

MATERIAL ORIENTATIVO RELATIVO JUSTIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTENCIÓN BÁSICA Y MEJORADA SEGÚN EL PASO 9 DE SORA

Versión 1 (06/06/2023)



REGISTRO DE EDICIONES

EDICIÓN	Fecha de APLICABILIDAD	MOTIVO DE LA EDICIÓN DEL DOCUMENTO
01	06/06/2023	Primera Edición

REFERENCIAS

CÓDIGO	TÍTULO
N/A	Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, de 24 de mayo de 2019
UAS-OPR-P01-DT01_Ed.3	Guía Manual de Operaciones
UAS-OPR-P01-DT08_Ed.1	Guía contención mejorada.(paso.9.SORA)
UAS-OPR-P01-DT05_Ed.2	Guía mitigaciones GRC
UAS-OPR-P01-DT06_Ed.2	Anexos mitigaciones y OSOs
UAS-OPR-P01-DT03_Ed.3	Guía justificación OSOs SAIL I
UAS-OPR-P01-DT04_Ed.4	Guía justificación OSOs SAIL I

LISTADO DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
AESA	Agencia Estatal para la Seguridad Aérea
EASA	European Union Aviation Safety Agency
MoC	Means of Compliance
FTS	Flight Termination System
UAS	Unmanned Aerial System
ARC	Air Risk Class
GRC	Ground Risk Class
MTOM	Maximum Take-Off Weight
CSC	Combination Stick Command



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	SIN REQUISITOS DE CONTENCIÓN	6
3.	REQUISITOS DE CONTENCIÓN BÁSICA.....	6
3.1.	Caso 1: justificación de la contención básica por medio de declaración responsable.....	6
3.1.1.	<i>Nivel de integridad.....</i>	6
3.1.2.	<i>Nivel de garantía.....</i>	7
3.1.3.	<i>Documentación a aportar.....</i>	7
4.	REQUISITOS DE CONTENCIÓN MEJORADA	8
4.1.	Caso 2: Justificación de la contención a través del MOC 2511.....	9
4.1.1.	<i>Nivel de integridad.....</i>	9
4.1.2.	<i>Nivel de garantía.....</i>	9
4.1.3.	<i>Documentación a aportar.....</i>	9
4.2.	Caso 3: Justificación de la contención mejorada a través de verificación de diseño.	13

1. INTRODUCCIÓN

Esta guía pretende aportar información en cuanto a la definición de requisitos para justificar el tipo de contención requerida.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 11 del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, relativo a las normas y procedimientos para llevar a cabo una evaluación del riesgo operacional, los operadores de UAS deben evaluar el riesgo de una pérdida del control de la operación, que resulte en incursión en el espacio aéreo adyacente, que es aquella zona/volumen que se ubica después del margen de riesgo en tierra.

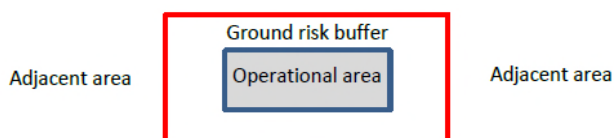


Figura 1. Volumen operacional

Por lo tanto, el objetivo de esta guía es aportar información para:

Definir cuándo se considera que no existen requisitos de contención. Cuando no se pueda justificar ni contención básica ni mejorada, el área adyacente deberá tener en cuenta esta situación siendo por tanto mayor. La contención ha de ser entendida como una serie de **requisitos técnicos y procedimientos operacionales** que permitan cumplir con los objetivos de contención.

Definir los requisitos necesarios para justificar **contención básica**, así como la documentación que se debe aportar para acreditarlo.

Definir los requisitos necesarios para justificar **contención mejorada**, los diferentes métodos con los que se puede justificar este tipo de contención, así como la documentación que se debe aportar para acreditarlo en cada uno de los casos.

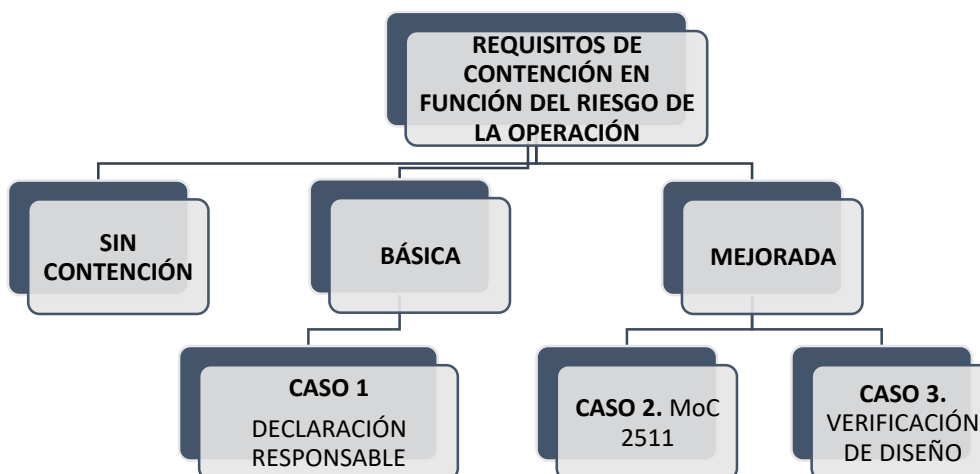


Figura 2. Esquema Tipo de contención

2. SIN REQUISITOS DE CONTENCIÓN

Este caso se da cuando no se cumplen los requisitos de contención básicos o los requisitos de contención mejorada.

Coincide con los casos de equipos comerciales o de fabricación propia, que no poseen ningún sistema redundante e independiente al autopiloto para terminar el vuelo y donde la terminación del vuelo se realiza a través de la propia unidad de control (mando). Habitualmente se asocia al corte de motores mediante maniobra CSC.

3. REQUISITOS DE CONTENCIÓN BÁSICA

El FTS debe estar separado de la arquitectura del sistema de control de vuelo del UAS. Dicha segregación debe ser simplemente verificable y cumplir con:

- **Segregación del segmento en aire:** El segmento aéreo del FTS debe estar separado de la arquitectura del sistema de control de vuelo del UAS y de cualquier otro elemento de dicha arquitectura cuyo fallo pueda inducir una pérdida de control, a menos que dicha falla solo provoque una caída en el volumen operativo o en la protección contra riesgos en tierra. Si el FTS se activa automáticamente, esta debe ser provocada por sistemas que no se utilicen para el control de la operación de UAS dentro del volumen operativo.
- **Segregación del segmento en tierra:** La unidad utilizada para activar el FTS debe estar separada funcionalmente de la Unidad de Mando (CU) utilizada para el control del UAS durante la operación
- **Diversidad de frecuencias:** Cuando se utilicen radiofrecuencias para iniciar la finalización del vuelo, la banda de frecuencias utilizada por el FTS debe estar separada de la banda de frecuencias utilizada para el control de UAS.

El FTS se puede activar de forma manual y/o automática. En el caso de activación manual, el sistema incluirá un segmento terrestre y uno aéreo (es decir, a bordo).

3.1. Caso 1: justificación de la contención básica por medio de declaración responsable

3.1.1. Nivel de integridad.

Para justificar el nivel de integridad, se debe cumplir que ningún fallo probable del UAS o de cualquier sistema externo que soporte la operación conduzca a una operación fuera del volumen operacional.

3.1.2. Nivel de garantía

Para justificar el nivel de garantía, el operador debe analizar tanto el diseño y funcionamiento de los sistemas, de modo que se evite que el UAS exceda el volumen operacional, como disponer de procedimientos operacionales que permitan el correcto funcionamiento de la contención básica y realizar una declaración responsable de que el sistema cumple con los requisitos.

3.1.3. Documentación a aportar

Para justificar el nivel básico de contención del FTS¹ (Flight Termination System o sistema de terminación segura del vuelo), el operador ha de presentar la siguiente documentación en la que se incluyan los siguientes apartados:

3.1.3.1. Declaración responsable

El operador debe de presentar una declaración responsable en la que se indiquen que:

- Se dispone de los procedimientos adecuados para contener la aeronave dentro del volumen operacional.
- Las características técnicas de los UAS son tales que hacen poco probable que el UAS exceda el volumen operacional.

3.1.3.2. Documento técnico

En este documento se deben de explicar las capacidades del equipo para mantenerse dentro del volumen operacional.

Este documento técnico puede estar basado en documentación del fabricante en la que se describan las características técnicas que hagan poco probable que el UAS exceda el volumen operacional (Caracterización, Manual de usuario, etc.).

3.1.3.3. Manual de operaciones

En el manual de operaciones de deben incluir al menos los siguientes apartados. El formato UAS-OPR-P01-DT01-F02_v1 proporcionado por AESA puede servir de guía al operador para cumplimentar estos apartados.

- Apartado 4 Anexo ConOps: Medios técnicos utilizados (en términos generales, describen sus principales características, rendimiento y limitaciones, incluyendo un sistema de terminación de vuelo seguro).
- Apartado 6 Anexo ConOps: Programa de formación y verificación para el personal a cargo de la preparación y /o ejecución de las operaciones de UAS, así como para los observadores

¹ Los sistemas FTS son sistemas que permiten terminar el vuelo de forma segura y/o controlada y se componen de un segmento aéreo y otro terrestre. Estos sistemas pueden consistir en una parada de motores, paracaídas, etc.

visuales, cuando corresponda, y para la formación de procedimientos de emergencia de activación de la terminación de vuelo.

- Apartado 7 Anexo ConOps: Formatos de registros de formación y actualización de formación del personal de mantenimiento.
- Apartado 7 Anexo ConOps: Mantenimiento relativo al FTS
- Apartado 7 Anexo ConOps: Instrucciones de mantenimiento necesarias para mantener el UAS en condiciones seguras, cubriendo las instrucciones y requisitos de mantenimiento del fabricante del UAS y del dispositivo de terminación de vuelo. Dentro de las mismas incluyendo:
 - Revisiones para verificar la fiabilidad del sistema FTS
 - Instrucciones de Montaje de los FTS o de equipos instalados en caso de no formar parte del UAS original,
- Apartado 8 Anexo ConOps: La inspección prevuelo del UAS, elaborada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (si están disponibles) o referencia al manual de usuario de la aeronave al apartado de la inspección prevuelo y que contenga adicionalmente una comprobación de los sistemas requeridos para la operación en función del ConOps (Dispositivo FTS). [Anexo 11]
- Apartado 10 Anexo ConOps: Procedimientos de emergencia (que cubran las situaciones de activación del FTS).

4. REQUISITOS DE CONTENCIÓN MEJORADA

La operación requerirá una contención mejorada, si se cumple alguna de las siguientes combinaciones:

1. Las áreas adyacentes:
 - Contienen **concentraciones de personas**, excepto si el UAS está aprobado para volar sobre concentraciones de personas.
2. Los volúmenes adyacentes:
 - Son **ARC-d**, excepto si el ARC residual de la operación, ya es ARC-d.
3. El volumen operacional está en una “**zona poblada**” donde:
 - La mitigación M1 ha sido utilizada para reducir el GRC.
 - La operación se realiza sobre una “**zona terrestre controlada**”.

4.1. Caso 2: Justificación de la contención a través del MOC 2511

El documento [Means of Compliance with Light-UAS.2511 Containment \(MoC 2511\)](#) es aplicable en operaciones en la categoría específica **hasta SAIL II** de acuerdo a la metodología SORA para UAS cuya dimensión característica sea **igual o inferior a tres metros**.

La autoridad competente puede aceptar la aplicación de este MoC para dimensiones más altas cuando la energía cinética o la velocidad son lo suficientemente bajas (normalmente por debajo de 34 kJ o 35 m/s respectivamente). En este caso el operador debe presentar una propuesta justificativa para su valoración.

La justificación de la contención mejorada en base al MoC 2511 se podrá evidenciar mediante una declaración responsable del operador hacia la autoridad competente apoyada en documentación elaborada a partir de test y pruebas, según se indica en el propio medio aceptable de cumplimiento.

4.1.1. Nivel de integridad

Para justificar el nivel de integridad, el UAS deberá estar diseñado cumpliendo con los requisitos del MoC 2511 y que la autoridad competente considere adecuados de manera que:

- la probabilidad de que la UA abandone el volumen operativo debe ser inferior a $10^{-4}/FH$; y
- ningún fallo único del UAS o de cualquier sistema externo que apoye la operación debe dar lugar a su funcionamiento fuera del margen de riesgo en tierra.

Los aspectos anteriores deben justificarse mediante análisis y/o datos de prueba con evidencia de respaldo.

4.1.2. Nivel de garantía

El operador debe de presentar una declaración responsable en la que se indique que cumple con los requisitos necesarios para justificar el nivel de garantía para la contención mejorada. Adicionalmente a la declaración responsable, el operador debe de disponer de la **documentación necesaria que apoye dicha declaración**.

El rendimiento del FTS debe verificarse con un conjunto de test y pruebas.

4.1.3. Documentación a aportar

Para justificar el nivel avanzado de contención el operador ha de presentar la siguiente documentación.

4.1.3.1. Declaración responsable

El operador debe de presentar una declaración responsable indicando que el UAS cumple con los requisitos de integridad y garantía de la contención mejorada.

4.1.3.2. Documento técnico del FTS

El operador ha de elaborar un documento técnico en el que se incluya:

- una descripción de alto nivel de la arquitectura FTS, incluyendo los esquemas eléctricos del componente.
- la instalación de FTS en el UAS incluyendo los esquemas de funcionamiento del sistema y la independencia, separación y redundancia con respecto al sistema de control del UAS;

4.1.3.3. Manual de Operaciones:

Este debe de incluir al menos los apartados descritos en el apartado 3.1.1.3 de este documento.

4.1.3.4. Evidencias de haber realizado la validación del FTS por medio de test

La documentación relativa a los test y pruebas debe contener los siguientes datos:

- fecha y hora de la prueba
- la configuración de la prueba, incluido los datos del FTS y el equipo de prueba utilizado.

Cuando no se pase alguna prueba (FTS no activado, no activado correctamente o activado erróneamente), el documento debe registrar el análisis de la causa raíz y la investigación del fallo, y determinar las modificaciones aplicadas al FTS y/o configuración del equipo de prueba necesarias, obtenidas a partir de la investigación

Las pruebas y/o test deben de realizarse conforme a lo indicado en el documento [Means of Compliance with Light-UAS.2511 Containment](#).

En concreto, se deben llevar a cabo las siguientes pruebas o test:

a) Test en banco de pruebas

Estas pruebas deben realizarse con el FTS **desinstalado** en un entorno controlado.

Cuando se active manualmente, el operador debe activar la función de terminación en la unidad de tierra y observar que el receptor FTS recibe la señal de terminación de forma correcta.

Cuando se active automáticamente, debería probarse la activación correcta de la señal de terminación proporcionando como entrada al FTS aquellas condiciones que causarían su activación en vuelo.

El solicitante deberá realizar una serie de pruebas que considere adecuadas sobre la base de la complejidad del sistema FTS empleado. Se deben realizar al menos diez (10) pruebas de activación.

Estas pruebas en banco se consideran aprobadas cuando el conjunto completo de las mismas se pasa de forma consecutiva.

b) Test en tierra después de la integridad del FTS en el UAS

Estas pruebas deben demostrar la activación adecuada del FTS **instalado en el UAS** y que se obtiene el efecto deseado en la aeronave. Si el FTS se activa desde tierra durante la operación real, las pruebas deben ser tales que permitan probar la **distancia operativa máxima** del UAS desde la

antena que transmite la orden de terminación del vuelo. La unidad FTS de tierra debe estar conectada con la antena como en el caso operativo real.

Cuando se active automáticamente, se debe probar la activación correcta de la señal de terminación proporcionando como entrada al FTS aquellas condiciones que causarían su activación en vuelo. En este caso, la activación debe verificarse para un conjunto de condiciones que cubran uniformemente todo el espectro de señal sobre este tipo de activación, al tiempo que limitan la realización de pruebas para un nivel de detalle excesivo.

Cuando el FTS despliega un paracaídas, se permite la no instalación del paracaídas, por lo que sería suficiente asegurarse de que se activa la terminación del vuelo y que la señal que provoca el despliegue del paracaídas se recibe correctamente (sin causar realmente el despliegue del paracaídas).

El número de pruebas realizadas debe ser adecuado a la complejidad del FTS instalado en el UAS. Se deben realizar al menos diez (10) activaciones.

Estas pruebas en tierra se pueden considerar aprobadas cuando el conjunto completo de las mismas se pasa consecutivamente.

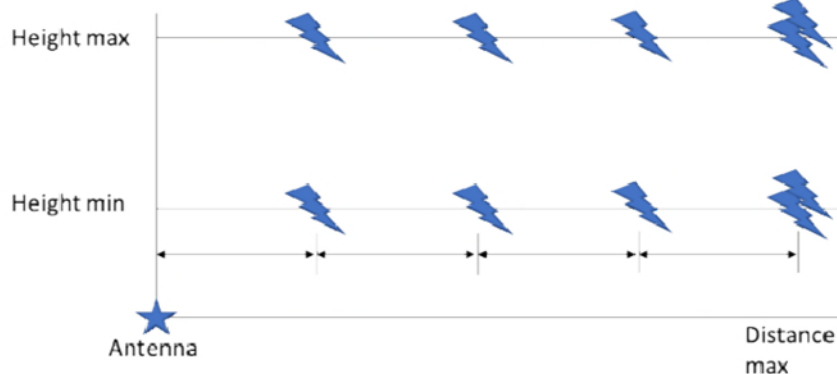
c) Test de vuelo

Las pruebas de vuelo deben llevarse a cabo en escenarios de bajo riesgo (típicamente: una operación VLOS en un lugar de prueba sobre un área terrestre controlada, donde la probabilidad de encontrar otra aeronave es insignificante y con muy bajo riesgo en áreas adyacentes). Las pruebas de vuelo no se consideran necesarias para UAS con MTOW < 900 gramos, a menos que se utilicen en lugar de las pruebas en tierra.

Las pruebas de vuelo deben demostrar la activación adecuada del segmento a bordo del FTS, sin embargo, se puede organizar una configuración no destructiva representativa (por ejemplo, grabación digital de la señal FTS que normalmente interrumpiría la conexión de energía a los motores cuando se activa el FTS, evitando que dicha señal en realidad ordene la interrupción de la alimentación durante las pruebas).

Debería demostrarse que cada activación desde tierra, en el que se suponga que el FTS se acciona automáticamente, daría como resultado una terminación de vuelo correcta. Se deben probar los siguientes escenarios mínimos:

- UAS volando recto y nivelado hacia o alejándose de la antena que transmite la señal de terminación, a la altura mínima y máxima esperada durante la operación (excluyendo los tramos de ascenso y descenso). Deben activarse al menos 10 activaciones:
 - pruebas a la altura mínima, 2 de los cuales prueban la distancia máxima de operación a esa altura, los otros 3 con una distribución aproximadamente igual como se muestra a continuación;



- pruebas a la altura máxima, 2 de los cuales prueban la distancia máxima de operación a esa altura, los otros 3 con una distribución aproximadamente igual a la anterior;
- UAS volando recto y nivelado en una dirección perpendicular a la de las pruebas anteriores, las mismas alturas que las anteriores, la misma distribución que las anteriores;
- En caso de activación automática del sistema FTS, las condiciones/escenario establecido para la activación deberían conducir a la terminación automática aproximadamente con las distancias y patrones anteriores.

d) Test de vida útil

Estas pruebas tienen como objetivo evaluar el correcto funcionamiento del sistema FTS integrado en un UAS particular **a lo largo de toda la vida del UAS**.

Las pruebas deberían llevarse a cabo utilizando la misma combinación FTS-UAS que haya sido objeto de las pruebas especificadas en los test en tierra y en aire.

El número de activaciones (activación del FTS y observación del correcto funcionamiento) debe ser igual al **número de activaciones esperadas del FTS durante toda su vida útil** (teniendo en cuenta las comprobaciones previas al vuelo, las comprobaciones de mantenimiento, las comprobaciones de vuelta al servicio). El lapso de tiempo en el que se realicen dichas pruebas dependerá de la organización de las pruebas (es decir, las activaciones se pueden realizar en una secuencia rápida, considerando que la unidad podría necesitar descansar lo suficiente para evitar efectos adversos).

La información sobre este número máximo de activaciones se debe proporcionar en el manual de mantenimiento del propio sistema FTS.

La serie de ensayos no debe reiniciarse sin que se haya registrado y analizado el evento del fallo, si el mismo ha ocurrido durante estas pruebas.

Las pruebas se considerarán superadas únicamente cuando se hayan superado **todas las pruebas**, en concreto, las realizadas en banco, en tierra, en vuelo y de extremo a extremo o test de vida útil, ejecutadas consecutivamente de acuerdo con lo indicado en el propio MoC. Cualquier fallo requerirá un análisis de la causa raíz que lo provocó, una posible modificación del sistema, justificación de dicha modificación y registro en la documentación, y, por lo tanto, una re-ejecución de las pruebas a partir de los test en banco realizadas con anterioridad.

Para más información consultar [Means of Compliance with Light-UAS.2511 Containment](#).



4.2. Caso 3: Justificación de la contención mejorada a través de verificación de diseño.

En caso de que el operador quiera utilizar esta vía, EASA ha publicado una guía para operadores, fabricantes y autoridades que explica el proceso para la verificación de diseño. Por lo tanto, se debe de actuar conforme a lo establecido en el siguiente documento:

<https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-issues-guidelines-design-verification-drones-operated>