

## 4. CONCEPTOS E IDEAS CLAVE

### 4.1. Glosario de términos

#### 4.1.1. Generales

##### **Autoridad de Aviación Civil (CAA)**

La agencia reguladora del gobierno que gobierna las aeronaves, aviadores y operaciones. En España AESA en Europa EASA.

##### **Accidente**

Un evento no planificado o una serie de eventos que provocan la muerte, lesiones o daños o la pérdida de equipos o bienes.

##### **Incidente**

Una ocurrencia que no sea un accidente que afecte o pueda afectar la seguridad de las operaciones.

## **Sistema**

Una combinación de elementos interrelacionados dispuestos para realizar una función o funciones específicas.

## **Seguridad del sistema**

La seguridad del sistema es una especialidad dentro de la ingeniería de sistemas que admite la gestión de riesgos del programa. Es la aplicación de principios, criterios y técnicas de ingeniería y gestión para optimizar la seguridad. El objetivo del sistema de seguridad es optimizar la seguridad mediante la identificación de riesgos relacionados con la seguridad, eliminándolos o controlándolos por diseño y / o procedimientos, en base a la precedencia aceptable de seguridad del sistema.

## **Norma de consenso**

Los estándares de consenso son estándares desarrollados por la industria que definen los requisitos mínimos de seguridad y rendimiento de un producto aceptable o un medio de cumplimiento de requisitos específicos. Las organizaciones de estándares incluyen, entre otras, la Comisión Técnica de Radio para Aeronáutica (RTCA), SAE International (SAE), ASTM International (ASTM) y la Organización Europea para Equipos de Aviación Civil (EUROCAE).

## **Conformidad**

Realización exitosa de todas las actividades obligatorias; acuerdo entre el resultado esperado o especificado y el resultado real.

## **Demostración**

Un método de prueba de rendimiento por observación.

## **Inspección**

Un examen de un artículo contra un estándar específico.

## **Pruebas**

El proceso de operar un sistema bajo condiciones específicas, observar o registrar los resultados, y hacer una evaluación de algún aspecto del sistema.

## **Calificación**

Proceso a través del cual un Estado/autoridad de aprobación/solicitante asegura que una implementación específica satisfaga los requisitos aplicables con un nivel de confianza.

## **Validado**

Un término utilizado para describir los controles/requisitos de seguridad que son inequívocos, correctos, completos y verificables.

## **Verificado**

Un término utilizado parcial utilizado en esta evaluación como punto de partida para la discusión, y las autoridades reguladoras pueden ajustarlo según sea necesario. Es posible que los UAS que operan en el espacio aéreo de la BVS tengan que cumplir con las reglas, procedimientos y equipos operativos aún no identificados. VHL es el espacio aéreo donde las operaciones de aeronaves tripuladas son muy poco frecuentes.

## **Adecuado**

Lo que es necesario, deseable o suficiente para un requisito específico.

## **Entidades calificadas (QE)**

Las entidades calificadas son organizaciones que poseen la experiencia y la experiencia técnica necesarias para verificar, en nombre de la Autoridad Nacional de Aviación, el cumplimiento de los requisitos comunes.

### **4.1.2. Relacionados con el riesgo**

#### **Seguridad**

El estado en el que el riesgo de daños a las personas o la propiedad se reduce y se mantiene en un nivel aceptable o inferior, a través de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos.

#### **Objetivo de seguridad**

Una meta medible o un resultado deseable relacionado con la seguridad.

## **Metodología**

Un conjunto de métodos y principios utilizados para realizar una actividad particular.

## **Holístico**

Caracterizado por la comprensión de las partes de algo como íntimamente interconectadas y explicables solo por referencia al todo.

## **Modelo de riesgo holístico (HRM)**

Proporciona un marco genérico para identificar las amenazas, los peligros y los controles aplicables a cualquier operación de UAS.

## **Causa**

Algo que provoca un evento, una persona o cosa que es la ocasión de una acción o estado. Una razón para una acción o condición.

## **Efecto**

El resultado dañino real o creíble que ha ocurrido o puede esperarse si el peligro ocurre en el estado del sistema definido.

## **Amenaza**

En el contexto del Modelo de Riesgo Holístico, una amenaza se define como una ocurrencia que, en ausencia de barreras de amenaza apropiadas, puede potencialmente generar el peligro.

## **Peligro**

Una condición potencialmente insegura que resulta de fallas, mal funcionamiento, eventos externos, errores o una combinación de estos.

## **Identificación de peligros**

Identificación de una condición potencialmente insegura como resultado de fallas, mal funcionamiento, eventos externos, errores o una combinación de estos.

## **Riesgo**

La frecuencia (probabilidad) de ocurrencia y el nivel asociado de peligro.

## **Riesgo para la seguridad**

El compuesto de la severidad pronosticada y la probabilidad del efecto potencial de un peligro.

## **Análisis de riesgo**

El desarrollo de una estimación cualitativa y / o cuantitativa del riesgo basada en técnicas de evaluación y matemáticas.

## **Evaluación de riesgos**

Proceso mediante el cual los resultados del análisis de riesgos se utilizan para tomar decisiones.

## **Estimación de riesgo**

La combinación de las consecuencias y la probabilidad del daño.

## **Radio de riesgo (RR)**

La razón de riesgo es la razón entre una probabilidad condicional con un sistema de mitigación, dividida por una probabilidad condicional sin un sistema de mitigación. La probabilidad condicional es, dado un encuentro, ocurre un NMAC. Un encuentro se define como la proximidad de 3000 pies horizontalmente y  $\pm$  350 pies verticalmente. Un NMAC se define como la proximidad de 500 pies horizontalmente y  $\pm$  100 pies verticalmente.

## **Riesgo aceptable**

El nivel de riesgo que los individuos o grupos están dispuestos a aceptar dados los beneficios obtenidos. Cada organización tendrá su propio nivel de riesgo aceptable, que se deriva de sus responsabilidades de cumplimiento legal y regulatorio, su perfil de amenazas y sus factores e impactos empresariales/organizacionales.

## **Control (riesgo de seguridad)**

Un medio para reducir o eliminar los efectos de los peligros.

## **Mitigación**

Un medio para reducir el riesgo de un peligro.

## **Barrera**

Un objeto material o conjunto de objetos que separa demarca o presta servicios como una barricada o algo inmaterial que impide o separa. Tanto las barreras físicas como las no físicas se utilizan y aplican en el control de riesgos, es decir, cualquier cosa utilizada para controlar, prevenir o impedir el flujo de energía adverso no deseado y / o cualquier cosa utilizada para controlar, prevenir o impedir el flujo de eventos no deseados.

## **Probabilidad**

Estimación del grado de confianza que uno puede tener en la ocurrencia de un evento.

## **Frecuencia**

El número de veces que algo sucede durante un período particular.

## **Estimación de probabilidad**

La estimación (cualitativa o cuantitativa) de la probabilidad del daño del evento no deseado retenido.

## **Cuantificación**

El acto de asignar un valor numérico o medir la probabilidad de que ocurra un evento específico.

## **Daño**

El término daño, a los efectos de SORA, se refiere a eventos no deseados definidos como:

- a. Lesiones fatales a terceros en el terreno.
- b. Lesiones fatales a terceros en el aire (MAC catastrófico con un avión tripulado).
- c. Daño a la infraestructura crítica.

## **Estimación del daño**

La estimación (cualitativa o cuantitativa) de la probabilidad del daño que puede producirse.

## **Gravedad**

La consecuencia o impacto del efecto o resultado de un peligro en términos de grado de pérdida o daño.

## **Catastrófico**

Fallo en las condiciones que podrían resultar en una o más muertes.

## **Clase de riesgo del espacio aéreo (ARC)**

El ARC es una asignación inicial del riesgo de colisión genérico del espacio aéreo, antes de que se apliquen las mitigaciones. ARC se asigna a AEC en función de una evaluación cualitativa del riesgo de colisión de tipos genéricos de espacio aéreo.

## **Evitación de colisión**

Evitar el contacto físico entre una aeronave y cualquier otro objeto o terreno.

## **Detectar y evitar (See and avoid)**

La capacidad de ver, detectar o detectar tráfico en conflicto u otros peligros y tomar las medidas adecuadas para cumplir con las reglas de vuelo aceptables.

## **Error humano**

Acción humana con consecuencias no deseadas.

## **Factores humanos (HF)**

Problemas de interfaz hombre-máquina con pantallas de estación de control UAS, controles, funcionalidad, automatización, carga de trabajo del operador y mantenimiento del sistema.

## **Principios de factores humanos**

Principios que se aplican al diseño aeronáutico, certificación, capacitación, operaciones y mantenimiento y que buscan una interfaz segura entre el ser humano y otro sistema componentes por apropiada consideración al desempeño humano.

## **Rendimiento humano**

Capacidades y limitaciones humanas que tienen un impacto en la seguridad y la eficiencia de las operaciones aeronáuticas.

## **Robustez**

Fuerte y efectivo en todas o la mayoría de las situaciones y condiciones.

### **4.1.3. Relacionados con la operación**

#### **Concepto de operaciones (ConOps)**

Un documento orientado al usuario que describe las características del sistema para un sistema propuesto desde la perspectiva del usuario. Un CONOPS también describe la organización, misión y objetivos del usuario desde un punto de vista de sistemas integrados y se utiliza para comunicar las características generales del sistema cuantitativo y cualitativo a las partes interesadas.

#### **Situación anormal**

Situación en el que ya no es posible continuar el vuelo utilizando los procedimientos normales, pero la seguridad de la aeronave o de las personas a bordo o en tierra no está en peligro.

#### **Operación fuera de control (UAS)**

Una operación que se realiza, fuera de las operaciones aprobadas.

#### **Línea visual de la vista (VLOS)**

Para los fines de esta evaluación, VLOS es el piloto al mando y la persona que manipula los controles de vuelo, manteniendo el UAS lo suficientemente cerca como para poder ver la aeronave con visión sin ayuda de ningún dispositivo que no sean lentes correctivos, y ver y evitar todas las amenazas y peligros.

#### **Línea visual extendida de la vista (EVLOS)**

Una operación del Sistema de aeronaves no tripuladas (UAS) mediante la cual el Piloto al mando (PIC) mantiene una conciencia situacional ininterrumpida del espacio aéreo en el que la operación UAS se lleva a cabo a través de la vigilancia visual del espacio aéreo, posiblemente ayudada por medios tecnológicos. El PIC tiene un control directo de los UAS en todo momento.

### **Vuelo más allá de la línea visual (BVLOS)**

BVLOS es un medio de volar el UAS sin la supervisión visual directa y sin ayuda de la aeronave por parte de la persona que manipula los controles de vuelo.

### **Área de peligro**

Un área de peligro es un espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual pueden existir actividades peligrosas para el vuelo de la aeronave en momentos específicos.

### **Operación autónoma**

Una operación durante la cual una aeronave pilotada a distancia está operando sin intervención del piloto en la gestión del vuelo.

### **Miembro de la tripulación remota**

Un miembro de la tripulación con licencia encargado de tareas esenciales para la operación de una aeronave pilotada a distancia, durante el tiempo de vuelo.

### **Observador visual (VO)**

Una persona capacitada que actúa como un miembro de la tripulación de vuelo que ayuda al piloto de comando remoto de la UA (PIC) y a la persona que manipula los controles para ver y evitar otro tráfico aéreo u objetos en el aire o en tierra.

### **Participante (activo)**

Los participantes activos son aquellas personas directamente involucradas con la operación del UAS o totalmente conscientes de que la operación del UAS se está llevando a cabo cerca de ellos. Los participantes activos son plenamente conscientes de los riesgos relacionados con la operación de UAS

y han aceptado estos riesgos. Los participantes activos están informados y pueden seguir procedimientos de emergencia efectivos relevantes y / o planes de contingencia.

### **Participante (no activo)**

Los participantes no activos son aquellas personas que se encuentran cerca de una operación de UAS y pueden o no ser conscientes de que se está llevando a cabo una operación de UAS. Los participantes pasivos pueden o no ser conscientes de los riesgos asociados con la operación y no han aceptado estos riesgos.

### **Piloto al mando (PIC)**

El piloto responsable de la operación y seguridad de una aeronave durante el tiempo de vuelo.

### **Mid Air Collision (MAC)**

Un accidente en el que dos aviones entran en contacto entre sí mientras ambos están en vuelo.

### **Mitigación de conflictos estratégicos**

La mitigación de conflictos estratégicos consiste en procedimientos destinados a reducir las tasas de encuentro de UAS antes del despegue de UAS. La mitigación estratégica se trata de controlar o mitigar el riesgo mediante la reducción de la densidad de la aeronave local o el tiempo de exposición de un UAS individual. Estas mitigaciones tienden a tomar la forma de restricciones operativas de tiempo o espacio. La mitigación estratégica no cumple con el 14 CFR 91.113, SERA 3201 o la sección 3.2 del Anexo 2 de la OACI de "Ver y evitar". (Ejemplos de mitigación estratégica; una restricción operativa para volar entre las 10PM y las 3 AM; restricción operativa para permanecer por debajo de 500 pies AGL; restricción operativa para permanecer dentro de 1 milla de una ubicación geográfica; etc.). La mitigación estratégica se remonta a la capa estratégica del concepto de gestión de conflictos de la OACI.

### **Mitigación táctica de conflictos**

Para los fines de esta evaluación, la mitigación de conflictos tácticos es el acto de mitigar el riesgo de colisión en un horizonte temporal muy corto (minutos a segundos). Las mitigaciones tácticas toman la forma de bucles SDAF (ver, decidir, acción y bucle de retroalimentación). Los sistemas de mitigación táctica operan utilizando un sensor para "ver" la amenaza, "decidir" cómo mitigar el riesgo, "actuar" en la decisión, y luego recibir una retroalimentación del sistema para monitorear el riesgo e implementar nuevas correcciones si es necesario.

La mitigación táctica puede cumplir con el 14 CFR 91.113, SERA 3201 y el anexo 2 de la OACI, sección 3.2, requisito "Ver y evitar". (Ejemplos de mitigación táctica; TCAS, ATC, ACAS, MIDCAS, DAA, ABSAA, GBSAA, Ver y evitar, etc.). La mitigación táctica se basa en la provisión de separación y las capas para evitar colisiones del concepto de gestión de conflictos de la OACI.

### **Separación**

Mantener una distancia mínima específica entre una aeronave y otra aeronave o terreno para evitar colisiones, normalmente exigiendo que la aeronave vuele a niveles establecidos o bandas de nivel, en rutas establecidas o en ciertas direcciones, o controlando la velocidad de una aeronave.

### **Ver y evitar (S&A)**

El requisito del piloto de una aeronave de "ver" y "evitar" una colisión, y de mantenerse bien alejado de otras aeronaves de acuerdo con 14 CFR 91.113, SERA 3201 y Anexo 2 de la OACI, sección 3.2.

Medios terrestres para detectar y evitar (GBSAA)

Medios terrestres para detectar el tráfico aéreo y proporcionar la inteligencia necesaria al Sistema de aeronaves no tripuladas (UAS) para mitigar la incapacidad de un piloto de UAS de ver y evitar directamente otras aeronaves o proporcionar un medio alternativo de cumplimiento para "Ver y evitar" regulaciones.

### **Medios aéreos detectar y evitar (ABSAA)**

Capacidad a bordo de la aeronave no tripulada para realizar funciones de separación y evitación de colisión para mitigar la incapacidad de un piloto de UAS para ver y evitar directamente otra aeronave o para proporcionar un medio alternativo de cumplimiento de las regulaciones de "Ver y evitar".

### **SDAF Loop (Ver, Decidir, Acción y Feedback)**

Esta es una estructura muy simplificada de un esquema de mitigación táctica de conflictos. Ver mitigación táctica.

### **Densidad de población**

El número de personas que viven por unidad de un área (por ejemplo, por milla cuadrada). El número de personas en relación con el espacio que ocupan.

### **Población urbana**

Para los fines de SORA, la población urbana se define como un amortiguador de ½ nm (3038 pies) alrededor de todas las áreas urbanizadas. Las áreas urbanizadas se definen como un área que contiene una población promedio de 500 personas por milla cuadrada (1295 personas por kilómetro cuadrado).

### **Población rural**

A los fines de SORA, la población rural se define como todas las áreas no definidas como población urbana y no dentro de un entorno aeroportuario.

### **Infraestructura crítica**

Sistemas y activos vitales para la defensa nacional, la seguridad nacional, la seguridad económica, la salud pública o la seguridad, incluida la infraestructura regional y nacional.

### **Noche**

Las horas entre el final del crepúsculo civil vespertino y el comienzo del crepúsculo civil matutino o cualquier otro período entre el ocaso y el amanecer, según lo prescriba la autoridad competente. Nota: El crepúsculo

civil está por debajo del horizonte y comienza en la mañana cuando el centro del disco solar está 6 grados por debajo del horizonte.

#### **4.1.4. Relacionados con la gestión de la operadora**

##### **Manual de operación de la aeronave**

Un manual que contiene procedimientos normales, anormales y de emergencia, listas de verificación, limitaciones, información de rendimiento, detalles de los sistemas de la aeronave y otro material relevante para la operación de la aeronave. El manual de operación de la aeronave es parte del manual de operaciones.

##### **Proceso**

Conjunto de recursos y actividades interrelacionados, que transforman las entradas en salidas.

##### **Procedimiento**

Pasos estándar y detallados que prescriben cómo realizar tareas específicas.

##### **Procedimientos de contingencia**

Proceso de acción planificado diseñado para ayudar a una organización a responder de manera efectiva a un evento o situación futura significativa que puede o no suceder.

##### **Procedimientos de emergencia**

Procedimientos ejecutados por el piloto de la UA al mando o por la aeronave para mitigar el efecto de fallas que causan o conducen a una condición de emergencia.

##### **Plan de respuesta de emergencia (ERP)**

Plan de acciones que se llevarán a cabo en un determinado orden o manera, en respuesta a un evento de emergencia.

## **Medio ambiente**

- a. El conjunto de condiciones operativas y ambientales para incluir los procedimientos externos, condiciones y objetos que afectan el desarrollo, operación y mantenimiento de un sistema. Las condiciones operativas incluyen densidad de tráfico, densidad de comunicación, carga de trabajo, etc. Las condiciones ambientales incluyen clima, EMI vibración, acústica, etc.
- b. Todo lo externo a un sistema que puede afectar o verse afectado por el sistema.

## **Mantenimiento**

Inspección, revisión, reparación, preservación y reemplazo de piezas.

## **Estándar**

Un documento publicado establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece especificaciones y procedimientos para garantizar que un material, producto, método o servicio cumpla con su propósito y se desempeñe de manera consistente para su uso previsto.

## **Procedimiento operacional estándar**

Un documento publicado establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece especificaciones y procedimientos para garantizar que un material, producto, método o servicio cumpla con su propósito y se desempeñe de manera consistente para su uso previsto.

## **Escenario estándar**

Una descripción de un tipo de operación de UAS, para la cual se ha realizado una evaluación de riesgo de operaciones específicas (SORA) y sobre la base de los cuales se han propuesto medios de mitigación que la autoridad competente considera aceptables.

### **4.1.5. Relacionados con los equipos**

#### **Equipo**

Un ensamblaje completo, que funciona de forma independiente o dentro de un sistema/subsistema, que realiza una función específica.

### **Aeronave**

Cualquier máquina que pueda obtener soporte en la atmósfera de las reacciones del aire que no sean la reacción del aire contra la superficie de la tierra.

### **Navegabilidad**

La condición de una aeronave, sistema de aeronave o parte) en la que opera de manera segura para cumplir su función prevista.

### **Aeronavegabilidad (a los efectos de la SORA)**

Un UAS está en condiciones de aeronavegabilidad si la aeronave y todos sus elementos asociados están en condiciones para una operación segura.

### **Estación de control**

El equipo utilizado para mantener el control, comunicarse, guiar o pilotar una aeronave no tripulada.

### **Aeronave cooperativa**

Aeronaves que tienen un medio electrónico de identificación (es decir, un transpondedor) a bordo y en operación.

### **Aeronaves autónomas**

Una aeronave no tripulada que no permite la intervención del piloto en la gestión del vuelo.

### **Componente**

Cualquier parte autónoma, combinación de partes, subconjuntos o unidades, que realizan una función distinta necesaria para el funcionamiento del sistema.

### **Configuración**

Los requisitos, el diseño y la implementación que definen una versión particular de un sistema o componente del sistema.

## **Configuración control/gestión**

El proceso de evaluar, aprobar o desaprobado y coordinar los cambios en los elementos de configuración después del establecimiento formal de su identificación de configuración.

## **Función Crítica**

Una función cuya pérdida evitaría el continuo vuelo seguro y el aterrizaje de la aeronave no tripulada (UA).

## **Sistemas críticos**

Los sistemas debían realizar una o más funciones de seguridad, en las cuales la falla causaría un aumento significativo en el riesgo de seguridad para los terceros y / o el entorno involucrado.

## **Criticidad**

El grado de impacto que tiene un mal funcionamiento en la operación de un sistema.

## **Enlace de datos**

Un término que se refiere a todas las interconexiones hacia, desde y dentro del sistema de aeronave pilotada a distancia. Incluye control, estado del vuelo, comunicación y enlaces de carga útil.

## **Capacidad de recuperación de emergencia (ERC)**

Función de seguridad UAS que permite el cese del vuelo UA de una manera que minimiza el riesgo para las personas en tierra, otros usuarios del espacio aéreo y la infraestructura crítica.

## **Fallo**

Una pérdida de función o un mal funcionamiento de un sistema o una parte de este.

## **Modo de fallo**

La forma en que ocurre la falla de un objeto/sistema, etc.

## **Sistema de terminación del vuelo**

Es un sistema, procedimiento o función que tiene como objetivo finalizar inmediatamente el vuelo.

## **Geo-fencing**

Una limitación automática del espacio aéreo en el que puede ingresar un UA.

## **Handover**

El acto de pasar el control de pilotaje de una estación de piloto remoto a otra.

## **Paracaídas**

Un dispositivo usado o destinado a usarse para retardar la caída de un cuerpo u objeto a través del aire.

## **Fiabilidad**

La probabilidad de que un elemento realice una función requerida en condiciones específicas, sin fallas, durante un período de tiempo específico.

## **Automático (función)**

La ejecución de procesos o eventos predefinidos que no requieren iniciación o intervención directa de la tripulación UAS.

## **Integridad**

Atributo de un sistema a o un elemento que indica que se puede confiar en que funcione correctamente a pedido.

## **Energía cinética (KE)**

La energía cinética es la energía de un objeto debido a su movimiento. Está directamente relacionado con la masa o el peso del objetivo. Energía cinética =  $\frac{1}{2}$  masa x velocidad<sup>2</sup>

## **Enlace perdido (pérdida de enlace de datos)**

La pérdida de control y contacto de enlace de control con la aeronave pilotada remotamente de tal manera que el piloto remoto ya no puede administrar el vuelo de la aeronave.

## **Mal funcionamiento**

La aparición de una condición por la cual la operación está fuera de los límites especificados.

## **Normas mínimas de rendimiento del sistema de aviación (MASPS)**

Un MASPS especifica características que deberían ser útiles para diseñadores, instaladores, fabricantes, proveedores de servicios y usuarios de sistemas destinados a uso operativo dentro de un espacio aéreo definido. Cuando los sistemas son de naturaleza global, el sistema puede tener aplicaciones internacionales que se tienen en cuenta. El MASPS describe el sistema (subsistemas/funciones) y proporciona la información necesaria para comprender la justificación de las características del sistema, los objetivos operativos, los requisitos y las aplicaciones típicas. Se proporcionan definiciones y supuestos esenciales para la comprensión adecuada de MASPS, así como procedimientos mínimos de prueba del sistema para verificar el cumplimiento del rendimiento del sistema.

## **Mínimo Operacional (MOPS) o Performance specification**

Un MOPS proporciona estándares para equipos específicos útiles para diseñadores, fabricantes, instaladores y usuarios del equipo. La palabra "equipo" utilizado en un MOPS incluye todos los componentes y unidades necesarios para que el sistema realice adecuadamente las funciones previstas. El MOPS proporciona la información necesaria para comprender la justificación de las características y los requisitos del equipo establecidos. El MOPS describe las aplicaciones típicas de los equipos y los objetivos operativos y establece las bases para el desempeño requerido bajo el estándar. Se proporcionan definiciones y supuestos esenciales para la comprensión adecuada, así como pruebas de equipos instalados y características de rendimiento operativo para las instalaciones de equipos.

## **Manual de vuelo**

Un manual, asociado con el certificado de aeronavegabilidad, que contiene limitaciones dentro de las cuales la aeronave debe considerarse

aeronavegable, e instrucciones e información necesarias para los miembros de la tripulación de vuelo para la operación segura de la aeronave.

### **Evaluación**

Una evaluación basada en el juicio de ingeniería.

### **Evaluar**

Una revisión exhaustiva de los UAS de un solicitante y todos los elementos asociados del sistema. Se espera que el solicitante proporcione toda la información necesaria para permitir que la NAA determine objetivamente si la aeronave se puede operar de manera segura de acuerdo con los ConOps propuestos.

### **Aprobado**

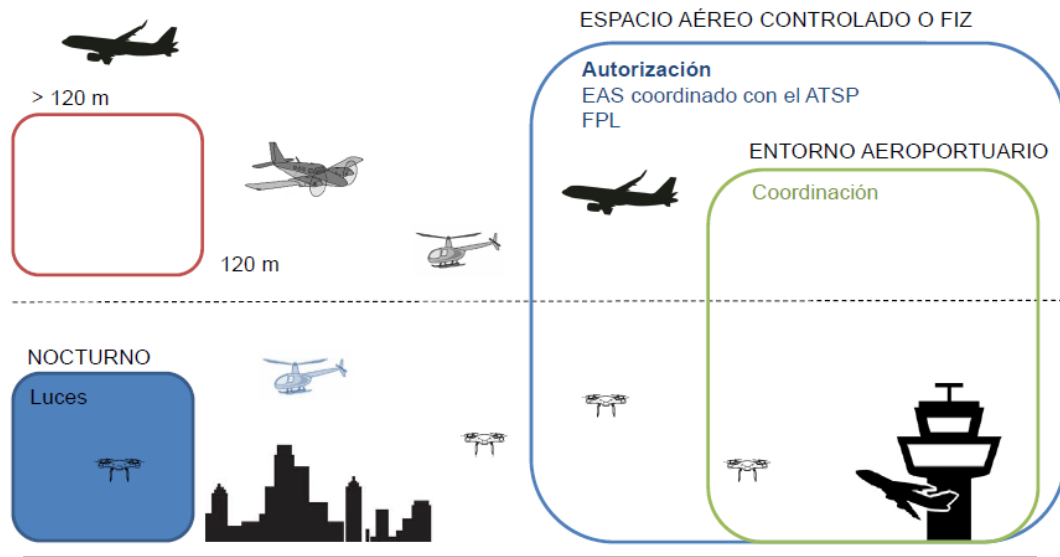
Aceptado por la autoridad de certificación como adecuado para un propósito particular.

### **Garantía**

Aceptado por la autoridad de certificación como adecuado para un propósito particular.

### **Certificación**

El reconocimiento legal de que un producto, servicio, organización o persona cumple con los requisitos aplicables. Dicha certificación comprende la actividad de verificar técnicamente el producto, servicio, organización o persona, y el reconocimiento formal del cumplimiento de los requisitos aplicables mediante la emisión de un certificado. licencia, aprobación u otros documentos requeridos por las leyes y procedimientos nacionales.



## 4.2. Espacio aéreo

En los comienzos de la aviación no fue necesario la gestión del espacio aéreo, pero con el aumento del número de vuelos, se vio la necesidad de organizar el espacio aéreo y los tráficos para evitar colisiones y dar una mayor fluidez a todos los aviones. La división del espacio aéreo internacional se diseña por el servicio que se presta a las aeronaves que vuelan en él.

El espacio aéreo es una porción de la atmósfera terrestre, tanto sobre tierra como sobre agua, regulada por cada país en particular, estando definido dependiendo del movimiento de aeronaves, el propósito de las operaciones, y el nivel de seguridad requerido. Basado en la legislación internacional, la noción de “espacio aéreo soberano”, se corresponde con la definición marítima de las aguas territoriales, que serían 12 NM (millas náuticas, aproximadamente 22 kilómetros) hacia el exterior de la línea de costa. El espacio aéreo que queda fuera de esta línea se considera espacio aéreo internacional, como la declaración de “aguas internacionales” que aparece en la legislación marítima. De todas formas, un país puede asumir la responsabilidad de controlar regiones del espacio aéreo internacional mediante acuerdos, como es el caso, por ejemplo, de Estados Unidos, que mantienen el control de tráfico aéreo en la mayor parte del Océano Pacífico, incluyendo aguas internacionales.

No hay un acuerdo generalizado sobre la extensión vertical de la soberanía del espacio aéreo, aunque se sugieren 30.000 metros. La superficie terrestre y marítima sirven como medio para el despegue y aterrizaje de las aeronaves, así como para el asentamiento de los servicios de infraestructura de la navegación aérea, pero ésta se desarrolla primordialmente, y encuentra su ambiente propio en el espacio aéreo, de ahí la importancia de su regulación.

El régimen jurídico del espacio aéreo se centra en dos cuestiones fundamentales, que son la seguridad del tráfico que en ese espacio se realiza, y los derechos de soberanía de los Estados.

El espacio aéreo tiene divisiones y subdivisiones. Esta se realiza de las más grandes a las más pequeñas. La OACI / ICAO (Organización de Aviación Civil Internacional) divide el mundo en 9 regiones de información de vuelo o FIR (Flight Information Region). Los límites de estas FIR no corresponden a las fronteras de los países. La Organización de Aviación Civil Internacional OACI ha dividido el espacio aéreo mundial asignándole a cada región un código dado:

- América del Norte: NAM
- América Central: CAR
- Atlántico Norte: NAT
- África: AFI
- Europa: EUR
- Medio Este: MID
- Asia: ASIA
- Pacífico: PAC
- Sur América: SAM



En España tenemos 3 FIR.

**FIR Madrid, FIR Barcelona y FIR Canarias**, y luego está FIR Sevilla, pero no es una FIR propia, sino que es una delegación de la FIR Madrid.

*Ilustración 16: Los tres IFR España*



Verticalmente tenemos 2 divisiones del FIR.

La región inferior o FIR y la región superior o UIR (Upper Information Region).

- El **FIR** se extiende desde el suelo hasta el nivel de vuelo FL245 (24.500ft).
- El **UIR** va desde el nivel superior del FIR FL245 hasta FL460 (46.000 ft).

Desde el punto de vista de control el espacio aéreo se divide en “controlado”, “no controlado”, “espacio aéreo de uso especial”, y “otros”. Para el piloto, la diferencia principal entre el espacio aéreo “controlado” (clases “A”, “B”, “C”, “D” y “E”), y el “no controlado” (clases “F” y “G”), es que para poder volar en el primero es necesario presentar un plan de vuelo, mientras que para volar en el segundo no lo es, En

cuanto al control aéreo, la diferencia es que en el primero se lleva el control de las aeronaves, y en el segundo sólo se informa de las que se tiene conocimiento que están en esa zona.

La diferencia fundamental entre uno y otro es que en el controlado se presta el servicio de control de tránsito aéreo, mientras que en el no controlado solo se suministran los servicios de información y alertas.

El espacio aéreo está clasificado por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) en siete clases, identificadas por una letra de la "A" a la "G". Los requisitos de vuelo, y servicios suministrados por cada clase, se encuentran especificados en la tabla Clasificación del espacio aéreo ATS. No todos los países tienen las mismas clasificaciones de sus espacios aéreos, sino que suelen seleccionar las que estén más acordes con las necesidades que se requieran.

Tabla 4: Clasificación del espacio aéreo ATS

Clasificación del espacio aéreo ATS (servicios suministrados y requisitos de vuelo)						
Clase	Tipo de vuelo	Separación proporcionada	Servicios suministrados	Limitaciones de velocidad	Requisitos de radiocomunicaciones	Sujeto a autorización ATC
A	VFR	Todas las aeronaves	ATC	No se aplica	Continúa en ambos sentidos	Sí
B	IFR	Todas las aeronaves	ATC	No se aplica	Continúa en ambos sentidos	Sí
	VFR	Todas las aeronaves	ATC	No se aplica	Continúa en ambos sentidos	Sí
C	IFR	IFR/IFR/IFR/VFR	ATC	No se aplica	Continúa en ambos sentidos	Sí
	VFR	VFR/IFR	1. ATC para separación de IFR (y asesoramiento anticollisión a solicitud) 2. Información de tránsito VFR/VFR	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	Continúa en ambos sentidos	Sí
D	IFR	IFR/IFR	ATC, incluso información de tránsito sobre vuelos VFR (y asesoramiento anticollisión a solicitud)	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	Continúa en ambos sentidos	Sí
	VFR	Ninguna	1. ATC 2. Información de tránsito VFR/VFR, VFR/IFR (y asesoramiento anticollisión a solicitud)	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	Continúa en ambos sentidos	Sí
E	IFR	IFR/IFR	ATC e información de tránsito sobre vuelos VFR en la medida de lo posible	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	Continúa en ambos sentidos	Sí
	VFR	Ninguna	Información de tránsito sobre vuelos VFR en la medida de lo posible	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	No	No
F	IFR	IFR/IFR	Servicio de asesoramiento de tránsito, servicio de información de vuelo	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	Continúa en ambos sentidos	No
	VFR	Ninguna	Servicio de información de vuelo	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	No	No
G	IFR	Ninguna	Servicio de información de vuelo	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	Continúa en ambos sentidos	No
	VFR	Ninguna	Servicio de información de vuelo	250 KIAS por debajo de 10000 ft por debajo de AMSL**	No	No

\*\* Cuando la altitud de transición es inferior a 10000ft AMSL, debería utilizarse el nivel F100 en vez de 10 000ft.

Desde el punto de vista de control el espacio aéreo se divide en controlado y no controlado. La diferencia fundamental entre uno y otro es que en el controlado se presta el servicio de control de tránsito aéreo, mientras que en el no controlado solo se suministran los servicios de información y alertas. El control se da en las zonas especificadas en las publicaciones de información aeronáutica (AIP).

En las zonas en las que existen aeropuertos controlados, se establecen unas zonas amplias en las que se vigila la entrada y maniobra de aproximación, despegue y aterrizaje de todas las aeronaves. Estas zonas se denominan:

- Áreas de control de tráfico (CTA), cuando en su interior existe un solo aeropuerto
- Área de control terminal (TMA). Su diferencia con un CTA es que está dividida en varios volúmenes con diferentes niveles sobre el suelo o altitudes.
- Pasillos aéreos (AWY), en los que confluyen las aerovías o pasillos aéreos por los que están obligados a viajar todas aquellas aeronaves que estén volando según reglas instrumentales.

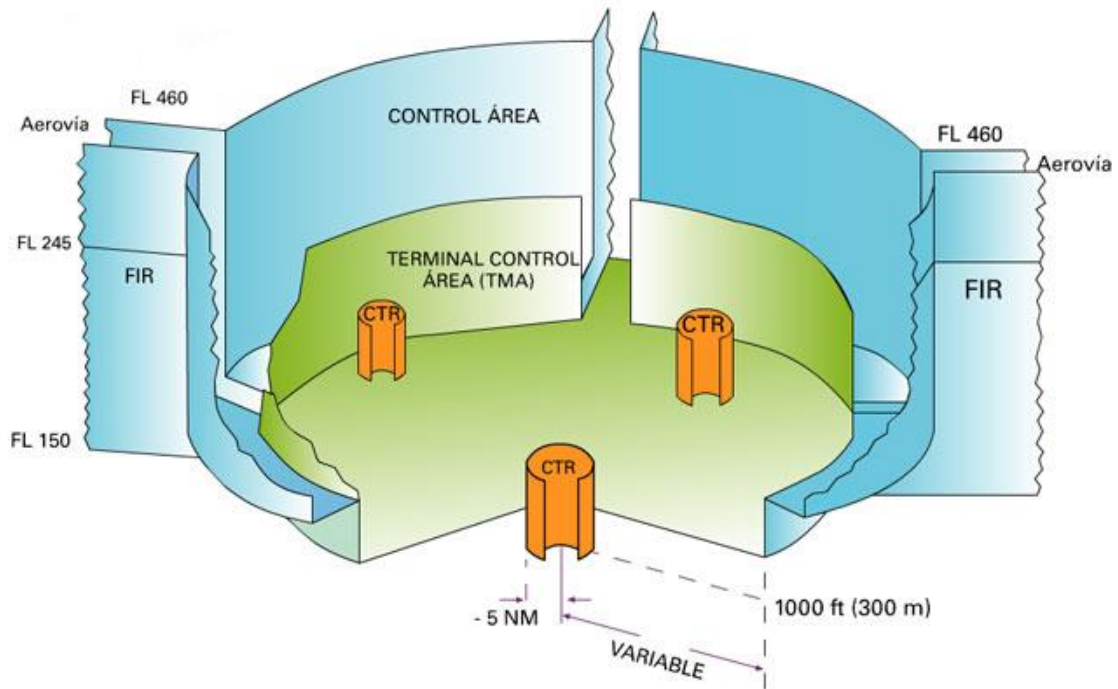
Al igual que las zonas FIR siempre comienzan a nivel del suelo, los CTA, CTM y AWY nunca comienzan en el suelo. En España, si no se indica lo contrario, comienzan a 1.000 ft (300 m) del suelo, es decir, por debajo del espacio definido por el CTA hay un hueco libre desde el suelo hasta la superficie inferior del CTA. En el caso de un TMA, la superficie inferior no es única y puede tener varios sectores y cada uno de ellos una distancia distinta al suelo.

En España existen doce TMA, Almería, Asturias, Barcelona, Bilbao, Canarias, Galicia, Madrid, Palma, Santander, Sevilla, Valencia y Zaragoza.

También hay nueve Áreas de Control (CTA), Albacete, Burgos, Ciudad Real, León, Logroño, Murcia / San Javier, Pamplona, San Sebastián y Vitoria, que engloban la aproximación a la mayoría de sus aeropuertos.

Existe, además, la llamada "capa de libre circulación", que se extiende hasta 300 metros (1.000 pies), de altura sobre el terreno, excepto en los CTR y ATZ. En esta capa se puede volar libremente, cumpliendo con la normativa vigente en cada caso, publicada en el AIP, no siendo necesario control y, en algunos casos, ni siquiera presentar plan de vuelo, pero en este caso, lógicamente, no se tiene servicio de búsqueda y salvamento, si es que fuera necesario.

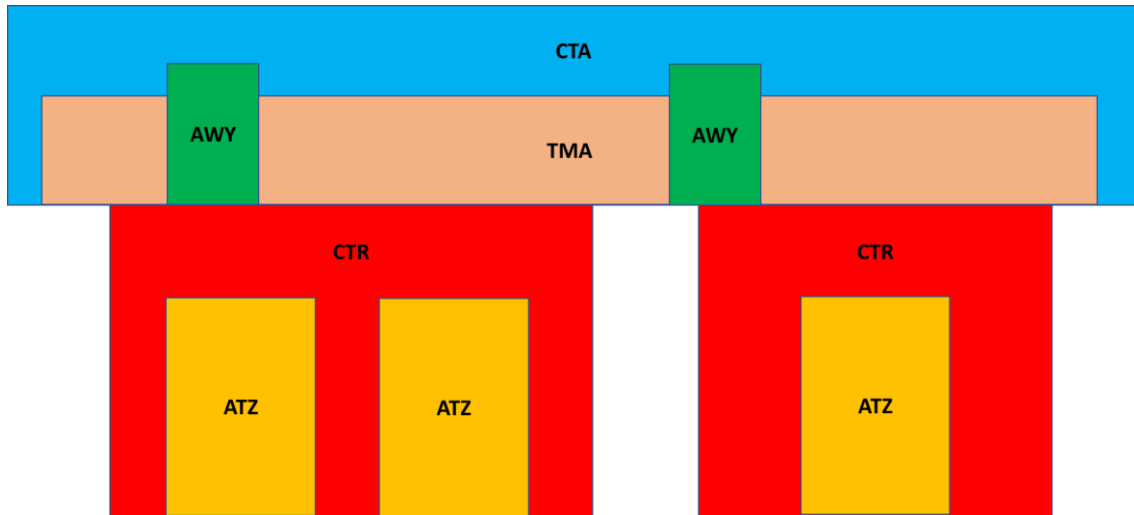
Ilustración 17: Estructuración del espacio aéreo en vertical (imagen: AENA)



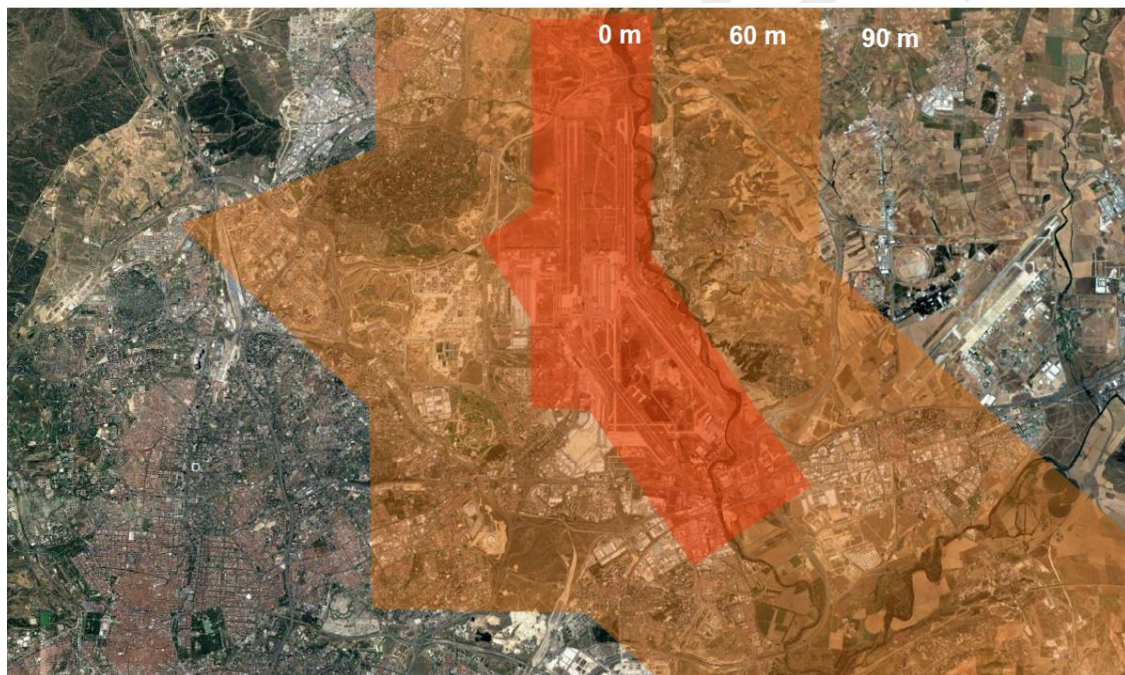
### Zona de Tránsito de Aeródromo (ATZ)

Es una zona normalmente centrada en la torre de control de un aeropuerto o aeródromo. Su objetivo es proteger los vuelos que salen o entran de sus instalaciones. En España sus dimensiones son como máximo un cilindro de 8 km de radio y unos 900 metros de alto. Estas dimensiones son muy importantes para el aficionado al aeromodelismo, como veremos posteriormente. Las zonas ATZ suelen tener como límite inferior el propio nivel del suelo.

En España las dimensiones máximas se circunscriben a un cilindro de 8 Km y una altura de 900 metros.



*Ilustración 18: Zonas de tránsito aéreo aeroportuario*



*Ilustración 19: Ejemplo de espacio aeroportuario aeropuerto Adolfo Suarez de Madrid*

### **Zona de Control de Tráfico (CTR).**

También es una zona centrada alrededor de una torre de control de un aeropuerto o aeródromo. Su objetivo es proteger las trayectorias de entrada y/o salida de los vuelos IFR (por instrumentos). En la práctica es un ATZ

ampliado, zona que contiene en su interior. Cuando hay varios aeropuertos próximos, se designa una sola zona CTR que los incluya a todos.



Ilustración 20: CTR y ATZ Madrid

El CTR de Madrid se ha hecho coincidente con su correspondiente zona superior TMA.

Respecto a las áreas en las que existen ciertas restricciones al tráfico en el espacio aéreo, se establecen dos tipos de limitaciones. La primera tiende a motivos de seguridad nacional y/o a actividades que pueden interferir con el vuelo y la segunda, responde al empeño de AENA por respetar el espacio natural, en su política de coherencia con el medio ambiente. La primera, se divide, a su vez, en cuatro tipos:

- “Prohibidas”, (“P”), son un espacio aéreo de dimensiones definidas, dentro del cual está prohibido el vuelo de aeronaves, excepto las autorizadas por el Ministerio de Defensa. Para volar en ellas hay que tener un permiso del Ministerio de Defensa.

- “Restringidas”, (“R”), en las cuales, está autorizado su uso restringido, de acuerdo con determinadas condiciones específicas. Ninguna aeronave puede sobrevolarlas salvo que tenga permiso de la autoridad competente.
- “Peligrosas”, (“D”), donde se desarrollan actividades que pueden ser peligrosas para las aeronaves, dentro de un horario establecido y limitado. Ninguna aeronave puede sobrevolar en ellas sin haber obtenido la información de las actividades y horarios posibles.

Estas zonas están identificadas con un NOTAM (Notice to airmen), que son comunicaciones emitidas para indicar a los pilotos cualquier circunstancia peligrosa en el tiempo.

- “Áreas Temporalmente Segregadas”, cuya activación requiere una reserva de espacio aéreo para uso exclusivo de usuarios específicos, durante un periodo de tiempo determinado.
- “Zona temporalmente segregada” (TSA) Son un volumen de espacio definido por coordenadas sobre el terreno y su limitación inferior y superior, en el que pueden desarrollarse actividades específicas de una operación Aeronáutica. Ninguna aeronave debe volar en ellas sin autorización.
- Zona e restricción fotográfica (RVF). Son las zonas que el ministerio de defensa ha definido que hay objetivos clasificados, por lo que la fotografía aérea no está permitida.
- Zonas de fauna protegida (F). Son zonas que con el fin de proteger la fauna generalmente por coincidir con las rutas habituales que siguen las aves migratorias al recorrer la península ibérica todos los años, su sobrevuelo está prohibido salvo para aeronaves del estado en caso de emergencia.
- Zona de información de vuelo (FIZ).

Una zona de información de vuelo (FIZ, por sus siglas en inglés “Flight Information Zone”) es una zona de espacio aéreo no controlado de dimensiones definidas que se extiende desde la superficie del terreno hasta una altura determinada dentro de la cual se proporciona el servicio de información de vuelo de aeródromo AFIS.

En la segunda limitación están incluidas las áreas denominadas "ecológicas", que no se pueden sobrevolar, por coincidir con las rutas habituales que siguen las aves migratorias al recorrer la península ibérica todos los años.

### 4.3. Aplicación en España de los espacios aéreos

La clasificación de los espacios aéreos definidos en las FIR/UIR españolas es la siguiente:

#### 1. Áreas controladas dentro de la FIR/UIR de Madrid y Barcelona:

- Desde FL195 hasta FL460, clase C.
- Desde FL150 hasta FL195, clase E.

#### 2. TMA:

- TMA de Madrid y Palma:
  - Desde su límite inferior hasta FL 195, clase A.
  - Desde FL 195 hasta su límite superior, clase C.
- TMA de Almería, Asturias, Bilbao, Santander, clase D.
- TMA de Galicia, clase E.
- TMA de Sevilla y Zaragoza:
  - Desde su límite inferior hasta FL195, clase D/E.
  - Desde FL195 hasta su límite superior, clase C.
- TMA de Barcelona:
  - Desde su límite inferior a FL195, clase D/G.
  - Desde FL195 hasta su límite superior, clase C.
- TMA de Canarias:
  - Desde su límite inferior hasta FL145, clase D/E.
  - Desde FL145 hasta FL195, clase D.
  - Desde FL195 hasta su límite superior, clase C.

- TMA de Valencia:
  - Desde su límite inferior a FL195, clase E.
  - Desde FL195 hasta su límite superior, clase C.

Excepto zonas dentro del TMA con otra clasificación detalladas en ENR 2.1.

### **3. Los CTA son clase:**

- C por encima de FL195
- D por debajo de FL195.
- Excepto: CTA de San Sebastián, clase E.

### **4. Los CTR son clase:**

- C por encima de FL195
- D por debajo de FL195
- Excepto:
  - CTR de Gran Canaria y Tenerife Sur, clase C.
  - CTR de Barcelona, clase D/E.

### **5. Los ATZ son clase D por debajo de 900 m HGT.**

- Excepto:
  - ATZ Alicante, Ibiza, Madrid/Barajas, Madrid/Getafe, Madrid/Torrejón, Menorca y Palma de Mallorca, clase D por debajo de 300 m HGT y clase A por encima de 300 m HGT.
  - ATZ Gran Canaria y Tenerife Sur, clase C.
  - ATZ Córdoba, clase G.

### **6. Las aerovías son:**

- Clase C: Aerovías en la FIR/UIR Canarias, Madrid y Barcelona entre FL195 y FL460.
- Clase E: Aerovías en la FIR Canarias, Madrid y Barcelona desde MEA a FL195.

- Excepto cuando se encuentren dentro de un espacio aéreo de clasificación superior (A, B, C o D) que tendrán la clasificación de dicho espacio aéreo.

**7. Las rutas asesoradas son clase F.**

**8. El corredor de Melilla es clase G.**

**9. El espacio aéreo delegado a Mauritania es clase D.**

**10. Los corredores visuales:**

- Si se necesita autorización ATC para proceder por ellos son clase B, C o D según corresponda al espacio aéreo en que estén situados.
- Si no se necesita autorización ATC para proceder por ellos son clase E.

**11. Los sectores visuales son clase G.**

**12. Respecto al suministro de servicios de tránsito aéreo, el espacio aéreo de las zonas peligrosas o restringidas:**

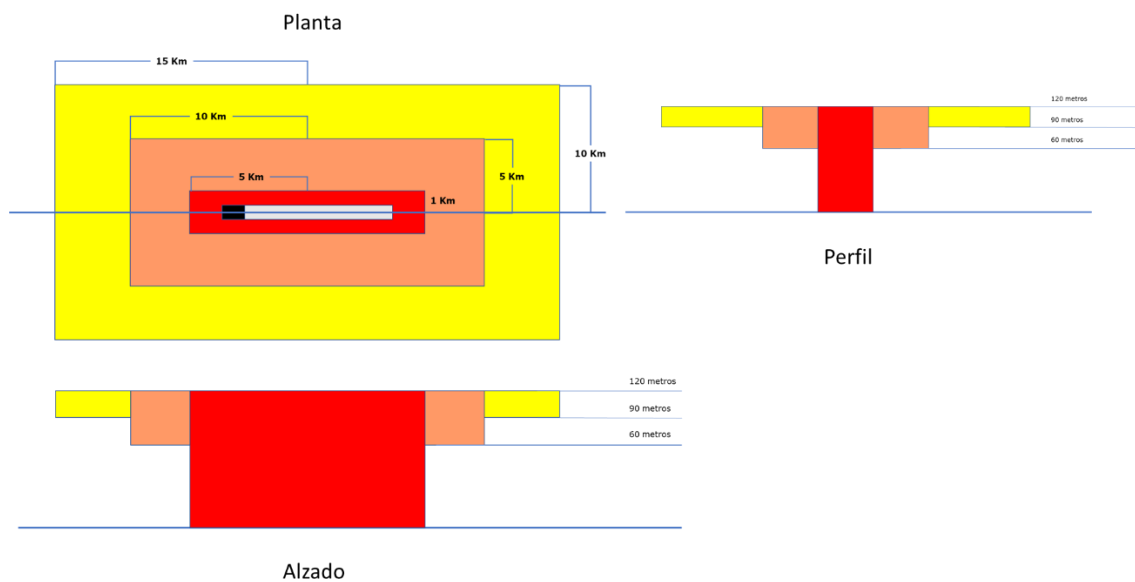
- se considera espacio aéreo no clasificado durante su periodo de actividad, salvo que se autorice su utilización a la circulación aérea general, y
- fuera de su período de actividad, y cuando en su período de actividad se autorice su utilización a la circulación aérea general, tendrán la clasificación del espacio aéreo dentro del cual se hallen ubicadas.

**13. El resto de los espacios aéreos** de las FIR/UIR de Madrid, Barcelona y Canarias no incluidos en los apartados precedentes son clase G.

#### **4.4. Entorno aeroportuario**

Entorno aeroportuario aquella área de terreno que rodea a un aeródromo o helipuerto en cuyo espacio aéreo asociado se producen vuelos de aeronaves tripuladas cuya misión es la salida y llegada al aeródromo o helipuerto en cuestión. Dicha área puede definirse atendiendo a los siguientes criterios:

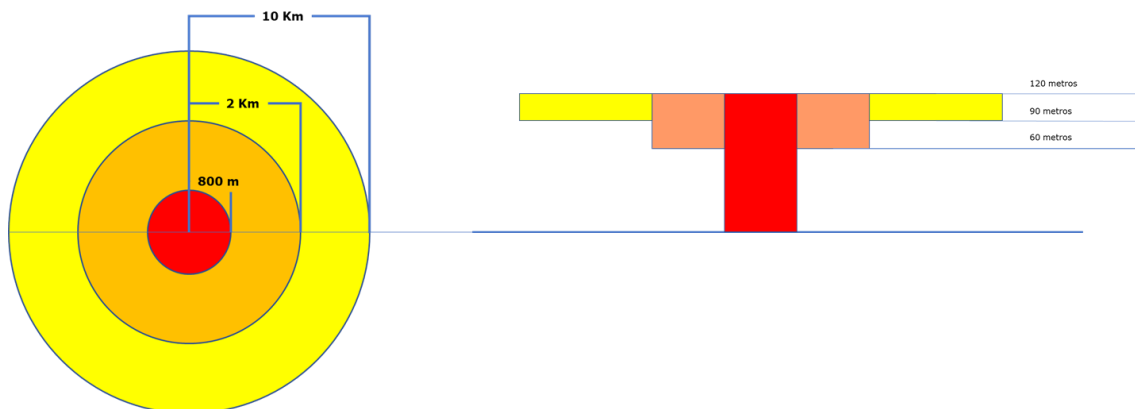
- Aeródromos listados en AD 1.3 de la Publicación de Información Aeronáutica (AIP)<sup>2</sup>, para cada una de sus pistas desde el centro de esta:
  - 1 km a cada lado de la pista y 5 km hacia cada extremo desde el suelo hasta 500 ft ( $\approx$  150 m) de altura.
  - de 1 km a 5 km a cada lado y de 5 km a 10 km hacia cada extremo desde 200 ft ( $\approx$  60m) hasta 500 ft ( $\approx$  150 m) de altura.
  - de 5 km a 10 km a cada lado y de 10 km a 15 km hacia cada extremo desde 300 ft ( $\approx$  90 m) hasta 500 ft ( $\approx$  150 m) de altura.



*Ilustración 21: Distancias entorno aeroportuario SORA*

- Helipuertos listados en AD 1.3 del AIP, centrado en el HRP:
  - círculo de radio 800 m desde el suelo hasta 500 ft ( $\approx$  150 m) de altura.
  - círculo de radio desde los 800 m hasta 2 km desde 200 ft ( $\approx$  60 m) hasta 500 ft ( $\approx$  150 m)
  - círculo de radio desde los 2 km hasta 4 km desde 300 ft ( $\approx$  90 m) hasta 500 ft ( $\approx$  150 m).

<sup>2</sup> [https://ais.enaire.es/AIP/AIPS/AMDT\\_332\\_2020\\_AIRAC\\_09\\_2020/AIP.html](https://ais.enaire.es/AIP/AIPS/AMDT_332_2020_AIRAC_09_2020/AIP.html)

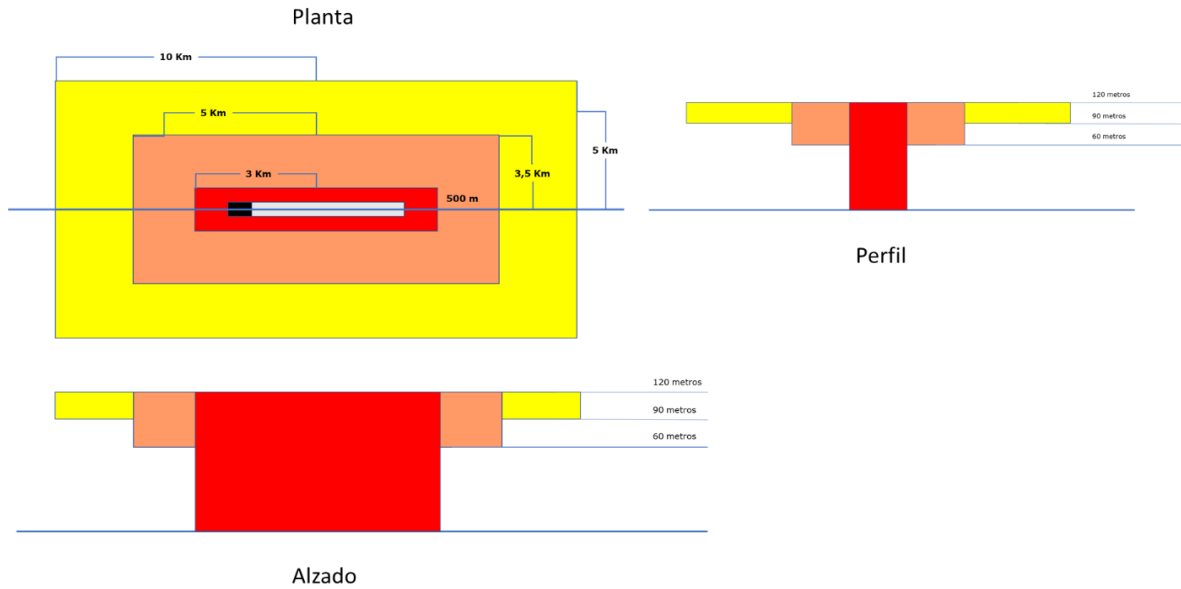


*Ilustración 22: Distancias entorno helipuerto SORA*

- Aeródromos restringidos<sup>3</sup> según AD 1.3 del AIP:
  - 500 m a cada lado de la pista y 3 km hacia cada extremo desde el suelo hasta 500 ft ( $\approx$  150 m) de altura.
  - de 500m a 3.5 km a cada lado y de 3 km a 5 km hacia cada extremo desde 200 ft ( $\approx$  60 m) hasta 500 ft ( $\approx$  150 m) de altura.
  - de 3.5 km a 5 km a cada lado y de 5 km a 10 km hacia cada extremo desde 200 ft ( $\approx$  90 m) hasta 500 ft ( $\approx$  150 m) de altura.

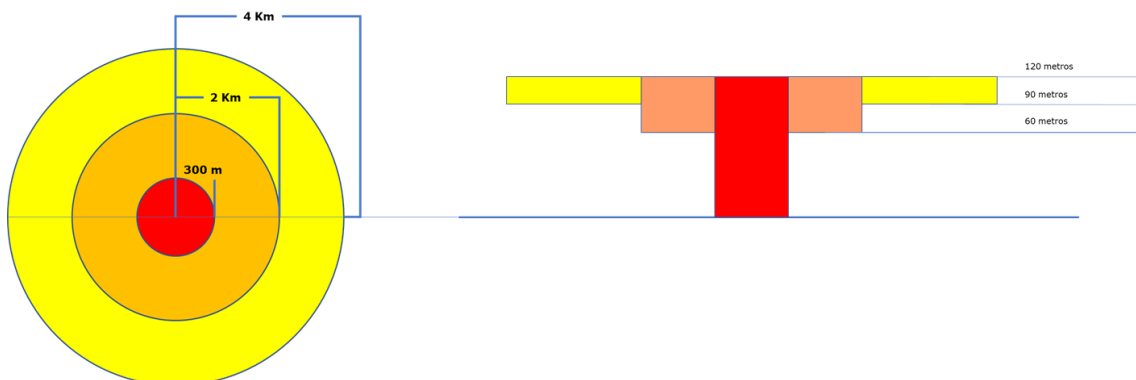
---

<sup>3</sup> Los aeródromos/helipuertos de uso restringido se definen, en el Real Decreto 862/2009, como aquellos aeródromos/helipuertos civiles en los que no se pueden realizar operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga o correo, incluyendo los aerotaxis. Pueden albergar, por tanto, el resto de las operaciones, como aviación privada, deportiva y corporativa, escuelas de vuelo, mantenimiento en base, lucha contra incendios, sanitarias, salvamento marítimo, emergencias y trabajos aéreos en general.



*Ilustración 23: Distancias entorno aeroportuario restringido SORA*

- Helipuertos restringidos según AD 1.3 del AIP, centrado en el HRP:
  - círculo de radio 300 m desde el suelo hasta 500 ft ( $\approx 150$  m) de altura.
  - círculo desde los 300 m de radio hasta 2 km desde 200 ft ( $\approx 60$  m) hasta 500 ft ( $\approx 150$  m) de altura.
  - círculo desde los 2 km de radio hasta 4 km desde 300 ft ( $\approx 90$  m) hasta 500 ft ( $\approx 150$  m) de altura.



*Ilustración 24: Distancias entorno helipuerto restringido SORA*

- Trayectorias de entrada y salida a los aeropuertos, aeródromos y helipuertos definidas en las cartas de aproximación visual (VAC) del AIP de cada infraestructura:
  - círculo de radio 2 km respecto a cada punto de notificación VFR desde los 200 ft ( $\approx$  60 m) hasta los 500 ft ( $\approx$  150 m).
  - 1 km a cada lado de las trayectorias entre puntos de notificación visual y el resto del entorno aeroportuario definido en puntos previos, desde 200 ft ( $\approx$  60 m) hasta 500 ft ( $\approx$  150 m).

## 4.5. Concepto de robustez

Cualquier objetivo de seguridad operacional o mitigación del riesgo se puede demostrar con un nivel diferente de robustez.

La robustez representa la capacidad de una mitigación determinada de reducir el nivel de riesgo.

SORA propone el uso de tres niveles diferentes de robustez: bajo, medio y alto.

La robustez se logra considerando:

- a. el nivel de integridad, definido como el nivel de seguridad que proporciona cada mitigación.
- b. el nivel de garantía, definido como la prueba o justificación de que se ha logrado el nivel de seguridad de seguridad necesario.

Es importante matizar que el nivel de robustez no se corresponde con el nivel de implicación de la autoridad aeronáutica, es decir, la robustez no es en sí misma el grado de supervisión que realiza la autoridad competente, sino la combinación del nivel de integridad y de garantía.

Un posible modelo general para el nivel de garantía sería:

- Un nivel bajo de garantía puede ser aquel para el cual el operador, por lo general, declara que se ha alcanzado el nivel requerido de integridad.

- Un nivel medio de garantía es aquel en el que el operador aporta evidencias de que ha alcanzado el nivel requerido de integridad.
- Un alto nivel de garantía es típicamente uno para el cual una tercera parte competente ha validado la integridad lograda.

Quedando el nivel de robustez relacionando el nivel de integridad y el nivel de garantía en la siguiente tabla:

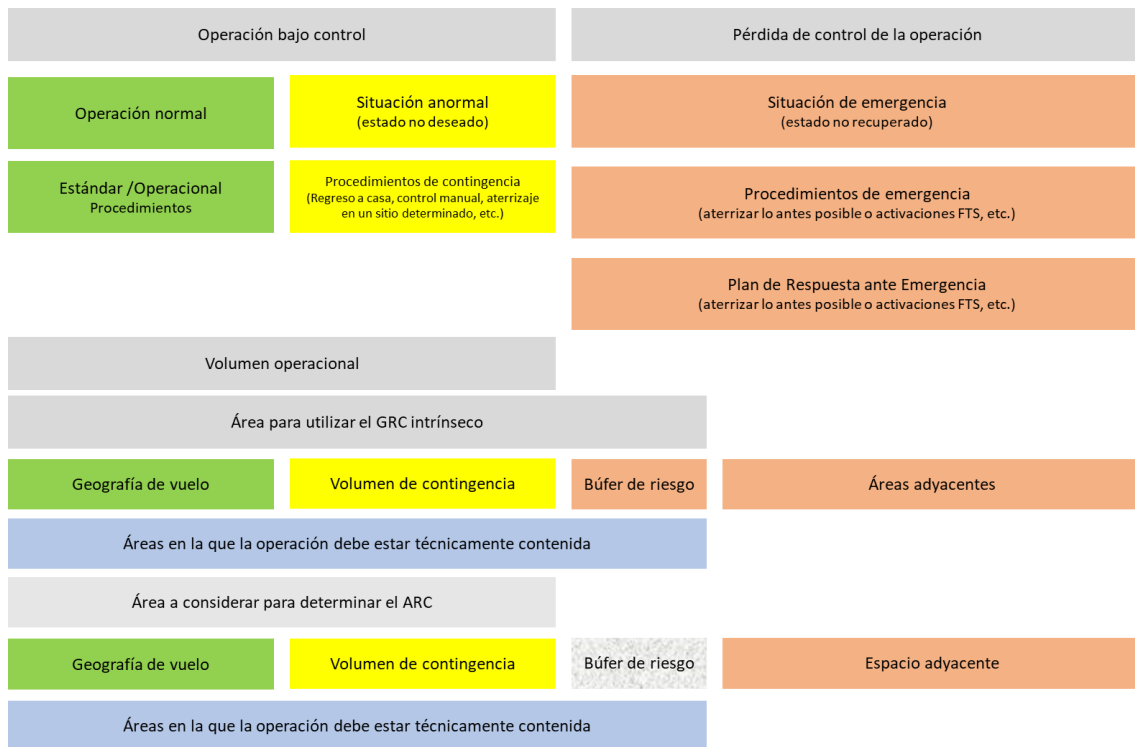
	<b>Garantía Baja</b>	<b>Garantía Media</b>	<b>Garantía Alta</b>
Integridad Baja	Robustez Baja	Robustez Baja	Robustez Baja
Integridad Media	Robustez Baja	Robustez Media	Robustez Media
Integridad Alta	Robustez Baja	Robustez Media	Robustez Alta

*Ilustración 25: Niveles de robustez*

## 4.6. Modelo semántico

Para un uso adecuado de SORA metodología requiere uso estandarizado de terminología para fases de operación, procedimientos y volúmenes operativos.

El modelo semántico que se muestra en la Figura proporciona un uso consistente de términos para todos los usuarios de SORA.



*Ilustración 26: Modelo semántico SORA (1)*

En la siguiente figura se proporciona una representación gráfica del modelo y una referencia visual para ayudar a comprender la terminología SORA.

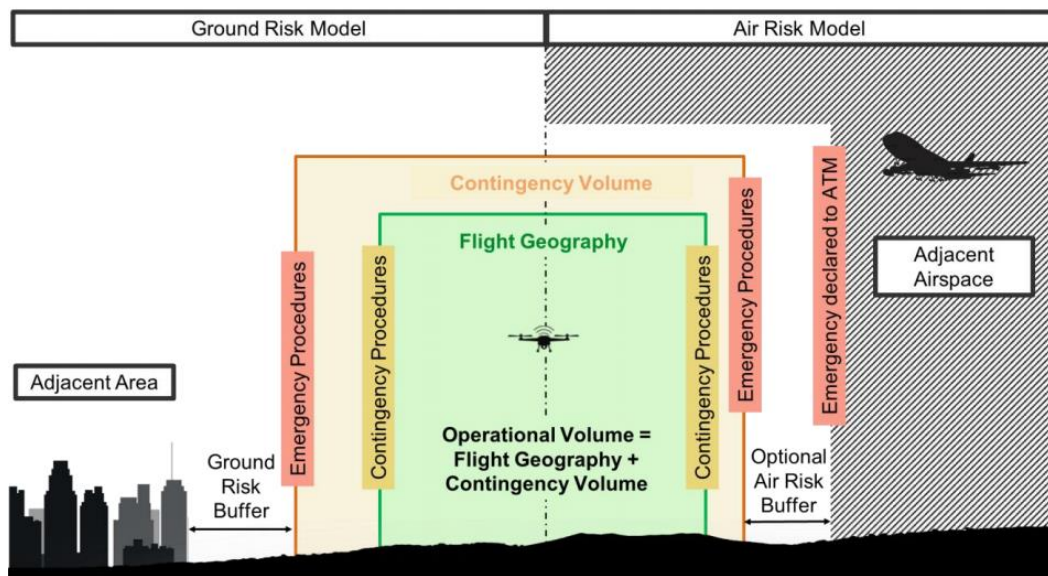


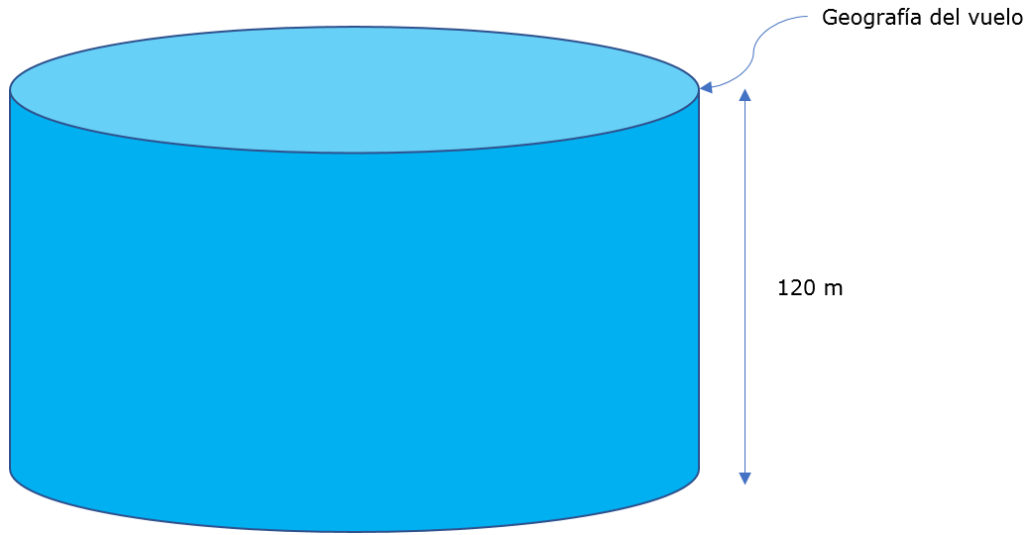
Ilustración 27: Modelo semántico SORA (2)

## 4.7. Volúmenes operacionales

### 4.7.1. Geografía de vuelo

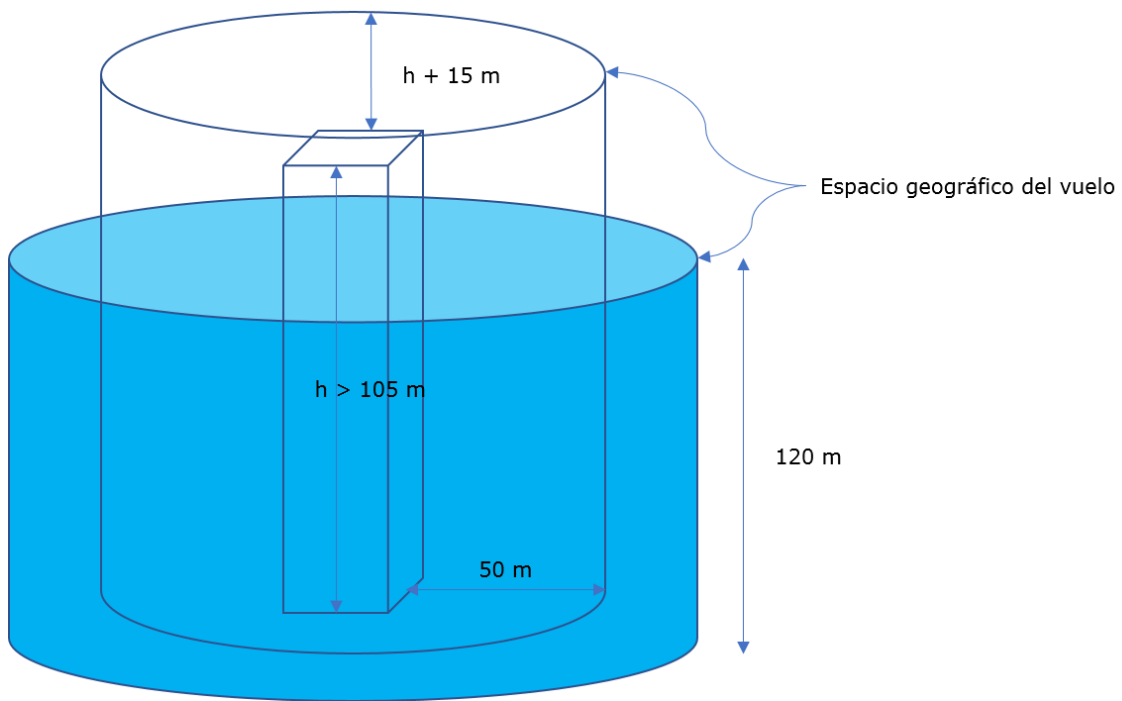
Volúmenes de espacio aéreo definidos espacial y temporalmente en los que el operador tiene previsto realizar la operación con arreglo a procedimientos normales descritos en el manual de operaciones.

Representa el volumen dentro del cual va a volar el UA en condiciones normales durante la operación.



*Ilustración 28: Geografía de vuelo*

La geografía de vuelo puede verse modificada cuando nos encontremos obstáculos.

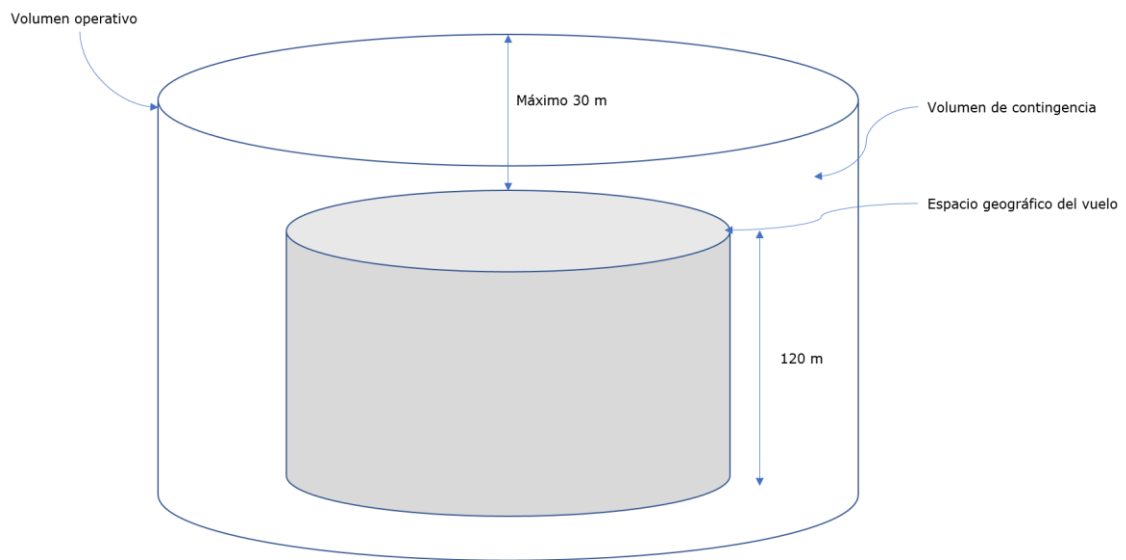


*Ilustración 29: Espacio geográfico de vuelo*

Dentro de la geografía de vuelo, también está la “Zona de la geografía de vuelo” como la proyección de la geografía de vuelo en la superficie terrestre.

### 4.7.2. Volumen de contingencia

Volumen de espacio aéreo fuera de la geografía de vuelo en el que se aplican los procedimientos de contingencia, es decir, aquellos procedimientos que tiene por objetivo reducir una situación anómala dentro de la operación, pero durante la cual el piloto tiene todavía control sobre la aeronave.



*Ilustración 30: Volumen operacional*

### 4.7.3. Volumen operacional

Es la combinación de la geografía de vuelo y del volumen de contingencia. El volumen de operación contempla las posibles desviaciones menores respecto a la geografía de vuelo.

#### 4.7.4. Zona de prevención de riesgos en tierra

Zona en la superficie terrestre que rodea el volumen operacional y que se especifica para minimizar el riesgo que entraña para terceros en la superficie terrestre una aeronave no tripulada que salga del volumen operacional.

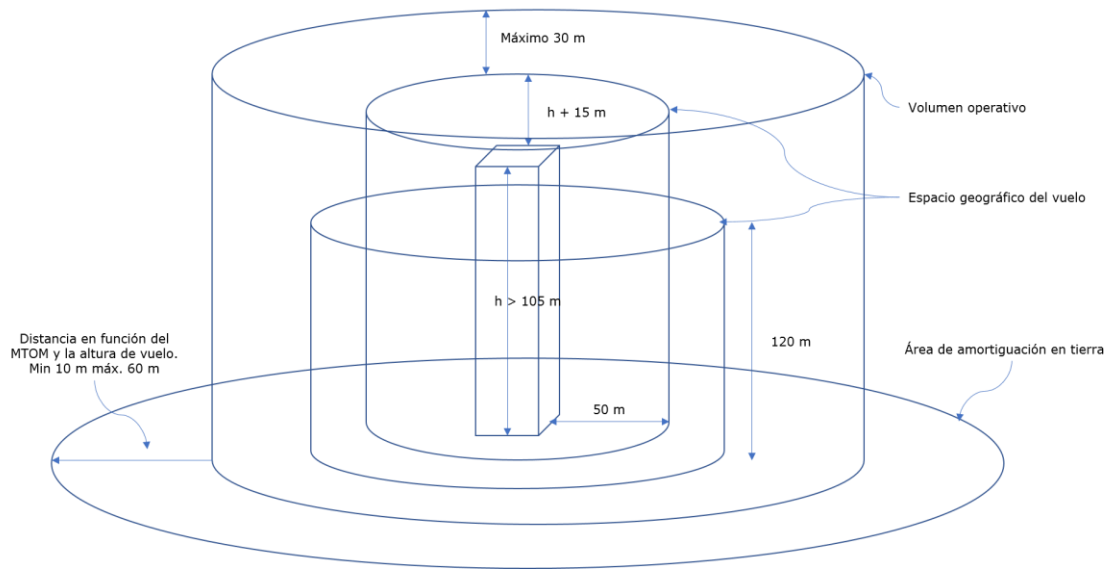


Ilustración 31: Volúmenes operacionales

Es la zona sobre la superficie terrestre en la que consideramos que, si el UA sale volumen operacional, generalmente como consecuencia de una emergencia, podría generarse un daño a personas, animales o cosas en tierra.

Uno de los métodos para calcular la distancia de riesgo en tierra es la siguiente tabla:

Altura máxima de vuelo	Distancia mínima	
	MOTM hasta 10 Kg	MTOM mayor de 10 Kg
30 m	10 m	20 m

60 m	15 m	30 m
90 m	20 m	45 m
120m	25 m	60 m

*Tabla 5: Distancias riesgo en tierra*

## 4.8. Definición de los volúmenes operacionales

Para establecer la geografía del vuelo, que abarca la operación normal, deberían contemplarse:

- errores de posicionamiento.
- precisión y habilidad del piloto o de los sistemas de autopiloto.
- error en la definición de las trayectorias.
- cualquier riesgo particular relevante (por ejemplo, granizo, hielo, nieve, interferencia electromagnética, etc.).

Para definir el volumen de operación se tendrá en cuenta:

- la capacidad de mantener la posición de la UAS en el espacio 4D (latitud, longitud, altura y tiempo). En particular, debe tener en cuenta la precisión de la solución de navegación utilizada, los posibles errores técnicos durante el vuelo de la UAS, el error de definición de la ruta (ej. error del mapa) o latencias;
- Si se va a establecer un área controlada en tierra o no.

Esta se define en la metodología SORA como el área operacional prevista en tierra que solo involucra a participantes activos, si los hubiera. Las áreas controladas en tierra se consideran una mitigación estratégica al riesgo en tierra, de forma similar al espacio aéreo segregado, correspondiéndose al operador la responsabilidad de garantizar que no haya participante no involucrados en la operación en dicha área.

Se definen los participantes activos como aquellas personas directamente involucradas en la operación de la UAS o plenamente conscientes de que la operación de la UAS se está llevando a cabo en sus proximidades y, por

tanto, son plenamente conscientes de los riesgos asociados a dicha operación y los han aceptados.

Los participantes activos se encuentran informados apropiadamente y son capaces de seguir procedimientos eficaces de emergencia y/o planes de contingencia.

- El margen de riesgo en tierra asociado a la regla 1:1 (altura de vuelo: distancia de seguridad en tierra), según la cual se debe mantener un margen horizontal igual a la altura de la aeronave en operación.

Para establecer el volumen de contingencia, que abarca la situación anormal, deberían tenerse en cuenta los diferentes procedimientos y sistemas, tales como:

- Vuelta a casa (RTH: Return to Home).
- espera en estacionario (ej. Multirroto, helicóptero) o esperar dando vueltas alrededor de un punto (ej. loitering).
- aterrizaje automático o en un lugar determinado.
- distancias en caso de control manual.
- debe incluirse el área que se necesitará debido a la activación de los sistemas incorporados.

Para establecer los márgenes de riesgo en tierra, que abarca la situación de emergencia, deberían considerarse los diferentes procedimientos y sistemas, tales como:

- aterrizaje inmediato;
- sistemas de reducción de energía de impacto (ej. paracaídas);
- debe incluirse el área que se necesitará debido a la activación de los sistemas de emergencia. A la hora de definir estos márgenes, se puede plantear mediante:
  - distancias simples: cálculo incluyendo habilidad del piloto, performances de las aeronaves, sistemas de terminación segura del

vuelo y de emergencia, y su sistema de activación, etc. En cualquier caso, debe cumplirse, al menos, la mencionada regla 1:1.

- tabulando velocidades, utilizando, por ejemplo, valores del viento de cola en las filas y la altura de vuelo en las columnas.

Debemos tener en cuenta las distancias que se establecen en la normativa nacional, las cuales pueden servir de base para plantear las del estudio aeronáutico de seguridad:

- Aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o reuniones de personas aire libre.

Estas operaciones deberán realizarse sobre zonas acotadas en la superficie en las que la autoridad competente a tales efectos haya limitado el paso de personas o vehículos o, en otro caso, manteniendo una distancia horizontal mínima de seguridad de 50 m respecto de edificios u otro tipo de estructuras y respecto de cualquier persona, salvo personal del operador o personal que esté involucrado en el desarrollo de la operación.

- Aeródromos.

La operación debe realizarse fuera de la zona de tránsito de aeródromo y a una distancia mínima de 8 km del punto de referencia de cualquier aeropuerto o aeródromo y la misma distancia respecto de los ejes de las pistas y su prolongación, en ambas cabeceras, hasta una distancia de 6 km contados a partir del umbral en sentido de alejamiento de la pista, o, para el caso de operaciones más allá del alcance visual del piloto (BVLOS), cuando la infraestructura cuente con procedimientos de vuelo instrumental (IFR), a una distancia mínima de 15 km de dicho punto de referencia.

- Infraestructuras.

En todo caso, el sobrevuelo de instalaciones e infraestructuras de la industria química, transporte, energía, agua y tecnologías de la información y comunicaciones deberá realizarse a una altura mínima sobre

ellas de 50 m, y a un mínimo de 25 m de distancia horizontal de su eje en caso de infraestructuras lineales y a no menos de 10 m de distancia respecto de su perímetro exterior en el resto de los casos, salvo permiso expreso de su responsable para operar en esta zona de protección.

A la hora de definir los diferentes volúmenes, se pueden establecer valores concretos o, simplemente, definir qué criterios se considerarán para establecerlos. Por ejemplo, se podrán tabular en función de la velocidad de operación de la UAS, las performances de la UAS, etc. Por su parte, las distancias horizontales deben plantearse teniendo en cuenta los tiempos de reacción, las ráfagas de viento, etc.