



**APÉNDICE O, revisión 3 (30/12/2019)**

**MEDIOS ACEPTABLES DE CUMPLIMIENTO RELATIVOS A LOS REQUISITOS DE LOS EQUIPOS PARA LA OPERACIÓN CON RPAS SEGÚN EL REAL DECRETO 1180/2018, artículo 46**

El Real Decreto 1036/2017 establece una serie de sistemas que deberán equipar los RPAS en función de la operación que se pretenda realizar. Estos sistemas, suponen, de alguna manera, una mitigación a los riesgos de la propia operación. El presente documento trata de especificar los requisitos de los citados sistemas y ponerlos en contexto de un estudio aeronáutico de seguridad realizado mediante metodología SORA (Specific Operations Risk Assessment) elaborada por el Grupo de Trabajo 6 de la iniciativa JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems).

En la siguiente tabla se muestran los requisitos para la operación de RPAS que establece el Real decreto 1036/2017 en su *Artículo 23 quáter. Requisitos de los equipos*, especificando, en qué circunstancias son obligatorios, y cómo se relacionan con las mitigaciones y requisitos que propone la citada Metodología SORA:

Requisito	¿Cuándo es necesario?	¿Dónde se incluye en el EAS?
Un equipo de comunicaciones adecuado capaz de sostener comunicaciones bidireccionales con las estaciones aeronáuticas y en las frecuencias indicadas para cumplir los requisitos aplicables al espacio aéreo en que se opere.	Dependiendo del espacio en que se opere, contrastado con el estudio aeronáutico de seguridad.	Determinación del riesgo inicial de colisión en aire – ARC inicial (Paso#4 SORA)
Un sistema para la terminación segura del vuelo.	En toda operación.	Determinación del GRC (final) (Paso#3 SORA) Mitigaciones a los daños. (M2)
Dispositivo de limitación de energía del impacto.	En caso de las operaciones sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre.	Determinación del GRC (final) (Paso#3 SORA) Mitigaciones a los daños. (M2)
Equipos para garantizar que la aeronave opere dentro de las limitaciones previstas, incluyendo el volumen de espacio aéreo en el que se pretende que quede confinado el vuelo.	En toda operación.	Consideraciones del espacio aéreo adyacente (Paso#6 SORA)
Medios para que el piloto conozca la posición de la aeronave durante el vuelo.	En toda operación.	Identificación de los objetivos de seguridad operacional (OSO: Operational Safety Objectives) (Paso #9 SORA) OSO#13



Luces u otros dispositivos, o pintura adecuada para garantizar su visibilidad	En toda operación.	Requisitos de rendimiento de las mitigaciones tácticas (TMPR: Mitigation Performance Requirement) y niveles de robustez (Paso #7 SORA)
Luces de navegación y luces anticollisión.	Vuelos nocturnos. (Art. 25 RD 1036/2017)	Requisitos de rendimiento de las mitigaciones tácticas (TMPR: Mitigation Performance Requirement) y niveles de robustez (Paso #7 SORA) mitigaciones tácticas basadas en el concepto "see and avoid" (ver y evitar) para operaciones VLOS o EVLOS con tiempo de respuesta entre piloto y observador inferior a 15 segundos
Transpondedor Modo S. El transpondedor deberá desconectarse cuando lo solicite el proveedor de servicios de tránsito aéreo.	Todas las aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) que pretendan volar en espacio controlado, excepto operaciones dentro del alcance visual del piloto (VLOS) de aeronaves cuya masa máxima al despegue no exceda de 25 kg.	Requisitos de rendimiento de las mitigaciones tácticas (TMPR: Mitigation Performance Requirement) Y niveles de robustez (Paso #7 SORA) mitigaciones tácticas basadas en el concepto "see and avoid" (ver y evitar) para operaciones VLOS o EVOLS con tiempo de respuesta entre piloto y observador inferior a 15 segundos. o mitigaciones tácticas basadas en sistemas DAA (detectar y evitar) para operaciones BVLOS
Dispositivo de visión orientado hacia delante.	Operaciones más allá del alcance visual del piloto (BVLOS)	Requisitos de rendimiento de las mitigaciones tácticas (TMPR: Mitigation Performance Requirement) y niveles de robustez (Paso #7 SORA) mitigaciones tácticas basadas en sistemas DAA (detectar y evitar) para operaciones BVLOS

Tabla 1. Requisitos de equipos obligatorios por el RD 1036/2017.



## **1. EQUIPAMIENTO DE LOS RPAS PARA COMUNICACIONES VOZ AERONÁUTICAS**

### **1.1. Alternativas de equipamiento**

#### **1.1.1. Transceptor VHF aeronáutico emplazado en tierra**

Corresponde a la arquitectura de comunicación voz descrita por OACI en el Doc. 10019, Chapter 12, 12.4.4. (a).

El operador de RPAS es el último responsable a todos los efectos de la calidad de la comunicación desde el transceptor VHF hasta todas las dependencias ATS afectadas por la operación.

Se deben cumplir, al menos con los siguientes requisitos:

- Número mínimo de equipos: 1
- Subsistema de respaldo:
  - Línea telefónica fija de la red pública, con terminal telefónico integrado en la estación de pilotaje remota o situado junto a la estación de pilotaje remota, accesible al piloto remoto en cualquier momento durante la operación, o bien
  - Terminal de telefonía móvil de la red pública celular, integrado en la estación de pilotaje remota o situado junto a la estación de pilotaje remota, accesible al piloto remoto en cualquier momento durante la operación. El piloto remoto es responsable de mantener el terminal telefónico completamente operativo durante la duración de toda la operación.

#### **1.1.2. Línea telefónica fija o móvil, más el receptor VHF aeronáutico portátil**

Corresponde a la arquitectura de comunicación voz descrita por OACI en el Doc. 10019, Capítulo 12, 12.4.4(c), complementada con un receptor VHF aeronáutico portátil.

Se deben cumplir, al menos con los siguientes requisitos:

- Requiere que la operación afecte a sólo una dependencia ATS, en consonancia con el espacio aéreo en el que se encuentre en cada momento, teniendo en cuenta, que una operación puede abarcar varios espacios aéreos gestionados por diferentes dependencias ATS y, además, con la posibilidad de que sean diferentes ANSPs.
- Requiere la existencia de un procedimiento que tenga en cuenta la dependencia ATS afectada y que la operación se ajuste a lo especificado en dicho procedimiento.
- El operador deberá consultar la existencia de dicho procedimiento.
- Número mínimo de equipos: 1 (conjunto formado por línea telefónica y receptor VHF).
- Subsistema de respaldo: Terminal de telefonía móvil de la red pública celular, integrado en la estación de pilotaje remota o situado junto a la estación de pilotaje remota, accesible al piloto remoto en cualquier momento durante la operación. Si el equipo principal incluye también un terminal de telefonía móvil, el equipo de respaldo debe funcionar con un operador de telefonía móvil diferente al del equipo principal, con una red de telefonía celular diferente de la del equipo principal.



## 1.2. Requisitos funcionales de los transceptores y receptores VHF

### 1.2.1. Rango de frecuencia y espaciado de canales

Los equipos transceptores y receptores VHF deben poder trabajar en todo el rango de frecuencias desde 117,975 MHz hasta 137,000 MHz, con espaciado de canales tanto de 8,33 KHz como de 25 KHz.

### 1.2.2. Requisitos específicos para RPAS

Los equipos deben encontrarse integrados en la estación de pilotaje remota, o bien situados junto a ésta, de tal forma que los elementos captadores y reproductores de voz, y sus mandos e indicadores principales (mando selector de frecuencia, PTT, display indicador de la frecuencia de trabajo) estén fácilmente accesibles al piloto remoto en todo momento durante la operación.

### 1.2.3. Resto de requisitos técnicos y de certificación (en su caso)

Según ETSI EN 300 676-2, "Ground-based VHF hand-held, mobile and fixed radio transmitters, receivers and transceivers for the VHF aeronautical mobile service using amplitude modulation; Part 2: Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of the Directive 2014/53/EU".

## 2. TRANSPONDEDOR MODO S

En aquellas circunstancias en las que el equipamiento del RPAS con un transpondedor de radar secundario de vigilancia (SSR) modo S sea legalmente exigible según lo dispuesto por el Real Decreto 1036/2017 de 15 de diciembre de 2017, éste deberá tener las capacidades y estar certificado de conformidad con las siguientes normas:

- Anexo II, Parte A, del Reglamento de Ejecución (UE) No 1207/2011 de la Comisión, de 22 de noviembre de 2011, por el que se establecen los requisitos de rendimiento e interoperabilidad de la vigilancia del cielo único europeo.
- Las siguientes secciones de las Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Airborne Communications, Navigation and Surveillance (CS-ACNS), aprobadas mediante la Decisión 2013/031/R del Director Ejecutivo de EASA, de 17 de diciembre.
  - CS-ACNS – Book 1 (CS) – Subpart D (SUR) – Section 2 – Mode S elementary surveillance.
  - CS-ACNS – Book 2 (AMC & GM) – Subpart D (SUR) – Section 2 – Mode S elementary surveillance.

Como excepción a las normas anteriores, la potencia de pico disponible mínima exigible en el extremo de la antena de la línea de transmisión del transpondedor se admitirá de 20 W siempre que haya un estudio que garantice la correcta detección del sistema de vigilancia en el área de operación.

Con carácter adicional y opcional, los transpondedores de radar secundario de vigilancia podrán tener las capacidades y estar certificados como dispone el Anexo II, Parte B, y/o el Anexo II, Parte C, del Reglamento de Ejecución (UE) No 1207/2011 de la Comisión, de 22 de noviembre de 2011, por el que se establecen los requisitos de rendimiento e interoperabilidad de la vigilancia del cielo único europeo.



### 3. DISPOSITIVO DE VISIÓN ORIENTADO HACIA ADELANTE

Para las operaciones de riesgo bajo se establecen los siguientes requisitos:

- Tasa de refresco de al menos 3 fotogramas (“frames”) por segundo<sup>1</sup>
- Latencia inferior a 2000ms.
- Latencia definida como el tiempo que pasa desde que se captura la imagen en la cámara hasta que se representa en el dispositivo de visión en tierra.
- Resolución de la imagen como mínimo en el estándar VGA (640x480 píxeles).
- Vídeo en lanco y negro o color.
- Campo de visión del dispositivo (FOV) de al menos: 80º en el eje horizontal y 10º en el eje vertical.

Para las operaciones de riesgo medio, aceptando como criterio que el análisis de seguridad da como resultado un **GRC Final mayor que 3 y /o un ARC Final de ARC-c**, se establecen los siguientes requisitos:

- Tasa de refresco de al menos 3 marcos (“frames”) por segundo<sup>1</sup>
- Latencia inferior a 500ms.<sup>2</sup>
- Latencia definida como el tiempo que pasa desde que se captura la imagen en la cámara hasta que se representa en el dispositivo de visión en tierra.
- Resolución de la imagen como mínimo en el estándar VGA (640x480 píxeles).
- Vídeo en color.
- Campo de visión del dispositivo (FOV) de al menos: 80º en el eje horizontal y 10º en el vertical.

Para las operaciones de mayor riesgo, aceptando como criterio que el análisis de seguridad da como resultado un **GRC Final mayor que 5 y /o un ARC Final de ARC-d**, se establecen los siguientes requisitos:

- Tasa de refresco de al menos 3 marcos (“frames”) por segundo<sup>1</sup>
- Latencia inferior a 250ms.
- Latencia definida como el tiempo que pasa desde que se captura la imagen en la cámara hasta que se representa en el dispositivo de visión en tierra.
- Resolución de la imagen como mínimo en el estándar 720p (1280x720 píxeles<sup>1</sup> para pantallas de relación de aspecto 16:9 y 960x720 píxeles para pantallas con relación de aspecto 3:4).
- Vídeo en color.
- Campo de visión del dispositivo (FOV) de al menos 120º en el eje horizontal y 15º en el vertical.<sup>1</sup>
- Pantalla preparada para el entorno de la GCS y cumpliendo norma ISO 9241-303 (Ergonomics-Visual interfaces).

---

<sup>1</sup> A partir del estándar DO-362 para la tarea “Make decisions for appropriate site for off-airport emergency landings”

<sup>2</sup> A partir de STANAG 4586-Standard



#### 4. SISTEMA DE TERMINACIÓN SEGURA DEL VUELO

Los requisitos establecidos son:

- El sistema de terminación segura del vuelo debe incluir un sistema de comunicaciones independiente, encriptado y con calidad de señal suficiente, solo para una robustez de la mitigación (M2) Media o Alta, para su correcto funcionamiento durante toda la operación.
- El sistema de terminación segura del vuelo debe ser capaz de anular el funcionamiento de la planta motriz de la aeronave de forma segura.

Entiéndase por sistema de terminación segura del vuelo funcionalidades como:

- Vuelta a casa (RTH).
- Esperar en estacionario (multirroto, helicóptero) o esperar dando vueltas alrededor de un punto (loitering).
- Desactivar motores y activación de paracaídas.
- Aterrizaje automático.

##### 4.1. Sistema de reducción de energía de impacto

En caso de las operaciones sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre:

- El sistema de terminación segura del vuelo debe contar con un sistema de limitación de energía del impacto que debe ser capaz de reducir la energía de impacto de la aeronave, desde la altura de vuelo al suelo, **en menos de 80J**.
- La altura de vuelo mínima y la envolvente de vuelo de la operación se deberá calcular en base a la capacidad del sistema de terminación segura del vuelo para reducir la energía de impacto de la aeronave a menos de 80J.

En el caso de que el sistema de limitación de energía de impacto sea un paracaídas, se presentan tres posibilidades a la hora de validar los requisitos establecidos para un **nivel de garantía de la mitigación Medio (robustez media o baja)**:

- 1.- Ensayo en Túnel de Viento
- 2.- Ensayo en Banco de Caída Libre
- 3.- Ensayo en campo

El operador puede elegir libremente cuál de ellas utilizar (al menos es necesario utilizar uno de los tres métodos presentados) para obtener las evidencias necesarias para asegurar un nivel de garantía de la mitigación Medio (robustez media o baja).

A continuación, se encuentran las instrucciones de ensayo de cada uno de los procedimientos diseñados:

##### **Procedimiento de Prueba Tipo 1 (Ensayo en Túnel de Viento)**

*Descripción del Ensayo:*

1. Montar utillaje de amarre y seguridad en la plataforma inferior del túnel del viento.
2. Conectar la célula de carga en el centro del utillaje de amarre
3. Conectar los cables de la célula con el equipo de adquisición situado en el exterior del túnel
4. Verificar el correcto funcionamiento de la célula
5. Unir el paracaídas a la célula de carga
6. Extender el paracaídas en la base del túnel del viento



7. Tomar fotos del montaje
8. Cerrar célula
9. Encender túnel del viento
10. Aumentar la velocidad del viento hasta que se obtenga la velocidad deseada (velocidad límite)
11. Apuntar la carga medida por la célula de carga al alcanzar dicha velocidad
12. Apagar el flujo de aire
13. Repetir los pasos 9 a 12 cuatro veces más
14. Para cada repetición realizar los cálculos para obtener la energía de impacto y comprobar que se cumple con los requisitos establecidos en la sección 4.1.

### **Procedimiento de Prueba Tipo 2 (Ensayo en Banco de Caída libre)**

#### *Descripción del Ensayo:*

1. Conectar paracaídas a dummy de ensayo
2. Conectar paracaídas al utillaje de suelta y aireación
3. Conectar utillaje de suelta y aireación al gancho de la grúa
4. Proceder al izado del conjunto utillaje+paracaídas+dummy
5. Una vez alcanzado la altura deseada, encender sistema de aireación
6. Verificar la no presencia de personal ni objetos en las inmediaciones del punto de caída
7. Activar la cámara de alta velocidad
8. Tan pronto se garantice un correcto hinchado del paracaídas activar sistema de suelta
9. Anotar la velocidad en el momento de la caída y guardar resultados
10. Repetir los pasos 4 a 9 cuatro veces más
11. Para cada repetición realizar los cálculos para obtener la energía de impacto y comprobar que se cumple con los requisitos establecidos en la sección 4.1.

### **Procedimiento de Prueba Tipo 3 (Ensayo en Campo)**

#### *Descripción del Ensayo:*

1. Determinar los parámetros del ensayo (altura de activación paracaídas, etc.)
2. Verificar sistemas de activación de paracaídas del RPAS
3. Verificar el dispositivo/sistema instalado en el RPAS para la medida de velocidad
4. Encender el RPAS y elevarlo hasta la altura deseada
5. Verificar la no presencia de personas ni objetos en la zona del punto de caída
6. Activar sistema de caída
7. Una vez se haya producido el impacto, tomar los datos medidos por el dispositivo/sistema de medida de velocidad
8. Repetir los pasos 1 a 7 cuatro veces más
9. Para cada repetición realizar los cálculos para obtener la energía de impacto y comprobar que se cumple con los requisitos establecidos en la sección 4.1.

En cada uno de los ensayos anteriores el objetivo es determinar la velocidad límite de caída del dispositivo completo para realizar los cálculos pertinentes que permitan conocer la energía de impacto. También es obligatorio especificar limitaciones operacionales del paracaídas (viento, lluvia, etc.).

Finalmente en el caso de que el sistema de limitación de energía de impacto sea un paracaídas, y sea necesario validar los requisitos establecidos para un nivel **robustez de la mitigación Alta**, entonces se estima necesario que los requisitos establecidos sean refrendados por un laboratorio acreditado de acuerdo a la norma UNE EN-ISO 17025 por la Entidad Nacional de Acreditación (o por cualquier otro Organismo Nacional de Acreditación designado por otro Estado miembro de acuerdo al Reglamento CE n.º 765/2008 y en las condiciones establecidas en el artículo 11 de dicho Reglamento).



## 5. LUCES U OTROS DISPOSITIVOS, O PINTURA ADECUADA PARA GARANTIZAR SU VISIBILIDAD

La aeronave deberá contar con suficientes luces, u otros dispositivos o pintura adecuada, de tal forma que se garantice su visibilidad.

Además, para **vuelos nocturnos**, en función del nivel de riesgo de la operación, se deberá tener cuenta lo siguiente:

**Nivel de riesgo bajo: se asume, al menos cuando se opere de noche, sea cual sea el nivel de riesgo.**

- La aeronave deberá contar con suficientes luces, u otros dispositivos o pintura adecuada, de tal forma que se garantice su visibilidad desde cualquier dirección (espacial) y al menos 500 metros. En el caso de que el medio para garantizar la visibilidad sean las luces, éstas deberán ser luces de navegación y anticolidión, y estar activas durante toda la operación y cumplir lo estipulado en SERA 3215.
- En caso de vuelos donde el piloto está en condiciones VLOS y menos de 250 metros, se tiene que garantizar su visibilidad en al menos la misma distancia de operación declarada.
- En el caso de que el medio para garantizar la visibilidad sean las luces éstas deberán estar activas durante toda la operación y cumplir lo estipulado en SERA 3215, salvo en aeronaves de envergadura inferior a los 3 metros que solo deberán integrar luces anticolidión, y otras luces de controlabilidad o de navegación, siempre y cuando no creen confusión a otros usuarios.
- Los colores de las luces anticolidión se basarán en los establecidos en el Anexo 14 de OACI para obstáculos móviles (amarillo en general y, el color azul se reserva para FFCCS si así lo estimasen), parpadeantes entre 60 y 90 destellos por minuto, independientemente de la intensidad, con la intención de que se diferencien de las luces que equipa la aviación tripulada, para no confundir a otros usuarios del espacio aéreo.
  - Se permitirá el uso de modo fijo o atenuado en el hemisferio inferior (SERA 3215e) siempre que la aeronave esté a menos de 500 metros del piloto y/u observadores (en caso de operación EVLOS).
  - En vuelo de ultra baja cota (por debajo de 50 pies) o cuando la operación se encuentre totalmente apantallada por otros obstáculos del entorno, se admitirá que la iluminación de 360º solo sea visible en su hemisferio superior.

Para las operaciones de **riesgo medio**, aceptando como criterio que el análisis de seguridad da como resultado un **GRC Final mayor que 3 y/o un ARC Final de ARC-c**, se establecen los siguientes requisitos: Igual que el nivel de riesgo Bajo pero, en caso de que el medio para garantizar la visibilidad sean exclusivamente luces anticolidión, deberá cumplir las siguientes características mínimas:

- Mínimo 40cd (candelas) de potencia lumínica. Este valor podrá ser revisado por AESA en caso necesario.

En operación ultra baja cota (por debajo de 50 pies) o cuando ésta se encuentre totalmente apantallada por otros obstáculos del entorno, se admitirá que la iluminación de 360º del hemisferio inferior sea atenuable. La intensidad de dicha luz podría ser regulada a lo largo de la operación con tal de garantizar la correcta visualización de la luz por parte del piloto.





En este caso, para operaciones de **riesgo medio**, se estima necesario los siguientes procedimientos para validar los requisitos establecidos:

1. Comprobación documental de la luminosidad:
  - a. Comprobar que, en la documentación técnica de las luces proporcionadas por el fabricante, la luminosidad mínima declarada es de 40cd (candelas) o el valor revisado por AESA en caso necesario.
  - b. Comprobar que en la documentación técnica de las luces anticolidión proporcionadas por el fabricante los colores son los requeridos y que su parpadeo está entre 60 y 90 destellos por minuto, independientemente de la intensidad.
  - c. La documentación técnica de las luces usada para ambas comprobaciones deberá estar refrendada por un laboratorio acreditado de acuerdo a la norma UNE EN-ISO 17025 por la Entidad Nacional de Acreditación (o por cualquier otro Organismo Nacional de Acreditación designado por otro Estado miembro de acuerdo al Reglamento CE n.º 765/2008 y en las condiciones establecidas en el artículo 11 de dicho Reglamento).
2. Evidencias de ensayo de luminosidad (solo si no se comprueba documentalmente tal y como se describe en el punto 1)
  - a. Medir la luminosidad y comprobar que es superior a 40cd (candelas). Para medir la luminosidad, una posibilidad aceptable es hacer uso de un luxómetro junto con una tabla de equivalencias.
  - b. Medir para las luces anticolidión los parpadeos por minuto y comprobar que, independientemente de la intensidad, está entre 60 y 90 destellos por minuto.
3. Ensayo en tierra:
  - a. Colocar el dron a nivel del suelo, o sobre un obstáculo o estructura en una zona despejada, sin obstáculos y durante el día (condiciones VMC) o durante la noche. El ensayo de noche será obligatorio en caso de que la aeronave disponga de varias luces ya que un brillo excesivo podría hacer que no se distinguen inequívocamente las luces.
  - b. El observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) se alejará 500m. de la aeronave.
  - c. Se activarán las luces y el piloto (con al menos certificado médico en vigor para operar RPAS) verificará que es capaz de visualizar de forma inequívoca las luces.

En caso de que disponga de un interruptor de activación/desactivación, comprobar el correcto funcionamiento.

En el caso de que las luces tuvieran atenuación se comprueba que ésta funciona correctamente y que se pueden distinguir los diferentes niveles de atenuación.

- d. Cambiar la orientación de la aeronave 90º, activar las luces y verificar de nuevo que el observador (con al menos certificado médico en vigor para operar RPAS) es capaz de visualizar de forma inequívoca las luces.
    - e. Repetir el cambio de orientación de la aeronave 90º hasta cubrir los 360º.
    - f. Repetir este ensayo (pasos c-e) 4 veces y documentar cada uno de ellos.
4. Ensayo en tierra específico para hemisferio superior:

En caso de que las luces utilizadas emitan en todas las direcciones (no sean luces direccionales) y no exista ninguna superficie que interfiera en la emisión de la luz, este ensayo no aplicaría y no



sería necesario realizarlo. Sin embargo, sí sería necesario que al menos el operador declare responsablemente que las luces cumplen con las características comentadas anteriormente (que las luces utilizadas emitan en todas las direcciones (no sean luces direccionales) y no exista ninguna superficie que interfiera en la emisión de la luz.

En caso de que aplique realizar el ensayo, el procedimiento es el siguiente:

- a. Colocar el dron a nivel del suelo, o sobre un obstáculo o estructura en una zona despejada, sin obstáculos durante el día (condiciones VMC) o durante la noche y girarlo 90º para que la luz emita horizontalmente en vez de verticalmente. El ensayo de noche será obligatorio en caso de que la aeronave disponga de varias luces ya que un brillo excesivo podría hacer que no se distingan inequívocamente las luces, por lo que el ensayo de noche sería necesario.
- b. El observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) se alejará 500m. de la aeronave.
- c. Se activarán las luces y el observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) verificará que es capaz de visualizar de forma inequívoca las luces.

En caso de que disponga de un interruptor de activación/desactivación, comprobar el correcto funcionamiento.

En el caso de que las luces tuvieran atenuación se comprueba que ésta funciona correctamente y que se pueden distinguir los diferentes niveles de atenuación.

- d. Repetir este ensayo 4 veces y documentar cada uno de ellos.

En el caso de que no se pueda girar la aeronave 90º, el procedimiento sería el siguiente:

- a. Colocar el dron a nivel del suelo en una zona despejada, sin obstáculos durante el día (condiciones VMC) o durante la noche. El ensayo de noche será obligatorio en caso de que la aeronave disponga de varias luces ya que un brillo excesivo podría hacer que no se distingan inequívocamente las luces, por lo que el ensayo de noche sería necesario.
- b. El observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) se subirá a una altura de 30m. sobre la posición del dron.
- c. Se activarán las luces y el observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) verificará que es capaz de visualizar de forma inequívoca las luces.

En caso de que disponga de un interruptor de activación/desactivación, comprobar el correcto funcionamiento.

En el caso de que las luces tuvieran atenuación se comprueba que ésta funciona correctamente y que se pueden distinguir los diferentes niveles de atenuación.

- d. Repetir este ensayo 4 veces y documentar cada uno de ellos.

#### 5. Ensayo específico para hemisferio inferior:

En caso de que las luces utilizadas emitan en todas las direcciones (no sean luces direccionales) y no exista ninguna superficie que interfiera en la emisión de la luz, este ensayo no aplicaría y no sería necesario realizarlo. Sin embargo, si sería necesario que al menos el operador declare responsablemente que las luces cumplen con las características comentadas anteriormente (que las luces utilizadas emitan en todas las direcciones (no sean luces direccionales) y no exista ninguna superficie que interfiera en la emisión de la luz).

En caso de que aplique realizar el ensayo, el procedimiento es el siguiente:



- a. Colocar el dron a nivel del suelo, o sobre un obstáculo o estructura en una zona despejada, sin obstáculos durante el día (condiciones VMC) o durante la noche y girarlo 90º para que la luz emita horizontalmente en vez de verticalmente. El ensayo de noche será obligatorio en caso de que la aeronave disponga de varias luces ya que un brillo excesivo podría hacer que no se distingan inequívocamente las luces, por lo que el ensayo de noche sería necesario.
- b. El observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) se alejará 500m. de la aeronave.
- c. Se activarán las luces y el observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) verificará que es capaz de visualizar de forma inequívoca las luces.

En caso de que disponga de un interruptor de activación/desactivación, comprobar el correcto funcionamiento.

En el caso de que las luces tuvieran atenuación se comprueba que ésta funciona correctamente y que se pueden distinguir los diferentes niveles de atenuación.

- d. Repetir este ensayo 4 veces y documentar cada uno de ellos.

En el caso de que no se pueda girar la aeronave 90º, deberá realizarse un ensayo en vuelo cuyo procedimiento sería el siguiente:

- a. Realizar un vuelo con el dron a 100 metros de altura sobre el terreno en una zona despejada, sin obstáculos y durante el día (condiciones VMC) o durante la noche.
- b. El piloto (con al menos certificado vigente de RPAS) o un observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) activará las luces y el piloto (con al menos certificado vigente de RPAS) o el observador (con al menos certificado médico en vigor válido para operar RPAS) verificará que es capaz de visualizar de forma inequívoca las luces y captura evidencias de ello.

En caso de que disponga de un interruptor de activación/desactivación, comprobar el correcto funcionamiento.

En el caso de que las luces tuvieran atenuación se comprueba que ésta funciona correctamente y que se pueden distinguir los diferentes niveles de atenuación.

- c. Cambiar la orientación de la aeronave 90º, activar las luces y verificar de nuevo que el piloto es capaz de visualizar de forma inequívoca las luces.
- d. Repetir el cambio de orientación de la aeronave 90º hasta cubrir los 360º
- e. Repetir este ensayo (pasos b-e) 4 veces y documentar cada uno de ellos.

En caso de que la operativa propuesta por el operador a AESA incluya operaciones en condiciones climatológicas desfavorables, estas pruebas se deben repetir en las condiciones más desfavorables previstas en la operación (visibilidad reducida por niebla, lluvia, nieve, ...)

Para las operaciones de **riesgo alto**, aceptando como criterio que el análisis de seguridad da como resultado un **GRC Final mayor que 5 y /o un ARC Final de ARC-d**, se establecen los siguientes requisitos: Igual que el nivel de riesgo Medio pero, en caso de que el medio para garantizar la visibilidad sean exclusivamente luces anticolidión, deberá cumplir las siguientes características mínimas:



- Mínimo 40 (candelas) de potencia lumínica. Este valor podrá ser revisado por AESA en caso necesario.
- En operación ultra baja cota (por debajo de 50 pies) o cuando ésta se encuentre totalmente apantallada por otros obstáculos del entorno, se admitirá que la iluminación de 360º sea atenuada en el hemisferio inferior de forma que se garantice que, desde el suelo, se visualiza la aeronave desde al menos 150 metros de distancia.

En este caso, para operaciones de **riesgo alto**, se estima necesario que los requisitos establecidos sean refrendados por un laboratorio acreditado de acuerdo a la norma UNE EN-ISO 17025 por la Entidad Nacional de Acreditación (o por cualquier otro Organismo Nacional de Acreditación designado por otro Estado miembro de acuerdo al Reglamento CE n.º 765/2008 y en las condiciones establecidas en el artículo 11 de dicho Reglamento).



## 6. MEDIOS PARA QUE EL PILOTO CONOZCA LA POSICIÓN DE LA AERONAVE DURANTE EL VUELO

	Riesgo bajo (Declaración responsable, SAIL I y II)		Riesgo medio (SAIL III)		Riesgo alto (SAIL IV, V y VI)	
	VLOS	BVLOS	VLOS	BVLOS	VLOS	BVLOS
	Sistema de medida de altura con error menor a 20 metros	Equipo GNSS con: - Sistema GPS o, - Sistema GNSS con error inferior a 5m el 95% del tiempo*	Sistema de medida de altura sobre terreno con error menor a 10 metros  Equipo GNSS con: - Sistema GPS o - Sistema GNSS con error inferior a 5m el 95% del tiempo	Equipo GNSS con: - Sistema GPS más EGNOS o, - Sistema GNSS con error inferior a 4m el 95% del tiempo	Sistema de medida de altura sobre terreno con error menor a 5 metros  Equipo GNSS con: - Sistema GPS más sistema EGNOS o, - Sistema GNSS con error inferior a 4m el 95% del tiempo	Equipo GNSS aumentado con INS con: - Sistema GPS más EGNOS o, - Sistema GNSS con error inferior a 4m el 95% del tiempo
Requisitos mínimos	Representación de altura sobre el punto de despegue	Representación de la posición de la aeronave en un mapa 2D y altura.  La referencia de la altura dependerá de si es vuelo VLL o no (ver más abajo).	Representación de altura sobre terreno  Representación de la posición de la aeronave en un mapa 2D  En caso de usar DEM para el cálculo de la altura sobre el terreno, la precisión de las celdas menor o igual a 100metros).	Representación de la posición de la aeronave en un mapa 2D y altura.  La referencia de la altura dependerá de si es vuelo VLL o no (ver más abajo)	Representación de altura sobre terreno  Representación de la posición de la aeronave en un mapa 2D  En caso de usar DEM para el cálculo de la altura sobre el terreno, la precisión de las celdas menor o igual a 100metros).	Representación de la posición de la aeronave en un mapa 2D y altura cumpliendo norma HMI norma ISO 9241-303  La referencia de la altura dependerá de si es vuelo VLL o no (ver más abajo)



Requisitos mínimos	Retraso en la representación menor a 2 segundos	Retraso en la representación menor a 2 segundos	Retraso en la representación menor a 1 segundo	Retraso en la representación menor a 0,5 segundos	Retraso en la representación menor a 0,5 segundos	Retraso en la representación menor a 0,25 segundos
		Aviso sobre disponibilidad de la medida de altura y del equipo GNSS	Aviso, al menos visual y sonoro, sobre disponibilidad de la medida de altura y del equipo GNSS	Aviso, al menos visual y sonoro, sobre disponibilidad de la medida de altura y del equipo GNSS	Aviso, al menos visual y sonoro, sobre disponibilidad de la medida de altura y del equipo GNSS y cumpliendo norma HMI norma ISO 9241-303	Aviso, al menos visual y sonoro, sobre disponibilidad de la medida de altura y del equipo GNSS y cumpliendo norma HMI norma ISO 9241-303
		En caso de <b>vuelo VLL</b> : sistema de medida de altura sobre terreno con error menor a 20 metros. En caso de usar DEM para el cálculo de la altura sobre el terreno, la precisión de las celdas menor o igual a 100metros)		En caso de <b>vuelo VLL</b> : sistema de medida de altura sobre terreno con error menor a 10 metros, y representación de altura sobre terreno		En caso de <b>vuelo VLL</b> : sistema de medida de altura sobre terreno con error menor a 5 metros, y representación de altura sobre terreno cumpliendo norma HMI norma ISO 9241-303
		En caso de <b>vuelo no VLL</b> : sistema de medida de altura barométrica y representación de esta altura en el sistema de referencia acorde a la operativa a realizar		En caso de <b>vuelo no VLL</b> : sistema de medida de altura barométrica y representación de esta altura en el sistema de referencia acorde a la operativa a realizar		En caso de <b>vuelo no VLL</b> : sistema de medida de altura barométrica y representación de esta altura en el sistema de referencia acorde a la operativa a realizar cumpliendo norma HMI norma ISO 9241-303

Tabla 2. Requisitos mínimos en relación con los medios para que el piloto conozca la posición de la aeronave durante el vuelo.

\*De manera alternativa a esta medida, se permite que se disponga de cobertura de al menos 8 satélites al mismo tiempo.



**7. EQUIPOS PARA GARANTIZAR QUE LA AERONAVE OPERE DENTRO DE LAS LIMITACIONES PREVISTAS, INCLUYENDO EL VOLUMEN DE ESPACIO AÉREO EN EL QUE SE PRETENDE QUE QUEDE CONFINADO EL VUELO**

	En todos los casos. Requisitos mínimos (Declaración responsable)	Nivel de robustez de la contención Bajo (Declaración responsable)	Nivel de robustez de la contención Alto (Presentar evidencias)
Requisitos mínimos	Requisitos mínimos <i>“Medios para que el piloto conozca la posición de la aeronave durante el vuelo”</i> según tipo de operación	Requisitos mínimos <i>“Medios para que el piloto conozca la posición de la aeronave durante el vuelo”</i> según tipo de operación	Requisitos mínimos <i>“Medios para que el piloto conozca la posición de la aeronave durante el vuelo”</i> según tipo de operación
	Aviso en caso de que el RPA se salga de las limitaciones previstas	Aviso, al menos visual y sonoro, en caso de que el RPA se salga de las limitaciones previstas	Aviso, al menos visual y sonoro, en caso de que el RPA V se salga de las limitaciones previstas y cumpliendo norma HMI norma ISO 9241-303
		Activar el procedimiento aprobado o el sistema de Geoawareness * en caso de que el RPA se salga de las limitaciones previstas	El sistema de Geoawareness activa maniobra preprogramada en caso de que el UAV se salga de las limitaciones previstas
			Se requieren procedimientos que aseguren la calidad del SW a definir por AESA
		No se permite que un fallo simple provoque un fallo en el sistema de Geoawareness*	No se permite que un fallo simple provoque un fallo en el sistema de Geoawareness*

*Tabla 3. Requisitos mínimos en relación con los equipos para garantizar que la aeronave opere dentro de las limitaciones previstas, incluyendo el volumen de espacio aéreo en el que se pretende que quede confinado el vuelo.*

\* ‘Geo-awareness’ significa una función que puede detectar una posible vulneración de las limitaciones del espacio aéreo y proporciona al piloto remoto la información suficiente y una alerta adecuada para permitir que el piloto remoto tome medidas efectivas para evitar esa vulneración. (Fuente: DRAFT Commission Regulation (EU) for the operation of unmanned aircraft). El sistema de Geo-awareness ha de tener redundancia para evitar fallos críticos durante el vuelo.



## 8. REQUISITOS MÍNIMOS ENTIDADES QUE REALICEN ENSAYOS PARA VALIDAR LOS REQUISITOS DE LOS EQUIPOS OBLIGATORIOS POR EL RD 1036/2017 (LOS DEFINIDOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO)

Las entidades que pretendan realizar ensayos que conduzcan a una validación de los requisitos de equipos obligatorios por el Real Decreto 1036/2017 deberá, seguir los criterios establecidos en el mismo, y ser un laboratorio acreditado de acuerdo a la norma UNE EN-ISO 17025 por la Entidad Nacional de Acreditación (o por cualquier otro Organismo Nacional de Acreditación designado por otro Estado miembro de acuerdo al Reglamento CE n.º 765/2008 y en las condiciones establecidas en el artículo 11 de dicho Reglamento. Esto solo será necesario, si como resultado del estudio aeronáutico de seguridad, estos equipos requieren la validación de una tercera parte competente.

## 9. GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
AMCs	<i>Acceptable Means Of Compliance</i> Medios Aceptables de Cumplimiento
FOV	<i>Campo de visión del dispositivo</i>
VLL	Very Low Level
DEM	<i>Digital elevation model</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>