



INFORME FINAL ACCIDENTE

COL-16-40-GIA

**Pérdida de control en vuelo tras
colisión con obstáculos durante el
despegue**

Boeing 727-2JO, Matrícula HK4544

20 de diciembre de 2016

Puerto Carreño, Vichada – Colombia



ADVERTENCIA

El presente informe es un documento que refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Grupo de Investigación de Accidentes e Incidentes - GRIAA, en relación con las circunstancias en que se produjeron los eventos objeto de la misma, con probables causas, sus consecuencias y recomendaciones.

De conformidad con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 114 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”. Ni las probables causas, ni las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de generar presunción de 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.

SIGLAS

AD	Airworthiness Directives/Directivas de aeronavegabilidad
AFM	Aircraft Flight Manual/Manual de vuelo de la aeronave
AIG	Accident Investigation Group/Grupo de investigación de accidentes
AIP	Aeronautical Information Publication/Publicación de información aeronáutica
AIS	Aeronautical Information Service/Servicio de información aeronáutica
ARO	Aerodrome Reporting Office/Oficina de informe de aeródromo
AMHS	ATS Message Handling System/Red de transmisión de datos del sistema fijo aeronáutico
ARCM	AIG Regional Cooperation Mechanism/Mecanismo regional de cooperación AIG
ARP	Airport Reference Point/Punto de referencia del aeropuerto
ASDA	Accelate Stop Distance Available/Distancia disponible de aceleración parada
ATS	Air Traffic Service/Servicio de tráfico aéreo
CSN	Cicle Since New/Ciclos desde Nuevo
CRM	Crew Resource Management/Gestión de recursos de tripulación
CVR	Cockpit Voice Recorder/Registrador de voces de cabina
FAA	Federal Aviation Administration/Administración federal de aviación
FIAA	Formulario de inspección anual de aeronaves
EPR	Engine Pressure Ratio/Relación de presiones del motor
ENG	Engine/Motor
FCOM	Flight Crew Operating Manual/Manual de operación
FDR	Flight Data Recorder/Registrador de datos de vuelo
FE	Flight Engineer/Ingeniero de vuelo
FOD	Foreing Object Debris-Damage/Residuo-Daño por Objeto Extraño
GPWS	Ground Proximity Warning System/Sistema de Alerta de Proximidad del Terreno
GRIAA	Grupo de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación
HFACS	Human Factors Analysis and Classification System/Sistema de Análisis y Clasificación de Factores Humanos
HL	Hora Local

IAS	Indicated AirSpeed/Velocidad aérea indicada
METAR	Meteorological Aviation Routine Weather Report/Informe Meteorológico Ordinario de Aeródromo
MRD	Maintenance Records Daily/Registros diarios de mantenimiento
NTSB	National Transportation Safety Board/Junta Nacional de Seguridad del Transporte
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PCN	Pavement Classification Number/Número de Clasificación del Pavimento
PF	Pilot Flying/Piloto volando
POSBD	Posibility of Birds/Posibilidad de pájaros
PS	Pilot Support/Piloto de apoyo
RAC	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
SEI	Servicio de Extinción de Incendios
SOP	Standard Operating Procedure/Procedimiento estándar operacional
TSN	Time Since New/Tiempo desde nuevo
TODA	Take Off Distance Available/Distancia disponible para el despegue
TORA	Take Off Runway Available/Pista disponible para el despegue
UAEAC	Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil
UTC	Universal Time Coordinated/Tiempo universal coordinado
VFR	Visual Flight Rules/Reglas de vuelo visual
VMC	Visual Meteorological Conditions/Condiciones meteorológicas visuales

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

SINOPSIS

Aeronave:	Boeing 727-2J0, matrícula HK-4544
Fecha y hora del Accidente:	20 de diciembre de 2016, 17:22HL (22:22 UTC)
Lugar del Accidente:	Vereda “El Merey”, Fincas Bonanza y Playa Alta, Municipio de Puerto Carreño –Vichada (Colombia)
Coordenadas:	N06°11'14.4" – W067°34'00.4"
Tipo de Operación:	Transporte Aéreo No Regular (carga)
Propietario:	AEROINVERSIONES S.A.
Explotador:	AEROSUCRE S.A.
Personas a bordo:	Cinco (05) tripulantes, un (01) maestro de carga

Resumen

El 20 de diciembre de 2016, la aeronave Boeing 727-2J0 de matrícula HK-4544, operada por la compañía AEROSUCRE S.A., fue programada para efectuar un vuelo de transporte de carga, entre el aeropuerto Eldorado (SKBO¹) y el aeropuerto Germán Olano (SKPC²), con un trayecto de ida y uno de regreso el mismo día.

El vuelo entre las ciudades de Bogotá y Puerto Carreño se efectuó sin ninguna novedad; la aeronave aterrizó a las 14:48 HL (19:48 UTC) en el aeropuerto German Olano.

Más tarde, para el vuelo de regreso, a las 17:18 HL (22:18 UTC) la aeronave inició la carrera de despegue por la cabecera 25 de SKPC, y colisionó contra obstáculos adyacentes a la cabecera 07, lo cual afectó el empuje de uno de los motores, y ocasionó el desprendimiento del tren de aterrizaje derecho y de una parte del sistema de hipersustentación; se produjo así una condición significativa de vuelo asimétrico. La aeronave continuó en vuelo, aunque en forma inestable, y pese a los esfuerzos de la tripulación por restablecer el control, finalmente éste se perdió y la aeronave impactó contra el terreno, accidentándose en un sitio ubicado aproximadamente a 4 millas náuticas de SKPC.

El accidente ocurrió a las 17:22 HL (22:22 UTC), en condiciones meteorológicas visuales (VMC); cuatro (04) miembros de la tripulación fallecieron instantáneamente a causa de los politraumatismos sufridos por el impacto contra el terreno; un (01) ocupante sobrevivió pero falleció posteriormente; y un (01) tripulante sobrevivió con lesiones graves.

¹**SKBO:** Indicativo de lugar OACI para el Aeropuerto Internacional ElDorado.

²**SKPC:** Indicativo de lugar OACI para el Aeropuerto Germán Olano.

La aeronave quedó completamente destruida como consecuencia de las fuerzas de impacto y el fuego que se generó durante el mismo.

La Junta Investigadora determinó que el accidente de la aeronave HK4544 se produjo por siguientes causas probables:

- Inadecuado planeamiento del vuelo, por parte de la empresa explotadora de la aeronave, y por parte de la tripulación, al no efectuar correctamente los procedimientos de despacho, los cálculos de rendimiento del despegue y la verificación de las limitaciones impuestas por condiciones operacionales del aeródromo de acuerdo a la configuración de la aeronave.
- Equivocada toma de decisiones de la tripulación al no considerar un aspecto clave que afectaba el rendimiento de la aeronave, como era el viento de cola predominante a la hora del despegue.
- Errónea selección de velocidades de despegue, V_1/V_R y V_2 , por parte de la tripulación, al seleccionar y aplicar las correspondientes a una aeronave sin modificaciones en su sistema de flaps, lo cual conllevó a rotar el avión con cinco nudos más de velocidad, incrementando la carrera de despegue.
- Errónea técnica de rotación aplicada por el Piloto, maniobra demorada que prolongó aún más la carrera de despegue.
- Pérdida de componentes (tren de aterrizaje, trailing inboard flap derecho) y daños en sistemas funcionales (pérdida de potencia del motor No.3, sistema hidráulico) necesarios para el control de la aeronave en vuelo.
- Pérdida de control en vuelo generada por asimetrías de sustentación, de potencia y vaciado de los sistemas hidráulicos principales que excedieron la capacidad de la tripulación y le imposibilitaron mantener un adecuado control direccional y estabilidad de la aeronave.

Como factores contribuyentes en la ocurrencia del accidente se citan:

- Incumplimiento de los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos por parte de la empresa explotadora de la aeronave, al operar en un aeródromo no apto para la operación del equipo B727-200; el cual, además, no se encontraba autorizado para ese tipo de aeronaves en las Especificaciones de Operación de la empresa, aprobadas por la Autoridad Aeronáutica.
- Falta de estandarización y supervisión de la empresa explotadora de la aeronave, al permitir la operación del equipo B727-200, al cual se le había aplicado una modificación al sistema de flaps, con las tablas de referencia de velocidades correspondientes a la aeronave sin modificar.

- Ejecución del despegue con un peso que excedía el valor máximo establecido en las cartas de rendimiento de la aeronave para las condiciones prevalecientes en el aeropuerto Germán Olano.
- Omisión de la tripulación al no activar el sistema hidráulico Standby, que dejó inhabilitado el suministro hidráulico de potencia, para retomar el control direccional de la aeronave.
- Falta de supervisión de la Autoridad Aeronáutica, que permitió durante varios años la operación del equipo B727-200 de la empresa explotadora de la aeronave en el aeródromo Germán Olano de Puerto Carreño, cuando las características del aeródromo no lo permitían y sin estar autorizada al explotador la operación del equipo B727-200 en dicho aeródromo.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Historia del vuelo

El 20 de diciembre de 2016, la aeronave Boeing 727-2J0 de matrícula HK-4544, operada por la compañía AEROSUCRE S.A., fue programada para efectuar un vuelo de transporte de carga, entre el aeropuerto Eldorado (SKBO) y el aeropuerto Germán Olano (SKPC), con un trayecto de ida y uno de regreso el mismo día.

La aeronave despegó de SKBO a las 13:43 HL (18:43 UTC) transportando una carga de 20423 libras (consistente en alimento perecedero y artículos varios), un peso estimado de combustible de 31500 libras y seis (06) ocupantes a bordo. El vuelo se realizó sin novedad y la aeronave aterrizó en SKPC a las 14:48 HL (19:48 UTC). Según NOTAM D0213/16, el aeropuerto German Olano se encontraba en condición “No Controlado” a partir de las 15:00 HL (20:00 UTC), razón por la cual una vez que aterrizó la aeronave HK-4544, el Controlador de Tránsito Aéreo tramitó el plan de vuelo de regreso a SKBO vía AMHS, ante el Centro de Control Bogotá, obteniendo una hora calculada de despegue para el vuelo KRE³157⁴, a las 17:21 HL (22:21 UTC).

En la plataforma de SKPC se efectuaron los procedimientos de descargue y despacho para el vuelo de regreso; aunque no se halló constancia del manifiesto de peso y balance, se estimó que la aeronave despegó con un peso estimado de 43695 libras de carga, distribuidos en 9 pallets (según se registró en la hoja planilla del fletador del avión), y con 21300 libras de combustible.

De acuerdo a los datos obtenidos del Registrador de Voces de Cabina (Cockpit Voice Recorder, CVR) y del Registrador de Datos de Vuelo (Flight Data Recorder, FDR), la tripulación planificó el vuelo para una configuración de la aeronave con 30°⁵ de flaps, 6 ½ unidades de Trim del estabilizador horizontal, un ajuste de potencia indicada EPR de 2.12 (motores No1/No.3) y 2.11 (Motor No.2); calculando unas velocidades indicadas (Indicated AirSpeed, IAS) V1⁶/VR⁷ de 127 nudos (para esta aeronave V1=VR) y V2⁸ de 141 nudos.

³ **KRE**: Designador IATA para la empresa AEROSUCRE S.A.

⁴ **157**: N° de vuelo asignado por la empresa AEROSUCRE S.A. para la ruta SKPC – SKBO.

⁵**30°**: Posición de los flaps, de acuerdo a modificación STC ST00507SE “*Flap & Aileron Droop Modification – Quiet Wing Corporation*”

⁶**V1**: Velocidad de decisión en despegue; máxima velocidad alcanzada durante la carrera de despegue, en la que el piloto debe tomar la decisión de salir a vuelo, o detener con seguridad el avión.

⁷**VR**: Velocidad de rotación; es la velocidad tras la cual el avión comienza a levantar el morro y así aumentar el ángulo de ataque.

⁸ **V2**: Velocidad de seguridad al despegue, es la velocidad con la que debe efectuarse la subida inicial (2° segmento) en caso de un motor inoperativo.

Minutos antes del despegue del HK-4544, dos aeronaves (un Embraer EMB170 y un Cessna C208) despegaron desde la cabecera 07 de SKPC, teniendo en cuenta que la dirección del viento de frente para esa cabecera predominaba en ese momento.

Se evidenció que la aeronave HK-4544 rodó hacia la cabecera 25 de SKPC, efectuando el llamado de auto anuncio (Blind) para informar de sus intenciones a todas las aeronaves presentes en el sector, teniendo en cuenta que el aeródromo se encontraba “no controlado”. Una vez finalizado el rodaje, el HK-4544 efectuó un giro de 180° en la cabecera 25, quedando orientado con un rumbo (Heading) diferente al de pista, posición que fue corregida posteriormente por la tripulación, alineando la aeronave en la dirección correcta con el eje de la pista para la carrera de despegue, la cual se inició a las 17:18 HL (22:18 UTC).

Mediante la observación de material fílmico registrado por habitantes del sector, se evidenció que durante la maniobra de rotación, la aeronave colisionó contra una sección de la cerca perimetral del aeropuerto Germán Olano, contra una garita⁹ y contra un árbol, elementos ubicados al interior de una unidad militar establecida contiguamente a la trayectoria de la cabecera 07; los impactos provocaron el desprendimiento del Trailing Inboard Flap derecho, del tren de aterrizaje principal derecho y de su respectiva compuerta; se hizo evidente, además, señal de fuego en uno de sus motores.

La transcripción del CVR permitió evidenciar que, después del impacto, la tripulación identificó pérdida de potencia en el motor No.3 y pérdida de presión en el sistema hidráulico A; mientras los datos suministrados por el FDR señalaron que la aeronave continuó en fase de ascenso, alcanzando una altitud máxima de 790 pies; experimentando una desviación gradual de rumbo y una creciente asimetría de sustentación que generó una actitud de banqueo a la derecha, la cual no pudo controlar la tripulación; el banqueo se incrementó hasta alcanzar un ángulo máximo (bank) de 58°, al momento en que la aeronave impactó contra el terreno.

Posteriormente al impacto inicial contra los obstáculos y hasta el final de la grabación, el CVR registró reactivación de las alarmas del GPWS¹⁰; así mismo se determinó que durante el trayecto final la tripulación realizó el procedimiento de eyección de combustible (fuel dumping).

Es así como, después de volar aproximadamente 02:23 minutos, la aeronave HK-4544 impactó contra un terreno llano, localizado aproximadamente a 4 MN de la cabecera 07 de SKPC, en las coordenadas geográficas N06°11'14.4"/W067°34'00.4" y elevación de 173 pies (53.73 metros) sobre el nivel medio del mar; presentándose inmediatamente incendio post-accidente que causó afectación a gran parte de los componentes

⁹ **Garita:** Arquitectura militar, consiste en una pequeña torre con troneras o saeteras, que sirve de abrigo y protección a los centinelas que resguardan el recinto.

¹⁰ **GPWS:** Ground Proximity Warning System (Sistema de alerta de proximidad contra el terreno (Alarma auditiva).

estructurales (planos, motores, fuselaje trasero y estabilizadores), así como a la vegetación circundante.

Cuatro (04) ocupantes fallecieron instantáneamente al desintegrarse la cabina de vuelo donde se encontraban; sin embargo, el accidente presentó capacidad de supervivencia para dos (02) de ellos, los cuales sufrieron lesiones graves, pero uno (01) de ellos falleció mientras era atendido en el hospital del municipio de Puerto Carreño.

A las 05:22 HL (22:22 UTC) la administración del aeropuerto German Olano fue alertada por la coordinación del SEI (Servicio de Extinción de Incendios) del accidente de la aeronave HK-4544 en zona rural del municipio de Puerto Carreño; activando los protocolos establecidos (plan de Emergencia del aeródromo) en caso de accidente aéreo y en coordinación con los diferentes organismos de rescate (bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil) de Puerto Carreño y personal del Ejército Nacional, arribaron a las 17:45 HL (22:45 UTC) al sitio de los acontecimientos, iniciando las labores de búsqueda y salvamento de la tripulación, extinción del incendio generado y aseguramiento del área.

El Grupo de Investigación de Accidentes Aéreos (GRIAA) fue notificado del accidente el día de los hechos y de inmediato dio inicio a la Fase de Notificación y Alistamiento, designado un GO TEAM de investigadores, quienes se trasladaron hacia el municipio de Puerto Carreño, los días 21, 23 y 24 de diciembre de 2016; con el propósito de obtener las respectivas evidencias en campo.

Siguiendo las disposiciones establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en el Anexo 13 “Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación”, el GRIAA realizó la notificación de este Accidente a:

- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)
- Junta Nacional de Seguridad del Transporte (NTSB)

1.1.1 Organización de la investigación

Para el cumplimiento de este cometido y de acuerdo a lo establecido en el RAC 8 sobre Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación, numeral 8.5.5.1 “*Junta Investigadora*” y en concordancia con el Anexo 13 de la OACI, fue creada una Junta Investigadora conformada por un grupo interdisciplinario de profesionales competentes en las áreas de Operaciones, Aeronavegabilidad, Organización y Gestión, Factores Humanos, Médicos y Supervivencia, Fotografía y Video, con el apoyo del Mecanismo Regional de Cooperación AIG¹¹ (AIG Regional Cooperation Mechanism, ARCM) a través de la participación de un investigador experto.

¹¹ **AIG:** Accident Investigation Group (Grupo de Investigación de Accidentes).

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Ocupantes	Total	Otros
Mortales	04	01	05	-
Graves	01	-	01	-
Leves/Ilesos	-	-	-	-
TOTAL	05	01	06	-

Tabla No. 1: Clasificación de las lesiones y cantidad de personas lesionadas

1.3. Daños sufridos por la aeronave

DESTRUIDA. La estructura, sistemas y componentes de la aeronave sufrieron daños por la colisión inicial, el impacto contra el terreno y el fuego generado posteriormente.

- a) **Planos:** Desprendimiento y alta incineración de los planos izquierdo y derecho.
- b) **Fuselaje:** Separación del fuselaje en dos secciones. Aplastamiento del fuselaje delantero e incineración del fuselaje trasero.
- c) **Plantas motrices:** Separación e incineración de los tres (03) motores.
- d) **Estabilizadores:** Desprendimiento e incineración de los estabilizadores.
- e) **Trenes de Aterrizaje:** Desprendimiento del tren de aterrizaje principal derecho; desprendimiento e incineración del tren delantero y principal izquierdo.

1.4. Otros daños

Se presentó el aplastamiento de una sección de aproximadamente 13 metros de ancho de la malla perimetral de SKPC, el colapso de una garita de seguridad y daños a un árbol ubicados al interior de una Unidad Militar contigua, así como afectación por fuego a la vegetación circundante en la zona de impacto final.



Fotografía No. 1: Daños en la cerca perimetral del aeropuerto, garita y árbol

1.5. Información personal

Piloto

Edad:	58 Años
Licencia:	Piloto de Transporte Línea Aérea (PTL)
Certificado médico:	1ª Clase (vigente)
Ultimo chequeo en el equipo:	07 de marzo de 2016
Horas totales de vuelo:	8708:06 (a 23 de agosto de 2012 – Registros Aerocivil)
Horas totales en el equipo:	6822:17 (registros AEROSUCRE S.A.)
Horas de vuelo últimos 90 días:	96:00 Horas
Horas de vuelo últimos 30 días:	34:03 Horas
Horas de vuelo últimos 3 días:	01:23 Horas

Nota: La información del número total de horas de vuelo del Piloto, así como las de su experiencia en el equipo B727, fue verificada en los registros de la Aeronáutica Civil y de la empresa explotadora respectivamente.

El Piloto era titular de una licencia de Piloto de Transporte de Línea de avión (PTL) expedida el 06 de octubre de 2005 con habilitación en el equipo B727. Se encontraba vinculado a la empresa como Piloto desde el 01 de agosto de 1997 mediante contrato laboral a término indefinido.

Sus últimas capacitaciones fueron:

- Curso de Repaso de Tierra equipo B727, efectuado los días 04, 05 y 06 de julio de 2016.
- Pro-eficiencia y Simulador B727/100/200, realizado los días 03, 04, 12 y 13 de septiembre de 2016.
- Curso de Gestión de Recursos de Tripulación (CRM), llevado a cabo el 23 de mayo de 2016.
- Curso de Mercancías Peligrosas, efectuado del 24 al 27 de abril de 2015.
- Práctica de Evacuación en Tierra, realizado el 31 de octubre de 2016.
- Práctica de Supervivencia en Agua, efectuado el 20 de abril de 2015.
- Curso de inducción al SMS, realizado el 01 de diciembre de 2014.

Todos los cursos y entrenamientos presentaron resultados satisfactorios.

Copiloto

Edad:	39 Años
Licencia:	Piloto Comercial Avión (PCA)
Certificado médico:	1ª Clase (vigente)
Ultimo chequeo en el equipo:	13 de marzo 2016
Horas totales de vuelo:	3285:11 (registros AEROSUCRE S.A.)
Horas totales en el equipo:	3285:11 (registros AEROSUCRE S.A.)
Horas de vuelo últimos 90 días:	100:55 Horas
Horas de vuelo últimos 30 días:	43:27 Horas
Horas de vuelo últimos 3 días:	01:23 Horas

Nota: La información de la totalidad de horas de vuelo del Copiloto, así como las de su experiencia en el equipo B727 fue verificada en los registros de la empresa explotadora respectivamente.

El Copiloto era titular de una licencia de Piloto Comercial de Avión (PCA) expedida el 24 de abril de 2006, con habilitación en “monomotores tierra” hasta 5700 kg, instrumentos y Copiloto en el equipo B727. Estaba vinculado a la empresa desde el 12 de septiembre de 2008 mediante contrato laboral a término indefinido.

Sus últimas capacitaciones fueron:

- Curso de Repaso de Tierra equipo B727, efectuado 09 y 11 de octubre de 2016.
- Pro-eficiencia y Simulador B727/100/200, realizado los días 09, 10, 12, 13, 21 y 22 de septiembre de 2016.
- Curso de Gestión de Recursos de Tripulación (CRM), llevado a cabo el 23 de mayo de 2016.
- Curso de Mercancías Peligrosas, efectuado del 30 y 31 de agosto de 2015.
- Práctica de Evacuación en Tierra, realizado el 31 de octubre de 2016.
- Práctica de Supervivencia en Agua, efectuado el 20 de abril de 2015.
- Curso de inducción al SMS, realizado el 01 de diciembre de 2014.

Todos los cursos y entrenamientos presentaron resultados satisfactorios.

Ingeniero de vuelo

Edad:	72 Años
Licencia:	Ingeniero de Vuelo Avión (IDVA) Instructor de Ingenieros de Vuelo (IDVI) Instructor de Tierra Especialidades Aeronáuticas (IET)
Certificado médico:	2ª Clase (vigente)
Ultimo chequeo en el equipo:	18 de marzo de 2016
Horas totales de vuelo:	1612:53 Horas (registros AEROSUCRE S.A.)
Horas totales en el equipo:	Información no disponible
Horas de vuelo últimos 90 días:	111:06 Horas
Horas de vuelo últimos 30 días:	33:32 Horas
Horas de vuelo últimos 3 días:	01:23 Horas

Nota: La información de la totalidad de horas de vuelo del Ingeniero de Vuelo, así como las de su experiencia en el equipo B727 fue verificada en los registros de la empresa explotadora respectivamente.

El Ingeniero de Vuelo había ingresado a la empresa el 01 de 2013 a través de un contrato laboral a término indefinido; sin embargo, al momento del accidente se encontraba vinculado mediante contrato de prestación de servicios.

Sus últimas capacitaciones fueron:

- Curso de Repaso de Tierra equipo B727, efectuado entre el 17 de octubre y 07 de noviembre de 2016.
- Proeficiencia y Simulador B727/100/200, realizado los días 03 y 04 de septiembre de 2016.
- Curso de Gestión de Recursos de Tripulación (CRM), llevado a cabo el 31 de julio de 2016.
- Curso de Mercancías Peligrosas, efectuado del 30 y 31 de agosto de 2015.
- Práctica de Evacuación en Tierra, realizado el 31 de octubre de 2016.
- Práctica de Supervivencia en Agua, efectuado el 20 de abril de 2015.

Todos los cursos y entrenamientos presentaron resultados satisfactorios.

1.6. Información sobre la aeronave

Marca:	Boeing
Modelo:	727-2J0
Serie:	21105
Matrícula:	HK-4544
Certificado aeronavegabilidad:	0004685 del 21 de enero de 2010
Certificado de matrícula:	R004575 del 14 de enero de 2013
Fecha de fabricación:	1975
Fecha último servicio:	20 de diciembre de 2016 (servicio diario)
Total horas de vuelo:	60199:15 Horas
Total horas DURG:	855:04 Horas



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=jZSiMqH6MYc>

Fotografía No. 2: Aeronave Boeing 727-2J0 HK-4544

La aeronave fue adquirida por AEROSUCRE en Estados Unidos de América, en la que poseía la matrícula N281KH. Para tal efecto fue emitido por la FAA el Certificado de aeronavegabilidad para exportación No. E422966 del 13 de noviembre de 2007. Fue trasladada a Colombia donde inicialmente se le asignó la matrícula provisional HK-4544-X, mediante comunicación de la Oficina de Registro de la UAEAC No. 1030-2506 del 17 de diciembre de 2007.

A. Programa de mantenimiento

Al momento del accidente, AEROSUCRE S.A. contaba con un programa de mantenimiento aplicado a la flota B727-200, el cual estaba aprobado por la UAEAC.

El Manual General de Mantenimiento (MGM), revisión No. 34 del 28 septiembre de 2015, contiene en el capítulo 2 los “Programas de Mantenimiento” aplicables a las aeronaves de la compañía; en el capítulo 6 la “Planeación y Control de Producción” referenciando la ejecución de los programas de mantenimiento; en el capítulo 3 el “Sistema de Calidad”, explica la vigilancia del cumplimiento de los procedimientos y programas de mantenimiento e información relacionada; en el capítulo 4 los “Procedimientos de Mantenimiento”.

De acuerdo a la carpeta de estatus de directivas de aeronavegabilidad, entregada a la Autoridad AIG de Colombia, se especifica el seguimiento y cumplimiento de 254 directivas, concordantes con las registradas en la página de la FAA, con referencia al fabricante de la aeronave Boeing Modelo 727-200.

NOTA 1: AEROSUCRE S.A. estaba autorizada a realizar servicios de Mantenimiento Clase II, limitado a:

“Aviones Boeing 727-200 Programa MSG-2: Servicios Tránsito, Diario, “A” y “B”.

Aviones Boeing 727-200 Programa MSG-3: Servicios Pre-Flight y “A”.

Avión Boeing 737-200C Programa MSG-2: Servicios Tránsito, Diario, “A” y “B”.

En el evento en el que AEROSUCRE, no pueda cumplir con los servicios antes descritos, realizará convenios o contratos con TAR o TARES Autorizados por la AEROCIVIL o con Centros de Mantenimiento extranjeros con aprobación de la entidad aeronáutica de ese país”.

NOTA 2: El último servicio extenso (A+B+C) al avión HK-4544, fue realizado el 29 de julio de 2015 cuando la aeronave contaba con 59344:11 horas de vuelo y 42843 ciclos.

B. Alteraciones mayores

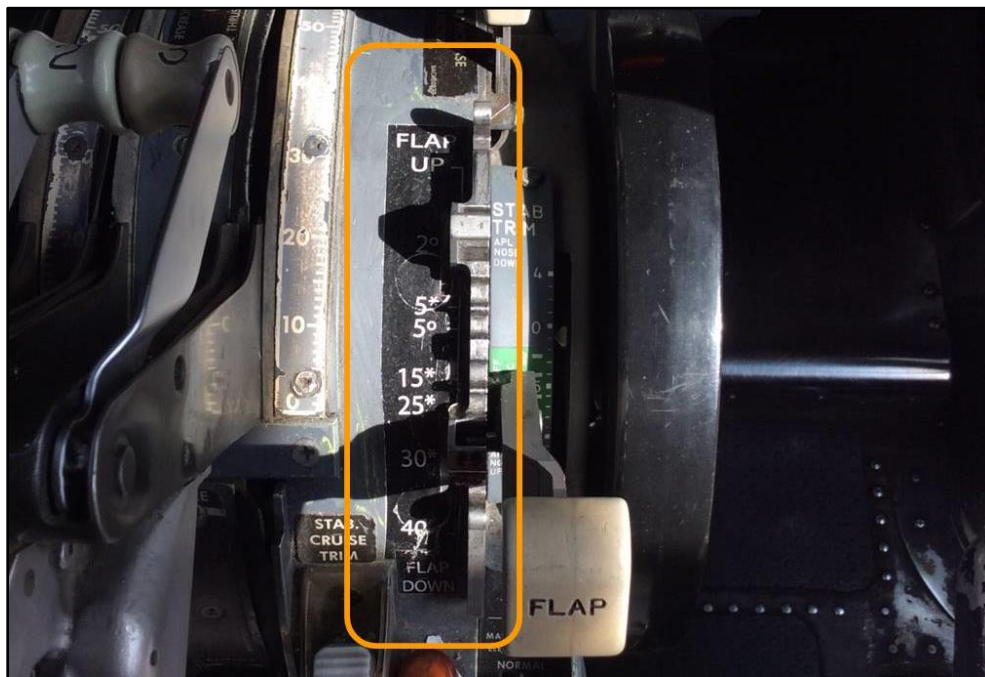
El sistema de flaps de la aeronave HK-4544 había sido modificada de acuerdo a la Orden de Ingeniería No. 727-11-007 del 09 de julio de 2015; procedimiento aprobado por la Autoridad Aeronáutica Colombiana previo cumplimiento de la documentación referida para tal fin por parte del explotador.

“La modificación consiste en realizar el cambio de Detent Plate, ubicar la nueva placa de posición de Flaps, maquinar el tope de la palanca a la medida del nuevo Detent Plate, reemplazar el instrumento indicador de posición e instalar la placa de velocidades de

operación según posición de Flaps de acuerdo a las instrucciones contenidas en el STC¹² ST00507SE - Section 6 - Flap and Aileron Modification - Document DT -IIM-525.”¹³

Los cambios en las articulaciones y soportes permiten desplegar los flaps y alerones en posiciones adicionales, permitiendo pequeños cambios en las distribuciones de carga aerodinámica, que tienen por finalidad la disminución de costos operacionales y aumento de rendimiento de la aeronave.

Mediante el AFM Supplement¹⁴ aprobado por la FAA y el Operations Manual Supplement para el Boeing modelo 727-200 QW¹⁵, se realizaron los cambios respectivos en el peso y balance, en el análisis de combustible y de aeropuertos, en los procedimientos normales y rendimiento de la aeronave; documentación técnica, empleada por la Dirección de Operaciones del explotador.



Fotografía No. 3: Nuevas posiciones de flaps con el sistema modificado

¹² **STC:** Supplemental Type Certificate (Certificado tipo suplementario): Documento que modifica el Certificado Tipo (De diseño). Se aplica cuando son afectados el diseño, las limitaciones de operación, los procedimientos y el Peso y Balance. Origina los siguientes documentos:

- Suplemento Aprobado al Manual de Peso básico
- Peso y Balance (datos de Nueva Configuración)
- Suplemento del manual de vuelo, si es aplicable
- Suplemento del manual de mantenimiento, si es aplicable

¹³ **Documento AEROSUCRE S.A.:** Flap and Aileron Droop Modification STC ST00507SE, Rev. original de fecha 02 de febrero de 2015.

¹⁴ **AFM Supplement:** Airplane Flight Manual Supplement, Suplemento al Manual de Vuelo de la Aeronave

¹⁵ **QW:** Quiet Wing

Motor No.1

Marca: Pratt & Whitney (P&W)
Modelo: JT8D-15A
Serie: P717107
Total horas de vuelo: 40826:00 Horas
Total horas D.U.R.G: 250:00 Horas
Último Servicio: 18 de julio de 2016

Motor No.2

Marca: Pratt & Whitney (P&W)
Modelo: JT8D-15
Serie: P696645B
Total horas de vuelo: 68169:00 Horas
Total horas D.U.R.G: 2601:00 Horas
Último Servicio: 29 de julio de 2013

Motor No.3

Marca: Pratt & Whitney (P&W)
Modelo: JT8D-15
Serie: P696542B
Total horas de vuelo: 71818:00 Horas
Total horas D.U.R.G: 1409:00 Horas
Último Servicio: 23 de octubre de 2013

El mantenimiento de los motores se realizó de acuerdo a lo estipulado en el programa de mantenimiento (revisión No. 15 del 21 de julio de 2015), numeral 1.10, basado en los procedimientos para motor JT8, especificando los tiempos críticos de vida límite de los discos según manual P&W P/N 481672 y AD No. 2011-03-01.

Grupo de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación – GRIAA

GSAN-4.5-12-036
Versión: 03
Fecha: 16/08/2017

El motor No. 1 (JT8D-15A): Reparado el 18 de julio de 2016; con datos de avión de 60.082 horas de tiempo total y 43.624 ciclos totales y datos de motor de TSN¹⁶ de 40.576 horas y CSN¹⁷ de 30.635 ciclos.

Fue instalado en esta aeronave el 06 de agosto de 2016. No hay registro inspecciones boroscópicas, dado que el motor solo contaba con 250 horas DURG al momento del accidente. De acuerdo al STATUS AD'S ENGINES de AEROSUCRE, se pudo visualizar que a fecha 05 de diciembre de 2016, estaban siendo controladas 28 directivas de aeronavegabilidad, coincidentes con las relacionadas en la página de la FAA.

El motor No. 2 (JT8D-15): Reparado el 29 de julio de 2013; con datos de aeronave de tiempo total de 57.731 horas y ciclos totales de 41.313 ciclos, y datos de motor de TSN de 65.568 horas y CSN de 40.138 ciclos. El motor fue instalado en esta aeronave el 14 de octubre de 2013.

Este motor presentaba 2.601 horas DURG a la fecha del accidente, tiempo en el cual no se hallaron registros de inspecciones boroscópicas de acuerdo a las frecuencias establecidas por el fabricante en su manual MAINTENANCE PLANNING GUIDE PN 820671 PARTE III: LINE MAINTENANCE GUIDE SECTION 1: ON-WING REPETITIVE INSPECTIONS; ni Manuales relacionados. De acuerdo al STATUS AD'S ENGINES de AEROSUCRE, se visualizó que a fecha 05 de diciembre de 2016, estaban siendo controladas 35 directivas de aeronavegabilidad, coincidentes con las relacionadas en la página de la FAA.

El motor No. 3 (JT8D-15): Reparado el 23 de octubre de 2013; con datos de avión de tiempo total de 70.409 horas y 42.949 ciclos totales, y con datos de motor de TSN de 58.923 horas y CSN de 42.421 ciclos. Fue instalado en esta aeronave el 14 de noviembre de 2014. El motor contaba con 1.409 horas DURG, período en el cual no se hallaron registros de inspecciones boroscópicas de acuerdo a las frecuencias establecidas por el fabricante en su manual MAINTENANCE PLANNING GUIDE PN 820671 PARTE III: LINE MAINTENANCE GUIDE SECTION 1: ON-WING REPETITIVE INSPECTIONS.

De acuerdo al STATUS AD'S ENGINES de AEROSUCRE, se verificó que a fecha 05 de diciembre de 2016, estaban siendo controladas 35 directivas de aeronavegabilidad, coincidentes con las relacionadas en la página de la FAA.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

¹⁶ **TSN:** Time Since New (Tiempo desde nuevo)

¹⁷ **CSN:** Cicle Since New (Ciclos desde Nuevo)

1.6.1. Peso y balance

El manifiesto de peso y balance para el vuelo KRE157 no fue hallado entre los restos de la aeronave, ni reposaba una copia en la oficina de despacho de la compañía. Tomando como referencia el Manual de Peso y Balance del explotador, se detallan a continuación los pesos estructurales para la aeronave B 727-200 HK-4544:

Operating Empty Weight	96707 lb
Maximum Zero Fuel Weight, MZFW	155000 lb
Maximum Take-Off Weight, MTOW	197000 lb
Maximum Taxi (Ramp) Weight	197700 lb
Maximum Landing Weight Flaps 30°	164000 lb
Maximum Landing Weight Flaps 40°	142500 lb

Tabla No. 2: Pesos máximos para la aeronave B 727-200 HK4544

Durante la investigación se efectuó el diligenciamiento del manifiesto de peso y balance que correspondería al vuelo KRE157, teniendo en cuenta el peso de la aeronave, carga, personal y combustible aproximados, con el fin de estimar los pesos operativos y la ubicación del C.G. de la aeronave al momento del despegue (ver Apéndice A):

Cargo Total Load	45904 lb
Fuel	21300 lb
Zero Fuel Weight	142283 lb
Take-Off Weight	163583 lb
Landing Weight	152583 lb
Maximum Take-Off Gross Weight	164700 lb
Maximum Zero Fuel Weight	155500 lb
Maximum Landing Weight	164000 lb
C.G.	21.5 %

Tabla No. 3: Pesos y C.G. calculados para el vuelo KRE157 (Manifiesto de peso y balance)

1.6.2. Sistemas hidráulicos

A fin de brindar soporte documental a la interpretación del análisis investigativo, se describen las características de funcionamiento de los sistemas hidráulicos afectados por la colisión de la aeronave contra los obstáculos durante la fase de ascenso inicial:

A. Funcionamiento general y alimentación

La potencia hidráulica es suministrada por tres (03) fuentes independientes:

- Sistema “A” (02 bombas mecánicas/Motores No.1 y No.2.).
- Sistema “B” (02 bombas eléctricas).
- Sistema Standby (01 bomba eléctrica).

La potencia hidráulica es utilizada para la operación de los **controles de vuelo, Flaps, tren de aterrizaje, Spoilers**, frenos, control rueda de nariz, escaleras traseras y el soporte de cola. Cada sistema tiene reservorios independientes.

En caso de falla de alimentación de los sistemas A y B, los **controles de vuelo de alerones y elevadores** continúan accionados por medio de cables, mientras que el **control de dirección** requiere de la activación del sistema Standby.

El tren de aterrizaje puede ser extendido manualmente (por gravedad) en caso de falla de alimentación del sistema A; pero no puede ser retraído de la misma forma.

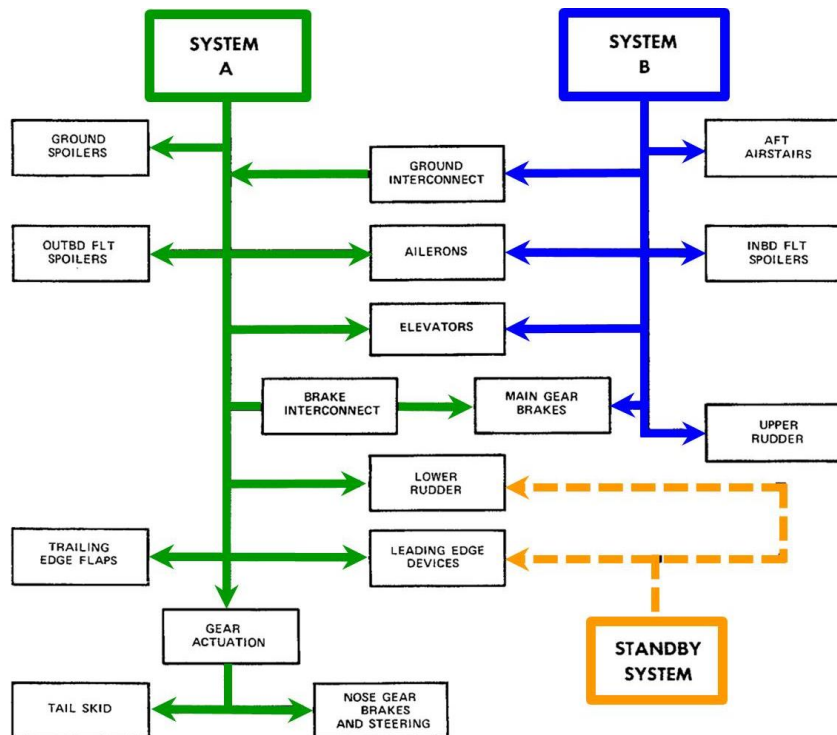
Los Flaps pueden ser extendidos y retraídos eléctricamente en caso de falla de alimentación en vuelo del sistema A. En la siguiente tabla se detallan los principales componentes accionados por los diferentes sistemas hidráulicos, así como su fuente de movimiento alterno en caso de emergencia:

B. Subsistemas hidráulicos y Backup

Control System	Control Surface	Normal Operation or Source	Backup
Aileron Control System	Inboard Aileron	A and/or B System	Manual (Cable actuated control Tab)
	Outboard Aileron & Inboard aileron (Outboard flap down)		
Elevator Control System	Elevators	A and/or B System	Manual (Control Tab)
Rudder Control System	Rudder	B System A System	Standby Hydraulic
	Upper Lower		
Wing Flap Control System	Trailing Edge Flaps Outboard Inboard	A System	Electric Motors
	Leading Edge Flaps and Slats	A System (Outboard Trailing Edge Follow Up)	Standby Hydraulic (Only Extension)
Landing Gear	Gear Actuation	A System	Manual (Only Extension)
	Nose wear brakes and steering Tail Skid		

Tabla No. 4: Operación de alerones, elevadores, timón de dirección, flaps y tren de aterrizaje

C. Esquema de funcionalidad de los sistemas hidráulicos



Grafica No. 1: Sistemas hidráulicos, Boeing 727-200

1.7. Información Meteorológica

El informe meteorológico (METAR¹⁸), emitido por la oficina del IDEAM¹⁹ ubicada contigua al aeropuerto Germán Olano, para las 17:00 HL (22:00 UTC) del 20 de diciembre de 2016, era el siguiente:

2200Z 01008KT 9999 FEW020 SCT200 31/22A////=

Viento proveniente de los 10° con una intensidad 08 nudos, visibilidad mayor a 10 km, cobertura nubosa escasa con un techo de 2,000 pies AGL²⁰ y una nubosidad dispersa con un techo de 20,000 pies AGL. La temperatura reportada correspondía a 31°C y una temperatura de punto de rocío de 22°C.

1.8. Ayudas para la Navegación

No aplicable.

¹⁸ **METAR:** Meteorological Aviation Routine Weather Report (reporte rutinario de condición meteorológica).

¹⁹ **IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

²⁰ **AGL:** Above Ground Level (sobre el nivel del terreno).

1.9. Comunicaciones

Con base en la información suministrada por el CVR se evidenció que las comunicaciones se efectuaron de manera normal. El aeropuerto Germán Olano se encontraba en condición “No controlado” desde las 15:00 HL (20:00 UTC), razón por la cual en tres ocasiones durante la fase de rodaje y antes iniciar la carrera de despegue, la tripulación efectuó el respectivo llamado de auto-anuncio a todas las aeronaves presentes en la zona de Puerto Carreño a través de la frecuencia 122,9 MHz.

1.10. Información del Aeródromo

La aeronave HK-4544 despegó desde el aeropuerto Germán Olano (Ver Apéndice B), que presta sus servicios al municipio de Puerto Carreño (Vichada) y cuenta con las siguientes características físicas:

INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Coordenadas ARP	N 06°11' 06.42" / W067° 29' 33.26"
Elevación/Orientación	53,94 m (177 ft)/ 07 - 25
Longitud/Ancho de Pista	1800 m/20 m
TORA, ASDA, TODA, LDA	1800 m (cabeceras 07-25)
Superficie/Resistencia	Concreto Asfáltico/40000 kg
Obstáculos	<u>Cabecera 25</u> Antena 72 m altura al sur del umbral pista 25 Antena 64 m altura al sureste del umbral pista 25

Tabla No.5: Datos del aeropuerto Germán Olano

Como información suplementaria disponible en el AIP del aeródromo se citan las precauciones que deben tener en cuenta las tripulaciones debido a la concentración de aves, situación que quedó evidenciada en la transcripción del CVR; así como la presencia de árboles en la trayectoria de despegue de la cabecera 07, elemento adicional contra el cual colisionó la aeronave.

1.11. Registradores de Vuelo

La aeronave contaba con un registrador de voces de cabina (CVR) y un registrador de datos de vuelo (FDR), dispositivos que fueron localizados y recuperados entre los restos de la aeronave en buen estado, sin afectación por fuerzas de impacto o fuego; estos elementos fueron puestos en custodia hasta su envío a EEUU para su interpretación.

La identificación de las placas de los registradores mostró la siguiente información:

CVR: Marca Fairchild, Modelo A-100 y S/N 32135

FDR: Marca Allied Signal UFDR, Modelo 980-4100-RQUS y S/N 4714



Fotografía No. 4: Condición de los registradores de vuelo entre los restos de la aeronave

Un grupo interdisciplinario conformado por expertos pertenecientes a la Autoridad AIG de Colombia (GRIAA), las casas fabricantes de aeronave (Boeing) y motores (Pratt&Whitney), la Administración Federal de Aviación (FAA), así como la Junta Nacional de Seguridad del Transporte (NTSB), se reunieron en la ciudad de Washington D.C. (EEUU), los días 23, 24, 25 y 26 de enero de 2017, con el fin de realizar el procedimiento de descarga, lectura y análisis de los registradores de vuelo CVR y FDR.

El CVR registró ocho (08) minutos de conversaciones entre los tripulantes de la aeronave, tiempo comprendido entre la puesta en marcha de los motores hasta el momento del impacto contra el terreno.

El FDR registró un total de veinte (20) parámetros. Se tomó, revisó e incluyó la última hora y veintisiete minutos (01:27:00) en el reporte presentado por la NTSB a la Autoridad Aeronáutica Colombiana.

La correlación de tiempos entre el CVR y el FDR fue determinada comparando las transmisiones de radio desde la aeronave con el parámetro del radio (VHF) contenida en los datos del FDR.

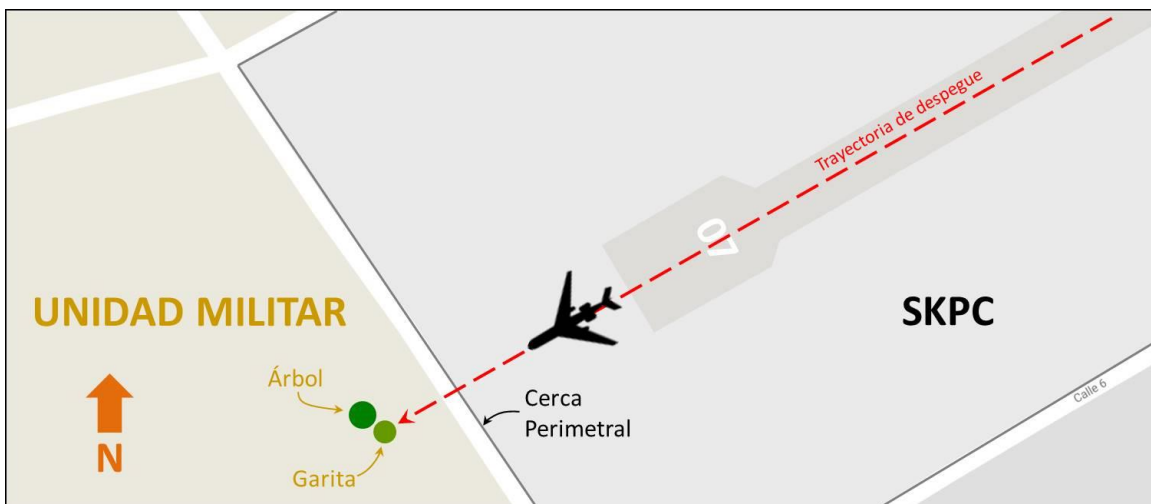
El Apéndice C contiene las transcripciones del CVR relevantes para el proceso investigativo. Los datos significativos del FDR mostrados en el Apéndice D son incluidos en el análisis de este informe.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

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

1.12.1. Impacto inicial

Al finalizar la carrera de despegue, la aeronave impactó con la cerca perimetral de SKPC derribando una sección de 13 metros de ancho y 2.50 metros de alto; continuó su trayectoria de vuelo colisionando contra una garita ubicada en las coordenadas $N6^{\circ}10'50.12''/W067^{\circ}30'2.42''$, con unas dimensiones de 3 metros de alto por 2.50 metros de ancho y construida con sacos de arena; al igual que un árbol ($N6^{\circ}10'50.22''/W067^{\circ}30'2.73''$) con una altura estimada de 7 metros, elementos implantados al interior de una Unidad Militar contigua a la cabecera 07.

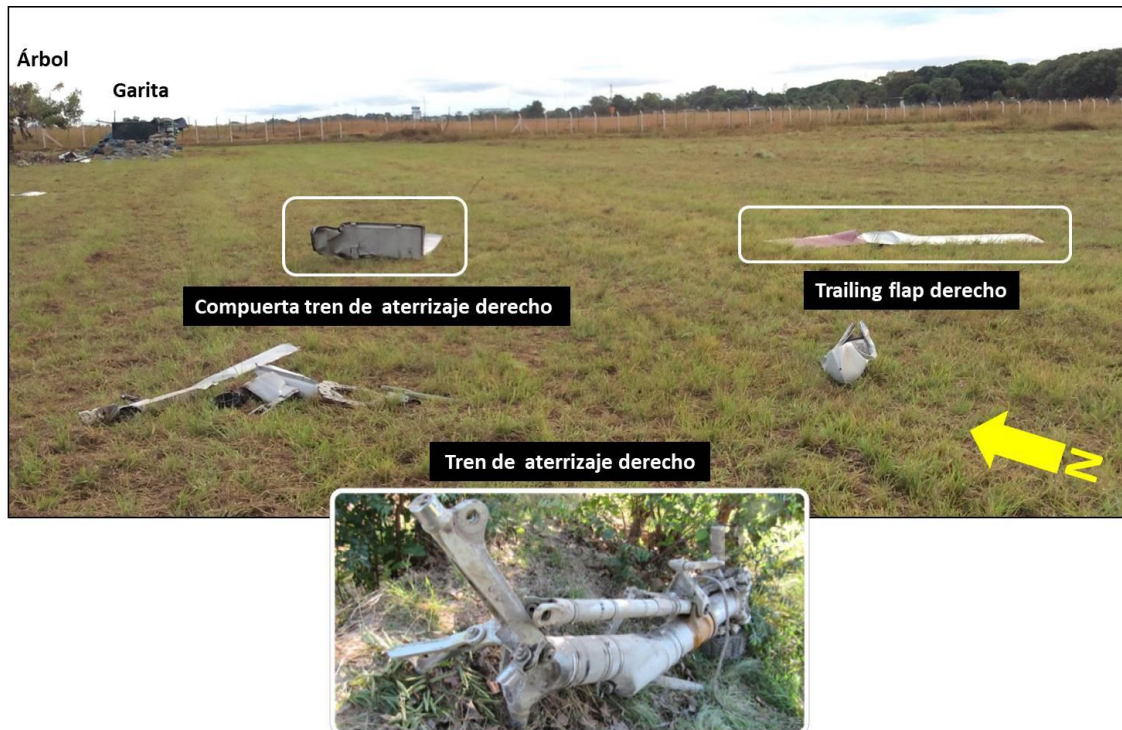


Gráfica No. 2: Obstáculos contra los cuales impactó inicialmente la aeronave HK-4544



Gráfica No. 3: Diagrama de distribución de restos tras la colisión inicial

Tras la colisión contra los obstáculos presentes en el perímetro del aeropuerto, los componentes desprendidos se encontraron dispersos en una extensión aproximada de 410 metros.



Fotografía No. 5: Restos sobre el terreno tras la colisión inicial contra la garita y el árbol

1.12.2. Impacto final contra el terreno

Después de volar alrededor de 02:23 minutos, la aeronave impactó contra el terreno en un punto ubicado en las coordenadas geográficas N06° 11' 27.9"/ W067° 33' 59.9", localizado aproximadamente a 4 millas náuticas de la cabecera 07 de SKPC.

El lugar del accidente está ubicado en la vereda "El Merrey", jurisdicción del municipio de Puerto Carreño, departamento de Vichada (Colombia) y los restos de la aeronave quedaron diseminados entre las Fincas "Bonanza" y "Playa Alta", en un terreno llano con escasa vegetación y una elevación de 173 pies.

En la inspección de campo se evidenció una dinámica de impacto con alto ángulo de alabeo, bajo ángulo de cabeceo y alta velocidad horizontal, en un patrón de dispersión cónico a lo largo de una distancia aproximada de 415 metros. Los primeros restos mayores fueron encontrados a una distancia de 240 metros del punto inicial de impacto.

La aeronave golpeó el terreno con una marcada inclinación hacia el costado derecho, se deslizó sobre la superficie rotando a la derecha sobre su eje vertical, el motor No.3 y los estabilizadores se desprendieron por acción del impacto de la cola contra el terreno.

Los planos derecho e izquierdo se separaron mientras la aeronave giraba sobre su eje longitudinal. El fuselaje de la aeronave se fracturó en dos partes, la sección de cola y la cabina de vuelo fueron los componentes mayores que se encontraron al final de la dispersión de restos; quedando el primero en posición semi-invertida con un rumbo final de 320° y el segundo en posición invertida con un rumbo final 220° .



Gráfica No. 4: Diagrama de distribución de restos principales



Fotografía No. 6: Distribución principal de restos – Planos y estabilizadores

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



Fotografía No. 7: Distribución principal de restos – Fuselaje, Motores No.1 y No.2

1.12.3. Examen visual de restos

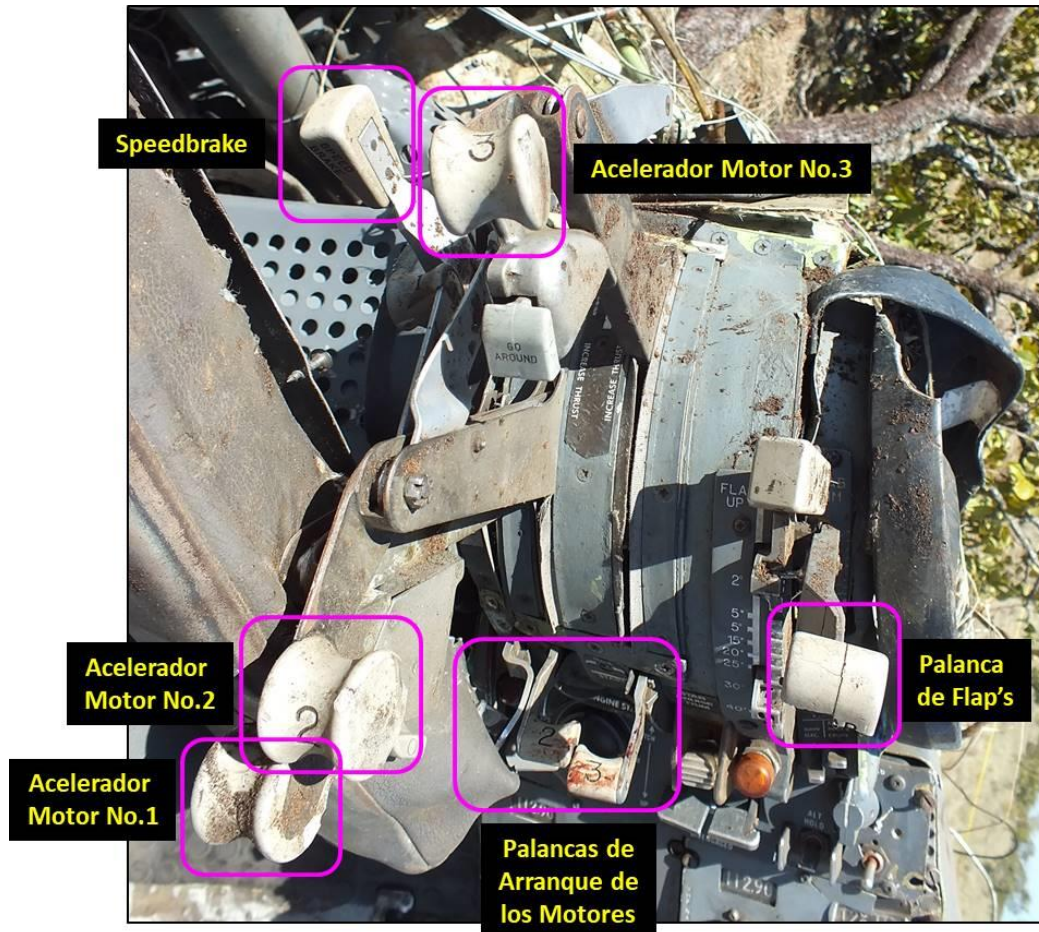
Para que la información determinada por la observación de los restos fuera integrada y relacionada con los datos del FDR y CVR, el examen de los mismos se focalizó en el pedestal central y en el panel de control de Ingeniero de Vuelo. Se inspeccionó el estado final del tren de aterrizaje principal derecho, así como las líneas de alimentación hidráulicas asociadas.

Pedestal central

a) Palancas de control

Palanca de Control	Posición
Acelerador Motor No.1	Atrás
Acelerador Motor No.2	Intermedio
Acelerador Motor No.3	Adelante
Arranque de los Motores	IDLE
Flap's	2°
Speedbrake	0

Tabla No. 6: Posiciones de las palancas de motores, flaps's y speedbrake



Fotografía No. 8: Posiciones de los controles de motores y palanca de flap's

b) Perillas de compensadores

Perilla del Compensador	Posición
Alerones	-1° (Izquierda)
Timón de dirección	-0.5 (Izquierda)

Tabla No. 7: Posiciones de las perillas de los compensadores de alerones y timón de dirección

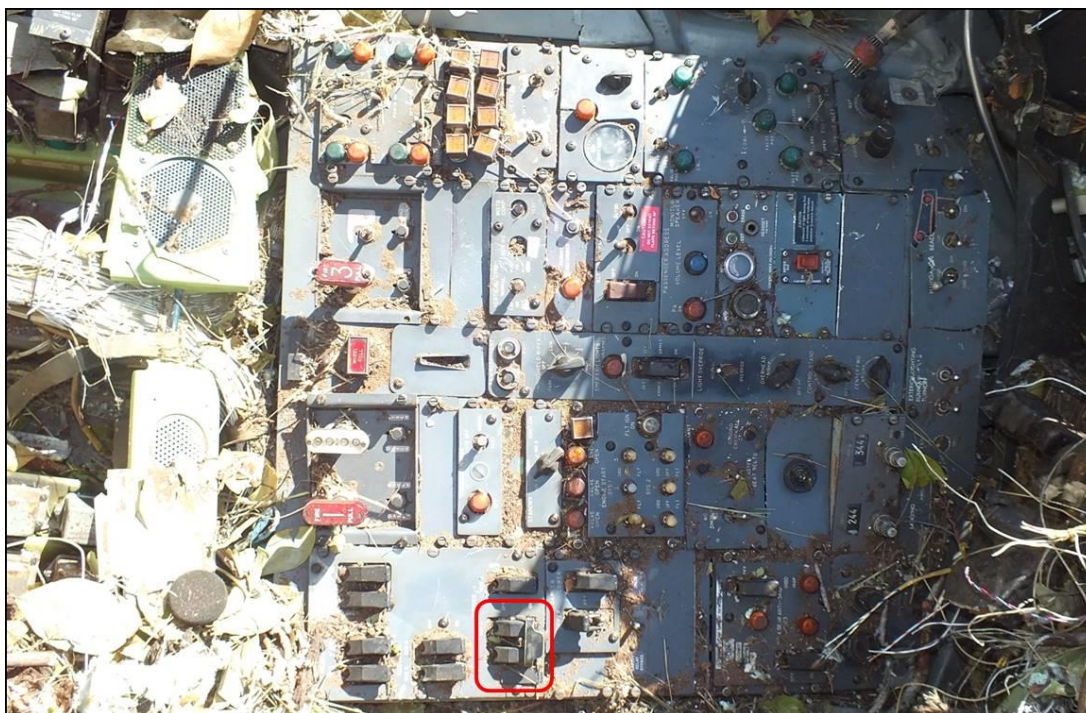
INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



Fotografía No. 9: Posiciones de las perillas compensadoras de alerones y timón de dirección

Panel superior

El interruptor de accionamiento del sistema Standby del Rudder (timón de dirección inferior), fue encontrado en posición Off (guarda cerrada).



Fotografía No. 10: Condición del interruptor del sistema Stanby del Rudder

Tren de aterrizaje derecho

El cableado eléctrico, así como las líneas de alimentación de los sistemas hidráulicos A y B se encontraron desprendidas.



Fotografía No. 11: Estructura del Tren de aterrizaje principal derecho

1.13. Información médica y patológica

En la investigación no se hallaron antecedentes de factores médico-patológicos que pudiesen haber influido sobre los tripulantes de vuelo (Piloto, Copiloto e Ingeniero de Vuelo), quienes al momento del accidente poseían su certificado médico vigente.

No se evidenció fatiga como factor fisiológico que pudiera haber afectado el desempeño de la tripulación durante el desarrollo de la operación aérea, de acuerdo con la información recopilada en los registros de asignación suministrados por la empresa.

Piloto

Los resultados de la autopsia realizada al Piloto no evidenciaron la presencia de sustancia tóxica alguna, que pudiera haber influido en su desempeño al momento del accidente; tampoco se halló información que refiera enfermedad alguna previa al vuelo realizado, ni que hubiere alguna situación personal que pudiera ser negativa para su desempeño como tripulante.

Su fallecimiento se produjo por politraumatismo asociado a mecanismos de aceleración y desaceleración post-accidente aéreo, que ocasionó la descompensación y compromiso múltiple de las funciones hemodinámicas y vitales causándole la muerte de manera instantánea.

Copiloto

En su autopsia no se detectaron sustancias psicoactivas que hubiesen influido en el desempeño para sus actividades aéreas, así como tampoco se refieren antecedentes patológicos que hayan afectado su estado psicofísico. La causa de su deceso fue politraumatismo severo, propio del impacto por accidente aéreo.

Ingeniero de Vuelo

Presentó politraumatismos severos por acción de las fuerzas involucradas por el impacto de la aeronave contra el terreno, ocasionando la descompensación y compromiso múltiple de las funciones hemodinámicas y vitales que produjeron su fallecimiento.

1.14. Incendio

En los registros fílmicos no se observó que se presentara fuego antes de la colisión inicial o en vuelo; las evidencias de campo fueron consistentes con la presencia de incendio post-impacto, generado por la significativa cantidad de combustible transportado, causando severidad de daño por fuego en componentes estructurales principales de la aeronave, así como en la vegetación circundante a la zona del accidente.

Una vez activado el protocolo en caso de emergencia, el Servicio de Extinción de Incendios (SEI) de SKPC desplazó al sitio del accidente un equipo T-1000 con cuatro (04) unidades, sumándose personal de apoyo perteneciente a los Bomberos Municipales, Defensa Civil, Cruz Roja y la Unidad de Gestión de Riesgo de Puerto Carreño. El incendio fue controlado mediante la aplicación de agua en los componentes cercanos a la cabina de vuelo, lugar donde se concentraron las labores de búsqueda y rescate de la tripulación, siendo extinguido a las 19:15HL (24:15UTC) aproximadamente.

1.15. Aspectos de supervivencia

A pesar de la dinámica de impacto que ocasionó la destrucción de la aeronave, el accidente permitió la supervivencia inicial, con lesiones graves, a dos (02) de sus seis (06) ocupantes; sin embargo, uno de ellos falleció mientras era atendido en el hospital de Puerto Carreño.

El fuego post-impacto no afectó a la cabina de vuelo, en donde se encontraban los tripulantes, quienes estaban sujetos a los sistemas de restricción (cinturones de seguridad); no obstante, sufrieron heridas fatales como consecuencia a las fuerzas de desaceleración que experimentaron durante el impacto.

El Técnico de Vuelo sobrevivió debido, en gran medida, a que el “espacio vital” que lo rodeaba, lo protegió de sufrir lesiones mortales; él logró salir de los restos de la aeronave con heridas graves, fue rescatado y llevado al hospital de Puerto Carreño para ser estabilizado hemodinámicamente. Posteriormente fue trasladado por vía aérea a un centro médico de mayor nivel con el fin de atender las lesiones presentadas.

1.16. Ensayos e investigaciones

Se contemplaron varias líneas de investigación con el fin de identificar los posibles factores que influyeron en el comportamiento de la aeronave durante la fase de rotación y ascenso inicial. Esto se llevó a cabo mediante la elaboración de una base de cálculos y datos útiles para ser utilizados en el análisis, junto con la información del CVR y del FDR.

La información recopilada fue verificada, relacionada y analizada conjuntamente con los hallazgos inicialmente obtenidos, y finalmente utilizada en la validación de las conclusiones y recomendaciones de seguridad. Para esta tarea, la Junta Investigadora empleó los siguientes soportes técnicos:

- a) Normatividad aeronáutica nacional e internacional.
- b) Documentación técnica y operacional aportada por la empresa explotadora.
- c) Registro gráfico, examen y diagrama de dispersión de los restos de la aeronave.
- d) Informes de los registradores de voces de cabina (CVR) y datos de vuelo (FDR) (proporcionados por la NTSB).
- e) Informe sobre el funcionamiento de las plantas motrices (proporcionado por Pratt&Whitney).
- f) Visita técnica a las instalaciones de la empresa.

1.16.1 Investigación sobre validación operacional del aeródromo

Se analizó la información normativa con el propósito de determinar si las condiciones de operación del aeródromo Germán Olano se hallaban dentro de los límites de fiabilidad requeridos para la operación de la aeronave B727-200, con énfasis en los siguientes aspectos:

A. Resistencia del pavimento

Según el AIP vigente a la fecha del accidente, la resistencia del pavimento de concreto asfáltico del aeropuerto Germán Olano corresponde a 40000 kilogramos (88184.90 libras).

Los valores normales de operación del Boeing 727-200 son significativamente superiores a los valores de resistencia publicados por el Servicio de Información Aeronáutica.

B. Dimensionamiento de pista

El aeropuerto Germán Olano tiene unas dimensiones de pista de 1800 metros de largo y 20 metros de ancho. Los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 14 Aeródromos Aeropuertos y Helipuertos, numeral 14.3.3.1.9.2, establecen que la anchura de toda pista no podrá ser menor a 45 metros para aeródromos con clave de referencia **4C**, tal como lo requiere la aeronave Boeing 727-200 (ver Apéndices E y F).

C. Superficie limitadora de obstáculos cabecera 07

El numeral 14.3.4.2.23 del RAC 14 define a través de la tabla 4-2, las dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos para pistas que han de ser utilizadas para despegues en los aeródromos del territorio colombiano, (ver Apéndice G).

En el plano realizado en esta fase investigativa se pudo constatar que todos los elementos contra los cuales colisionó la aeronave HK-4544 (cerca perimetral, garita y árbol), interceptan la línea pendiente limitadora de obstáculos de 2° (ver Apéndice H).

1.16.2 Investigación sobre validación de despacho del vuelo KRE157

Teniendo en cuenta la información contenida en los manuales de Despacho y General de Operaciones del explotador, el Manual de Vuelo de la aeronave y su documento suplemento correspondiente a la modificación Droop System, CVR y FDR, se encontraron los siguientes hallazgos:

A. Plan de vuelo

En el plan de vuelo diligenciado por el despacho del explotador y suministrado a la Autoridad AIG por personal ATS de SKPC, se evidenció que fueron relacionadas cinco (5) personas a bordo; sin embargo, en el sitio del accidente, fueron encontrados seis (06) ocupantes: cinco (05) tripulantes y un (01) maestro de carga, (ver Apéndice I).

Se evidenció en el proceso investigativo que la oficina AIS/ARO donde se presentó y autorizó el Plan de Vuelo para el trayecto SKBO-SKPC no contaba con información actualizada referente al PCN (Pavement Classification Number/Número de Clasificación del Pavimento de la pista del aeropuerto German Olano).

B. Peso y balance

El manifiesto de peso y balance para el vuelo KRE157 no fue hallado entre los restos de la aeronave, ni fue enviada una copia del mismo a la base principal de la empresa, tal como se especifica en el Manual de Despacho del explotador.

En vista de la carencia de este documento, y tal como se explica en el numeral 1.6.1 *Peso y Balance* y en la *Tabla No.3* del presente informe, durante la investigación se diligenció un manifiesto de peso y balance teniendo en cuenta los datos aproximados de carga y combustible transportados (ver Apéndice A), con el fin de disponer de datos aproximados de la aeronave durante el despegue. Este cálculo arrojó un peso aproximado de despegue de 163583 libras, para un peso máximo permitido de 164700 libras.

No obstante, la Junta Investigadora tomó como peso más probable de despegue, un peso de **166000 libras**, con base en las velocidades de despegue (V1/VR y V2) enunciadas,

seleccionadas y aplicadas por la tripulación; es decir, estas velocidades corresponden a un peso de 166000 libras.

Siendo así, el avión habría despegado con un probable sobrepeso de 1300 libras.

C. Selección de las velocidades de despegue

Se evidenció en las conversaciones del CVR, lo cual fue confirmado en los datos del FDR, que la tripulación seleccionó las siguientes velocidades para el despegue:

- V1/VR: 127 nudos V2: 141 nudos

Efectuando una revisión de la información disponible en la cabina de vuelo, se corroboró que estas velocidades correspondían a las especificadas en el *Takeoff/Landing Cards* (hallado entre los restos de la aeronave), y coincidían para un peso de despegue de 166000 libras y una configuración de flaps de 25°, correspondiente a la aeronave sin la modificación Droop System (ver Apéndice J).

D. Manual de análisis de aeropuertos

Con el fin de calcular las limitaciones para el despegue, el explotador disponía del análisis de pista para SKPC con una configuración de flaps de 30°*; pero este documento no estaba aprobado por la Autoridad Aeronáutica Colombiana (ver Apéndice K).

E. Limitaciones de pista

Con el propósito de obtener el valor del peso máximo permisible para la operación del equipo B727-200 en SKPC, se realizaron los cálculos de rendimiento de despegue basado en el FCOM y AFM Supplement de la aeronave equipada con motor P&W JT8D-15, ingresando los datos relativos al aeródromo, condiciones meteorológicas estimadas, configuración de flaps empleada y ajuste de potencia de los motores:

- Longitud de pista: 5900 pies
- Pendiente de pista: -0.15%
- Viento: 4 nudos (componente de cola)
- Flap's: 25°
- EPR : 2.12
- Altitud de presión: 500 ft
- Temperatura: 31°C

Los resultados inicialmente obtenidos fueron de 157000 lb (field length limit) y 183000 lb (climb limit), (ver Apéndice L). Estos valores fueron corregidos empleando las gráficas incluidas en el AFM Supplement para una configuración de Flaps de 30°*, selección utilizada al momento del despegue (ver Apéndice M) y se resumen en la siguiente tabla:

Performance calculado HK4544	
Flap 30°* - Takeoff field length correction	5480 ft
Flap 30°* - Takeoff field length limit weight correction	164000 lb
Flap 30°* - Climb limit Weight correction	181800 lb
V1-Vr Takeoff flap 30°* correction	122 nudos
V2 Takeoff card flap 30°* correction	135 nudos

Tabla No. 8: Resumen valores de rendimiento calculado para la aeronave HK4544

1.16.3 Influencia de la componente del viento de cola en la carrera de despegue

Con la información contenida en el METAR, se estimó durante la investigación, que la tripulación despegó desde la cabecera 25 de SKPC con una componente de viento de cola de 4 nudos de intensidad; razón por lo cual se hizo necesario determinar la influencia de esta condición en el incremento de la carrera de despegue, así como en la distancia de aceleración-parada.

Mediante cálculos obtenidos del AFM, se determinó que la longitud de la carrera de despegue se incrementó aproximadamente en **146 metros (479 pies)**, de acuerdo a los cálculos que se detallan en el Apéndice N.

1.16.4 Influencia de la velocidad de rotación (Vr) en el incremento de la carrera de despegue

Tomando como referencia el punto de colisión inicial (garita), la velocidad de impacto (141 nudos), y la aceleración promedio entre los puntos seleccionados, se realizaron los cálculos para determinar la distancia y la posición que tenía la aeronave en la pista durante la maniobra de rotación, teniendo en cuenta una diferencia de 5 nudos en la Vr, debido a las siguientes consideraciones:

- Posición de la aeronave en la pista durante la carrera de despegue, cuando tenía una velocidad de rotación de 127 nudos, velocidad que había sido seleccionada y empleada por la tripulación, para un peso de 166000 libras y flaps 25°, evidenciada según las *Takeoff/Landing Cards*.
- Posición de la aeronave en la pista durante la carrera de despegue, cuando tenía una velocidad de rotación de 122 nudos, velocidad corregida según AFM Supplement para la aeronave B727-200 modificada con Droop System, con una configuración de Flaps 30°*; esta información debía estar disponible para la tripulación durante la planificación del vuelo.

La distancia adicional recorrida en la pista como resultado del incremento de 5 nudos en la velocidad de rotación, fue de **103 metros (338 pies)**, tal como se demuestra en los cálculos relacionados en el Apéndice O.



Gráfica No. 5: Ubicación de la aeronave en la pista de SKPC a 127 nudos (A) y 122 nudos (B)

1.16.5 Influencia de la técnica de rotación en la carrera de despegue

Con base en material gráfico del momento de la colisión, corroborado con la información contenida en el FDR, se investigó la influencia de la técnica de rotación aplicada por la tripulación al momento del despegue.

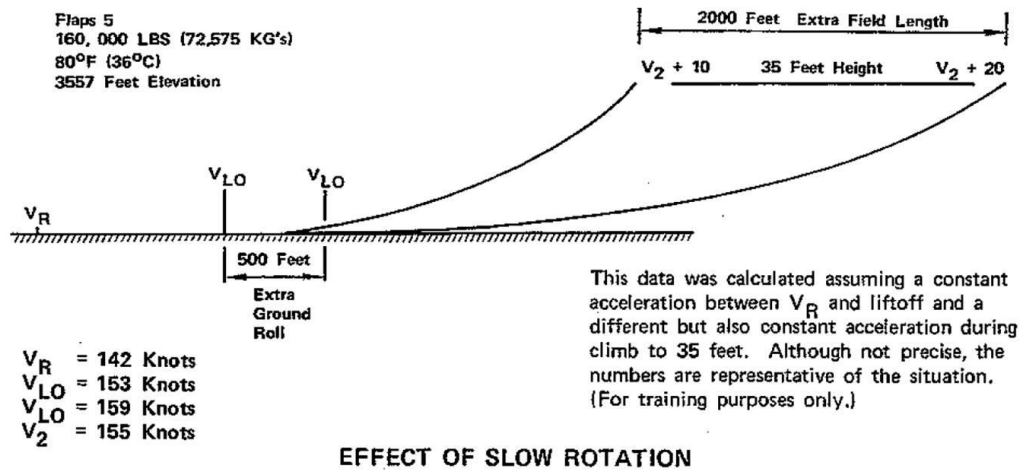
En este sentido, el Manual de Entrenamiento de Tripulaciones (Flight Crew Training Manual, FCTM) de Boeing, brinda la siguiente información:

- El régimen de rotación debe ser de 2° a 3° /segundo, con el fin de alcanzar correctamente la velocidad de despegue (V_{LO}) y V_2+10 a 35 pies sobre el terreno.
- Si la maniobra de rotación es lenta (Menor de los 2° a 3° por segundo, recomendados), la carrera de despegue de la aeronave será más extensa.

En la gráfica del FDR se pudo confirmar que la aeronave HK-4544 alcanzó un ángulo de inclinación (Pitch) de 7° después de 7 segundos del copiloto anunciar V_R , lo cual representa un régimen de rotación aproximado de 1° /segundo. Durante la investigación se estimó un aumento en la carrera de despegue a causa del bajo régimen de rotación durante el despegue tomando en consideración los siguientes cálculos:

- | | |
|--|-----------------------|
| ○ Distancia recorrida durante una rotación normal | 128 m (419 ft) |
| ○ Distancia recorrida por la aeronave HK4544 | 262 m (859 ft) |
| ○ Aumento en la carrera de despegue por rotación lenta | 134 m (439 ft) |

En la siguiente gráfica se explican los efectos adversos de una rotación lenta en la carrera de despegue de la aeronave:



Gráfica No. 6: Ejemplo de los efectos de una rotación lenta durante el despegue

1.16.6 Funcionamiento de las plantas motrices

Basada en la información contenida y descargada del Registrador de Datos de Vuelo, la casa fabricante los motores JT8D-15 (Pratt&Whitney) realizó un estudio de las condiciones de funcionamiento de estos componentes durante la fase de carrera de despegue, la colisión contra los obstáculos y el periodo de vuelo anterior al impacto contra el terreno. El único parámetro del motor disponible para el análisis fue la relación de presión del motor EPR.

Entre los hallazgos más importantes citados en el informe se pueden citar:

- A. Antes del impacto contra la cerca perimetral:** El motor No.2 experimentó una caída del EPR justo antes del impacto con la cerca de aproximadamente de 800 libras, y no fue posible determinar la causa de esta condición de funcionamiento del motor.
- B. Después del impacto con la cerca perimetral:** El motor No.3 presentó pérdida significativa de potencia, como consecuencia de la ingestión de objetos extraños debido al impacto, la cual no se recuperó durante el resto del vuelo. El motor No.2 experimentó una caída en el EPR no significativa y luego se recuperó para un EPR máximo de despegue durante aproximadamente 30 segundos; posteriormente se presentaron varios cambios durante el resto del vuelo en la indicación de EPR, posiblemente debido a la manipulación de la tripulación. En el Apéndice P se muestran las gráficas correspondientes al análisis efectuado por la empresa Pratt&Whitney.

1.17. Información sobre organización y gestión

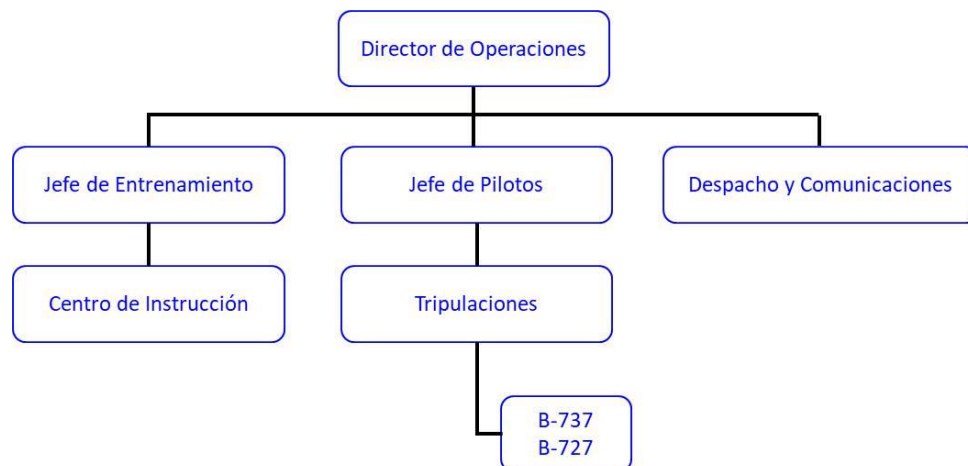
AEROSUCRE S.A. es una empresa colombiana que presta servicios de Transporte Aéreo Comercial de Carga, actividad aprobada por la Autoridad Aeronáutica Colombiana mediante Certificado No. UAEAC-CDO-009; tiene su sede administrativa y operativa en la ciudad de Bogotá D.C. y cuenta con representación en los principales aeropuertos nacionales y extranjeros en los cuales realiza su operación.

Cuenta con una flota de dos (02) aeronaves Boeing 727-200 y una (01) aeronave Boeing 737-200, con los cuales soporta la operación nacional e internacional. El mantenimiento propio de sus aeronaves es realizado en sus instalaciones del aeropuerto Eldorado.

Dispone de los siguientes documentos para la asistencia técnica, el control operacional y el desarrollo de las operaciones de vuelo: manual general de operaciones (MGO), procedimientos estándar de operación (SOP), manual del sistema de gestión de seguridad operacional (SMS), manual de prevención de accidentes, manual general de mantenimiento (MGM), manual de entrenamiento, manual de despacho, manuales del fabricante (AFM, AOM, FCTM), así como otras normas establecidas por la Autoridad Aeronáutica.

Se examinaron las distintas áreas funcionales que soportan la calidad de operaciones aéreas al interior de la empresa; sin embargo, por las características del accidente, se focalizó la investigación en la Dirección de Operaciones y Dirección de Seguridad Operacional del explotador, así como en la Autoridad Aeronáutica.

1.17.1 Dirección de operaciones



Gráfica No. 7: Organigrama Dirección de Operaciones

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

A. Documentación técnica sobre el aeródromo Germán Olano

Se evidenciaron incongruencias en la documentación aportada a la Autoridad Aeronáutica durante la fase inicial de la investigación, referente a:

- a) Falta de soporte técnico para el análisis de ruta y mínimos de combustible en el trayecto SKBO-SKPC.
- b) En el manual de análisis de pista que reposaba en la empresa se encontró insertada la página 24.30.25-1A (revisión 3 junio/2014), correspondiente a la operación del equipo B727-200 con flaps 25° en el aeropuerto Germán Olano; sin embargo, dicha hoja no estaba incluida en el listado de páginas efectivas del manual disponible en la biblioteca técnica de la UAEAC.
- c) El análisis de pista presentado para el aeropuerto Germán Olano con flaps 30°* Droop System no se encontró incluido en el respectivo manual aprobado para el equipo B727-200, disponible tanto en la empresa como en la biblioteca técnica de la UAEAC.

B. Autorización de Operación

Con relación a la autorización de operación otorgada por la Autoridad Aeronáutica, el numeral 4.15.2.17.3. del RAC 4 Normas de Aeronavegabilidad y Operación de Aeronaves establece que: *“Para que una empresa aérea de transporte regular o no regular pueda efectuar una operación, esta debe estar contenida dentro de las especificaciones de operación de la misma y no podrá efectuar ningún tipo de operación que no esté contenida dentro de sus especificaciones de operación.”*

De acuerdo a las especificaciones de operación aportadas a la investigación por el explotador, se evidenció que el equipo Boeing B727-200 no se encontraba en el listado de aeronaves autorizadas para operar en el aeropuerto Germán Olano (ver Apéndice Q); configurándose el incumplimiento a lo enunciado en el párrafo anterior.

Por medio del software “Registro de Torres de Control” de la Autoridad Aeronáutica, se revisaron las operaciones aéreas realizadas por el explotador con el equipo B727-200 hacia el aeropuerto Germán Olano, encontrándose que el primer registro histórico corresponde al día 18 de diciembre de 2009, tal como se muestra a continuación:

Fecha	Hora	Matrícula	Equipo	Clase	# Vuelo	Ori/ Des	Pista	H Plan Vuelo	H 1er Contac	H Asig Rodaje	H Real Rodaje	Nivel
18/12/09	21:11	HK4544	B722	N	KRE-1	SKBO	07					
	22:45	HK4544	B722	N	KRE-1	SKBO	25	22:45	22:45	22:45	22:45	4500
Total por Fecha 2												

Gráfica No. 8: Registro de inicio de operaciones del B727-200 de AEROSUCRE S.A. en SKPC

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

1.17.2 Dirección de seguridad operacional

Se evidenció que, al momento de presentarse el accidente, la empresa estaba siendo auditada, como procedimiento final para la aprobación del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS).

En la información solicitada y aportada a la investigación no se encontraron reportes de identificación de peligros y/o gestión de riesgos referentes a la operación de la aeronave B727-200 HK-4544 en el aeropuerto Germán Olano.

1.17.3 Autoridad Aeronáutica Colombiana

La operación del equipo B727-200 por parte del Operador en el aeródromo Germán Olano, desde el año 2009, no fue vigilada, ni supervisada por la Autoridad Aeronáutica.

La Autoridad Aeronáutica no verificó las condiciones operacionales del aeropuerto Germán Olano, respecto al desarrollo de la operación del equipo B727-200, tal como lo establece el RAC 14.2.6.5: *“La UAEAC podrá realizar inspecciones a los aeródromos, aeropuertos y helipuertos para verificar las condiciones operacionales y hacer las recomendaciones que considere pertinentes para evitar o prevenir accidentes”*.

No se efectuó supervisión a los cambios operacionales surgidos ante la modificación en el sistema de flaps de la aeronave (Droop System); la tripulación empleaba en la cabina de vuelo información relativa a la aeronave sin modificar para la selección de velocidades de despegue y aterrizaje (Takeoff/Landing Cards).

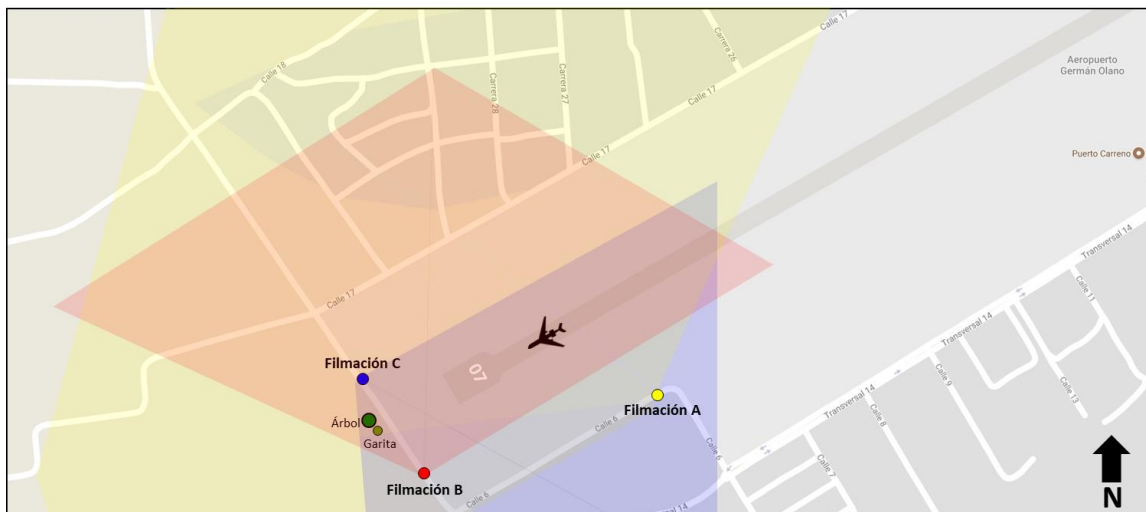
1.18 Información adicional

1.18.1 Registros Fílmicos

Durante la investigación se observaron una serie de registros fílmicos realizados por habitantes de la región y reproducidos en medios de comunicación (Televisión e internet), en los cuales es posible identificar aspectos relevantes del accidente, como son la fase de despegue y ascenso inicial de la aeronave, la colisión inicial contra los obstáculos ubicados al final de la cabecera 07, partes finales del vuelo y el impacto final contra el terreno (ver Apéndice Q).

En la siguiente gráfica se detallan las posiciones aproximadas de tres ángulos diferentes desde los cuales se hicieron las grabaciones de la aeronave en su desplazamiento sobre la pista, así como la secuencia de impacto contra la malla perimetral del aeropuerto, la garita y el árbol, indicándose el campo de visión que cubre cada una de las tomas, así: en color amarillo (filmación A), en color rojo (filmación B) y en color azul (filmación C).

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



Gráfica No. 9: Localización aproximada de los registros filmicos

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Para el análisis de los hallazgos obtenidos durante el proceso investigativo fueron empleadas las técnicas recomendadas por la OACI en el Documento 9756²¹ Parte III y Parte IV, así como el modelo en factores humanos HFACS (Human Factors Analysis and Classification System).

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

²¹ **Doc 9756:** Manual de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación.

2. ANÁLISIS

2.1 Generalidades

El presente análisis tiene como objetivo fundamental aportar información de factores organizacionales, técnicos y humanos que tuvieron incidencia directa e indirecta en la ocurrencia del accidente; se tienen en cuenta las evidencias físicas y gráficas recolectadas en el lugar de los acontecimientos, la información obtenida de los registradores de voces de cabina y de datos de vuelo, la documentación personal de la tripulación, los manuales operacionales y técnicos de la empresa y aeronave, así como información solicitada por la Autoridad AIG de Colombia.

2.2 Operaciones de vuelo

2.2.1 Calificaciones de la tripulación

La tripulación contaba con sus licencias técnicas y certificados médicos vigentes, con la habilitación correspondiente en la operación del equipo B727-200, sin evidenciarse limitaciones médicas o fisiológicas relevantes que afectarían su desempeño profesional durante el desarrollo de la operación aérea.

Cada uno de los miembros de la tripulación contaba con un amplio conocimiento y experiencia en la operación del equipo B727-200; el comandante había iniciado como Copiloto de la aeronave en el año de 1997, y fue habilitado como Piloto en el año 2005, acumulando un total de 6822:17 horas hasta el momento del accidente. El Copiloto había ingresado a la empresa en el año 2008, con ese cargo, en el cual totalizó 3285:11 horas de vuelo. El Ingeniero de Vuelo había completado 1612:53 horas de vuelo al servicio de la empresa explotadora.

No se evidenciaron falencias en la preparación técnica/operacional ni el entrenamiento de la tripulación; sus actuaciones, decisiones y habilidades demostradas en el vuelo accidentado se explican más adelante en el análisis del factor humano.

2.2.2 Procedimientos operacionales

A. Procedimientos de despacho y planificación del vuelo: Son procesos dinámicos que contienen una serie de acciones estandarizadas y entrelazadas que permiten la realización de un vuelo de manera segura y eficiente.

Tomando como referencia el Manual de Despacho de la empresa y las evidencias documentales recopiladas durante la investigación, se analizaron los factores relacionados con el despacho del vuelo KRE157 que pudieron tener incidencia en el desarrollo del accidente.

- **Autoridad de despacho:** “AEROSUCRE, el Piloto al mando y el despachador son responsables de que la información reflejada en cada despacho sea veraz y los

datos contenidos en él estén dentro de los parámetros normales para realizar todo vuelo.

Además de lo anterior, para iniciar un vuelo deber ser autorizado específicamente por un despachador y debe cumplirse con lo siguiente:

- a) La aeronave cumple con las condiciones de aeronavegabilidad, con los instrumentos y equipos instalados para el tipo de operación que se va a efectuar.
- b) Se encuentra firmado por parte de mantenimiento el libro del avión.
- c) El despachador ha presentado el formato de peso y balance del avión, y el plan de vuelo debidamente diligenciados y firmados conforme corresponda.
- d) El vuelo ha sido planeado de acuerdo a las especificaciones de operación, a los reglamentos aeronáuticos y al manual de vuelo de la aeronave”²².

Se evidenció que las actuaciones del Piloto y Despachador en relación a su autoridad para la aprobación del despacho para el vuelo, no fueron conformes con la normatividad establecida por la empresa, ya que:

- Los parámetros de peso y de velocidades seleccionadas no coincidían con la configuración de tenía la aeronave al momento del despegue.
 - El vuelo KRE157 fue planeado sin consultar las especificaciones de operación de la empresa, la reglamentación aeronáutica respecto a las condiciones físicas/operacionales del aeródromo y las tablas de rendimiento contenidas en el AFM y AFM Supplement de la aeronave B727-200QW.
- **Planificación del vuelo:** “El Capitán se asegurará que el vuelo haya sido planificado correctamente y que toda la información meteorológica pertinente, del aeropuerto de origen, del aeropuerto de destino, del aeropuerto alternativo fue obtenida y analizada antes del vuelo. El Capitán tomará en consideración las condiciones meteorológicas adversas, las condiciones meteorológicas en el despegue, en ruta, aterrizaje y cualquier otra información que él considere apropiada. Después de analizar toda la información disponible, el Capitán deberá estar satisfecho que el vuelo se podrá completar de acuerdo a las normas establecidas de seguridad; y debe realizar los briefing correspondientes con toda su tripulación. Aún si la torre de control autoriza el despegue de la aeronave en condiciones adversas, la última decisión será del piloto al mando”²³.

Según la información analizada, la fase de planificación de vuelo no se cumplió en su totalidad y de la forma correcta, teniendo en cuenta que:

²² Manual General de Despacho AEROSUCRE, Capítulo IV Políticas de la Empresa, Numeral 4.2 Autoridad de Despacho, pág. 4.6.

²³ Manual General de Operación AEROSUCRE, Capítulo IV Operaciones en Tierra, numeral 4.14 Planificación de los Vuelos, página 4-13.

- El Piloto no tomó en consideración las condiciones meteorológicas prevalecientes en el aeródromo al momento del despegue.
- Se presentó una inadecuada toma de decisiones por parte del Piloto, al seleccionar la cabecera de pista 25, en detrimento del rendimiento de la aeronave durante la fase de despegue.
- **Peso y balance:** Se efectuaron estimaciones para calcular el peso probable que tenía la aeronave HK-4544 al momento del despegue mediante el diligenciamiento del manifiesto de carga, las cartas de rendimiento y el peso deducido al escuchar la conversación dada por el Piloto durante el briefing de despegue, cuando seleccionó las velocidades de despegue; valores que fueron contrastados con la información disponible en la cabina de vuelo (Takeoff/Landing Cards).

En la siguiente tabla se muestra el resumen de estos pesos:

Resumen de pesos para la aeronave HK-4544	
Peso estimado según cálculos del manifiesto de peso y balance	163583 lb
Peso máximo estimado según cálculos del manifiesto de peso y balance	164700 lb
Peso de acuerdo a performance 25° flaps - Avión original	157000 lb
Peso de acuerdo a performance 30°* flaps - Avión modificado	164000 lb
Peso deducido según las velocidades seleccionadas por el Piloto (25° flaps)	166000 lb

Tabla No. 9: Resumen de pesos calculados para la aeronave HK-4544

- La Junta Investigadora determinó que la aeronave HK-4544 tenía un peso probable de 166000 libras al momento del despegue.
- **Velocidades de despegue:** El Piloto seleccionó unas velocidades de despegue ($V_1/V_R=127$ Nudos y $V_2=141$ Nudos) correspondientes para una configuración de 25° para una aeronave sin modificación en su sistema de flaps (versión original), valores que resultan superiores a los establecidos en las gráficas de rendimiento para la aeronave con flaps 30°* (versión modificada).

El AFM Supplement establece el siguiente procedimiento para efectuar las correcciones respectivas con el propósito de hallar el rendimiento de despegue con 30°* de flaps:

“FLAPS 30* TAKEOFF PERFORMANCE

For takeoff with flaps 30, use flaps 25 performance obtained from basic Boeing manual, and apply the corrections field lengths and climb performance on page 6*

of this supplement, and then apply corrections to speeds, distances and weights using the charts on pages 6C, 6D and 6E of this manual.

Note that if the field lengths are corrected using the chart on page 6E, and takeoff weight limits are then determined from those corrected field lengths, the weight corrections from page 6F should NOT be applied to those weight limits”.

Con base en la información factual, se constató que:

- No se efectuaron las correcciones por velocidad establecidas en el documento AFM Supplement para la aeronave HK-4544 equipada con Droop System.
- **Análisis de pista:** Aunque el documento no estaba aprobado por la Autoridad Aeronáutica, la tripulación contaba con un análisis de pista del aeródromo Germán Olano para una configuración de flaps 30°* (ver Apéndice K).

Con el fin de establecer coincidencias de los parámetros de despegue según el análisis de pista, los seleccionados por la tripulación y los calculados a través de las gráficas de rendimiento, se efectuó la siguiente iteración, tomando como referencia la temperatura de 31°C disponible en el METAR:

OAT °C	MAX. T.O. EPR	SEC. SEG.	07/25	V1/VR/V2
30	2.11/2.11	180000	166500	119/133
31	2.095/2.094	177500	165600	120/134
32	2.08/2.07	175000	164700	121/135

- Los valores de EPR son INFERIORES a los seleccionados por el Piloto.
- El peso para el segundo segmento de despegue de 177500 libras se encuentra entre límites al calculado por medio de las gráficas de rendimiento en el AFM Supplement, cuyo valor es de 181800 libras.
- El peso de despegue de 165600 libras es SUPERIOR al calculado de acuerdo al AFM Supplement (164000 lb), e INFERIOR al asumido por la Junta Investigadora (166000 lb).
- Los valores para V1/VR y V2 son INFERIORES a los calculados a través de la gráfica de velocidades del AFM Supplement.
- **Listas de chequeo:** La grabación del CVR empieza cuando la tripulación ejecuta los últimos pasos de la *After Start Checklist*; seguidamente el Ingeniero de Vuelo inició la *Before Takeoff Checklist* que terminó con el briefing de despegue dado por Piloto, que de acuerdo a los SOP para B727 incluye los siguientes tópicos:
 - Trabajo en equipo
 - Comunicación entre la tripulación
 - Quien va a volar el avión

- Cambios de última hora en el plan de vuelo
- NOTAMs/POSBDs²⁴/MRD²⁵
- Pista en uso
- Peso de despegue
- Set de flaps para el despegue
- BUGs y EPR
- Cortantes de viento o pista contaminada
- Chequeo de los instrumentos del motor y advertencias
- Despegue abortado
- Procedimiento de falla de motor
- Análisis de Salida Estandarizada SID
- Análisis del terreno y de los obstáculos
- Altitud de transición

En este sentido y de acuerdo a lo escuchado en el CVR, se hallaron las siguientes deficiencias:

- A pesar de observar pájaros al final de la cabecera 07 durante el despegue, en el briefing no se hizo mención a esta posibilidad.
 - No se especificó la pista que se encontraba en uso.
 - No hay mención del peso de la aeronave en despegue.
 - Se confirmaron las velocidades seleccionadas para el despegue (V1/VR y V2).
 - No se hace mención a un análisis del terreno, ni de los obstáculos presentes al final de la cabecera 07, los cuales se citan en el documento AIP SKPC.
- **Listas de chequeo de emergencia o no normales:** *“En el evento de una situación de Emergencia o No-Normal, la tripulación deberá establecer el problema y el PF pedirá la apropiada lista de chequeo de acuerdo a la emergencia. El PF²⁶ continuará llevando los controles de la aeronave y las comunicaciones, el PS²⁷ deberá realizar las listas de chequeo con el Ingeniero de Vuelo, se harán los flujos (MEMORY ITEM) inicialmente y luego la apropiada lista será leída por el FE²⁸ para comprobar que cada uno de los ITEMS se cumplieron”²⁹.*

Después de presentarse la emergencia en vuelo por la colisión con los obstáculos se evidenció que:

²⁴ **POSBD:** Posibility of Birds (posibilidad de pájaros)

²⁵ **MRD:** Maintenance Records Daily (registros diarios de mantenimiento)

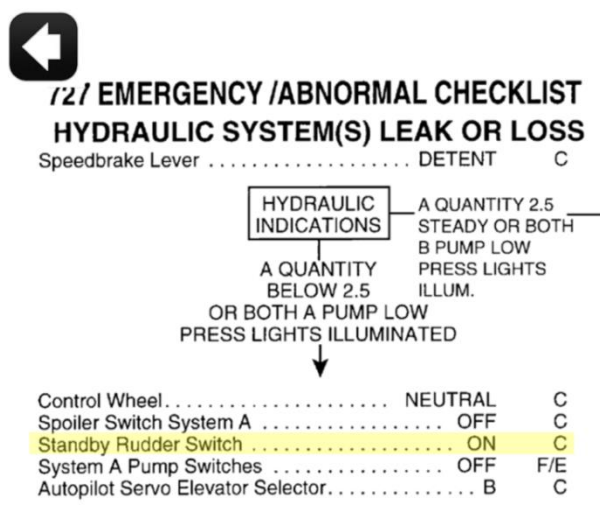
²⁶ **PF:** Pilot Flying (Piloto volando)

²⁷ **PS:** Pilot Support (Piloto de apoyo)

²⁸ **FE:** Flight Engineer (Ingeniero de vuelo)

²⁹ SOP B727-100/200, Capítulo I Procedimientos Estandarizados de Operación, numeral 1.3 Listas de Chequeo de Emergencia o No-Normales

- A pesar de identificar los problemas presentados, la tripulación no alcanzó a ejecutar las respectivas listas de chequeo de emergencia o funcionamiento anormal por pérdida de empuje en un motor y de potencia hidráulica en el sistema A.
- Se observó entre los restos de la aeronave que no se activaron los interruptores correspondientes al control hidráulico, ubicados en la consola superior de la cabina (ver Fotografía No.10). Esta condición permitió deducir que el sistema de emergencia Standby no fue habilitado por la tripulación (no hay mención de ello en el CVR), omitiendo un paso fundamental en la lista de chequeo de emergencia por falla de potencia hidráulica, tal como de detalla a continuación:



Gráfica No. 10: Pasos iniciales en la lista de chequeo de emergencia por falla hidráulica

2.2.3 Condiciones meteorológicas

Tomando como referencia el METAR para las 17:00 HL (22:00 UTC), se determinó que la aeronave HK-4544 despegó con una componente de viento de cola calculada en 4 Nudos, condición que incidió negativamente en el rendimiento del despegue.

De igual forma, se evidenció que la tripulación realizó el proceso de toma de decisión para la utilización de la cabecera 25 durante la fase de rodaje, acción desprovista de rigor técnico por cuanto no estuvo basada en la información meteorológica oficial sino, por el contrario, en una ponderación estimada de si el viento se encontraba “suave”, según se lee en la transcripción del CVR (ver Apéndice B, time: 4985.8, 5003.0, 5004.5).

Es probable que durante el rodaje, los tripulantes hayan observado la actitud en que se encontraba la manga de viento³⁰ ubicada a un costado de la pista y sin embargo,

³⁰ **Manga de viento:** Dispositivo flexible de forma cónica truncada, montado sobre un mástil, empleado para indicar visualmente la dirección e intensidad del viento.

tomaron la decisión de despegar desde la cabecera 25, siendo conscientes de la presencia de viento de cola.

A pesar que el aeropuerto Germán Olano se encontraba en condición de “No Controlado” desde las 15:00 HL (20:00 UTC) y por consiguiente no se contaba con asistencia de la Torre de Control al momento del despegue, no hay evidencia en los documentos aportados a la investigación, que durante la planificación del vuelo la tripulación haya solicitado el reporte meteorológico correspondiente, directamente a la oficina del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), entidad que origina dicho reporte, la cual se encontraba disponible.

La selección de pista es una de las conclusiones a las cuales se debe llegar como resultado de los procedimientos de planificación del vuelo y de despacho, los cuales se reflejan en el formato de Liberación de Vuelo (documento firmado por el Capitán y el Despachador). Las buenas prácticas de operación recomiendan que los ítems relacionados con la planificación de vuelo y despacho sean confirmados o modificados durante el briefing de despegue (cuando la aeronave se encuentra aún en plataforma); solo para condiciones marginales, variables o decisiones del Control de Tránsito Aéreo, se podría realizar algún cambio o modificación durante la fase de rodaje, situación que no ocurrió durante este vuelo.

Es así como este análisis permite inferir que las condiciones meteorológicas tuvieron una relación directa en el desarrollo de los hechos que llevaron a la aeronave HK-4544 a colisionar contra obstáculos durante la fase de ascenso inicial.

2.2.4 Aeródromo

Según se explicó en el numeral 1.16.2, Investigación sobre validación operacional del aeródromo, las características físicas de la pista en lo referente a resistencia del pavimento y dimensiones de pista, no permitían la operación del equipo B727-200 en el aeródromo Germán Olano del municipio de Puerto Carreño.

De otra parte, las Especificaciones de Operación del explotador no autorizaban la operación del equipo B727-200 en dicho aeródromo.

Si bien, en el AIP SKPC se hace mención a la presencia de árboles al final de la cabecera 07, se evidenció en la investigación que este documento carecía del respectivo plano de obstáculos de aeródromo, gráfico en el cual se deben detallar las superficies limitadoras de obstáculos para cada una de las cabeceras de la pista.

2.3 Aeronave

El siguiente análisis corresponde a las condiciones operativas y técnicas relacionadas con el desempeño de la aeronave HK-4544 durante la ejecución del vuelo KRE157.

2.3.1 Mantenimiento de la aeronave

En la verificación de los registros de mantenimiento y de aeronavegabilidad suministrados por el explotador durante proceso investigativo, se pudo establecer que la aeronave HK-4544 contaba con un programa de mantenimiento acorde los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

El Manual de Procedimientos para el Motor JT8D anexo al MGM, numeral I “Introducción”, describe que el explotador monitorea mediante la modalidad de ON-CONDITION los motores instalados en sus aeronaves. Por lo anterior, se evidenció que para la elaboración del programa de mantenimiento no fue tenido en cuenta el manual JT8D-STD SERIES ENGINE MAINTENANCE PLANNING GUIDE PN 820671, razón por la cual no se hallaron registros de inspecciones boroscópicas, de acuerdo a dicha referencia.

Sin embargo, al efectuar una revisión de los manuales que hacen referencia al mantenimiento de los motores, tales como *Manual General de Mantenimiento*, *Manual de Procedimientos para Motor JT8D* (anexo al MGM) y *BOEING 727 Programa de Mantenimiento*, no se hallaron especificadas las inspecciones boroscópicas descritas en el manual de *PRATT & WITTNEY “JT8D-STD Series Engine Maintenance Planning Guide PN 820671”*, que establece las diferentes inspecciones boroscópicas a cumplir y sus frecuencias de ejecución. Asimismo, el MPD numeral 7-72-01 JT8D Engine (P&W Furnished), describe los procesos de control de mantenimiento aplicables a los motores.

No obstante, en el informe post-accidente presentado por Pratt & Whitney (ver Apéndice P) no se evidenciaron fallas previas o malfuncionamiento de los motores que hubieran podido afectar el rendimiento de la aeronave durante la carrera de despegue.

No se hallaron deficiencias en los demás sistemas funcionales de la aeronave durante las fases de rodaje y despegue; los registros y verificaciones a las tareas de mantenimiento efectuadas a la célula, equipamiento, componentes y motores de la aeronave HK-4544 no muestran discrepancias. Por estas razones, la Junta Investigadora determinó que el mantenimiento no es factor que haya contribuido en la ocurrencia del accidente.

2.3.2 Rendimiento de la aeronave

De acuerdo con los cálculos de rendimiento de la aeronave realizados durante la investigación, tomando como referencia el AFM y AFM Supplement (ver Apéndice L y tabla No.8), se concluye que:

- La longitud de pista corregida permitiría un despegue seguro según la configuración de flaps empleada (30°*).
- El peso corregido de la aeronave HK-4544 se encontraba entre los límites establecidos según el peso y balance estimado inicialmente (ver Apéndice A).

- Las velocidades de despegue corregidas eran inferiores a las seleccionadas por la tripulación, lo cual contribuyó en el alargamiento de la carrera de despegue.

2.3.3 Daños en los sistemas funcionales de la aeronave

Se investigaron los efectos de los daños causados por la colisión en los sistemas funcionales de la aeronave y en la continuidad del vuelo:

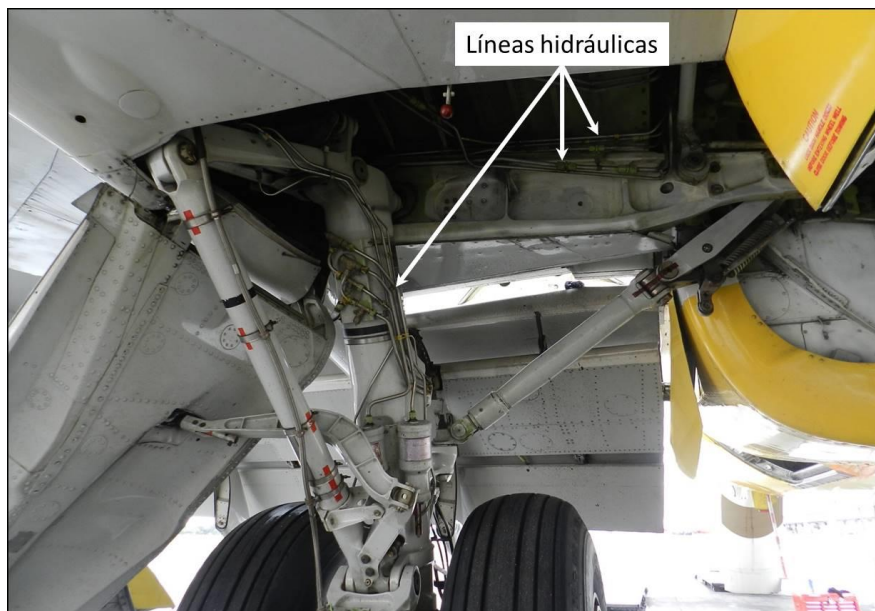
A. Trailing Inboard Flap derecho

La pérdida de dicho componente no produjo daños en líneas de alimentación hidráulica, pero seguramente tuvo influencia negativa en la simetría de las fuerzas de sustentación.

B. Tren de aterrizaje y sistemas hidráulicos

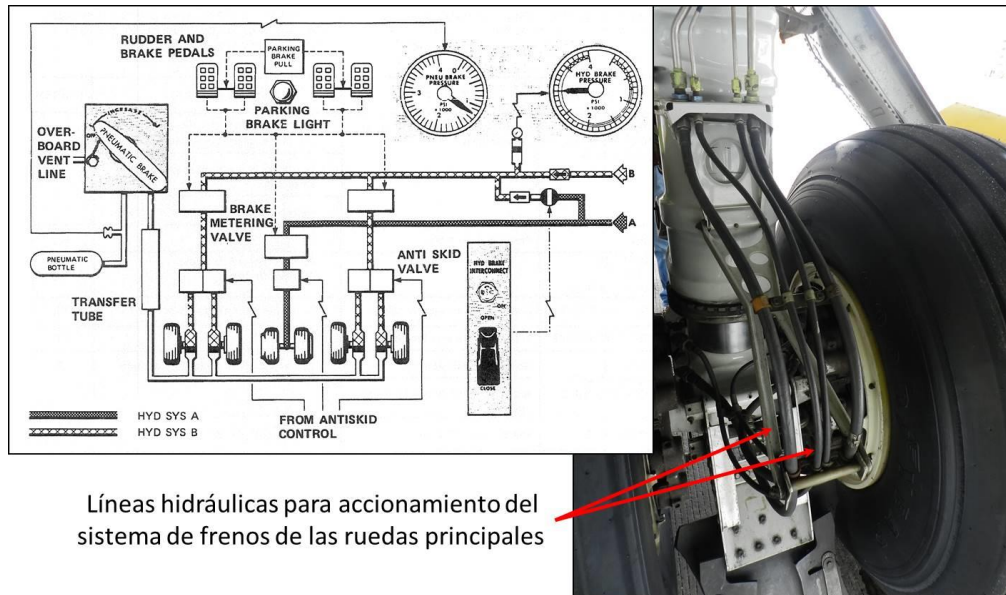
El desprendimiento del tren de aterrizaje principal derecho y su compuerta produjo el rompimiento de las líneas hidráulicas que se encuentran a su alrededor y que permiten el movimiento de extensión y retracción de los trenes de aterrizaje y de los flaps, generando fuga de fluido hidráulico y despresurización total del sistema “A”, tal como lo manifestó el Ingeniero de Vuelo durante la emergencia (ver Apéndice C).

Esta afectación impidió el funcionamiento normal de los componentes asociados al sistema hidráulico “A” (ver Gráfica No.1), perdiéndose gradualmente la capacidad de accionar los trenes de aterrizaje, los alerones, los elevadores, los dispositivos hipersustentadores de borde de ataque (Slats) y borde de fuga (Flaps), los spoilers y la sección inferior del timón de dirección, generándose, además, una significativa resistencia aerodinámica.



Fotografía No. 12: Líneas hidráulicas del tren de aterrizaje principal derecho

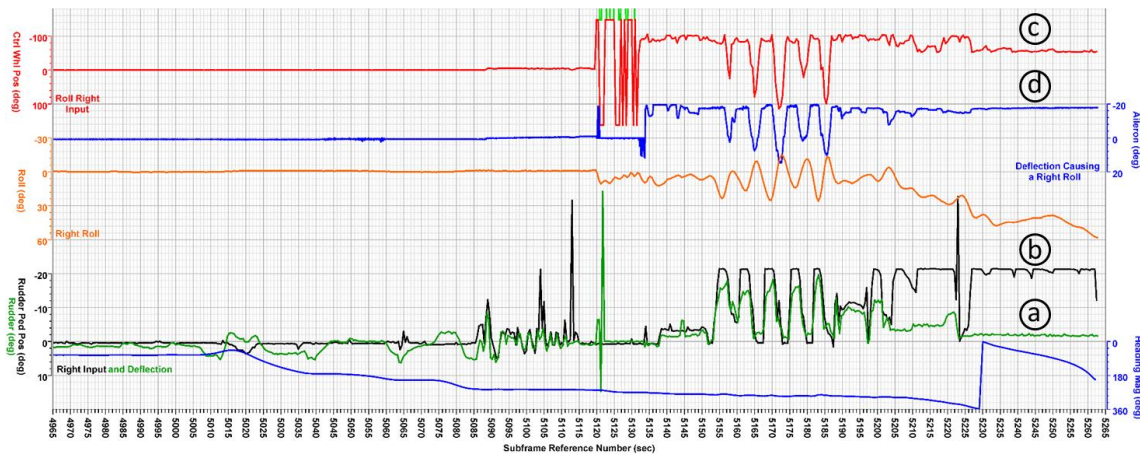
Aunque no se escucha en la grabación del CVR, que miembro alguno de la tripulación lo manifieste, es probable que el sistema hidráulico “B” haya sido igualmente afectado por la colisión, ya que las líneas hidráulicas que accionan el sistema de frenos de las ruedas, circulan por los trenes principales, y la acción de frenado es realizada normalmente por el sistema “B”, o alternativamente a través del sistema “A”.



Gráfica No. 11: Diagrama de accionamiento del sistema de frenos

En la gráfica del FDR se puede detallar el detrimento gradual de los sistemas hidráulicos principales, con la consecuente pérdida de control que ello produjo a pesar de las acciones realizadas por la tripulación para estabilizar la aeronave:

- Los movimientos de deflexión del timón de dirección en un principio responden a las acciones del Piloto, pero se van reduciendo a medida que se vacían los depósitos de fluido hidráulico, hasta quedar en una posición neutra que no permitió contrarrestar las asimetrías de potencia y de sustentación que afectaban a la aeronave.
- Los movimientos de los pedales son fuertes y en sentido contrario al efecto de vuelo presentado, el pedal izquierdo fue aplicado hasta su máximo recorrido. La tripulación intentó infructuosamente contrarrestar la fuerte inclinación hacia la derecha que presentaba la aeronave.
- El movimiento de inclinación de la columna de control se encontraba hacia la izquierda, acción de la tripulación para nivelar a la aeronave.
- A pesar que el alerón estaba deflectado para generar una inclinación hacia la izquierda, el efecto de las asimetrías fue mayor; produciendo finalmente que la aeronave siguiera inclinándose hacia la derecha.



Gráfica No. 12: Efecto de los daños en el control de la aeronave - FDR

De acuerdo a las mediciones efectuadas, la pérdida total de fluido hidráulico de los sistemas A/B después de la colisión, se produjo en un tiempo aproximado de 103 segundos a una rata promedio de 4.01 gal US/min.

Según las evidencias halladas entre los restos de la aeronave, las conversaciones del CVR y la inoperancia gradual del timón de dirección, se concluyó que la tripulación cometió una omisión al no intentar activar el sistema hidráulico Standby, acción que quizá hubiera permitido presión hidráulica de emergencia, para retomar el control de la aeronave.

A. Plantas motrices

Las tres plantas motrices presentaron un comportamiento normal durante las fases de rodaje y la carrera de despegue; sin embargo, justamente antes del impacto contra la cerca perimetral, el instrumento EPR del motor No. 2 registró una leve caída de potencia, calculada en 800 libras aproximadamente, que de acuerdo al análisis efectuado de los datos del FDR no afectó el rendimiento aerodinámico de la aeronave; no se observaron cambios adversos en las lecturas de inclinación (Pitch), alabeo (Roll), rumbo (Heading) o una reducción de la velocidad aérea indicada (IAS), que en este punto era alrededor de 134 nudos.

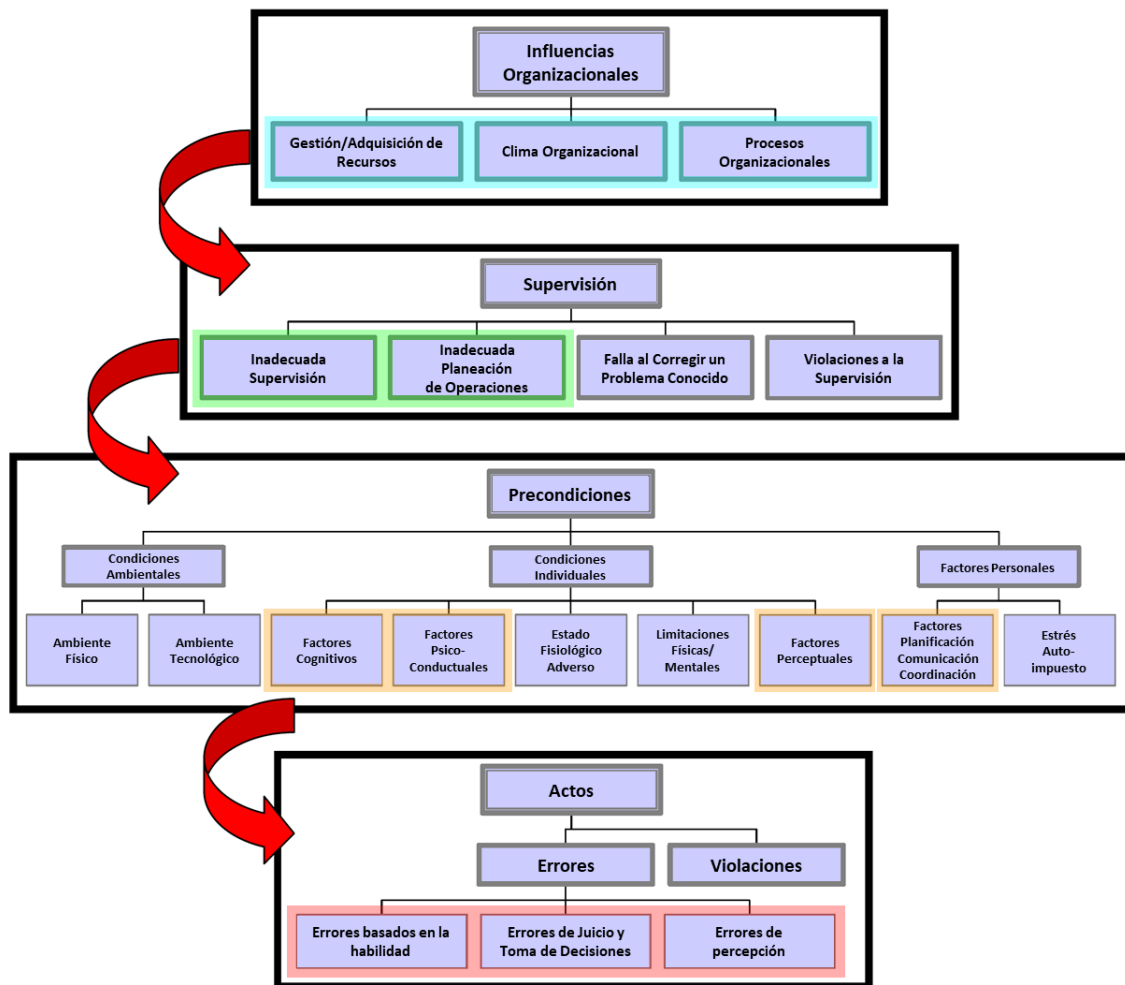
Tras la colisión de la aeronave HK-4544 contra el árbol y la garita, el motor No. 3 experimentó una pérdida de potencia que no pudo ser recuperada durante el resto del vuelo, condición que fue verificada en los datos del FDR (ver Apéndices D y E). Esta reducción de empuje producida probablemente por la ingestión de residuos, causó daños internos en el motor No. 3 y generó una condición de asimetría motriz, dada la ubicación del motor al costado derecho de la aeronave.

La información del EPR de los motores No. 1 y No. 2, mostró cambios variables de potencia durante el vuelo hasta que se presentó el accidente, debidos muy probablemente a la manipulación de los controles del motor por parte de la tripulación.

2.4 Factores humanos

El modelo HFACS empleado durante la investigación, presenta un enfoque sistemático y multidimensional para el análisis de los factores humanos involucrados en cada una de las condiciones latentes y activas identificadas, así como su injerencia en el desarrollo del accidente.

Este método fue empleado por cada uno de los grupos de investigación que conformaron la Junta Investigadora del accidente, con el fin de registrar los aspectos del desempeño humano asociado con el manejo del equipo/recursos, así como del entorno operacional en el cual se ejecutó la operación aérea.



Gráfica No.13: Modelo HFACS

2.4.1 Influencias organizacionales

Decisiones tomadas a nivel gerencial que constituyen condiciones latentes y afectan el funcionamiento normal de la organización.

A. Gestión de Recursos: Constituye un factor relevante en la investigación cuando se evidencian deficiencias o fallas en los procesos o políticas en materia de gestión de recursos (humanos, técnicos o económicos).

- **Recursos del aeródromo:** Se determinaron fallas gerenciales por parte del explotador (Dirección de Operaciones) al planificar operaciones aéreas hacia un aeródromo que no cumplía las condiciones técnicas y operacionales mínimas exigidas por la Autoridad Aeronáutica para el empleo del equipo B727-200, y que por lo tanto no estaba autorizado en las Especificaciones de Operación de la empresa.
- **Recursos informativos:** Se evidenció incumplimiento a lo estipulado por el Manual de Despacho de la empresa en el Capítulo 3 Funciones, reglas y autorización, numeral 3.8 Funciones del Despachador, párrafo “10) *Evaluar las condiciones meteorológicas del momento y las pronosticadas para determinar su efecto sobre el área en que se realizará el vuelo o los vuelos de la empresa*”, al no gestionarse adecuadamente el acceso a la información disponible respecto al METAR, requerido para la correcta planificación del vuelo KRE157.

Se hallaron deficiencias en los recursos informativos con los que contaba la oficina AIS/ARO de SKBO, ya que carecían de datos actualizados del PCN de la pista del aeropuerto German Olano; por lo cual se autorizó el Plan de Vuelo presentado para la ruta SKBO-SKPC sin efectuar una verificación de la resistencia del pavimento respecto a la operación del equipo B-727-200.

B. Clima organizacional: Son factores al interior de las organizaciones que influyen en acciones individuales y dan como resultado situaciones inseguras o potencialmente peligrosas.

- **Cultura organizacional:** La Junta Investigadora evidenció a través de la documentación relacionada con inspecciones post-accidente efectuadas a la empresa por parte de la Autoridad Aeronáutica, la existencia de una cultura organizacional laxa que permitió la operación de la aeronave B727-200 hacia el aeródromo Germán Olano, sin cumplir los requisitos técnicos y operacionales exigidos para ello.

C. Procesos organizacionales: Se presenta cuando los procesos organizacionales influyen negativamente en el rendimiento de los miembros de la organización, dando como resultado riesgos no identificados o no controlados que conducen a errores humanos o situaciones inseguras.

- **Políticas/programas de evaluación de riesgos:** De acuerdo a lo establecido en el Manual de Prevención de Accidentes Capítulo 5 Programas complementarios del departamento, numeral 5.2 Inspecciones en aeropuertos: *“Es política de AEROSUCRE S.A. inspeccionar las facilidades y servicios en aeropuertos para asegurar que existan los niveles de seguridad para las operaciones de la aerolínea”*; se evidenció durante la investigación que no se realizó una rigurosa evaluación de riesgos para la operación del equipo B727-200 en el aeropuerto German Olano por parte de la Dirección de Seguridad Operacional de la empresa.

Se hallaron deficiencias en los procesos organizacionales llevados a cabo por la UAEAC, como administradora del aeropuerto Germán Olano, al no efectuar una identificación oportuna de los peligros de seguridad operacional con relación a la operación de la aeronave B727-200.

- **Guía en procedimientos/publicaciones:** La implementación por parte de la Dirección de Operaciones de la empresa de las *Takeoff/Landing Cards* con información de la aeronave B-727 en su versión original, y no en su condición modificada (Droop System), constituyó un factor de riesgo latente que llevó a la tripulación a efectuar una planificación de vuelo incompleta, tomando unos valores para la selección de las velocidades de despegue que no correspondían con la configuración de flaps seleccionada.

Además, se evidenció que durante el proceso para la aprobación de las Especificaciones de Operación (Revisión 70 de fecha noviembre de 2016) se había incluido el análisis de pista del aeropuerto German Olano, sin contar con el soporte técnico sustentado ante la UAEAC. Esta Revisión 70 fue revocada posteriormente por la Autoridad Aeronáutica.

- **Estandarización de Procedimientos:** El explotador aéreo no enfatizó a las tripulaciones el cumplimiento estricto de los procedimientos de planeamiento del vuelo, de manera que se tuvieran en cuenta todos los factores que podían influir en el comportamiento de la aeronave en el despegue.

2.4.2 Supervisión

La supervisión constituye una condición latente en el análisis de factores humanos, si los métodos, decisiones o políticas de supervisión afectan directamente las prácticas, condiciones o acciones de los miembros de una organización, desencadenando en una situación o acto inseguro.

- D. Supervisión inadecuada:** Fallas al identificar, gestionar o controlar un riesgo, así como al proporcionar una capacitación, orientación o supervisión que conllevan a una condición insegura.

- **Liderazgo/supervisión/vigilancia inadecuada:** Se detectaron deficiencias en la supervisión de las operaciones aéreas por parte de la Direcciones de Operaciones y de Seguridad Operacional de la empresa al permitir la operación del equipo B727-200 hacia un aeródromo no autorizado por la Autoridad Aeronáutica en las especificaciones de operación.

Igualmente, se evidenciaron fallas en la supervisión y vigilancia por parte de la Autoridad Aeronáutica al no efectuar un seguimiento riguroso a las operaciones aéreas desarrolladas por la empresa, al autorizar la presentación de planes de vuelo hacia un aeródromo no aprobado para la operación del equipo B727-200; así como al no verificar los cambios en las velocidades de despegue y aterrizaje empleadas por la tripulación en la cabina de vuelo.

- **Falta de retroalimentación:** No se evidenció al interior de la organización, la realización de una retroalimentación efectiva entre la Dirección de Operaciones y las tripulaciones en materia de información crítica de seguridad, así como de las condiciones técnicas y operacionales presentes en el aeropuerto German Olano.

E. Planeación inapropiada de operaciones: Constituye un factor cuando al ejercerse supervisión no se evalúan adecuadamente los riesgos asociados con una operación y se permite un riesgo innecesario. Deficiencias en la supervisión permiten que personal no competente/inexperto ejecute tareas más allá de su capacidad o cuando la composición de la tripulación de vuelo sea inapropiada para la tarea o misión.

- **Evaluación de riesgos:** En la documentación de seguridad operacional aportada a la investigación, no se evidenció la realización asertiva de identificación y/o evaluación de riesgos operacionales presentes en el aeropuerto Germán Olano, tanto por parte de la Dirección de Operaciones de la empresa como por parte de las tripulaciones que operaban el equipo B727-200; a pesar que la empresa tenía implementado para tal fin, una herramienta de reporte voluntario (Informe de Riesgo Operacional-IRO).

La UAEAC como administradora del aeropuerto Germán Olano no efectuó una evaluación de riesgos operacionales, ni efectuó recomendaciones para prevenir accidentes.

2.4.3 Precondiciones para actos inseguros

Son factores latentes o activos presentes en los operadores, en el entorno operacional o en el que personal, que afectan las buenas prácticas de seguridad y generan errores humanos o una situación insegura.

F. Condiciones individuales: Factores cognitivos, de conducta, estado físico adverso, limitaciones físicas y/o mentales que afectan las prácticas o acciones de las personas, provocando un error humano o un estado inseguro.

- **Factores cognitivos:** Condiciones de gestión cognitiva o de atención que afectan la percepción o el rendimiento de las personas.
 - **Falta de atención:** La presencia de bajos niveles de atención entre los miembros de la tripulación debido a una falsa sensación de seguridad pudo probablemente conducir a la omisión de los procedimientos establecidos durante la planificación del vuelo.
- **Factores psico/conductuales:** Conformados por rasgos de personalidad, problemas psicosociales, trastornos psicológicos o motivación inapropiada que crean una condición insegura.
 - **Exceso de confianza:** Es probable que la tripulación haya experimentado un exceso de confianza dado su amplio conocimiento y experiencia en la operación de la aeronave B727, llevándolos a subestimar los riesgos operacionales presentes durante la planificación y ejecución del vuelo.
 - **Presión:** Según la información analizada en el CVR, se escuchó una voz no identificada de un miembro de la tripulación expresando la urgencia de “prender” la aeronave o sería regresado el vuelo; lo cual denota un bajo grado de presión auto-impuesta para dar inicio a la operación aérea, dado que se encontraban muy próximos a la hora prevista para el despegue, estimada para las 17:21 HL (22:21 UTC), (ver Apéndice C, SRN: 4888.7).
 - **Complacencia:** Es probable que algunos miembros de la tripulación hayan experimentado un nivel inaceptable de complacencia que los llevó a creer que tenían el control de la situación durante la fase de despegue, por lo cual no efectuaron una verificación exhaustiva de las condiciones operacionales existentes.
- **Factores perceptuales:** Percepción errónea de un objeto, amenaza o situación (visual, auditiva, propioceptiva o vestibular) que crea una circunstancia insegura.
 - **Percepción errónea de las condiciones operacionales:** La tripulación percibió de manera errónea que las capacidades físicas de la pista, el rendimiento de la aeronave y las condiciones ambientales prevalecientes al momento del despegue eran adecuadas para la operación segura de la aeronave.

G. Factores personales: Una deficiente administración de recursos de la tripulación afecta las prácticas, condiciones o acciones de los individuos, resultando en un error humano o situación insegura.

- **Factores de comunicación/planificación/coordinación:** Hace referencia a las interacciones entre individuos y equipos de trabajo involucrados en la preparación y ejecución de una misión, que pueden conducir a errores o situaciones indeseadas.
 - **Monitoreo cruzado del rendimiento:** Se evidenció a través de la grabación del CVR que durante el briefing antes de iniciarse el vuelo, el Piloto indicó a los miembros de la tripulación las velocidades seleccionadas para el despegue; sin embargo, ninguno de ellos realizó un monitoreo o verificación cruzada de la información suministrada; la cual no coincidía para la configuración de flaps empleada.
 - **Asertividad:** Se observó una baja asertividad entre los miembros de la tripulación, ya que no se cuestionó la información suministrada, tanto de las velocidades de despegue como de la intensidad y dirección del viento.
 - **Comunicación de información crítica:** La tripulación no recibió de manera precisa y oportuna la información meteorológica requerida para la planificación del vuelo, incumpliendo lo establecido en el manual general de operaciones de la empresa, Capítulo IV Operaciones en tierra, numeral 4.14 Planificación de los vuelos, 4.14.2 Autorización del vuelo, párrafo b) *“No se podrá despachar una aeronave sin conocer las condiciones meteorológicas existentes tanto en una ruta como en los aeropuertos propuestos en el plan de vuelo”*.
 - **Planificación:** La tripulación efectuó una planificación de vuelo incompleta, ya que no se recopiló y/o analizó en profundidad toda la información requerida (limitaciones de la pista, peso de la aeronave, velocidades de despegue e información meteorológica).
 - **Briefing:** No se presentó una retroalimentación efectiva de la información suministrada durante el briefing de despegue, ya que tanto el Copiloto como el Ingeniero de Vuelo no contrastaron o verificaron los datos que le fueron proporcionados.

2.4.4 Acciones

Son aquellos factores que están más estrechamente relacionados con el accidente, y se pueden describir como fallas activas o acciones cometidas por los operadores que resultan en un error humano o una situación insegura.

H. Errores: Actividades mentales o físicas del individuo que no alcanzan el resultado deseado a consecuencia de fallas en su conocimiento, habilidad, percepción, juicio o toma de decisión y que conducen a una situación insegura. Los errores son acciones no intencionales.

- **Errores basados en la habilidad:** Errores que ocurren durante la ejecución de una rutina preestablecida o un procedimiento.
 - **Acción sobre los controles:** Se evidenció a través de los datos del FDR, que el Piloto ejecutó una técnica de rotación lenta durante la fase de despegue, maniobra no conforme con lo establecido en el manual del fabricante de la aeronave.
- **Errores de juicio y toma de decisiones:** Se presentan cuando el comportamiento o las acciones del individuo proceden según lo previsto, pero el plan elegido resulta inadecuado para alcanzar el estado final deseado y da como resultado una situación insegura.
 - **Evaluación de riesgos durante la operación:** De acuerdo a los hechos acontecidos, no se evidenció que la tripulación haya efectuado una evaluación de riesgos operacionales durante la planificación del vuelo, razón por la cual tomaron decisiones equivocadas, dado que las condiciones reales del aeródromo, así como el rendimiento de la aeronave no correspondían a las condiciones que fueron planteadas para el desarrollo del vuelo KRE157.
 - **Toma de decisiones durante la operación:** La elección de la cabecera 25 para iniciar la carrera de despegue produjo una situación peligrosa debido a la presencia de viento de cola, condición que afectó el rendimiento de la aeronave, alargando su recorrido sobre la pista.
- **Errores de percepción:** Percepción errónea de un objeto, amenaza o situación (como las ilusiones visuales, auditivas, propioceptivas o vestibulares, las fallas cognitivas o de atención, etc.) que resultan en errores humanos.
 - **Error debido a una percepción errónea:** La tripulación evaluó erróneamente la intensidad y dirección del viento predominante sobre la cabecera 25 al no contar con información actualizada del METAR que estaba disponible en las oficinas del IDEAM del aeródromo SKPC.

Durante la permanencia de la aeronave en vuelo después del impacto contra los obstáculos, la tripulación identificó los siguientes problemas:

- Pérdida de potencia del motor No.3.
- Pérdida de potencia hidráulica en el sistema A.
- Inoperancia del tren de aterrizaje.

- Pérdida paulatina del control de la aeronave.

Es evidente para la investigación, que el tiempo de reacción con el que contó la tripulación fue insuficiente para efectuar correctamente la totalidad de los procedimientos establecidos en las listas de chequeo de emergencia o funcionamiento anormal contenidas en el QRH (Quick Reference Handbook) de la aeronave.

Sin embargo, ante la pérdida de potencia hidráulica en el sistema A, se evidenció que la tripulación no activó el sistema hidráulico de emergencia Standby, acción que probablemente hubiera permitido retomar y ejercer el control direccional a la aeronave a través del movimiento del timón de dirección inferior.

Esta omisión pudo deberse a la naturaleza de la falla, ya que la tripulación se vio enfrentada a una serie de condiciones de diversa índole como consecuencia del impacto inicial del avión contra los obstáculos durante el despegue.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

3. CONCLUSIÓN

Las conclusiones, las causas probables y los factores contribuyentes que se presentan en este informe, fueron determinados de acuerdo a las evidencias factuales y al análisis adelantado en el proceso investigativo.

Las conclusiones, causas probables y factores contribuyentes, no se deben interpretar como indicadores de culpa o responsabilidad alguna de organizaciones ni de individuos. El orden en que están expuestas las conclusiones, las causas probables y los factores contribuyentes no representan jerarquía o nivel de importancia.

La presente investigación es de carácter netamente técnico con el único fin de prevenir la ocurrencia de futuros accidentes.

3.1. Conclusiones

La tripulación del avión HK-4544 contaba con licencias técnicas y certificados médicos vigentes, sin presentar limitaciones físicas o psicológicas que afectaran su desempeño para el vuelo. Era experimentada y cumplía con el programa de entrenamiento.

La aeronave HK-4544 se encontraba aeronavegable y cumplía con los requerimientos de mantenimiento exigidos por el fabricante y la Autoridad Aeronáutica Colombiana.

No se evidenciaron fallas previas o malos funcionamientos en los motores ni en los sistemas funcionales de la aeronave que pudieran haber afectado su rendimiento durante la operación del vuelo accidentado.

El sistema de flaps de la aeronave B727-200 HK-4544 había sido modificado mediante una Orden de Ingeniería, aprobada por la Autoridad Aeronáutica Colombiana, para permitir desplegar los flaps y alerones en posiciones adicionales, con el fin de aumentar el rendimiento de la aeronave.

La empresa explotadora, incluyó en su documentación técnica, los cambios operacionales derivados de la modificación, de acuerdo al AFM Supplement aprobado por la FAA, y el Operations Manual Supplement para el Boeing 727-200 QW.

No obstante, la empresa no ubicó en la cabina de mando de la aeronave accidentada, la carta “Take-off/Landing Card”, que hiciera referencia a las velocidades que se debían utilizar con la nueva configuración.

De acuerdo a los Publicaciones de Información Aeronáutica, por sus características técnicas, el aeródromo Germán Olano de Puerto Carreño, no era apto para la operación del equipo B727-200.

La operación de la aeronave B727-200 en el aeródromo Germán Olano no estaba autorizada en las Especificaciones de Operación del Explotador, aprobadas por la Autoridad Aeronáutica Colombiana.

El “análisis de pista” para el aeródromo Germán Olano de la aeronave B727-200 modificada con Droop System y una configuración de flaps de 30°, no había sido aprobado por la Autoridad Aeronáutica Colombiana.

El explotador de la aeronave incumplió los Reglamentos Aeronáuticos al programar la operación del equipo B727-200 a un aeródromo no apropiado, y que no se encontraba autorizado en sus Especificaciones de Operación.

La Autoridad Aeronáutica Colombiana había aceptado, desde el 18 de diciembre de 2009, la presentación de planes de vuelo por parte del Explotador hacia el aeródromo Germán Olano empleando el equipo B727-200.

La Autoridad Aeronáutica no ejerció adecuada supervisión a la operación del explotador y del aeródromo Germán Olano, de Puerto Carreño, al permitir la operación del equipo B727-200 en un aeródromo que no cumplía con las condiciones técnicas y operacionales para ello, y que no estaba autorizado en las Especificaciones de Operación.

No se encontró evidencia de la entrega a la tripulación, por parte de Despacho, del reporte de las condiciones meteorológicas predominantes en el aeródromo Germán Olano a la hora prevista de despegue.

La tripulación no obtuvo el reporte meteorológico para la hora del despegue, disponible en las oficinas del IDEAM, y asumió un “viento suave” de cola, para los cálculos de despegue por la pista 25, seleccionada para el despegue.

La tripulación tomó la decisión de utilizar la cabecera 25 de Puerto Carreño y despegar con una componente de viento de cola estimada en cuatro (04) nudos, condición que aumentó aproximadamente en 480 pies la carrera de despegue.

La tripulación seleccionó las velocidades de despegue de $V1/VR=127$ nudos y $V2=141$ nudos, que correspondían a una selección de 25° de flaps, (y no de 30° que fue la configuración utilizada), probablemente haciendo uso de las “Take-off/Landing Cards” disponibles en la cabina de vuelo, que correspondían a la configuración de la aeronave antes que se le aplicara la modificación del sistema de flaps (Droop System).

La tripulación no efectuó las correcciones de longitud de pista, peso y velocidades de despegue exigidas en el AFM Supplement para la modificación Droop System y una selección de flaps de 30°, tal como fue configurada la aeronave para el despegue.

De acuerdo al AFM Supplement, la velocidad de rotación real correspondiente a la configuración del avión de 30° era $VR=122$ nudos, es decir, cinco (05) nudos menos que la velocidad seleccionada por la tripulación.

La errónea selección de la velocidad de rotación, cinco (05) nudos por encima de la velocidad requerida, extendió la carrera de despegue de la aeronave en 338 pies.

De otra parte, con base en las velocidades enunciadas, seleccionadas y aplicadas por la tripulación, el peso de despegue del avión probablemente era de 166000 libras, peso que excedía en 1.300 libras, el peso máximo permitido para la configuración utilizada de 30°* de flaps, en la pista de Puerto Carreño, que era de 164700 libras.

El Piloto ejecutó una maniobra de rotación lenta durante el despegue, en un régimen calculado de un (01) grado por segundo, valor inferior al estándar de certificación que debe ser de tres (03) grados por segundo; esta demorada maniobra extendió aproximadamente en 439 pies más, la carrera de despegue.

De esta manera, la carrera de despegue se extendió aproximadamente en 1257 pies, así:

- 479 pies por el efecto del viento de cola predominante: cuatro (04) nudos.
- 338 pies por efecto de la alta velocidad de rotación: cinco (05) nudos por encima de la requerida.
- 439 pies por la rotación lenta aplicada por el piloto: siete (07) grados en siete (07) segundos.

La extendida carrera de despegue ocasionó que la aeronave despegara tardíamente, y que no alcanzara una altura segura al final de la pista.

Al subir la palanca del tren, solamente el tren principal izquierdo y el tren de nariz alcanzaron a retraerse.

La aeronave impactó contra la cerca perimetral del aeropuerto, contra una garita y un árbol ubicados en una unidad militar cercana. Los impactos provocaron el desprendimiento del Trailing Inboard Flap derecho, del tren de aterrizaje principal derecho y de su respectiva compuerta.

Después de la colisión inicial, la tripulación identificó una reducción parcial de empuje en el motor No. 3 y la pérdida de potencia del sistema hidráulico A.

La aeronave continuó en ascenso, alcanzando una altitud máxima de 790 pies; experimentó una desviación gradual de rumbo y una creciente asimetría de sustentación que generó una actitud de banqueo a la derecha, la cual no pudo ser controlada.

Probablemente el sistema hidráulico B también se afectó durante el impacto inicial; la tripulación no activó el sistema hidráulico Standby, aunque no hay certeza de que funcionara. El control de avión se hizo difícil bajo estas circunstancias.

El empuje asimétrico y el limitado control hidráulico, hicieron difícil el control del avión por parte de la tripulación y el banqueo se incrementó hasta alcanzar un ángulo máximo de 58°.

La tripulación bajó el tren de aterrizaje, e inició el procedimiento de eyección de combustible (Fuel Dumping).

Poco después la tripulación intentó retraer el tren de aterrizaje, sin éxito.

La alarma de pérdida se activó por un 11.7 segundos.

Después del impacto inicial contra los obstáculos y hasta el final de la grabación, se activaron las alarmas del GPWS.

Todo intento de la tripulación para controlar y acelerar el avión fue infructuoso.

Después de volar aproximadamente 02:23 minutos, a las 17:22 HL, la aeronave impactó contra un terreno llano, localizado aproximadamente a 4 MN de la cabecera 07 de Puerto Carreño, a una elevación de 173 pies MSL.

El impacto se produjo con alto ángulo de banqueo hacia la derecha, y bajo ángulo de cabeceo, en un patrón de dispersión de restos cónico, distribuido en una distancia aproximada de 415 metros.

El impacto produjo un incendio inmediatamente, el cual afectó gran parte de los componentes estructurales (planos, motores, fuselaje trasero y estabilizadores), así como a la vegetación circundante.

Como consecuencia del impacto, fallecieron instantáneamente cuatro (04) miembros de la tripulación; un (01) ocupante sobrevivió y falleció posteriormente; y un (01) tripulante sobrevivió con lesiones graves.

Una vez se confirmó la ocurrencia del accidente aéreo, fue activado el Plan de Respuesta a Emergencia (PRE) del aeródromo Germán Olano y los organismos competentes respondieron con prontitud para atender el evento.

El accidente se presentó con luz de día en condiciones meteorológicas visuales (VMC).

No se evidenciaron signos de incapacitación súbita en vuelo de origen médico en los tripulantes, que pudieran haber influido en el accidente.

Los vuelos efectuados por los pilotos en los días previos no hacen suponer fatiga operacional como factor contribuyente.

Las actuaciones de la tripulación de vuelo mostraron un manejo inadecuado de sus habilidades durante el despegue, cometieron errores operacionales y técnicos basados en el desempeño, probablemente de tipo involuntario.

3.2. Causas probables

Inadecuado planeamiento del vuelo, por parte de la empresa explotadora de la aeronave, y por parte de la tripulación, al no efectuar correctamente los procedimientos de despacho, los cálculos de rendimiento del despegue y la verificación de las limitaciones impuestas por condiciones operacionales del aeródromo de acuerdo a la configuración de la aeronave.

Equivocada toma de decisiones de la tripulación al no considerar un aspecto clave que afectaba el rendimiento de la aeronave, como era el viento de cola predominante a la hora del despegue.

Errónea selección de las velocidades de despegue V_1/V_R y V_2 , por parte de la tripulación, correspondientes a una aeronave sin modificación en su sistema de flaps; lo cual conllevó a rotar el avión con cinco nudos más de velocidad, incrementando la carrera de despegue.

Errónea técnica de rotación aplicada por el Piloto, maniobra demorada que extendió aún más la alargada carrera de despegue.

Pérdida de componentes (Tren de aterrizaje, trailing inboard flap derecho) y daños en sistemas funcionales (Pérdida de potencia del motor No.3 y sistema hidráulico) necesarios para el control de la aeronave en vuelo.

Pérdida de control en vuelo generada por asimetrías de sustentación, de potencia y vaciado de los sistemas hidráulicos principales que excedieron la capacidad de la tripulación y le imposibilitaron mantener un adecuado control direccional y estabilidad de la aeronave.

3.3. Factores Contribuyentes

Incumplimiento de los Reglamentos Aeronáuticos por parte de la empresa explotadora de la aeronave, al operar a un aeródromo no apto para la operación del equipo B727-200, el cual, además, no estaba autorizado para ese tipo de aeronaves en las Especificaciones de Operación de la empresa, aprobadas por la Autoridad Aeronáutica.

Falta de estandarización y supervisión de la empresa explotadora de la aeronave, al permitir la operación del equipo B727-200, al cual se le había aplicado una modificación al sistema de flaps, con las tablas de referencia de velocidades correspondientes a la aeronave sin modificar.

Ejecución del despegue con un peso que excedía el valor máximo establecido en las cartas de rendimiento de la aeronave para las condiciones prevalecientes en el aeropuerto Germán Olano.

Omisión de la tripulación al no activar el sistema hidráulico Standby, que quizá hubiera permitido presión hidráulica de emergencia, para retomar el control de la aeronave.

Falta de supervisión de la Autoridad Aeronáutica, que permitió durante varios años la operación del equipo B727-200 de la empresa explotadora de la aeronave en el aeródromo Germán Olano, de Puerto Carreño, cuando las características del aeródromo no lo permitían y sin estar autorizada al explotador la operación del equipo B727-200 en dicho aeródromo.

Taxonomía OACI

Colisión con obstáculos durante el despegue o aterrizaje (CTOL).

Pérdida de control en vuelo (LOC-I).

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Después del Accidente, el Grupo de Investigación de Accidentes emitió diez (10) Recomendaciones Inmediatas, las cuales se transcriben en el numeral 4.2, del presente Informe Final.

Las siguientes Recomendaciones Actualizadas, retoman la esencia y actualizan los contenidos de las recomendaciones inmediatas.

4.1. RECOMENDACIONES ACTUALIZADAS

4.1.1. A LA EMPRESA AEROSUCRE

REC. 01-2016-40-1

Dar cumplimiento a lo establecido en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, y en otras Regulaciones, en el sentido de abstenerse de operar:

- En pistas que no estén habilitadas para el tipo de aeronave a utilizar de acuerdo a sus características técnicas de las pistas, publicadas en el AIP, o mediante NOTAM o limitadas mediante cualquier otro tipo de aviso oficial.
- En rutas y pistas que no cuenten con la previa autorización y/o aprobación de la Aeronáutica Civil, previa presentación y del análisis de rutas y aeropuertos correspondientes.
- En rutas y pistas que no estén expresamente autorizadas en las Especificaciones de Operación de la empresa, aprobadas por la Aeronáutica Civil.

REC. 02-2016-40-1

Efectuar la correspondiente modificación de las Takeoff/Landing Cards, para las aeronaves de la empresa modificadas con Droop System, las cuales deben contener las nuevas velocidades de acuerdo a cada una de las configuraciones de flaps.

REC. 03-2016-40-1

Efectuar una identificación de peligros y gestión de riesgos operacionales en cada uno de los aeropuertos en que opera la empresa, con el fin de establecer los niveles de aceptabilidad en cada uno de ellos, tomando las medidas de mitigación acordes a la operación realizada.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

REC. 04-2016-40-1

Realizar una capacitación de repaso a los despachadores y tripulaciones que operan aeronaves B727 equipadas con Droop System, cuya temática sea la planificación de vuelo mediante determinación del rendimiento empleando las correcciones establecidas en el AFM Supplement, así como en los análisis de pista aprobados por la Autoridad Aeronáutica.

REC. 05-2016-40-1

Realizar una capacitación de Factores Humanos dirigida a despachadores y tripulaciones, con temática relacionada en el trabajo en equipo, coordinación, comunicación, toma de decisiones, conciencia situacional, complacencia, asertividad.

4.1.2. A LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

REC. 06-2016-40-1

Ordenar a las Empresas de Transporte de Carga, a través de la **Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil**, que den cumplimiento a lo establecido en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, y en otras Regulaciones, en el sentido de abstenerse de operar:

- En pistas que no estén habilitadas para el tipo de aeronave a utilizar de acuerdo a sus características técnicas de las pistas, publicadas en el AIP, o mediante NOTAM o limitadas mediante cualquier otro tipo de aviso oficial.
- En rutas y pistas que no cuenten con la previa autorización y/o aprobación de la Aeronáutica Civil, previa presentación y del análisis de rutas y aeropuertos correspondientes.
- En rutas y pistas que no estén expresamente autorizadas en las Especificaciones de Operación de la empresa, aprobadas por la Aeronáutica Civil.

REC. 07-2016-40-1

Ordenar a las Empresas de Transporte de Pasajeros y Carga, a través de la **Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil**, que den a conocer el presente Informe Final de Accidente a sus tripulaciones, despachadores y a otro personal de operaciones, enfatizando en la aplicación estricta de los procedimientos de planeación del vuelo.

REC. 08-2016-40-1

Revisar, a través de la **Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil**, el procedimiento para la aprobación de rutas y aprobación de aeródromos a los operadores, de manera que en dicho procedimiento se especifiquen claramente los criterios de revisión, análisis y aprobación.

REC. 09-2016-40-1

A la **Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil**, para que a través del Grupo de Aeronavegabilidad ordene y efectúe vigilancia a las empresas que operan aeronaves B727/200, en la Inspección de Programas de Mantenimiento, la verificación de la inclusión de las inspecciones boroscópicas referenciadas en el manual del fabricante PRATT & WITTNEY “JT8D-STD SERIES ENGINE MAINTENANCE PLANNING GUIDE PN 820671; de acuerdo a lo establecido en el RAC 4.1.10 ejecución en el plan de vigilancia 2018.

REC. 10-2016-40-1

Ordenar, a través de la **Secretaría de Sistemas Operacionales**, la revisión y actualización de la clasificación de aeródromos y pistas del país, en particular la información relacionada con la clave de aeropuerto y el PCN (Pavement Classification Number), con el fin de que la Oficina de Plan de Vuelo pueda contar con información actualizada y confiable, y de esta manera se pueda cumplir lo establecido en la circular AIC-C04-A04-2012 “Normas sobre información previa al vuelo” para la verificación de la validación de la operatividad de los aeródromos de destino.

REC. 11-2016-40-1

Establecer, a través de la **Secretaría de Sistemas Operacionales**, un sistema de control que impida la operación en aeródromos cuyas condiciones técnicas no satisfagan las características de las aeronaves.

REC. 12-2016-40-1

A la **Secretaría de Sistemas Operacionales** para que a través del Servicio de Información Aeronáutica AIS, incluya en cada uno los AIP de los aeródromos del país, los respectivos planos de obstáculos en los cuales se detalle las superficies limitadoras de obstáculos para cada una de las cabeceras de la pista.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

4.2. RECOMENDACIONES INMEDIATAS

En el mes de abril de 2017, fueron establecidas las siguientes recomendaciones inmediatas:

4.2.1. A LA AUTORIDAD AERONÁUTICA

REC/IMD.01-201640-1

Para que la **Dirección General** de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil a través de la Secretaría de Seguridad Aérea, gestione la implementación de un procedimiento para la aprobación de rutas. Lo anterior con base en lo estipulado en el RAC 3 numeral 3.6.3.5.6 literal h, y en el RAC 4 numeral 4.15.2.6, incluyendo las bases de datos de aprobación de análisis de rutas establecidas por el Grupo de Operaciones; donde se especifiquen claramente los criterios de revisión, análisis y aprobación del uso de nuevas rutas a utilizar por los operadores. Dicho procedimiento deberá ser legalizado en el marco del Sistema de Gestión de Calidad e incluido en la Guía del Inspector de Operaciones.

REC/IMD.02-201640-1

Para que la **Dirección General** de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil a través de la Secretaría de Seguridad Aérea, evalúe la suspensión de las operaciones de los aviones B727 en el aeropuerto German Olano (SKPC), teniendo en cuenta que la pista 07/25 no cumple con los requisitos de ancho mínimo establecidos en el RAC 14 “Aeródromos”, numeral 14.3.3.1.9.2 para la operación de los mismos, aviones clasificados en clave 4C, de acuerdo al Documento 9751 de la OACI “Manual de diseño de aeródromos” Parte 1 Pistas, Apéndice 1, y con el Número de clasificación de pavimentos (PCN – Pavement Classification Number) publicado en el AIP Colombia para el aeropuerto Germán Olano, parte Aeródromos: SKPC.

REC/IMD.03-201640-1

Para que la **Dirección General** de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil a través de la Secretaría de Seguridad Aérea, ordene la revisión del Boletín Técnico BT-5102-069-008 “Alteraciones mayores: procedimiento para la aceptación de datos técnicos aprobados”; con el propósito de incluir dentro de dicho boletín, un ítem referente a la realización de un comité técnico – operacional, integrado por personal de los grupos de Aeronavegabilidad, Operaciones y Técnico; en el cual se analicen los factores técnicos - operacionales que puedan afectar la operación de las aeronaves por la alteración y/o modificación propuesta; en caso de ser requerido.

REC/IMD.04-201640-1

Para que la **Dirección General** de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil a través de la Secretaría de Seguridad Aérea, ordene la revisión de las aprobaciones de análisis de rutas emitidas por la Autoridad Aeronáutica para aeronaves con un peso mayor a 5700kg. Lo anterior con el propósito de validar el cumplimiento de los criterios establecidos en el AIP Colombia, parte: Aeródromos, referentes a las características de las pistas operadas por las aeronaves, y a los requisitos de ancho mínimo establecidos en el RAC 14 “Aeródromos”, numeral 14.3.3.1.9.2, teniendo en cuenta la designación de número y letra clave, tomado como referencia el Documento 9751 de la OACI “Manual de diseño de aeródromos” Parte 1 Pistas, Apéndice 1.

REC/IMD.05-201640-1

Para que la **Dirección General** de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil ordene al Grupo de inspección de aeropuertos, la revisión y de ser necesario una actualización de la información cargada en el aplicativo ALDIA; referente a los aeródromos y pistas del Estado Colombiano, en particular la información relacionada con el PCN (Pavement Classification Number) Número de Clasificación del Pavimento de las pistas. Lo anterior con el fin de que la Oficina de Plan de Vuelo de la Aeronáutica Civil pueda contar con información actualizada y confiable; y de esta manera poder dar cumplimiento a los establecido en la circular AIC-C04-A04-2012 “Normas sobre información previa al vuelo” para la verificación de la validación de la operatividad de los aeródromos de destino. Así mismo, efectuar una divulgación de la actualización de la información del PCN (Pavement Classification Number) Número de Clasificación del Pavimento de las pistas, a las Oficinas de Planes de Vuelo de la Aeronáutica Civil.

REC/IMD.06-201640-1

Para que la **Dirección General** de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil a través de la Secretaría de Seguridad Aérea, designe un inspector de seguridad aérea, con el fin de efectuar una revisión al programa de entrenamiento del equipo B727 de la empresa AEROSUCRE S.A, y validar la estandarización entre los procedimientos en simulador y los recomendados por los manuales del Fabricante de la aeronave; así mismo los SOP's (Procedimientos Estandarizados de Operación B-727) de la empresa y los estándares de aplicación de la Autoridad Aeronáutica; de ser necesario realizar una revisión y actualización de los mismos. Lo anterior con base en lo establecido en la Guía del Inspector de Operaciones, Parte 1, Capítulo 6.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

4.2.2. A LA EMPRESA AEROSUCRE S.A.

REC/IMD.07-201640-1

Para que a través de la **Gerencia General** se ordene a la Dirección de Operaciones la NO operación de las aeronaves de la empresa; en pistas que no cuenten con la previa autorización y/o aprobación del análisis de rutas y aeropuertos por parte de la Autoridad Aeronáutica.

REC/IMD.08-201640-1

Para que a través de la **Gerencia General** se contemple la implementación de un software de despacho; con el propósito de aumentar la confiabilidad y la seguridad en las operaciones de la empresa. Lo anterior dado que, en la operación de aeronaves mayores a 5700 kg, se reduce el margen de error en los cálculos de peso y balance, combustible, etc.; los cuales pueden afectar el performance de la aeronave y la toma decisiones de las tripulaciones.

REC/IMD.09-201640-1

Para que a través de la **Gerencia General** ordene a la Dirección de Entrenamiento efectuar una capacitación especial a las tripulaciones y despachadores, dejando registro documentado; teniendo en cuenta los siguientes ítems:

Entrenamiento de Tierra:

1. Pérdida de Control en Vuelo (Loss of Control in- Flight, LOC-I).
2. Preparación del Vuelo (Limitaciones del rendimiento de la aeronave, asignación de tareas a la tripulación, condiciones meteorológicas, procedimientos de salida, configuración de la aeronave, velocidades de despegue, condición de la aeronave, cantidad de combustible, peso y balance, etc.).
3. Estructura del Briefing de despegue.
4. Repaso de los Procedimientos Estándar de Operación (Standar Operating Procedures, SOP).
5. Repaso de los procedimientos de Peso y Balance de la aeronave.
6. Repaso de los factores que afectan el rendimiento de la aeronave durante el despegue (Viento, altitud de densidad, configuración de flap, velocidades, ajuste de potencia, técnicas de pilotaje, etc.).
7. Limitaciones del rendimiento de despegue (Take off field length limit and climb limit).
8. Análisis de pista.
9. Técnicas de despegue y aterrizaje en pistas críticas.
10. Procedimiento de falla de motor durante el despegue.
11. Gestión de Recursos de Tripulación (Crew Resource Management, CRM), Conciencia Situacional, Proceso de Toma de Decisiones, Coordinación y Control mutuo de la tripulación, Comunicación y Chequeo Cruzado.

12. Empleo de Fraseología Aeronáutica (Callouts).
13. Adherencia a los SOP's de la empresa y listas de chequeo.
14. Reforzar conocimientos sobre PCN (Pavement Classification Number) – ACN (Aircraft Classification Number).

Entrenamiento de Vuelo

1. Práctica de Briefing de despegue.
2. Técnicas de rotación estándar a VR ($2,5^{\circ}/\text{sec}$ a $3^{\circ}/\text{sec}$).
3. Reforzar instrucción de fallas hidráulicas.
4. Reforzar instrucción en los procedimientos de fallas de motor después de V1 y el manejo de cabina.
5. Demostración de fallas hidráulicas combinadas (Sistema A y Sistema B).
6. Demostración de vuelo en manual reversión.
7. Demostración de fallas de motor después de V1 en vuelo asimétrico (Fuel imbalance, Flap asymmetry).

Nota: Efectuar una revisión y actualización del programa de entrenamiento de la empresa aprobado por la Autoridad Aeronáutica, incluyendo los temas anteriormente mencionados.

REC/IMD.10-201640-1

Para que a través de la **Gerencia General** se ordene a la Dirección de Operaciones una revisión a los SOP's, (Procedimientos Estandarizados de Operación B-727); con el propósito de incluir la estandarización del despegue con 30° * de flaps; al igual que las tablas de performance en cada set de flaps.

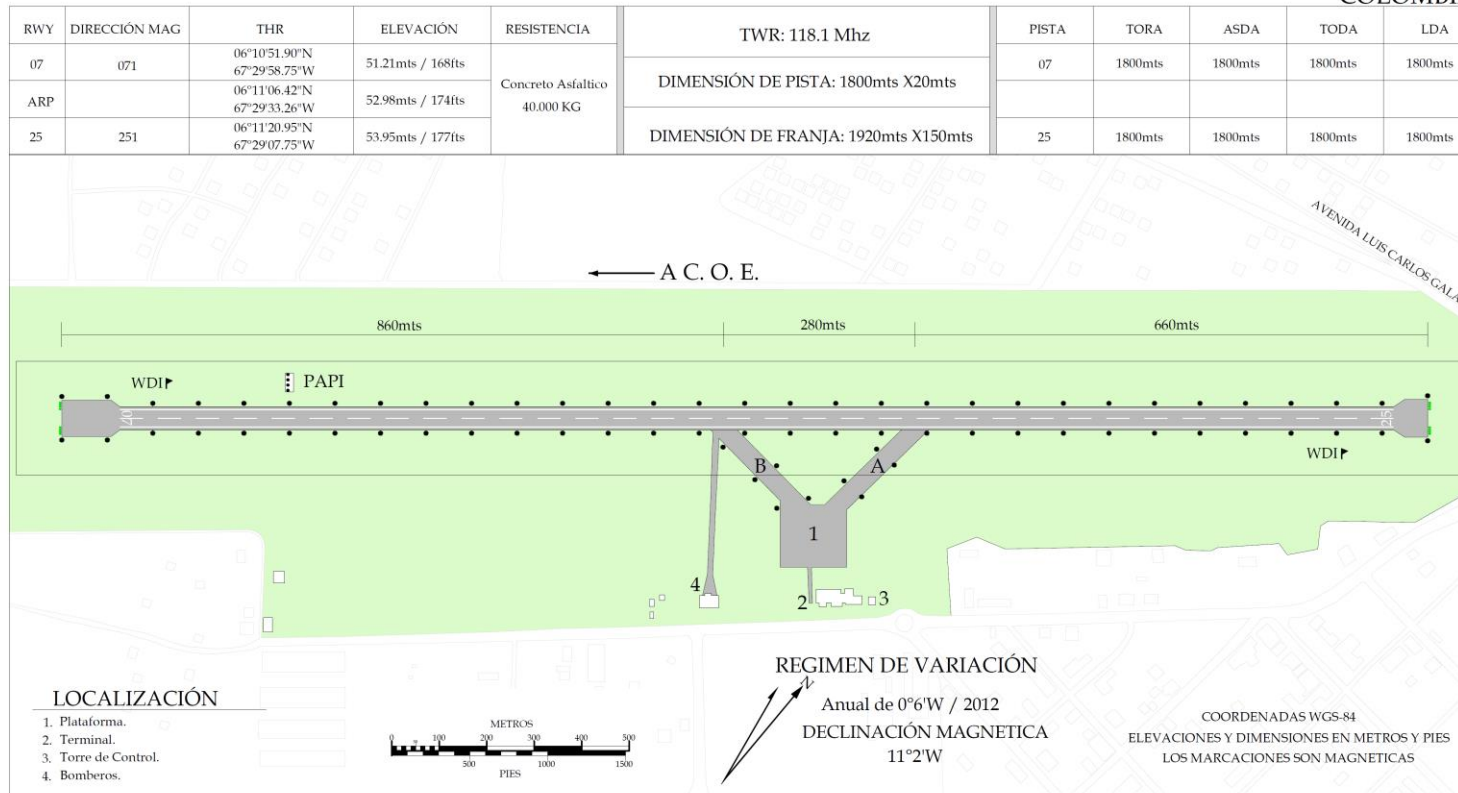
INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE A

CÁLCULOS ESTIMADOS DE PESO Y BALANCE PARA LA AERONAVE HK4544 EL DÍA 20 DE DICIEMBRE DE 2016 EN LA RUTA PUERTO CARREÑO – BOGOTÁ

APÉNDICE B

PLANO DEL AERÓDROMO GERMÁN OLANO

AIP
COLOMBIAAD 2 - SKPC - ADC
15 NOV 12PLANO DE AERÓDROMO
OACISKPC-PUERTO CARREÑO
GERMAN OLANO
COLOMBIA

AIS COLOMBIA

Gráfica No. 15: Plano aeródromo Germán Olano

AIRAC AMDT 31/12

APÉNDICE C

**TRANSCRIPCIÓN DEL REGISTRADOR DE VOCES DE CABINA
MARCA FAIRCHILD, MODELO A-100, SERIAL NUMBER 32135
INSTALADO EN LA AERONAVE BOEING 727-2J0 (HK4544)
ACCIDENTADA DESPUÉS DEL DESPEGUE EN EL AEROPUERTO GERMÁN OLANO
PUERTO CARREÑO (VICHADA) – COLOMBIA**



Fotografía No. 13: Registrador de Voces de Cabina CVR, S/N 32135

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSCRIPCIÓN

CONVENCIONES	DESCRIPCIÓN
RDO	Transmisión de Radio desde la aeronave HK4544
Piloto	Voz identificada como la del Capitán
Copiloto	Voz identificada como la del Primer Oficial
Ingeniero	Voz identificada como la del Ingeniero de Vuelo
CAWS	Sonido del Sistema Auditivo de Advertencia a la Tripulación
?	Voz no identificada
*	Palabra indescifrable
#	Palabra inapropiada
[]	Inserción editorial
//	Nombre del Copiloto
///	Nombre del Ingeniero de Vuelo

Nota 1: Los tiempos se encuentran correlacionados con los tiempos del FDR (Subframe Reference Number).

Nota 2: Solamente transmisiones de radio desde y hacia la aeronave son transcritas.

Nota 3: Frases con exceso de vocales, letras o sílabas son representación fonética de las palabras habladas.

Nota 4: No se transcribieron grabaciones de voz de cabina que no tuvieron relevancia con los hechos analizados.

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
4784.1 [INICIO DE LA TRANSCRIPCIÓN] [INICIO DE GRABACIÓN]			
4784.9 Copiloto	Circuit breaker.		
4786.4 Copiloto	After start check list.		
4791.8	[Sonido similar a trim]		
4798.7 Piloto	After start complete?		
4800.1 Copiloto	After start complete.		
4802.3 Piloto	Todas las aeronaves.		
4802.9 Ingeniero	Seis y medio.		
		4804.1 Copiloto - RDO	A todas las aeronaves en la zona de Puerto Carreño German Olano Aerosucre uno cinco siete [157] Bravo siete dos dos [722] próximo a ingresar a la activa vía bravo posición dos cinco [25].
4818.8 Copiloto	Free**.		
4821.3	[sonido similar a la alarma de speedbrake inflight warning test]		
4822.9 Copiloto	Flight controls.		
4824.9 Copiloto	To the right. To the left. Forward. Backward.		
4830.7 Piloto	Before takeoff.		
4832.6 Ingeniero	Before takeoff.		
4837.8 Ingeniero	Window heat.		

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
4838.1 Copiloto	On.		
4838.7 Ingeniero	Anti ice.		
4839.6 Copiloto	Close.		
4839.8 Ingeniero	Pitot heat.		
4840.3 Piloto	On and check.		
4841.1 Ingeniero	Flight instruments flight director and radios.		
4842.1 Piloto	Set for departure. *.		
4843.8 Ingeniero	Yaw damper.		
4844.7 Piloto	On and check.		
4845.3 Ingeniero	Flight controls.		
4845.9 Piloto	Check.		
4846.1 Ingeniero	speedbrake.		
4847.3 Piloto	Forward detent.		
4847.9 Ingeniero	Stabilizer trim.		
4849.2 Piloto	¿six and half?		
4850.3 Ingeniero	Seis, seis y medio.		
4852.1 Copiloto	Set.		
4854.6 Ingeniero	Flaps.		

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
4855.8 Piloto	Thirty thirty green light.		
4856.7 Copiloto	Thirty thirty green light.		
4858.0 Piloto	¿Libre a la derecha?		
4858.4 Copiloto	Libre a la derecha.		
4859.6 Copiloto	Todo a la derecha.		
4861.3 Ingeniero	Galley power on.		
4864.9	[el ingeniero finaliza la lista de control previo al despegue en voz pasiva]		
4877.7 Ingeniero	EPR and airspeed bugs.		
4879.9 Piloto	Dos doce. Dos once. Dos doce. [2.12, 2.11, 2.12]		
4884.0 Piloto	Vone (V1) v r (VR) veintitrés [23]** despegue.		
4885.0 CAWS	* fail.		
4887.5 Copiloto	Ciento ventisiete [127]*.		
4888.7 ?	O prenda de una, o sí no resetiamos #, o sí nos regresan #**.		
4892.5 Piloto	///, a no, ahí ya ya bendito sea Dios.		
4895.4 Ingeniero	Dejémoslo ahí.		

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
4898.2 Piloto	/// me ajusta la potencia del decolaje antes de sesenta [60] nudos, monitorea los instrumentos, cualquier falla que afecte a la seguridad del vuelo me avisas, en caso de pérdida essential operating generator, dumping con comando a lo que se requiera iniciando y terminando y vamos a efectuar despegue de máximo rendimiento. // llamará * sesenta [60], ochenta [80] v one v r ciento ventisiete [127], v two ciento cuarenta y uno [141], ascenso positivo cualquier falla antes del v one abortamos, posterior falla al aire, acción correctiva para aceleración mil [1000] pies rumbo de pista diez [10] millas nos alejamos para regresar al VOR con tres mil [3000] incorporarnos, resolver nuestra falla, resolver nuestra falla hacemos una aproximación visual cero siete [07]. Buen vuelo para todos, que Dios nos acompañe.		
4929.0 Ingeniero	Gracias.		
4929.3 Copiloto	Buen vuelo capitán.		
4934.5 ?	After takeoff **.		
4971.6 Piloto	¿Uno dos tres cero [1, 2, 3, 0] fue el código que dejó el muchacho?		
4973.6 Copiloto	Correcto capitán.		
4976.8 Piloto	Es que hay muchos pájaros ahí, si los pilla #.		
4979.1 Copiloto	Si véalos ahí uno, dos, tres y los que están acá, van de izquierda a derecha.		
4985.8 Piloto	¿No se sabe cuál es el viento?		
4993.5 Piloto	Clear for takeoff check list.		

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
4996.1	[sonido similar al ajuste de la palanca de fricción de aceleradores]		
4997.4 Ingeniero	Ignition on. Transponder.		
4998.6 Copiloto	TA-RA.		
4999.5 Ingeniero	Landing lights.		
5000.7 Piloto	On.		
5002.0 Ingeniero	Auto pack trip. [voz pasiva]		
5003.0 Piloto	¿Pero está suave sí o no?		
5004.5 Copiloto	Sí está suave.		
5024.9 ?	Dani **.		
5043.4	[Se ajusta potencia para poner el avión en posición para despegue]		
5061.3 Piloto	Todas las aeronaves del sector uno, cinco, siete [157] iniciando carrera de despegue pista dos cinco [25] saldrá por el radial...		
5068.3 Copiloto	Dos setenta y uno. [271]		
5069.3 Piloto	Clear for takeoff completa. ¿no?		
		5069.9 Copiloto-RDO	A todas las aeronaves en la zona de Puerto Inirida el Aerosucre uno, cinco, siete [157] un Bravo siete, dos, dos [722] próximo a decolar pista dos cinco [25] posterior a nuestro despegue radial dos setenta y uno [271] hacia Yopal nivel inicial uno siete mil [17000].
5076.0 Piloto	One point four.		
5086.7 Piloto	Takeoff thrust.		

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
5087.0	[Sonido similar al ajuste de la palanca de fricción de aceleradores]		
5087.7 Ingeniero	Set.		
5088.0 Copiloto	Check time.		
5088.7 Piloto	A las diecisiete y dieciocho [17:18].		
5089.7 Copiloto	A las diecisiete. [17]		
5093.1 Copiloto	Speed alive. Sixty knots [60]		
5093.9 Piloto	Checked.		
5098.6 Copiloto	Eighty [80] knots. Next one twenty seven [127].		
5101.5 Piloto	Twenty seven [27].		
5111.9 Copiloto	V one.		
5112.7 Copiloto	V r.		
5113.2 Copiloto	Rotate.		
5115.3	[Sonido similar a la extensión completa del tren de aterrizaje de nariz]		
5118.9	[Sonido similar a la extensión completa del tren de aterrizaje principal]		
5120.6	[Sonido de impacto]		
5120.9 [9.7 second CVR interruption]			

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
5131.7	[sonido de interrupción de la corriente eléctrica]		
5132.0 Copiloto	* señales.		
5134.9 Piloto	El tres [3] se fue el motor tres [3] hermano.		
5136.1 Copiloto	¿Se fue el motor tres [3]?		
5138.2 Piloto	Sí el tres [3].		
5139.6 CAWS	Caution terrain. Caution terrain.		
5141.9 Piloto	No entonces vamos sobrecargados hermano.		
5148.7 Piloto	Espera.		
5150.3 Copiloto	Tren derecho.		
5151.0 Piloto	Apágame el tres [3].		
5152.6 Ingeniero	perdí el hidráulico A.		
5152.7 Copiloto	Se fue el derecho.		
5154.2 Piloto	Bueno haga la esta, espere espere que... hermano.		
5156.5 Copiloto	Bajémoslo.		
5156.9 Ingeniero	Lo bajamos...		
5157.7 Piloto	Baje el tren, baje el tren.		
5158.5 Ingeniero	Baje el tren.		
5160.0 Copiloto	Bajando el tren.		

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
5162.1 Piloto	Baje el tren.		
5162.5 Copiloto	Ya, ya bajé el tren.		
5165.9 Piloto	No hermano que que #... uy # espera, espera, espera.		
5169.0 Piloto	Espera, espera vamos con calma.		
5175.4 CAWS	Caution terrain. Caution terrain. Caution terrain. Caution terrain.		
5176.8 Copiloto	¿Le pongo potencia?		
5177.4 Piloto	Sí.		
5182.0 Piloto	Uy estamos entrando en pérdida, ojo.		
5183.7 Copiloto	No, no capi no.		
5184.2 CAWS	Terrain.		
5185.9 Piloto	Espera, espera.		
5187.6 Copiloto	Volémoslo suave.		
5188.9 Piloto	Suave.		
5190.1 Piloto	El motor tres [3].		
5195.6 CAWS	Terrain. Terrain.		
5198.0 CAWS	Terrain. Terrain.		
5198.4 Piloto	El motor tres [3].		
5199.1 Ingeniero	Boto combustible.		

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
5200.7 Piloto	¿Ahhh?		
5201.3 Ingeniero	Boto combustible.		
5202.7 Piloto	Sí bote, bote combustible		
5203.9 Copiloto	Bote.		
5210.0 Ingeniero	Botando combustible.		
		5210.2 ?-RDO	[Sonido similar al micrófono atascado]
5211.4 Piloto	Bote combustible		
5212.6 Ingeniero	Botando combustible.		
5213.0 Copiloto	Capi.		
5214.5 Piloto	Espera.		
5216.1 CAWS	Terrain. Terrain.		
5216.9 Piloto	No no no no.		
5217.6	[sonido similar a trim]		
5218.8 Piloto	No me acelera el avión hermano. Espere potencia para el tres [3].		
5222.3 Copiloto	Vamos a acelerarlo.		
5222.4 CAWS	Terrain. Terrain.		
5222.7 Ingeniero	Okay.		
5225.3 Piloto	Sube el tren, sube el tren.		

TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN CABINA DE VUELO	TIEMPO y FUENTE	TRANSCRIPCIÓN COMUNICACIÓN AIRE-TIERRA
5227.9 Copiloto	Capi capi		
5230.4 Piloto	Sube el tren. no, no reacciona		
5233.4 Copiloto	No.		
5234.0 Piloto	Espera.		
5236.6 Copiloto	*bajele.		
5237.4	[Sonido similar a stall warning 11,7 segundos]		
5238.6 Copiloto	No.		
5243.5 Piloto	Baje el tren.		
5251.8 Piloto	Está dompiando.		
5253.0 Ingeniero	Si **estoy botando combustible.		
		5258.1 ?-RDO	[Sonido similar al micrófono atascado]
		5261.9 ?-RDO	[Sonido similar al micrófono atascado]
		5263.7 ?-RDO	[Sonido similar al micrófono atascado]
5264.4 [FINAL DE LA TRANSCRIPCIÓN] [FINAL DE GRABACIÓN]			

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

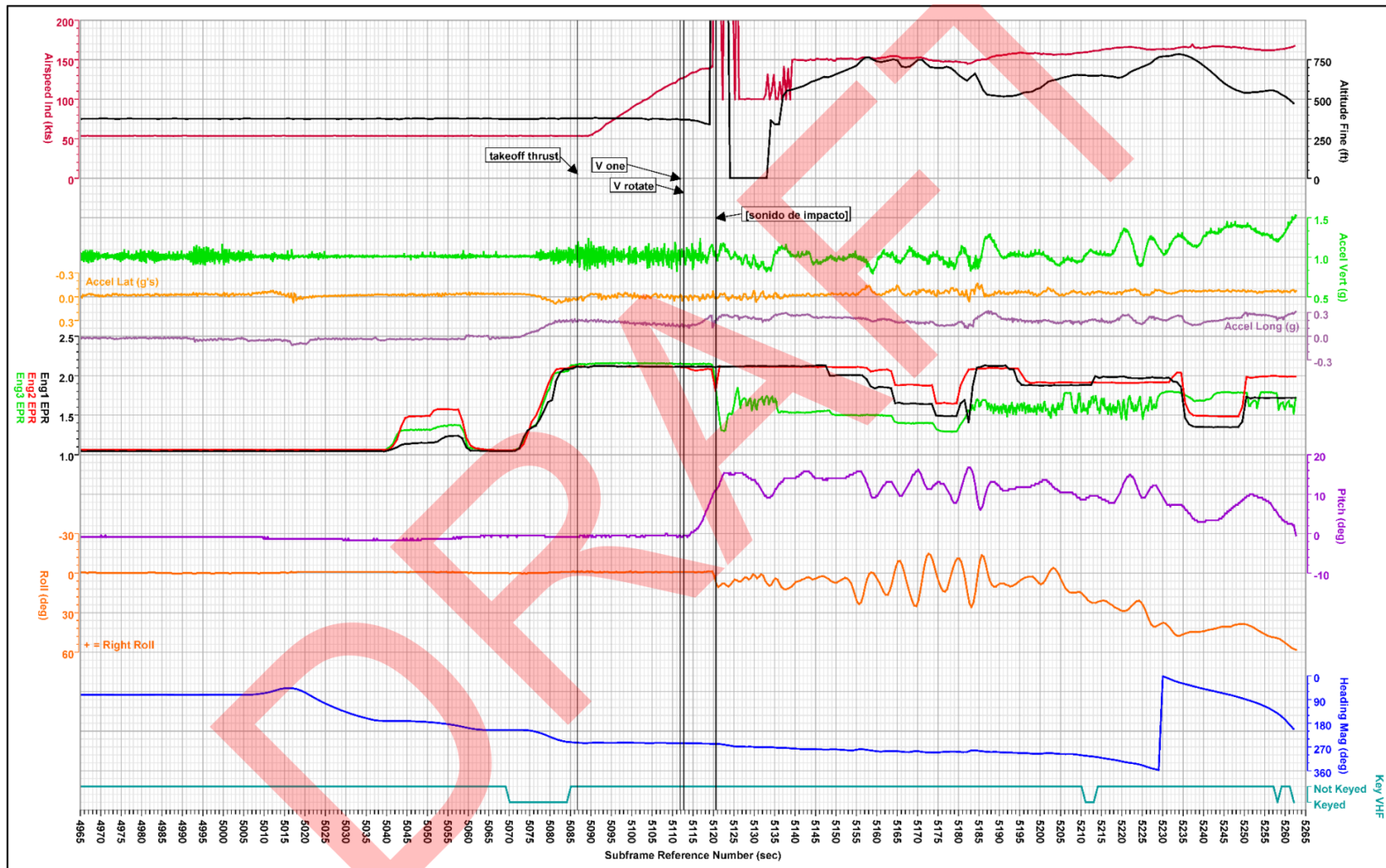
APÉNDICE D

**GRÁFICAS DE LOS PARÁMETROS DEL REGISTRADOR DE DATOS DE VUELO
MARCA ALLIED SIGNAL UFDR, MODELO 980-4100-RQUS Y S/N 4714
INSTALADO EN LA AERONAVE BOEING 727-2JO (HK4544)
ACCIDENTADA DESPUÉS DEL DESPEGUE EN EL AEROPUERTO GERMÁN OLANO
PUERTO CARREÑO (VICHADA) - COLOMBIA**

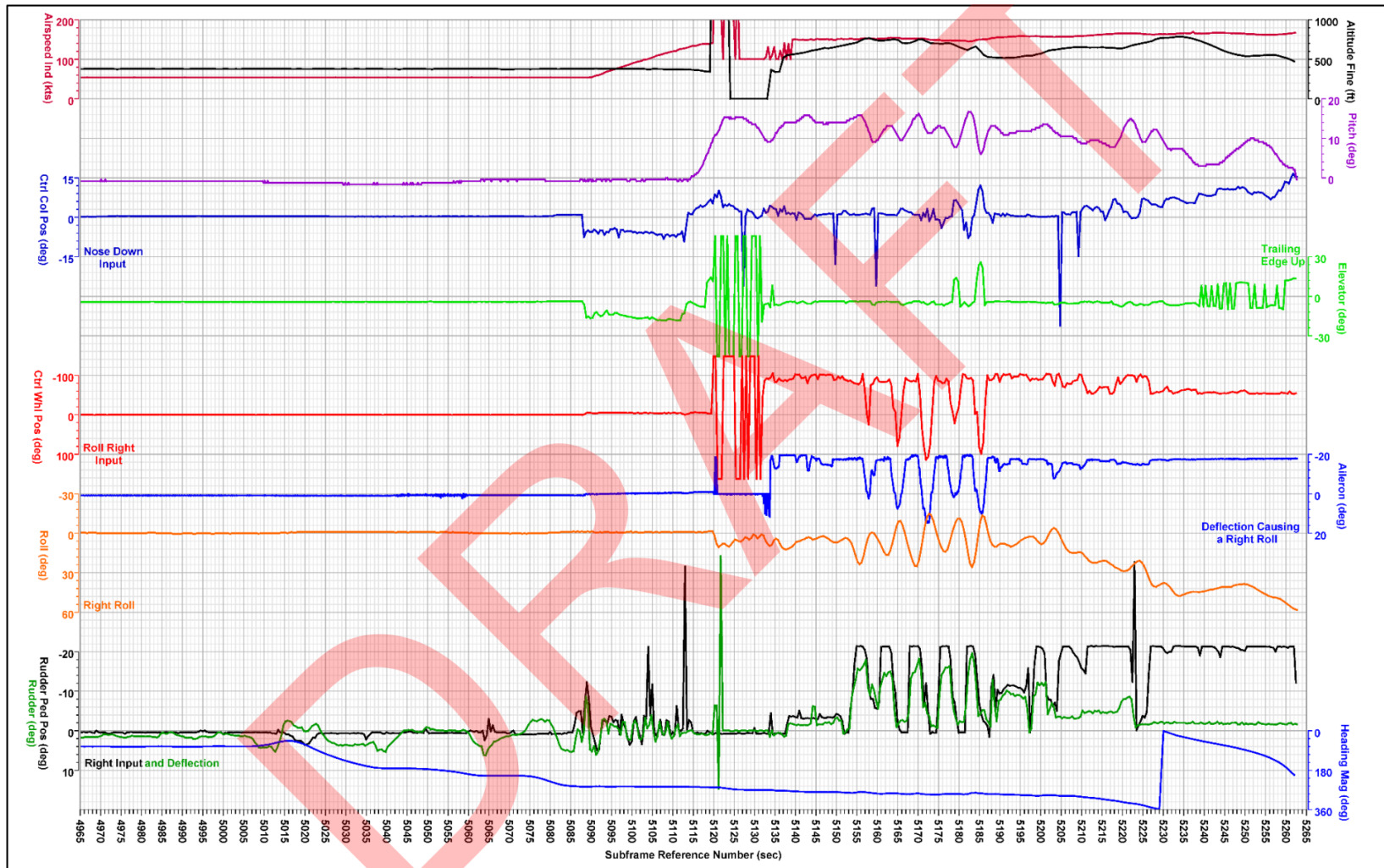


Fotografía No 14: Registrador de Datos de Vuelo FDR, S/N 4714

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



Gráfica No. 16: Parámetros básicos durante el despegue, ascenso inicial e impacto contra el terreno



Gráfica No. 17: Parámetros de entradas y respuestas de control durante el vuelo

APÉNDICE E

TABLA PARA DETERMINAR EL ANCHO DE PISTA ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

DETERMINACIÓN DE ANCHO DE PISTA PARA LA AERONAVE B-727-200

Núm. de clave	LETRA DE CLAVE					
	A	B	C	D	E	F
1 ^a *	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2 ^a	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

^a La anchura de toda pista de aproximación de precisión no deberá ser menor de 30 m, cuando el número de clave sea 1 ó 2.

* El ancho mínimo para aeródromos de fumigación será de diez (10) metros

Tabla No. 10: Valor del ancho de pista para la aeronave B-727-200

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE F

CLAVE DE REFERENCIA DE AERONAVE POR NÚMERO Y LETRA

A1-4

Aerodrome Design Manual

Aircraft Make	Model	Code	Aeroplane reference field length (m)	Wing span (m)	Outer main gear wheel span (m)
McDonnell Douglas SAAB	F28-4000	3C	1 640	25.1	5.8
	F28-6000	3C	1 400	25.1	5.8
	F50	3C	1 355	29.0	8.0
	MD90	3C	1 798	32.9	6.2
	340A	3C	1 220	21.4	7.3
	340B	3C	1 220	22.8 ³	7.3
	SAAB 2000	3C	1 340	24.8	8.9
BAe	ATP	3D	1 540	30.6	9.3
DeHavilland Canada	DHC5D	3D	1 471	29.3	10.2
Airbus	A300 B2	3D	1 676	44.8	10.9
Bombardier Aero.	CRJ 100LR	4B	1 880	21.2	4.0
	CRJ 200LR	4B	1 850	21.2	4.0
Dassault Aviation	Falcon 20-5 (Retrofit)	4B	1 859	16.3	3.7
Embraer	EMB-145 LR	4B	2 269	20.0	4.1
Airbus	A320-200	4C	2 480	33.9	8.7
BAC	1-11-200	4C	1 884	27.0	5.2
	1-11-300	4C	2 484	27.0	5.2
	1-11-400	4C	2 420	27.0	5.2
	1-11-475	4C	2 286	28.5	5.4
	1-11-500	4C	2 408	28.5	5.2
Boeing	B727-100	4C	2 502	32.9	6.9
	B727-200	4C	3 176	32.9	6.9
	B737-100	4C	2 499	28.4	6.4
	B737-200	4C	2 295	28.4	6.4
	B737-300	4C	2 160	28.9	6.4
	B737-400	4C	2 550	28.9	6.4
	B737-500	4C	2 470	28.9	6.4
	B737-800	4C	2 090	34.3	7.0
	B737-900	4C	2 240	34.3	7.0
Fokker	F100	4C	1 840	28.1	6.0
Gulfstream Aero	G V	4C	1 863	28.5	5.1
Douglas	DC9-10	4C	1 975	27.2	5.9
	DC9-15	4C	1 990	27.3	6.0

Fuente: Doc.9157 AN901 Aerodrome Design Manual, Appendix 1 Aeroplane Classification by code number and letter, Part 1 Runways, pag. A1-4, ICAO, Third Edition, 2006.

Gráfica No. 18: Clave de referencia de aeródromo para la aeronave Boeing 727-200

APÉNDICE G

DIMENSIONES Y PENDIENTE DE SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTACULOS PARA PISTAS DESTINADAS AL DESPEGUE

**Tabla 4-2. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos
PISTAS DESTINADAS AL DESPEGUE**

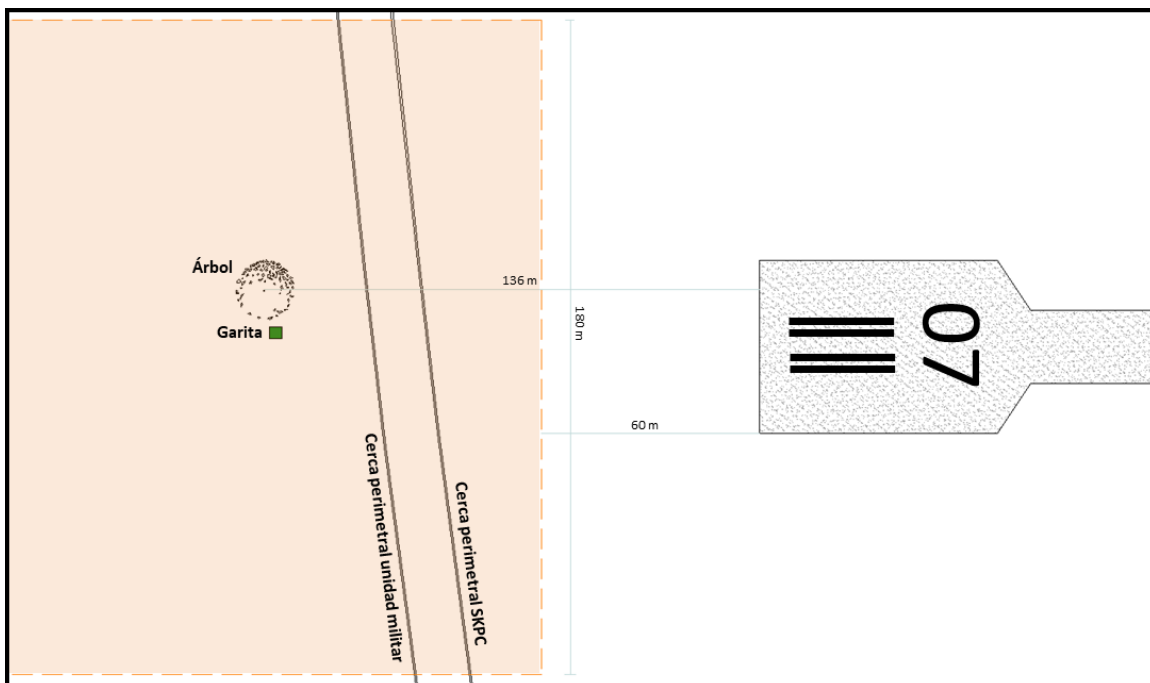
Superficie y dimensiones ¹	Número de clave		
	1	2	3 ó 4
(1)	(2)	(3)	(4)
DE ASCENSO EN EL DESPEGUE			
Longitud del borde interior	60M	80M	180M
Distancia desde el extremo de la pista ²	30m	60m	60m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	12.5%
Anchura final	380m	580m	1200m 1800m ³
Longitud	1600 m	2500 m	15000m
Pendiente	5%	4%	2%□
¹ Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente ² Superficie de ascenso en el despegue comienza en el extremo de la zona libre de obstáculos si la longitud de ésta excede de la distancia especificada. ³ 1800 m cuando la derrota prevista incluya cambios de rumbo mayores de 15° en las operaciones realizadas en IMC, o en VMC durante la noche. □ Véanse 14.4.2.24 .y 14.4.2.26.			

Tabla No. 11: Selección dimensiones y pendiente de la superficie limitadora de obstáculos para la cabecera 07 de SKPC

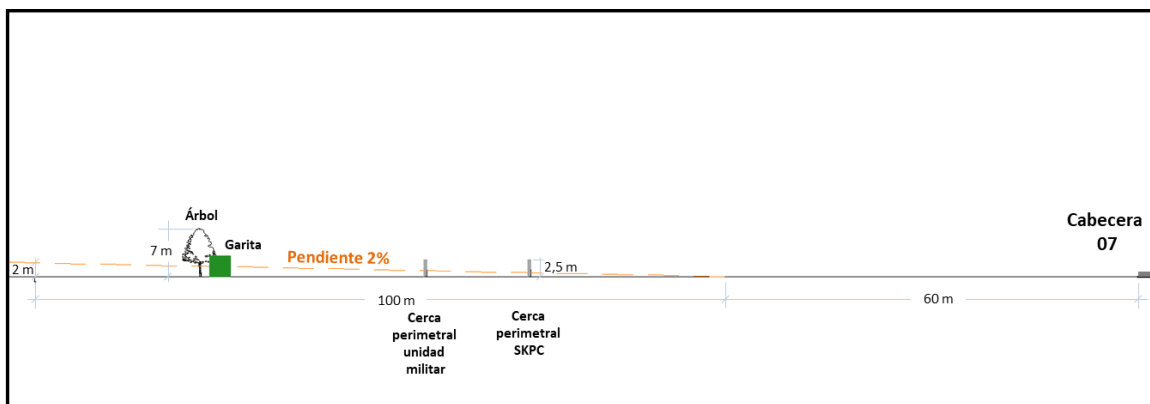
INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE H

PLANO SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS CABECERA O7 SKPC



Gráfica No. 19: Zona libre de obstáculos – cabecera 07 SKPC (Vista Superior)



Gráfica No. 20: Pendiente de la zona libre de obstáculos – cabecera 07 SKPC (Vista Lateral)

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE I

PLAN DE VUELO

El Plan de Vuelo presentado el 20 de diciembre de 2016 en la ruta SKPC-SKBO para la aeronave HK4544, identificada como KRE157, se desarrollaría bajo reglas de vuelo por instrumentos (I), modalidad de transporte aéreo no regular (N), con una hora prevista de salida a las 22:21 UTC (17:21HL), a una velocidad y altitud crucero de 440 nudos y 34000 ft respectivamente.

Otros datos incluyen una duración total de vuelo prevista de 01:05 horas, aeródromos alternos SKYP (Aeropuerto El Alcaraván, Yopal) y SKRG (Aeropuerto Internacional José María Córdova, Rionegro), una autonomía de vuelo de 04 horas y 05 personas a bordo.

REPÚBLICA DE COLOMBIA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL PLAN DE VUELO / Flight plan			
1109-16 DESTINATARIO(S) / Addressee(s)			
PRIORIDAD / Priority <<= FF =>	R x BFC		
HORA DE DEPÓSITO Filing Time	20/12/2016 <<=		
REMITENTE / Originator <<=			
IDENTIFICACIÓN EXACTA DEL (DE LOS) DESTINATARIO(S) Y/O DEL REMITENTE Specific identification of address(es) and/or originator			
3 TIPO DE MENSAJE Message Type <<= (FPL	7 IDENTIFICACIÓN AERONAVE Aircraft identification KRE 157	8 REGLAS DE VUELO Flight Rules I	TIPO DE VUELO Type of flight N <<=
9 NÚMERO Number 01	TIPO DE AERONAVE Type of aircraft B722	CAT. DE ESTELA TURBULENTO Wake turbulence cat /M	10 EQUIPO/Equipment WVC <<=
13 AERÓDROMO DE SALIDA Departure aerodrome SKPC		HORA Time 22:21 <<=	
15 VELOCIDAD DE CRUCERO Cruising speed N0440	NIVEL Level T1340	RUTA Route PCR UN 24 EYP UN 45 BUV BULAH DTC BOG	
16 AERÓDROMO DE DESTINO Destination aerodrome SKBO	EET TOTAL Total EET 01:05 MN	AERÓDROMO ALTN ALTN Aerodrome SKYP	2º AERÓDROMO ALTN 2nd ALTN Aerodrome SKRG <<=
18 OTROS DATOS Other information OPR KRE 157 REG HK 25			
INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA (EN LOS MENSAJES FPL NO HAY QUE TRANSMITIR ESTOS DATOS) Supplementary information (Not to be transmitted in FPL messages)			
19 AUTONOMÍA Endurance HR MN E / 04:00	PERSONAS A BORDO Persons on board P / 005	EQUIPO RADIO DE EMERGENCIA Emergency radio UHF VHF ELT R / U [X] E	
EQUIPO DE SUPERVIVENCIA / Survival Equipment POLAR DESÉRTICO MARÍTIMO SELVA Polar Desert Maritime Jungle S / R [X] M J		CHALECOS/Jackets LUZ J / A [X] U V	
BOTES NEUMÁTICOS / Dinghies NÚMERO CAPACIDAD Number Capacity D / 01 0010		CUBIERTA Cover C	
COLOR Y MARCAS DE LA AERONAVE / Aircraft colour and markings A / Blanco con franjas Rojas y Naranjas			
OBSERVACIONES / Remarks N			
PILOTO AL MANDO - (NOMBRE COMPLETO) / Pilot in command (full name) C /			
PRESENTADO POR / Filed by			
ESPACIO RESERVADO PARA REQUISITOS ADICIONALES Space reserved for additional requirements		FECHA / Date DIA/day MES/month AÑO/year 20 12 16	LICENCIA / License

Gráfica No. 21: Plan de Vuelo presentado en la ruta SKPC-SKBO el 20 de diciembre de 2017

APÉNDICE J

TAKEOFF/LANDING CARDS BOEING 727-200

TAKE OFF CARD			
T.O.G.W. 166,000 LBS.			
FLAPS	5°	15°	25°
V1 / VR	143	135	127
V2	159	150	141
FLAP 15° MIN MAN	-----	159	159
FLAP 2° MIN MAN	198	198	198
FLAP 0° MIN MAN	208	208	208
PRESSURE ALTITUDE	ADD 2 KNOTS TO V1/VR BETWEEN	ADD 4 KNOTS TO V1/VR BETWEEN	T/O EPR
7 a 9	-38°C & -11°C	-11°C & 40°C	CLIMB EPR
5 a 7	-16°C & 4°C	5°C & 49°C	
3 a 5	1°C & 31°C	32°C & 49°C	STAB TRIM
1 a 3	29°C & 40°C	41°C & 120°C	
-1 a 1	38°C & 49°C	-----	

Gráfica No. 22: Tarjeta utilizada probablemente por la tripulación para seleccionar las velocidades de despegue

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE K

ANÁLISIS DE PISTA PARA EL AEROPUERTO GERMÁN OLANO (SKPC) BOEING 727-200 – DROOP SYSTEM – FLAP'S 30°*

AEROSUCRE

727/200

ENG ANTI-ICE: OFF

TAKEOFF PERFORMANCE

PUERTO CARREÑO

A/C BLEEDS: OFF

FLAPS: 30*

GERMAN OLANO

ANTI-SKID: OPERATIVE

DROOP SYSTEM

RWY: 180 FT

NOSE BRAKE: REMOVED

ENG: PW JT8D-15

ELEV: 180 FT

TIRES: 225 MPH

RWY LENGHT 5.904 FT

PESOS VALIDOS DE ACUERDO A LA RESTRICCION PUBLICADA EN EL NOTAM A2994/16

MAX ALLOWABLE BRAKE RELEASE WEIGHT @ 0-WIND & LIMIT CODES					
LIMIT CODES: F=FIELD; B=BRAKE; T=TIRES; *=OBSTACLE; L=LEVEL-OFF					
OAT °C	MAX-T.O. E.P.R.	SEC. SEG.	07/25	FLAPS 30*	RUNWAYS
2				V1/VR/V2	
4					
6					
8	214/212	183000	176250	122/137	
10	214/213	183000	174750	122/137	
12	214/214	183000	173250	122/137	
14	214/215	183000	171750	122/137	
16	214/216	183000	170850	122/137	
18	214/217	183000	170550	122/137	
20	214/218	183000	170250	122/137	
22	214/219	183000	169950	119/133	
24	214/220	183000	169600	119/133	
26	214/221	183000	169000	119/133	
28	212/211	183000	168000	119/133	
30	211/211	180000	166500	119/133	
32	208/207	175000	164700	121/135	
34	207/206	173500	162900	121/135	
36	207/206	172500	161100	121/135	
38	206/204	168500	159300	119/133	
40	203/201	165500	157500	114/129	
42	201/200	163000	155900	114/129	
44	198/193	162500	154300	114/129	
46	198/193	158000	152600	114/129	
WIND CORRECTION:					
ADD 300 LBS/ HD		.250 05		LENGTH 7.000 L	
SUBT 1.100 LBS/ TW					

INSTRUCTIONS FOR ANTI-SKID INOP:

1. SUBTRACT BR WEIGHT AND V1 PENALTIES FOR ANTI-SKID INOP FROM THE T/O RUNWAY LIMITED GROSS WEIGHT AND ASSOCIATED (V1-6 300 lbs V1-15/ Kts)
2. SELECT VR + V2 FOR ACTUAL GROSS WEIGHT.
3. MAX.BRAKE RELEASE WEIGHT MUST NOT EXCEED STRUCTURAL LIMIT OF 197000LBS

AIRPORT RUNWAYS	FLAPS	WIND COMP KTS	ANTI-SKID ON		ANTI-SKID NOSE BKRS OFF	CLIMB LIMIT LGWS WTS/°C
			ALL BKRS ON	NOSE BKRS OFF		
			DRY // WET	DRY // WET	DRY // WET	
0.5/23	30	0-10	164.000	164.000	164.000	164.000
	40	0-10	142.500	142.500	142.500	142.500

JUN15/14

24.30.25.1B

Gráfica No. 23: Análisis de pista SKPC/B727-200/30**

APÉNDICE L

CARTA DE RENDIMIENTO BASADA EN AFM BOEING 727-200 QW

727-200
JT8D-15

BOEING 727
OPERATIONS MANUAL

**TAKEOFF
PERFORMANCE**

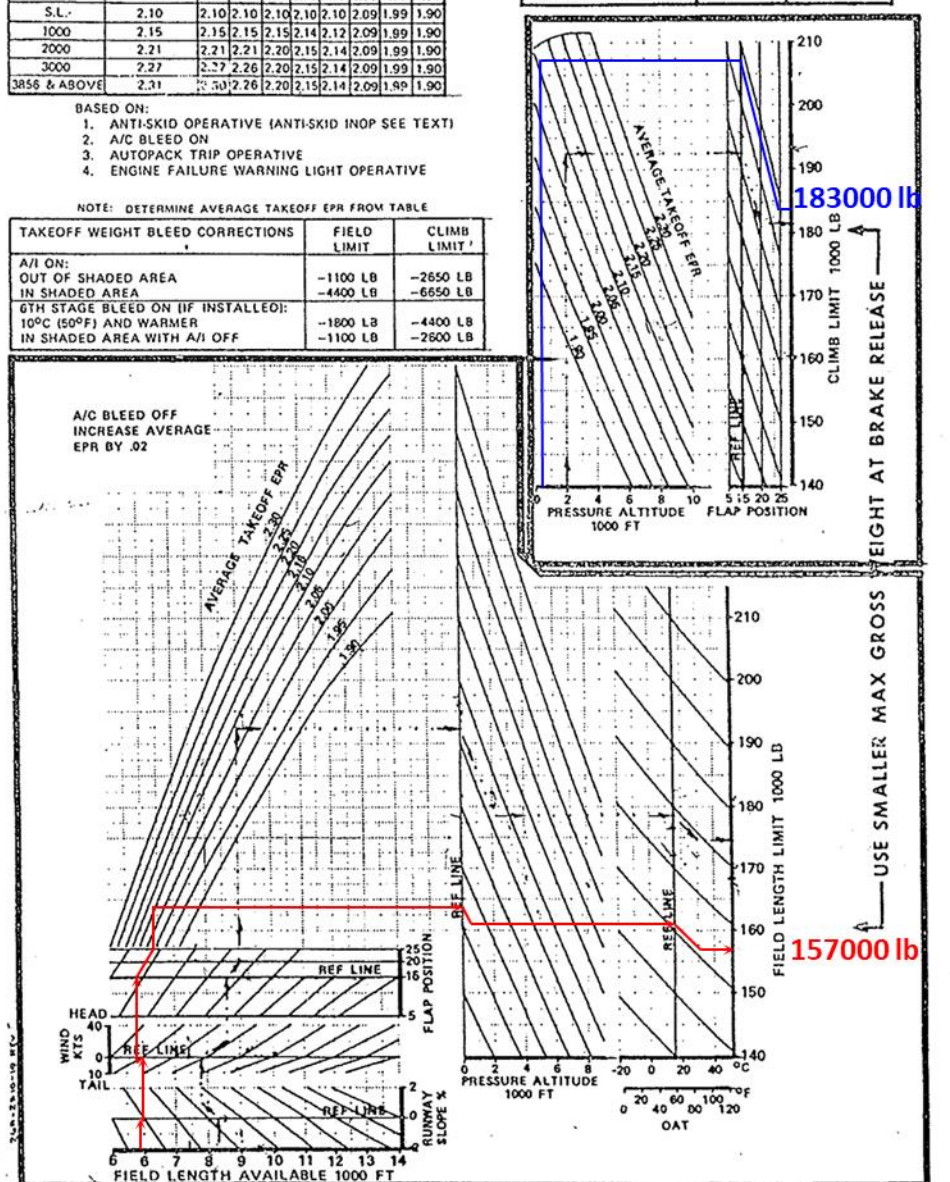
AVERAGE TAKEOFF EPR		A/C BLEED ON									
PRESS ALT	FT	F	55 TO -23	-20	-10	0	10	20	30	40	50
1000		2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	1.99	1.90	
S.L.		2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.09	1.99	1.90	
1000		2.15	2.15	2.15	2.15	2.14	2.12	2.09	1.99	1.90	
2000		2.21	2.21	2.21	2.20	2.15	2.14	2.09	1.99	1.90	
3000		2.27	2.27	2.26	2.20	2.15	2.14	2.09	1.99	1.90	
3856 & ABOVE		2.31	2.31	2.26	2.20	2.15	2.14	2.09	1.99	1.90	

- BASED ON:
1. ANTI-SKID OPERATIVE (ANTI-SKID INOP SEE TEXT)
 2. A/C BLEED ON
 3. AUTOPACK TRIP OPERATIVE
 4. ENGINE FAILURE WARNING LIGHT OPERATIVE

NOTE: DETERMINE AVERAGE TAKEOFF EPR FROM TABLE

TAKEOFF WEIGHT BLEED CORRECTIONS	FIELD LIMIT	CLIMB LIMIT
A/I ON:		
OUT OF SHADED AREA	-1100 LB	-2650 LB
IN SHADED AREA	-4400 LB	-6650 LB
6TH STAGE BLEED ON (IF INSTALLED):		
10°C (50°F) AND WARMER	-1800 LB	-4400 LB
IN SHADED AREA WITH A/I OFF	-1100 LB	-2600 LB

	CLIMB LIMIT	FIELD LIMIT
AUTOPACK TRIP INOP	-2700 LB	-800 LB
ENG FAIL WARN LT INOP	0	-2400 LB



2-L26A
May 18/84

JT8D-15

24.10.19

Gráfica No. 24: Rendimiento en despegue B727-200 – Motor P&W JT8D-15

APÉNDICE M

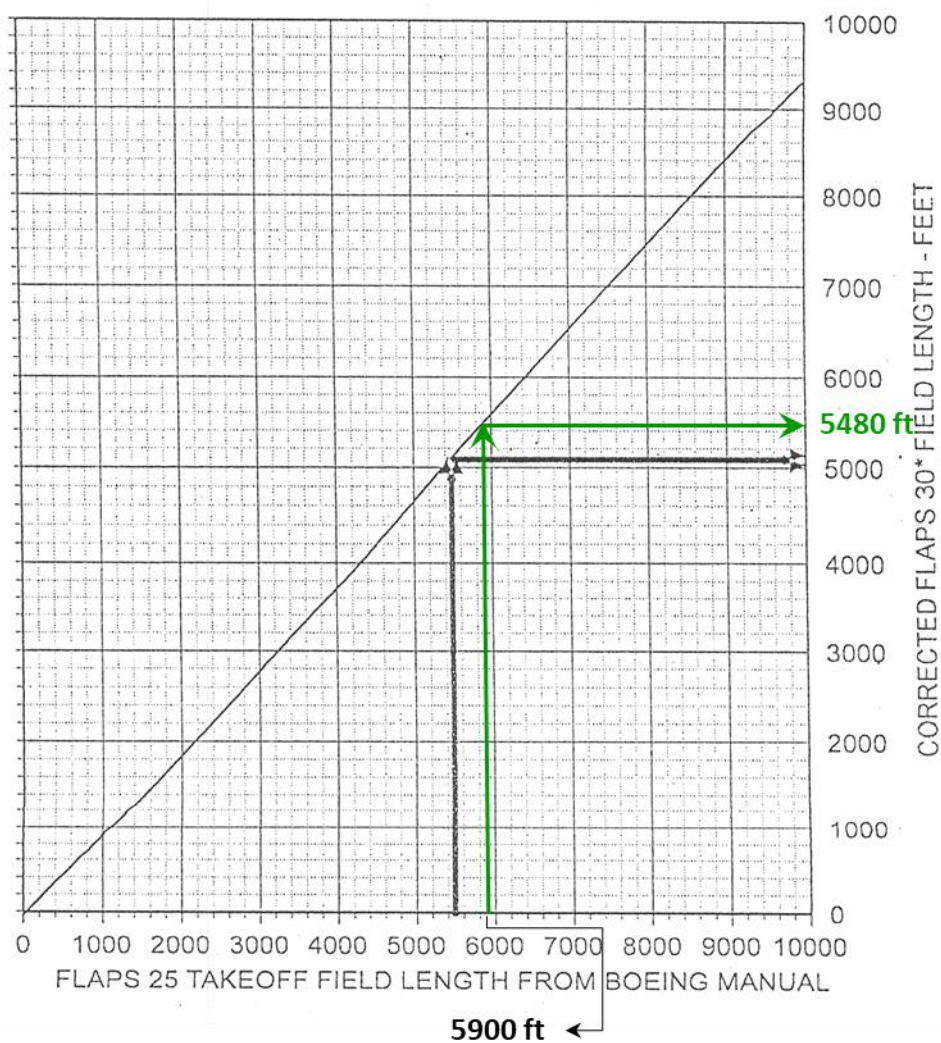
CARTA DE RENDIMIENTO BASADA EN AFM SUPPLEMENT BOEING 727-200 QW



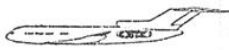
AIRPLANE FLIGHT MANUAL SUPPLEMENT

PERFORMANCE

B727-200QW

FLAPS 30* TAKEOFF FIELD LENGTH
CORRECTION**Gráfica No. 25:** Corrección por Droop System 30^a* - Longitud de pista

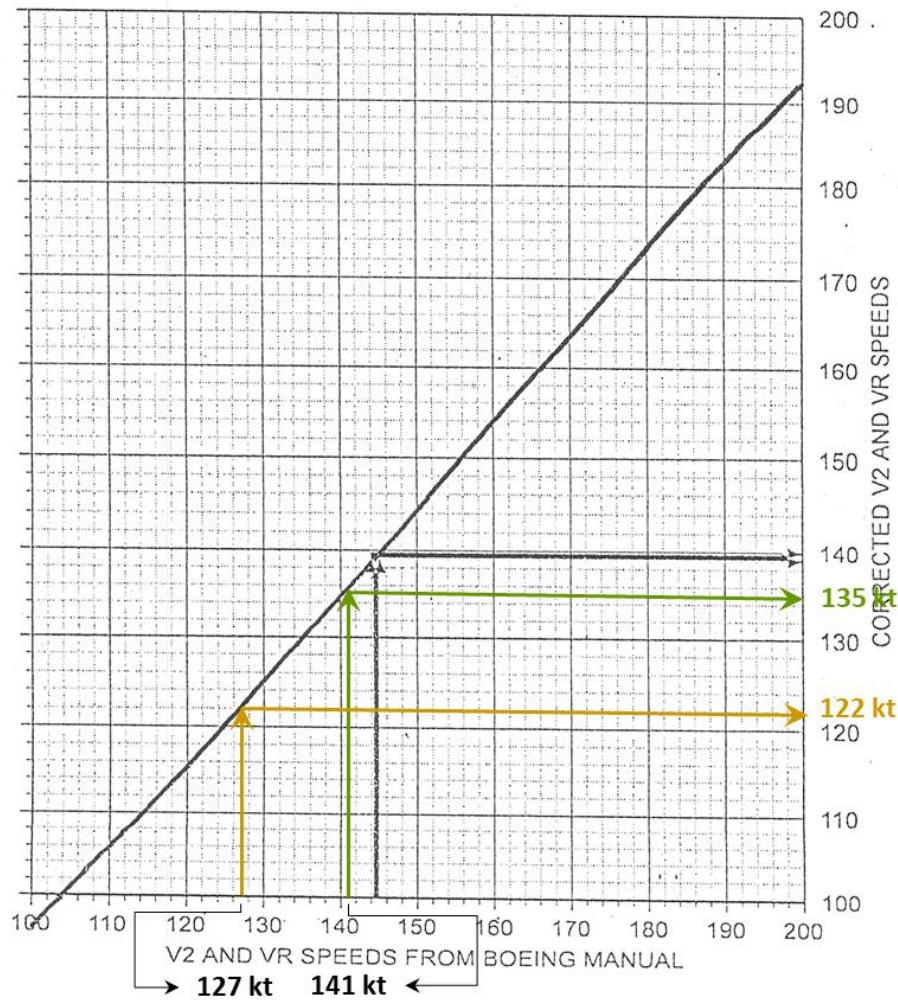
INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



AIRPLANE FLIGHT MANUAL SUPPLEMENT

PERFORMANCE

B727-200QW

FLAPS 30* TAKEOFF SPEED
CORRECTIONS

Gráfica No. 26: Corrección por Droop System 30^a* - V₁/V_R y V₂

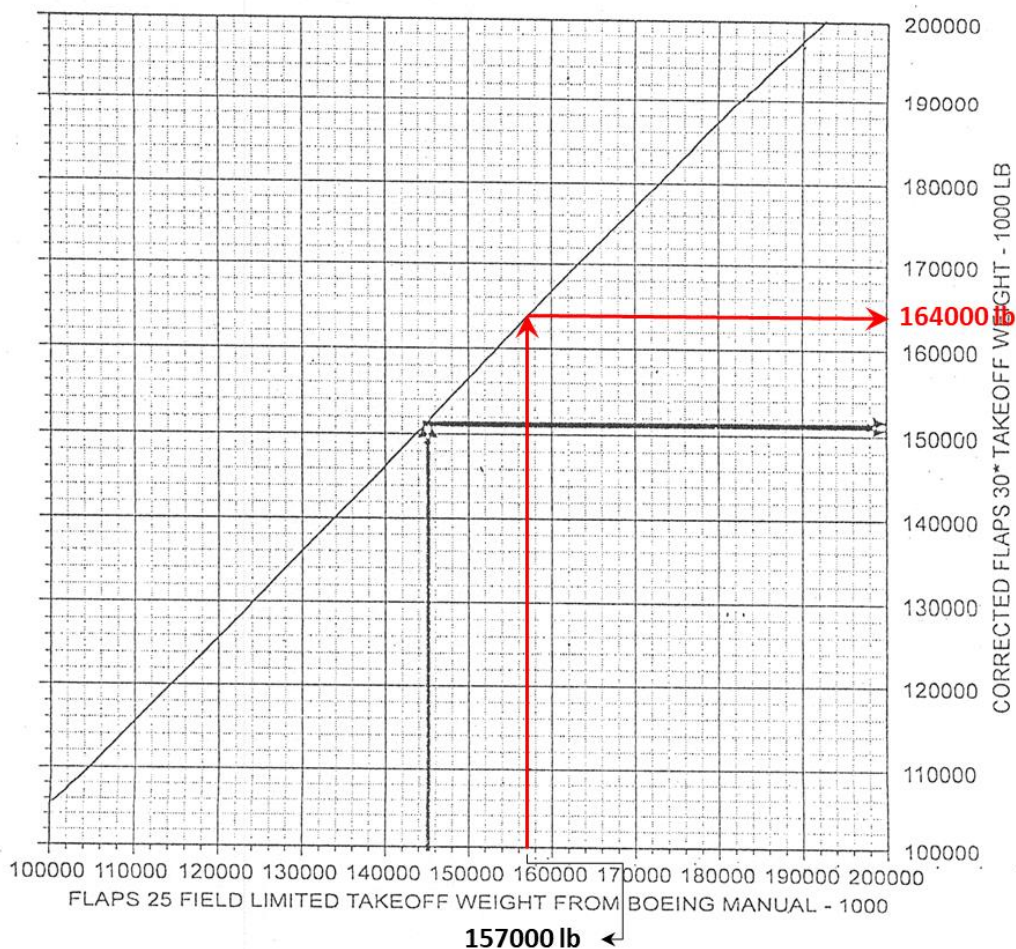
INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



AIRPLANE FLIGHT MANUAL SUPPLEMENT

PERFORMANCE

B727-200QW

FLAPS 30* TAKEOFF WEIGHT
CORRECTION

Gráfica No. 27: Corrección por Droop System 30^a* - Peso límite de despegue

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO



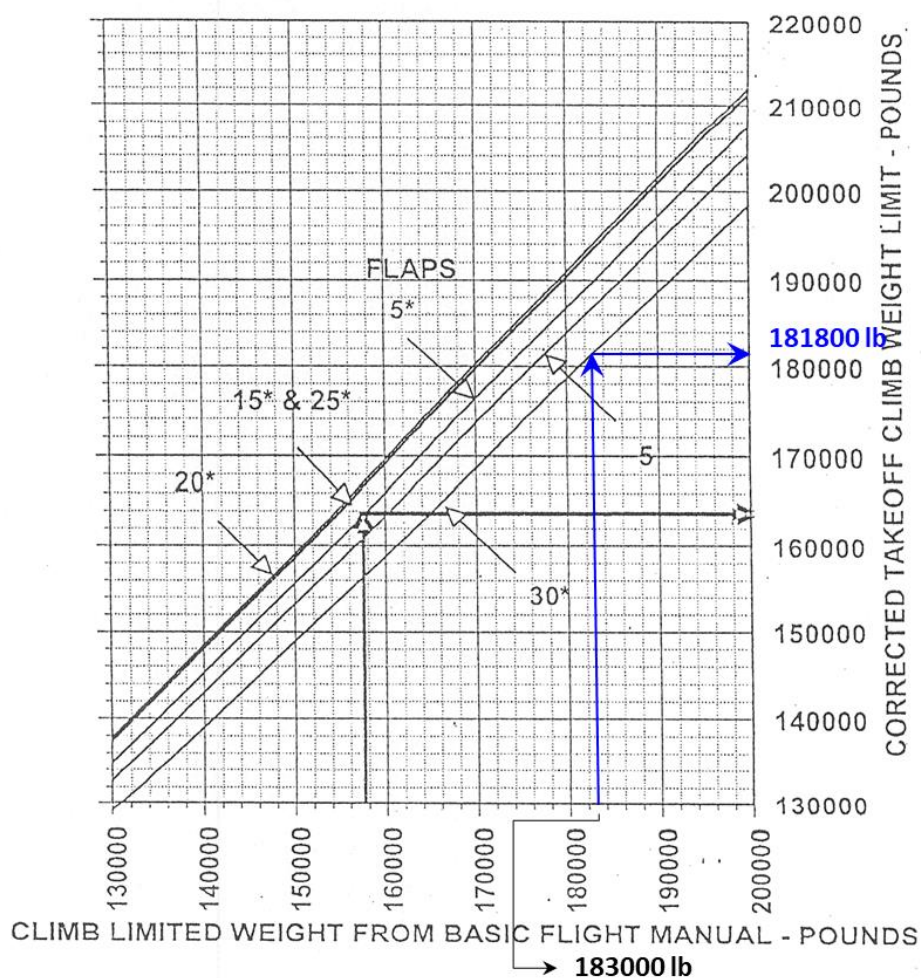
AIRPLANE FLIGHT MANUAL SUPPLEMENT

PERFORMANCE

B727-200QW

TAKEOFF WEIGHT CORRECTIONS

Droop System
Normal Takeoff



Gráfica No. 28: Corrección por Droop System 30° - Peso límite en ascenso

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE N

GRÁFICA AJUSTE LONGITUD DE PISTA DISTANCIA DE ACELERACIÓN PARADA

APÉNDICE O

CÁLCULO DE DISTACIAS DE DESPEGUE PARA LAS VELOCIDADES DE ROTACIÓN SELECCIONADA Y CORREGIDA

Punto	SRN	Velocidad inicial (V ₀)	Aceleración promedio ($\ddot{a}$)	Distancia (x)	Coordenadas
A	5112	127 nudos (65.33 m/s)	0.165 g (1.61 m/s ²)	≈308 m	N6°10'54.75" W067°29'53.49"
B	5110	122 nudos (62.76 m/s)	0.165 g (1.61 m/s ²)	≈411 m	N6°10'56.50" W067°29'50.68"

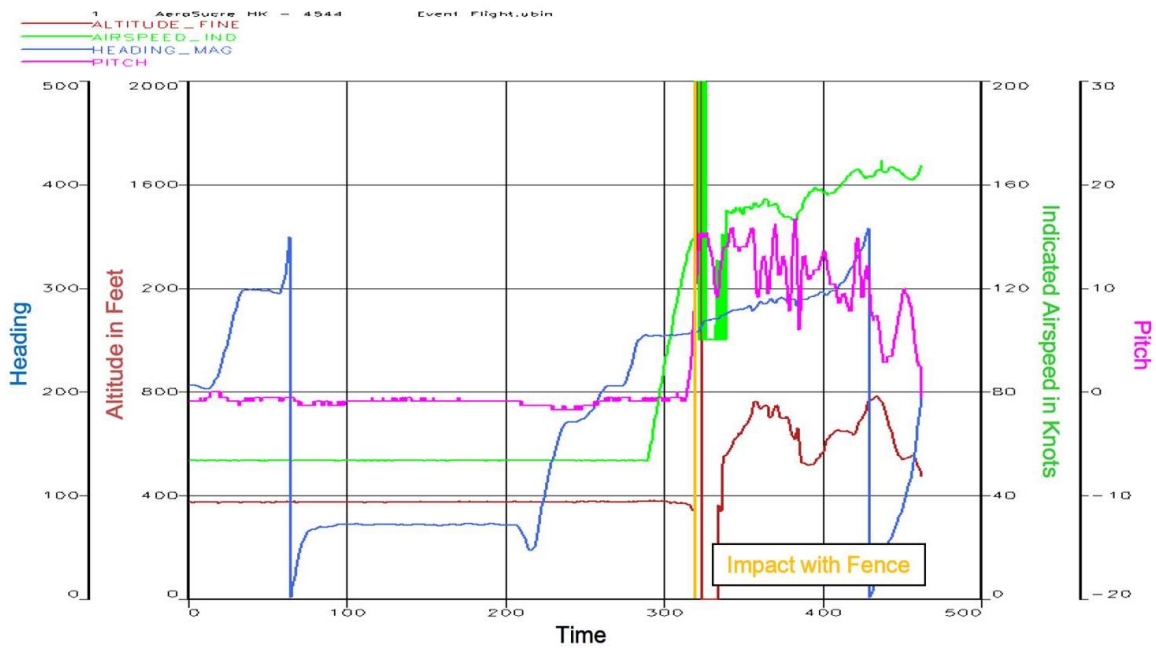
Tabla No. 12: Cálculo de distancias y posición de la aeronave durante la carrera de despegue

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE P

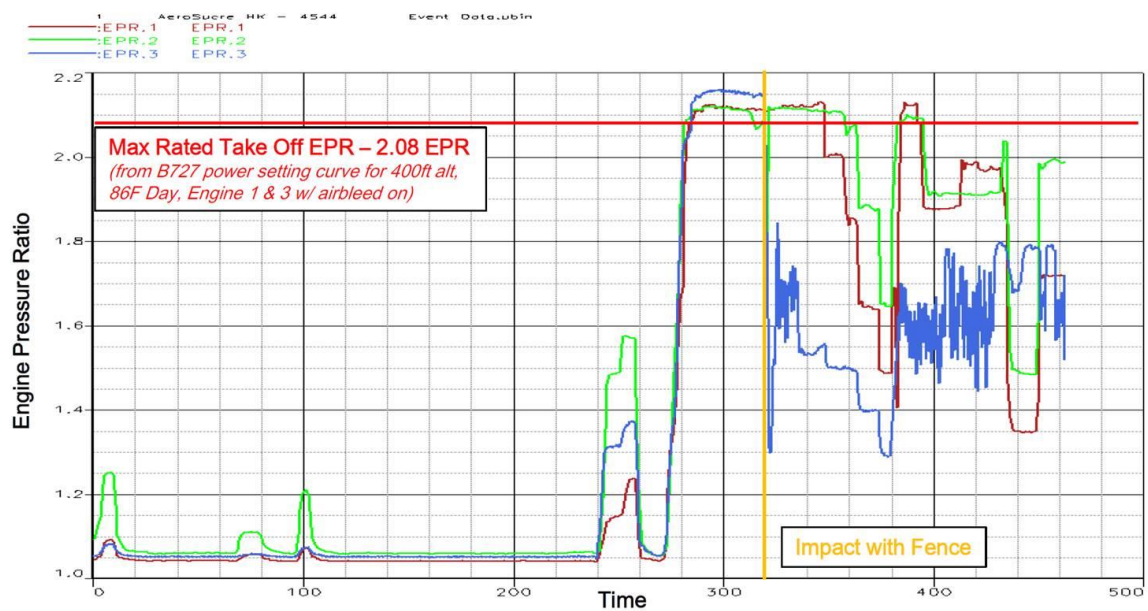
ANÁLISIS DE LOS MOTORES JT8D-15, JT8D-15A REALIZADO POR PRATT&WHITNEY

DESCRIPCIÓN DEL VUELO



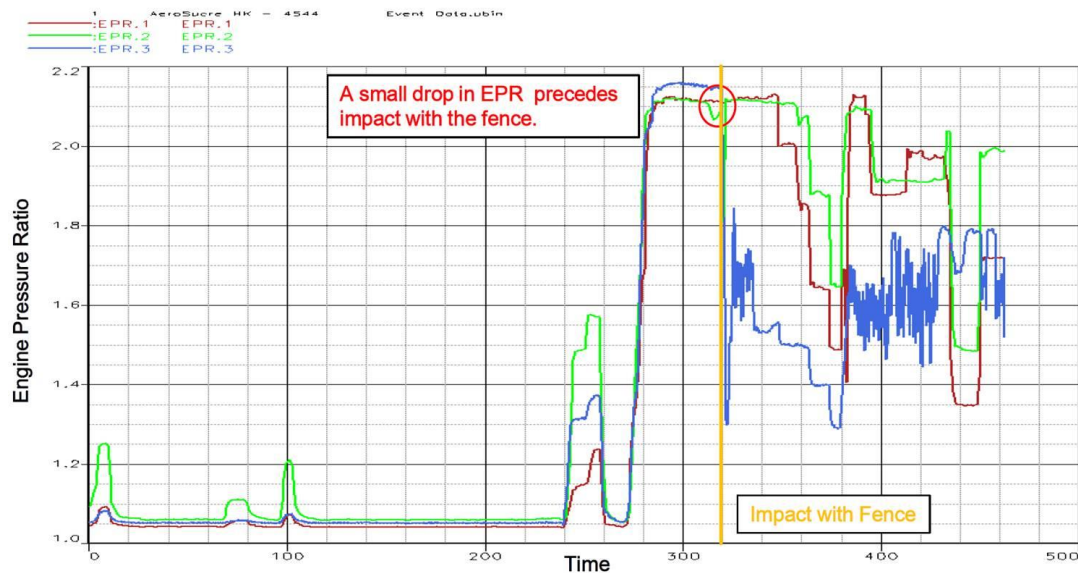
EPR vs TIEMPO

Las tendencias generales del gráfico EPR son consistentes con el rodaje y el despegue. El EPR estimado para el despegue de 2.1 fue alcanzado.



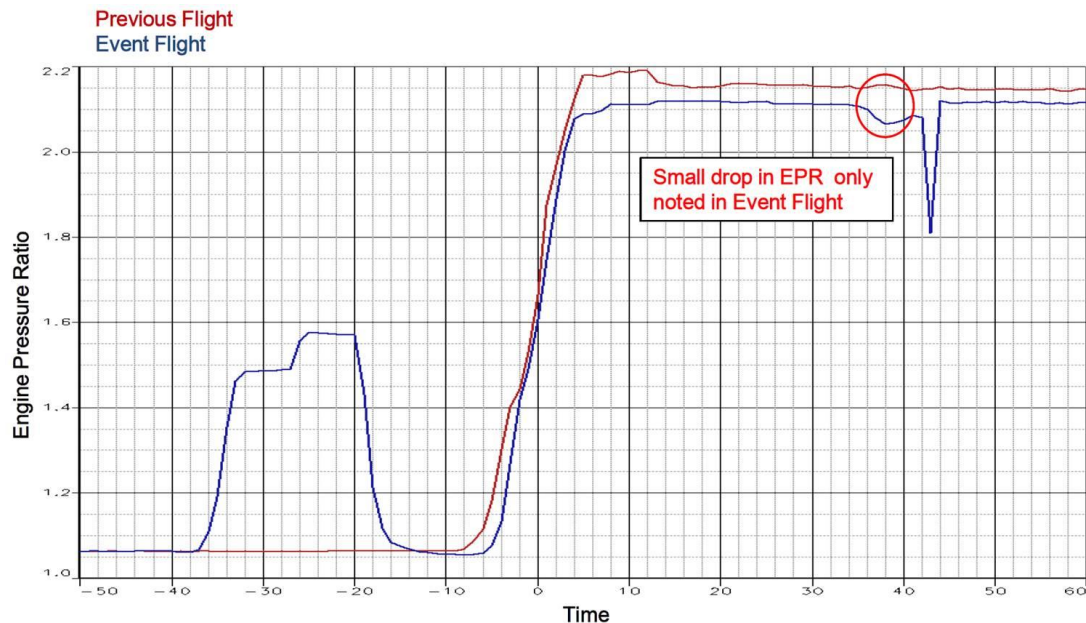
EPR vs TIEMPO

La disminución de EPR en el Motor No.2 se notó durante la operación de alta potencia. La pérdida de empuje estimada justo antes del impacto con la cerca es de aproximadamente 800 libras.



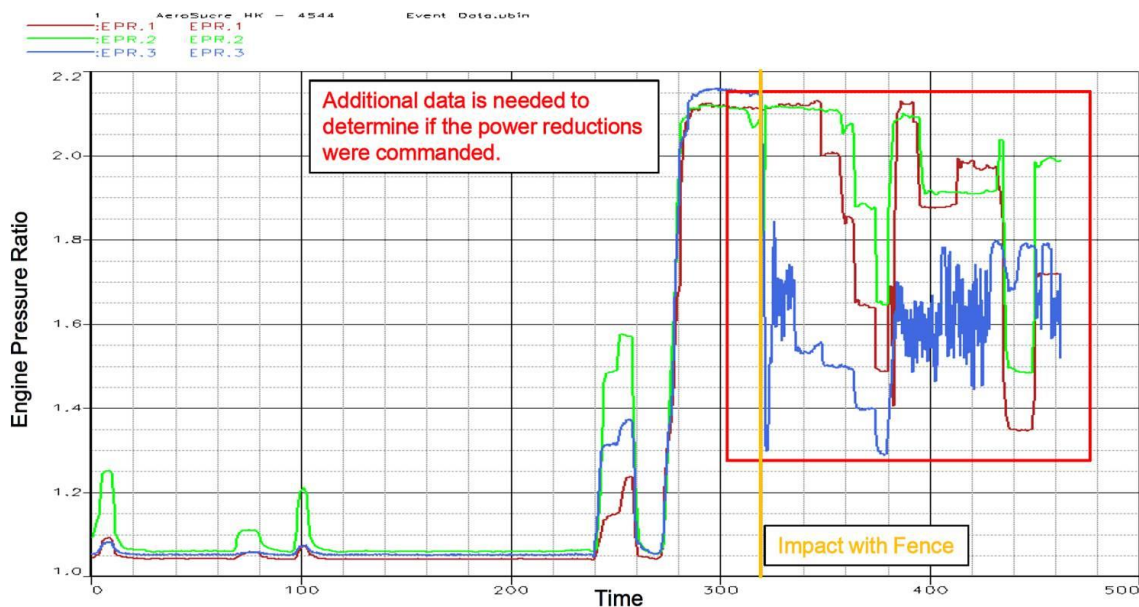
COMPARACIÓN CON EL VUELO ANTERIOR (MOTOR No.2)

Una comparación con el vuelo anterior no muestra la misma caída en EPR durante el despegue.



EPR vs TIEMPO

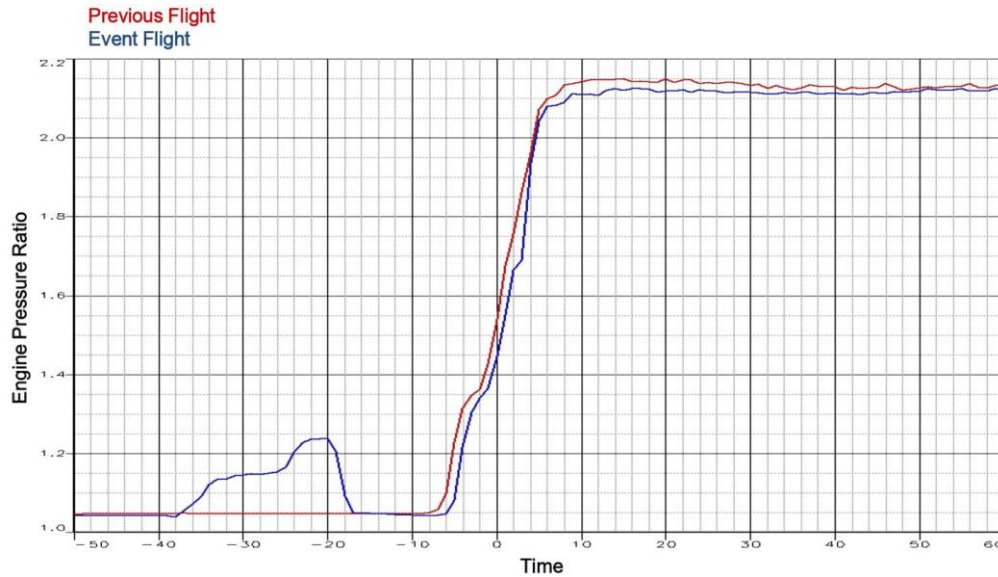
Tras el impacto con la valla, el parámetro EPR del motor No.3 presentó pérdida de potencia, la cual no se recuperó; así mismo experimentó fluctuación repentina (Surge) cada vez que el EPR alcanzó ~ 1.7 . El motor No.2 sufrió una caída del EPR y luego volvió a la potencia de despegue. Poco después, los motores No.1 y No.2 experimentaron lo que parecen ser una serie de reducciones de EPR.



INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

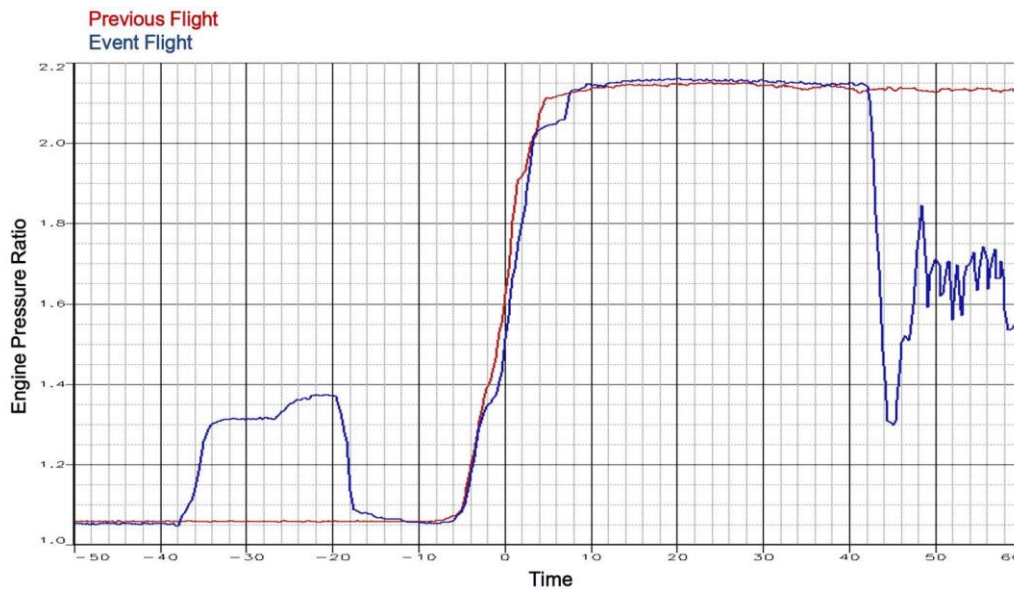
COMPARACIÓN CON EL VUELO ANTERIOR (MOTOR No.1)

El motor No.1 mostró tendencias similares en la relación de presión del motor antes y durante el despegue tanto para el evento analizado como para el vuelo anterior.



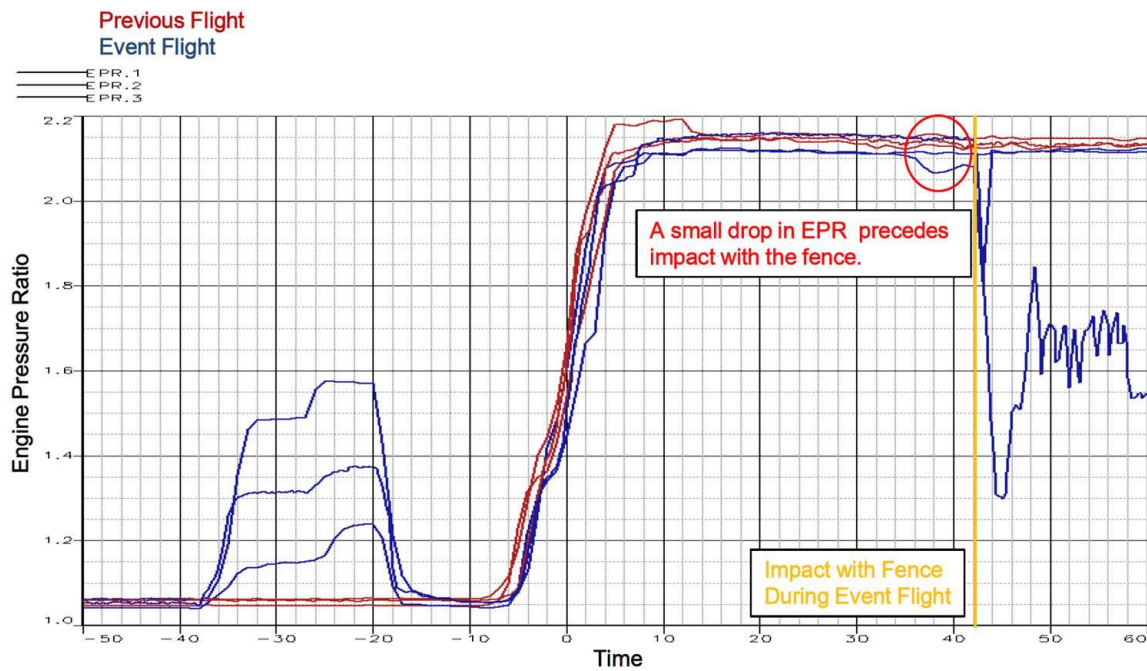
COMPARACIÓN CON EL VUELO ANTERIOR MOTOR No.3

El motor No.3 mostró tendencias similares en la relación de presión del motor antes y durante el despegue tanto para el evento analizado como para el vuelo anterior.



COMPARACIÓN CON EL VUELO ANTERIOR

La principal diferencia entre el vuelo del evento y el vuelo anterior es una ligera caída en el EPR del motor No.2 justo antes del impacto con la cerca.



INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

APÉNDICE Q

ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

La revisión 69 de las Especificaciones de Operación de fecha 12 de noviembre de 2013, detalla el listado de rutas y aeropuertos autorizados para la operación en el territorio colombiano con la flota de aeronaves Boeing 727 y Boeing 737 pertenecientes a la empresa AEROSUCRE S.A.:

 República de Colombia Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil Secretaría de Seguridad Aérea ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN 					
Empresa	AEROSUCRE S.A.			CDO N°	009
Sección	PARTE B	2	62	Efectividad	12-NOV-2013

PARTE B-1 OPERACIONES DENTRO DEL TERRITORIO NACIONAL					
Operaciones de aeronaves dentro del territorio del Estado: Se autoriza a las aeronaves de la Empresa, a realizar operaciones en las rutas y aeródromos siguientes de la República de Colombia, relacionados a continuación, con las aeronaves Boeing 727 y Boeing 737-200 A) Rutas o tramos de rutas establecidos por la U.A.E.A.C. o por otros organismos competentes del Estado					
RUTAS	AEROPUERTO	TIPO AERONAVE	ALTERNOS	MEA	TIPO APROX.
De Bogotá a:	El Dorado	B-727 y B-737	CLO-RNG	150	VOR-DME-ILS
BOG - BAG.	Palo Negro	B-727 y B-737	BOG-RNG	150	VOR-DME-NDB
BOG - RNG.	Jose Maria Cordova	B-727 y B-737	BOG-CLO	160	VOR-DME-ILS
BOG - BAQ.	Ernesto Cortissoz	B-727 y B-737	CTG-RNG	170	VOR-DME-ILS
BOG - CLO.	Alfonso Bonilla Aragon	B-727 y B-737	BOG-RNG	170	VOR-DME-ILS
BOG - LET.	Alfredo Vasquez Cobo	B-727 y B-737	IQT	160	VOR-DME-NDB
BOG - ADZ.	Rojas Pinilla	B-727 y B-737	PTY-TIO	160	VOR-DME-NDB
BOG - MTR.	Los Garzones	B-727 y B-737	RNG-CTG	120	VOR
BOG - CUC.	Camilo Daza	B-727 y B-737	BOG-RNG	150	ILS-VOR-NDB
BOG - PEI.	Matecaña	B-727 y B-737	CLO-RNG	200	VOR-DME
BOG - CTG.	Rafael Nuñez	B-727 y B-737	RNG-BAQ	170	VOR-DME-NDB
BOG - PSO.	Antonio Nariño	B-727 y B-737	CLO-BOG	170	VFR
BOG - AUC.	Santiago Perez	B-727 y B-737	EYP-EDR	170	VOR-DME
BOG - VUP.	alfonso Lopez	B-727 y B-737	SMR-BAQ	170	VOR-DME-NDB
BOG - RHC.	Almirante Padilla	B-727 y B-737	BAQ-CTG	170	NDB
BOG - SMR.	Simon Bolivar	B-727 y B-737	RNG-CTG	170	NDB
BOG - MVP	Mitú	B-737	EYP-BOG	170	VOR
BOG - EYP	Alcaravan	B-727 y B-737	BOG-RNG	170	VOR
BOG - TCO	Tumaco- La Florida	B-737	CLO-PEI	170	VOR
BOG - LCE	Antonio R Betancourt	B-727 y B-737	RNG-CTG	170	VOR
BOG - IDA	Pto Inirida Obando	B-727 y B-737	BOG-RNG	170	VOR

Gráfica No. 30: Especificaciones de Operación, Parte B Autorizaciones y restricciones en ruta, pág. 2

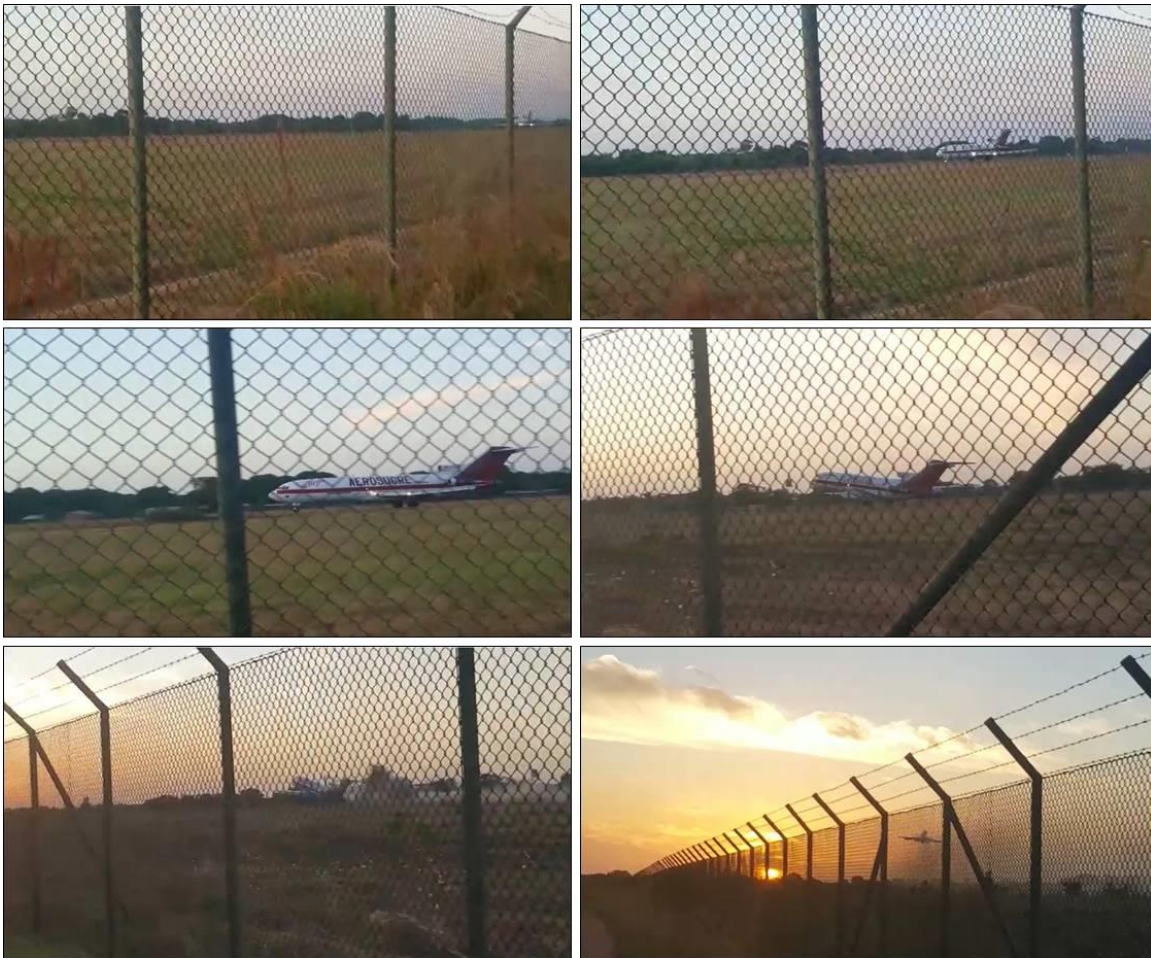
APÉNDICE Q

REGISTROS FÍLMICOS

1) Registro fílmico A

Grabación de 00:40 segundos de duración, realizada sobre la calle 6 en seguimiento paralelo a la pista del aeropuerto, cubriendo el costado izquierdo de la trayectoria de vuelo y en la cual se observa:

- Momento y ubicación del inicio de rotación de la aeronave.
- Instante de la colisión de la aeronave contra la garita y el árbol.
- Continuación de la trayectoria de vuelo y señales de fuego en la tobera del motor No.3.



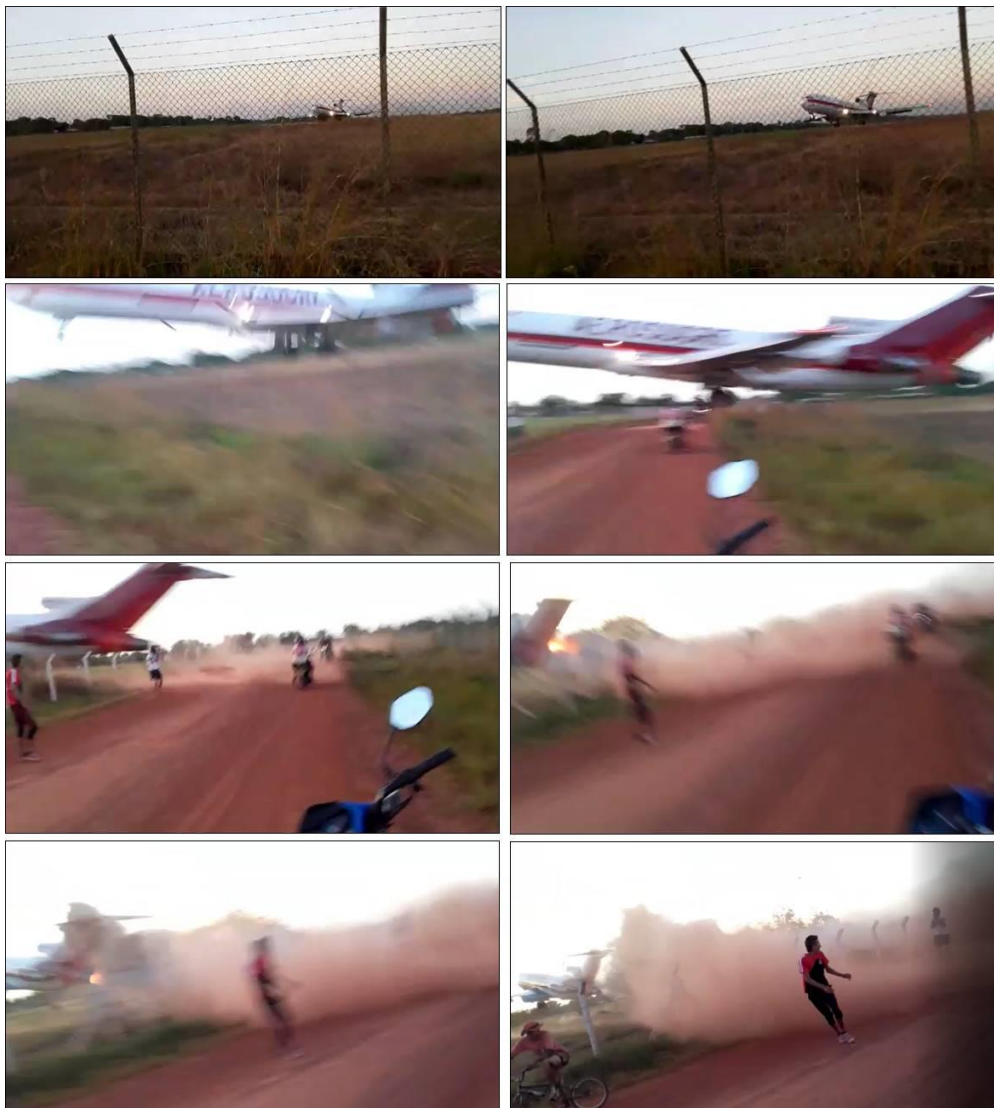
Fotografía No. 15: Mosaico de imágenes del registro fílmico A

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

2) Registro fílmico B

Video con una duración de 00:49 segundos, tomado en la calle contigua a la cabecera 07 de SKPC, muestra el costado izquierdo de la trayectoria de despegue de la aeronave HK4544, en cual se detalla:

- Inicio de la rotación de la aeronave y vuelo sobre el umbral de la cabecera 07.
- Colisión contra la malla perimetral del aeropuerto y contra la garita y el árbol ubicados al interior de una unidad militar.
- Evidencia de fuego en el motor No.3.



Fotografía No. 16: Mosaico de imágenes del registro fílmico B

3) Registro fílmico C

Grabación con una duración 01:07 minutos, tomada en la calle adyacente al aeropuerto, sigue el movimiento de la aeronave por el costado izquierdo de la trayectoria de vuelo, mostrando:

- Desplazamiento y rotación de la aeronave en la pista.
- Presencia de aves al final de la cabecera 07.
- Aplastamiento de la malla perimetral del aeropuerto.
- Impacto de la aeronave contra la caseta de seguridad y el árbol.



Fotografía No. 17: Mosaico de imágenes del registro fílmico C

4) Registro fílmico D

Grabación de 01:07 minutos de duración, tomada desde un lugar no determinado de la zona circundante al aeropuerto Germán Olano, muestra momentos previos y posteriores al accidente de la aeronave HK4544, en los cuales se observa:

- Circuito de vuelo y eyección de combustible.
- Actitud final de la aeronave.
- Impacto contra el terreno y conflagración del combustible.



Fotografía No. 18: Mosaico de imágenes del registro fílmico D

INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES AREOS

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5°.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +57 1 2963186

Bogotá D.C - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA
GSAN-4.5-12-035



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL