



**UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL
SECRETARIA DE SEGURIDAD AÉREA**

GRUPO INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

INFORME ACCIDENTE DE AVIACIÓN

INTRODUCCIÓN

TITULO

MATRICULA:	N189AX
MARCA:	MC DONNELL DOUGLAS
MODELO:	DC-10-30F
PROPIETARIO:	XS AVIATION
EXPLOTADOR:	CENTURION AIR CARGO
LUGAR DEL ACCIDENTE:	EL DORADO, BOGOTA
FECHA DEL ACCIDENTE:	ABRIL 28 DE 2004
HORA DEL ACCIDENTE:	03:56 H.L.



**SINOPSIS**

Luego de un vuelo de transporte no regular de carga desde Miami el DC-10-30F de matrícula N-189AX procedió a solicitar y ejecutar un descenso de alta velocidad hacia el fijo de aproximación final localizado en el VOR de Bogotá. La tripulación fue autorizada a realizar una final directa a la pista 13 izquierda; el avión mantuvo altas velocidades durante el procedimiento que lo llevaron a sentar ruedas mas allá de la zona de toque a tierra. El empleo de reversibles en los motores 1 y 3 y de frenos no fue suficiente para detenerse en la pista remanente que estaba mojada; el avión se salió al final de la cabecera y rodó por otros 425 metros hasta detenerse cerca de unas construcciones sin lesiones para la tripulación pero con daños mayores al avión que hicieron impráctica su recuperación.

1. INFORMACIÓN FACTUAL**1.1 ANTECEDENTES DEL VUELO**

El vuelo que realizaba la empresa CENTURION AIR CARGO hacía parte de una operación de transporte de carga no regular desde la ciudad de Miami hacia Bogota para Líneas Aéreas Suramericana S.A.

1.2 LESIONES A PERSONAS

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	--	--	--	--
Graves	--	--	--	--
Leves/Ilesos	03	--	03	--
TOTAL	03	--	03	--

1.2.1 NACIONALIDADES DE LA TRIPULACIÓN Y LOS PASAJEROS

El capitán de la aeronave posee la nacionalidad Venezolana, mientras que el primer oficial y el ingeniero de vuelo son de nacionalidad Estadounidense.

1.3 DAÑOS SUFRIDOS POR LA AERONAVE

En el proceso de parada el avión perdió los trenes principales y de nariz, el tren izquierdo se separó del conjunto de ruedas que quedaron aparte de la senda de impacto, los motores uno y tres se desprendieron con las barquillas de las alas, dos terceras partes del estabilizador izquierdo se separaron de la estructura y la parte inferior del fuselaje sufrió golpes y desgarres de la piel exterior durante la parte final del frenado.



1.4 OTROS DAÑOS

El avión impactó la cerca perimetral del aeropuerto El Dorado destruyendo una sección de aproximadamente 120 metros; adicionalmente las antenas del localizador del ILS de la pista 13 izquierda fueron derribadas totalmente al paso de la aeronave.

1.5 INFORMACIÓN PERSONAL

PILOTO

NOMBRE: MIGUEL
 APELLIDOS: GIL ALTAGRACIA
 NACIONALIDAD: VENEZOLANA
 EDAD: 56 AÑOS
 LICENCIA No.: FAA 2190883
 CERTIFICADO MEDICO: PRIMERA CLASE ABRIL 27 / 2004
 EQUIPOS VOLADOS COMO PILOTO: B-747, DA-10, DA-50, DC-8, DC-9, G-159, LR-JET
 ÚLTIMO CHEQUEO EN EL EQUIPO: ABRIL 17 DE 2004
 TOTAL HORAS DE VUELO: APROXIMADAMENTE 10.826
 TOTAL HORAS EN EL EQUIPO: 1338 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 90 DÍAS: 229:43 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 30 DÍAS: 74:37 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 7 DÍAS: 21:04 HORAS

COPILOTO

NOMBRE: HANS-PETER
 APELLIDOS: DESCHLER
 NACIONALIDAD: ESTADOUNIDINENSE



EDAD: 49 AÑOS
 LICENCIA No.: FAA 2268651
 CERTIFICADO MEDICO: PRIMERA CLASE 24 / 09 / 2003
 EQUIPOS VOLADOS COMO PILOTO: B-727, B-737, CE-500
 ÚLTIMO CHEQUEO EN EL EQUIPO: MAYO 09 DE 2003
 TOTAL HORAS DE VUELO: APROXIMADAMENTE 8.386
 TOTAL HORAS EN EL EQUIPO: 1140 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 90 DÍAS: 232:06 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 30 DÍAS: 96:02 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 7 DÍAS: 37:19 HORAS

INGENIERO DE VUELO

NOMBRE: JUAN CARLOS
 APELLIDOS: DOMÍNGUEZ
 NACIONALIDAD: ESTADOUNIDINENSE
 EDAD: 37 AÑOS
 LICENCIA No.: FAA 266976478
 CERTIFICADO MEDICO: PRIMERA CLASE JUNIO 27 / 2004
 ÚLTIMO CHEQUEO EN EL EQUIPO: AGOSTO 09 DE 2003
 TOTAL HORAS DE VUELO: APROXIMADAMENTE 3.800
 TOTAL HORAS EN EL EQUIPO: APROXIMADAMENTE 1500
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 90 DÍAS: 116:14 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 30 DÍAS: 21:29 HORAS
 HORAS DE VUELO ÚLTIMOS 7 DÍAS: 0:00 HORAS



1.6 INFORMACIÓN SOBRE LA AERONAVE

MARCA:	MC DONNELL DOUGLAS
MODELO:	DC-10-30F
SERIE No.:	48277
MATRICULA:	N189AX
FECHA DE FABRICACIÓN:	15 ABRIL 1981
CERTIFICADO MATRICULA:	FAA 3 JUNIO 2002
CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD:	FAA 28 JUNIO 2002
FECHA ÚLTIMA INSPECCIÓN TIPO:	18 ABRIL 2004 "A"
FECHA ULTIMO SERVICIO:	26 ABRIL 2004
TOTAL HORAS DE VUELO:	77.864 HORAS
TOTAL CICLOS:	12224

1.7 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Los reportes meteorológicos para el aeropuerto de El Dorado el día del accidente son los siguientes:

A las 2:00 hora local el viento estaba variable con 2 nudos de intensidad, la visibilidad mayor a 10 kilómetros, llovizna ligera, nubes quebradas a 2000 pies y a 8000 pies, la temperatura del aire era de 11° centígrados y la del punto de rocío 11° centígrados, ajuste altimétrico 3039, sin fenómenos significativos reportados.

A las 3:00 hora local el viento estuvo variable con dos nudos de intensidad, la visibilidad mayor a 10 kilómetros, chubascos en las vecindades, nubes dispersas a 2000 pies y quebrado a 8000pies, la temperatura del aire era de 11° centígrados y la del punto de rocío 11° centígrados ajuste altimétrico 3032.

Adicionalmente la llovizna ligera comenzó de acuerdo al reporte meteorológico METAR de Bogotá a las 23:00 del día anterior y cambió su intensidad a chubasco a las 3:00 de la mañana.



No hubo emisión de SIGMET en la madrugada de ese día y el ATIS estuvo reportando las condiciones meteorológicas en la frecuencia del VOR de Bogotá.

1.8 AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

Para la ruta de llegada empleada por la tripulación el TMA de Bogotá dispone del VOR de Mariquita en la frecuencia 116,1 Mhz. distante 42 millas del VOR de Bogotá que es el fijo inicial para el procedimiento ILS a la pista 13 izquierda, este VOR opera en la frecuencia 113,9 Mhz con transmisión de ATIS y está en el mismo punto que un NDB que opera en la frecuencia 340 Khz. Hay disponibles dos puntos fijos de aproximación inicial que sirven como rutas de llegada a Bogotá y son el NDB de Ambalema en la frecuencia 300 Khz. distante 27 millas del VOR de Bogotá y la intersección UTICA distante 20 millas del fijo inicial de Bogotá.

El ILS para la pista 13 izquierda posee un marcador exterior con radiobaliza en la frecuencia 244 Khz y un marcador intermedio con radiobaliza en la frecuencia 264 Khz, el ILS posee un gradiente de 3.30° y trabaja en la frecuencia 109,9 Mhz adicionalmente hay un NDB llamado ROMEO en la frecuencia 274 Khz como ayuda para el procedimiento de aproximación frustrada.

La pista posee luces PAPI con un ángulo de 3.3°, luces tipo HIRL CL HIALS y sistema de medición de visibilidad en pista.

1.9 COMUNICACIONES

La siguiente es una transcripción de las comunicaciones sostenidas con los diferentes centros de control por la tripulación del N189AX.

BC (Bogotá control), BA (Bogotá llegadas), BT (Bogotá torre de control), SA (Suramericana 325), FW (Florida West 533)

BOGOTA CONTROL

03:42:11SA Bogotá, suramericana 325
 03:42:27SA Bogotá, suramericana 325 request
 03:42:49SA Bogotá, suramericana 325
 03:43:14BC ...suramericana 325
 03:43:17FW suramericana 325, florida west 533 how do you read?
 03:43:21SA five by five uh, florida west
 03:43:24FW okay yeah, descend and maintain two zero zero per uh,
 Bogotá



- 03:43:30SA okay, descend and maintain two zero zero suramericana three two five, we're vacating flight level three three zero at this time.
- 03:43:38BC suramericana 325, Bogotá control
- 03:43:41SA okay, I read you loud and clear now.
- 03:43:44BC wait until uh, right now proceed direct to Bogotá VOR, suramericana 325.
- 03:43:50SA okay, present position direct Bogotá, suramericana 325
- 03:47:05BC suramericana 325, switch arrival on one one niner decimal five good day
- 03:47:09SA nineteen five good day sir

BOGOTÁ LLEGADAS

- 03:47:13SA Bogotá arrival, uh good morning, suramericana 325 descending to flight level two zero zero, direct Bogotá.
- 03:47:19BA suramericana 325 good morning, radar contact descend to one three thousand. ... three zero four. Straight in approach runway one three left.
- 03:47:30SA okay, descend to uh, one uh, three thousand cleared for straight in three zero three four, suramericana 325.
- 03:48:16SA uh, suramericana 325 can we uh, maintain high speed?
- 03:48:18BA approved high speed
- 03:48:19SA approved
- 03:52:18BA suramericana 32, suramericana 325 contact one two eight point one, correction contact one one eight point one.
- 03:52:27SA three two one, good day.
- 03:53:06SA Bogotá tower, suramericana 325 ILS one three left.
- 03:53:10BA three two five contact one one eight point one
- 03:53:15SA Bogotá, suramericana three two five ILS one three left
- 03:53:19BA suramericana three two five, did you read me?
- 03:53:27SA suramericana 325 uh, switching over to one one eight decimal one

BOGOTÁ TORRE DE CONTROL

- 03:53:34SA Bogotá tower, suramericana 325 ILS, three uh, one three left.
- 03:53:40BT suramericana 325, buen día runway one three left wind calm cleared to land.
- 03:53:45SA cleared to land.
- 03:54:09SA ... your wind?
- 03:54:14SA Bogotá, we're cleared to land, 325?
- 03:54:18BT affirmative runway one three left wind calm cleared to land.



1.10 INFORMACIÓN DE AERÓDROMO

El aeródromo de El Dorado posee dos pistas con orientación 13 / 31 con una extensión de 3800 metros por 60 de ancho, la clasificación del pavimento para la pista 13L/31R es de PCN 104FDWT y para la pista 13R/31L es de PCN 80FCWT; al aterrizar usando el sistema ILS la pista remanente será de 3490 metros (11449 pies). La elevación del aeródromo es de 8360 pies sobre el nivel medio del mar.

1.11 REGISTRADORES DE VUELO

Se decodificaron los registradores de vuelo del avión en los laboratorios de la FAA en Washington obteniendo la información requerida para el desarrollo de la presente investigación. El CVR es de 30 minutos tipo FAIRCHILD A100A con número de serie 60550. El FDR es del modelo SUNDSTRAND 573 con número de serie 2784.

Se obtuvieron los siguientes datos del FDR (todas las horas son locales):

El piloto automático fue desconectado a las 03:52:43.

Los spoilers se emplearon como aero frenos a las 03:53:30 y fueron retraídos a las 03:53:55 luego de que los flaps bajaron mas de 5°.

Los slats fueron colocados en la posición land a las 03:55:11

El avión descendió desde 15.000 pies hasta 8300 a un promedio de 1400 pies por minuto pero en los últimos 400 pies el promedio alcanzó 1714 pies basándose en el registro de altura por presión.

Los motores fueron colocados en mínimas de vuelo desde al menos las 03:50:55 hasta las 03:55:28. Luego el motor aumento su potencia hasta aproximadamente un 90% a las 03:55:31, posteriormente se redujo la potencia hasta mínimas a las 03:55:40 y volvió a aumentar alrededor de las 03:55:43 hasta el final de la grabación.

La maniobra del flare se realizó con una actitud de entre 2° y 4° , luego se redujo a 1° a las 03:55:22 y volvió a aumentar a 2° a las 03:55:23 y se redujo a 0° a las 03:55:25.

El aterrizaje se produjo a las 03:55:25

La velocidad de aterrizaje registrada en el parámetro de velocidad computada es de 180 nudos, ese mismo parámetro registro 210 nudos a 200 pies sobre el terreno que corresponde al DH y de 215 nudos a 500 pies sobre el terreno. El último registro fue de 107 nudos, alrededor de los 127 nudos se produjo un cambio en la desaceleración y la velocidad se mantuvo por dos segundos entre las 03:55:40 y las 03:55:42 antes de volver a reducirse.



Los reversibles de los motores uno y tres fueron activados a las 03:55:28 y se retrajeron a las 03:55:39 luego se volvieron a colocar a las 03:55:43 el reversible del motor dos se activó a las 03:55:42. Los flaps se colocaron en 15° a las 03:53:57, luego en 22° a las 03:54:44 y finalmente bajaron casi continuamente hasta 50° a las 03:55:36.

La desaceleración longitudinal presenta dos picos uno a las 03:55:25 coincidente con el toque a tierra del tren de nariz y otro a las 03:55:30 coincidente con la aplicación de reversibles. El promedio de la desaceleración se sitúa en 0,096 hasta las 03:55:34 donde se disminuye levemente hasta 0,046 y se mantiene allí hasta el final.

Del registrador de voces de cabina se obtuvieron los siguientes datos (los tiempos están dados en hora local, las traducciones al español fueron hechas en el Grupo de Investigación de Accidentes):

03:41 Piloto ...empieza a descender cuando quieras
Copiloto dime otra vez

03:44 Ingeniero 5084?
Piloto 5084
Piloto entonces eh, que pista?
Copiloto uno tres izquierda, eeh.
Desconocido (comentarios no reconocibles)
Copiloto Uno eh, nueve nueve, uno treinta y dos acercamiento, eh VOR a trece mil y eh, descenso a once tres. Senda de planeo interceptada en descenso hasta una altitud de ocho cinco sesenta y si tenemos que hacer frustrada eh, vamos a rumbo de eh, rumbo de eh, a ROMEO luego viraje izquierda a interceptar el eh, uno diez radial, VOR uno doce mil y mantener y eh, miremos.

03: 47 Piloto
Ingeniero treinta treinta y cuatro
Copiloto quiero pedirle alta velocidad
Copiloto ah?
Copiloto ¿autorizados para alta velocidad?
Piloto ¿que es eso?
Copiloto ¿pídele alta velocidad?

03:49 Copiloto cosas amarillas en frente de nosotros...
Piloto lo siento
Copiloto mira a esas cosas amarillas en frente de nosotros...
Copiloto correcto
Copiloto okay, tres cero tres cuatro
Piloto cero tres cuatro
Desconocido correcto
Piloto que tal la lista de chequeo de aproximación
Ingeniero ¿orientación para el aterrizaje?



Copiloto terminada
 Ingeniero ¿datos de aterrizaje?
 Piloto ajustados y chequeados cruzados
 Ingeniero ¿chequeados cruzados?
 Ingeniero (bostezo) ¿panel de combustible? Chequeado, timón
 ¿potencia de reserva? Armada, ¿selectores neumáticos de
 abastecimiento? Altos; ¿presurización?, ajustada, ¿luces
 exteriores?
 Piloto encendidas
 Ingeniero ¿altímetros?
 Piloto tres cero tres cuatro
 Copiloto ajustados y chequeados cruzados
 Ingeniero HSI esta encendido y en dos interruptores
 Copiloto okay RAD
 Piloto eh, manual
 Copiloto eh, manual RAD
 Ingeniero pendiente en altímetros
 Piloto tres cero tres cuatro ajustados y chequeos cruzados
 Copiloto chequeo cruzado
 Ingeniero gracias señor
 Desconocido (inteligible)
 Piloto siete millas del VOR ¿okay?
 Copiloto catorce trece
 Cabina (sonido similar al de tono de alerta de altitud)
 Copiloto ...
 Piloto altura capturada
 Desconocido ...
 Copiloto ¿estamos autorizados para aproximar?
 Piloto estás autorizado para aproximar
 03:52 Desconocido
 Piloto okay
 Ingeniero localizador capturado
 Copiloto pasando el VOR descenso a once tres
 Ingeniero pista a la vista y autorizado para flaps
 Cabina (sonido similar a la desconexión del piloto automático)
 Piloto no hemos pasado el VOR aún
 Copiloto si, si lo hemos hecho, estoy seguro eh...
 Piloto okay, ah, si lo hicimos
 Copiloto extendamos los slats
 Piloto chequeos de velocidad realizados
 Cabina (sonidos similares a la operación de la palanca de
 flaps y slats)
 03:53 Cabina sonido similar a la alerta de altitud
 Piloto hombre, debes parar esta cosa...
 Copiloto flaps a quince, flaps quince
 Piloto no, no puedo darte flaps quince todavía



Copiloto no, velocidad, tren abajo.
 Desconocido rápido.
 Cabina (sonido similar a la alerta de altitud)
 Desconocido ...dios mío que... te lo digo
 Ingeniero correcto
 Copiloto flaps quince
 Piloto ah si, te doy quince
 Copiloto ahí tienes
 Piloto mejor baja esta aeronave, eh por favor.
 Ingeniero si estamos altos
 Piloto baja esta maldita cosa
 03:54 Ingeniero estamos un poco altos
 Copiloto confirme que estamos autorizados para aterrizar
 Piloto ...altos
 Ingeniero ya viene, ya viene, ya viene, ya viene, ya viene
 Cabina (sonido similar al movimiento del estabilizador)
 Cabina (sonido de dos clics)
 Piloto uno y dos
 Piloto todavía no, todavía no
 Copiloto no, no lo voy a lograr, sobrepaso.
 Piloto ah no, no, no, no continúa, continúa
 Copiloto no lo vamos a lograr
 Piloto si lo haremos
 Ingeniero prosigan
 Piloto aquí vamos, no, déjame hacerlo
 Cabina (sonido de un clic)
 Copiloto veintidós
 Ingeniero recibido
 Desconocido okay, okay
 Ingeniero bajando, bajando, bajando, bajando, bajando
 Desconocido síguelos bajando
 Ingeniero correcto, veintidós
 GPWS muy bajo, terreno; muy bajo, terreno
 Desconocido ...
 Copiloto rata de descenso buena
 Desconocido flaps treinta y cinco
 GPWS muy bajo, terreno
 Ingeniero flaps treinta y cinco
 GPWS rata de descenso, (whoop whoop) ascienda
 Copiloto no lo vamos a lograr
 GPWS (whoop whoop) ascienda
 Desconocido
 Desconocido bien
 GPWS ... muy bajo terreno
 Desconocido llévalo arriba, llévalo arriba, llévalo arriba, llévalo arriba
 Ingeniero correcto llevándolos arriba



Cabina	diez
Ingeniero	... reverso
Cabina	(sonido similar a la aeronave aterrizando)
Desconocido	oooh
Piloto	todo el reverso, hazlo
Cabina	sonido similar al incremento de las RPM de los motores
Copiloto	de ninguna manera
Ingeniero	no, dale, dale
Desconocido	bastante bien
Desconocido	bastante bien
Ingeniero	hagamos sobrepaso
Piloto	no
Desconocido	(varios comentarios inteligibles)
Cabina	sonido de múltiples impactos

1.12 INFORMACIÓN SOBRE LOS RESTOS DE LA AERONAVE Y EL IMPACTO

El avión terminó reposando sobre el fuselaje inferior y secciones de los flaps del ala izquierda y de los flaps y slats del ala derecha. En el recorrido fuera de la pista realizado por el avión se encontró con un canal de diez metros de ancho a 86 metros de la cabecera que ocasionó daños a las compuertas del tren de aterrizaje, los trenes de aterrizaje principales (tres) y el de nariz que no soportaron la resistencia y el momento generado por el terreno blando, al aumentar la superficie de contacto con el suelo, el avión inició una desaceleración mas pronunciada pero que generó grandes daños a la parte inferior del fuselaje, que soportó el impacto con las antenas del localizador del ILS y el cruce de otro canal de 2 metros de ancho a 410 metros de la cabecera y una malla delimitadora de los linderos del aeropuerto de 2,25 metros de alto.

Finalmente en el punto de parada final los motores continuaron con la inercia que traían y fracturaron los ya debilitados soportes de las barquillas para parar a tres metros del borde de ataque de los planos. No se pudo establecer que originó el desprendimiento del estabilizador horizontal izquierdo, pero el único componente de un tamaño suficiente para desprender esta superficie al contacto que se fracturó previamente en la senda de impacto fue el conjunto del tren de aterrizaje principal izquierdo.

Los sistemas de restricción basados en una malla con tolerancia de 9 gravedades sostuvieron la carga en su lugar y los pallets se mantuvieron en su posición a pesar de las fuerzas experimentadas en la desaceleración final; sin embargo el piso interno del avión quedo totalmente arrugado.



1.13 INFORMACIÓN MEDICA Y PATOLÓGICA

Los tres tripulantes del avión fueron examinados en la Fundación Santa Fe el día siguiente a las 12:00 mediante exámenes toxicológicos sin hallazgos positivos en las siete sustancias probadas.

El piloto posee un certificado médico de primera clase expedido el 27 de abril de 2004 un día antes del suceso, en el que se especifica que el capitán debe emplear gafas que corrijan la visión cercana. Durante una entrevista realizada por un grupo de factores operacionales de la FAA declaró no haber tenido nunca problemas de drogas o alcohol, así mismo que el día anterior al suceso se había despertado a las 07:00 para presentar el examen médico y que fue notificado tres horas antes de su vuelo, durmió un poco pero no supo cuanto, a pesar de ello se sintió bien durante el vuelo.

El día lunes no voló y estuvo en casa se levantó a las 07:00 y se acostó a las 09:30 o 10:00, el domingo no tuvo vuelo y descanso la mayor parte del tiempo el sábado voló y llegó a la casa el domingo a las 2:00 de la mañana; manifestó que no posee problemas para dormir y que su salud es estable así como su vida personal y las finanzas. Durante el vuelo en el que ocurrió el accidente se comió parte de un sándwich de jamón. El capitán manifestó no tomar drogas por prescripción o sin ella. Producto del accidente sufrió golpes en la cabeza y una herida pequeña en la orbita del ojo que se suturo con tres puntos.

El primer oficial posee un certificado médico de primera clase sin limitaciones de ninguna clase. De acuerdo a las declaraciones dadas por el señor Deschler el día anterior al accidente estuvo libre y se quedó en casa y descanso hasta las 17:30 hora en que salió, a las 22:30 llegó al aeropuerto, declaró que la noche del lunes se fue a dormir a las 21:00 luego de haber manejado por cinco horas pero se quedó dormido a las 23:00, así mismo dijo que había volado el sábado, el domingo, y el lunes. Dijo haberse sentido bien y descansado para el vuelo, normalmente se duerme a las 23:00 y se levanta a las 07:00. Reportó que su salud no ha sufrido cambios últimamente, así como su vida personal que ha transcurrido sin contra tiempos no fuma y de vez en cuando se toma una copa de vino.

El ingeniero de vuelo posee una certificación médica de primera clase sin restricciones de ninguna clase que se realizó el día 27 de Junio de 2003. En sus declaraciones al grupo de factores de operación relató que estuvo en vacaciones 9 días antes del suceso, dos días antes se acostó a dormir a las 20:30, el día anterior se levantó a las 9:00 fue al gimnasio, almorzó y luego practicó golf y luego estuvo dedicado a labores personales.

El día antes del accidente había llegado de Santo Domingo donde estuvo en vacaciones visitando a su familia y se acostó a dormir a las 23:40, no hubo cambios en su vida personal en el último año, su salud fue buena así como también su situación financiera; no consume ningún tipo de medicina prescrita o



no prescrita. Normalmente se va a dormir a las 13:30 y se levanta a las 09:00, no tiene problemas para dormir y sólo toma vino dos veces al mes.

1.14 INCENDIO

A pesar de que la aeronave aterrizó con un total aproximado de 38500 libras de combustible, no hubo incendio luego del impacto. Parte del combustible fluyó hacia el terreno desde los tanques principales que sufrieron daños parciales pero de tal manera que no confluyeron para formar grandes inundaciones, un factor contribuyente a que no se presentara incendio fue el hecho de que el avión paró su movimiento sobre una zona anegada y con gran concentración de agua impidiendo la conflagración; adicionalmente el empleo de espuma en la zona disminuyó aún mas la posibilidad de incendio.

1.15 ASPECTOS DE SUPERVIVENCIA

Dadas las condiciones de desaceleración gradual donde no se excedieron 0,1 gravedades longitudinales no se generaron lesiones mayores en la tripulación, así mismo las gravedades verticales no fueron mayores aunque si de una frecuencia que posibilitó una oscilación fuerte de la estructura.

La ruta de evacuación escogida ayudó a que la tripulación abandonara la cabina sin demora pues la ventana derecha estaba a una altura cercana al piso, así mismo la oscuridad y los canales de agua en la zona retrasaron la reacción de los bomberos que llegaron alrededor de 10 minutos después del suceso a la zona.

1.16 ENSAYOS E INVESTIGACIONES

Se consultó el manual general de operaciones de la empresa explotadora con revisión 18 de agosto primero de 2002 en el capítulo seis sobre operaciones de vuelo sección siete donde se estipulan los procedimientos para sostenimiento, aproximación y procedimientos de aterrizaje encontrando el siguiente párrafo:

“Sistema de alerta de proximidad al terreno: una respuesta correctiva inmediata es requerida para todas las alertas excepto en el día en condiciones VMC o en vuelo a nivel donde puede determinarse inmediatamente que la alerta es falsa. Las alertas de senda de planeo requieren correcciones para volver a la senda de planeo. Todas las otras alertas del GPWS requieren una maniobra de ascenso de máximo rendimiento seguida de un ascenso hasta que la alerta cese”

En la misma sección se halla la siguiente información respecto a las condiciones de una aproximación estabilizada:

“Una aproximación estabilizada se obtiene cuando la aeronave esta:



- En la configuración apropiada de aterrizaje (configuración de aproximación para aproximaciones de no precisión)
- En una senda constante de vuelo de aproximadamente 3° con una rata de descenso no mayor a 1000 pies por minuto
- A la velocidad de referencia especificada en el AOM sin exceder la referencia mas veinte nudos.
- Al menos con los motores en mínimas de vuelo (empuje inmediato disponible)

Todas las aproximaciones deberán estar estabilizadas en el fijo final de aproximación FAF en condiciones IMC o a 1000 sobre el aeródromo en VMC”

Finalmente se definen los requerimientos para realizar una aproximación frustrada de la siguiente manera:

“Más allá de una milla del FAF en IMC o debajo de 1000 pies sobre la elevación del aeródromo en VMC, cuando la aproximación no esta estabilizada y la aproximación frustrada es mandatoria bajo las siguientes condiciones:

- La aeronave no está configurada en la velocidad apropiada para la aproximación
- La velocidad se desvía mas de 15 nudos por encima o 5 por debajo de la velocidad computada de referencia para la aproximación
- La rata de descenso excede los 1200 pies por minuto
- El avión esta desviado mas de un punto de la senda de planeo del ILS o desciendo por debajo de la indicación visual de senda de planeo tipo PAPI mas que momentáneamente

El piloto que no este volando dirá de viva voz estas desviaciones”

Un párrafo adicional menciona que el punto de aterrizaje deseado para el DC-10 es de 1000 pies del umbral de pista más o menos 500 pies.

Al consultar el AOM del avión se encontraron los siguientes datos acerca de los procedimientos de descenso y aterrizaje:

- NOTA los flaps de maniobra deberán extenderse y la velocidad mínima de maniobra deberá obtenerse antes de la captura del indicador de senda de planeo.





- La velocidad de aproximación se debe ajustar basándose en la velocidad para cruzar el umbral de pista mas cinco nudos o la adición por viento, la que sea mayor sin exceder 20 nudos, si se desconecta el sistema automático de aceleradores se deberá controlar la velocidad manualmente en la aproximación final.
- Se debe anunciar por parte del piloto no volando el cruce de marcadores, 1000 pies sobre el aeródromo, desviaciones de la senda de planeo y localizador, desviaciones de la velocidad y rata de descenso, 100 pies sobre la altura de decisión y la llegada a la altura de decisión.
- El sistema de frenado automático deberá rotarse a la posición media para pistas húmedas o deslizantes y en mínimo para aterrizajes normales, el uso de frenado máximo depende de los requerimientos de la pista.
- Los flaps deberán estar en 35° para maniobra cuando el indicador de la senda de planeo indique un punto por encima. El uso de 50° deberá ser hecho para pistas contaminadas por agua, o nieve o a discreción del capitán.
- El ingeniero de vuelo deberá observar el movimiento de la palanca de spoilers a 2/3 cuando los trenes principales comiencen a girar y luego se mueva a tierra cuando el tren de nariz toque la pista.
- Existe una advertencia sobre la posibilidad de que en el caso de que el acelerador del motor dos no este en mínimas es posible que inmediatamente después de la extensión de los spoilers estos se retraerán. Si esto ocurre deberán extenderse manualmente.
- Una nota final explica que cuando no se requiera el empleo de frenado automático entonces el capitán puede desarmarlo al pisar los pedales de freno o al rotar el botón de frenado automático a apagado, se deberá frenar como sea requerido.

Los procedimientos amplificados de aterrizaje de la lista de chequeo especifican que esta deberá ser solicitada por el piloto volando y el ingeniero de vuelo deberá leerla obteniendo respuestas adecuadas de cada uno de los miembros de la tripulación, en esta lista se estipula luego de haber bajado la palanca del tren de aterrizaje y de haber verificado la indicación de las luces que se deben armar los spoilers y es el piloto no volando quien ejecutará esta tarea.

La empresa explotadora entregó un análisis del rendimiento para el aterrizaje del DC-10-30 en la pista del dorado, en la que se destacan los siguientes datos:

- Para operar en la pista 13 izquierda con la pista seca empleando flaps a 22/50 se puede despegar con un máximo de 538.730 libras y con la pista húmeda con 537.120 libras.





- Con el sistema de protección contra el hielo apagado, 10° centígrados y con viento en calma las velocidades calculadas de aproximación con un peso máximo de 457.300 libras son de 153 nudos, 161 nudos, 169 nudos, 179 nudos, 224 nudos y 257 nudos.
- En las mismas condiciones pero adicionando un freno no operativo el peso se reduce a 454.200 libras y las velocidades a 147 nudos, 159 nudos, 167 nudos, 178 nudos, 224 nudos, y 256 nudos.
- Finalmente con el sistema anti skid no operativo el peso quedaría limitado a 442.800 libras y las velocidades a 131 nudos, 152 nudos, 161 nudos, 178 nudos, 221 nudos y 253 nudos.

El 20 de mayo de 2004 se emitió un boletín operacional por parte de la empresa explotadora en el que se recomiendan procedimientos de aproximación para el área de Bogotá en el que se destacan las velocidades de referencia en la maniobra de la siguiente manera:

- Planee nivelar a 10 millas DME del VOR con 250 nudos limpio.
- Desacelere para cruzar el VOR con flaps a 15 o 22 a la velocidad de maniobra apropiada sin exceder nunca 200 nudos.
- Inicie la aproximación y solicite tren abajo y la lista de chequeo.
- Selecciones flaps en 35 al acercarse al FAF.
- En el fijo final de aproximación el avión deberá estar configurado para el aterrizaje, en la senda de planeo y con una velocidad no mayor a la de referencia mas 15 nudos.
- Se debe tener el avión estabilizado a 100 pies sobre el terreno con los motores acelerados.
- Si por algún motivo el avión no está estabilizado una milla luego de cruzar el FAF en IMC o 1000 sobre el terreno en VMC es mandatario realizar un sobrepaso.
- Cualquier invitación para mantener alta velocidad por parte del ATC no deberá ser aceptada por la tripulación.

De acuerdo a las cartas de rendimiento disponibles para el avión en la página web de la empresa fabricante el peso máximo de aterrizaje es de 421.000 libras, adicionalmente en un aeropuerto a 8000 pies y usando una velocidad de aproximación de 1,3 la velocidad de pérdida al cruzar 50 pies sobre el umbral con



50° de flaps la distancia de aterrizaje en una pista seca sería de 7550 pies y de 8682 en una pista húmeda, esto con el sistema antiskid operativo y sin emplear los reversibles de los motores; empleando las mismas cartas se calculo la velocidad de cruce de umbral en 147 nudos de velocidad equivalente si se emplean 50° de flaps.

1.17 INFORMACIÓN SOBRE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN

La empresa explotadora tiene su base en Dallas desde 2001, opera principalmente con el equipo DC-10 para transporte de carga hacia y desde Latinoamérica apoyando la operación de otras aerolíneas de la región. Posee 3 aeronaves y tiene intenciones de ampliar la flota a 5 dependiendo de las respectivas certificaciones de la FAA.

La compañía fue auditada por la FAA luego del accidente obteniendo una aprobación por parte de dicha administración para continuar con la operación en las condiciones en que se encontraba.

1.18 INFORMACIÓN ADICIONAL

En un estudio realizado por la Flight Safety Foundation sobre salidas de pista se encontró que se ordenaron y enumeraron los factores involucrados en estos eventos de la siguiente manera:

Factores Meteorológicos:

- Condición no anticipada de la pista de aterrizaje.
- Información no precisa de viento en la superficie.
- Cizalla de viento o viento de cola no anticipado.

Factores de rendimiento

- Cálculo incorrecto de la distancia de aterrizaje luego de un despacho con ítems pendientes del MEL que afectan la capacidad de frenado del avión.
- Cálculo incorrecto de la distancia de aterrizaje para el viento prevaleciente y las condiciones de la pista.

Técnicas de la tripulación y decisiones

- Aproximación no estable, donde la senda es pronunciada y rápida en la que se aterriza rápido y se cruza el umbral excesivamente alto el umbral con lo que se aterriza lejos del mismo.
- No ejecución de un sobrepaso cuando esta estipulado.
- Decisión del capitán de continuar con el aterrizaje contradiciendo la decisión del primer oficial de hacer sobrepaso.



- Flare extendido en el que el avión flota sobre la pista en vez de desacelerar en la pista.
- Falla para armar los spoilers de tierra.
- Aterrizaje con potencia con lo que se puede impedir la actuación automática de los spoilers.
- Falla para detectar la no extensión de los spoilers de tierra.
- Rebote en la tierra y técnicas incorrectas de recuperación.
- Frenado tardío o toma del control de frenado muy tarde por parte de la tripulación.
- Incremento de la distancia de aterrizaje por el empleo de frenado diferencial o el uso discontinuado de los reversibles para mantener el control con vientos cruzados.

Factores relacionados con sistemas

- Pérdida de frenado relacionada con fallas del sistema antiskid.
- Hidroplaneo.

1.19 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN ÚTILES O EFICACES

No se emplearon técnicas especiales durante la presente investigación pues la mayor parte de la información requerida para análisis estaba almacenada en los registradores de vuelo y pudieron ser decodificados sin pérdida de información; esto permitió la comparación directa entre los diversos estándares y normas vigentes y los procedimientos y decisiones tomadas por la tripulación.

2.0 ANÁLISIS

2.1. GENERALIDADES

Dadas las condiciones generales que rodearon el accidente el presente reporte se centró principalmente en el análisis de las operaciones de vuelo, el mantenimiento de la aeronave y su rendimiento durante la fase de aproximación y aterrizaje.

2.2. OPERACIONES DE VUELO

2.2.1. CALIFICACIONES DE LA TRIPULACIÓN



El capitán de la aeronave poseía una experiencia adecuada para el cumplimiento de sus funciones como comandante, tenía las calificaciones y entrenamiento requeridos por la FAA y había volado un promedio de 76,3 horas al mes durante el último trimestre lo cual permite asegurar que sus niveles de habilidad y práctica de las diferentes maniobras era apropiado.

El jefe de pilotos de la empresa los destacó como una persona que conocía los manuales del avión en detalle y que generalmente estaba proponiendo cambios y mejoras a los procedimientos operacionales; adicionalmente era instructor de tierra de regulaciones, especificaciones de operación y navegación de larga distancia.

El primer oficial de la aeronave poseía la experiencia y calificación adecuada para la operación del DC-10 con un total de horas apropiado, en promedio en los últimos tres meses había volado 77 horas mensuales por lo que tenía el entrenamiento necesario para mantener sus habilidades.

El ingeniero había volado un total de 1500 horas en el equipo con un promedio de 39,3 horas por mes en los últimos tres meses y de acuerdo al jefe de pilotos es una persona que posee un conocimiento adecuado de la aeronave y nunca ha tenido problemas con su desempeño.

2.2.2. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

Al analizar los procedimientos realizados por la tripulación durante el descenso y la aproximación al aeropuerto El Dorado el día del accidente se encontraron diferencias notables en comparación con los estándares descritos por la empresa explotadora y el fabricante del avión; en orden cronológico estos fueron:

El descenso se realizó a alta velocidad por sugerencia del primer oficial que estaba actuando como el piloto volando el avión, por tal motivo el avión cruzó el VOR a una velocidad aproximada de 270 nudos sin haber sido configurado para la aproximación, momentos antes había sido desconectado el piloto automático.

Debido a la velocidad el ingeniero no pudo bajar tren de aterrizaje o mover los flaps a pesar de la solicitud del primer oficial y en ese momento comenzó a manifestar su preocupación por la velocidad. En ese punto los spoilers fueron movidos para ser usados como frenos aerodinámicos pero una vez que los flaps alcanzaron mas de 5° en transición para 15° los spoilers se retrajeron de nuevo imposibilitando la acción de frenado y demorando la desaceleración del avión que llegó al fijo final de aproximación con 260 nudos.

Esta velocidad esta por encima del límite determinado en el manual general de operaciones en la velocidad de referencia mas 20 nudos con 35 ° de flaps que se estimo en 161 nudos sin embargo sólo cuando alcanzo los 10000 pies pudo bajar



los flaps a 22° es decir 1300 pies por debajo de la altura de inicio de la aproximación final y de haber interceptado la senda de planeo; debido a la velocidad de la maniobra se disminuyo el tiempo y la atención disponible haciendo que la tripulación se enfocase en el aspecto de la velocidad y la altura descuidando otros puntos de importancia como el régimen de descenso que se mantuvo en un promedio superior a los 1000 pies por minuto recomendados por el MGO y el armado de los spoilers para el aterrizaje luego de la verificación del tren de aterrizaje abajo.

La siguiente tabla ilustra mejor el concepto de aproximación estabilizada que se debe lograr en el fijo final de aproximación a 11300 pies y 8,2 millas DME del VOR de Bogotá y las observadas en el avión el día del accidente:

PARAMETRO	CONDICIONES DE APROXIMACION ESTABILIZADA DEL MANUAL GENERAL DE OPERACIONES	DATOS OBTENIDOS DEL REGISTRADOR DE DATOS DE VUELO DEL AVION
CONFIGURACION	Flaps en 35° y tren abajo	Flaps en 0° y tren arriba
REGIMEN DE DESCENSO	Inferior a 1000 pies por minuto	En promedio alrededor de 1400 pies por minuto
VELOCIDAD	Inferior a $V_{ref} + 20$ (161 nudos)	270 nudos
MOTORES	En velocidad para aplicación de potencia inmediata	Estuvieron en mínimas hasta la aplicación de reversibles

La regla derivada del no cumplimiento de los parámetros descritos en el manual general de operaciones es que debe iniciar un sobrepaso de manera inmediata como lo sugirió en un momento el primer oficial de la aeronave cuando estaban a 1300 pies sobre el terreno.

Las call out relacionados con la aproximación como el cruce de marcadores, 1000 pies sobre el terreno, las desviaciones del sistema ILS y la altura de decisión no fueron realizados por los miembros de la tripulación en ningún momento. Estas omisiones se repitieron cuando luego del aterrizaje no se anunció la no operación de los spoilers de manera automática lo que hubiese obligado a su posicionamiento de manera manual.

Las tripulación paso casi de manera continua de los 22° a los 50° de flaps durante los momentos previos al aterrizaje aunque estos alcanzaron la posición sólo cuando ya estaba el avión en tierra. Los reversibles fueron usados para los motores uno y tres pero por cuatro segundos se descontinúo su uso alargando aún mas la distancia de frenado por último la tripulación empleo el reversible del motor dos en conjunto con los de los otros motores como recurso final de frenado antes de salirse de la pista.

La aplicación de frenos a 140 nudos de acuerdo a la declaración de la tripulación no coincide con las tendencias de desaceleración descritos en la curva de gravedades longitudinales y por el contrario muestran que alrededor de esa



velocidad hubo una tendencia de disminución de la eficacia de frenado que no mejoró en ningún momento durante la carrera de aterrizaje.

En el manual general de operaciones y en la doctrina emanada por parte de los diferentes organismos de seguridad y prevención de accidentes ante la activación del sistema de alerta de proximidad del terreno la acción inmediata por parte de la tripulación es la de ascender sin demora a la altura mínima de seguridad en el área; aunque este sistema se activó y emitió las alertas en cinco ocasiones dos de las cuales involucraron el modo de rata de hundimiento y tres de proximidad del terreno de acuerdo al registrador de voces de cabina, la tripulación declaró no haber escuchado ninguna alarma del sistema durante la aproximación. En la primera activación del modo 1 el avión estaba debía tener al menos 3000 pies de rata de descenso para activar la alarma a 800 pies sobre el terreno y de la misma manera para activar el modo 4B se requerían al menos 2000 pies de rata de descenso y mas de 0,28 Mach a una altura de 370 pies sobre el terreno.

Al consultar las velocidades máximas permitidas dentro del TMA de Bogota se encuentran los siguientes datos en el manual de normas rutas y procedimientos ATS para la república de Colombia:

DISTANCIA DME DEL VOR BOGOTA	VELOCIDAD MÁXIMA INDICADA PARA AVIONES CATEGORIA C Y D
50	280 nudos
30	250 nudos
15	230 nudos
Cruzando el VOR	180 nudos

En contraste con lo anterior las cartas de aproximación empleadas por la tripulación no contiene la información relativa a estas restricciones de velocidad y por ende no fueron tenidas en cuenta consecuentemente.

Los siguientes fueron factores que se observaron en el suceso que corresponden a la lista descrita por la Flight Safety Foundation como contribuyentes a salidas de pista como consecuencia de aproximaciones no estabilizadas:

Factores Meteorológicos:

- Condición no anticipada de la pista de aterrizaje: de acuerdo a los pilotos estos no esperaban que hubiese agua reposada en la superficie de la misma.

Técnicas de la tripulación y decisiones

- Aproximación no estable, donde la senda es pronunciada y rápida en la que se aterriza rápido y se cruza el umbral excesivamente alto el umbral con lo que se aterriza lejos del mismo: las velocidades de aproximación y aterrizaje estuvieron por encima de los estándares recomendados durante toda la maniobra.



- No ejecución de un sobrepaso cuando esta estipulado: Aunque había cuatro parámetros por fuera de los límites establecidos por la empresa para una aproximación estabilizada la tripulación no inició un sobrepaso.
- Decisión del capitán de continuar con el aterrizaje contradiciendo la decisión del primer oficial de hacer sobrepaso: A pesar de la sugerencia del primer oficial el capitán decidió insistir en continuar con la aproximación y el aterrizaje.
- Flare extendido en el que el avión flota sobre la pista en vez de desacelerar en la pista: Debido a la velocidad alta de cruce de umbral y a pesar de haber empleado la técnica estándar de aterrizaje el flare extendió por lo menos alrededor de 11 segundos.
- Falla para armar los spoilers de tierra: Por la saturación de tareas y la fijación en la reducción de la velocidad ningún tripulante armó los spoilers para aterrizar.
- Falla para detectar la no extensión de los spoilers de tierra: ningún tripulante verificó su extensión una vez los trenes estuvieron completamente en tierra.
- Incremento de la distancia de aterrizaje por el empleo de frenado diferencial o el uso discontinuado de los reversibles para mantener el control con vientos cruzados: la tripulación dejó de frenar con los reversibles por cuatro segundos por motivos desconocidos incrementando consecuentemente la distancia de frenado.

Factores relacionados con sistemas

- Pérdida de eficiencia en el frenado relacionada con fallas del sistema antiskid.
- Hidroplaneo: Al menos en uno de los trenes se evidenció la reversión del caucho por alta temperatura lo que pudo haber sido posibilitado por el hidroplaneo durante el frenado.

2.2.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

De acuerdo a los reportes meteorológicos del aeropuerto El Dorado del día del accidente y del día anterior, por lo menos durante 5 horas previas al accidente había llovido en las inmediaciones del aeródromo. A pesar de esto la tripulación se sorprendió por la condición de la pista que tenía algunas zonas con charcos pero que de acuerdo a la declaración de otro piloto que despegó luego del accidente correspondían a la condición de “pista húmeda”. El ATIS reportó la presencia de lluvia pero correspondía a las condiciones de casi una hora antes del



accidente, a pesar de esto la torre reportó viento en calma lo que debería haber facilitado el procedimiento de aterrizaje a la tripulación por la ausencia de turbulencia o vientos cruzados que podían haber alargado la carrera de aterrizaje aún más.

2.2.4. CONTROL DE TRANSITO AÉREO

Las fases de descenso y aproximación fueron controladas y ordenadas de acuerdo a los estándares vigentes y facilitaron las labores de la tripulación. No existe evidencia de alguna falencia especial en este aspecto.

Para el espacio aéreo del TMA de Bogotá no existe una reglamentación que delimite los alcances frente a una solicitud de la tripulación para mantener alta velocidad en las fases de descenso, sin embargo las restricciones que se muestran en las cartas contenidas en el manual de normas y rutas ATS para la república de Colombia sirven como guía para realizar maniobras y en el caso del vuelo accidentado el controlador autorizó a el vuelo LAU325 a mantener alta velocidad por la baja afluencia de tránsito que había en ese momento volando hacia El Dorado.

De acuerdo al documento 4444 de la OACI en el parágrafo 7.4.2 el controlador debe comunicar a los pilotos información esencial del aeródromo incluyendo los siguiente:

- Obras de construcción o mantenimiento en el área de movimiento o inmediatamente adyacente a la misma.
- Partes irregulares o deterioradas de la superficie de las pistas, calles de rodaje o plataformas, estén señaladas o no.
- Nieve, nieve fundida o hielo en las pistas, calles de rodaje o plataforma.
- Bancos de nieve o nieve acumulada adyacentes a las pistas, calles de rodaje o plataformas.
- Agua en las pistas, calles de rodaje o plataforma.
- Otros peligros temporales, incluyendo aeronaves estacionadas y aves en el suelo o en el aire.
- La avería o el funcionamiento irregular de una parte o de todo el sistema de iluminación del aeródromo.
- Cualquier otra información pertinente.



Como se desprende de las comunicaciones entre la torre de control y el vuelo LAU325 no hubo advertencia alguna sobre la condición de pista en la frecuencia aún cuando esta información estuvo disponible en los reportes METAR y en el ATIS.

La persona encargada del control de torre estaba también cumpliendo funciones de control superficie y las diferentes coordinaciones telefónicas; esta triple función causó una demora en los servicios de emergencia cuando luego del accidente, el personal de bomberos reaccionó adecuadamente pero cuando se solicitó información del lugar del accidente no hubo respuesta en la frecuencia de superficie 121.8, ya que al mismo tiempo la controladora intentaba comunicarse por la frecuencia 118.1 de torre; Finalmente se logró la comunicación casi dos minutos después del primer llamado todo esto a pesar de que se intentó también la comunicación desde la estación de bomberos por vía telefónica de manera infructuosa.

2.2.5. COMUNICACIONES

Al inicio de las comunicaciones grabadas en el registrador de voces de vuelo se observa que la tripulación del avión accidentado tuvo que hacer tres llamados para obtener respuesta de Bogotá Control, además tuvo que valerse de un vuelo de Florida West para que hiciera la retransmisión de la información; sin embargo casi de inmediato después de la anterior comunicación pudo realizar el contacto de manera directa con la tripulación del N189AX y desde allí los llamados continuaron de manera normal hasta su transferencia a la frecuencia de llegadas y de torre de control.

2.2.6. AYUDAS PARA LA INVESTIGACIÓN

Fue de gran valor la información consignada en los registradores de vuelo que permitieron comparar de manera directa los parámetros mantenidos por la tripulación durante el descenso y la aproximación con los dispuestos en las normas y regulaciones que regían el vuelo y de esta manera establecer las diferencias que posibilitaron la salida de la pista del avión.

2.2.7. AERÓDROMO

Basados en el anexo 14 al convenio de la aviación civil internacional en su adjunto A sección 9 donde se definen los criterios para las áreas de seguridad de extremo de pista estas deberán tener una longitud tal que permita dar cabida a los casos en que se sobre pasa el extremo de la pista y los aterrizajes demasiado largos; esta área para una pista con aproximación de precisión deberá abarcar por lo menos hasta el primer obstáculo en la senda que generalmente resulta ser las



antenas del ILS; en el caso particular de la cabecera 31R a 86 metros de distancia de esta hay un canal de aguas lluvias de una profundidad considerable que es de por sí un obstáculo en el área de seguridad de extremo de pista que debería haberse extendido hasta las antenas del ILS o sea alrededor de unos 265 metros desde la cabecera mencionada.

2.3. AERONAVE

2.3.1. MANTENIMIENTO DE AERONAVE

Luego de haber analizado los registros de mantenimiento se encontraron los siguientes hechos específicos respecto al avión que son de importancia para la investigación:

Al avión se le había realizado el último chequeo prevuelo el día 28 de abril de 2004 en la ciudad de Miami, así mismo el último chequeo A se realizó el 18 de abril y el último C el 23 de mayo; el último servicio se realizó el 26 de abril de 2004. El chequeo de prevuelo es realizado generalmente por personal de mantenimiento cuando se está en una de las bases de operación con técnicos calificados, en el caso contrario la tripulación realiza este chequeo.

Los servicios son realizados de manera diaria en las estaciones donde hay personal calificado y no debe exceder las 72 horas entre servicios. El chequeo A de 450 horas consta de seis etapas mientras que el C ocurre cada 5200 horas o 18 meses y consta de 8 etapas; adicionalmente se adelantan programas de inspecciones estructurales y de inspecciones por zonas para asegurar la aeronavegabilidad de este tipo de aeronaves. Los registros de estos chequeos fueron revisados encontrando que en los chequeos 1A y 3A se realizaron 59 tareas y no se revelaron discrepancias en su ejecución por parte del personal de mantenimiento de Centurión; el chequeo C fue realizado por Aeronavali durante la conversión del avión a la versión carguera y todavía estaba vigente a la fecha del accidente.

Durante la revisión del libro de vuelo se encontraron los siguientes registros o anotaciones de mantenimiento en el periodo comprendido entre enero 9 de 2004 hasta abril 28 de 2004:

- Controles de vuelo: 9 anotaciones de las cuales ninguna correspondía a spoilers.
- Tren de aterrizaje: 63 anotaciones, de las cuales 39 son relacionadas con llantas y el sistema de frenos.
- Navegación: 59 anotaciones.
- Exhosto: 17 anotaciones y sólo una del sistema reversible.



De las cuarenta anotaciones de tren de aterrizaje y frenos las mas comunes son las siguientes:

- Frenos fríos luego del aterrizaje, 2 anotaciones
- Realizar una inspección visual en tierra, 2 anotaciones
- Cambio de ruedas por estas gastadas, con zonas planas o por sobre carga, 27 anotaciones.
- Cambio de frenos, 5 anotaciones
- Ruedas explotadas, 2 anotaciones
- Cancelación de frenos, 1 anotación.

Al extrapolar la información anterior a las llantas encontramos que las anotaciones se concentraron de la siguiente manera:

NUMERO DE LA RUEDA	ANOTACIONES DE FRENOS	ANOTACIONES DE RUEDAS	FECHA DE INSTALACIÓN RUEDA	FECHA DE INSTALACION FRENO
1	Cambio	Dos cambios	Abril 19 2004	Marzo 8 2004
2	Cambio	Cambio	Abril 21 2004	Marzo 8 2004
3	Cuatro veces frenos fríos	Cambio	Marzo 18 2004	Mayo 14 2003
4	Cuatro veces frenos fríos y dos cambios	Cambio	Abril 14 2004	Abril 1 2004
5	Cambio	Dos cambios	Abril 6 2004	Abril 13 2004
6		Dos cambios	Abril 21 2004	Marzo 8 2004
7	Cuatro veces frenos fríos	Cambio	Marzo 7 2004	Octubre 27 2002
8	Cuatro veces frenos fríos	Dos cambios	Abril 22 2004	Noviembre 16 2002
9	Frenos fríos	Cuatro cambios	Abril 25 2004	Noviembre 16 2002
10	Frenos fríos	Cinco cambios	Abril 25 2004	Noviembre 16 2002
11		Dos cambios	Marzo 24 2004	
12		Dos cambios	Marzo 30 2004	

Como se puede apreciar las ruedas 3,4,7,8 que pertenecen al tren principal derecho tuvieron fallas repetitivas de frenado en las que el sistema no operó reduciendo la capacidad para desacelerar de la aeronave, debido a esto el conjunto de frenos de las ruedas 1,2,5,6 del tren principal derecho tuvo recarga de trabajo haciendo mas frecuente el cambio de llantas y en el caso de las ruedas del tren principal central que son las 9 y 10 a cuatro y cinco cambios en menos de cuatro meses y en el caso de la rueda número 10 dos cambios sucedieron con dos días de diferencia cuatro días antes del accidente y en una ocasión tres días antes del accidente fue necesario desactivar el freno de la rueda 10 para evitar que siguiese generando zonas planas.



Las anotaciones relativas a los sistemas de navegación contenían dos relacionadas con el sistema pito estático pero estaban dirigidas a quitar y poner cubiertas en tierra antes o después del vuelo y no con las indicaciones del sistema en sí.

La discrepancia relacionada con el reversible correspondía al del motor número dos y se encontró durante la revisión que estaba operando normalmente.

Las anotaciones de mantenimiento pendientes DMI relativas a frenos fueron dos y corresponden al sistema de la rueda 10 que fue desactivado y al cambio de un distribuidor de la rueda 9 como consecuencia de esa acción.

2.3.2. RENDIMIENTO DE LA AERONAVE

La pista 13 izquierda de El Dorado tiene un extensión de 12467 pies, al seguir el indicador de senda de planeo quedan 11449 pies (3940 metros) para la maniobra de frenado; de acuerdo a las cartas de rendimiento del fabricante en las condiciones de peso y altura observadas el avión debería haber empleado 8682 pies con el sistema antiskid operativo sin el empleo de reversibles; adicionalmente de acuerdo a diferentes declaraciones el avión sentó sus ruedas finalmente en la intersección delta unos 1500 pies mas allá del umbral es decir la tripulación dispuso de alrededor de 10967 pies para frenado realmente.

La diferencia entre la velocidad de umbral real y la que debería haber tenido el avión es un punto notable que agregó inercia al movimiento y que extendió la distancia de parada, basándonos en la fórmula de cálculo de distancia de frenado basada en la diferencia de velocidades descrita a continuación se obtuvo el siguiente resultado:

$$Dis\ tan\ cia\ frenado = Dis\ tan\ cia\ original \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

La nueva distancia aproximada requerida para frenado es de 13017 pies, al comparar esta distancia con la disponible luego del aterrizaje tenemos que faltaban 2050 pies para poder detenerse con éxito dentro de la pista, como referencia el avión sin tren de aterrizaje y moviéndose sobre el fuselaje donde la fricción es mucho mayor, se salió 1394 pies aproximadamente de la pista; estos cálculos sólo demuestran la incidencia de la velocidad y el punto de aterrizaje en la posterior salida de la pista. No se pudo establecer el impacto de la no extensión de los spoilers en el proceso de frenado.

La velocidad a la que podría haberse presentado el Hidroplaneo para los diferentes trenes del avión se calculo usando la siguiente fórmula:

$$V_{KTS} = 7,7 \sqrt{\text{Pr esión de la llanta}}$$



Para las llantas del tren principal izquierdo y derecho donde la presión es de 207 libras la velocidad se estimó en 110 nudos, para el tren de nariz donde las ruedas poseen una presión de inflado de 190 libras la velocidad estimada fue de 106 nudos mientras que para el tren de aterrizaje principal central donde la presión es de 175 libras esa velocidad fue de 101 nudos. Teniendo en cuenta que el avión sentó ruedas con 180 nudos y se estima que la salida de pista fue a 127 nudos durante todo el trayecto sobre la pista el avión estuvo propenso a los efectos del Hidroplaneo mas aún cuando la tripulación reportó haber aplicado los frenos a una velocidad aproximada de 140 nudos.

2.3.3. PESO Y BALANCE

Los procedimientos de carga de la aeronave y su distribución estuvieron acordes con las regulaciones de la FAA 121.665 y fueron calculados para que la aeronave llegase a El Dorado con un peso estimado de 417.253 libras inferior a las 421.000 libras de peso máximo para aterrizaje. El formato fue diligenciado en el despacho de Miami y fue aceptado por el Capitán de la aeronave quien lo firmó. Para todos los segmentos del vuelo el avión estaban dentro de los límites descritos por el fabricante y consignados en el formato.

2.3.4. INSTRUMENTOS DE LA AERONAVE

No se verificó la calibración de los velocímetros del avión para descartar una posible diferencia entre las indicaciones de estos instrumentos, sin embargo no existen anotaciones o registros de discrepancias o fallas de este sistema que permita prever una falencia mayor. Cabe anotar que al comparar los indicadores de velocidad de los dos pilotos se encontraron en las siguientes posiciones los BUG:

Primer Oficial:	152, 175, 210 y 240 aproximadamente.
Capitán:	147, 157, 217, y 245 aproximadamente

De acuerdo a la lista de chequeo de descenso estos deberían haberse ajustado a 0° RET mínima de maniobra 0° EXT mínima de maniobra 22° EXT mínima de maniobra y V_{TH} (35° o 50°) no se descarta que se hubiesen movido dichos indicadores durante la evacuación o de manera posterior originando las diferencias observadas.

2.3.5. SISTEMAS DE LA AERONAVE

En el suceso, los sistemas que estuvieron bajo escrutinio fueron los relacionados con el sistema de frenado tanto de los reversibles, y de los frenos como de los spoilers; estos últimos actuaron normalmente y no mostraron una operación



anormal durante el descenso y la aproximación, solamente no se extendieron luego del aterrizaje del avión y ante la falta del call out por parte de la tripulación para chequear su operación no se percataron de su ausencia durante el frenado. Los reversibles mostraron en el registrador de datos de vuelo que operaron normalmente y que generaron la desaceleración que se produjo desde su aplicación hasta la salida de pista.

En el caso de los frenos y el sistema antiskid es muy probable que se haya presentado una falla o que no hay operado de manera efectiva para contra arrestar la demanda conjunta que realizaron tanto el piloto como el primer oficial luego alrededor de 140 nudos. Esto se observó en las marcas que el frenado dejó en las llantas en las que se formaron marcas de reversión del caucho. No existe evidencia sobre malfuncionamiento o falencias del resto de los sistemas del avión ni fue reportada alguna discrepancia por parte de la tripulación.

2.4. FACTORES HUMANOS

2.4.1. FACTORES PSICOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS QUE AFECTABAN AL PERSONAL.

No hay evidencia respecto a condiciones fisiológicas que pudiesen haber afectado a la tripulación y que degradaran su rendimiento general. Tanto los períodos de descanso como su régimen alimenticio les permitía estar en condiciones adecuadas para la ejecución del vuelo sin mayores contratiempos.

En el aspecto psicológico la tripulación en conjunto cometió varios errores que a su vez se convirtieron en actos inseguros; estos errores se pueden clasificar en dos categorías para una mejor visualización y entendimiento:

- No intencionales
 - El olvido de armar los spoilers y de manera posterior verificar su extensión luego del toque a tierra.
 - El continuar con las listas de chequeo de descenso aún cuando faltaban puntos por cumplir.
- Intencionales
 - La inobservancia de las velocidades indicadas recomendadas por el manual general de operaciones para los diferentes segmentos de la aproximación.
 - La solicitud y ejecución de un descenso de alta velocidad cuando no estaba normalizado ni estandarizado por la empresa.



Como producto directo de estos actos se generaron condiciones inseguras de la operación que se llaman prácticas no estándar de acuerdo al modelo de Shappell y que se listan a continuación:

- Fallas en juzgar los parámetros de aproximación estabilizada.
- No cumplimiento de las regulaciones que ordenaban un ascenso inmediato ante las alarmas del GPWS.
- Deficiente manejo de los recursos de cabina cuando la atención se concentró en desacelerar el avión olvidando aspectos claves de la maniobra como los call out y el seguimiento de las listas de chequeo.

Finalmente estas condiciones pueden haber existido por una supervisión no adecuada de la empresa, que no conocía que podían haber operaciones no seguras en el área de El Dorado cuando se hicieran descensos de alta velocidad; pues, no existía un boletín o regulación que sirviese de guía para la ejecución de esta maniobra pero luego del accidente y ante el conocimiento de que si existía dicho riesgo la empresa generó un boletín operacional donde canceló este tipo de descenso y reforzó los conceptos de aproximación estabilizada.

De todos modos estos errores pueden haber sido esporádicos u ocasionales dificultando enormemente la labor del Departamento de Seguridad y del Jefe de Operaciones de la empresa explotadora.

En general faltó un adecuado manejo de los recursos de la tripulación, que se reflejó en la ausencia o mala ejecución de los chequeos establecidos como los de descenso, y antes de aterrizar además de los call out estándar donde se contemplan los parámetros de una aproximación estabilizada, y las acciones obligatorias ante alarmas de proximidad del terreno.

2.5. SUPERVIVENCIA

2.5.1. RESPUESTA DEL SAR Y DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

La reacción inicial de los servicios de emergencia fue oportuna y rápida debido al sistema de alerta por timbre que posee la torre de control con la estación de bomberos. Sin embargo se presentó una demora al impartir indicaciones apropiadas a los equipos de extinción sobre la posición exacta del avión debido a que la frecuencia empleada para comunicación no estaba estandarizada entre las partes, sólo cuando la controladora de la torre se cambió a la frecuencia de superficie se pudo emitir un mensaje que orientara el apoyo. Luego del desplazamiento inicial, el canal que circunda la cabecera impidió el cruce de los carros y obligó al personal a rodear el obstáculo por el perímetro del aeropuerto para poder acceder a los restos del avión aproximadamente 15 minutos luego del suceso.



2.5.2. ANÁLISIS DE LESIONES Y VICTIMAS

La única lesión que ocurrió en el evento fue una herida en la parte superior del ojo izquierdo del piloto que tuvo que ser suturada, esta laceración fue el resultado de la desaceleración final y del contacto del capitán con alguna de las superficies predominantes del tablero de instrumentos o la columna de control. No se pudo obtener información respecto del objeto causante de la lesión.

2.5.3. ASPECTOS DE SUPERVIVENCIA

La evacuación directa por la ventana del primer oficial, el no comprometimiento de la estructura de la cabina de pilotos, la ausencia de tren de aterrizaje luego de su fractura y la zona anegada donde reposo finalmente el avión facilitaron en gran parte la supervivencia de la tripulación que pudo evacuar sin mayores demoras el avión. No sufrieron golpes o lesiones en el proceso de salida de la cabina y no hubo un riesgo inminente de incendio que amenazara la integridad de los tripulantes.

3.0 CONCLUSIÓN

3.1 CONCLUSIONES

- El entrenamiento de la tripulación era adecuado para la realización del vuelo, habían descansado lo suficiente y no poseían ningún impedimento que los afectase en su desempeño.
- Las cartas de navegación que empleó la compañía para la ejecución del vuelo no incluyen los datos de restricción de velocidad dentro del TMA de Bogotá.
- Los procedimientos de peso y balance de la aeronave fueron realizadas de manera normal y no se consideraron factores contribuyentes en el suceso.
- No hay evidencia de que los sistemas exceptuando los frenos o los instrumentos hayan funcionado de una manera no esperada o con deficiencias.
- El sistema de frenos y el antiskid sufrieron de fallas repetitivas en vuelos anteriores generando recargas al tren principal central y al tren principal derecho que asumieron sucesivas veces toda la carga de desaceleración lo que se ve reflejado en el numero de anotaciones de mantenimiento realizadas en el transcurso de cuatro meses al respecto.



- No se pudo establecer la causa de la falla del sistema antiskid que permitió el bloqueo de los frenos y la consecuente ineficiencia de los mismos durante el proceso de aterrizaje.
- Durante el descenso al fijo inicial de aproximación la tripulación solicitó un descenso de alta velocidad. Dicho procedimiento no estaba reglamentado por la empresa explotadora ni había otra norma disponible que regulase la maniobra.
- La tripulación cruzó el fijo inicial de aproximación a una velocidad cercana a los 270 nudos sin configurar el avión para el aterrizaje en el aeropuerto El Dorado, de acuerdo a los datos ofrecidos por el registrador de datos de vuelo.
- Los cuatro parámetros descritos en el manual general de operaciones para determinar una aproximación estabilizada, eran suficientes para que la tripulación hubiese observado las diferencias y hubiese tomado la decisión de realizar un sobrepaso.
- La premura en el descenso, y la concentración focal en tratar de desacelerar el avión llevó a los tripulantes a obviar call out y a realizar listas de chequeo de manera parcial, olvidando puntos claves como el armado de los spoilers.
- La decisión del primer oficial de realizar sobrepaso fue contradicha por el capitán de la aeronave a pesar de que existían suficientes razones para cancelar la aproximación, esto demostró al grado que se deterioro el manejo de los recursos de cabina por parte de la tripulación.
- La controladora de torre no avisó a la tripulación de las condiciones de humedad de la pista aún cuando en el reporte meteorológico del ATIS y en los METAR previos, se informaba la continuidad de la llovizna y chubascos en las vecindades del aeropuerto El Dorado.
- De acuerdo al registrador de voces de cabina durante la aproximación final al menos cinco veces el sistema de proximidad del terreno se activó en los modos correspondientes a rata de hundimiento y cercanía a obstáculos sin la configuración correcta. La tripulación manifestó no haber escuchado las alarmas y no reaccionaron frente a estas con el ascenso previsto.
- Debido a la alta velocidad sostenida durante la aproximación final la tripulación no pudo configurar el avión para aterrizaje con el ajuste de flaps de 35°, por lo que el flare o desaceleración para toque a tierra hizo que el avión aterrizara en un punto distante aproximadamente a unos 1500 pies del umbral.



- El avión tocó tierra con 180 nudos aproximadamente; los pilotos aplicaron reversibles en los motores uno y tres hasta alcanzar 1,6 de EPR y aplicaron frenos a 140 nudos. Los reversibles fueron quitados momentáneamente antes de la salida de pista y vueltos a aplicar cuatro segundos después en los tres motores.
- El avión se salió de la pista a una velocidad de 127 nudos aproximadamente.
- El ingeniero de vuelo no observó la extensión de los spoilers en tierra y consecuentemente no los activo de manera manual afectando el rendimiento de la desaceleración del avión.
- La controladora de torre también estaba cumpliendo funciones de control superficie saturando la capacidad de coordinación, situación que se vio reflejada cuando se presentó la emergencia y no hubo durante dos minutos aproximadamente comunicación entre los servicios de emergencia y la torre de control.
- Los servicios de emergencia reaccionaron adecuadamente al sistema de alerta temprana operado por un timbre, pero la falta de una orientación efectiva por parte de la torre de control sobre el lugar de la emergencia por el empleo de frecuencias diferentes demoraron el desplazamiento.
- El canal de agua que circunda la cabecera 31 derecha y que dista 86 metros aproximadamente de ella, esta dentro del área de seguridad de extremo de pista que se debería extender hasta las antenas del sistema ILS. Este canal demoró el acceso de los bomberos al imposibilitar su cruce y obligarlos a circundar el perímetro del aeropuerto.
- La evacuación del avión por parte de la tripulación se realizó sin mayores contra tiempos por la ventana del primer oficial, esta labor se facilitó por la ausencia del tren de aterrizaje, lo que disminuyó la altura de descenso a la superficie.
- La gran saturación de agua y la presencia de pequeñas lagunas en el sector impidieron que se presentaran conflagraciones mayores en el lugar del accidente facilitando la supervivencia de la tripulación y la preservación de la carga.

3.2 CAUSAS

Salida de la pista de aterrizaje 13 izquierda del aeropuerto El Dorado como consecuencia de un aterrizaje con una velocidad de unos 180 nudos y a 1500 pies de distancia del umbral aproximadamente, en el cual no se emplearon los spoilers



y en el que hubo presencia de hidroplaneo en los conjuntos del tren de aterrizaje principal haciendo que la acción de frenado fuese inferior a la prevista.

La decisión de la tripulación de continuar la aproximación a pesar de que esta no estaba estabilizada de acuerdo con los criterios descritos en el manual general de operaciones de la compañía explotadora.

La omisión de puntos de la lista de chequeo y call out por parte de la tripulación que trajeron como consecuencia una menor alerta situacional frente a los parámetros de la aproximación y de supervisión de la operación de sistemas clave como el de la extensión de spoilers luego del aterrizaje.

La no respuesta ante la alarma del sistema de proximidad del terreno que se activo al menos en cinco ocasiones durante la aproximación final en dos modos diferentes.

4.0 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

A la empresa Centurion Air Cargo para que establezca procedimientos en su manual general de operaciones que regulen los descensos en un gradiente que asegure la correcta desaceleración y configuración de las aeronaves por parte de las tripulaciones en cualquier aeropuerto donde normalmente tienen operaciones.

A la empresa Centurión Air Cargo para que realice un entrenamiento especial a sus tripulaciones en el simulador de vuelo donde se demuestren los efectos sinérgicos que tienen la densidad de Bogotá, las pistas húmedas, la falta de empleo de spoilers y las altas velocidades de aproximación en un aterrizaje estándar.

A la empresa Centurión Air Cargo para que refuerce la práctica por parte de sus tripulaciones de los call out estándar y los supervise de manera esporádica.

A la Aeronáutica Civil de Colombia para que supervise las cartas de navegación publicadas por otras entidades para que estén acorde con los cambios, alertas y normas contenidas en el manual de normas, rutas y procedimientos ATS de la república de Colombia.

A la Aeronáutica Civil de Colombia para que adecue el área de seguridad de extremo de pista de la cabecera 31 derecha para que se ajuste a las recomendaciones del anexo 14 del Convenio de la Aviación Civil Internacional en lo concerniente a libertad de obstáculos.

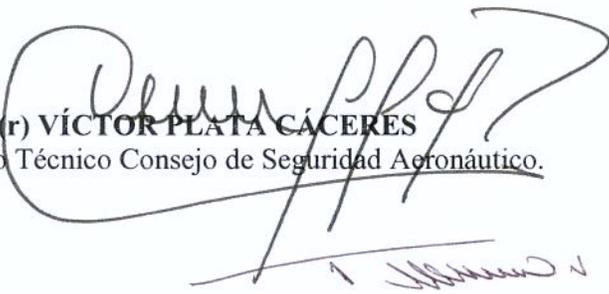


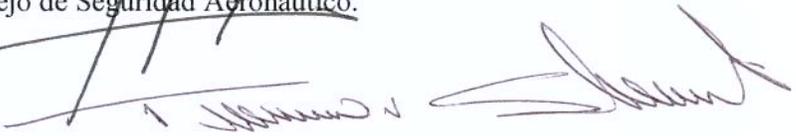
A la Aeronáutica Civil para que estudie la posibilidad de asignar un número adecuado de controladores para el cumplimiento de las funciones propias de un aeropuerto como El Dorado sin que se suceda la saturación observada en este caso durante la emergencia.

APÉNDICES

- Transcripciones de las comunicaciones.
- Lectura del registrador de datos de vuelo.
- Mapas y diagramas.
- Fotografías.

Vo.Bo.


Coronel (r) VÍCTOR PLATA CÁCERES
Secretario Técnico Consejo de Seguridad Aeronáutico.


Doctor FERNANDO SANCLEMENTE ALZATE
Director Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil.