

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

Evaluación del Riesgo en Operaciones con RPA's

En la operación de aeronaves pilotadas por control remoto, RPA's, los operadores, deberán realizar un estudio aeronáutico de seguridad y gestión de riesgos, para valorar el nivel de seguridad de la actividad que se pretende desarrollar, es decir en qué campo de riesgo (no tolerable, tolerable o aceptable), se encuentra, y las medidas mitigadoras de riesgo que deberá adoptar para que el nivel de riesgo sea aceptable.

Por lo anteriormente expuesto analizaremos, valoraremos y por último daremos una puntuación a la actividad a desarrollar en base a los riesgos encontrados y a continuación, con las medidas mitigadoras aplicadas, de manera que permita desarrollar la actividad, dentro de un marco de riesgo ACEPTABLE.

En nuestro sistema de evaluación consideraremos: **MEDIOS, ENTORNO Y PERSONAS**

- Infraestructura de la zona de vuelo
- Obstáculos
- Prestaciones de la aeronave
- Trayectoria de despegue para eludir los obstáculos
- Procedimientos de vuelo
- Comunicaciones y zona de sobrevuelo
- Transmisión de datos "LINK" de mando y control
- Documentación
- Entrenamientos
 - Pilotos
 - Personas de seguridad operacional en tierra.

Para la evaluación de los riesgos AESA considerará aceptable que el operador utilice la metodología descrita en este documento, basada en unas matrices de evaluación de "riesgos" expuestas a continuación como tablas 1, 2, 3 y 4, y el responsable de dicha evaluación deberá seguir el esquema de análisis de riesgos mostrado como **ANEXO-1**. Esta metodología está basada en la desarrollada por la empresa noruega <<Scandiavia>> (<http://www.scandiavia.net/>), utilizada por la Autoridad de Aviación Civil (CAA) de ese país. AESA podrá considerar igualmente aceptable el uso por el operador de otras metodologías de estudios de seguridad y gestión de riesgos comúnmente utilizadas en el sector aeronáutico

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

Este modelo tiene de particular que introducimos un valor, la “EXPOSICION”, al que se asignará un valor entre +3 y -3, en función de la frecuencia con la que se realiza la actividad. Este valor será cero en el caso de que no se considere como factor.

La tabla Nº 1 muestra los valores del (nivel de riesgo), de forma gráfica en azul, amarillo y rojo. Esta gama, es obtenida multiplicando el valor de la **Probabilidad** (frecuencia), dato que lo obtendremos en base a experiencia en el problema analizado, otorgándole un valor, contemplando la frecuencia con la que ha ocurrido anteriormente el mismo, por el valor de la **Severidad** (consecuencias), dato que valoraremos en función de las consecuencias en el caso de que ocurra el percance, y sumando o restando el valor de la “EXPOSICION”, a ésta cifra.

A la hora de establecer la **Probabilidad**, se sugiere en principio considerar que ésta sea:

- **Muy alta:** cuando se considere que el evento puede presentarse más de una vez cada 10 vuelos;
- **Alta:** cuando se considere que el evento puede presentarse entre 1 y 10 veces cada 100 vuelos;
- **Media:** cuando se considere que el evento puede presentarse entre 1 y 10 veces cada 1.000 vuelos;
- **Baja:** cuando se considere que el evento puede presentarse entre 1 y 10 veces cada 10.000 vuelos, y
- **Muy baja:** cuando se considere que el evento puede presentarse menos de 1 vez cada 10.000 vuelos.

En cuanto a la **Severidad** (consecuencias) de un evento se sugiere en principio utilizar la siguiente valoración:

- **Muy alta:** Podría causar muerte o incapacidad total permanente de personas, pérdidas económicas superiores a 700.000 euros, o daños graves irreversibles al medio ambiente.
- **Alta:** Podría dar lugar a incapacidades parciales permanentes, lesiones o enfermedad profesional que pueda resultar en hospitalización de al menos tres personas, pérdidas económicas entre 150.000 y 700.000 euros, o daños graves al medio ambiente reversibles con aplicación de medidas de corrección.
- **Media:** Podría causar lesiones o enfermedades ocupacionales que resulten en uno o más días de trabajo perdidos, pérdidas económicas entre 7.000 y 150.000 euros, o daños mitigables al medio ambiente sin necesidad de aplicación de medidas de corrección.

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

- **Baja:** Podría resultar en una lesión o enfermedad que no resulte en una pérdida de jornada de trabajo, pérdidas económicas entre 1.500 y 7.000 euros, o daños mínimos al medio ambiente que no requieren restauración.
- **Muy baja:** Podría resultar en pérdidas económicas inferiores a 1.500 euros.

Tabla Nº 1

Severidad (consecuencias)	Probabilidad (frecuencia)				
	Muy bajo (1)	Bajo (2)	Medio (3)	Alto (4)	Muy alto (5)
Muy alta (5)	5	10	15	20	25
Alto (4)	4	8	12	16	20
Medio (3)	3	6	9	12	15
Bajo (2)	2	4	6	8	10
Muy bajo (1)	1	2	3	4	5

Si a una de las actividades se le asigna un valor “cero” en severidad o probabilidad, el resultado final será cero pero de cualquier modo será incluido en el informe de riesgo.

Tabla Nº 2

	<i>Índice de riesgo</i>
0 – 6	Puede ser aceptable, de cualquier forma, revisar la operación para ver si el riesgo (probabilidad, severidad, exposición o todo) puede ser reducido más adelante.
7 – 14	La operación solo debe llevarse a cabo con la autorización explícita de la dirección. La operación debería ser redefinida en la medida de lo posible teniendo en cuenta los riesgos implicados, o debería procederse a reducirlos antes del comienzo de la operación.
15 - 25	La operación no debe realizarse. Debería ser rediseñada la operación o ampliadas las medidas de seguridad para reducir el índice de riesgo, antes de comenzar la operación.

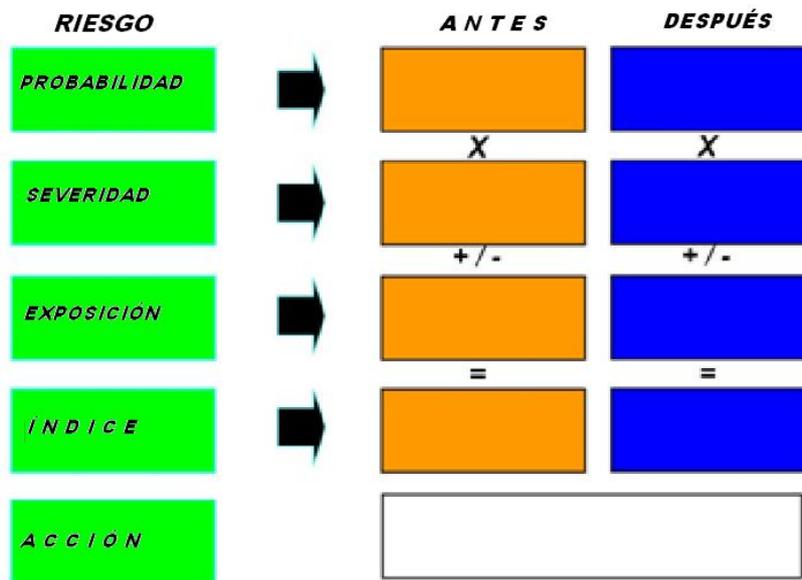
Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

Mediante los cuadros 3 y 4 tendremos otra forma alternativa de organizar la evaluación.

En la tabla nº 3 tenemos la posibilidad de, obtenidos los valores de “Probabilidad- Severidad” y “Exposición al Riesgo”, conseguir un “Índice de Riesgo”. Repetimos el ejercicio introduciendo “Medidas Mitigadoras” del riesgo, reflejando los resultados en la columna de la derecha, lo que gráficamente nos permite compararlo con el inicial, y valorar si podemos realizar o no, la operación.

Tabla Nº 3



Por último, en la tabla 4 podemos ver los valores de “probabilidad, severidad y exposición”, que proporcionan el “índice de riesgo” antes y después de aplicar las “medidas mitigadoras” y por último obtener el “ÍNDICE DE RIESGO RESIDUAL” que nos permitirá desarrollar la operación o no. Esto es un ejemplo en el que se contemplan únicamente dos situaciones. De igual modo se analizarán todas las demás circunstancias en que se pueda incurrir en peligros potenciales, que se habrán de incluir en este estudio de seguridad.

Tabla Nº 4

Puntos de peligros potenciales	Probabilidad/ Severidad/ Exposición	Índice de riesgo	Factores Mitigadores	Probabilidad/ Severidad/ Exposición	Índice de Riesgo residual
Perdida de contacto visual con la aeronave al volar por detrás de un obstáculo.	4/3/3	15	Sectorizar la parcela de trabajo, de manera que sólo se vuele una zona, en la que el “obstáculo”, no interfiera el contacto visual con la aeronave. Construir una zona aterrizable al otro lado del obstáculo para poder realizar vuelos, también al otro lado del obstáculo con seguridad.	4/1/3	7

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

Pérdida de control de la aeronave al sobrevolar una zona de sotavento.	4/4/3	19	Se establecen cursos de formación Meteorológica, así como la incorporación equipos de medida de intensidad y dirección del viento a la zona de operación. Establecemos limitaciones de viento, para realizar la operación dentro de un margen en el que no afecten el sotavento del obstáculo.	1/4/3	7
--	-------	----	---	-------	---

ANÁLISIS DEL RIESGO

En el análisis de los posibles riesgos nos haremos cinco preguntas:

¿Que podría suceder?

¿Qué probabilidad hay de que suceda?

¿Cuales son las consecuencias si esto ocurre?

¿Podemos mitigar o reducir los riesgos?

¿Es aceptable el riesgo residual?

- Si es aceptable, puede realizarse la actividad.
- Si no lo es , iniciar de nuevo el proceso de “evaluación de riesgos” introduciendo medidas mitigadoras o limitaciones, o suspender la actividad.

AMBITO DE APLICABILIDAD

Este sistema de Evaluación de Riesgos, tiene aplicación en todas las áreas o elementos que componen la actividad de los RPA´s. Referido a una organización, a un trabajo específico, a personas que van a desarrollar la operación, medios que se van a utilizar o entorno en el que se va a desarrollar la actividad.

Las organizaciones tendrán que demostrar que el entorno en el que se mueven está posicionado dentro del campo de “riesgo aceptable”. Esto no es sencillo a la hora de analizar una operación, en el que no hay una experiencia previa. Por lo tanto, esta situación hará que haya campos, en los que no podamos evaluar con la precisión con la que lo haríamos, teniendo un “histórico de análisis de fallo”, de antemano.

Las organizaciones harán un estudio de toda la estructura de la misma, analizando los campos mencionados anteriormente.

Personas:

El equipo humano de una organización es uno de los pilares fundamentales, por ésta razón deberán contemplar:

La formación recibida, la experiencia en la operación y la experiencia en el tipo de aeronave.

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

En lo referente a formación podemos distinguir, la formación teórica; normativa de aplicación, conocimientos de meteorología, performances, cartografía, factores humanos etc.

En cuanto a la experiencia en vuelo, es de un valor importante, que la organización cuente con pilotos, instructores, personal de apoyo, que hayan recibido el entrenamiento y formación necesaria.

Por ejemplo, haciendo el estudio nos encontramos con la siguiente situación: un piloto sin conocimientos que le permitan valorar la situación operacional en cuanto a: Meteorología, zonas de sobrevuelo, etc, a la vez un piloto que no tuviese experiencia en operaciones de este tipo ni en aviones, y que pretenda realizar la operación diariamente, en un mes de mala meteorología, nos encontraríamos para esta operación, en el ámbito de pilotos, en alto riesgo (5), en lo referente a Consecuencias o Severidad. La Probabilidad de tener un incidente, en esta situación la consideraríamos alta. Estaríamos en una Probabilidad (5).

Para la operación antes mencionada, las medidas mitigadoras en cuanto a Severidad, nos tendrán que posicionar el Índice de Riesgo, en los márgenes aceptables, bien mediante formación y experiencia, bien cambiando al piloto. También bajaremos el índice de riesgo, disminuyendo la Frecuencia. +/- 3. No es lo mismo realizar el trabajo diariamente en un mes, que en una sola ocasión. (ver Tabla 3)

Entorno:

El “entorno” en el que desarrolla la operación, tiene una incidencia importante en cuanto al “riesgo” y análisis de posibles “amenazas”, que puedan afectar a una operación determinada. No es igual estar operando en zona de montaña, en la que podemos tener condiciones meteorológicas especiales de la zona, que estar en una zona de llano sin obstáculos. No es lo mismo operar en zonas con posible concentración de tráfico, cerca de aeródromos o zonas controladas, que en un área libre de posibles amenazas. Los responsables de las organizaciones, tendrán que analizar las zonas de sobrevuelo, áreas de aproximación y aterrizaje, obstáculos en la zona, zonas de aterrizaje de emergencia, poblaciones y control de personas, coordinación con otras aeronaves en la misma zona de trabajo, realizando una “evaluación de riesgos” y aplicando las medidas “mitigadoras” necesarias para una OPERACIÓN SEGURA.

Medios:

Cuando hablamos de medios, nos estamos refiriendo a todos los equipos que intervienen en la operación; aeronaves, medios de recepción de información meteorológica y NOTAM's, acceso y divulgación interna de normativa, información técnica, etc.

Es importante que un operador muestre como gestionará los posibles fallos de los equipos, falta de comunicación, aeronave – estación de control en tierra, fallo del tipo de control “con piloto automático” o “manual”, y sobre todo, los sistemas de emergencia de los que dispongan.

Es importante que los responsables de la operación cuenten con los medios adecuados no sólo en cuanto los específicos de la operación, aviones, helicópteros, sino también en cuanto a medios para recabar información, meteorológica, técnica etc.

En cuanto a la propia aeronave y su estación de control, quien estará mejor posicionado para hacer la evaluación será sin duda su fabricante. Sería pues ideal que el operador requiriese al fabricante para que le facilitara el estudio de seguridad que haya desarrollado.

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

Todos los datos recogidos de la envolvente de la operación serán introducidos en el Análisis de Riesgos, y mediante medidas “mitigadoras” conseguir una OPERACIÓN SEGURA.

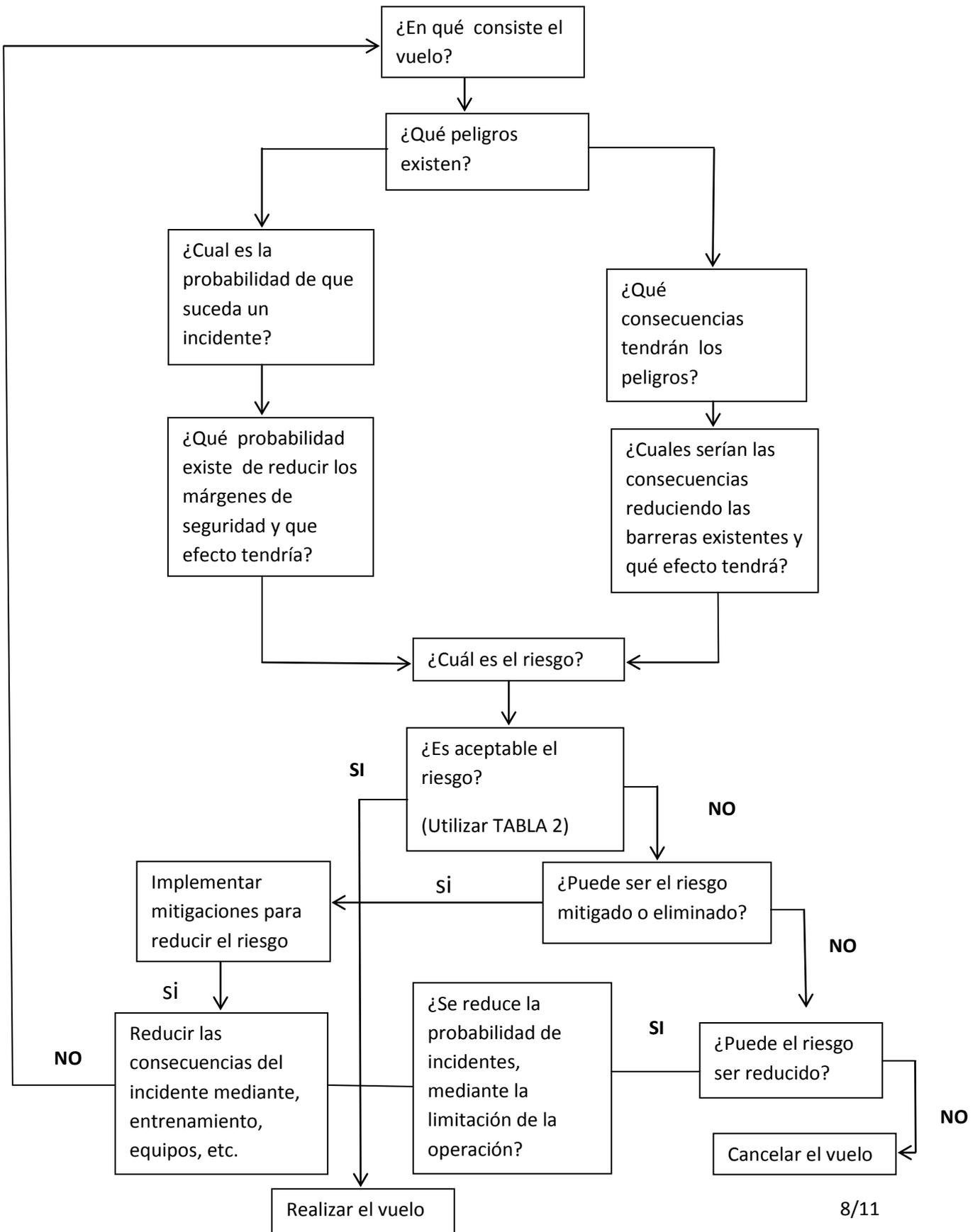
Cuestionario de seguridad:

Adicionalmente a la utilización de la metodología anteriormente descrita, se recomienda la utilización del cuestionario que figura en el Anexo 2, para completar la evaluación de la seguridad de la operación.

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

ESQUEMA DE ANALISIS DE RIESGOS

ANEXO-1



Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

ANEXO 2

CUESTIONARIO DE SEGURIDAD PARA LA AERONAVE Y SU EQUIPO DE CONTROL

AERONAVES DE HASTA 25 Kg DE MASA MÁXIMA AL DESPEGUE

Este cuestionario no está enfocado a evaluar la aeronavegabilidad de un RPAS, sino como ayuda para la evaluación de la seguridad de operaciones de RPAS. Está basado en experiencias previas, y será modificado según se amplíe la experiencia con operaciones no críticas con RPAS de menos de 25 kg. de masa máxima al despegue.

1. ¿Se han determinado las limitaciones meteorológicas que permitan una realización segura de la operación? ¿Cómo se han determinado estas limitaciones?
2. ¿Dispone el sistema de indicación de nivel de combustible/nivel de batería? ¿Se ha determinado el nivel mínimo de combustible/nivel de batería para iniciar la recuperación y aterrizaje del RPA? ¿Cómo se ha determinado?
3. Si no dispone el sistema de indicación de nivel de combustible/nivel de batería, ¿cómo se establece el tiempo máximo de vuelo que garantice la recuperación y aterrizaje antes de que falle la planta de potencia?
4. ¿Se dispone de un Plan de Vuelo Operacional en el que se establezca la gestión de la autonomía y reservas de combustible de la aeronave?
5. ¿Qué características de diseño presenta el sistema para evitar la pérdida de radioenlace de control?
 - 5.1. ¿Empieza el sistema enlaces de control redundante y/o independiente? Si es así, ¿cómo de diferentes son?
 - 5.2. ¿Tiene la señal de radioenlace algún tipo de modulación que reduzca el riesgo de interferencias electromagnéticas?
 - 5.3. ¿Dispone el piloto de algún tipo de indicador de intensidad de señal de radio? ¿Cómo es mostrada esta información la piloto? ¿Cómo se determina la intensidad de la señal y cuál es el umbral que representa una señal críticamente degradada?
 - 5.4. ¿Dispone el RPAS de indicación de la calidad del radioenlace en función de la tasa de bits entendido como el número de bits recibidos de forma incorrecta respecto al total de bits enviados durante un intervalo especificado de tiempo?
 - 5.4.1. Si no se dispone de esta información, ¿se cuenta con algún sistema externo de detección de frecuencias para la banda de frecuencias utilizada por el RPAS?
 - 5.5. ¿Cuál es el alcance máximo del enlace de datos respecto a la estación de control? ¿Cómo ha sido determinado?
 - 5.6. ¿Dispone el sistema de una estación de control de reserva en caso de mal funcionamiento o avería de la estación primaria?

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

- 5.7. ¿Dispone de aprobación para el uso de las frecuencias utilizadas en la zona de operación?
6. En caso de pérdida de radioenlace de control
 - 6.1. ¿Cómo se determina que el RPA ha perdido el radioenlace? ¿Cómo se muestra esta información al piloto?
 - 6.2. ¿Está definida la secuencia que seguirá el RPA frente a un evento de pérdida de enlace? ¿Está incluida en el Manual de Operaciones?
 - 6.3. ¿Dispone el sistema de función retorno a casa? ¿Cómo se ha definido el punto de retorno? ¿Hay riesgo de impacto contra algún obstáculo?
 - 6.4. ¿Están definidos los procedimientos a seguir en caso de que tras la pérdida del radioenlace el RPA no siga la secuencia esperada? ¿Están incluidos en el Manual de Operaciones?
7. ¿Utiliza el RPAS señal de GPS para control y/o guiado del RPA?
 - 7.1. ¿Cómo se comporta el sistema ante una pérdida de señal GPS?
 - 7.2. ¿Qué método se sigue para evaluar la intensidad de la señal de GPS? ¿Se ha fijado un número mínimo de satélites o un nivel mínimo de intensidad de la señal de GPS para la operación del RPAS?
 - 7.3. ¿Dispone el RPAS de avisos ante una suplantación malintencionada de la señal GPS (“spoofing”)? ¿Se han establecido los procedimientos ante esta situación?
8. ¿Se han establecido procedimientos de inspección de la zona de vuelo para asegurarse que no hay terceras personas en ella o instalaciones que no deban ser sobrevoladas? Si tras la inspección se han encontrado personas o instalaciones a proteger, ¿se han establecido procedimientos para garantizar un margen de seguridad suficiente?
9. Si la operación requiere el transporte de mercancías peligrosas para la salud o el medio ambiente, ¿se han solicitado los permisos correspondientes a la AESA?
10. ¿Qué procedimiento se sigue durante la operación para la detección de otras aeronaves, personas o vehículos entrando en la zona de operación?
11. ¿Cómo se determina la posición del RPA? ¿Cómo se muestra esta información al piloto?
12. ¿Se ha definido la distancia máxima entre el piloto y el RPA para vuelo en línea de vista? ¿Es capaz el piloto al mando (PIC) de percibir la actitud del RPA en todo momento? ¿Es capaz el PIC de controlar el RPA en modo manual para evitar colisiones con otras aeronaves, personas, vehículos y estructuras sobre el terreno?
13. En vuelo más allá de línea de vista, ¿cómo responde el sistema ante la pérdida de los medios primarios de navegación?

Apéndice F

ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO (art. 50.3.d.3º, 50.4 y 50.6)

14. ¿Qué características de diseño presenta el sistema para evitar que el RPA exceda los límites del volumen de espacio aéreo previsto para la operación?
15. ¿Qué procedimientos se siguen para evitar que el RPA exceda los límites del volumen de espacio aéreo previsto para la operación? ¿Están incluidos en el Manual de Operaciones?
16. ¿Está previsto realizar el estudio de la situación meteorológica para cada operación que se vaya a realizar?
17. ¿Está previsto verificar el espacio aéreo y su clasificación para cada operación que se vaya a realizar?
18. ¿Está previsto verificar previamente la existencia de NOTAM,s que afecten a la zona de sobrevuelo previamente a cada operación que se vaya a realizar?
19. ¿Está previsto verificar previamente a cada operación que se vaya a realizar que nuestra aeronave está dentro de los límites de viento, visibilidad, precipitación y techo de nubes para el desarrollo de la actividad?
20. ¿Está previsto verificar previamente a cada operación que se vaya a realizar que la zona de despegue y aterrizaje es adecuada para la aeronave que se vaya a utilizar?
21. ¿Está previsto realizar antes de cada vuelo (o para cada configuración de la aeronave que se vaya a utilizar) la verificación de que el peso y posición del centro de gravedad están dentro de los límites establecidos por el fabricante?
22. ¿Se ha establecido un tiempo máximo de operación y mínimo de descanso para garantizar que no se incrementa el nivel de riesgo de la operación por fatiga del piloto?
23. ¿Considera que las características de diseño del RPAS son adecuadas para evitar que el RPA exceda los límites del volumen de espacio aéreo previsto para la operación?
24. ¿Considera que los procedimientos operacionales son adecuados para evitar que el RPA exceda los límites del volumen de espacio aéreo previsto para la operación con las limitaciones establecidas?
25. ¿Considera que se han establecido los procedimientos adecuados para mitigar el riesgo en caso de que el RPA exceda los límites del volumen de espacio aéreo previsto para la operación?
26. ¿Considera que las características de diseño del RPAS y los procedimientos establecidos para la operación garantizan la seguridad de terceras personas, propiedades, vehículos terrestres o embarcaciones?