

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Jueves, 21 de junio de 2007; 18:40 h local<sup>1</sup></b>
Lugar	<b>Abanilla (Murcia)</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-HYM</b>
Tipo y modelo	<b>BELL 412</b>
Explotador	<b>Helicópteros del Sureste, S. A.</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>PRATT &amp; WHITNEY PT6T-3B</b>
Número	<b>2</b>

**TRIPULACIÓN**

**Piloto al mando**

Edad/nacionalidad	<b>50 años</b>
Licencia	<b>Piloto comercial de helicóptero CPL(H)</b>
Total horas de vuelo	<b>5.040 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>2.951 h</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>1</b>
Pasajeros			
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Importantes</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Trabajos aéreos – Comercial – Extinción de incendios</b>
Fase del vuelo	<b>Aterrizaje</b>

**INFORME**

Fecha de aprobación	<b>28 de mayo de 2009</b>
---------------------	---------------------------

<sup>1</sup> Todas las horas en el presente informe están expresadas en hora local. Para obtener las horas UTC es necesario restar dos horas a la hora local.

## 1.- INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1.- Descripción del suceso

El helicóptero estaba participando en la extinción de un incendio forestal en la sierra de El Cantón, situada al norte de la pedanía de Mascivenda, en el término municipal de Abanilla (Murcia). A bordo iba el piloto, que estaba utilizando un helibalde para realizar las descargas de agua. Tras efectuar varias descargas dejó el helibalde en el suelo, en un terreno cercano al incendio, el cual tenía una superficie irregular y con una ligera pendiente. A continuación embarcó el técnico de mantenimiento y se dirigieron a repostar combustible a su base en Alcantarilla (Murcia).

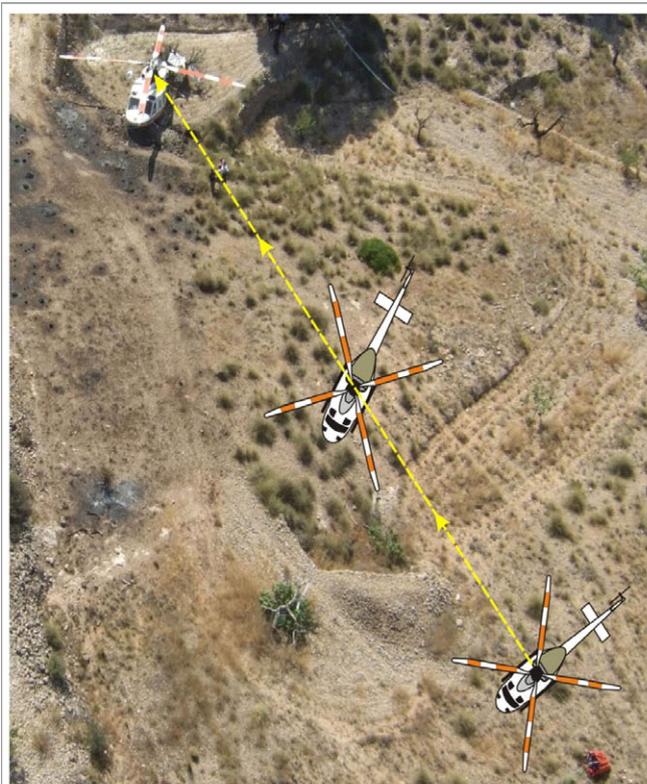


Figura 1. Posiciones relativas del helicóptero y helibalde

Después de repostar, volvieron para recoger el helibalde y aterrizaron. El mecánico descendió con la intención de enganchar el helibalde y se situó por delante del helicóptero. En ese momento, mientras la aeronave estaba posada en el suelo pero con cierta sustentación (el colectivo no estaba completamente abajo y asegurado), comenzó a sufrir una serie de vibraciones en vertical. Según declaró el piloto, decidió ascender para tratar de eliminar las vibraciones, pero a la vista de que no desaparecían, intentó tomar tierra de nuevo, y para ello se desplazó lateralmente una distancia aproximada de 50 m (véase Figura 1) por un terreno que tenía una pendiente aproximada de  $8^\circ$ . Durante esa operación las palas de los dos rotores golpearon contra un árbol y el helicóptero cayó al suelo en un punto de coordenadas  $38^\circ 16' 37''$  N,  $1^\circ 0' 20''$  W, quedando con el morro orientado hacia el noroeste. Como consecuencia del impacto se originó un incendio que afectó a parte de la cabina de pasajeros y al motor, pero fue sofocado inmediatamente por algunos de los medios que había en la zona.

El piloto resultó ileso y abandonó la aeronave por sus propios medios.

La aeronave sufrió daños importantes localizados en el rotor principal, dos de cuyas palas (azul y amarilla) resultaron muy afectadas, en el cono de cola, cuya mitad trasera se desprendió, y en los patines que forman el tren de aterrizaje.

Según la información facilitada por la AEMET, en la zona había un viento de 14 kt de dirección sur con rachas de hasta 25 kt.

## 1.2. Información sobre la aeronave

El helicóptero Bell 412 se fabricó en 1981 con número de serie 33045 y estaba dotado de dos motores PRATT & WHITNEY PT6T-3B. Tenía un certificado de aeronavegabilidad de tipo normal en vigor.

Esta aeronave estuvo volando en Centroamérica desde 1982 a 1985 un total de 950 horas. Posteriormente estuvo 16 años parado, hasta que en 2001 se llevó a Canadá para su puesta a punto, empezando poco después su actividad en España, acumulando un total de 2.100 h de vuelo durante los siguientes 6 años, hasta el momento del accidente. Este tipo de helicópteros tiene un Sistema Automático de Control de Vuelo (AFCS), que puede trabajar en modo SAS, para mantener la estabilidad en vuelo, o en modo ATT para mantener la actitud.

El manual de vuelo establece que la máxima velocidad de viento permitida es 35 kt (véase Figura 2) para una altitud de densidad igual o inferior a 3.000 ft cuando el viento incide desde el cuadrante trasero izquierdo ó con un ángulo de entre 45° y 105°. También indica que en vuelo estacionario cuando el helicóptero está sometido al efecto suelo, el movimiento longitudinal de la palanca del cíclico es crítico cuando el viento incide en ese mismo rango de ángulos, y puede interferir en el funcionamiento del AFCS si éste está trabajando en el modo ATT. Durante la investigación no se pudo determinar en qué modo estaba trabajando el sistema.

En el momento del accidente el manual de vuelo también establecía como limitaciones del helicóptero para el aterrizaje una pendiente

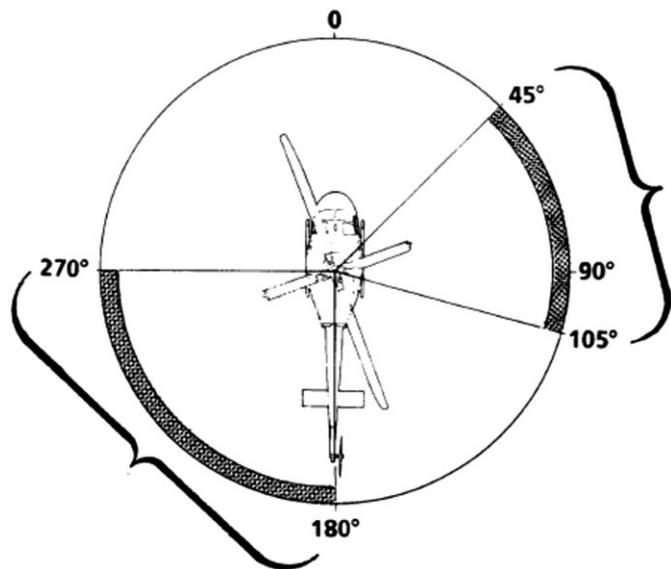


Figura 2. Limitaciones por viento



Figura 3. Parte de un montante

lateral de 10°. El 31 de octubre de 2007, hubo una revisión del manual, en la que se mantenía la limitación de pendiente lateral, pero se añadía una limitación de la pendiente longitudinal máxima de 4°. También incluía una nota de precaución indicando que las condiciones de viento, la situación del centro de gravedad y las características de la superficie podían reducir esos valores por debajo de los máximos publicados.

En este helicóptero, la transmisión va conectada a la estructura por dos dispositivos diferentes. Uno de ellos, el accesorio principal (lift-link) es el que conecta directamente la caja de transmisión a la estructura, y está diseñado para absorber todas las cargas entre el rotor y la estructura. Es de acero forjado e incorpora un cojinete en el extremo. El otro elemento lo constituyen cuatro conjuntos de soportes (pylon isolation mounts) que van situados debajo de las cuatro esquinas de la caja de transmisión, unidos a ella, y sujetos además a la estructura del helicóptero por cuatro tornillos cada uno. Estos tornillos tienen diferentes longitudes (dos largos y dos cortos). Los soportes están diseñados para aislar las vibraciones del rotor impidiendo que se transmitan a la estructura. Para ello albergan en su interior un elastómero. Entre la estructura y el

montante hay una pieza de sujeción (spacer) que sirve para fijar el montante en una posición determinada. Cada conjunto de montante está constituido por la pieza que alberga al elastómero en su interior, el espaciador y los tornillos.

El manual de mantenimiento recomienda reemplazar los montantes cuando aparezcan vibraciones por si pudieran estar defectuosos y cuando existan evidencias de un mal funcionamiento. También proporciona un procedimiento de chequeo para determinar el estado de los montantes y si deben de ser reemplazados.

El operador informó que no tenía constancia de la aparición de vibraciones con anterioridad al accidente, ni había notado evidencias de un mal funcionamiento, y que durante las inspecciones visuales realizadas no se observó ninguna anomalía, por lo que no se consideró necesario aplicar dicho procedimiento.

El 20 de julio de 1992, el fabricante editó el Boletín Técnico N° 412-92-111, que afectaba a un número determinado de helicópteros con números de serie entre los que se encontraba el 33045, en el cual se recomendaba sustituir los montantes con Part Number 204-031-927-105 por los de Part Number 204-031-927-107, porque mejoraban el comportamiento en cuanto a la absorción de vibraciones transmitidas por el rotor principal. Según el boletín, para llevar a cabo la sustitución no era necesario que hubiera acumulado un número de horas de vuelo, pero si había que tener en cuenta que los montantes de ambos tipos no se podían mezclar.

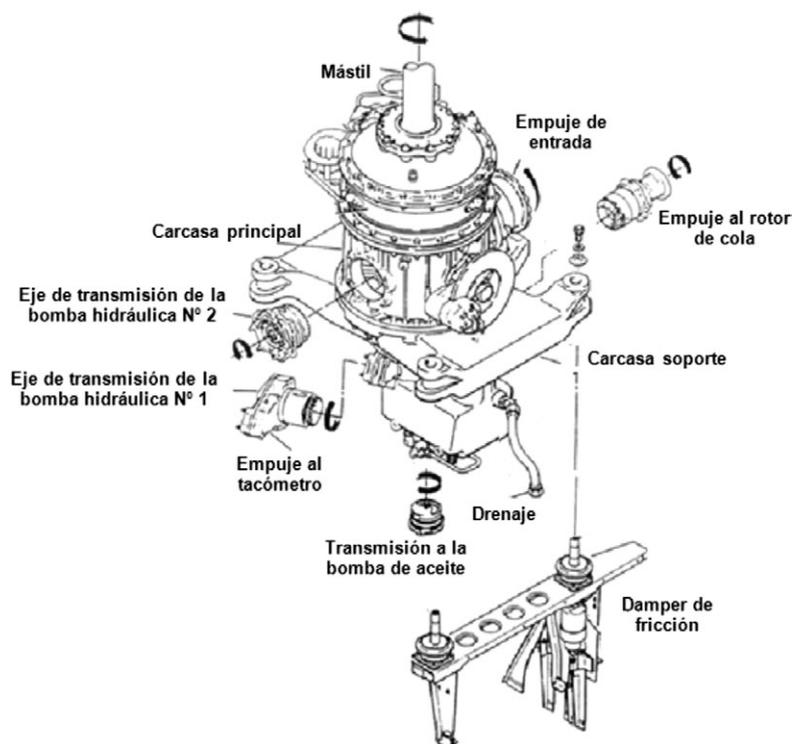


Figura 4. Soporte de unión de la estructura y la transmisión

### 1.3. Examen de los restos

En la inspección posterior al accidente se comprobó que la fricción del mando colectivo, que solamente puede ser regulada durante las labores de mantenimiento, estaba en el entorno del límite mínimo exigible, y también que los controles de vuelo de la aeronave transmitían adecuadamente su movimiento al rotor principal, el cual se encontraba dentro de los límites establecidos, respecto a holguras y estado de las conexiones (links) para el cambio de paso. No se observaron daños en el cubo de ensamblaje del rotor principal, ni en las uniones de las palas.

El arco trasero del tren de aterrizaje se encontraba en buenas condiciones, pivotando libremente a ambos lados. El tornillo sobre el que pivota el arco no presentaba daños y no se observaron desgastes ni holguras.

Se desmontaron los cuatro conjuntos de montantes, encontrándose que el montante delantero izquierdo tenía cambiados el tornillo delantero izquierdo (corto en vez de largo), y los dos traseros (largos en vez de cortos). El montante trasero derecho también tenía equivocado el tornillo delantero izquierdo (largo en vez de corto). No obstante no se encontraron síntomas de desgaste por frotamiento (fretting) en ninguno de los cuatro conjuntos.

A lo largo de la investigación se constató que durante el tiempo que había estado el helicóptero en servicio en España, no se habían reemplazado los montantes, pero no se tiene constancia si estos eran los que se montaron originalmente cuando se fabricó el helicóptero.

Los cuatro conjuntos de montantes con Part Number 204-031-927-105 (incluyendo los cuatro tornillos que sujetaban a cada uno y las piezas de sujeción) se enviaron al fabricante para su estudio, y se halló que algunos de los tornillos de fijación de los montantes delanteros estaban doblados, aunque todos ellos se ajustaban a los requisitos de dureza de diseño.

El montante delantero izquierdo tenía corrosión en la cara interna de la superficie exterior de su alojamiento, la cual había causado el desprendimiento de parte de la cubierta externa del elastómero.

Se comprobó la profundidad de la grietas de los elastómeros de los montantes y solamente el montante delantero izquierdo estaba dentro de los márgenes establecidos (el manual de mantenimiento dice que los montantes deben de sustituirse si la profundidad de las grietas es superior a 0,25").

Al medir la distancia (la altura) entre el extremo superior de la parte interna del montante y el extremo superior de la parte externa, se constató que ninguno de los cuatro montantes cumplía los requisitos de diseño.

También se comprobaron los índices de elasticidad de los montantes, tanto el estático, como el dinámico, y resultó que dos de ellos tenían el índice de elasticidad estático por debajo del rango requerido en al menos una dirección, y tres tenían el índice de elasticidad dinámico no ajustado a los requisitos de diseño. El fabricante informó que aunque los montantes operan en ambas direcciones durante el vuelo en estacionario, el que los índices de elasticidad de algunos de ellos estuvieran por debajo del rango requerido en al menos uno de los ejes, podría ocasionar que cambiase el modo en el que el conjunto de la transmisión amortigua la frecuencia de las vibraciones, y pudiera entrar en resonancia con las vibraciones del rotor principal causando un movimiento lateral excesivo y dificultando el control del helicóptero.

## 2. ANÁLISIS

En el instante en el que sobrevinieron las vibraciones, el viento incidía en el helicóptero desde el cuadrante trasero izquierdo, con una intensidad, incluidas las ráfagas, que estaba lejos de alcanzar la máxima permitida por lo que no parece que el viento tuviera una influencia determinante en el control cíclico longitudinal que pudiera haber inducido algún tipo de vibración.

En la inspección posterior al accidente se descubrió que algunos de los tornillos que sujetaban a los montantes no estaban adecuadamente colocados. Es importante que los tornillos estén bien colocados, ya que al poner un tornillo corto en la posición de uno largo, roscarán pocos hilos, y el montante quedará mal sujeto, lo que podría provocar su fallo. Al colocar un tornillo largo en el lugar de uno corto, puede hacer que el cuello del tornillo alcance la rosca de la hembra, antes de haberse alcanzado el apriete necesario, con lo que al seguir atornillando, la zona del cuello interferirá con los hilos de rosca de la hembra, produciendo daños en ambos. Esto puede dar lugar a que se alcance el par de apriete del tornillo solo por la fricción de los hilos de rosca sobre el cuello, haciendo que el montante no quede bien sujeto y como consecuencia aparezca desgaste por frotamiento (fretting). En este caso no se encontró desgaste en ninguno de los cuatro conjuntos, por lo que a pesar de la importancia que tiene el que los tornillos estén montados en el lugar correcto, no parece que en el momento del accidente se hubieran alcanzado unas condiciones de deterioro tales que el hecho de que algunos tornillos estuvieran cambiados de posición hubiera tenido influencia directa en la aparición de las vibraciones.

Sin embargo sí hubo dos factores que probablemente causaron la aparición de las vibraciones.

Uno de ellos fue el deterioro que presentaban los cuatro conjuntos de montantes, ya que alguno de ellos tenía corrosión en su diámetro interior y había causado un importante deterioro en el elastómero, lo que les había situado fuera de las especificaciones de diseño. Es muy posible que la corrosión se hubiera originado porque hubiera entrado agua en los montantes durante todo el tiempo que el helicóptero estuvo inactivo debido a que no hubiera estado preservado adecuadamente y que este hecho también hubiera contribuido a que el índice de elasticidad de alguno de los montantes estuviera por debajo de lo requerido en al menos una dirección.

El otro factor fue el hecho de que cuando aterrizó para dejar el helibalde, lo hizo sobre un terreno situado en pendiente, con una superficie no homogénea y en unas condiciones de viento desfavorables. Aunque el día del accidente no había definida en el manual de vuelo ninguna limitación para la pendiente longitudinal, el hecho de que muy poco tiempo después el fabricante hiciera una modificación del manual imponiendo una limitación de 4° sería indicativo de lo sensible que resulta el helicóptero a este factor.

### **3. CONCLUSIÓN**

Se considera que la causa del accidente fue la aparición de vibraciones que dificultaron el control del helicóptero y degradaron las condiciones de vuelo, lo cual obligó al piloto a realizar un aterrizaje inmediato que tuvo como consecuencia el impacto contra un árbol.

La aparición de vibraciones verticales se pudo producir como conjunción de dos factores:

- La pérdida de capacidad de los montantes para absorber las vibraciones que el giro del rotor transmite a la estructura como consecuencia de la disminución de las características mecánicas del conjunto, presentando grietas y corrosión en el interior de una de sus piezas.
- El aterrizaje previo sobre un terreno de superficie irregular con una pendiente mayor a la que establecen las limitaciones del helicóptero y en condiciones de viento desfavorables.