

Informe técnico

A-050/2021

Accidente ocurrido el día 8 de octubre de 2021 a la aeronave Diamond DV 20, matrícula EC-JRH, operada por Aero Link Air Services, en el aeropuerto de Sabadell (Barcelona)

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.



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. 5.6 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 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

Advertencia.....	ii
INDICE	iii
ABREVIATURAS	iv
Sinopsis	v
1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS	7
1.1. Reseña del accidente	7
1.2. Lesiones a personas.....	7
1.3. Daños sufridos por la aeronave	7
1.4. Otros daños	7
1.5. Información sobre el personal.....	8
1.6. Información sobre la aeronave	8
1.7. Información meteorológica.....	12
1.8. Ayudas para la navegación.....	12
1.9. Comunicaciones	12
1.10. Información de aeródromo	12
1.11. Registradores de vuelo	14
1.12. Información sobre los restos de la aeronave	14
1.13. Información médica y patológica	15
1.14. Incendio	15
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	15
1.16. Ensayos e investigaciones	15
1.17. Información organizativa y de dirección	16
1.18. Información adicional	16
1.19. Técnicas de investigación especiales.....	19
2. ANALISIS.....	20
2.1. Análisis de la aproximación no estabilizada	20
2.2. Análisis de la rotura de la horquilla del tren de aterrizaje delantero	20
3. CONCLUSIONES	21
3.1. Constataciones.....	21
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	21
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	22

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
%	Tanto por ciento
AC	Circular de asesoramiento
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AFM	Manual de vuelo de la aeronave
ATO	Organización de Formación Aprobada
CPL	Licencia de Piloto Comercial
FAA	Administración federal de aviación de los Estados Unidos
FI	Instructor de vuelo
ft	Pie(s)
g	Aceleración normal
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
IR	Habilitación Instrumental
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LELL	Código OACI del aeropuerto de Sabadell
m	Metros
MEP	Habilitación de avión multimotor de pistón
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
MHz	Megahercio(s)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PPL	Licencia de Piloto Privado
PSI	Libras por pulgada cuadrada
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la altitud estando en tierra (reglaje de precisión para indicar la altitud por encima del nivel medio del mar)
SEP	Habilitación de avión monomotor de pistón
SOP	Procedimientos operativos estandarizados.
TAT	Tiempo de servicio
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual

Informe técnico

A-050/2021

Propietario	Aero Link Air Services
Operador:	Aero Link Air Services
Aeronave:	Diamond DV 20, matrícula EC-JRH
Fecha y hora del accidente:	8 de octubre de 2021, 12:13 h ¹
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Sabadell
Personas a bordo:	2 (tripulación, ilesos)
Tipo de vuelo:	Aviación General – Instrucción – Doble mando
Fase de vuelo:	Aterrizaje
Tipo de operación:	VFR
Fecha de aprobación:	30 de marzo del 2022

Sinopsis

Resumen:

El viernes 8 de octubre de 2021, con la aeronave Diamond DV 20, matrícula EC-JRH, se estaba realizando un vuelo de instrucción de doble mando²; una sesión de tomas y despegues en el aeropuerto de Sabadell (con código OACI LELL).

Según indicó el instructor, antes del vuelo, realizaron un briefing, como es habitual, y en el mismo explicó al alumno piloto cómo ha de realizarse una aproximación estabilizada: la velocidad de aproximación es 60 nudos, alineados con el eje de pista, ...

Tras efectuar la quinta y última toma de la sesión, durante el aterrizaje, el tren de aterrizaje delantero de la aeronave colapsó. En un primer instante, el instructor tuvo la sensación de haber pinchado; pero posteriormente, al no tener control direccional sobre la rueda delantera, se dio cuenta que el daño se había producido en la horquilla de la rueda delantera.

La aeronave se quedó parada en medio de la pista, a unos 10 m de la salida C.

El piloto instructor y el alumno piloto resultaron ilesos.

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local. La hora UTC son 2 horas menos.

² En doble mando, tanto el alumno piloto como el instructor tienen control sobre los mandos de vuelo de la aeronave.

La investigación ha determinado que la causa probable del accidente fue efectuar una aproximación no estabilizada que motivó una toma dura que dio lugar a la rotura de la horquilla del tren de aterrizaje.

Se emite una recomendación de seguridad a la escuela Aero Link Air Services.

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El viernes 8 de octubre de 2021, se estaba realizando un vuelo de instrucción de doble mando con la aeronave Diamond DV 20, matrícula EC-JRH. En concreto se estaba impartiendo una sesión de tomas y despegues a un alumno piloto en el aeropuerto de Sabadell.

Tras efectuar las dos primeras tomas y despegues, el alumno piloto fue adquiriendo la habilidad suficiente, a juicio del instructor de vuelo, como para que este último le diese más libertad de mandos.

Al realizar la tercera toma, el alumno piloto empezó la recogida demasiado alto y con poca velocidad, lo que provocó una caída brusca de la aeronave sobre la pista. Como no se identificó la toma como dura ni se observó un funcionamiento anómalo de la aeronave, según el piloto instructor, se continuó con la sesión de tomas y despegues.

Tras realizar la quinta y última toma de la sesión, una vez que la aeronave aterrizó y frenó sobre la pista, la rueda de morro comenzó a hundirse. La primera sensación fue de pinchazo, según el testimonio del piloto instructor; pero posteriormente, al no tener control direccional sobre la rueda delantera, se percató que el daño se había producido en la horquilla de la misma.

El avión se quedó detenido a unos 10 m de la salida C, dentro de la pista.

El piloto instructor y el alumno piloto resultaron ilesos.

1.2. Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	2		2	
TOTAL	2		2	

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió daños en el tren de aterrizaje delantero; en concreto, su horquilla se partió en dos partes y en el cono de cola.

1.4. Otros daños

No hubo otros daños.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Información sobre el piloto instructor

El piloto instructor, de 42 años de edad, contaba con una licencia de piloto comercial (CPL) de avión, emitida por primera vez el 7 de octubre de 2019, con habilitaciones: MEP(land), SEP(land) y vuelo instrumental (IR), todas ellas válidas hasta el 31 de octubre de 2021, e instructor de vuelo (FI) para PPL SEP, válida hasta el 28 de febrero de 2023.

Disponía de certificado médico de Clase 1 válido hasta el 7 de septiembre de 2022.

El piloto instructor tenía una experiencia acumulada de 440:42 h. Como instructor su experiencia era de 282:06 h. Impartía la instrucción siempre con el mismo modelo de aeronave, siendo su experiencia en la aeronave accidentada de 119:54 h.

El piloto instructor había volado en anteriores ocasiones con el alumno piloto.

1.5.2. Información sobre el alumno piloto

El alumno piloto, de 23 años de edad, disponía de certificado médico de Clase 2 válido hasta el 12 de abril de 2026.

El alumno piloto tenía una experiencia acumulada de 16:06 h. En la aeronave accidentada su experiencia era de 5:54 h.

Previamente al vuelo del accidente, el alumno piloto había recibido formación en aproximaciones desestabilizadas practicando la maniobra de motor y al aire en varias situaciones.

El alumno piloto estaba recibiendo el curso integral de PPL y en particular, en el momento del accidente, estaba practicando tomas y despegues en un vuelo de doble mando. El alumno todavía no había recibido la suelta.

1.6. Información sobre la aeronave

- Marca: Diamond
- Modelo: DV 20
- Año de fabricación: 1995
- Número de serie: 20.158
- Matrícula: EC-JRH
- Masa máxima al despegue: 730 Kg
- Número de motores: 1
- Tipo de motores: Rotax 912 S3, con número de serie 9563724.
- Información relativa al propietario y al explotador: La aeronave está registrada en el Registro de Matrículas español a nombre de Aero Link Air Services desde el año 2006.

La aeronave disponía de un Certificado de Aeronavegabilidad y de un Certificado de Revisión de la Aeronavegabilidad válido hasta el 10 de noviembre de 2021. Tras el accidente, la segunda prórroga de este último fue expedida el día 14 de octubre de 2021 tras certificar Aero Link Services haber realizado una revisión de la aeronavegabilidad de la aeronave y considerarla apta para la navegación aérea en el momento de la revisión.

En la siguiente fotografía puede observarse el panel de instrumentos de la aeronave:



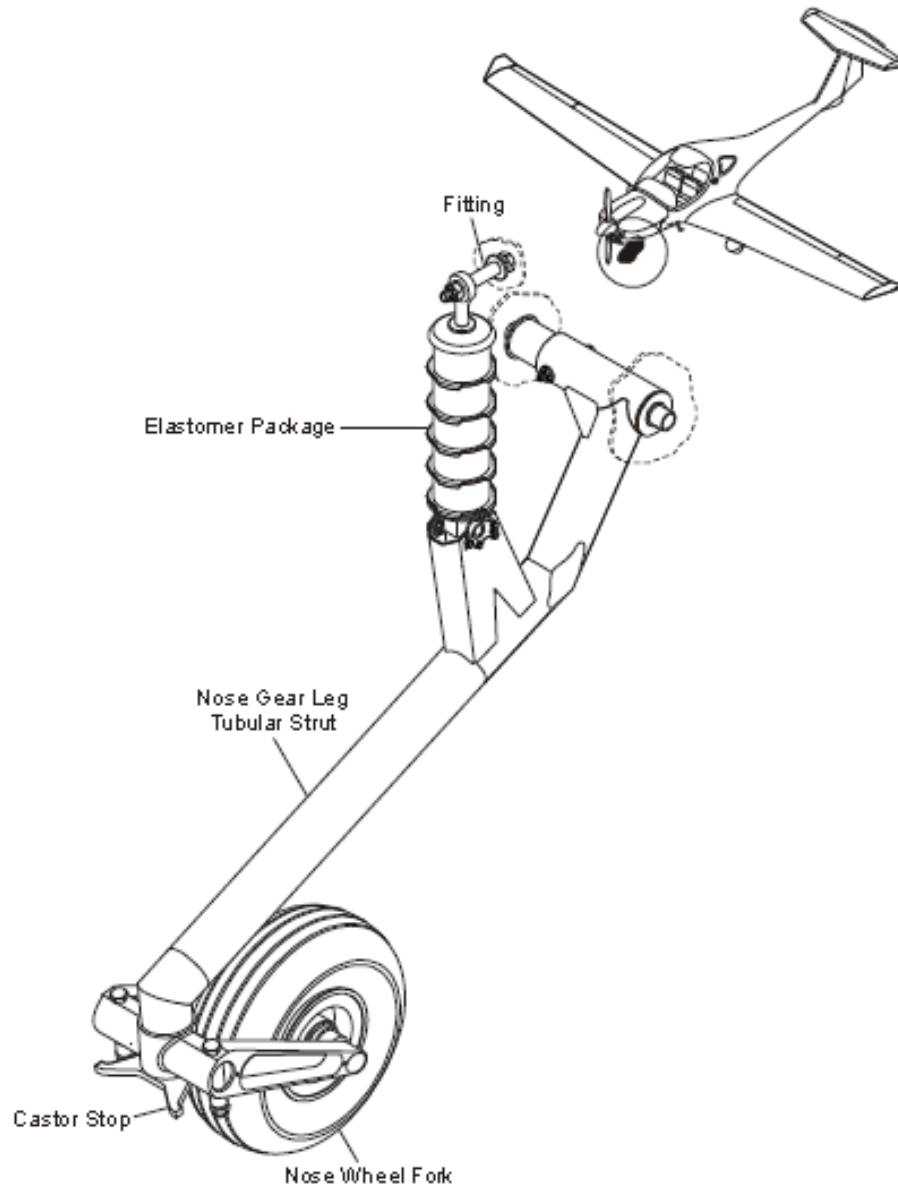
Ilustración 1: Panel de instrumentos de la aeronave

1.6.1. Descripción del tren de aterrizaje delantero de la aeronave

La aeronave DV 20 KATANA está equipada con un tren de aterrizaje delantero fijo con rueda giratoria.

La pata delantera, en su parte trasera, está unida a la parte inferior del fuselaje y tiene, además, otro punto de fijación en el soporte del motor. Se utiliza un paquete de elastómero entre la pata y el soporte del motor para la absorción de impactos. El paquete de elastómero no requiere mantenimiento. En la parte inferior del fuselaje, el tren de morro está sostenido por dos cojinetes que permiten un movimiento de balanceo de la pata de la rueda de morro contra el paquete de elastómero.

Un tope en la horquilla de la rueda de morro limita la deflexión de la rueda a $\pm 30^\circ$. La fricción de la dirección (que evita la oscilación de la rueda) se ajusta con el tornillo de montaje de la horquilla de la rueda de morro.



1.6.2. Mantenimiento realizado al tren de aterrizaje antes del accidente

El 21 de septiembre del 2021 se realizaron las últimas tareas de mantenimiento al tren de aterrizaje dentro de las inspecciones de las 100 y las 200 h y se cambió, por excesivo desgaste, el neumático del tren de aterrizaje delantero. En ese momento, las horas del TAT (turnaround time) eran de 6756,2 h.

En la siguiente tabla se indican los ítems a inspeccionar a las 100, 200 y 1000 h:

Ítem a inspeccionar	Horas de vuelo		
	100	200	1000
<i>Revisar si en el conjunto de la rueda de morro existen accesorios inseguros, grietas y deformaciones. Revisar el juego de los cojinetes en la parte inferior del fuselaje.</i>	x	x	x

Verificar el juego de los muñones izquierdo y derecho en el ensamble de goma. Lubricar.			
Examinar si el tren de aterrizaje de morro existe desgaste excesivo en los cojinetes superiores.			X
Examinar la unión del motor y el puntal de choque del tren de aterrizaje de morro en busca de distorsión y grietas.			X
Examinar todos los casquillos revestidos de bronce del tren de aterrizaje de morro.			X
Revisar si el resorte de goma está dañado, apriételo si es necesario.	X	X	X
Revisar el juego y la fricción de la horquilla de la rueda de morro con la rueda de morro levantada del suelo.		X	X
Retirar la horquilla del tren de aterrizaje de morro. Revisar la corrosión y el juego del cojinete de pivote vertical. Lubricar. Volver a instalar la horquilla.	X	X	X
Revisar los 3 neumáticos en busca de cortes, desgaste, vástagos de válvulas defectuosos, revisar las marcas de deslizamiento. Observar los límites establecidos en FAA AC 43 13-1ª.	X	X	X
Asegurar el inflado correcto: La rueda del tren de aterrizaje de morro: 1,8 bar o 26 PSI.	X	X	X
Revisar las 3 llantas para ver si hay grietas.	X	X	X
Revisar el juego, desgaste, corrosión y funcionamiento irregular de los cojinetes de las 3 ruedas.	X	X	X
Retirar las ruedas principales, limpiar y lubricar los cojinetes.			X
Examinar los ejes del tren de aterrizaje principal y sus pernos de fijación en busca de grietas, corrosión y desgaste.			X
Comprobar los ejes en busca de grietas, deformaciones y corrosión.			X
Instalar las 3 ruedas y sus carenados.	X		X

Además, de acuerdo con el programa de lubricación, se lubricaron el cojinete de pivote vertical de la horquilla de la rueda de morro y dos muñones del conjunto de resorte de la goma de la rueda delantera.

1.6.3. Mantenimiento realizado al tren de aterrizaje después de la toma dura

Tras una toma dura, el Manual de Mantenimiento especifica que se realice una inspección no programada. Dicha inspección se realizó el 8 de octubre, tras el accidente. En ese momento el TAT era de 6761,7 h; es decir, la aeronave había volado apenas 5 h desde las últimas inspecciones de las 100 y las 200 h. El Certificado de Puesta en Servicio se emitió el 13 de octubre.

En la inspección se observó que la horquilla de la pata de morro del tren de aterrizaje estaba rota y además la pastilla de nylon de la cola se hallaba muy desgastada debido al roce de esta con la pista durante la toma dura. Ambos elementos fueron sustituidos por otros nuevos.

1.7. Información meteorológica

La situación meteorológica en el momento del accidente era la siguiente:

METAR LELL 081030Z 20005KT 160V280 9999 FEW035 21/13 Q1020=³
METAR LELL 081000Z 24005KT 190V270 9999 FEW035 20/13 Q1020=⁴

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

No aplicable.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Sabadell (con código OACI LELL) se encuentra a 2 km al sur de la ciudad de Sabadell. Su elevación es de 148 m. Dispone de una pista: 13/31, cuyas dimensiones son 1049 m de largo y 30 m de ancho.

El aeropuerto de Sabadell tiene dos frecuencias para dar el servicio de control. La frecuencia de torre es 120,800 MHz y la de rodadura es 121,600 MHz.

En el momento del accidente la aeronave estaba aterrizando por la cabecera 31. Se muestra un plano del aeródromo para movimientos en tierra marcando la salida C, próxima a la cual quedó estacionada la aeronave:

³ El METAR del día 8 de octubre de 2021 a las 10:30 UTC advertía de viento de dirección 200°, variando entre 160° y 280°, e intensidad 5 nudos. La visibilidad era mayor de 10 km con nubes escasas cuya base es 3500 ft. La temperatura era de 21°C y el punto de rocío de 13 °C. El QNH eran 1020 hPa

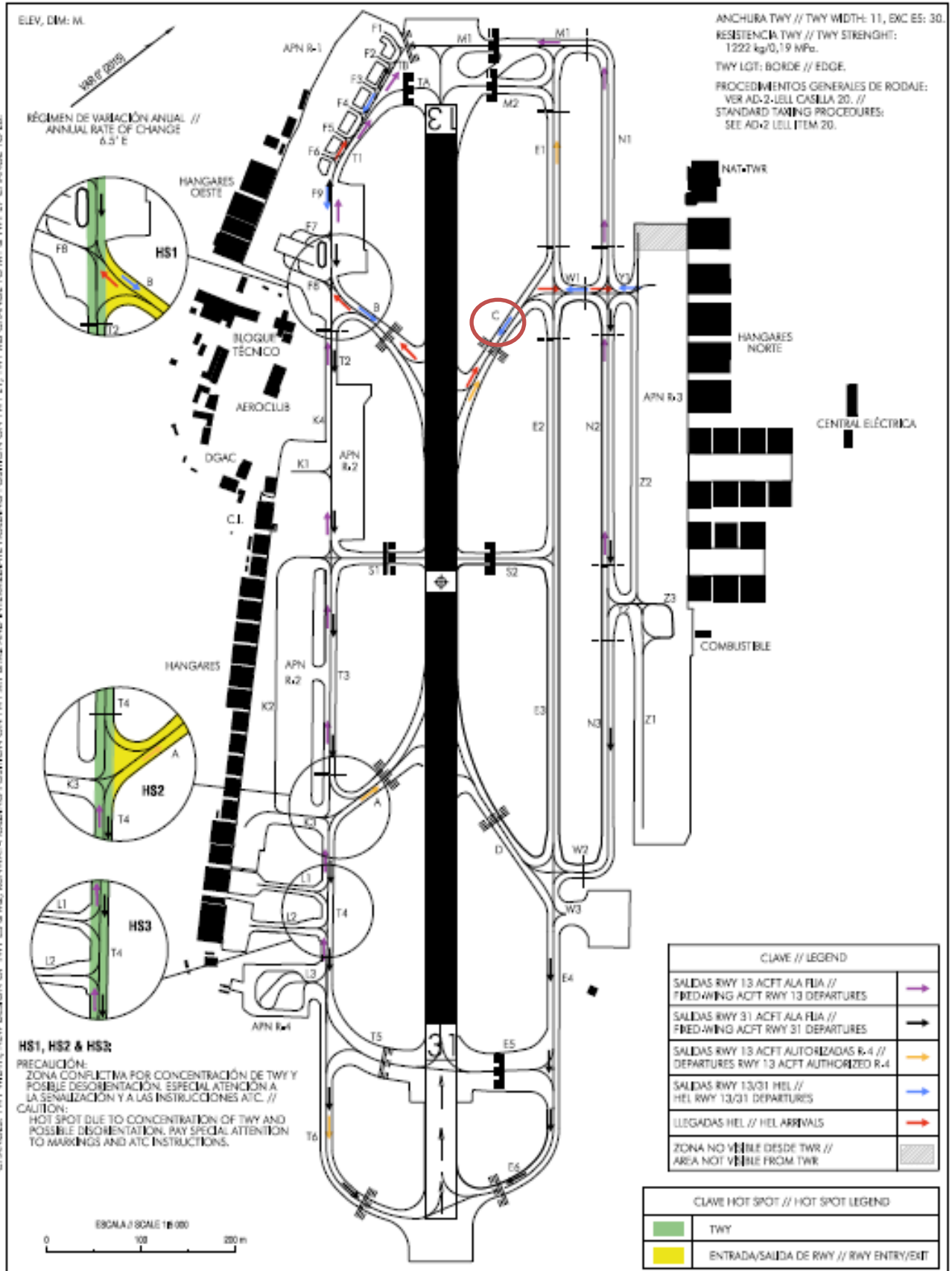
⁴ El METAR del día 8 de octubre de 2021 a las 10:00 UTC advertía de viento de dirección 240°, variando entre 190° y 270°, e intensidad 5 nudos. La visibilidad era mayor de 10 km con nubes escasas cuya base era 3500 ft. La temperatura era de 20°C y el punto de rocío de 13 °C. El QNH eran 1020 hPa.

PLANO DE AERÓDROMO PARA MOVIMIENTOS EN TIERRA-OACI

APN ELEV
R-1, R-3: 146
R-2: 143
R-4: 136

TWR 120.800
GMC 121.600

SABADELL



CAMBIOS: ANCHURA TWY, NUEVO DISEÑO DE TWY E5 & M2, PUNTO DE ESPERA EN PISTA EN TWY M1 & M2 Y PUNTO DE ESPERA INTERMEDIO EN TWY E1, TWY M5 CAMBIA A M1 & TWY E7 CAMBIA A E4. // CHANGES: TWY WIDTH, NEW DESIGN OF TWY E5 & M2, AIRWAY-HOLDING POSITION ON TWY M1 & M2 AND INTERMEDIATE HOLDING POSITION ON TWY E1, TWY M5 CHANGE TO M1 & TWY E7 CHANGE TO E4.

1.11. Registradores de vuelo

No aplicable.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

En la siguiente imagen se muestra cómo quedó el tren de aterrizaje delantero de la aeronave tras la toma dura:



Ilustración 2: Detalle del tren de aterrizaje delantero de la aeronave accidentada

Y el estado de la horquilla del tren de aterrizaje delantero era el siguiente:



Ilustración 3: Horquilla del tren de aterrizaje delantero

1.13. Información médica y patológica

No se encontró prueba de que la actuación de la tripulación de vuelo se haya visto afectada por factores fisiológicos o incapacitantes.

1.14. Incendio

No se encontraron rastros de incendio en vuelo o después del impacto.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

Los atalajes y sistemas de retención realizaron correctamente su función y el habitáculo de cabina mantuvo su integridad estructural.

1.16. Ensayos e investigaciones

Durante la investigación de este accidente se realizaron los siguientes análisis de la rotura de la pieza del tren de aterrizaje:

- Análisis fractográfico/ morfológico de la rotura y reproducción del modo de fallo de la misma.
- Análisis metalográfico
- Análisis químico
- Ensayo de tracción
- Ensayo de dureza Brinell

Estudio del fallo:

- Se concluyó que el fallo se había producido por un mecanismo de rotura de carácter dúctil. No se encontraron defectos en el material, evidencias de haber sufrido un proceso corrosivo o inicio del fallo por fatiga que hubiesen podido provocar el fallo final.
- Se considera que la escasa deformación plástica macroscópica del material está relacionada con la concentración de tensiones, dado que se produce en el cambio de sección de la pieza.
- Por tanto, el origen del fallo es un sobre-esfuerzo sufrido por el tren de aterrizaje que superó la resistencia del material.

Conclusiones:

- El material de la horquilla cumple con las especificaciones de la aleación de aluminio EN-AW 6082 en estado T651.
- La rotura de la horquilla se produjo porque estuvo sometida a un esfuerzo que superó la resistencia del material.
- La rotura se produjo por un mecanismo de desgarro dúctil que es el esperado para este tipo de materiales.

- No se encontraron defectos en el material, presencia de grietas previas de fatiga o problemas de corrosión que hubiesen podido provocar el fallo final.

1.17. Información organizativa y de dirección

El operador de la aeronave accidentada es Aerolink Air Services que es una organización de formación aprobada (E-ATO-86) desde el 28 de mayo del 2013 por AESA. Tiene su base en el aeropuerto de Sabadell.

1.18. Información adicional

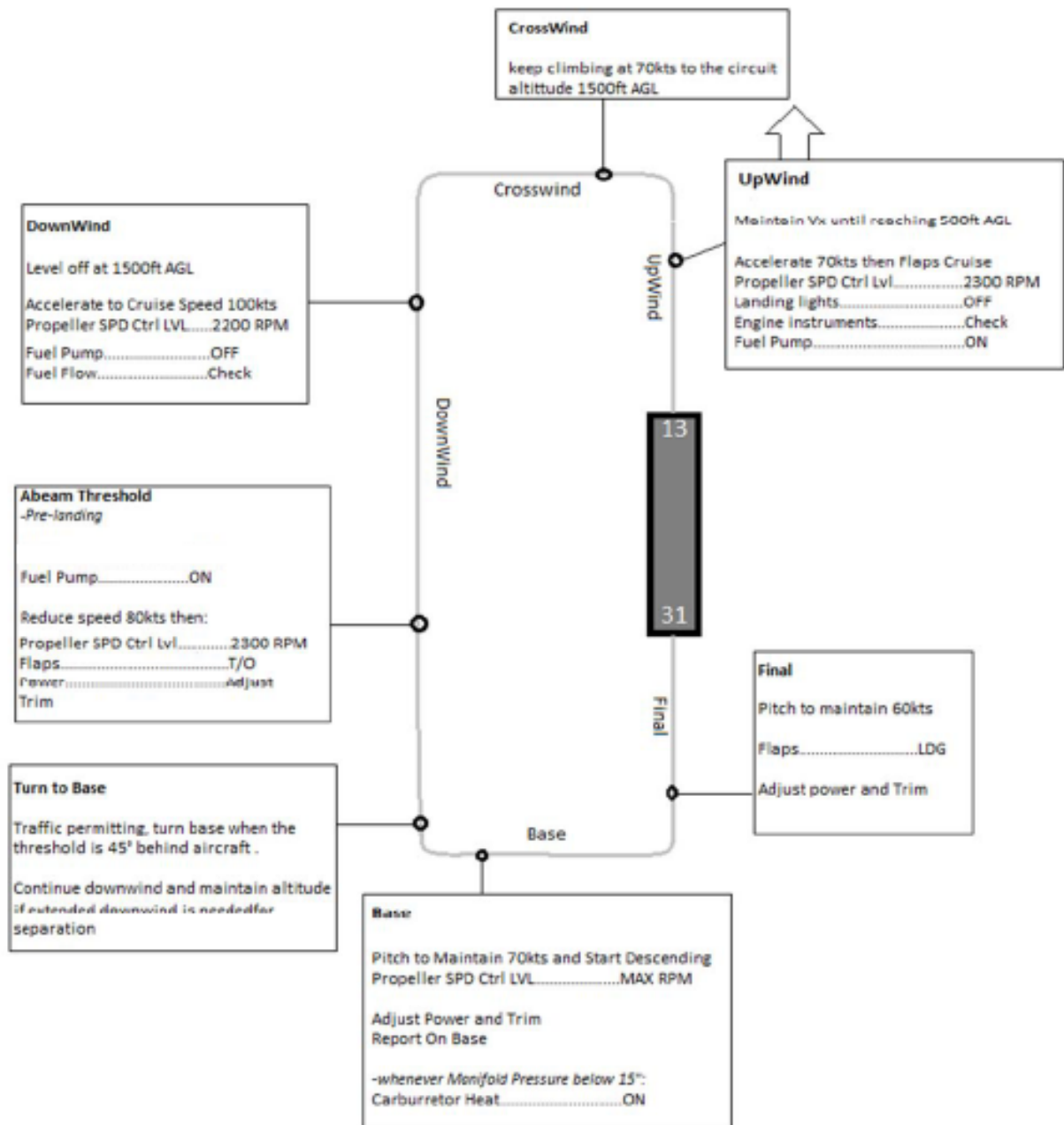
1.18.1. Información elaborada por la Flight Safety Foundation

La Flight Safety Foundation ha elaborado el documento *“Stablized approach and flare are keys to avoiding hard landings”*. De este documento se ha extraído la siguiente información útil para el análisis de este accidente:

- El concepto de toma dura no está definido o estandarizado a nivel internacional. OACI lo incluye dentro de los eventos en los cuales el contacto con la pista no es normal (*“abnormal runway contact”*).
- Para el piloto, resulta complicado discernir entre un aterrizaje duro (*“hard”* en terminología inglesa) o firme (*“firm”* en terminología inglesa). Debe determinarlo basándose en su juicio.
- Es más, el piloto debe decidir si es necesaria una inspección estructural dada la posibilidad de daños en la aeronave.
- Normalmente, un aterrizaje duro es el resultado de una aproximación no estabilizada. El documento recomienda que se opte por efectuar un motor y al aire antes de continuar una aproximación desestabilizada.

1.18.2. Procedimientos de aproximación y aterrizaje del operador

El operador de la aeronave ha definido en sus Procedimientos Operativos Estándar cómo ha de efectuarse la aproximación y el aterrizaje. El siguiente gráfico lo recoge:



Para el aterrizaje, en concreto, ha especificado lo siguiente:

1. Ajustar la posición del morro y el planeo apuntando a la zona de la toma de contacto (los números de la pista)
2. Mantener la aeronave estable aplicando la corrección de deriva para aterrizar con el eje de la pista entre las ruedas del tren principal.
3. Al iniciar la recogida:
 - reducir lentamente el régimen de descenso
 - corregir la deriva aplicando coordinadamente el timón de dirección y el alerón
 - utilizar el timón de dirección para alinear el avión con la pista
 - usar el alerón para corregir la deriva

- mantener la corrección de viento, incrementar el ángulo de ataque hasta la actitud de aterrizaje⁵ y aterrizar en el punto de la pista elegido
4. Bajar suavemente la rueda de morro a la pista.
 5. Mantener la corrección de viento con el alerón y el timón de profundidad durante la aproximación, el aterrizaje, la toma y la carrera de aterrizaje.

Tras el suceso, el operador de la aeronave añadió a su procedimiento en qué consistía una aproximación visual estabilizada:

- La aeronave debe aterrizar dentro de los números, nunca después del primer tercio de la pista.
- La aeronave debe aterrizar en el centro de la pista y alineada con el eje longitudinal de la misma.
- Si no se puede cumplir con lo anterior, deberá realizarse un motor y al aire intentando corregir la situación en la próxima aproximación.

1.18.3. Procedimiento de operación tras una toma dura

El operador de la aeronave indicó que en su Manual de Operaciones no ha establecido qué procedimiento se ha de seguir tras una toma dura.

Además, explicó que internamente distinguen entre “toma dura” y “hard landing”:

- La “toma dura” es toda aquella toma que no es un contacto suave y alineado con la pista. Al tratarse de una escuela, las tomas duras son algo habitual. Por ellos, tras una sesión de tomas y despegues, siempre realizan una inspección post-vuelo de la aeronave.
- El “hard landing” sería aquella toma que ha resultado inestable, en ocasiones con pérdida de control de la aeronave, y sobre todo con daños al avión, normalmente reventones de rueda o pinchazos.

El instructor lo distingue básicamente porque la “toma dura” permite la continuación del vuelo sin mayores consecuencias, usualmente tras una corrección por parte del instructor, y el “hard landing” supone detener el vuelo, normalmente imposibilitando seguir rodando.

1.18.4. Definición de toma dura por parte del fabricante de la aeronave

Una toma dura es un aterrizaje en el cual se ha excedido la limitación de toma de contacto establecida por el fabricante, expresada como una velocidad de descenso o como un valor de carga 'g'.

⁵ El operador la define como aquella que garantiza que la rueda de morro no toca el suelo durante el aterrizaje. El piloto puede identificar esta actitud como más alta que la del vuelo recto y nivelado (que resultaría en un "aterrizaje de tres puntos"), pero por debajo del horizonte (aterrizar con la pata de morro por encima del horizonte puede ocasionar un golpe en la cola).

El fabricante de la aeronave Diamond DV 20 no ha definido en su Manual de Mantenimiento cuando se considera que la toma ha sido dura. Durante la investigación se contactó con el fabricante para confirmar este hecho. No obstante, si el piloto considera que la toma ha sido dura o si los técnicos de mantenimiento deducen que la toma ha sido dura por el daño provocado en el tren de aterrizaje o porque durante la manipulación en tierra se han aplicado cargas inusuales, el Manual de Mantenimiento de la aeronave Diamond DV 20 proporciona instrucciones para chequear el estado de la misma.

1.18.5. Informe interno del operador de la aeronave

El operador de la aeronave ha elaborado un informe interno analizando este accidente y tomará las siguientes acciones mitigadoras para incrementar su nivel de seguridad:

- Para los alumnos en formación, refresco periódico sobre los procedimientos y las limitaciones en la aproximación y el aterrizaje. Según AFM y SOP punto NOR.103 Aterrizaje.
- Para los instructores de vuelo, refresco periódico para concienciarles de los siguientes peligros: no finalizar la sesión tras una toma dura, alumnos con muy poca experiencia y exceso de confianza al transferir los mandos al alumno. Según el Manual de Operaciones, punto D.3 Entrenamiento de refresco.
- Refuerzo en las clases teóricas, enseñando una antigua horquilla rota, para efectuar una exhaustiva revisión previa al vuelo, tras una sesión de tomas y despegues, y tras una toma dura.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No aplicable.

2. ANALISIS

Se analiza en este accidente la aproximación no estabilizada y la rotura de la horquilla del tren de aterrizaje delantero.

2.1. Análisis de la aproximación no estabilizada

Como resalta la Flight Safety Foundation en su documento "*Stablized approach and flare are keys to avoiding hard landings*", normalmente una toma dura es el resultado de una aproximación no estabilizada. Con lo cual, con el fin de evitar una toma dura resulta esencial que el piloto detecte si la aproximación no es estabilizada y tome las medidas correctoras oportunas.

El viernes 8 de octubre de 2021, se estaba realizando un vuelo de instrucción de doble mando; en concreto, una sesión de tomas y despegues. En una de las tomas y despegues, el instructor detectó que el alumno había empezado la recogida demasiado alto y con poca velocidad; no obstante, le dejó continuar con la aproximación. Durante el periodo de instrucción, es habitual que los alumnos pilotos efectúen aproximaciones desestabilizadas y que el instructor tenga que corregir las tomas. En este caso, el piloto instructor debería haber detectado que la aproximación era desestabilizada y haber sugerido al alumno piloto realizar un motor y al aire.

El operador de la aeronave añadió en sus Procedimientos Operativos Estándar cómo ha de realizarse una aproximación visual estabilizada incluyendo que se efectúe un motor y al aire intentando corregir la situación en la próxima aproximación. No obstante, tras analizar estos cambios introducidos por el operador de la aeronave, se considera que estos no guardan relación con una aproximación estabilizada. Ni aterrizar dentro del primer tercio de la pista ni aterrizar en el centro de la pista y alineada con el eje longitudinal de la misma determinan que la aproximación sea estabilizada. Por ello, se emitirá una recomendación de seguridad en este sentido.

Tras esta toma desestabilizada, la aeronave experimentó una caída brusca sobre la pista. La cola tocó la pista y la horquilla del tren de aterrizaje delantero se rompió. Pero como el instructor no determinó, en un primer momento, que el aterrizaje hubiese sido duro ni detectó anomalías en el funcionamiento de la rueda de morro, se continuó con la sesión de tomas y despegues.

Según el mencionado documento de la Flight Safety Foundation, el concepto de toma dura no está definido o estandarizado a nivel internacional. El piloto, basándose en su juicio y en su experiencia, debe determinar si el aterrizaje ha sido duro o solamente firme.

En la última toma, tras posar definitivamente la aeronave en el suelo, el tren de morro colapsó, quedando la aeronave parada en medio de la pista.

2.2. Análisis de la rotura de la horquilla del tren de aterrizaje delantero

El tren de aterrizaje se diseña para absorber el impacto.

Se estudió la rotura de la horquilla y se concluyó que la misma se produjo por un sobreesfuerzo durante la toma que superó la resistencia del material. En el material no se encontraron defectos ni evidencias de haber sufrido un proceso corrosivo o de inicio del fallo por fatiga.

Por tanto, se concluye que la pieza se encontraba en buen estado instantes antes del accidente.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El instructor no consideró que la aproximación que estaba realizando el alumno piloto fuese desestabilizada.
- La aeronave experimentó una toma dura.
- El instructor no consideró que la toma hubiese sido dura y continuó con la sesión de entrenamiento.
- En la toma dura se originó un esfuerzo que superó la resistencia del material de la horquilla del tren de aterrizaje delantero y dio lugar a su rotura.
- El material de la horquilla cumplía con las especificaciones de la aleación de aluminio EN-AW 6082 en estado T651.
- La rotura de la horquilla se produjo por un mecanismo de desgarro dúctil que es el que podría ser esperado para este tipo de materiales.
- No se encontraron defectos en el material de la horquilla, presencia de grietas previas de fatiga o problemas de corrosión que hubiesen podido provocar el fallo final.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha determinado que la causa probable del accidente fue efectuar una aproximación no estabilizada que motivó una toma dura que dio lugar a la rotura de la horquilla del tren de aterrizaje.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

REC 07/22. Se recomienda a la escuela Aero Link Air Services que defina en sus procedimientos en qué consiste una aproximación estabilizada.