Informe técnico
A-004/2019

Accidente ocurrido el día 28 de enero de 2019 a la aeronave ATR 72-212-A con matrícula EC-LYJ en el aeropuerto de Palma de Mallorca (Illes Balears)

El presente informe no constituye la edición en formato imprenta, por lo que puntualmente podrá incluir errores de menor entidad y tipográficos, aunque no en su contenido. Una vez que se disponga del informe maquetado y del Número de Identificación de las Publicaciones Oficiales (NIPO), se procederá a la sustitución del avance del informe final por el informe maquetado.

MINISTERIO DE FOMENTO
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Advertencia

El presente informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil en relación con las circunstancias en que se produjo el evento objeto de la investigación, con sus causas probables y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) nº 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

Consecuentemente, el uso que se haga de este informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

INDICE

ABREVIATURAS 0
SINOPSIS 1
1. INFORMACION FACTUAL 2
1.1. Antecedentes del vuelo 2
1.2. Lesiones personales 3
1.3. Daños a la aeronave 3
1.4. Otros daños 3
1.5. Información sobre el personal 3
1.6. Información sobre la aeronave 4
1.6.1. Sistema de mandos de vuelo 5
1.6.2 .Sistema de tren de aterrizaje 7
1.6.2.1. Dirección y guiado de la rueda delantera (Nose Wheel Steering)..... 7
1.6.2.2. Sistema de detección modo tierra - vuelo (Weight On Wheels)..... 8
1.6.3. Controles e indicaciones de planta de potencia..... 8
1.6.4. Procedimiento normal de aterrizaje 10
1.6.5. Control del avión en tierra..... 11
1.6.6. Información proporcionada por el fabricante respecto al aterrizaje con viento cruzado..... 12
1.6.7. Limitaciones de viento cruzado establecidas por el fabricante..... 14
1.7. Información meteorológica 15
1.8. Ayudas para la navegación 15
1.9. Comunicaciones 15
1.10. Información de aeródromo 16
1.11. Registradores de vuelo 17
1.11.1 Registrador de datos de vuelo (FDR) 17
1.11.2. Registrador de voces en cabina (CVR) 18
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto 19
1.13. Información médica y patológica 19
1.14. Incendio 19
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 19
1.16. Ensayos e investigaciones 19
1.17. Información sobre gestión y organización 22
1.17.1 Formación y evaluación en el proceso de incorporación a Swiftair y entrenamiento y verificación recurrentes 24
1.17.2. Entrenamiento CRM en el operador SWIFTAIR 25
1.18. Información adicional 27
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces 27
2. ANALISIS 28
3. CONCLUSION 31
3.1. Constataciones 31
3.2. Causas/Factores contribuyentes 31
4. RECOMENDACIONES 33
ANEXO 1. PARÁMETROS GENERALES DEL VUELO 34
ANEXO 2. TRAYECTORIA DE LA AERONAVE EN TIERRA 35

SINOPSIS

Propietario y Operador: SWIFTAIR

Aeronave: ATR- 72-212-A, matrícula EC-LYJ

Fecha y hora del accidente: 28 de enero de 2019 a las 16:35:41 h (hora local[1])

Lugar del accidente: Aeropuerto de Palma de Mallorca (Illes Balears)

Personas a bordo: 65 (ilesos)

Reglas de vuelo: IFR

Tipo de vuelo: Transporte aéreo comercial. Aterrizaje.

Fecha de aprobación: 25 de septiembre de 2019

Resumen del suceso:

El 28 de enero de 2019 la aeronave ATR 72-212-A con matrícula EC-LYJ realizó la aproximación final al aeropuerto de Palma de Mallorca, procedente del aeropuerto de Valencia y durante la toma de tierra se salió por el margen derecho de la pista y golpeó contra una de los elementos de señalización

El aterrizaje se pudo completar sin más incidentes y la aeronave rodó por sus propios medios al lugar de estacionamiento sin que fuera necesaria la intervención de los servicios de emergencia.

No se produjeron heridos.

La aeronave resultó con daños importantes en el lado derecho del fuselaje que afectaron a una cuaderna, al sistema hidráulico y al tren de aterrizaje.

La investigación ha determinado que el accidente se produjo por la pérdida de control de la aeronave en tierra, debido a que la maniobra de aterrizaje con viento cruzado, no se realizó, de acuerdo al procedimiento publicado por el fabricante.

Se ha considerado que fueron factores contribuyentes la falta de comunicación entre los miembros de la tripulación sobre la técnica de aterrizaje con viento cruzado durante el briefing de aproximación.

[1] Mientras no se indique lo contrario el informe se referirá a la hora local. La hora UTC se halla restando una unidad.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El lunes 28 de enero de 2019, el avión ATR 72-212-A con matrícula EC-LYJ estaba realizando un vuelo entre Valencia (LEVC) y Palma de Mallorca (LEPA) llevando a bordo a 61 pasajeros.

La tripulación de vuelo estaba compuesta por dos pilotos y la tripulación de cabina de pasajeros por dos tripulantes.

Era el segundo de los cuatro vuelos que tenían programados para esa tarde. El primero lo habían realizado entre Madrid y Valencia. En el tercero, tenían previsto regresar a Valencia desde Palma y finalmente volar de Valencia a Madrid.

Durante el aterrizaje en el aeropuerto de Palma de Mallorca, realizado a las 16:35:41 h, la aeronave se salió parcialmente por el margen derecho de la pista 24 L y rodó por fuera del asfalto durante unos instantes.

El avión volvió a la pista al momento. Finalmente abandonó esta por la salida S2, para continuar rodando hasta el lugar de estacionamiento por sus propios medios.

En el tiempo que estuvo rodando con parte del tren por fuera de la pista, golpeó contra el cartel de señalización que indicaba la calle de salida S1.

No se produjeron heridos y los pasajeros desembarcaron con normalidad.

La aeronave resultó con daños importantes en el lado derecho del fuselaje que afectaron a una cuaderna, al sistema hidráulico y al tren de aterrizaje.

Figura 1. Fotografía de la aeronave después del suceso

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Muertos	Graves	Leves/Ilesos
Tripulación			4
Pasajeros			61
Otros			

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave tuvo daños importantes.

1.4. Otros daños

Un cartel de señalización que indicaba la calle de salida S1.

Figura 2. Restos del cartel en la pista después del suceso

1.5. Información sobre el personal

El piloto tenía 43 años y licencia de piloto de transporte, ATPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 21 de diciembre de 2017. La licencia de piloto comercial, CPL(A) la obtuvo el 13 de junio de 2011.

Contaba con habilitación para aeronaves multimotor terrestres, MEP (land), habilitación de tipo del avión ATR 42/72 y habilitación de vuelo instrumental, IR(A).

La licencia, las habilitaciones y el reconocimiento médico estaban en vigor.

En el momento del accidente, su experiencia total era 4.223:21 h, de las cuales había realizado 645:41 h en el tipo, todas ellas como piloto al mando. Anteriormente había estado volando distintas aeronaves del Ejército del Aire, principalmente en misiones de lucha contra incendios forestales.

En la tabla siguiente se refleja las horas que había trabajado el piloto antes del suceso, distinguiendo entre el Tiempo de vuelo (Block) y la Actividad de vuelo (Duty time), que engloba al anterior.

Día anterior		Dos días antes		7 días antes		28 días antes		90 días antes	
Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad
2:33 h	5:25 h	7:03 h	12:50 h	16:01 h	29:37 h	37:30 h	99:39 h	133:55 h	345:15 h

El Copiloto, de 24 años contaba con licencia de piloto comercial, CPL(A) desde el 26 de junio de 2016, expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

Tenía habilitación para aeronaves monomotor, SEP (land) y multimotor terrestres, MEP (land), habilitación de tipo del avión ATR 42/72 y habilitación de vuelo instrumental, IR(A). También tenía certificado de instructor de vuelo para la obtención de la licencia de piloto privado de avión monomotor, FI(A) PPL.SEP.

La licencia, las habilitaciones y el reconocimiento médico estaban en vigor.

En el momento del accidente, su experiencia total era 684:35 h, de las cuales había realizado 266:59 h en el tipo, todas ellas como Copiloto. Su experiencia anterior la había adquirido en aviación general volando distintas aeronaves, acumulando un total de 274:54 h como piloto al mando y 142:42 h en vuelos de doble mando.

En la tabla siguiente se puede ver las horas de trabajo del Copiloto antes del suceso, con la misma distinción que en la tabla anterior:

Día anterior		Dos días antes		7 días antes		28 días antes		90 días antes	
Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo	Actividad
2:33 h	5:25 h	2:33 h	12:00 h	20:17 h	38:45 h	72:43 h	140:20 h	179:58 h	396:48 h

La Jefe de tripulación de cabina de pasajeros tenía 31 años y licencia de tripulante de cabina de pasajeros, CCA, expedida por la autoridad aeronáutica de Irlanda (IIA) el 19 de noviembre de 2014.

Estaba habilitada para la aeronave ATR 72/200/500 por el Operador y también tenía habilitación para el avión Boeing 737, pero no en vigor.

El último certificado médico había sido obtenido en España.

Los tres documentos estaban en vigor.

Su experiencia total era de seis años, de los cuales los últimos nueve meses había trabajado para el Operador con dos contratos distintos.

Previamente había estado trabajando durante cinco años en otra compañía a bordo de la aeronave Boeing 737.

La otra tripulante de cabina de pasajeros, de 25 años de edad, tenía licencia de tripulante de cabina de pasajeros, CCA, desde el 6 de marzo de 2017 y el correspondiente certificado médico.

También estaba habilitada para la aeronave ATR 72/200/500 por el Operador.

Igualmente, los tres documentos estaban en vigor.

Llevaba trabajando desde agosto con un contrato de seis meses, que fue renovado por otros seis meses.

1.6. Información sobre la aeronave

El ATR 72 es un avión de ala alta propulsado por dos motores turbohélice, que se utiliza principalmente para vuelos regionales.

Tiene una longitud de 27,166 m, una envergadura de 27,05 m y una altura total de 7,65 m. Su vía es 4,1 m y la batalla 10,77 m.

Su masa operativa en vacío es 14.011 Kg, la masa máxima al despegue 22.800 Kg y la masa máxima al aterrizaje 22.350 Kg.

La unidad objeto de la investigación tenía número de serie 468 y en el momento del suceso acumulaba 32.100:24 h de vuelo y 46.113 ciclos.

Iba equipado con dos motores PRATT & WHITTNEY PW127

El avión estaba configurado con 68 asientos para pasajeros, aunque el modelo tiene una capacidad máxima de 74 asientos.

Tenía en vigor el certificado de revisión de la aeronavegabilidad.

La última revisión de mantenimiento se había realizado el 20 de enero de 2019 cuando contaba con 32.100:34 h de funcionamiento.

La carga y centrado de la aeronave en el vuelo del accidente estaba dentro de los límites establecidos por el fabricante.

De acuerdo con el manual de vuelo de la aeronave, la velocidad máxima demostrada de componente de viento cruzado para el aterrizaje es 35 Kt, llevando los flaps desplegados 30º.

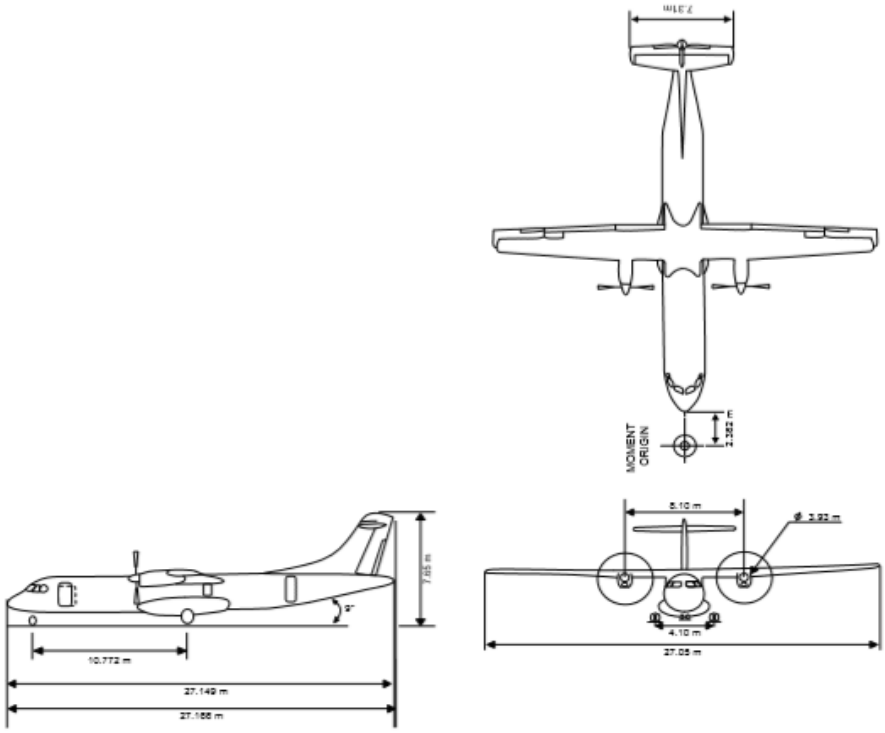


Figura 3. Vistas de la aeronave

1.6.1. Sistema de mandos de vuelo

El ATR42/72 se controla en los tres ejes, mediante el sistema de mandos de vuelo, que se compone de los mandos primarios y los secundarios. Además de las superficies móviles, también se incluyen los sistemas de control con las indicaciones asociadas y los sistemas de alerta.

Los mandos de vuelo primarios llevan en cada semiala, un alerón para el control de alabeo, actuado mecánicamente y un spoiler que se actúa hidráulicamente. También hay dos timones, para el control de profundidad actuados mecánicamente y un timón de dirección para el control de guiñada, accionado también de manera mecánica.

El mando sobre el alabeo se realiza a través de la columna de control que acciona los alerones. El recorrido de la columna de control del piloto para alabeo es de ± 87° y la deflexión del alerón en el ala es de 14º tanto hacia arriba como hacia abajo. La spoilers se extienden cuando hay deflexiones de alerón superiores a 2,5º.

En lo que respecta al mando de cabeceo, cada columna de control de la cabina de mando mueve mecánicamente el timón de profundidad asociado a su lado y a través de un mecanismo de acople, se mueven la columna de control y el timón de profundidad del otro lado.

El recorrido de la columna de control en cabeceo es de 11,25º hacia arriba y 6,75º hacia abajo, mientras que el timón de profundidad tiene un recorrido de 23º hacia arriba y 13º hacia abajo.

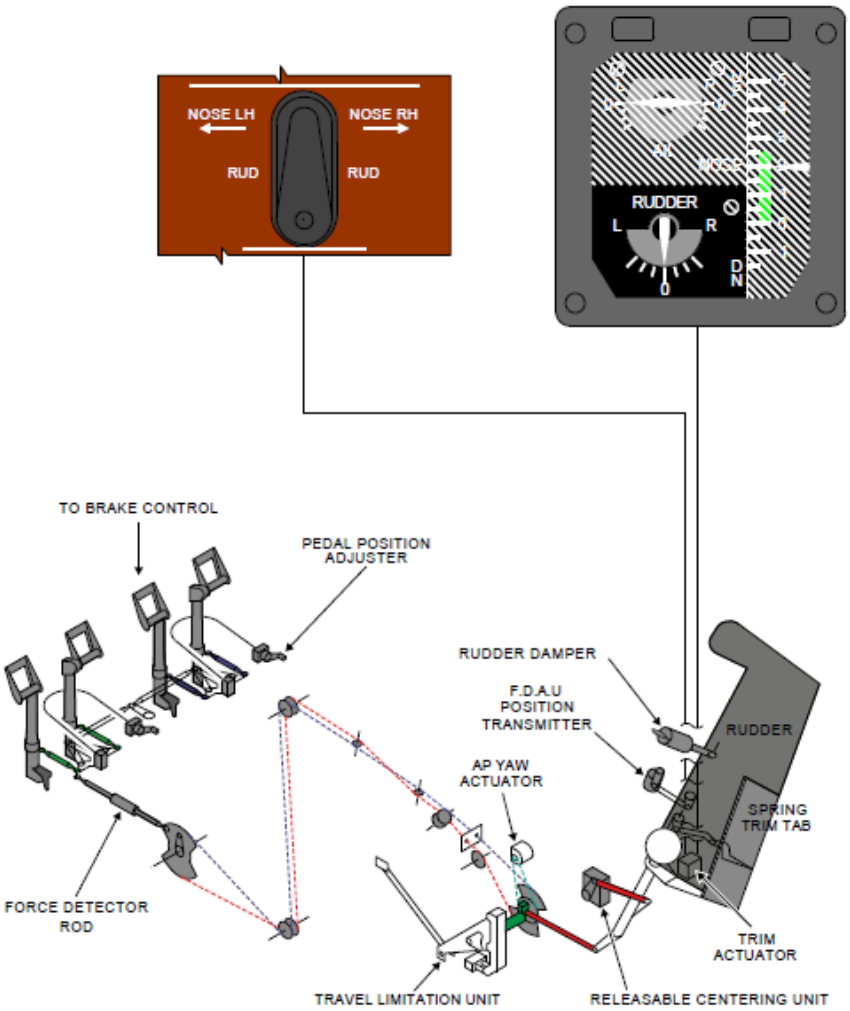


Figura 4. Esquema del control de guiñada

En relación con el movimiento de guiñada, los pedales del sistema del control de dirección (guiñada) actúan mecánicamente sobre una aleta denominada spring trim tab,

que a su vez actúa en el timón de dirección, el cual está diseñado para controlar la aeronave en el suelo durante las carreras de despegue o de aterrizaje, especialmente en condiciones de viento cruzado, durante el aterrizaje en la maniobra de recogida con viento cruzado, para alinear la aeronave con la pista y también se puede utilizar para la coordinación en los virajes.

Los mandos de vuelo secundarios, destinados a incrementar la sustentación, se componen de dos flaps en cada semiala (uno interior y otro exterior), actuados hidráulicamente

1.6.2. Sistema de tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje del ATR42/72 está compuesto por una pata delantera y dos patas en el tren principal, todas ellas retráctiles.

Cada pata del tren principal está equipada con dos ruedas, un amortiguador oleo neumático, los frenos y un sistema antideslizamiento (Antiskid).

La pata del tren delantero también tiene dos ruedas, el amortiguador oleo neumático y un sistema de dirección y guiado de las ruedas (Nose Wheel Steering).

La aeronave viene equipada con un sistema de detección e indicación de la posición del tren de aterrizaje, compuesto por dos subsistemas independientes. El sistema primario está gestionado por el módulo 1A del ordenador multifunción (Multi Fuction Computer - MFC) y el sistema secundario por el módulo 2A del MFC.

Cada subsistema dispone de sus propios circuitos conocidos como “Weight On Wheels” (WOW), que llevan interruptores de proximidad en cada uno de los amortiguadores de las patas del tren de aterrizaje. Cada circuito WOW, proporciona señales tierra – aire, a los distintos sistemas a través del módulo correspondiente del MFC.

1.6.2.1. Dirección y guiado de la rueda delantera (Nose Wheel Steering)

El control direccional en tierra de las ruedas delanteras, conocido como Nose Wheel Steering (NWS), se consigue mediante un servomecanismo que se controla desde la cabina de pilotaje, alimentado o propulsado por el subsistema azul del sistema hidráulico.

El Comandante dispone de un volante ubicado en la consola lateral izquierda, con el que se pueden conseguir deflexiones que permiten el giro de las ruedas de la pata delantera hasta 60° (a cada lado).

Si la pata delantera del tren de aterrizaje, no se encuentra en posición de bajado y bloquado, hay una válvula que corta el suministro de presión hidráulica que alimenta el NSW.

Si los amortiguadores de las patas del tren principal y del delantero no están comprimidos, también se corta el suministro de presión hidráulica. En el supuesto de que cualquier de las tres patas del tren de aterrizaje deje estar en el suelo una vez que los amortiguadores de las tres patas se hayan comprimido, se dispone de la opción de mantener el control direccional a través del NWS, siempre que una de ellas permanezca en contacto con el suelo.

La aeronave viene equipada con un interruptor que desactiva el sistema del NWS, que también está ubicado en el lateral izquierdo del puesto de pilotaje del Comandante.

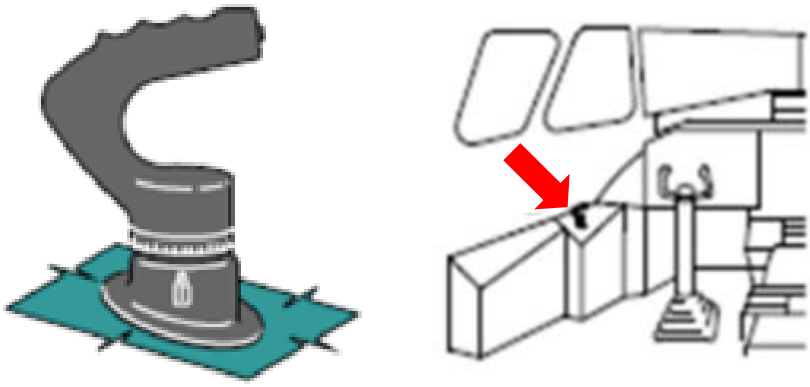


Figura 5. Forma y ubicación del control de la rueda delantera (NWS)

1.6.2.2. Sistema de modo tierra - vuelo (Weight On Wheels)

El avión tiene un sistema de detección que indica si el avión se encuentra en tierra o no, que se conoce como circuito de sensor de peso en ruedas (WOW circuit), que consiste en unos interruptores de proximidad en cada uno de los amortiguadores de cada pata del tren de aterrizaje.

Este avión tiene dos circuitos WOW que mandan las señales al MFC, para su posterior distribución a aquellos sistemas que requieran información acerca del estado tierra o vuelo del avión.

En el panel que hay en el lado derecho de la cabina de vuelo (panel de mantenimiento) hay un interruptor que permite seleccionar la posición “EN VUELO” mientras el avión está en tierra, cuando se están realizando tareas de mantenimiento.

Cuando se realiza un aterrizaje extremadamente suave, se puede dar el caso de que el sistema de detección de estado del avión “TIERRA” o “VUELO”, no detecte el paso al modo “TIERRA” al no comprimirse lo suficiente los amortiguadores del tren de aterrizaje y por lo tanto, aquellos sistemas que precisen esta información para cualquier actuación automática o para habilitar alguna característica en el cambio del modo “VUELO” al modo “TIERRA”, quedan afectados.

1.6.3. Controles e indicaciones de planta de potencia

Las palancas de potencia (PL) del avión están conectadas mecánicamente a la unidad hidromecánica (HMU) y al módulo de la válvula de las hélices (PVM) mediante cables y poleas. Con ellas se puede controlar la potencia que desarrollan los motores desde la posición de torque máximo (MAX RATED TQ) hasta la posición de máxima reversa (MAX REVERSE).

Para el despegue hay que avanzar las palancas de potencia desde la posición de ralentí en tierra (GROUND IDLE - GI) a la posición de torque de despegue, palancas de potencia en la posición NOTCH y selector de control de potencia (power management) en posición TO

En el aterrizaje hay que retrasar las palancas de potencia hasta la posición de ralentí en vuelo (FLIGHT IDLE - FI) y una vez que se ha desbloqueado automáticamente la barrera IDLE GATE, las palancas se pueden retrasar a la posición de ralentí en tierra (GI) o al sector donde está la posición de las reversas, si procede hacerlo.

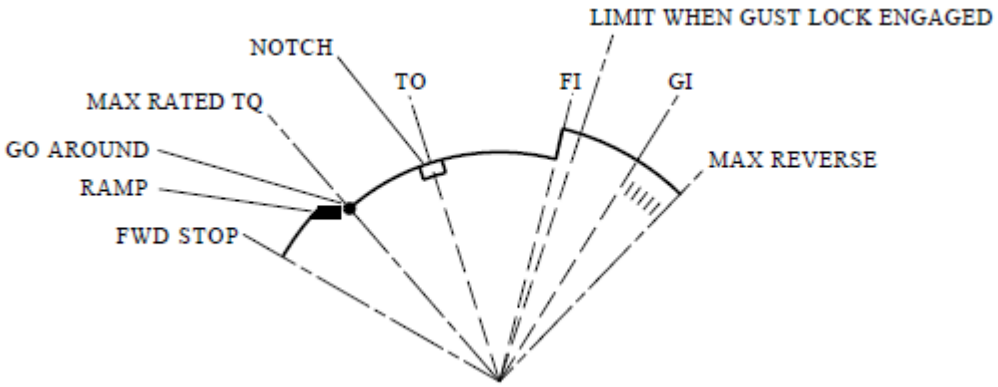


Figura 6. Esquema de las posiciones de la palanca de potencia

Hay que actuar con cierta fuerza para pasar las palancas de potencia al de reversas, volviendo a la posición de GI cuando se deja de aplicar la misma.

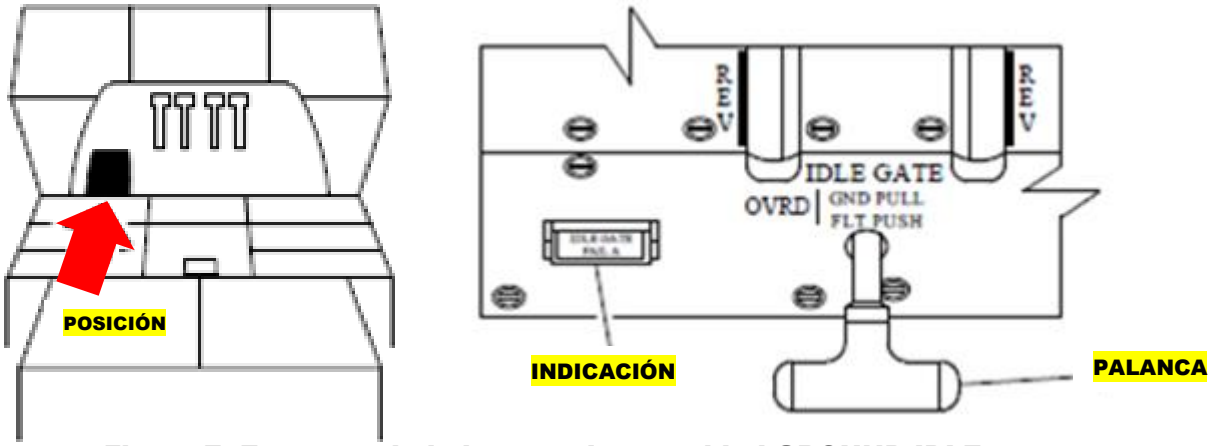


Figura 7. Esquema de la barrera de seguridad GROUND IDLE

En el despegue, una vez que ambos amortiguadores se extienden indicando el modo vuelo, hay una barrera que evita que se pueda retrasar la palanca de potencia por debajo del umbral del FI, que es la posición IDLE GATE.

En el aterrizaje, en el momento que un amortiguador del tren de aterrizaje se comprime esta barrera se retrae automáticamente, permitiendo a la tripulación seleccionar la posición GI o la zona de reversa.

El ATR42/72 viene equipado con una palanca que permite la retracción manual de la barrera en el caso de fallo de la lógica automática.

En el panel frontal ubicado entre ambos pilotos, se encuentra la información sobre los motores, ENG1 y ENG2.

En él figuran las luces de aviso denominadas “LO PITCH” que se iluminan en color ámbar cuando el ángulo actual de las palas de los motores es menor que el ángulo de pala normal correspondiente a la posición de la palanca de gases FI. Durante el

aterrizaje ambas luces se iluminan cuando el piloto que está a los mandos (PF) pasa las palancas de potencia al umbral de GI.

Figura 8. Indicación LOW PITCH

De acuerdo a los procedimientos normales de operación establecidos en el Manual de operación de vuelo para la tripulación vuelo (FCOM), el piloto que no está a los mandos (Pilot monitoring - PM) comprueba la retracción automática de la barrera (Idle Gate). Si la retracción no fuera automática, deberá actuar sobre la palanca que permite su retracción manual.

Una vez que el piloto a los mandos (PF) haya seleccionado el umbral de GI en las palancas de gases, el otro piloto (PM) debe comprobar y anunciar el estado de las luces indicadoras de LO PITCH.

1.6.4. Procedimiento normal de aterrizaje

El Manual de operación de vuelo para la tripulación (FCOM), refleja el procedimiento normal de aterrizaje en el apartado “Procedimientos normales”, en el que se detallan las acciones a seguir tanto por parte del piloto a los mandos (PF) como del piloto que monitorea (PM):

En el apartado “Procedimientos adicionales a los normales” del Manual de vuelo, el fabricante establece que se mantenga la senda estándar de 3º y la velocidad de aproximación final (Vapp) hasta recibir el aviso del radio altímetro de que se está a 20 Ft. En ese momento es cuando el piloto a los mandos (según el manual) debe de iniciar la nivelación del avión sobre el eje transversal (recogida).

Durante la recogida hay que esperar a que la velocidad decrezca y la toma de contacto, debe ser de entre de 5 Kt y 10 Kt inferior a la velocidad de aproximación estabilizada.

En cuanto el tren de aterrizaje principal esté en el suelo hay que controlar el impacto de la rueda de morro, retrasar ambas palancas de potencia a la posición GI y comprobar los ambos avisos de LO PITCH y utilizar las reversas y los frenos de los pedales como se requiera.

A medida que la velocidad se reduzca y no por debajo de 40 Kt, el Comandante debe pasar a mantener el control direccional usando el volante del NWS, mientras que el Copiloto (FO) debe de mantener la columna de control inclinada completamente adelante.

El manual recalca que se requiere una correcta coordinación de la tripulación para el manejo de la columna de control en todo momento y tanto en los aterrizajes como en

las maniobras de despegue frustrados, la columna de control se debe transferir al Copiloto mientras que el Comandante debe de hacerse cargo del volante NWS.

AFM DATA

The maximum demonstrated crosswind is:

Takeoff.....35 kt
Landing FLAPS 30..... 35 kt

Braking Action	T.O	LDG	Maximum Crosswind (T.O and LDG)
GOOD	1	1	35 kt
GOOD/MEDIUM	2	2	28 kt
MEDIUM	3/6	6	22 kt
MEDIUM/POOR	4	5	16 kt
POOR	7	7	10 kt

Runway Status	
1	Dry runway
2	Wet up to 3 mm depth
3	Slush or water from 3 to 6 mm depth
4	Slush or water from 6 to 12.7 mm depth
5	Slush or water from 3 to 12.7 mm depth
6	Compact snow
7	Ice

Figura 9. Limitaciones de máximo viento cruzado demostrado del FCOM y del AFM

1.6.5. Control del avión en tierra

Una vez que la aeronave está en tierra, a bajas velocidades, la velocidad del flujo de aire es insuficiente para que las superficies de control sean efectivas para mantener el control direccional. Por ello este avión viene equipado con el NWS.

El Comandante emplea este volante para dirigir la aeronave en tierra, tanto en las fases de rodaje como en la parte inicial del despegue y final del aterrizaje, cuando la velocidad de la aeronave es baja.

En condiciones de viento cruzado, el fabricante recomienda que durante la carrera de aterrizaje el piloto a los mandos (PF) aguante la columna de control hacia adelante (en posición de morro abajo) para incrementar la eficiencia direccional, a la vez que contra el viento con el fin de evitar que el viento levante el plano situado a barlovento y provoque que la aeronave pivote, acentuado por el efecto veleta, moviendo el morro de la misma hacia el viento.

El piloto a los mandos (PF) debe incrementar gradualmente el mando de alabeo hacia el viento, hasta la deflexión máxima si fuera preciso. A la vez debe emplear los pedales para mantener inicialmente el eje de la pista y debe corregir suavemente cualquier desviación de rumbo.

Al decrecer la eficiencia del timón de dirección cuando se reduce la velocidad, por debajo de los 70 Kt, el Comandante controla la dirección de la aeronave en tierra por medio del NWS, mientras que el Copiloto debe mantener la columna de control en posición de morro abajo y a la vez el mando de alabeo hacia el viento hasta el momento en que la aeronave se detenga.

Hay que hacer notar que en este avión con los pedales no se mueve la rueda delantera.

PF	PM
■ **If visual references acquired** ► VISUAL REF.....ANNOUNCE ► APPROACH.....CONTINUE ■ **If visual references not acquired** ► GO-AROUND.... .... ORDER & INITIATE *"Announce, Go-around, set power, flaps one notch".* ► AP .....DISCONNECT & ANNOUNCE ► CAVALRY CHARGE.....CANCEL *Press twice AP disconnection pb to cancel* ► YD DISENGAGEMENT..... ..... ORDER	► YD .... DISENGAGE & ANNOUNCE ► AFCS YD ALARM.....CLEAR ► RUD TRIM..... ..... CHECK CENTERED
At 50 ft AAL	► 50 FT AAL .....ANNOUNCE
At 20 ft AAL ► PL 1+2..... FI ► FLARE.....PERFORM	► 20 FT AAL .....ANNOUNCE
On Ground ► PL 1+2..... GI ► REVERSE .... AS RQRD *Reverse efficiency decreases with speed. If use is expected, it is recommended to use it just after landing. Set PL to GI before 40 kt to avoid engines ingestion and pitch disconnect.* ► BRAKES..... .....AS RQRD	► IDLE GATE RETRACTION .....CHECK *PULL if no automatic retraction* ► LO PITCH.....CHECK & ANNOUNCE

ENG	LO PITCH	ANNOUNCE	REVERSE
2 ENG	2	2 LOW PITCH	NORMAL USE
	1	NO REVERSE	NO REVERSE
	0		
1 ENG	1	1 LOW PITCH	USE WITH CARE

Figura 10. Lista de acciones de los pilotos

1.6.6. Información del fabricante respecto al aterrizaje con viento cruzado

El Manual de operación de vuelo para la tripulación contiene escasas referencias relativas a la técnica de aterrizaje con viento cruzado, no incluyendo una explicación explícita de la misma.

La información recogida en el FCOM es la siguiente:

- En la página 3 de la sección parámetros de limitaciones operacionales (LIM.4), establece el valor máximo de viento cruzado recomendado y cómo mandar sobre la columna de control.
- En la página 3 de Procedimientos adicionales a los normales (ANOR.1.1) explica como mandar sobre la columna de control.

- En las páginas 8 y 9 de la sección procedimientos de operación especial (PRO.SPO), explica la limitación de viento en el caso de una pista estrecha.
- En las páginas 12 y 13 de “performance - operating data” (PER.1.6) se muestra el diagrama de viento cruzado.
- En la página 3 de procedimientos adicionales a los normales (ANOR.1.1) explica como mandar sobre la columna de control.
- En la página 24 de la sección procedimientos de operación normal, uso normal de sistemas (NSU.27.4.2) explica situaciones en las que emplear el timón de dirección (rudder).
- En la página 53 de la sección procedimientos adicionales a los normales (ANOR.8.3) explica la configuración de flap en viento cruzado.
- En la página 61 de la sección procedimientos adicionales a los normales (ANOR.10.2) explica la limitación de viento para aproximación en Categoría 2.

La configuración de flap recomendada para el aterrizaje en condiciones de viento cruzado, es la misma que la recomendada para configuración estándar.

El 7 de junio del 2016 el fabricante emitió un mensaje de información para operaciones de vuelo (flight operations information message), FOIM 2016/06, aplicable a todos los modelos ATR42/72 bajo el título aterrizaje con viento cruzado (crosswind landing). En el mismo se establecen los siguientes puntos clave para un aterrizaje seguro y satisfactorio en condiciones de viento cruzado:

- Revisar y comentar la técnica de aterrizaje con viento cruzado.
- Adherirse estrictamente a la velocidad de aproximación (Vapp) calculada.
- Asegurarse de mantener una fuerte cooperación entre la tripulación.
- Estar preparado y mentalizado para un posible aterrizaje frustrado (go-around).
- Transición aire/tierra corta (reducida).
- Mantener el mando de alabeo hacia el viento durante la carrera de aterrizaje.

Respecto al manejo de la aeronave durante la carrera de aterrizaje y deceleración, el mismo documento explica que las ruedas del tren principal que están a barlovento deberán tocar la pista en primer lugar, seguidas de las ruedas del tren principal que están a sotavento.

Después de que hayan contactado ambas patas del tren principal, el piloto a los mandos (PF) debe ayudar bajando el morro del avión, a que se asiente el contacto de las ruedas de la pata delantera y debe mover las palancas de potencia a la posición de Ground Idle (GI), para conseguir una reducción efectiva de energía.

Solamente se deben accionar las reversas una vez que el piloto que monitoriza (PM) haya comprobado y anunciado las dos luces verdes[2] de LO PITCH.

Si fuera preciso incrementar la deceleración del avión, los pilotos pueden hacer uso de las reversas y/o los frenos para minimizar la carrera de aterrizaje.

[2] En la variante -500 la indicación al piloto es de color ámbar, siendo de color verde en la variante -600.

FLT PHASE EVENT	PF	PM
LAND	"IN SIGHT, LAND"	
		"EIGHTY"
		"FIFTY"
		"TWENTY"
	LAND	
TOUCH DOWN	PL 1+2..... ..... GI	CHECK IDLE GATE
	REVERSE THRUST...AS RQD	"TWO LOW PITCH"
70 KIAS		"SEVENTY KNOTS"
	CM1	CM2
	"MY CONTROL"	
		"YOUR CONTROL"
	CONTROL DIRECTION BY NWS	CONTROL WHELL (towards wind)

Figura 11. Lista de acciones de los pilotos en PRM

Durante la carrera de aterrizaje el piloto a los mandos (PF) deberá mantener la columna de control en posición de morro abajo para incrementar la eficiencia direccional, manteniendo a su vez el mando de alabeo hacia el viento.

En el caso de no actuar suficientemente sobre el mando de alabeo hacia el viento, las rachas de viento pueden elevar el ala de barlovento provocando un viraje o que la aeronave acentuado por el efecto veleta, llegue a pivotar.

Para evitarlo el piloto a los mandos (PF) debe incrementar gradualmente el mando de alabeo hacia el viento, hasta la deflexión máxima si fuera preciso.

Adicionalmente se pueden emplear los pedales para controlar el timón de dirección y así mantener la aeronave centrada en el eje de la pista. Cualquier desviación del rumbo debe corregirse suavemente especialmente en la dirección contra el viento (barlovento).

Por debajo de 70 Kt el Comandante tiene que controlar la dirección de la aeronave por medio del NWS y el Copiloto debe mantener el mando sobre la columna de control y dirigirla hacia el lado del viento, hasta que la aeronave se detenga.

El fabricante ha publicado la revisión 3.0 (julio de 2019) de la documentación operacional, que incluye una sección PRO.NOP.ANOR.8.2 Operación en condiciones de viento. En ella se establecen las recomendaciones del fabricante para un aterrizaje seguro y satisfactorio en condiciones de viento cruzado.

En 2018, durante la conferencia de seguridad en Bangkok, el fabricante realizó una presentación sobre "Prevención de salidas de pista en condiciones de viento cruzado", cuyo contenido está disponible en vídeo en su página web.

1.6.7. Valor máximo de viento cruzado recomendado por el fabricante

El fabricante establece tanto en el Manual de vuelo del avión (AFM) como en el Manual de Operación para la tripulación (FCOM), un valor de máximo viento cruzado demostrado de 35 Kt, tanto para despegue como aterrizaje en pista seca.

1.7. Información meteorológica

A continuación, se expone la información contenida en los cuatro informes METAR previos a la hora del accidente, de los cuales disponía la tripulación:

METAR LEPA 281530Z 31025G36KT 9999 FEW20 15/06 Q1006 NOSIG

METAR LEPA 281600Z 32026G40KT 9999 FEW20 15/05 Q1006 NOSIG

METAR LEPA 281630Z 32024G34KT 290V350 9999 FEW20 14/06 Q1007 NOSIG

METAR LEPA 281700Z 32024G34KT 9999 FEW20 14/06 Q1007 NOSIG

En ellos se puede ver que la dirección desde donde soplaba el viento, oscilaba entre 310º y 320º, con una velocidad media variando entre 24 Kt y 26 Kt y ráfagas entre 34 Kt y 40 Kt.

Una hora antes el accidente la dirección del viento estaba variando entre 290º y 350º. La nubosidad era escasa a 2.000 ft de altura, la temperatura estaba entre 14º c y 15ºC y la presión en el aeropuerto reducida al nivel del mar variaba entre 1006 HPa y 1007 HPa.

Por su parte el TAFOR o pronóstico de aeródromo de las 1100Z contenía la siguiente información:

TAF LEPA 281100Z 2812/2912 29020KT 9999 FEW030 TX16/2812Z TN05/2906Z TEMPO 2812/2817 30025G40KT TEMPO 2817/2820 30015G30KT BCMG 2820/2822 VRB04KT BECMG 2910/2912 29012KT.

En él se indicaba la previsión de vientos de componente oeste noroeste de 30 Kt de intensidad que temporalmente podrían aumentar su intensidad a los 25Kt con rachas de 40 Kt, en el periodo comprendido entre las 12:00 y las 17:00 UTC.

1.8. Ayudas a la navegación

En el tramo final del aterrizaje funcionaron correctamente las ayudas a la navegación para la aproximación ILS a la pista 24 L.

1.9. Comunicaciones

Según la información facilitada por los servicios de control, estos hablaron con la tripulación tres veces desde que la aeronave estaba en el tramo final de aproximación.

La primera fue a las 16:31:56 h para responder a una llamada de la tripulación, y les dieron la instrucción de continuar con la aproximación.

A las 16:32:23 h los servicios de control de torre llamaron para informar que la pista en servicio era la 24 L, que estaban autorizados a aterrizar y que el viento en superficie era de 28 Kt, de dirección 330º y con rachas máximas de 35 Kt. La tripulación colacionó la pista en servició.

Finalmente, a las 16:36:13 contactaron de nuevo para preguntar si necesitaban asistencia a los que la tripulación respondió que no era necesaria. En la misma conversación les pasaron con la frecuencia del servicio de rodadura y de nuevo la tripulación colacionó.

A partir de las 16:38:29 y hasta las 16:42:31 hubo varias conversaciones entre el servicio de control y los conductores de los vehículos que prestan servicio en tierra para coordinar la revisión y limpieza de la pista.

1.10. Information de aeródromo

El aeropuerto de Palma de Mallorca, LEPA, tiene como punto de referencia el de coordenadas 39º 33’ 06” N – 002º 44’ 20” E, una elevación de 8 m y está situado 8 Km al sureste de la ciudad.

Tiene dos pistas paralelas designadas como 06L/24R y 06R/24L. El aterrizaje ourrió en la 24 L, que tiene 3.000 m de longitud y 45 m de anchura, con una pendiente ascendente del 0,19% de media.

Figura 12. Vista aérea del aeropuerto

De acuerdo con la información publicada en el AIP de AENA, los últimos 410 m de la pista 24L están pavimentados y adecuados para que puedan detenerse las aeronaves en caso de despegue interrumpido.

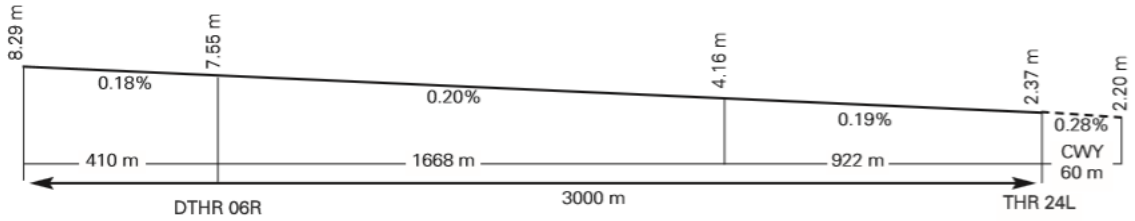


Figura 13. Perfil de la pista 06R / 24L

En cuanto al uso de pistas, la configuración oeste será la preferente, siempre que la componente de viento en cola no exceda de 10 kt en pista seca, o pista mojada con acción de frenado buena. De este modo las llegadas se realizan por la pista 24L y las salidas por la 24R.

A iniciativa del ATC, para acelerar el tránsito de llegadas podrá utilizarse la pista 24R.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave llevaba un registrador de datos de vuelo y un registrador de voces en cabina que se descargaron en el laboratorio de la CIAIAC el 4 de febrero de 2019.

1.11.1. Registrador de datos de vuelo (FDR)

El FDR era del fabricante L3 modelo FA2100 con Número de parte 2100-4043-2 y número de serie 000668767.

Del análisis de los datos grabados cabe destacar lo siguiente:

- Durante los 7 segundos antes de la toma de tierra se mantienen mando de alabeo hacia la derecha y deflexión del timón de dirección hacia la izquierda.
- A las 16:35:41 h realizó la toma con una aceleración vertical de 1,03 g y ligeramente a la izquierda del eje de pista. La misma se realiza con rumbo magnético 241º (3 grados de deriva) y una velocidad CAS de 105 Kt.
- Tras la toma, se mantuvo durante unos segundos ligeramente el mando de alabeo hacia la derecha, con ligeras aplicaciones de timón de dirección hacia la izquierda. Acto seguido, el rumbo magnético del avión comenzó a desviarse a la derecha hasta alcanzar desviaciones de hasta 15º
- A las 16:35:46, es decir 5 s después de la toma, el semiala derecha se elevó a la vez que se actuaba sobre el timón de dirección hacia la izquierda. Se cruzó el eje de pista con aproximadamente un rumbo magnético 253º (15º sobre el QFU de la misma).
- A las 16:35:51 (10 s después de la toma) se aprecia una súbita y amplia deflexión del timón de dirección hacia la izquierda y 2 s después, un incremento de potencia en el motor derecho. Durante este lapso de tiempo se mantuvieron velocidades de entre 97 Kt y 85 Kt, lo que se traduce en deceleraciones de 1 Kt/s aproximadamente.
- A las 16:35:54, el avión abandonó ligeramente la pista por su extremo derecho del orden de 8 s y el sensor de peso en ruedas detectó en ese momento el paso a modo tierra. La velocidad en el momento de la salida de pista era de 85 Kt.
- En ese momento la posición de las palancas de gases se corresponde con la posición de Flight Idle.
- -A las 16:36:04, (10 s más tarde), el avión volvió de nuevo a la pista, pasando las palancas de potencia a la posición de Ground Idle y apreciándose una

deflexión casi completa de los alerones en posición de mando hacia la derecha.

En los Anexos 1 y 2 hay sendas figuras obtenidas a partir de los valores sacados del registrador de datos de vuelo, que representan respectivamente, los parámetros generales del vuelo y la trayectoria que siguió la aeronave en tierra.

1.11.2. Registrador de voces en cabina (CVR)

El CVR era del fabricante L3 modelo FA2100 con Número de parte 21001020-00 y número de serie 000535908.

Tenía grabadas cuatro pistas. Tres de ellas en alta calidad se correspondían con lo registrado por el micrófono del Comandante, el del Copiloto en sus conversaciones con ATC y las conversaciones de ambos con la Jefe de cabina de tripulantes. La cuarta pista, grabada en calidad media se correspondía con el sonido ambiente de la cabina.

De la transcripción de las conversaciones cabe destacar lo siguiente:

- La primera vez que tuvieron comunicación fue a las 16:32:26 h y los servicios ATC informaron a la tripulación de la pista en servicio (24 L), del viento en superficie 330 Kt /28º con una racha máxima de 35 Kt y les dieron autorización para aterrizar.
- Desde las 16:32:36 h hasta las 16:34:06 h estuvieron preparando la aeronave de acuerdo con la lista de chequeo previa al aterrizaje, pero manteniendo una conversación no excesivamente rigurosa en cuanto a los términos y la secuencia.
- No obstante, antes de terminar de repasar la lista de chequeo previa al aterrizaje, concretamente a las 16:34:03 h, comunicaron a ATC que estaban preparados para aterrizar.
- A las 16:34:42, tras pasar 500 ft, el Copiloto da el aviso (callout) de aproximación estabilizada.
- A las 16:35:13 se dan los avisos (callouts) de desconexión de piloto automático y amortiguador de guiñada.
- La toma de tierra fue a las 16:35:41 h y 4 s después, el Comandante le dijo al Copiloto, que tenía la situación bajo control.
- A las 16:35:49 h el Copiloto dijo que se habían salido y 14 s más tarde el Comandante le dijo al Copiloto que aguantara los mandos hacia el otro lado.
- A las 16:36:13 h desde ATC les preguntaron si necesitaban asistencia, a lo que respondieron negativamente.
- A las 16:36:32 h hubo una conversación entre ATC y los bomberos en la cual se estimó que no iba a ser necesario que prestaran ayuda a los ocupantes de la aeronave.
- A las 16:36:48 h la aeronave abandonó la pista y la tripulación lo comunicó. Posteriormente les adjudicaron el puesto de aparcamiento Nº 32.
- A las 16:39:14 h el Comandante dijo al Copiloto de que pensaba que no había llegado a poner la palanca de control de potencia en la posición “Ground Idle” y que el control de las ruedas delanteras (Steering) no había funcionado.

- A las 16:39:51 h el Comandante pidió al Copiloto el “Procedimiento de salida de pista”.
- A las 16:41:08 h se informó a ATC desde el vehículo de asistencia en tierra que habían visto restos de la aeronave en la pista y solicitaron que el siguiente tráfico que hubiera abortase el aterrizaje.
- A las 16:41:54 h ATC informó a la tripulación de que se habían encontrado restos de la aeronave en la pista y 1:06 minutos después desde tierra les confirmaron que tenían un agujero en el fuselaje.

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

Se registraron daños materiales en la parte inferior del carenado del alojamiento de la rueda derecha del tren principal de la aeronave, así como la rotura de una baliza de borde de pista y del letrero que indicaba la calle de Salida S1.

Figura 14. Rotura en el fuselaje

1.13 Información médica y patológica

No es aplicable para este suceso.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La aeronave llegó rodando con normalidad hasta la posición de estacionamiento que le habían adjudicado y los ocupantes abandonaron el avión por sus propios medios con total normalidad.

Desde la Torre avisaron a los bomberos del parque al Centro de Operaciones (CEOPS) y al Ejecutivo de servicio.

Posteriormente se hizo una revisión de la pista por parte de dos personas que iban en sendos vehículos de asistencia en tierra y encontraron restos del cartel contra el que habían golpeado y también restos del fuselaje de la aeronave.

1.16. Ensayos e investigaciones

Se entrevistó a la tripulación de vuelo y a los tripulantes de cabina de pasajeros, que comentaron que firmaron y realizaron el despacho con normalidad en el hangar que se encuentra en el dique sur. Desde allí se trasladaron en el transporte de tripulaciones al avión. Ese día el avión llegó con retraso y estuvieron esperando un rato hasta que accedieron al mismo. Todos ellos indicaron que se encontraban descansados y en condiciones psicofísicas para realizar el vuelo.

Comentaron que tras recopilar y analizar la documentación del vuelo realizaron la sesión informativa por separado (tripulación técnica y auxiliar), para posteriormente realizar otra sesión informativa conjunta en la que repasaron los detalles del vuelo y procedimientos normales y de emergencia.

En lo que respecta los tripulantes de cabina de pasajeros (TCP), la información facilitada fue que eran dos tripulantes y la persona que actúa como Sobrecargo va sentada durante el aterrizaje (y el despegue) en el transportín (jumpseat) de la parte trasera del avión.

El otro tripulante va sentado en el transportín (jumpseat) de la parte delantera, detrás de la cabina de pilotos y de cara al pasaje. Está al lado de la ventanilla de emergencia y de la puerta de bodega. Este último TCP fue quién dada la posición que ocupaba, tuvo una mejor perspectiva de la salida de pista.

Los TCP comentaron que percibieron un sonido distinto al habitual pero no recuerdan escuchar ningún golpe (contra la baliza y el letrero de señalización). El aterrizaje fue muy suave y recuerdan haber rodado por fuera de pista poco tiempo.

También dijeron que no recibieron información de la tripulación durante el rodaje al aparcamiento y que fue el personal de coordinación el que les informó de que tenían un agujero en el fuselaje.

El Comandante, comentó que llevaba volando el tipo de avión un año y que se sentía cómodo con la operación del mismo. Antes había sido piloto del Ejército del Aire y había volado los aviones CANADAIR CL-215 y LOCKHEED Hércules C-130 en labores de extinción de incendios, en las que tenía amplia experiencia. Respecto a la operación de la aeronave en cuestión, dijo que todo el mundo habla las precauciones que se deben tomar al aterrizar con viento cruzado y que realmente él no pensaba que pudiera tener un contratiempo importante al aterrizar con viento cruzado, dada su experiencia en ese tipo de aterrizajes.

Sabía de la importancia y estaba concienciado con el criterio de aproximación estabilizada. Indicó que siempre ha realizado la maniobra de aterrizaje con viento cruzado usando la técnica de mandos cruzados en vez de la de corrección de deriva.

El día antes había realizado la misma ruta con condiciones de viento cruzado y puntualizó que las primeras veces que había aterrizado con 30 Kt de viento cruzado en el ATR fue ya suelto de Comandante.

Indicó que disponían de la información de viento que se iban a encontrar durante el aterrizaje en Palma de Mallorca y que el avión no tenía aspectos relevantes a reseñar en lo referente a la lista de equipo mínimo (MEL). Recuerda que la tripulación saliente les mencionó que las condiciones de viento en Palma eran bastante adversas.

Manifestó que previamente había volado en tres ocasiones con el Copiloto asignado para ese vuelo.

Recuerda el vuelo estándar y más cómodo que el día anterior, ya que volaron la aproximación por una ruta distinta. Realizaron el briefing de aproximación, pero no incluyeron aquellos aspectos referentes al viento cruzado durante el aterrizaje.

Realizaron una aproximación de alta velocidad (high speed approach), que es una de las dos que contempla el Manual de Referencia del Piloto (PRM) y le indico al Copiloto (PM) que iban a aterrizar con el paso adelante. Durante el mismo tuvieron el sol de frente. La aproximación estaba estabilizada a 500 pies.

Comentó que la toma fue muy suave sin pretenderlo y en el primer tercio de pista. Que tomaron a una velocidad aproximada de 110 kt o 105 kt y que no pudo pasar la palanca de potencia de la posición de vuelo (flight idle) a la posición de tierra (ground idle). Además, pensó que algo no iba bien por no poder inicialmente controlar la rueda delantera (steering).

Recuerda que cuando el Copiloto le dijo que se estaban saliendo por el lateral de la pista le dijo que aguantara los mandos y vio que el control de la rueda delantera empezaba a responder.

No pensó que habían golpeado contra nada. Estaba convencido de que lo único que había pasado es que solamente se habían salido un poco de la pista, pisando la zona de tierra con la rueda derecha, por lo que decidió continuar el rodaje al aparcamiento. Tuvo conocimiento de los daños al avión y a la señalización del aeropuerto una vez en la posición de aparcamiento.

Confirmó que había sido entrenado en los aterrizajes con viento cruzado tanto a nivel teórico como práctico y recuerda haber realizado esa maniobra durante la prueba de pericia para la obtención de la habilitación de tipo.

El Comandante expresó su convencimiento de que la clave del suceso fue la no aplicación de la técnica de aterrizaje con viento cruzado una vez estaban en tierra y no haberle indicado al Copiloto durante el briefing los aspectos relevantes de la misma y lo que esperaba de él.

Por su parte, el Copiloto confirmó que cuando estuvieron repasando la información meteorológica vieron que en Palma había viento, pero dentro de límites. Manifestó que había un buen ambiente en cabina y que se sentía cómodo con el Comandante. Él realizó el vuelo Madrid-Valencia por indicación del Comandante, con la idea de hacer el Comandante los dos siguientes y luego realizar él la vuelta a Madrid.

Recordaba que un poco antes de comenzar el descenso prepararon el avión y realizaron el briefing, en el que no hablaron de la técnica de viento cruzado. Comentó que otros Comandantes, sí le han dicho que al tomar les ayude con el mando de alabeo y así ellos manejar el steering.

El sol les daba de frente y cuando estaban en corta final el Comandante desconectó el piloto automático y realizó la técnica de mandos cruzados. Le fue cantando la altura que marcaba el altímetro.

Tomaron un poco a la izquierda del eje con el viento totalmente cruzado y de repente empezaron a cruzarse hacia la derecha. Al ver que se salían se lo dijo al Comandante y después pisó el pedal izquierdo.

Estuvieron rodando con la rueda fuera de la pista muy poco tiempo. A continuación, les llamaron desde la torre preguntando si estaban bien.

No notó que hubieran golpeado contra una señal. Después llegaron al aparcamiento con normalidad.

Dijo que al no haber puesto él la columna de mando hacia el viento, todo fue más difícil. No obstante, la toma fue muy buena. Sobre el suceso él mejoraría que en el briefing hablen sobre cómo puede ayudar al piloto a los mandos para que no vuelva a suceder lo mismo.

Confirmó, que durante el curso de obtención de la habilitación de tipo le explicaron la técnica de mandos cruzados y como se aplica en ese avión y afirmó que en el entrenamiento en línea también la había practicado. Al igual que el Comandante, mencionó que durante el curso les instruyen sobre la gestión de recursos en cabina (CRM).

1.17 Información sobre organización y gestión

Durante la investigación se mantuvo una reunión con los responsables de la compañía a la que asistieron el de operaciones en vuelo (ROV) y su adjunto, el de entrenamiento de tripulaciones (RET), el del programa de seguridad en vuelo (FDM) y el de seguridad operacional (RS).

El Responsable de FDM dijo que tuvo noticia del evento nada más producirse y que habló con los dos miembros de la tripulación. En que en los primeros momentos el Comandante no era consciente del golpe y del daño a la aeronave. Una de las primeras acciones que tomó fue recuperar los registradores y el QAR.

En 24 h hicieron la descarga y cuando comprobaron los datos registrados en el QAR es cuando habló con la tripulación. Según su opinión el suceso ocurrió porque el aterrizaje se realizó con una técnica inadecuada. Manifestó, que una de las peculiaridades del avión es el control del mismo durante la carrera de aterrizaje en condiciones de viento cruzado. *También comentó la posible influencia del efecto sorpresa y sobresalto sobre la tripulación.*

Explicó que el día anterior el mismo Comandante realizó una toma más firme y la carrera de aterrizaje se realizó con normalidad.

Les sorprende mucho que el boletín de información del fabricante donde se habla del procedimiento de viento cruzado no esté integrado dentro del Manual de vuelo. Le han preguntado al fabricante por qué no se recoge esta circunstancia en el Manual de vuelo (FCOM) y no han recibido una respuesta clara.

Después del suceso le ha enviado un informe sobre lo que ocurrió a la tripulación y se hizo un análisis de riesgo que van a actualizar.

Al haber mucha estacionalidad es complicado mantener el entrenamiento continuo.

A los pilotos se les ha distribuido unas notas de seguridad (safety notes) sobre el aterrizaje con viento cruzado de la aeronave ATR.

Finalmente informó de que habían tomado cuatro acciones concretas después del suceso, que eran.

- Pedir que se incorpore al Manual de vuelo la técnica de aterrizaje con viento cruzado.
- Limitar las operaciones con viento cruzado dependiendo del tipo de tripulación
- Enviar una información a todos los pilotos acerca de la técnica de aterrizaje con viento cruzado y el briefing.

El ROV informó de que el criterio que se sigue a la hora de conformar la tripulación es el que está descrito en el Manual de Operaciones y dijo que al piloto nunca le había pasado algo similar

Igualmente expresó que una de las peculiaridades del avión es el control del mismo durante la carrera de aterrizaje en condiciones de viento cruzado.

Dijo también que a raíz del suceso han restringido las operaciones bajando el límite de viento.

El adjunto al ROV añadió que tras el incremento de salidas de pistas en los últimos años, el fabricante únicamente había publicado una nota de seguridad (safety note) y el mensaje de información para operaciones de vuelo (flight operations information message), FOIM 2016/06.

Explicaron que en determinadas operaciones han limitado los límites de viento cruzado a 28 Kt.

Otro comentario que hizo, es que desde la compañía siempre recalcan a las tripulaciones que no tengan miedo a frustrar porque consideran que eso es bueno y que no se les pide explicaciones al respecto ni se les presiona por este motivo.

También se insiste mucho en el concepto de aproximación estabilizada.

Por su parte, el RET dijo que se imparte formación a los pilotos de ATR en técnicas de aterrizaje de viento cruzado tanto en la etapa inicial como en la de refresco.

Expresó, que en el entrenamiento de la aeronave ATR han detectado tres cuestiones a las que prestan especial atención, que son la operación con hielo, la operación con viento cruzado y las tomas duras (hard landing).

Explicó, qué en su opinión, en los simuladores que están utilizando no es fácil entrenar a las tripulaciones porque no se comportan del todo igual, sobre todo en lo que se refiere a las tomas duras y sobre todo en los aterrizajes con viento cruzado.

Desde el departamento de instrucción van a tratar de hacer llegar de una forma más eficaz en los entrenamientos de conversión cómo se debe operar en los tres escenarios anteriores y tratar de concienciar a los instructores de los simuladores.

Tras el suceso, el Comandante volvió a volar en línea bajo supervisión y estuvo posicionado en los aeropuertos canarios para identificar la tendencia de viento cruzado. Indicó que siguen el mismo procedimiento con los PICUS.

El operador, en el Manual de Referencia del Piloto (PRM) de la flota ATR, establece que durante la carrera de aterrizaje, el piloto que monitoriza (PM) debe comprobar la retracción automática del “Idle Gate”. Si no fuera así, el PM deberá actuar sobre el mando que lo retrae para que el piloto a los mandos (PF) pueda seleccionar la posición “Ground Idle” de la palanca y la reversa si fuera preciso.

El operador, en el PRM establece que la transferencia de mandos entre Comandante y Copiloto se realice a 70 Kt.

1.17.1 Formación y evaluación en el proceso de incorporación a Swiftair y entrenamiento y verificación recurrentes.

Según indica el manual de operaciones parte D del operador Swiftair, el Entrenamiento de Conversión del Operador ATR42/72, tiene como finalidad calificar a los Tripulantes de Vuelo asignados a la flota mixta ATR42/72 de SWIFTAIR y cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento (UE) 965/2012.

El mismo será realizado por todos los tripulantes de vuelo asignados a la flota mixta ATR42/72, cuando ingresan en la Compañía, debiendo ser superado antes de volar en línea sin supervisión.

El Entrenamiento de Conversión podrá ser combinado con la Habilitación de Tipo ATR42/72 variante ATR72-500, requerida por el Reglamento (UE) 1178/2011. El mismo podrá impartirlo una ATO externa a Swiftair.

Está compuesto por 7 días de teórica y 2 simuladores de 4 horas, más la OPC correspondiente en el que se abordan todos los conceptos recogidos en el Reglamento (UE) 965/2012.

Posteriormente se realiza la OPC o verificación de competencia del operador.

Finalizada esta fase, comienzan el entrenamiento en línea bajo supervisión o LIFUS a cuya finalización se realiza la verificación en línea o line check.

Una vez volando en línea sin supervisión, las tripulaciones de vuelo reciben entrenamiento recurrente en los distintos aspectos que contempla la reglamentación, tanto técnicos como no técnicos. Este entrenamiento contempla la revisión de todos los conceptos aplicables en un periodo de tres años (año N, N+1 y N+2). Cada año se divide en dos periodos o etapas, la 1ª etapa (julio a diciembre) y la 2ª etapa (enero a junio).

La vía de acceso a Swiftair de los dos pilotos que conformaban la tripulación consistió en realizar el curso de habilitación de tipo de ATR42/72 en una ATO externa a SWT con la que disponían acuerdo e integrar el OCC en la misma.

La tripulación que nos ocupa utilizó esta vía de acceso, y realizó su entrenamiento en viento cruzado durante la instrucción en la ATO.

En relación al entrenamiento recurrente ambos realizaron el correspondiente al año N+1, 1era etapa (julio-diciembre) en la que no se trata el entrenamiento con viento cruzado (este se realiza en el año N).

El Comandante realizó entrenamiento en viento cruzado durante la obtención de la habilitación de tipo combinado con el OCC y se le verifica durante la OPC en la misma maniobra. Obteniendo una calificación de 3 (STANDARD). Realizó una segunda verificación de competencia del operador 5 meses después obteniendo una calificación de 3 (STANDARD), en la maniobra de aterrizaje con viento cruzado.

No hay evidencias que indiquen que el Comandante practicara estos escenarios durante sus vuelos de entrenamiento en línea.

El Copiloto realizó entrenamiento en viento cruzado durante la obtención de la habilitación de tipo combinado con el OCC y se le verifica durante la OPC en la misma maniobra. Obteniendo una calificación de 3 (STANDARD).

El Copiloto adicionalmente práctico estos escenarios durante su LIFUS (sectores 43-46 y 47-54).

1.17.2. Entrenamiento CRM en el operador SWIFTAIR

Según establece el manual de operaciones parte D, el entrenamiento en CRM de las tripulaciones de vuelo será desarrollado en ambiente No-Operacional (aula), en ambiente Operacional (FSTD/avión) y en aquellas otras fases que constituyen los entrenamientos de Conversión, Especifico del Tipo, Periódico, de Mando, etc, integrando elementos CRM que sean adecuados a aplicar, en la fase impartida.

Los procedimientos CRM desarrollados, tratan de establecer los cauces y medios adecuados para una formación CRM global de los tripulantes de Vuelo y de Cabina.

El método de entrenamiento CRM está basado en el modelo TEM (Threat & Error Management), cuyo propósito es detectar y corregir estos estados de inseguridad aplicando lo que el modelo denomina “contramedidas”, dentro de las cuales están los sistemas de detección y aviso (TCAS, EGPWS, Radar), otros como pueden ser los PRM´s, listas de chequeo, briefings y demás procedimientos establecidos para la operación y por último las estrategias personales o de equipo que contribuyen a poner barreras al error , que detectan las amenaza en un estado temprano o que contribuyen a desactivar los estados no deseados en los que se encuentra la aeronave.

El entrenamiento CRM del operador se imparte de forma inicial y recurrente.

El entrenamiento inicial CRM tiene una duración inicial de 3 días y 18 horas de duración en ambiente no operacional (aula) y desarrolla su parte práctica en FSTD/avión en los entrenamientos de Conversión, Especifico del Tipo, Periódico, de Mando, etc, integrando elementos CRM que sean adecuados a aplicar, en la fase impartida. El entrenamiento CRM en la fase operativa (FSTD/Avión) va enfocado a la integración de elementos CRM en las distintas fases Operativas de los Entrenamientos (de Conversión, Específico del ATR72, de Mando y Periódicos), focalizándolo en áreas de especial relevancia como: listas de comprobación (check-list), briefings y procedimientos anormales & de emergencia.

El segundo día de entrenamiento en aula, en el apartado “Relevante a la tripulación de vuelo” se abordan el briefing y los callouts dentro de las diferencias especificas relacionadas con el tipo de aeronave.

Los LTC integraran los elementos CRM definidos en el entrenamiento de Conversión del Operador de la flota a la que pertenezcan, en función de la procedencia del tripulante, durante los Vuelos en Línea Bajo Supervisión (LIFUS/PICUS) a los que sean designados.

Los cursos de refresco o recurrentes de CRM del operador Swiftair se hacen con periodicidad anual y dividen en tres partes el ciclo trianual establecido en el reglamento (UE) 965/2012.

De acuerdo al Manual de Operaciones parte D del operador Swiftair, dentro de los elementos CRM integrados en el entrenamiento se incluyen el efecto sorpresa y sobresalto.

Los efectos de sorpresa y sobresalto pueden influir en el rendimiento del piloto de muchas maneras perjudiciales: desde la mera distracción hasta acciones inapropiadas o la toma de decisiones apresuradas. Los procedimientos y habilidades bien aprendidos pueden ser descartados y sustituidos por reacciones inapropiadas, que incluyen el bloqueo o la reacción excesiva en los controles.[3]

Las habilidades CRM de los miembros de la Tripulación de vuelo, serán evaluadas en ambiente operacional (FSTD/Avión).

Las evaluaciones CRM se desarrollarán utilizando el modelo NOTECHS (non-technical skill) que contiene 5 categorías, las cuales se subdividen en elementos y marcadores de comportamiento. Dichos elementos se encuentran definidos en las tablas insertadas a continuación para los Tripulantes de Vuelo, que serán empleados en las evaluaciones CRM en ambiente operacional (FSTD & Avión).

- Briefing. Se evaluará el contenido de los briefing por ser un elemento relevante de la comunicación, coordinación, información, planificación y conciencia situacional de la tripulación.
- Cooperación. Es la capacidad de trabajar de manera efectiva en una tripulación
- Liderazgo y Habilidades en Gestión: Liderazgo efectivo y capacidad de gestión ayudan a lograr la finalización de la tarea conjunta dentro de un equipo motivado, en pleno funcionamiento a través de la coordinación y la capacidad de persuasión.
- Conciencia Situacional. Se refiere a la capacidad para percibir con precisión lo que está sucediendo en la cabina de vuelo y fuera de la aeronave. También es la capacidad para comprender el significado de los diferentes elementos en el medio ambiente y su proyección en un futuro próximo.
- Toma de Decisiones. Es el proceso de alcanzar un juicio o elegir una opción.

Los marcadores de comportamiento serán evaluados en base a la siguiente escala:

- Muy Pobre. Comportamiento que causa una reducción inaceptable del margen de seguridad.
- Pobre. Comportamiento que en ciertas condiciones podría causar una reducción inaceptable del margen de seguridad.
- Aceptable. Comportamiento que no causa una reducción inaceptable del margen de seguridad pero necesitaría ser mejorado.
- Bueno. Comportamiento que mejora la seguridad de vuelo.
- Muy Bueno. Comportamiento que optimiza la seguridad de vuelo y podría ser de ejemplo a otros pilotos.

El Comandante y el Copiloto realizaron el curso CRM inicial del operador tras su incorporación al mismo.

[3] EASA Startle Effect Management y EASA Reg. (UE) 965/2012

El Comandante recibió calificaciones que mostraron su progreso durante las distintas OPC y line check que realizó, con calificaciones que en la última OPC fueron categorizadas como “Bueno. Comportamiento que mejora la seguridad de vuelo.”

Por su parte el Copiloto recibió calificaciones categorizadas como “Bueno. Comportamiento que mejora la seguridad de vuelo.”

1.18. Información adicional

De acuerdo con la información proporcionada por el proveedor de servicios ATC, desde una hora antes del accidente, concretamente desde las 14:40 h, hubo tres aviones que frustraron el aterrizaje (concretamente a las 14:40 h, a las 14:55 h y a las 15:12), otros dos más se desviaron a otros aeropuertos (a las 15:30 h y a las 16:10 h) y otro más retornó a su estacionamiento tras esperar 40 minutos para despegar en el punto H1.

Después del accidente, también hubo dos tomas frustradas, concretamente a las 16:42 h y a las 16:43 h.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No ha sido necesario emplear técnicas de investigación especiales.

2. ANÁLISIS

La información técnica aportada por el registrador de datos de vuelo y la información meteorológica recabada al respecto, no dejan dudas de que durante el aterrizaje había viento cruzado que incidía desde el lado derecho de la aeronave y que la tripulación realizó una toma de tierra suave, saliéndose por el margen derecho de la pista durante la carrera de aterrizaje, para volver a la pista y completar la maniobra sin más problemas.

No obstante, si bien estaban cercanas al límite, no hay evidencias de que las ráfagas de viento superasen en ningún momento la máxima recomendada para este avión en esta clase de operación.

En este suceso hay varias cuestiones que analizar, como son las relativas la formación recibida por la tripulación respecto de la maniobra de aterrizaje con viento cruzado, a la elección de las tripulaciones en cada vuelo por parte del operador y a la gestión de recursos en cabina.

Además, también se va a tratar de ver si está convenientemente reflejado en el manual de vuelo de la aeronave, el modo correcto de realizar el aterrizaje con viento cruzado.

Lo primero que hay que tener en cuenta es la particularidad que tiene esta aeronave en lo que al aterrizaje con viento cruzado se refiere, ya que no solamente se trata de realizar la aproximación de acuerdo con las técnicas estándar, es decir, corrección de deriva o mandos cruzados, sino que lo que hace diferente a este avión es la necesidad de seguir “volándolo en tierra”, es decir, controlarlo durante la carrera de aterrizaje, aplicando mando de alabeo hacia el lado del que incide el viento y mando de pcabeceo hacia adelante, en una maniobra que está pensada para que actúen ambos miembros de la tripulación, cada uno de ellos con un papel concreto.

El Copiloto debe ayudar al Comandante, tomando los mandos durante la carrera de aterrizaje, moviendo el volante hacia adelante y simultáneamente hacia el lado por el que incide el viento.

Al realizar el Copiloto estas acciones, se consigue liberar la carga de trabajo del Comandante con el fin de que éste pueda operar sobre el volante de control del tren delantero y a la vez sobre las palancas de potencia, cuando la velocidad del avión lo permita.

De este modo, una vez hecha la transferencia de mandos, el Comandante controla con una mano el volante de la rueda delantera (NWS) y con la otra las palancas de potencia para dirigir el avión en tierra. Por su parte, el Copiloto, como se ha dicho, le asiste moviendo el volante hacia adelante y hacia el lado por el que incide el viento.

Las acciones por parte de cada piloto en esta transferencia de mandos se inician tras la orden del Comandante por medio de un call-out o llamada.

Otro punto de interés a destacar, es la importancia de la verificación de la retracción de la barrera idle gate durante el aterrizaje. Está acción la debe realizar el piloto que monitoriza (PM). La retracción de la barrera idle gate, permite seleccionar el

umbral de ralentí en tierra y el sector de reversas, permitiendo una deceleración efectiva del avión mientras este se encuentra a altas velocidades durante la carrera de aterrizaje.

En relación a la formación y verificaciones de la tripulación dentro del operador, se ha constatado que ambos pilotos habían recibido entrenamiento en técnicas de viento cruzado durante la realización del curso de obtención de la habilitación de tipo de ATR42/72 combinada con el curso de conversión al operador (OCC), en una ATO externa.

Los dos pilotos fueron verificados durante sus OPC iniciales en aterrizajes en condiciones de viento cruzado con resultado satisfactorio.

El Copiloto adicionalmente tuvo la ocasión de practicar escenarios de viento cruzado durante la fase de instrucción en línea (LIFUS) en los sectores 43-46 y 47-54.

No hay evidencias que indiquen que el Comandante tuviera la ocasión de practicar estos escenarios durante su entrenamiento en línea.

Ambos pilotos recibieron el entrenamiento inicial CRM del operador.

En sus calificaciones de la última OPC y también en sus calificaciones de verificación en línea (line check) ambos pilotos recibieron calificaciones satisfactorias.

El operador reconoció que el aterrizaje con viento cruzado era una de las tres cuestiones que habían detectado a las que tenían que prestar especial atención (junto con las operaciones con hielo y las tomas “duras”).

A lo largo del transcurso de la investigación, se ha constatado, que el operador ha ido completando la formación en técnicas de aterrizaje con viento cruzado de sus pilotos durante sus correspondientes periodos de entrenamiento. Para ello ha ido posicionándolos en línea, para que realizasen vuelos con destino a distintos aeropuertos, en los que la incidencia del viento cruzado fuera relevante, como por ejemplo los que hay en Canarias.

Durante el tiempo que ha durado la investigación, el operador ha incrementado el número mínimo de horas para poder operar en vuelos de pasaje y ha limitado la intensidad de la componente de viento cruzado para los mismos a 28 kt.

De la transcripción del CVR y de las entrevistas con los miembros de la tripulación se deduce que el ambiente en cabina era positivo y que los dos pilotos mantenían una comunicación activa y abierta.

También se constató que el Comandante como PF, impartió el briefing de aproximación al Copiloto, pero no incluyó aquellos aspectos relevantes a la técnica de aterrizaje con viento cruzado.

Se ha considerado igualmente, que la ausencia de estos comentarios en el briefing de aproximación acerca de la técnica de aterrizaje con viento cruzado fueron determinantes, ya que el hecho de haber repasado entre ambos los pasos a seguir durante el aterrizaje y lo que se esperaba que hiciera cada uno, hubiera contribuido a mejorar la seguridad de la operación.

Ambos pilotos habían recibido valoraciones GOOD en el apartado Briefing en sus últimas OPC, lo que no impidió que ese día no se comentara un aspecto relevante que afectaba a la seguridad durante la aproximación y aterrizaje.

A este hecho pudo contribuir la confianza que tenía el Comandante, como indicó durante las entrevistas a la tripulación, en su dominio de la técnica de aterrizaje con viento cruzado con aviones similares, pero que tuenen distinto comportamiento durante la carrera de aterrizaje al del ATR42/72.

El departamento SMS del operador ha enviado durante el proceso de investigación una Safety Note remarcando la importancia de incluir estos aspectos en los briefings de la tripulación técnica.

El departamento de entrenamiento del operador ha remarcado a sus LTC la importancia de incluir estos elementos en el briefing y el repaso más en profundidad de la técnica de viento cruzado durante la fase de instrucción en línea.

Si bien habían sido entrenados en esas maniobras, el comportamiento del avión en los segundos que siguieron al aterrizaje, en los que el viento levantó el plano derecho, dejando el mismo apoyado sobre el tren de aterrizaje principal izquierdo acompañado de un viraje pronunciado que los acercaba al borde de pista en cuestión de segundos, sin que los mandos sobre el timón de dirección ni el NWS tuvieran efecto, sorprendió a ambos pilotos que respondieron instintivamente actuando casi a fondo sobre los pedales de dirección e incrementando la potencia de uno de los motores para intentar corregir la trayectoria por medio de empuje asimétrico.

De hecho, ambos pilotos reaccionaron instintivamente, el Comandante soltando la columna de control y por tanto el mando de alabeo, para accionar el volante NWS y el Copiloto intervino actuando sobre el timón de dirección casi con la deflexión completa del mismo, en lugar de actuar sobre la columna de control hacia adelante y hacia el lado del viento para asentar el avión en el suelo tal y como establece el fabricante.

No obstante, a todo o anterior hay que resaltar que el operador, con la finalidad de mejorar la operación y paliar algunas de las deficiencias que se han detectado, ha tomado las siguientes acciones concretas después del suceso que son las siguientes:

- Limitar las operaciones con viento cruzado dependiendo del tipo de tripulación y de su experiencia.
- Se ha enviado información (Safety Note) a todos los pilotos con información de la técnica de aterrizaje con viento cruzado y composición del briefing.
- Se completa el entrenamiento en aterrizajes con viento cruzado en la fase de entrenamiento en línea.

Finalmente, en cuanto a la información técnica disponible por las tripulaciones reflejada en el manual de vuelo de la aeronave, se ha comprobado a lo largo de la investigación, dicho documento no recoge de forma clara cómo se debe realizar el aterrizaje con viento cruzado y cuál es el rol de cada uno de los miembros de la tripulación.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- La aeronave despegó del aeropuerto de Valencia (LEVC) con destino al aeropuerto de Palma de Mallorca (LEPA), llevando 61 pasajeros a bordo.

- La tripulación la componían dos pilotos y dos tripulantes de cabina de pasajeros.

- La tripulación tenía sus licencias, habilitaciones y certificados médicos en vigor.

- La documentación de la aeronave estaba en vigor.

- Durante el briefing de aproximación no se comentaron los aspectos relativos a la técnica de aterrizaje con viento cruzado.

- La aproximación estaba estabilizada a 500 Ft.

- Realizaron el aterrizaje por la pista 24 L con viento cruzado, usando la técnica de mandos cruzados.

- El aterrizaje fue suave con una aceleración vertical de 1,03 g y el sensor de peso en ruedas no detectó el paso a modo TIERRA.

- En la parte inicial de la carrera de aterrizaje no se aplicó mando de alabeo hacia el viento.

- En la carrera de aterrizaje, el Comandante inicialmente no pudo pasar la palanca de potencia de la posición de ralentí en vuelo (Flight Idle), a la posición de ralentí en tierra (Ground Idle).

- Tras el aterrizaje, el Copiloto no dió los callouts de LOW PITCH.

- Tras el aterrizaje no se dieron los callouts de transferencia de mandos.

- En la carrera de aterrizaje las ruedas del lado derecho del tren principal rodaron por fuera del asfalto durante unos instantes.

- El avión golpeó contra el cartel de señalización que indicaba la calle de salida S1.

- La aeronave tuvo daños en el lado derecho del fuselaje y en el tren de aterrizaje.

- El Comandante en el momento, estimó que la aeronave no tenía daños y continuo el rodaje al parking.

- No se produjeron heridos.

- Los pasajeros desembarcaron con normalidad.

3.2. <u>Causas/Factores contribuyentes</u>

La investigación ha determinado que el accidente se produjo por la pérdida de control de la aeronave en tierra en condiciones próximas al límite máximo demostrado de viento cruzado, debido a que no se realizó esta maniobra de acuerdo al procedimiento publicado por el fabricante.

Se considera que fueron factores contribuyentes los siguientes:

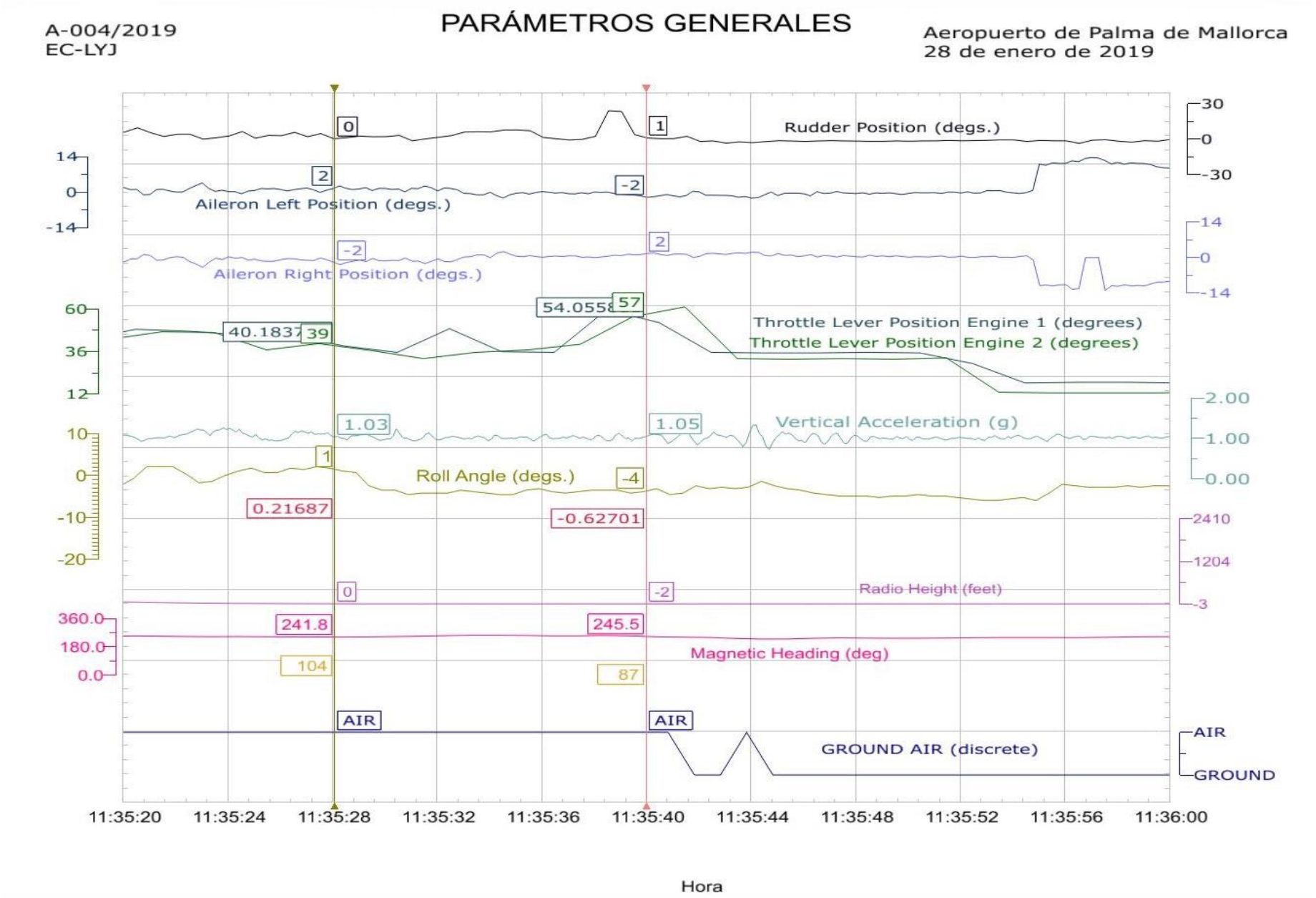
- La ausencia de comunicación entre los miembros de la tripulación sobre la técnica de aterrizaje con viento cruzado durante el briefing de aproximación.

- El efecto sorpresa y sobresalto sobre la tripulación producido por el comportamiento del avión en los primeros instantes tras la toma, que afectó negativamente a sus acciones posteriores y propiciando que reaccionaron instintivamente en lugar de aplicar el procedimiento publicado por el fabricante.

4. RECOMENDACIONES

Ninguna

ANEXO 1


A-004/2019
EC-LYJ
PARÁMETROS GENERALES
Aeropuerto de Palma de Mallorca
28 de enero de 2019
Rudder Position (degs.)
Aileron Left Position (degs.)
Aileron Right Position (degs.)
Throttle Lever Position Engine 1 (degrees)
Throttle Lever Position Engine 2 (degrees)
Vertical Acceleration (g)
Roll Angle (degs.)
Radio Height (feet)
Magnetic Heading (deg)
GROUND AIR (discrete)
AIR
GROUND
11:35:20
11:35:24
11:35:28
11:35:32
11:35:36
11:35:40
11:35:44
11:35:48
11:35:52
11:35:56
11:36:00
Hora

ANEXO 2

TRAYECTORIA DE LA AERONAVE EN TIERRA