

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	Miércoles, 16 de junio de 2004; 10:05 horas
Lugar	Cerro de Valdemartín, S. de Guadarrama (Madrid)

AERONAVE

Matrícula	EC-GVR
Tipo y modelo	ROBINSON R-22 Beta
Explotador	Aérea Aviación

Motores

Tipo y modelo	LYCOMING O-360-B2C
Número	1

TRIPULACIÓN

Piloto al mando

Edad	31 años
Licencia	Piloto comercial de helicópteros
Total horas de vuelo	1.400 horas
Horas de vuelo en el tipo	1.250 horas

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			2
Pasajeros			
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Importantes
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Aviación general – Instrucción – Vuelo en montaña
Fase del vuelo	Despegue – Ascenso inicial

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

El helicóptero, con el instructor y el alumno a bordo, despegó desde el Aeropuerto de Cuatro Vientos con un plan de vuelo local y con el objeto de realizar maniobras de vuelo en montaña, con aproximaciones y despegues a áreas confinadas y pináculos en la zona de la Bola del Mundo de la Sierra de Guadarrama (véase Figura 1).

Una vez en la zona eligieron el cerro de Valdemartín y dieron dos vueltas de observación hasta seleccionar una loma al norte del mismo cerro, con una altitud máxima de 2.127 m (6.978 ft). A su vez, observaron que el viento en la zona era del noreste, con una intensidad estimada de 15 kt, y la temperatura del aire de 10 °C. Igualmente determinaron la línea de aterrizaje y despegue con un rumbo de 050° y las áreas autorrotativas por si fuera necesario ante la presencia de una emergencia.

Con el piloto instructor a los mandos del helicóptero efectuaron un aterrizaje, un despegue y un nuevo aterrizaje en la misma zona. Durante la ejecución de las diversas maniobras le iba indicando al alumno las técnicas y referencia a emplear en cada fase.

Desde el mismo punto el alumno realizó un estacionario para comprobar la potencia disponible y aterrizó de nuevo. El segundo despegue lo inició el alumno a los mandos del helicóptero y, cuando estaba en el aire, la aeronave entró en un viraje incontrolado hacia la derecha, produciéndose un descenso de las rpm del rotor con aviso de la alarma sonora de bajas vueltas. Inmediatamente tomó los mandos el piloto instructor, aplicando pedal izquierdo a fondo. El helicóptero continuó con su viraje hasta golpear con el patín izquierdo en el suelo.



Figura 1. Plano de situación y orografía

El recorrido del helicóptero desde su posición en tierra hasta el impacto fue de 10 m y tras el impacto con el patín volcó y quedó detenido apoyado sobre su lado izquierdo.

1.2. Testimonio del piloto instructor

El piloto instructor indicó que al realizar el despegue, una ráfaga de viento de la izquierda les hizo perder efectividad en el rotor de cola y el helicóptero inició un viraje a la derecha. Inmediatamente el piloto instructor tomó los mandos e intentó enderezar el rumbo, aplicando el pedal izquierdo hasta el tope. El helicóptero se hundía ligeramente y las rpm del rotor principal descendieron por debajo del 97%, sonando la alarma acústica. El helicóptero continuó girando ligeramente hacia la derecha. Finalmente, el esquí izquierdo contactó con el suelo y el helicóptero volcó.

Anterior al despegue la tripulación había realizado un briefing en el cual el piloto instructor relató al alumno las maniobras a realizar durante el vuelo en montaña y analizaron las actuaciones y limitaciones del helicóptero. No se pudo confirmar que se analizase la posibilidad de un descenso de las rpm del rotor principal y la influencia de rachas de viento en el helicóptero,

Durante el vuelo en dirección a la zona, y una vez alcanzados los 7.000 ft de altitud, realizaron una comprobación de actuaciones de motor a la velocidad de mejor relación de ascenso o de mínima potencia, 53 kt, comprobando que la presión de admisión estaba por debajo de los 22 pulgadas de mercurio (in Hg), su limitación indicada en la placa de límite de presión de admisión. Esta operación fue realizada dos veces, como práctica de enseñanza.

1.3. Información sobre la tripulación

El piloto instructor tenía licencia emitida por el Reino Unido con calificación de instructor y validez hasta el 26 de enero de 2007. Tenía habilitación de Robinson R-22 válida hasta el 12 de enero de 2005 y certificado médico en vigor.

La escuela de pilotos indicó que el alumno se encontraba en la fase de vuelo comprendida entre las 80 y las 90 h, aunque luego se comprobó que concretamente tenía 79 h de vuelo, fase en la que están programadas las maniobras de vuelo en montaña. No tenía experiencia anterior de vuelo en montaña.

1.4. Información meteorológica

La tripulación disponía de la información meteorológica de Cuatro Vientos a través del METAR, que indicaba vientos variables ligeros de 3 kt, sin nubes, visibilidad ilimitada,

QNH de 1.022 hPa y temperatura suave de 20 °C. Con esta información estimaron que las condiciones generales eran de atmósfera estable y temperaturas en la sierra del orden de 8 a 10 °C.

La estimación de la tripulación en el momento y el lugar del evento era que no existían fenómenos meteorológicos significativos, el viento dominante era del noreste con rachas de intensidad máxima de 15 kt y la temperatura del aire de 10 °C.

Los datos facilitados por el Instituto Nacional de Meteorología, recogidos del observatorio de Navacerrada situado a 1.890 m de altitud, de las 10:00 h eran: viento de 350°, 07 kt de intensidad, rachas de la misma dirección y de 14 kt de intensidad, temperatura ambiente de 11,1 °C, punto de rocío 5,6 °C y presión a nivel de la estación de 816,9 hPa, con cielo despejado hasta esa hora y a partir de la cual se empezaron a formar cúmulos sin desarrollo que no cubrieron más de un octavo del cielo.

1.5. Información sobre el lugar del despegue

El lugar del despegue era una loma orientada Norte-Sur con altitudes comprendidas entre 2.127 y 2.107 m, es decir, una altitud media de 6.950 ft. La temperatura del aire era de 10 °C, coincidiendo la leída por la tripulación con la recogida en el observatorio y corregida por la altitud.

1.6. Información sobre la aeronave

De acuerdo con el briefing prevuelo efectuado por la tripulación, la estimación del peso de la aeronave al despegue de Cuatro Vientos fue realizado de la siguiente forma:

— Peso en vacío de la aeronave:	850 lb
— Alumno:	165 lb
— Instructor:	190 lb
— Combustible para 2 h 15 min:	115 lb
Total	1.320 lb
— Peso máximo al despegue del helicóptero:	1.370 lb

Estimaron el tiempo de vuelo hasta la sierra en 30 minutos, la duración del vuelo de vuelta en 20 minutos y una reserva de 20 minutos, por lo que les quedaba un remanente de 1 h para maniobras. Suponiendo que llevaban 15 minutos gastados ya en el vuelo en montaña, su peso en el momento del evento, ya corregido por el consumo de combustible, era de 1.280 lb.

1.6.1. Cálculo de actuaciones

De acuerdo con los datos presión atmosférica de las 10:00 h en el observatorio de Navacerrada, situado a 1.890 m (6.200 ft) de altitud, la altitud de presión de este punto era de 5.840 ft. Extrapolando los datos al lugar del evento, situado a 6.950 ft de altitud, se tendría una altitud de presión en ese punto de 6.580 ft.

El manual de vuelo (MV) de la aeronave Robinson R-22 ofrece información acerca de la máxima altitud de presión a la que puede realizar un estacionario, con o sin efecto suelo, en función de su peso y de la temperatura exterior. Introduciendo la masa del helicóptero en las gráficas correspondientes a un vuelo estacionario con y sin efecto suelo, se obtiene que el techo máximo al que se puede realizar dicha maniobra con una temperatura exterior de 10 °C es de 8.300 ft y 6.500 ft de altitud de presión, respectivamente.

Los límites de velocidad del rotor con potencia son un máximo de 104% y un mínimo de 97%. Por debajo del 97% aparece una alarma acústica y una luz ámbar en la viseira del panel de instrumentos.

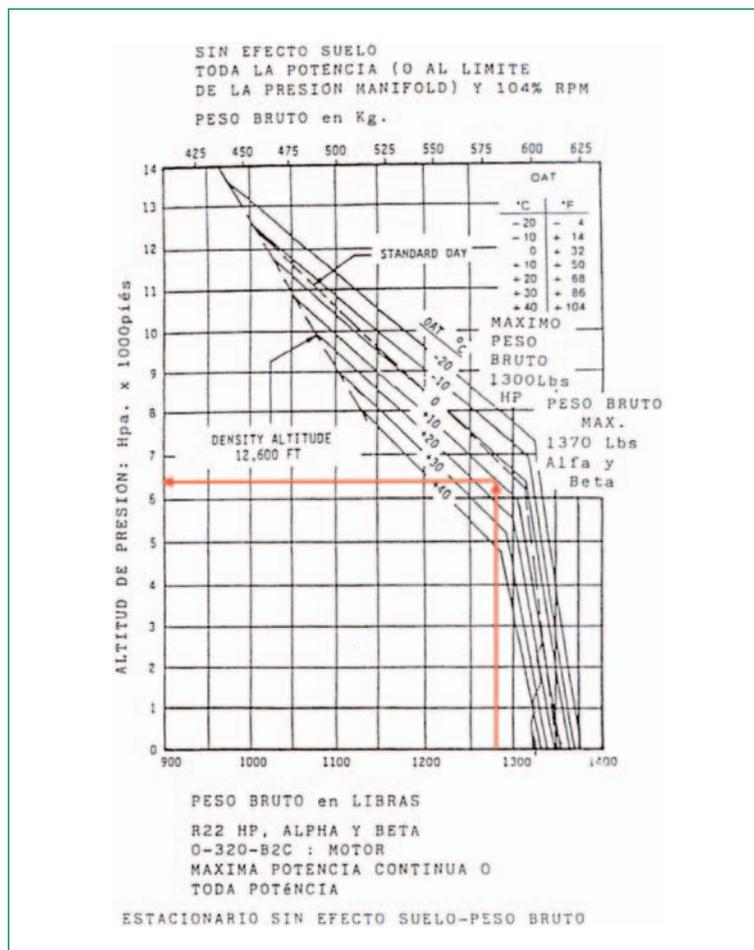


Figura 2. Tabla de actuaciones

Entre los procedimientos de despegue, «Sección 4 – Normal Procedures», se indica:

1. Chequear la carta de límite de presión de admisión para determinar la máxima presión de admisión (MAP) disponible.
2. Incrementar las rpm por encima del 80% y permitir al governor que establezca las rpm entre 102 y 104%. Subir colectivo suavemente hasta que el helicóptero esté ligero de esquís. Estabilizar la aeronave con el cíclico, entonces elevar la aeronave suavemente hasta estacionario.
3. Comprobar que las agujas estén en arco verde, bajar el morro y acelerar a la velocidad de ascenso siguiendo el perfil del diagrama H-V de la Sección 5. SI LAS RPM CAEN POR DEBAJO DE 102% BAJAR EL COLECTIVO.

1.7. Información de la escuela

Según se describe en el manual de maniobras de vuelo básico presentado por la escuela, el vuelo en montaña es tratado en un tema aparte de las maniobras de vuelo básico, por su dificultad y la diferencia de procedimiento con ellas. En él se desarrollan someramente las técnicas y procedimientos a emplear para el vuelo en montaña.

Los objetivos que se pretenden en la preparación y desarrollo de estas maniobras son la apreciación por parte del alumno de la influencia de los vientos en altura, del control de la velocidad del helicóptero y los cambios de las referencias visuales en las aproximaciones y despegues y el control de la potencia del helicóptero afectada por la altitud.

La realización práctica de las maniobras de vuelo en montaña, con la ejecución de aterrizajes y despegues en zonas montañosas, es programada en la escuela a altitudes geográficas superiores a los 2.000 m.

2. ANÁLISIS

El helicóptero Robinson R-22 es una aeronave ligera que se certificó de acuerdo con las normas estándar aplicables y ha demostrado a lo largo del tiempo su operatividad dentro de esa envolvente. No obstante, las características de su rotor principal, básicamente su escasa inercia, le hacen muy sensible a las disminuciones de rpm del rotor.

Por esta razón la caída de las vueltas del rotor principal es analizada extensamente en el MV para prevenir su ocurrencia. Entre las causas enumeradas como posibles factores desencadenantes se halla el operar a elevadas altitudes de densidad, mala coordinación de mandos, etc.

Una reducción de las rpm del 10% en el motor (104% = 2.652 rpm) significa una reducción del 10% en el rotor principal (104% = 530 rpm) y también una reducción del

10% en el rotor de cola (104% = 3.400 rpm), reduciendo el empuje de ambos rotores, aunque la mayor reducción de vueltas (340 vueltas frente a 53) y, por tanto, de empuje se produce en el de cola. En vuelo estacionario el rotor de cola está exigido en el máximo de sus actuaciones. Por ello una ligera pérdida de rpm (están asociadas las vueltas de ambos rotores ya que se alimentan de la potencia del mismo motor a través de la caja de transmisión principal) se notará antes en un giro del helicóptero a la derecha que en un descenso; es decir, se hace patente en las «performances» del rotor de cola antes que en las del rotor principal.

La actuación del piloto sobre los mandos del helicóptero R-22 requiere de un control sensible sobre los mismos, ya que tiene una respuesta muy alta en cabeceo y alabeo para pequeños cambios en los controles de vuelo. La reacción de la aeronave en general es muy rápida y la acción del mando de control es alta por pulgada de movimiento, haciendo que las oscilaciones y sobrecontroles en las tendencias inducidas por el piloto sean mucho más importantes que en otros helicópteros.

El ángulo de ataque de las palas del rotor principal a elevadas altitudes se encuentra próximo a los ángulos de entrada en pérdida, por lo que requiere unas correcciones de mayor precisión en los mandos del helicóptero. El alumno piloto, con idénticas actuaciones en los mandos a las que estaba acostumbrado en su base de entrenamiento, pudo inducir un movimiento de control más largo que el requerido, incrementando rápidamente el ángulo, de aceptable a excesivo, requiriendo a su vez una mayor potencia del motor. Ese incremento de potencia no estaba disponible en esa altitud de presión, ya que superaba los límites en la carta de actuaciones del MV para estacionario fuera de efecto suelo.



Figura 3. Vista general del helicóptero

El viento indicado por la tripulación de 15 kt y dirección noreste, así como el viento recogido en Navacerrada de 7 a 14 kt y dirección 350° están dentro de las limitaciones establecidas en el MV del R-22.

En el despegue del helicóptero, que se estaba realizando a 6.580 ft de altitud de presión, pudo darse la siguiente combinación de escenarios para que se produjese un descenso de las rpm del rotor principal, primero por debajo del 102% continuando hasta rebasar el 97% y como consecuencia de ello se inició el giro incontrolado a la derecha:

- Operación realizada en torno al techo del helicóptero para vuelo estacionario sin efecto suelo, y
- Actuación a los mandos del alumno piloto, sin experiencia en operaciones de montaña a elevada altitud.

En la documentación de la escuela relativa a las maniobras de vuelo básico se recuerda a los alumnos que en la cima de las montañas, el mando del control de gases estará casi todo el tiempo girado al máximo, por lo que las caídas de las rpm sólo podrán ser corregidas bajando el colectivo. Sin embargo, no se hace hincapié en que la primera reacción del piloto debe ser bajar el colectivo ante la caída de rpm sin importar cuál sea el origen de ésta.

El R-22, con dos personas a bordo y el depósito de combustible lleno, siempre realiza sus operaciones de vuelo rutinarias próximas a los límites del máximo peso al despegue de la operación del helicóptero. Por ello, el buscar el mayor equilibrio entre su masa al despegue y las altitudes facilitará disponer de mayor potencia requerida en los momentos necesarios.

Para el ejercicio de maniobras en montaña a altitudes geográficas menores de 2.000 m se dispondría de mayor margen de potencia del helicóptero en el caso de ser requerida y podría cubrir igualmente los objetivos de la formación de los pilotos: la influencia en el helicóptero de los vientos en altura, el control de la velocidad en los tramos de despegue y final del helicóptero, y las nuevas referencias sobre el horizonte en las aproximaciones a los pináculos y las laderas.

3. CONCLUSIONES

Se estima que el descontrol lateral del helicóptero y el posterior impacto de los patines con el terreno fue debido a un descenso de las rpm de los rotores no corregido inmediatamente por la tripulación bajando el colectivo.

Factores que han podido contribuir a este descenso de rpm han sido la poca experiencia de la tripulación en el manejo del helicóptero y, en mayor grado, la operación a elevada altitud sobre los límites de vuelo estacionario sin efecto suelo.