



Concepto Normativo

1) Conceptos básicos

2) Contexto histórico

3) Marco normativo

- a) Reglamento Delegado (UE) 2019/945 de la Comisión
- b) Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión
- c) Real Decreto de UAS 517/2024

4) Definiciones importantes

5) Procedimientos principales aplicables al uso de UAS

- a) Categorías de operación y clases de UAS
 - I. Categoría «abierta»
 - II. Categoría «específica»
 - III. Categoría «certificada»



- b) Edades mínimas de operadores de UAS y de pilotos a distancia
 - I. operador de UAS
 - II. Pilotos a distancia
- c) Registro y responsabilidades del operador de UAS
 - I. Registro del operador de UAS
 - II. Responsabilidades del operador de UAS en categoría «abierta»
- d) Responsabilidades del piloto UAS en categoría «abierta»



➡ Conceptos básicos

✂ UAS, RPAS, dron o aeromodelo

Se usan diferentes términos para referirnos a las aeronaves no tripuladas, pero ¿qué diferencias hay entre ellos?

- UAS «sistema de aeronave no tripulada»

Aeronave no tripulada y el equipo para controlarla de forma remota. El término UAS engloba los RPAS y las aeronaves autónomas (el piloto a distancia no puede intervenir durante el vuelo).



- RPAS «Sistema de aeronave pilotada por control remoto»

Aeronave pilotada a distancia, su estación, los enlaces requeridos de mando y control y cualquier otro componente según lo indicado en el diseño de la aeronave.



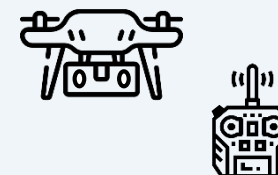
➡ Conceptos básicos

✂ UAS, RPAS, dron o aeromodelo

Se usan diferentes términos para referirnos a las aeronaves no tripuladas, pero ¿qué diferencias hay entre ellos?

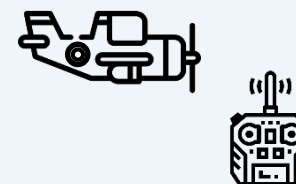
- **Aeronave no tripulada**

Cualquier aeronave que opere o esté diseñada para operar de forma autónoma o para ser pilotada a distancia sin un piloto a bordo.



- **Dron (*drone* en inglés)**

Palabra coloquialmente usada para referirse en general a todas las aeronaves no tripuladas.



- **Aeromodelo**

Aeronave de tamaño reducido pilotado a distancia usada principalmente para vuelos deportivos o experimentales.



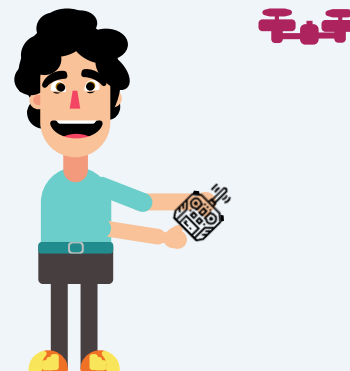
Por lo tanto, los términos RPAS, dron o aeromodelo están englobados dentro del concepto de UAS. **En los Reglamentos (UE) 2019/945 y (UE) 2019/947 siempre se usará el termino UAS.**



➡ Conceptos básicos

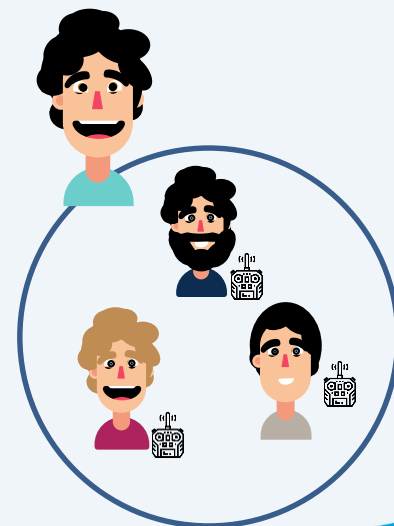
✂ Piloto a distancia

Es toda persona física responsable de la conducción segura del vuelo de un UAS mediante la utilización de sus mandos de vuelo, ya sea manualmente o, cuando la aeronave vuele de forma automática, mediante la supervisión de su vuelo (rumbo, velocidad, altura, entorno...), siendo capaz de intervenir y cambiar los parámetros de vuelo (rumbo, velocidad y/o altura) en cualquier momento.



✂ Operador de UAS

Es cualquier persona, física o jurídica, que sea propietaria de un UAS o lo alquile. Una persona puede ser operador y piloto si esa misma persona es quien vuela el UAS. Sin embargo, **se puede ser piloto a distancia sin necesidad de ser operador**, por ejemplo si el piloto trabaja para una compañía que ofrece servicios con UAS.



En aquellos casos en los que un piloto a distancia utiliza un UAS para volar en su tiempo libre, esa persona también es un operador de UAS.



➡ Conceptos básicos

✂ EASA – Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea

EASA es la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea, cuya principal función es unificar los estándares comunes en todos los Estados miembros para velar por la seguridad de las operaciones en la aviación civil.



Esta estandarización se consigue mediante la redacción de normas comunes de aplicación en todos los estados miembros. Por ello, para la estandarización en materia de UAS han desarrollado los Reglamentos (UE) 2019/947 y (UE) 2019/945.

✂ AESA – Agencia Estatal de Seguridad Aérea

AESA es el organismo estatal que vela por el cumplimiento de las normas de aviación civil en el conjunto de la actividad aeronáutica en España, promueve el desarrollo y aplicación de la legislación aeronáutica, tanto nacional como internacional, para conseguir aportar seguridad, calidad y sostenibilidad al sistema de aviación civil nacional.



En caso de incumplimiento de las normas de aviación civil en territorio nacional, AESA es quien tiene la potestad sancionadora.



Contexto histórico



Hasta el año 2014, el uso de RPAS en España no estaba regulado, y es en ese año cuando se aprueba la **Ley 18/2014**. En el artículo 50 de dicha Ley se detallaban los requisitos para las operaciones con RPAS y para los pilotos remotos.



A finales del 2017 entra en vigor el **Real Decreto 1036/2017** (normativa nacional), con la cual se regula el uso civil de RPAS en España, y se deroga el artículo 50 de la Ley 18/2014.



En junio de 2019, entran en vigor dos reglamentos desarrollados por EASA para regular los UAS, así como su utilización en todos los Estados miembros:

- **Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión**
- **Reglamento Delegado (UE) 2019/945 de la Comisión**



El 25 de junio de 2024 entra en vigor el **Real Decreto 517/2024**, por el cual se desarrolla el régimen jurídico para la utilización civil de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), y se deroga el Real Decreto 1036/2017.



Marco Normativo

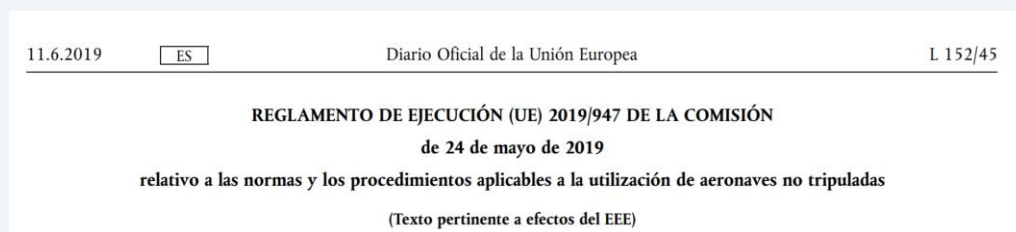
EASA ha desarrollado el **Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947** y el **Reglamento Delegado (UE) 2019/945**, publicados por la Comisión en 2019, en los cuales regula la utilización de UAS y los sistemas de aeronaves no tripuladas en los Estados miembros.

Adicionalmente, EASA ha publicado Material Guía (GM) y Medios Aceptables de Cumplimiento (AMC) que ayudan a comprender e implementar estos Reglamentos.

Los Reglamentos son vinculantes en su totalidad; por el contrario, el Material Guía (GM) y los Medios Aceptables de Cumplimiento (AMC) no son vinculantes.

Por lo tanto, los mencionados Reglamentos publicados por la Comisión son **de aplicación directa en todos los Estados miembros de EASA** (31 Estados de Europa).

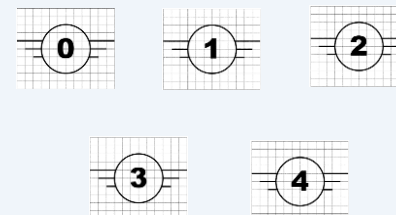
Dichos Reglamentos se pueden encontrar en la **web del Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)**: www.eur-lex.europa.eu.



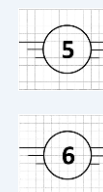
⇒ Marco Normativo

⌘ Reglamento Delegado (UE) 2019/945

- Establece los requisitos para el diseño y fabricación de UAS destinados a ser utilizados con arreglo a las condiciones definidas en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947. Definición de requisitos para UAS de clase C0, C1, C2, C3 y C4.
- Define los tipos de UAS cuyo diseño, producción y mantenimiento están sujetos a certificación.
- Establece normas relativas a la comercialización de los UAS destinados a ser utilizados en la categoría «abierta» (definido más adelante), y de accesorios de identificación a distancia.
- Establece normas aplicables a operadores UAS de terceros países (Estados no miembros de EASA), cuando realicen operaciones con UAS dentro del espacio aéreo del cielo único europeo («SES», por sus siglas en inglés de «*Single European Sky*»).



Este reglamento ha sido modificado por el **Reglamento Delegado (UE) 2020/1058** para, entre otras modificaciones, introducir dos nuevas clases de sistemas de aeronaves no tripuladas (Clases C5 y C6), que serán las clases utilizadas en los escenarios estándar europeos.



Marco Normativo

Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947

Establece disposiciones detalladas sobre la **utilización de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), así como para el personal, incluidos los pilotos a distancia, y las organizaciones** que participan en las operaciones con UAS. Este Reglamento ha sido modificado por:

- El **Reglamento de Ejecución (UE) 2020/639**, para, entre otros cambios, introducir los requisitos para operaciones en categoría «específica» bajo un escenario estándar (STS). Además, también ha sufrido modificaciones en lo que respecta al aplazamiento de las fechas de aplicación de determinadas medidas:
- El **Reglamento de Ejecución (UE) 2020/746**, en lo que respecta al aplazamiento de las fechas de aplicación de determinadas medidas debido a la pandemia de COVID-19.
- El **Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1166**, en cuanto al aplazamiento de la fecha de aplicación de los escenarios estándar europeos (3/12/23), y el requisito obligatorio de luces verdes nocturnas y el sistema de identificación a distancia (1/7/22).

Todas las modificaciones indicadas anteriormente han sido recogidas en el texto consolidado publicado en la **web del Diario Oficial de la Unión Europea**.



Marco normativo

Real Decreto 517/2024

Tiene por objeto establecer el régimen jurídico en aquellos aspectos en los cuales los Reglamentos de Ejecución y el Delegado dejan la potestad de regular a los Estados miembros, o bien, directamente no regulan en estos aspectos. Modifica además aspectos importantes como los que se mencionan a continuación:

- Modifica las **condiciones de obligatoriedad de un seguro mínimo** para los UAS.
- Modifica las **edades mínimas** para los pilotos a distancia.
- Se crea el **Registro de aeronaves del Ministerio del Interior**, debiendo quedar todos los UAS vinculados en todo momento a sus propietarios.
- Se establecen nuevos volúmenes de **zonas geográficas** UAS.
- Se desarrolla el régimen aplicable a las **organizaciones de formación, examen y evaluación** de los pilotos a distancia en **categoría “específica” autorizada**.
- Se designa a AESA como **autoridad notificante** y se concretan sus competencias para el control de la aeronavegabilidad, del personal y de las operaciones de UAS.
- Se establecen los órganos competentes para la designación de zonas geográficas de UAS particulares como **U-Space**, la certificación y supervisión de quienes proveen servicios en estos espacios aéreos.
- Se establece un marco normativo propio aplicable a las **actividades NO EASA**.



Definiciones importantes

Concentraciones de personas

Reuniones en las que las personas no pueden evitar el impacto de un UAS en caída libre debido a la densidad de personas y el espacio en el que se encuentran reunidas.

Consciencia situacional

Es la percepción de uno mismo y su aeronave en relación al ambiente dinámico del vuelo, con capacidad para pronosticar lo que ocurrirá basado en la percepción del entorno (saber y conocer lo que ocurre en cada momento para poder gestionar los riesgos).

Infraestructura crítica

Son las infraestructuras estratégicas que proporcionan servicios esenciales y cuyo funcionamiento es indispensable, por lo que su perturbación o destrucción tendría grave impacto sobre estos servicios (salud, electricidad, agua, transporte, etc.).

Lista de control («*checklist*» en inglés)

Lista de control consistente en un documento en el que se indican un conjunto de tareas preparatorias a realizar normalmente antes de iniciar una operación.



Definiciones importantes

Mercancía peligrosa

Cualquier artículo o sustancia que la aeronave transporte y que pueda suponer un peligro para la salud, la seguridad, los bienes o el medio ambiente en caso de incidente o accidente.

Operación dentro del alcance visual «VLOS» («*Visual line of sight*» en inglés)

Aquellas operaciones con UAS en las que piloto a distancia puede mantener un contacto visual continuo con la aeronave sin la ayuda de instrumentos, y puede controlar la trayectoria de la nave con el fin de evitar colisiones con otras aeronaves, personas y obstáculos.

Operación más allá del alcance visual «BVLOS» (*Beyond Visual line of sight*)

Aquellas operaciones con UAS que **no** se realizan dentro del alcance visual del piloto a distancia.

Observador de la aeronave no tripulada

Persona situada al lado del piloto a distancia que, mediante la observación visual de la aeronave no tripulada sin la ayuda de instrumentos, ayuda al piloto a distancia a mantener dicha aeronave en modo VLOS y a efectuar el vuelo de forma segura.

Observador del espacio aéreo

Persona que asiste al piloto a distancia mediante una observación visual, sin la ayuda de instrumentos, del espacio aéreo en el que se está utilizando la aeronave no tripulada para detectar posibles peligros en el aire.



Definiciones importantes

Persona no participante

Persona que no participa en la operación del UAS o que no está al corriente de las instrucciones y las precauciones de seguridad dadas por el operador.

Rendimiento («*performance*» en inglés)

Conjunto de capacidades ofrecidas por el UAS de acuerdo con el objetivo principal para el que ha sido diseñado.

Entorno urbano

Se consideran «entornos urbanos» aquellos que se circunscriban a alguna de las superficies siguientes:

- a. Núcleos de población con áreas consolidadas por la edificación;
- b. Áreas residenciales, comerciales o industriales cuyos terrenos cuenten, acumulativamente, al menos, con accesos rodados, vías públicas pavimentadas para acceso peatonal, evacuación de aguas y alumbrado público; y
- c. Áreas recreativas, que sean de acceso público y en las existan construcciones o instalaciones, permanentes o eventuales para el ocio, el recreo o el deporte, entre las que, en todo caso, se encuentran los parques o jardines competencia de las Entidades locales y playas que reúnan ambos requisitos.



Definiciones importantes

Sistema de geoconsciencia

Función que, sobre la base de los datos facilitados por los Estados miembros, detecta una posible violación de las limitaciones del espacio aéreo y alerta a los pilotos a distancia para que puedan tomar medidas inmediatas y eficaces para evitar esa violación.



Sistema de identificación a distancia directa (DRI)

Sistema que garantiza la emisión local de información sobre las aeronaves no tripuladas en funcionamiento, incluido el marcado de estas aeronaves, de modo que esta información pueda obtenerse sin acceder físicamente a las aeronaves.

Zona geográfica de UAS

Parte del espacio aéreo establecida por la autoridad competente que facilita, restringe o excluye operaciones de UAS con el fin de gestionar los riesgos para la seguridad, la protección, la privacidad, la protección de datos personales o el medio ambiente. Distinguimos entre zonas geográficas UAS generales y particulares.

Modo sígueme

Modo de funcionamiento de un UAS en el que la aeronave no tripulada sigue constantemente al piloto a distancia dentro de un radio predeterminado.



Categorías de operación y clases de UAS

El Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 define tres categorías de operación con UAS: «abierta», «específica» y «certificada».



«ABIERTA»

Bajo riesgo

**No se requiere
autorización ni
declaración**



«ESPECÍFICA»

Mayor riesgo

**Se requiere declaración
en escenarios estándar
(STS) o autorización**



«CERTIFICADA»

Alto riesgo

**Régimen regulatorio
similar al de aviación
tripulada tradicional**



Categorías de operación y clases de UAS

El Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 define tres categorías de operación con UAS: «abierta», «específica» y «certificada».

Categoría «abierta»

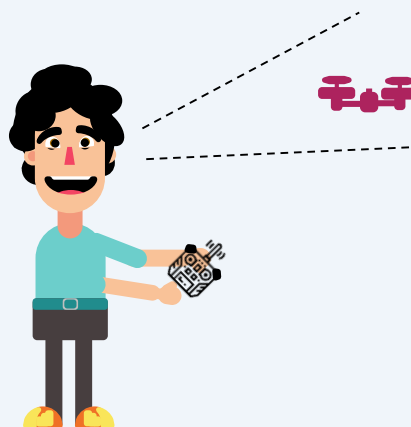
Las operaciones en categoría «abierta» **no estarán sujetas a ninguna autorización previa ni a una declaración operacional** del operador de UAS.



Las operaciones de UAS en categoría «abierta» (A) se dividen en **tres subcategorías A1, A2 y A3**. Para cada una de las subcategorías se definen los UAS que se pueden usar, la formación requerida a los pilotos y las condiciones particulares de vuelo.

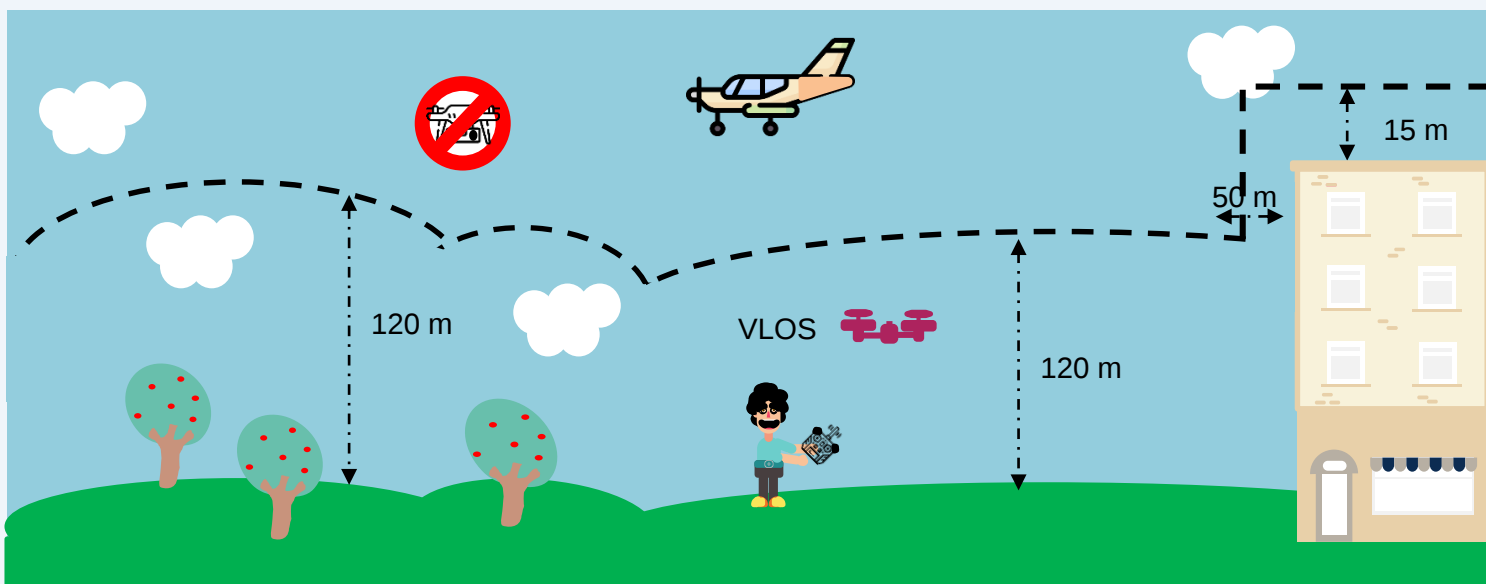
Sin embargo, ciertas **condiciones generales de vuelo son aplicables para las tres subcategorías** de vuelo dentro de la categoría «abierta». Estas condiciones son las siguientes:

1. El piloto a distancia volará siempre en modo **VLOS** (con la aeronave dentro del alcance visual), salvo cuando vuele en modo sígueme o si utiliza un observador de la aeronave no tripulada, en cuyo caso podrá usar dispositivos de visión en primera persona («FPV», por sus siglas en inglés de «*First Person View*»).



✂ Categoría «abierta»

- 2. No se permite el vuelo a una altura superior a 120 m** del punto mas próximo de la superficie. Si una aeronave no tripulada vuela a menos de 50 m, medidos horizontalmente, de un obstáculo artificial de una altura superior a 105 m, la altura máxima de la operación de UAS podrá incrementarse en hasta 15 m por encima de la altura del obstáculo a petición de la entidad responsable del obstáculo.



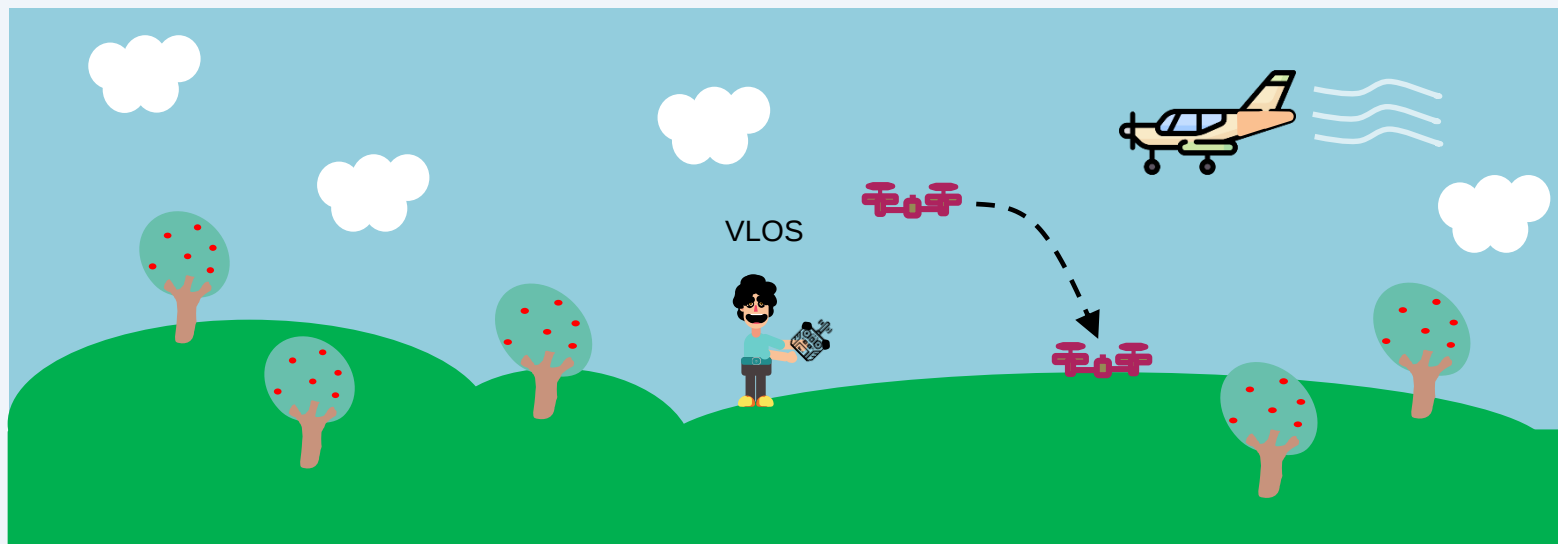
La altura de 120 m sobre el terreno (con su excepción), no debe ser superada ya que el límite inferior de la aviación general es de 150 m, por lo tanto, solo hay 30 m de separación entre la aviación tripulada y los UAS. Para evitar situaciones de conflicto con otras aeronaves, tripuladas o no tripuladas, como norma general, no superar nunca los 120 m de altura.

Esta altura máxima puede ser menor de 120 m si en la zona de vuelo así lo indica la zona geográfica de UAS definida por la autoridad (AESA).



✈ Categoría «abierta»

3. En caso de **conflicto o encuentro con una aeronave tripulada**, el piloto a distancia debe reducir la altura de vuelo, realizar maniobras evasivas en caso de posible colisión con la aeronave tripulada y aterrizar lo antes posible.

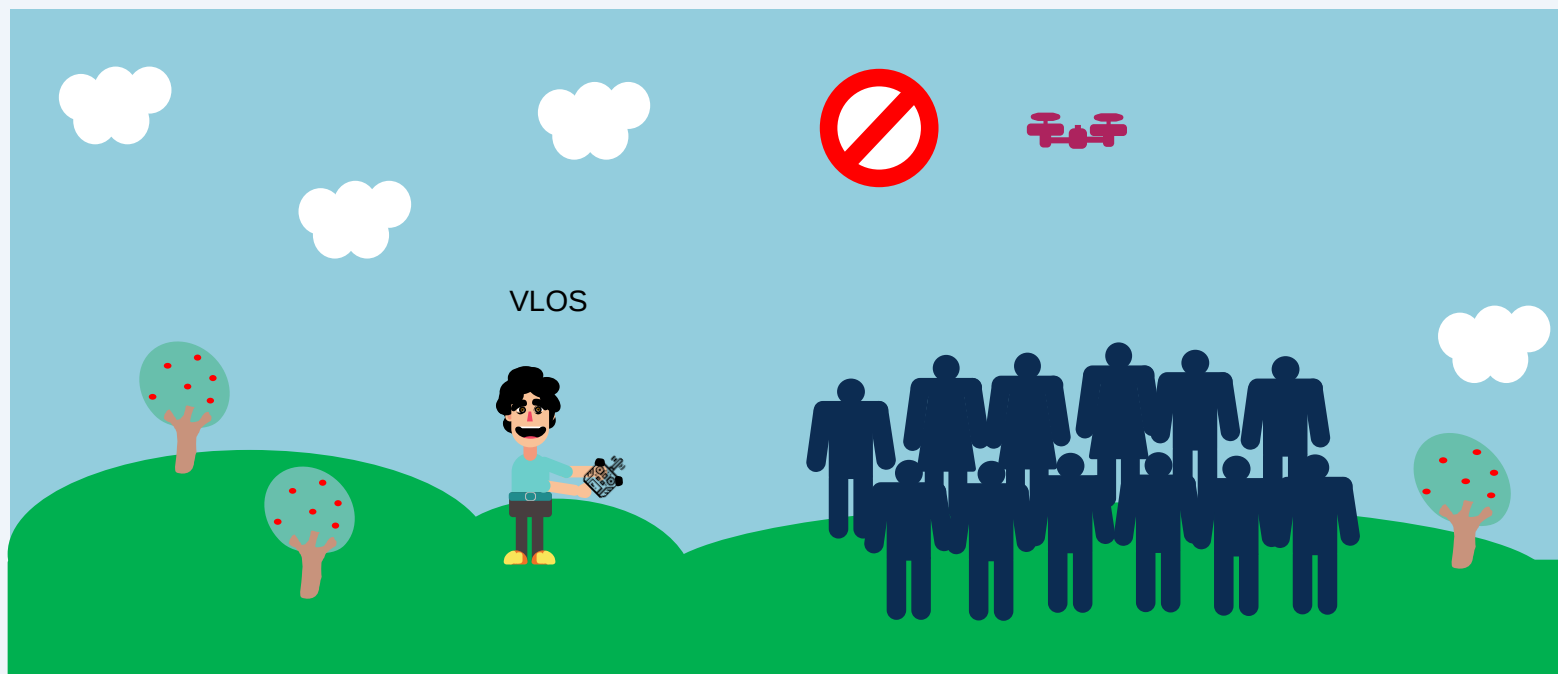


En todo caso, **el piloto a distancia siempre debe interrumpir el vuelo con UAS cuando su continuación pueda suponer un riesgo para la aeronave tripulada.**



✈ Categoría «abierta»

4. **No se permite el sobrevuelo de concentraciones de personas** y se debe mantener una distancia segura con personas no participantes en la operación.

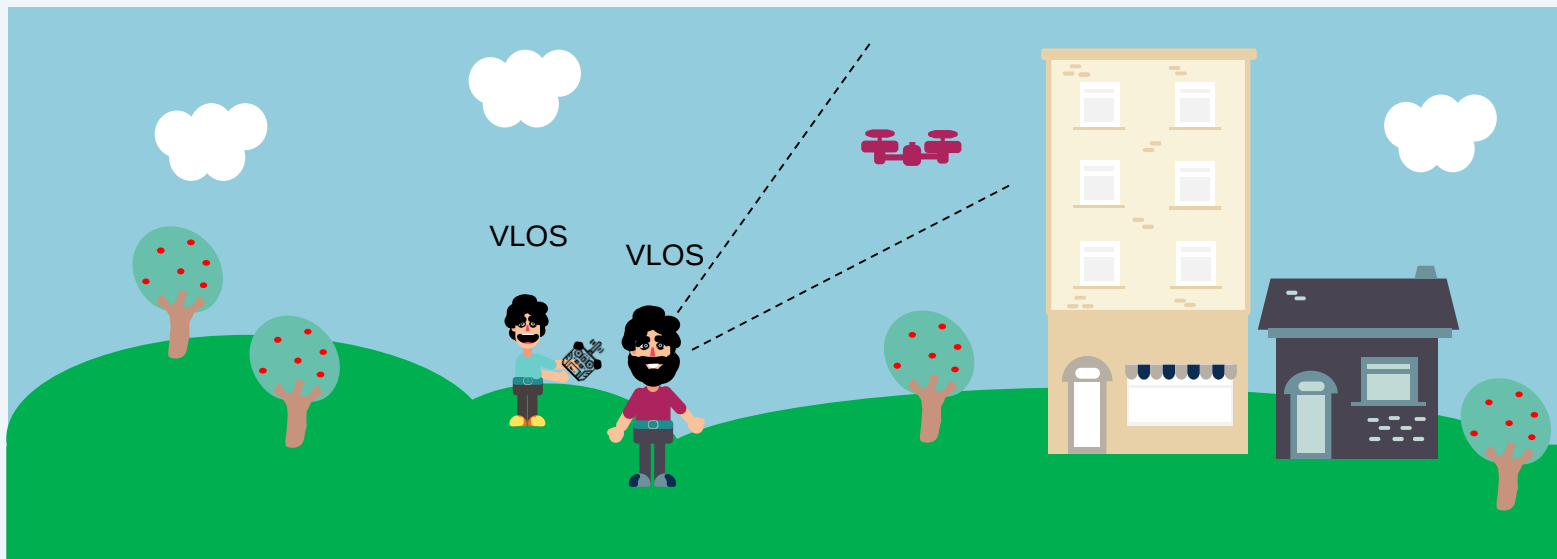


Esta “distancia segura” dependerá de la subcategoría de la operación. Como norma general, **cuanto más pesada es la aeronave no tripulada, más lejos se deberá volar de personas no participantes para que la operación sea más segura:**
(↑Masa → ↑Lejos → ↑Seguro)



✈ Categoría «abierta»

5. El piloto **puede ayudarse de un observador de la aeronave no tripulada** si lo considera oportuno. En ningún caso el objetivo del observador es ampliar el rango de vuelo del UAS mas allá del alcance visual del piloto a distancia. El observador se situará junto al piloto y le apoyará en circunstancias como:
- a. Ayudar al piloto a mantener la distancia a obstáculos y avisarle en caso de que se vea reducida.
 - b. Ayudar al piloto a mantener la consciencia situacional y avisar de posibles riesgos.



En cualquier caso, **el piloto a distancia siempre es el último responsable de mantener la seguridad de la operación del UAS.**



✂ Categoría «abierta»

6. Está **prohibido** el transporte de mercancías peligrosas con el UAS ni dejar caer o proyectar ningún material u objeto.

1 - EXPLOSIVOS	2- GASES	3 – LÍQUIDOS INFLAMABLES	4 – SÓLIDOS INFLAMABLES
			
5 – SUSTANCIAS COMBURANTE Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS	6 – SUSTANCIAS TÓXICAS Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS	7 – MATERIAL RADIATIVO	8 – SUSTANCIAS CORROSIVAS
			

Tabla resumen de categoría «abierta»



Principales requisitos a partir 1/1/2024					
Categoría abierta					
UAS			Operación		Formación
Clase	DRI	MTOM	Subcat.	Restricciones operacionales	Requisitos a pilotos
Construcción privada	✗	< 250 g	A1	- No se recomienda volar por encima de personas - No está permitido el vuelo sobre reuniones de personas	Familiarización con el manual de usuario facilitado por el fabricante del UAS
Legacy < 250g	✗				
C0	✗				
C1	✓	< 900 g		- No volar por encima de ninguna persona no participante - No está permitido el vuelo sobre reuniones de personas	- Familiarización con el manual de usuario facilitado por el fabricante del UAS - Prueba de superación de formación en línea
C2	✓	< 4 kg	A2	- No volar por encima de ninguna persona no participante 30 m de cualquier persona no participante 5 m de distancia si dispone de modo de baja velocidad	- Familiarización con el manual de usuario - Prueba de superación de formación en línea - Declaración de formación autopráctica - Certificado de Competencia de Piloto a Distancia
C3	✓	< 25 kg	A3	- No volar cerca de personas - Distancia de 150 m respecto de: - Zonas residenciales - Zonas comerciales - Zonas industriales - Zonas recreativas	- Familiarización con el manual de usuario facilitado por el fabricante del UAS - Prueba de superación de formación en línea
C4	✗				
Construcción privada	✗				
Legacy > 250g	✗				

**Aquellos UAS que hayan sido introducidos en el mercado antes del 1 enero de 2024 y no sean de construcción privada ni dispongan de marcado de clase serán considerados como drones “legacy”.*

*** «DRI», por sus siglas en inglés de «Direct Remote Identification»: Sistema de identificación a distancia directa.*



⇒ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «abierta» – Subcategoría A1

- **CONDICIONES PARTICULARES DE OPERACIÓN**

Además de las condiciones generales descritas para la categoría «abierta», en la **subcategoría A1** debe cumplirse la siguiente condición:

- Se permite el vuelo sobre personas no participantes, sin infringir la privacidad y la protección de datos de estas personas, **excepto** para **operaciones con UAS de clase C1** con las cuales **no se podrá sobrevolar** personas no participantes.

Nota: Se mantiene la prohibición de vuelo sobre concentraciones de personas

- **REQUISITOS DE LOS PILOTOS A DISTANCIA**

Los pilotos a distancia que quieran volar en la **subcategoría A1** de la categoría «abierta» deben:

- **Estar familiarizados con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.**
- Completar el curso de formación online A1/A3 y superar el posterior examen online para obtener la **“Prueba de superación de formación en línea”**, para operar con **UAS de clase C1**.



Será **recomendable** realizar el curso de formación online A1/A3 y superar el posterior examen online para obtener la **“Prueba de superación de formación en línea”**, para pilotos a distancia que vayan a realizar **operaciones con UAS con marcado de clase C0, UAS “legacy” o UAS de construcción privada con una MTOM < 250 g.**



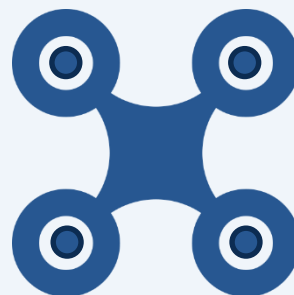
➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «abierta» – Subcategoría A1

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

Los vuelos en la **subcategoría A1** de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS sin etiqueta de identificación de clase, que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- Ser de construcción privada, con una masa máxima de despegue (MTOM) menor de 250 g y velocidad máxima inferior a 19 m/s;



< 250 g

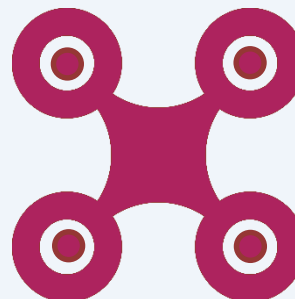


< 19 m/s



Fabricación propia

- Tener una MTOM inferior a 250 g, sin etiqueta de identificación de clase e introducidas en el mercado antes del 1 de enero de 2024 (UAS “Legacy”);



< 250 g



Sin etiqueta de identificación de clase

Mercado antes 01/01/2024



➡ Categorías de operación y clases de UAS

✂ Categoría «abierta» – Subcategoría A1

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

Los vuelos en la **subcategoría A1** de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que cumplan:

- Tener **etiqueta de identificación de clase C0**, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:



Altura máxima de vuelo
limitada a 120 m

Controlable y manejable
de forma segura



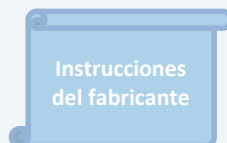
< 19 m/s

Diseñado para evitar
dañar a personas

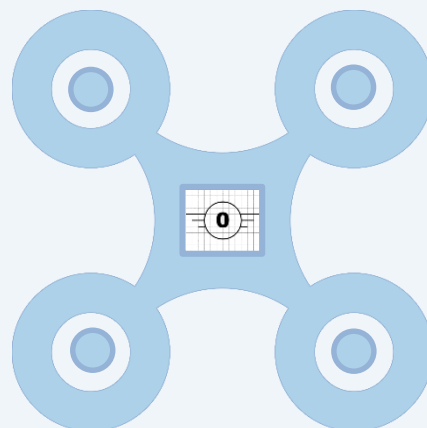


< 250 g

Eléctrico



Comercializado con las
instrucciones del
fabricante del UAS



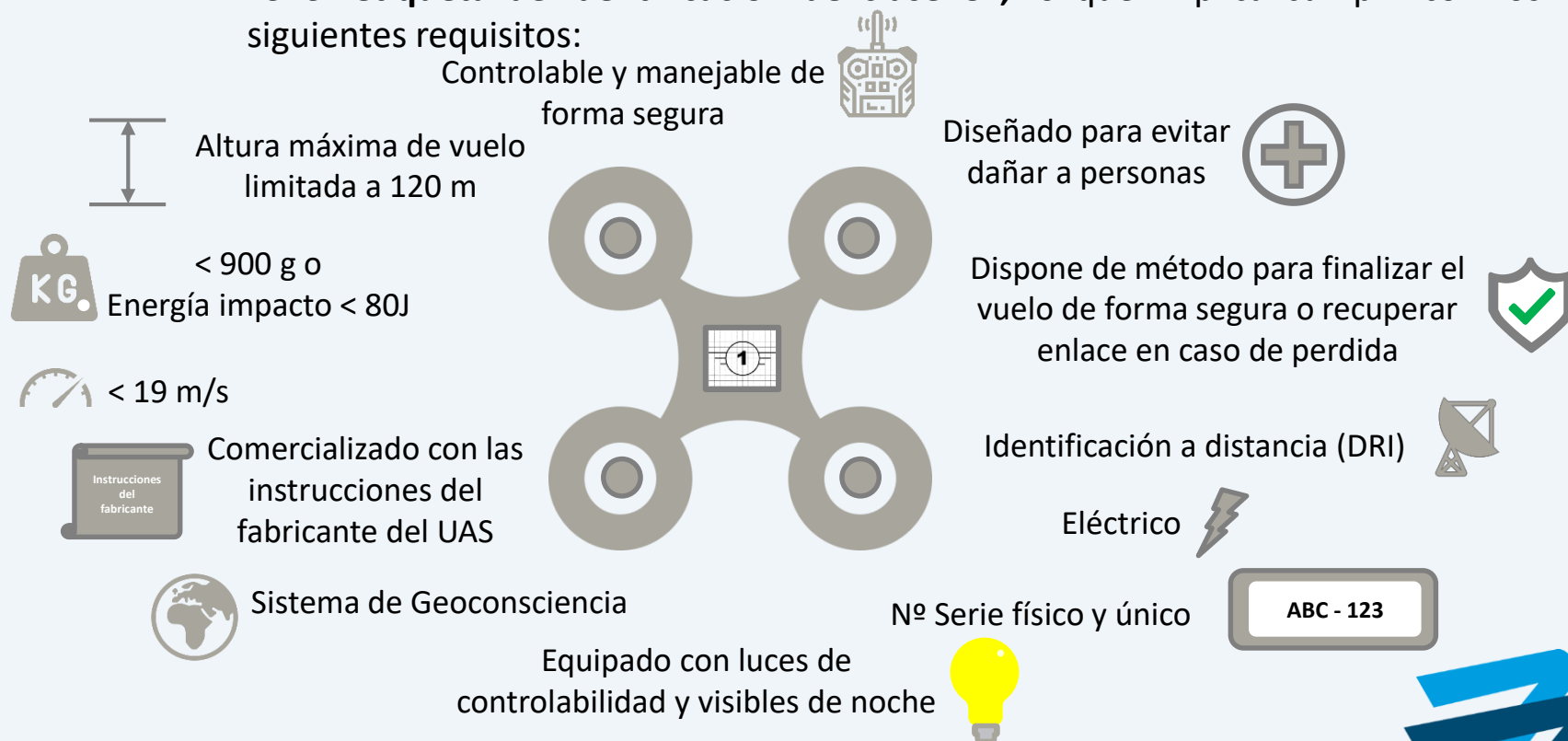
➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «abierta» – Subcategoría A1

- AERONAVES NO TRIPULADAS- UAS

Los vuelos en la **subcategoría A1** de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que cumplan:

- Tener **etiqueta de identificación de clase C1**, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:



➡ Categorías de operación y clases de UAS

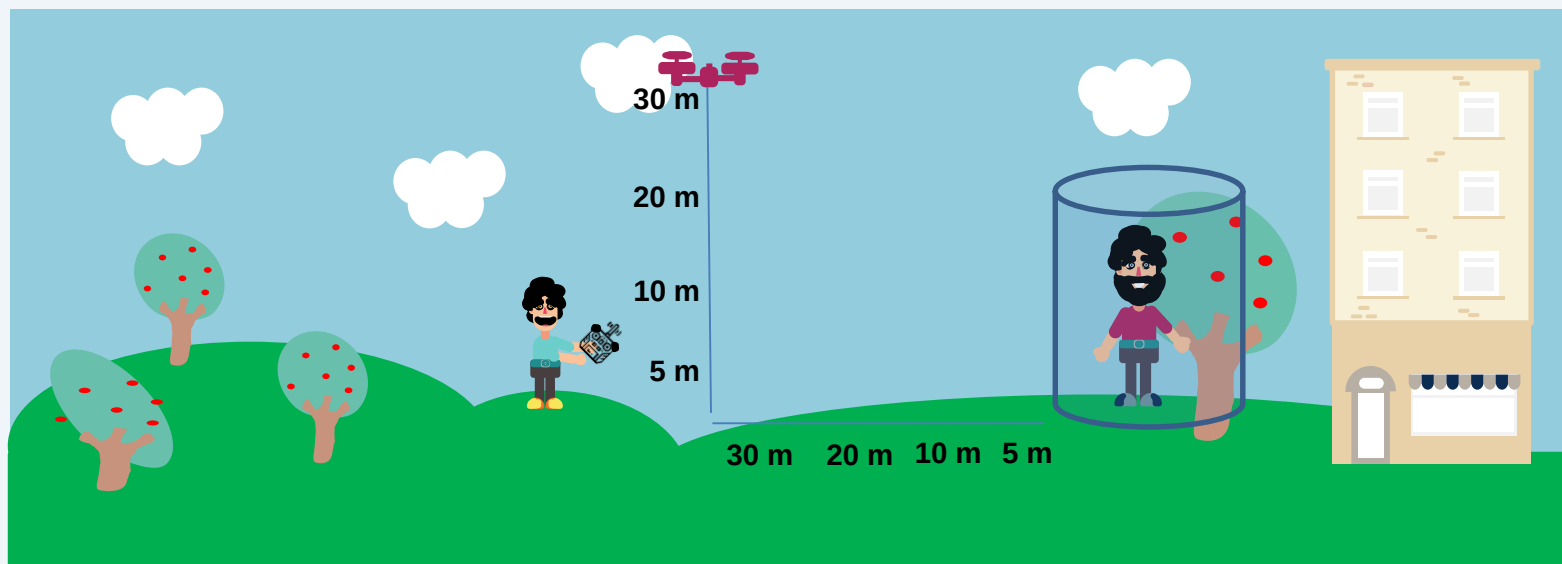
✂ Categoría «abierta» – Subcategoría A2

- CONDICIONES PARTICULARES DE LA OPERACIÓN

Además de las condiciones generales descritas para la categoría «abierta», en la **subcategoría A2** debe cumplirse la siguiente condición:

- Se permite el vuelo a una **distancia horizontal segura de al menos 30 m** de personas no participantes, que podrá reducirse hasta un mínimo de 5 m cuando se active la función de modo de baja velocidad, y la altura se reducirá en la misma proporción que se reduce la distancia horizontal segura a las personas no participantes (regla 1:1).

Nota: Se mantiene la prohibición de vuelo sobres concentraciones de personas



➔ Categorías de operación y clases de UAS

✂ Categoría «abierta» – Subcategoría A2

- REQUISITOS DE LOS PILOTOS A DISTANCIA

Los pilotos a distancia que quieran volar en la **subcategoría A2** de la categoría «abierta» deben:

- **Estar familiarizados con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.**

- **Completar el curso de formación en línea A1/A3 y superar el posterior examen para obtener la “Prueba de superación de formación en línea”.**



- **Completar una autoformación práctica** en una zona aislada, donde no se ponga en riesgo a personas no participantes y alejado 150 m de zonas residenciales, comerciales, industriales o recreativas (condiciones operativas de la subcategoría A3). [Material guía publicado en la web de AESA.](#)

- Superar un examen de conocimientos teóricos adicional para obtener el “**Certificado de competencia de piloto a distancia**” para la subcategoría A2.

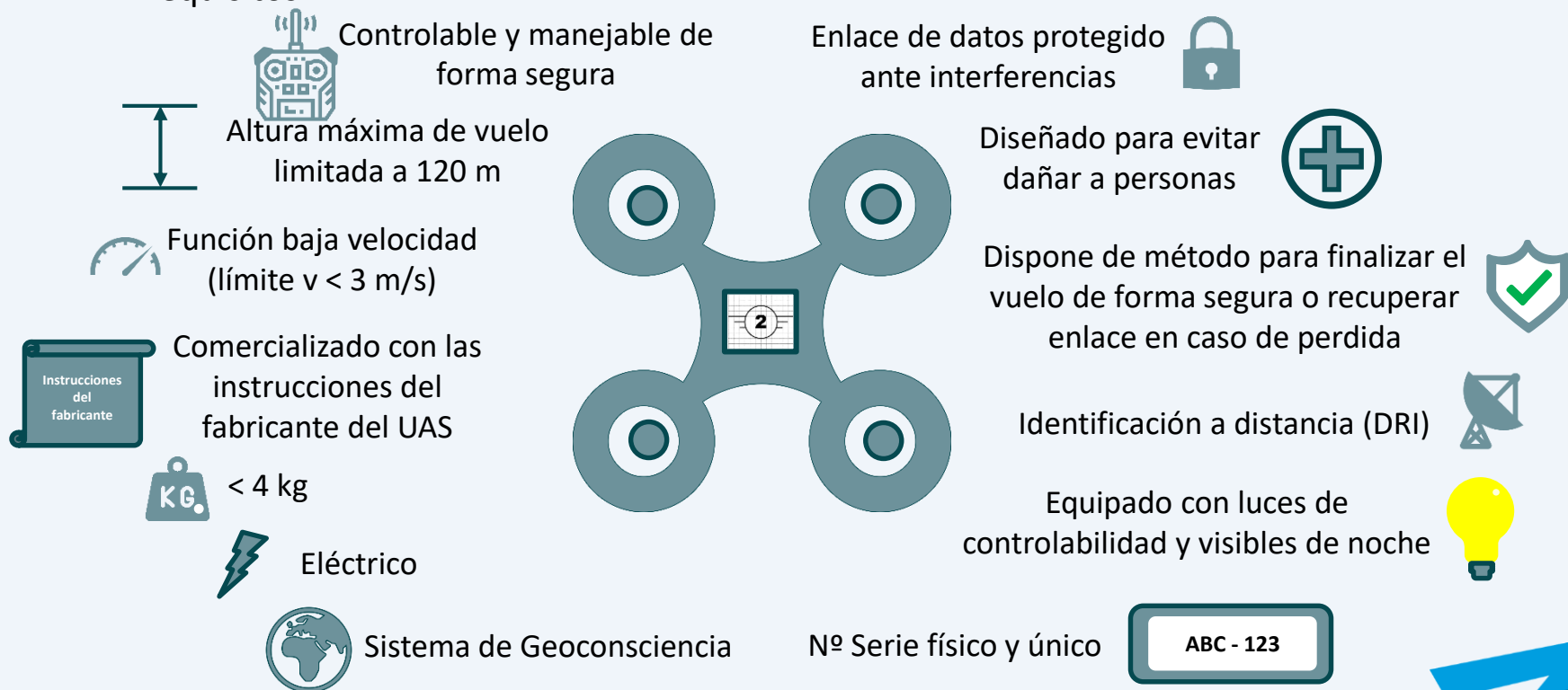


➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría a «abierta» – Subcategoría A2

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

Los vuelos en la **subcategoría A2** de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que tengan **etiqueta de identificación de clase C2** y deben cumplir los siguientes requisitos:



➡ Categorías de operación y clases de UAS

✈ Categoría «abierta» – Subcategoría A3

- CONDICIONES PARTICULARES DE LA OPERACIÓN

Además de las condiciones generales descritas para la categoría «abierta», en la **subcategoría A3** deben cumplirse las siguientes condiciones:

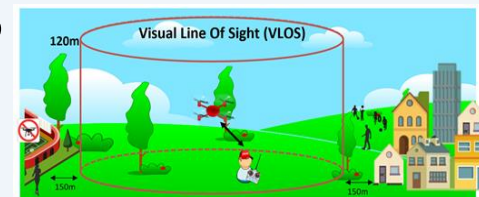
- Volar en zonas donde se prevea que **no se pondrá en peligro a ninguna persona no participante** durante todo la duración del vuelo.
- Volar a una **distancia horizontal segura mínima de 150 m** de zonas residenciales, comerciales, industriales y recreativas.

Nota: Se mantiene la prohibición de vuelo sobre concentraciones de personas.

- REQUISITOS DE LOS PILOTOS A DISTANCIA

Los pilotos a distancia que quieran volar en la **subcategoría A3** de la categoría «abierta» deben cumplir los mismos requisitos que para la subcategoría A1, es decir:

- **Estar familiarizados con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.**
- Completar el curso de formación en línea A1/A3 y superar el posterior examen para obtener la “**Prueba de superación de formación en línea**”.



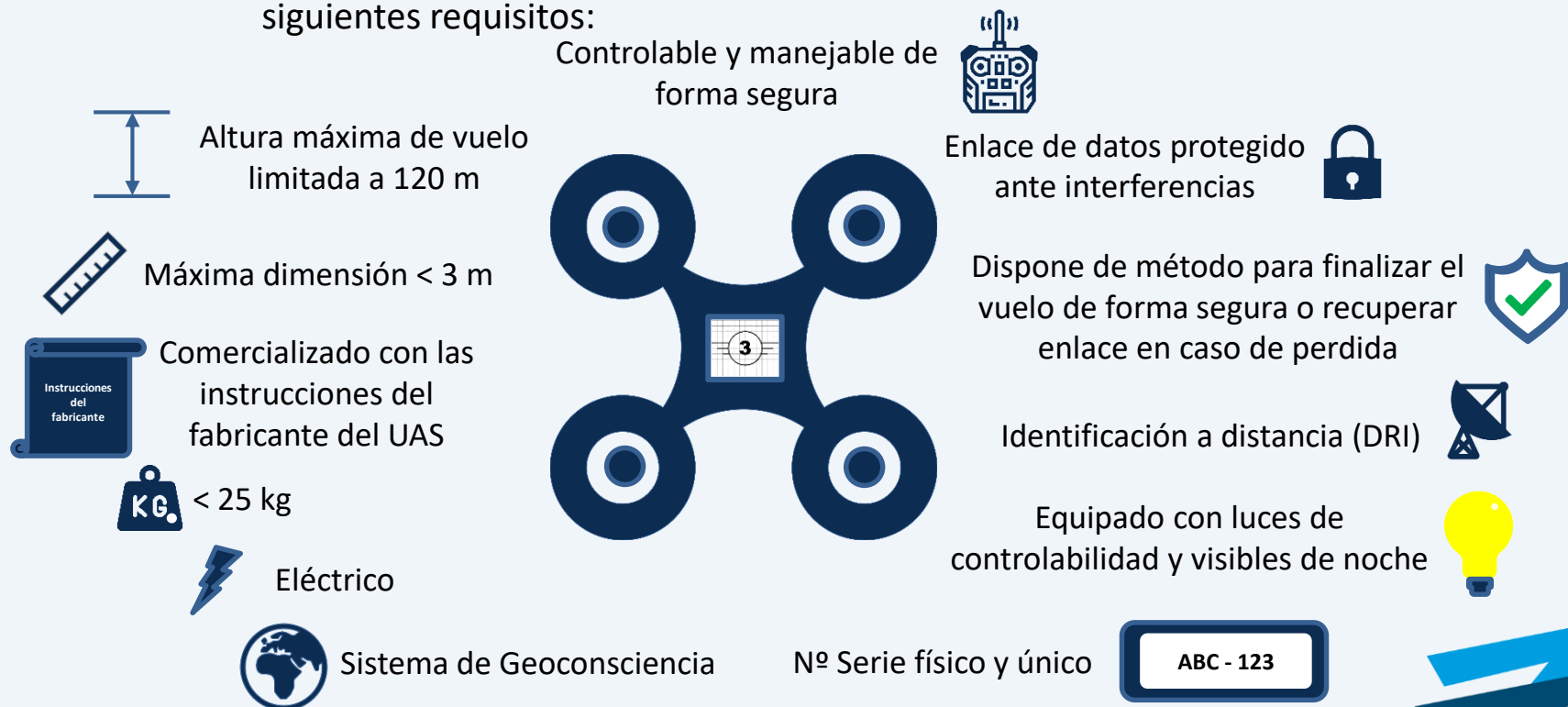
➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «abierta» – Subcategoría A3

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

Los vuelos en la **subcategoría A3** de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que cumplan:

- Tener **etiqueta de identificación de clase C3**, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:



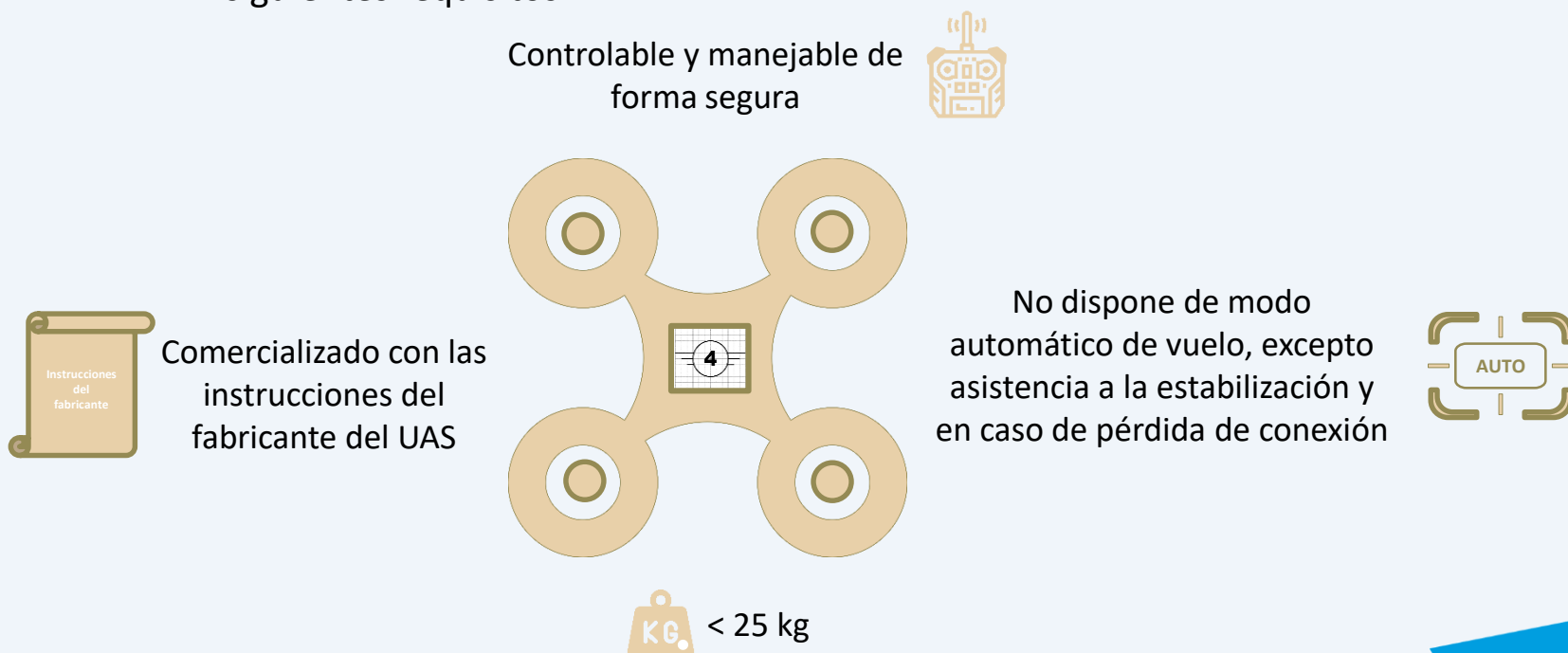
➔ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «abierta» – Subcategoría A3

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

Los vuelos en la **subcategoría A3** de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que cumplan:

- Tener **etiqueta de identificación de clase C4**, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:



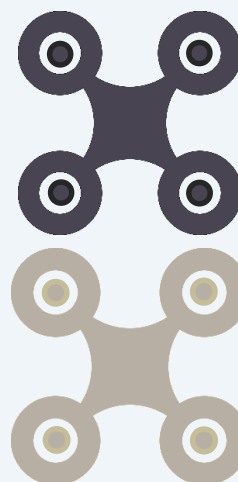
➔ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «abierta» – Subcategoría A3

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

Los vuelos en la **subcategoría A3** de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que cumplan:

- Ser de construcción privada, con una masa máxima de despegue (MTOM) menor de 25 kg;
- Tener una MTOM inferior a 25 kg, sin etiqueta de identificación de clase e introducidas en el mercado antes del 1 de enero de 2024 (UAS “Legacy”);
- Tener **etiqueta de identificación de clase C2**, que cumpla todos los requisitos que se han definido anteriormente en las aeronaves de la subcategoría A2;
- Tener **etiqueta de identificación de clase C3 o C4**, que cumpla todos los requisitos que se han definido anteriormente;
- Ser utilizada con sistemas activos y actualizados de **identificación a distancia directa y de geoconsciencia**.



< 25 kg



Fabricación propia



< 25 kg



Sin etiqueta de identificación de clase

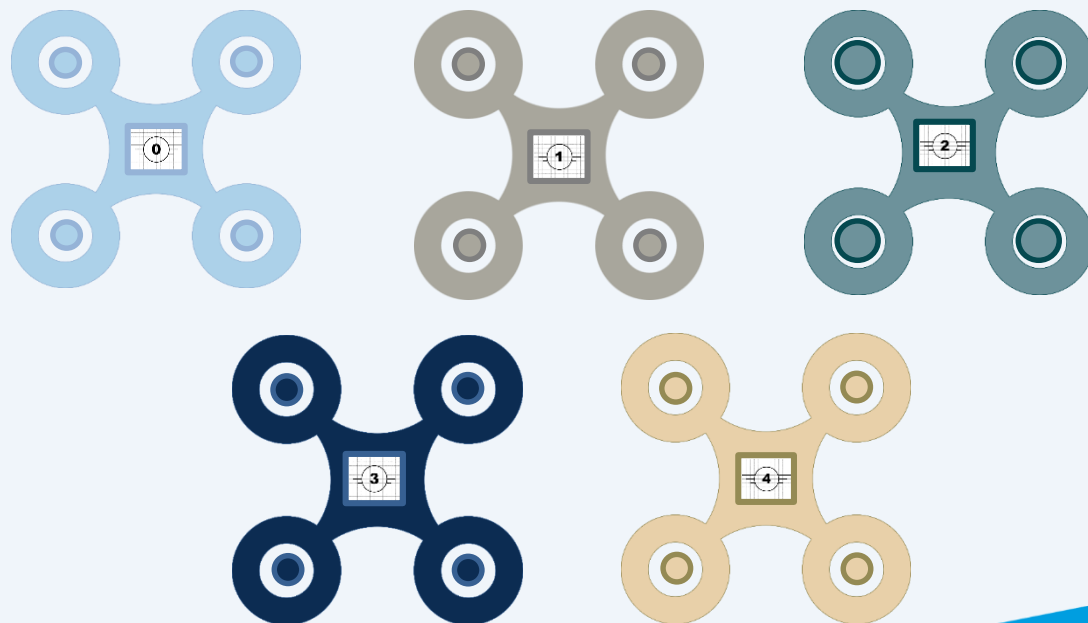
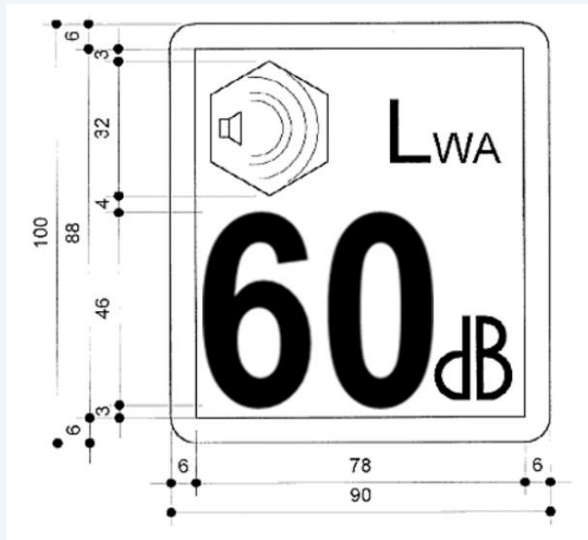
Mercado antes 01/01/2024



➤ Restricciones de ruido.

✂ Categoría «abierta»

- Todos los UAS con marcados de clase desde C0 hasta C4 que **no sean de ala fija** deben de cumplir los requisitos de ruido.
- Para cumplir con esta normativa, **el marcado del UAS debe de incluir una indicación en el UA o en su caja de nivel de sonido de ponderación A** como la mostrada en la imagen inferior.



DRI o Sistema de identificación a distancia directa

Categoría «abierta» y «específica»

Desde el 1 de enero de 2024, todos los UAS con marcado de clase C1, C2 y C3 empleados para operaciones en categoría «abierta», así como todos los UAS utilizados para realizar operaciones en categoría «específica», deberán disponer de un sistema de identificación a distancia directa que permita:

- a) La carga del **número de registro del operador** y de cualquier número adicional proporcionado por el sistema de registro; el sistema llevará a cabo un control de coherencia;
- b) La **transmisión periódica en tiempo real** de unos datos mínimos durante toda la duración del vuelo, de manera que puedan ser recibidos por los dispositivos móviles existentes; y
- c) La **reducción de la capacidad de manipular** el funcionamiento del sistema directo de identificación a distancia.



EASA ha publicado un [listado de los fabricantes](#) que ofrecen un sistema de identificación a distancia directa proporcionando la “Declaración de Conformidad de la UE”.



DRI o Sistema de identificación a distancia directa

Categoría «abierta» y «específica»

Este sistema deberá proporcionar una transmisión periódica de datos que, como mínimo, deberán incorporar:

- Número **de registro del operador del UAS** y el código de verificación proporcionado por el Estado miembro durante el proceso de registro,
- Número **de serie único de la UA**,
- Sello de tiempo, la **posición geográfica** de la UA y su **altura** por encima de la superficie o el punto de despegue,
- Trayectoria medida en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico y la velocidad de la UA respecto al suelo,
- Posición geográfica del piloto a distancia, y
- Una indicación de la situación de emergencia del UAS.



Todos los UAS con marcado de clase C1, C2, C3, C5 y C6 deberán llevar equipado de serie el sistema de identificación a distancia directa.

Por otro lado, para realizar operaciones en categoría «específica» con UAS sin marcado de clase, el operador deberá equipar con el sistema DRI a estas aeronaves.



➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «específica»

Cuando no se cumplan los requisitos de categoría «abierta» ni «certificada», estaríamos dentro de categoría «específica». Dentro de esta categoría existen las siguientes opciones:

- Se solicitará una **autorización operacional** a la autoridad del Estado miembro en el que esté registrado, incluyendo una evaluación del riesgo con medidas de atenuación. La autorización se puede referir a:
 - Una o varias operaciones.
 - La aprobación de un LUC.
- Si la operación se ajusta a un **escenario estándar**, se presentará una **declaración responsable** a través del perfil de operador de UAS en la web de AESA. En este caso el régimen es declarativo y no es necesario solicitar una autorización operacional.



➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «específica»

Las operaciones en categoría «específica» son aquellas que no se adaptan a los requisitos de la categoría «abierta» y tampoco entran dentro de la categoría «certificada». Las posibilidades de realizar operaciones en esta categoría son:



➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «específica»

Los pilotos a distancia que quieran operar en categoría «específica», según cada caso deberán tener la siguiente formación:

Solicitud de autorización
operacional



- Superar la formación y examen online A1/A3;
- Autoformación de habilidades prácticas A2;
- Formación adicional definida en el Manual de Operaciones del operador.

Declaración operacional conforme a un
escenario estándar (STS)



- Superar la formación y examen online A1/A3;
- Superar un examen adicional de conocimientos teóricos;
- Superar una formación de aptitudes prácticas concreta para cada STS.

LUC ≡ *Certificado de operador UAS Ligero*
Operador se autoriza sus operaciones



La formación se define en la autorización
concedida al operador con LUC

Club y asociaciones de aeromodelos
autorizados



El nivel de formación mínimo se define en
la autorización concedida al club



➡ Categorías de operación y clases de UAS

⌘ Categoría «específica» - Escenarios estándar

El Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 define dos escenarios estándar en los que se indican determinados requisitos, algunos de los cuales a día de hoy por limitaciones técnicas no son aplicables.

Por ello, la Comisión Europea da la opción a **los Estados miembros para definir escenarios estándar nacionales**. Estos escenarios estándar nacionales únicamente serán aplicables en el territorio del Estado, podrán ser presentados por los operadores hasta el **30 de agosto de 2024** y tendrán validez hasta el 31 de diciembre del 2025.



En el caso de España se han publicado dos escenarios estándar nacionales STS-ES-01 y STS-ES-02.

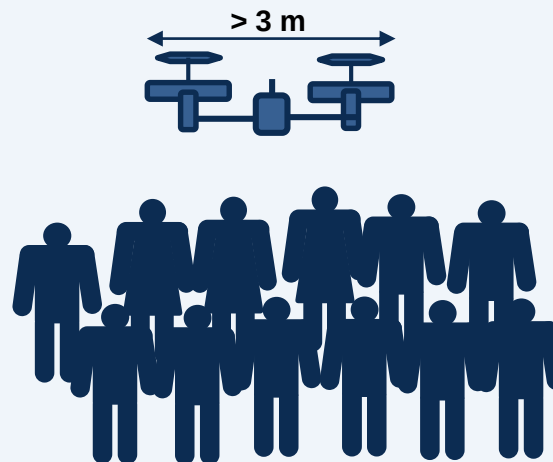
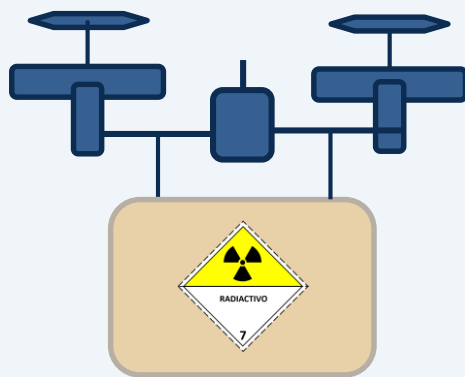


➡ Categorías de operación y clases de UAS

⚙️ Categoría «certificada»

Los requisitos generales para operaciones en categoría «certificada» están definidos en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 y son:

- **Volar sobre concentraciones de personas con UAS de dimensión mayor a 3 m.**
- Realizar **transporte de personas**.
- **Transporte de mercancías peligrosas** con alto riesgo para terceras partes en caso de accidente.



También será categoría certificada, aquellas operaciones en las cuales, en base al estudio de seguridad necesario, los riesgos de la operación no pueden ser mitigados sin la certificación del UAS, del operador y requerir licencias de piloto.



Edades mínimas de operadores y pilotos a distancia

Edad mínima de los operadores

La edad mínima exigible a los operadores de UAS que quieran darse de alta en el registro para volar en España es de **16 años**.

Edad mínima de pilotos a distancia en España

La edad mínima para los pilotos a distancia según el Reglamento de Ejecución será de:

- ❖ **16 años de forma general para pilotos en categoría «específica» o categoría «abierta».**
- ❖ No se exige ninguna edad mínima en caso de:
 - Vuelo en subcategoría A1 con UAS de clase C0 que sea un juguete; o
 - Vuelo UAS de **construcción privada** con MTOM **inferior a 250 g**; o
 - Vuelo bajo la **supervisión** directa de un **piloto a distancia > 16 años** con las **competencias adecuadas** según la categoría de operación.

Sin embargo, el Reglamento indica que los estados miembros podrán reducir estas edades mínimas en un máximo de:

- ❖ 4 años para categoría «abierta»
- ❖ 2 años para categoría «específica»



➔ Edades mínimas de operadores y pilotos a distancia

⌘ Edad mínima de pilotos a distancia en España (RD UAS)

El artículo 7 del Real Decreto 517/2024 establece que la edad mínima para la utilización de UAS en **categoría «abierta»** se reduce en los siguientes casos:

❖ A **12 años** para la utilización de UAS en la **subcategoría A1** cuando operen:

- Un UAS un **UAS de clase C0** que no sea un juguete; o
- un UAS “legacy” con **MTOM < 250 g**;

❖ A **14 años** en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Cuando operen en **subcategoría A1 con un UAS de clase C1**
- Cuando en la **subcategoría A2 o A3** operen con un UAS de **clase C2**
- Cuando en la **subcategoría A3** operen un UAS;
 - de **clase C3 o C4**;
 - un UAS de **construcción privada con una MTOM inferior a 25 kg**;
 - o un UAS “legacy” con una **MTOM < 25 kg**.

Respecto a las operaciones no EASA realizadas directamente por un organismo investido de autoridad pública, se establece que la edad mínima para actuar como operador de UAS o piloto a distancia en actividades o servicios no EASA será de **16 años**.



➡ Edades mínimas de operadores y pilotos a distancia

⌘ Edad mínima de pilotos a distancia en España (RD UAS)

	A1	A2	A3
Construcción privada < 250 g	Sin límite de edad		
C0 juguete – Directiva 2009/48/EC	Sin límite de edad		
C0 no juguete	12		
Legacy < 250 g – Art. 20(a)	12		
C1	14		
C2		14	14
C3			14
C4			14
Construcción privada < 25 kg			14
Legacy < 25 kg – Art. 20(b)			14



➡ Registro y responsabilidades del operador

⌘ Registro como operador



- ¿Quién debe registrarse como operador de UAS?

Un operador de UAS debe registrarse siempre que:

- **Operen en categoría «abierta»** con cualquier UAS que:
 - Tenga una **MTOM superior a 250 g**; o
 - Esté **equipado con un sensor capaz de captar datos personales** (cámaras, micrófonos)
- **Operen en categoría «específica»**, independientemente del UAS



- ¿Cómo se realiza el registro como operador de UAS?

A través de la web de AESA, accediendo al siguiente [ENLACE](#)

El operador deberá facilitar toda la información que le sea requerida durante el proceso de alta.



➔ Registro y responsabilidades del operador

✂ Registro como operador



- Información importante sobre el registro como operador
 - Solo puede estar **registrado en un Estado miembro de EASA**



- AESA expedirá al operador un certificado de registro en el cual se indica un **número de registro único**. Dicho número **debe estar indicado en todos los UAS** propiedad del operador y **mantenerse en privado**.



- El operador deberá registrarse:
 - En el Estado miembro **donde reside**, si es persona física; o bien,
 - En el Estado miembro **donde tenga su centro de actividad principal**, si es persona jurídica

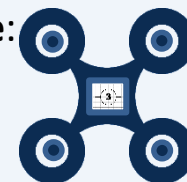


➔ Registro y responsabilidades del operador

⌘ Responsabilidades del operador de UAS en categoría «abierta»

Las principales responsabilidades de un operador de UAS para volar en categoría «abierta» son:

- **Elaborar medidas de atenuación** (o procedimientos operacionales) según el riesgo (posible daño que pueda causar el UAS) y tipo de operación;
- **Designar a un piloto para cada operación siendo el control intransferible** y garantizar que el piloto tiene la formación adecuada;
- **Actualizar el sistema de geoconsciencia del UAS cuando sea aplicable en función del lugar de operación** (siempre que el UAS tenga esta función incorporada);
- Para operaciones con **UAS que tengan etiqueta de identificación de clase**:
 - Tener una **declaración de conformidad**;
 - El UAS habrá sido marcado con una etiqueta de identificación de clase fabricante del UAS por el fabricante del UAS;
- Para operaciones en A2 y A3 **donde haya personas participantes** en la operación, **asegurar que estas personas hayan sido informadas de los riesgos y hayan aceptado participar de forma explícita**.



➔ Responsabilidades del piloto a distancia en categoría «abierta»



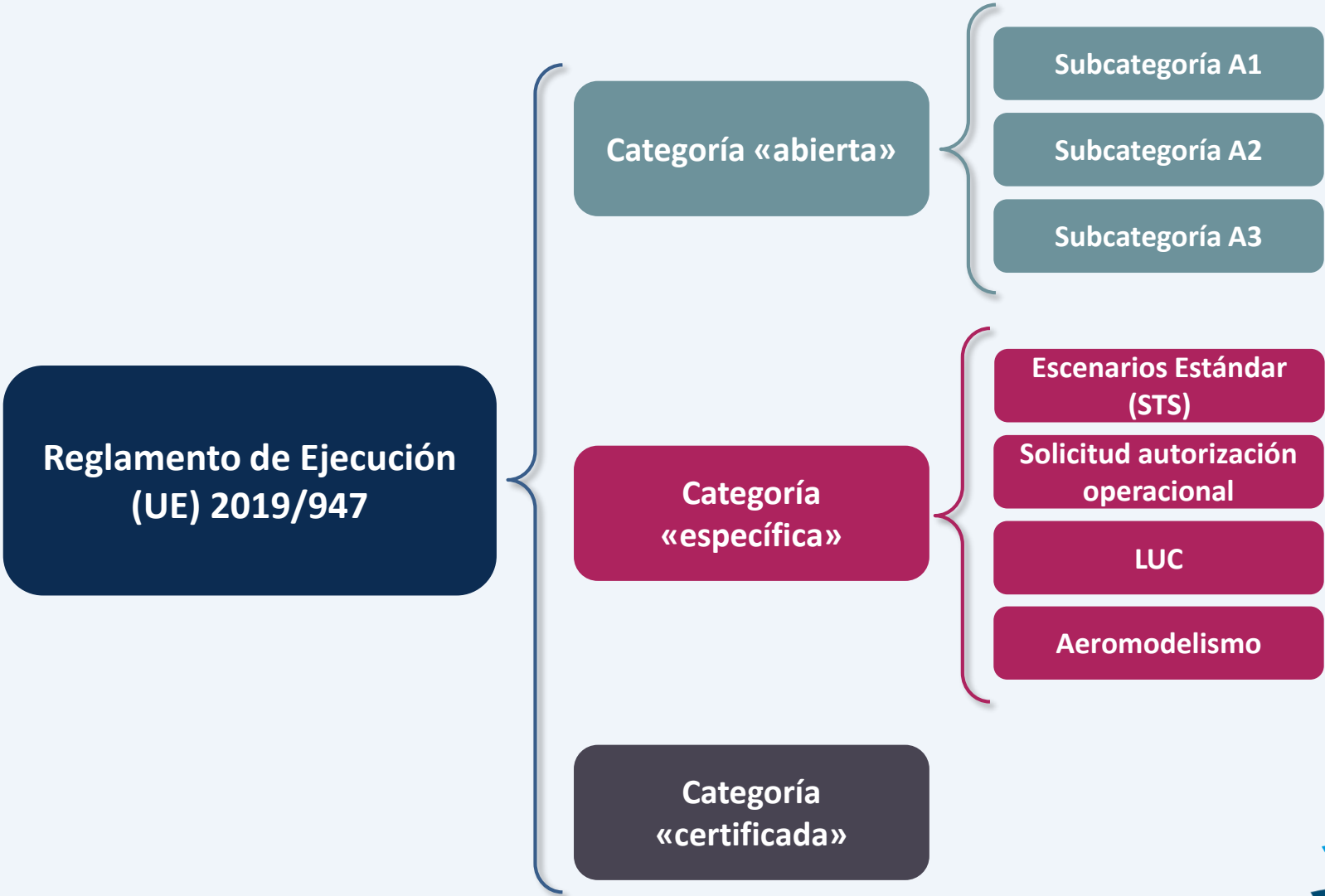
Las principales responsabilidades de un piloto UAS al realizar una operación en categoría «abierta» son:

- El piloto debe **disponer de la formación necesaria** y portar una prueba durante el vuelo;
- El piloto a distancia es **totalmente responsable de la seguridad aérea del vuelo**;
- **No podrá volar cerca o en zonas donde se estén desarrollando operaciones de emergencia**, salvo permiso expreso del servicio de emergencia responsable;
- **No volará bajo los efectos de sustancias psicoactivas o alcohol**, o si no se encuentra en condiciones adecuadas para volar;
- **No se podrá superar la MTOM del UAS**, ni superar el límite de masa de la clase del UAS **ni modificar el UAS** en contra de lo establecido por el fabricante;
- El piloto debe **respetar en todo momento los límites operacionales** definidos en la zona geográfica del UAS del lugar previsto de la operación.





RECUERDA





RECUERDA



⇒ Condiciones generales de vuelo en categoría «abierta»

1. **El piloto a distancia volará siempre en modo VLOS**, salvo cuando vuele en modo sígueme o si utiliza un observador de la aeronave no tripulada.
2. Como norma general, **no se permite el vuelo a una altura superior a 120 m** del punto más próximo de la superficie terrestre, aunque hay ciertas excepciones.
3. En caso de **conflicto o encuentro en el aire con otra aeronave, tripulada o no tripulada**, el piloto a distancia debe actuar lo más rápido posible alejándose de la otra aeronave y descendiendo hasta aterrizar si fuera necesario.
4. **No se permite el sobrevuelo de concentraciones de personas** y se debe tratar de mantener una distancia segura con personas no participantes en la operación.
5. El piloto **puede ayudarse de un observador de la aeronave no tripulada** si lo considera oportuno. En ningún caso el objetivo del operador es ampliar el rango de vuelo del UAS más allá del alcance visual del piloto. **El piloto a distancia siempre es el último responsable de mantener la seguridad en el vuelo.**
6. Está **prohibido el transporte de mercancías peligrosas** con el UAS ni **dejar caer o proyectar ningún material u objeto.**



RECUERDA

 Condiciones particulares de vuelo en categoría «abierta»

Principales requisitos a partir 1/1/2024					
Categoría abierta					
UAS			Operación		Formación
Clase	DRI	MTOM	Subcat.	Restricciones operacionales	Requisitos a pilotos
Construcción privada	✗	< 250 g	A1	- No se recomienda volar por encima de personas - No está permitido el vuelo sobre reuniones de personas	Familiarización con el manual de usuario facilitado por el fabricante del UAS
Legacy < 250g	✗				
C0	✗				
C1	✓	< 900 g	A2	- No volar por encima de ninguna persona no participante - No está permitido el vuelo sobre reuniones de personas	- Familiarización con el manual de usuario facilitado por el fabricante del UAS - Prueba de superación de formación en línea
C2	✓	< 4 kg		- No volar por encima de ninguna persona no participante 30 m de cualquier persona no participante 5 m de distancia si dispone de modo de baja velocidad	- Familiarización con el manual de usuario - Prueba de superación de formación en línea - Declaración de formación autopráctica - Certificado de Competencia de Piloto a Distancia
C3	✓	< 25 kg	A3	- No volar cerca de personas - Distancia de 150 m respecto de: - Zonas residenciales - Zonas comerciales - Zonas industriales - Zonas recreativas	- Familiarización con el manual de usuario facilitado por el fabricante del UAS - Prueba de superación de formación en línea
C4	✗				
Construcción privada	✗				
Legacy > 250g	✗				





RECUERDA



➔ Responsabilidades de operador y piloto a distancia

⌘ Operador de UAS

Los operadores **deben registrarse** en caso de que vayan a volar en categoría «específica», y también en categoría «abierta» salvo que en esta última use UAS de MTOM < 250 g y no estén equipados con sensores de captación de datos (cámara, micrófono o GNSS).

Solo podrá estar registrado en un Estado miembro, y este será el **Estado de residencia** para personas físicas o el **Estado donde tenga su centro de actividad principal**, para personas jurídicas.

⌘ Responsabilidades del piloto a distancia en categoría «abierta»

1. El piloto debe **tener las competencias necesarias** (certificados) y portar evidencia.
2. En todo caso, el piloto **es el último responsable de la seguridad aérea** de la operación.
3. **No puede volar cerca o en las zonas donde haya operaciones de emergencia.**
4. **No puede volar bajo sustancias psicoactivas o alcohol**, o si no se encuentra en buenas condiciones.
5. **No podrá superar la MTOM del UAS ni modificar el UAS.**
6. Debe **respetar** en todo momento **los límites operacionales establecidos** en cada zona geográfica.



Gracias por su atención

Si tiene alguna duda realice sus consultas a:
formaciondrones.aesa@seguridadaerea.es

www.seguridadaerea.gob.es





Conocimiento General del Vuelo con UAS

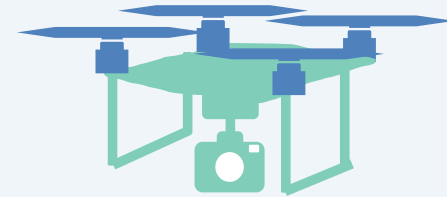
1) Principios de vuelo

a) Principios básicos de vuelo

- I. Fuerzas que actúan sobre el UAS
- II. Principios aerodinámicos

b) Efecto de las condiciones ambientales en el vuelo de los UAS

- I. Densidad del aire
- II. Humedad del aire
- III. Viento



2) Conocimiento general del UAS

a) Principios de mando y control

- I. Descripción del sistema de mando y control
- II. Estación de control
- III. Controles de vuelo



2) Conocimiento general del UAS

- b) Comunicaciones
- c) Sensores incluidos en los UAS
- d) Instrumentos de vuelo
- e) Información imprescindible del UAS
- f) Mantenimiento del UAS

3) Espacio aéreo

- a) Introducción de UAS en el espacio aéreo
- b) Definiciones del espacio aéreo
- c) Estructura del espacio aéreo
- d) Restricciones del espacio aéreo
- e) Coordinaciones con aeródromos
- f) Condiciones operacionales aplicables a las zonas geográficas de los UAS
- g) U-Space



4) Limitaciones de factores humanos

- a) Influencia de sustancias psicoactivas, alcohol o cuando al piloto a distancia no se encuentra apto para realizar sus tareas
- b) Percepción humana

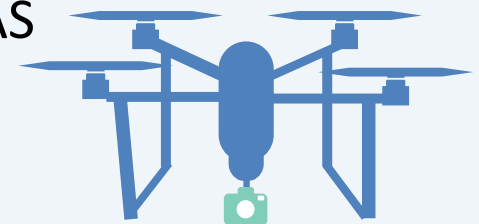


5) Privacidad y protección de datos

- a) ¿Qué es la privacidad y la protección de datos?
- b) ¿Qué se puede y qué no se puede hacer con un UAS con capacidad de captura de información?

6) Seguridad física de UAS

- a) Interferencias ilícitas - Robo o secuestro del UAS
- b) Seguridad para el manejo del UAS



7) Seguro y accidentes e incidentes de UAS

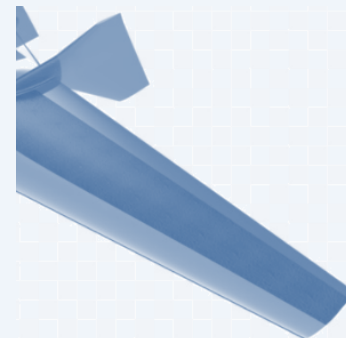
- a) Seguros de responsabilidad civil
- b) Incidentes con UAS y reporte



➔ Fuerzas que actúan sobre el UAS

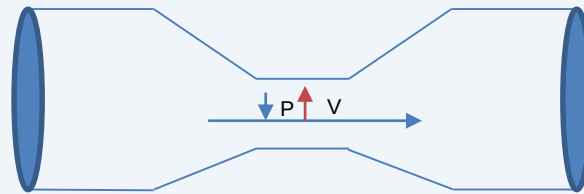
✂ En este apartado se describen cuáles son los principios básicos por los que un UAS vuela, las fuerzas por las que un UAS puede elevarse, avanzar, mantenerse en el aire o descender controladamente.

- Aerodinámica: Parte de la mecánica que estudia el **movimiento de los gases alrededor de los objetos**. Su principal objetivo es estudiar el efecto que se origina en una corriente de aire por la presencia de un cuerpo, en nuestro caso denominado perfil aerodinámico. Estas partículas de aire se alteran, generando una variación de presión y velocidad. De esta acción se generan dos fuerzas principales que se denominan sustentación y resistencia.
- **Perfil aerodinámico**: Forma del área transversal de un elemento, que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genera sustentación. Ejemplos de perfiles son el ala de un avión o las palas de un rotor de un UAS.



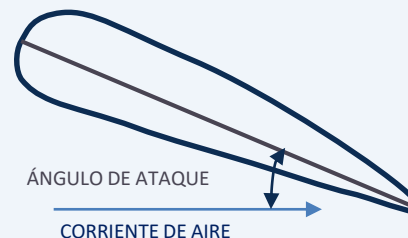
➡ Además la física del vuelo en las aeronaves se explica a partir de varias teorías:

- ✂ **Principio de Bernoulli:** En un fluido en movimiento la suma de la presión estática p_e mas la presión dinámica p_d , denominada presión total p_t , es constante: $p_t = p_e + p_d = \text{constante}$; de donde se deduce que si la velocidad de un fluido se incrementa, la presión estática disminuye.
- ✂ **Efecto Venturi:** Al pasar por un estrechamiento las partículas de un fluido aumentan su velocidad mientras que la presión disminuye.

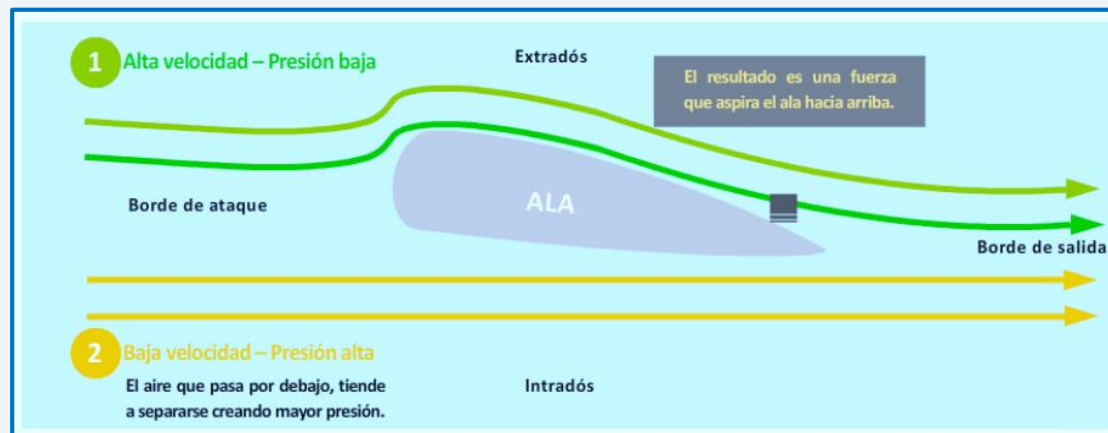


El aire adquiere mayor velocidad al pasar por el estrechamiento. En el caso del perfil aerodinámico al pasar por la región convexa

- ✂ **Tercera Ley de Newton:** Toda acción tiene una acción de igual magnitud pero de sentido opuesto. Las moléculas del aire que vienen por debajo chocan contra el perfil y son desviadas hacia abajo produciendo la reacción en el perfil de ir hacia arriba. Adicionalmente, el aire que fluye hacia arriba y por debajo sigue la curvatura del perfil y es desviado hacia abajo aportando igualmente una reacción en sentido opuesto.
- ✂ Un objeto con curvatura o inclinación puesto en una corriente de aire es capaz de producir sustentación. La forma del perfil alar no es tan relevante como su inclinación en relación al viento, lo que se conoce como **ángulo de ataque**, que es el ángulo que forma la cuerda geométrica de un perfil alar con la dirección del aire incidente.



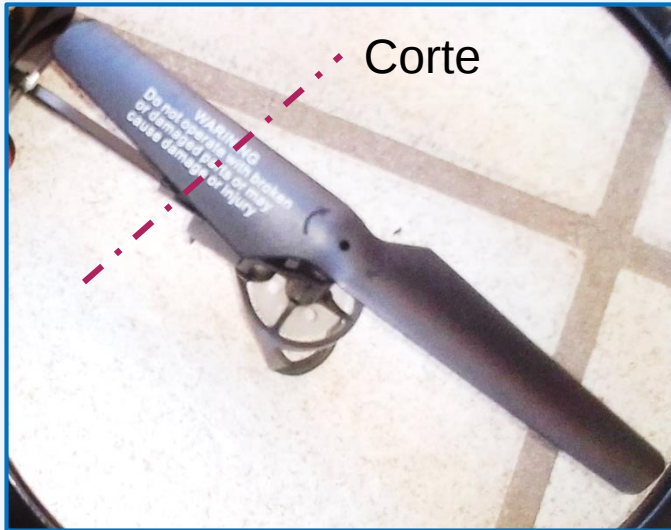
- ➔ Al chocar la corriente de aire (el fluido) sobre el ala, como la parte superior es curva, se crea un estrechamiento por la zona donde va a pasar el aire, esto causa que el aire de la parte superior del ala se acelere (efecto Venturi), y por lo tanto disminuya la presión (Principio de Bernoulli) y esto provocará una diferencia de presiones entre la parte superior (extradós) y la inferior del ala (intradós).
- ➔ Como la presión de los gases o fluidos tiende a igualarse, esa diferencia de presión genera una fuerza aerodinámica que empuja el perfil de la zona de altas presiones a la de bajas presiones conforme la tercera ley de Newton (Principio de acción-reacción). Y además, el flujo de aire que se proyecta desde la parte superior viaja a mayor velocidad que el flujo de aire que se proyecta desde la parte inferior, por lo que empuja donde confluyen ambas partes (borde de salida), generando lo que se denomina flujo inducido con una fuerza adicional hacia arriba.
- ➔ En multirrotores el aire pasa por una hélice con la misma forma que un perfil aerodinámico. En este caso los rotores son los que generan el flujo de aire a las hélices que generan a su vez la fuerza de sustentación. En una ala fija el flujo de aire se genera por la velocidad que el alcanza el avión en su propulsión



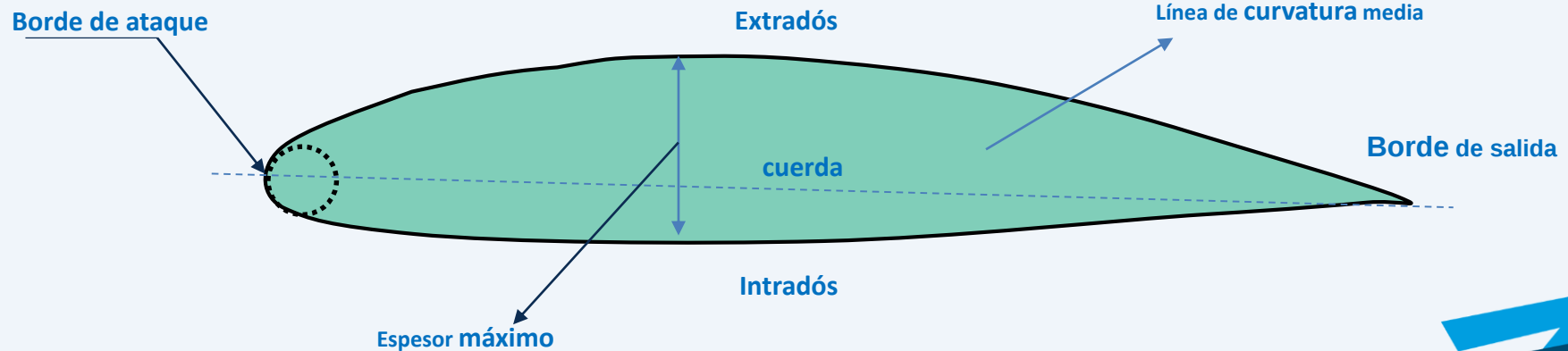
Al ser la presión de la parte inferior del cuerpo mayor que la de la parte superior, esto provoca que el cuerpo se eleve produciendo sustentación.

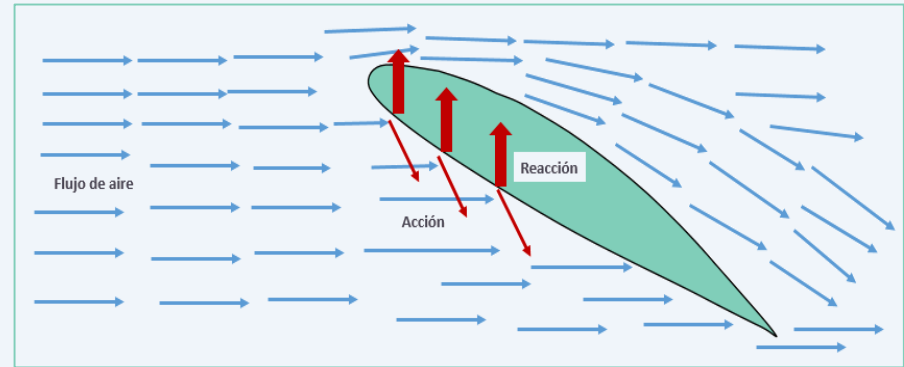
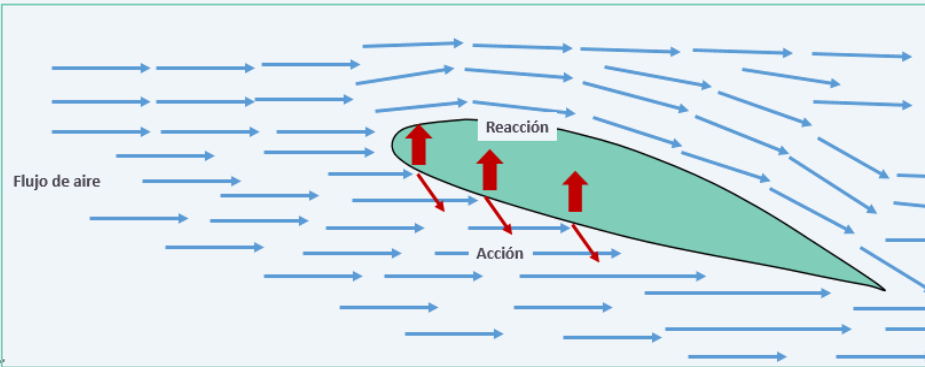


Fuerzas que actúan sobre el UAS

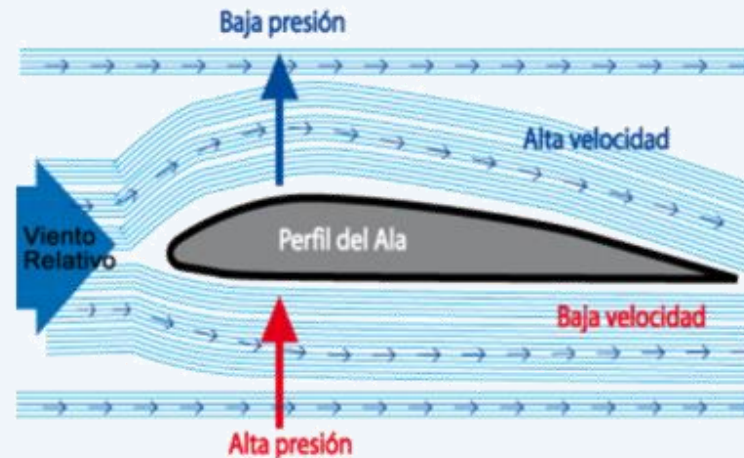


Si hacemos un corte a la hélice como se muestra en la fotografía obtenemos el perfil que se muestra a continuación.





A mayor ángulo de ataque mayor sustentación, debido a que la fuerza opuesta es mayor cuando mayor es la deflexión del perfil



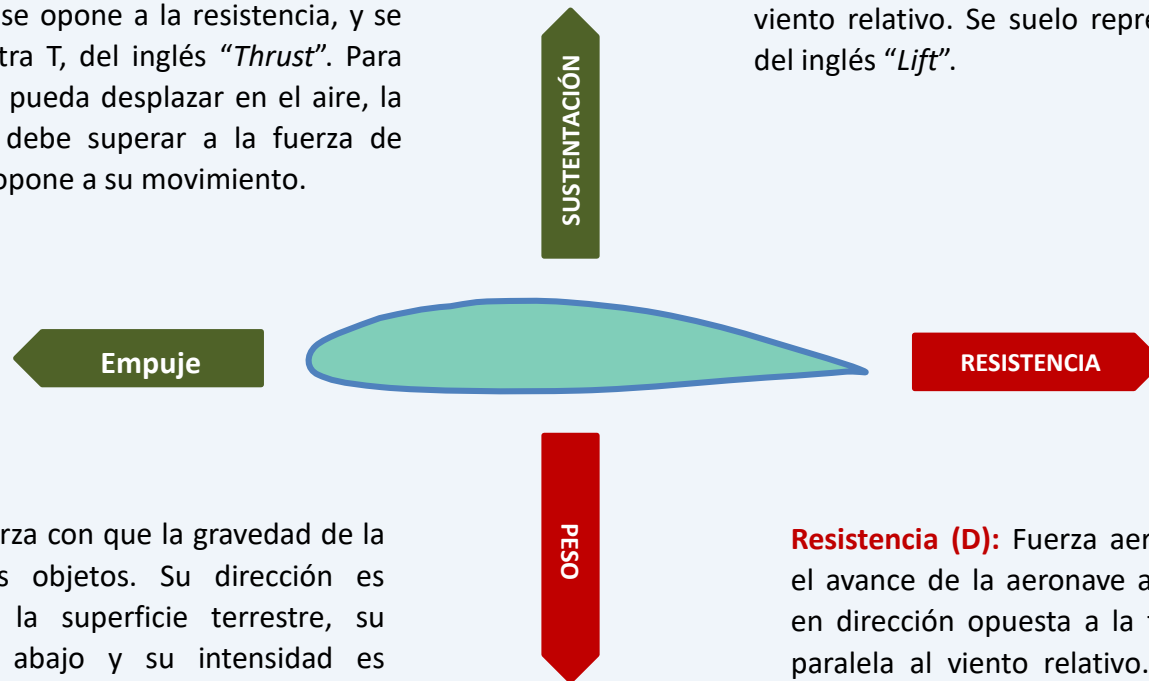
Sustentación (L) = Diferencia de presiones + Deflexión de la corriente



Fuerzas aerodinámicas

Empuje (T): Fuerza necesaria para que la aeronave se mueva a través de una masa de aire. Es proporcionada por el motor, las hélices o los rotores. El empuje se opone a la resistencia, y se simboliza con la letra T, del inglés “*Thrust*”. Para que la aeronave se pueda desplazar en el aire, la fuerza de empuje debe superar a la fuerza de resistencia que se opone a su movimiento.

Sustentación (L): Fuerza desarrollada por un perfil aerodinámico moviéndose en el aire, ejercida de abajo a arriba y cuya dirección es perpendicular al viento relativo. Se suele representar con la letra L del inglés “*Lift*”.

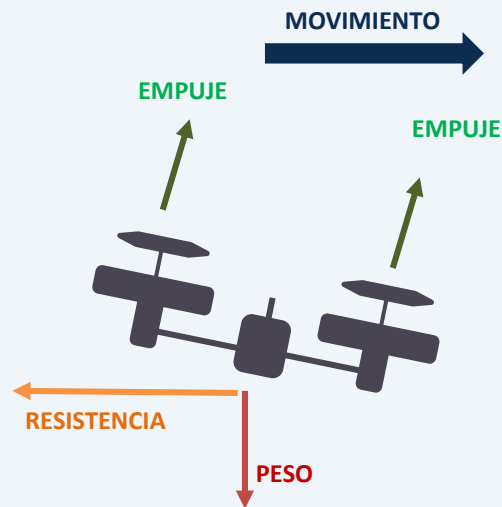


Peso (W): Es la fuerza con que la gravedad de la tierra atrae a los objetos. Su dirección es perpendicular a la superficie terrestre, su sentido es hacia abajo y su intensidad es proporcional a la masa de la aeronave. Se suele representar con una W del inglés “*weight*”. Deberá ser contrarrestada por la sustentación para que la aeronave pueda alzar el vuelo.

Resistencia (D): Fuerza aerodinámica que impide el avance de la aeronave a través del aire. Actúa en dirección opuesta a la trayectoria y de forma paralela al viento relativo. Se representa con la letra D, del inglés “*Drag*”. La resistencia es mayor cuanto mayor es la velocidad de la aeronave.



- ✖ Las aeronaves de ala fija utilizan los motores específicamente para generar el empuje. En el caso de los multirrotores, existen las mismas 4 fuerzas, pero existe una diferenciación, ya que la acción de los motores está dedicada a la rotación de las hélices, en este caso, se asimila la sustentación con el empuje. Si la aeronave se inclina hacia un lado, el empuje se dirige hacia esa dirección, pero surge una fuerza de componente horizontal, que en este caso se corresponde con la fuerza de resistencia que es la fuerza surgida que se opone al movimiento.



En resumen, las fuerzas actúan de dos en dos, una siempre es contraria a la otra. Para que un UAS se eleve **la fuerza de sustentación tiene que ser mayor que la fuerza de gravedad (peso)** y para que avance **la fuerza de empuje tiene que ser mayor que la fuerza de resistencia**.



- ➔ Nuestro planeta está constituido por tres partes fundamentales, una sólida denominada litosfera (continentes), otra líquida denominada hidrosfera (mares, océanos) y otra gaseosa o atmósfera, que a su vez se divide en diferentes subcapas.
 - ⌘ La subcapa donde tiene lugar el vuelo de los UAS se denomina troposfera.
 - ⌘ Es muy importante tener en cuenta la temperatura, presión, densidad, viento, visibilidad, actividad solar, tormentas y engelamiento, pues estos factores inciden profundamente en el vuelo.
 - ⌘ Tanto la densidad, como la temperatura y presión varían con la altitud, por lo que el cambio en estas magnitudes incide en el rendimiento de la aeronave.



- La presión se debe al peso de aire sobre un cierto punto de la superficie terrestre, por lo que a mayor altura, menor presión.
- La temperatura disminuye con la altura debido a la absorción de calor de las distintas capas que componen la atmósfera, de modo que cuando aumenta la temperatura las moléculas que componen el aire se dispersan, disminuyendo la densidad, si la temperatura disminuye las moléculas ocupan menor espacio entre si, reduciéndose el volumen que ocupa y aumentando la densidad.
- Según la Ley de Boyle a temperatura constante los volúmenes ocupados por una gas son inversamente proporcionales a las presiones a las que esté sometido.



➔ Al operar un UAS es necesario tener en cuenta los factores ambientales que pueden interferir en el rendimiento de la aeronave y por lo tanto en el vuelo. Los principales factores que pueden afectar son la densidad del aire, la humedad y el viento.

⌘ **DENSIDAD DEL AIRE:** La densidad del aire es un factor muy importante en el comportamiento de la aeronave porque la densidad influye en la **sustentación**, la **resistencia**, el **rendimiento del motor** y la **eficacia de la hélice**.

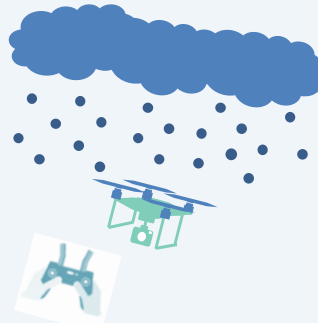
Si la densidad del aire **aumenta** hace que aumente la sustentación y la resistencia de la aeronave.



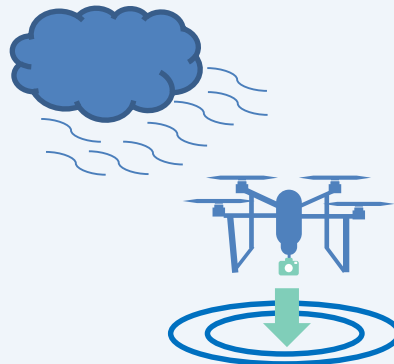
Si la densidad del aire **disminuye**, la sustentación y la resistencia de la aeronave disminuyen.



- ✖ **HUMEDAD DEL AIRE:** La atmósfera siempre contiene alguna parte de moléculas de agua en forma de vapor. Debido a la menor densidad del vapor de agua respecto al aire seco, un determinado volumen de aire húmedo pesa menos (es menos denso) que el mismo volumen de aire seco. Por lo tanto, cuando la humedad del aire es mayor, la densidad disminuye y esto provoca que la sustentación del UAS también disminuya.



- ✖ **VIENTO:** Es importante tener en cuenta el viento en la atmósfera previo a cada vuelo porque la maniobrabilidad y actuaciones del UAS pueden verse afectados. El viento puede afectar la autonomía y la maniobrabilidad de la UA.



El viento en cara o en cola afecta al despegue, ascenso, crucero, y aterrizaje de la aeronave.



➔ Descripción de las partes que componen un UAS

- ✂ **CHASIS-MARCO-FUSELAJE**: Esta parte constituye el esqueleto de la aeronave, es en la mayoría de los casos la estructura principal, la que determina tamaño y forma de la misma. En cuanto a materiales se realizan en aleaciones ligeras de aluminio, magnesio y titanio. Para reducir peso se emplean materiales compuestos, tales como fibra de carbono, fibra de vidrio y plástico.
- ✂ **GRUPO MOTOPROPULSOR**: Esta parte la conforman los motores, hélices y rotores que permiten moverse a la aeronave. Los más utilizados para giroaviones son los motores eléctricos sin escobillas.
 - Hélices: son giradas por la potencia que le transmiten los motores elevando la aeronave en el aire según las fuerzas aerodinámicas. En general, cuanto mayor es la longitud de la hélice mayor es el empuje. Están compuestas habitualmente de fibra de carbono, plástico o nylon.
- ✂ **BATERÍAS**: Las más utilizadas son las de polímero de litio, “Li-Po”. Precisan una carga más lenta que las de “Ni-Cd” o “Ni-MH”, pero se fabrican en más formas que las de Ion-litio por lo que se optimiza el espacio del fuselaje dedicado a las baterías.
- ✂ **PLACA CONTROLADORA DE VUELO**: Esta parte constituye el denominado cerebro de la aeronave, es el ordenador integrado que comanda las órdenes de movimiento y recoge los datos del sistema. Entre los elementos de que dispone se encuentran los giróscopos, sensores de altitud y altura, sensores de variación de altura, brújula, sensores de velocidad, sensores de posición, etc.
- ✂ **UNIDAD DE MANDO**: Está compuesta por emisores/receptores de señales de radio que envían a la aeronave información para el control de vuelo a través de los mandos de control y recibe datos de los sensores de la aeronave no tripulada a través de antenas. Esta información se transmite al piloto mediante elementos de gestión datos como pantallas, leds, vibraciones, etc.

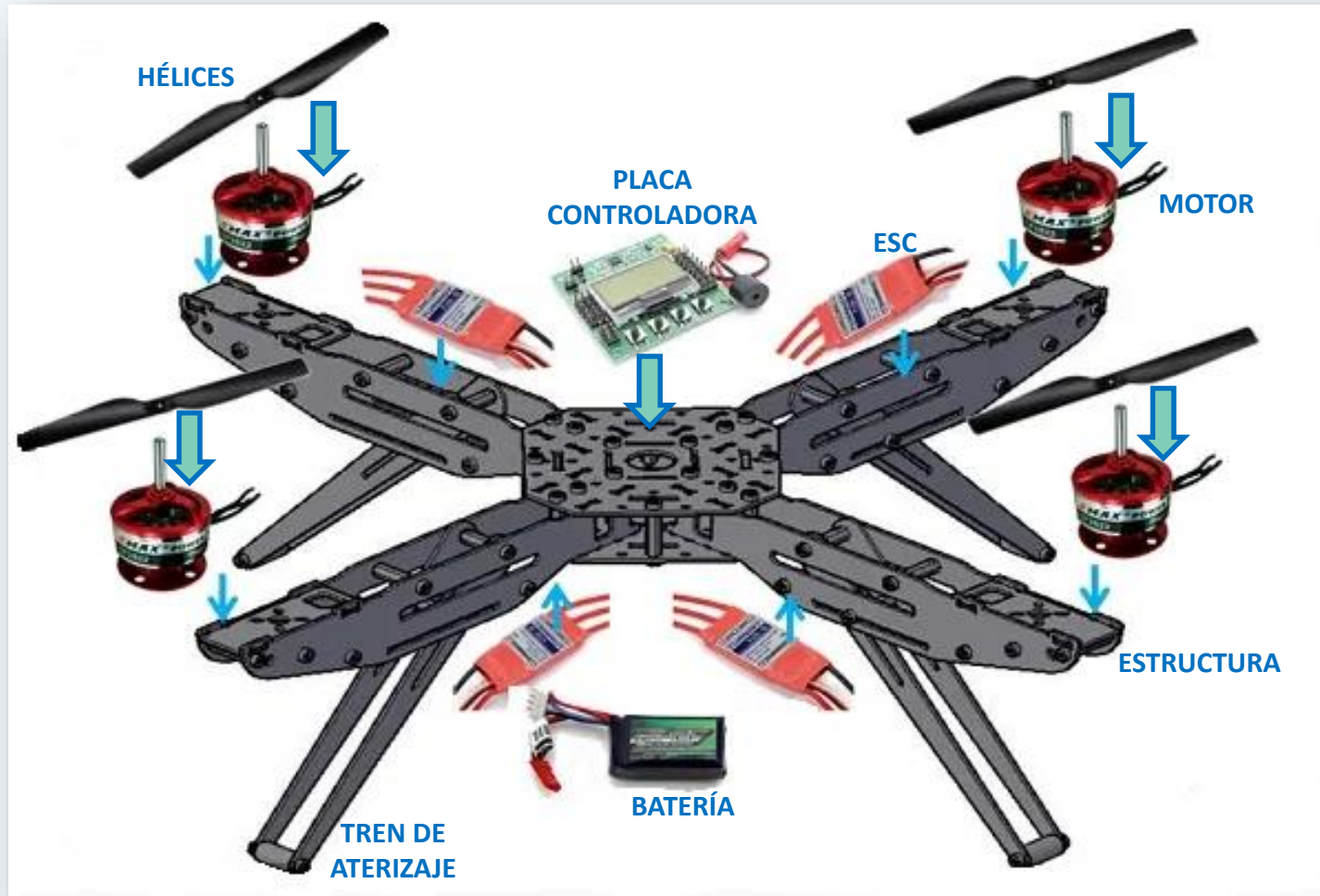


➔ Descripción de las partes que componen un UAS

- ✂ **REGULADORES DE VELOCIDAD O ESC:** Los ESC (*Electronic Speed Control*) son los encargados de que los motores de la aeronave giren a la velocidad necesaria mediante un circuito eléctrico que varía la velocidad y dirección del motor para realizar los diferentes movimientos.
- ✂ **GIMBAL O CARDÁN:** Es la parte que sirve de estabilización de la carga de pago a la aeronave. La mantiene controlada y nivelada y hace que se pueda controlar el giro en los ejes x, y, z de la carga de pago desde la estación de control. Además, evita que los movimientos propios de la aeronave y las vibraciones de las hélices y motores afecten al movimiento y la estabilidad de la carga de pago.
- ✂ **CARGA DE PAGO/ÚTIL:** Es la parte compuesta por aquel instrumento, mecanismo, equipo, componente, accesorio instalado o fijado en la aeronave y no se utilice ni esté destinado a emplearse para el manejo o control de la aeronave en vuelo. Entre las cargas de pago más comunes se encuentran las cámaras ópticas, térmicas, multiespectrales pero existen multitud de cargas de pago.
- ✂ **TREN DE ATERRIZAJE:** Es la parte que se emplea para que la aeronave tome tierra y evita sufrir daños al llegar al suelo. En cuadricópteros suelen adoptar la forma de patas, que en ocasiones integran las antenas para recibir la señal de la estación remota y luces *LED* que varían de color y frecuencia para que el piloto pueda conocer si existe algún problema en el estado de la aeronave. Otro tipo de trenes son retráctiles, lo que permite que se replieguen al despegar y no se interpongan frente a la cámara si ésta gira sobre su eje. Para las aeronaves de ala fija en el tren de aterrizaje se suelen emplear ruedas, o incluso patín situado en su panza o el propio fuselaje reforzado sobre el que aterrizan.



➔ Descripción de los componentes de un UAS



➔ Descripción del sistema de mando y control

- ✦ **Estación de control:** Los UAS, como norma general, disponen de una estación de control o emisora de radio denominada GCS (*Ground Control System*), que sirve para controlar el equipo. Esta estación de control, puede ser una emisora con sticks y botones para controlar la aeronave, pero existen otras posibilidades como el control por medio de ordenadores o incluso remolques o habilitaciones en el caso de equipos más avanzados.



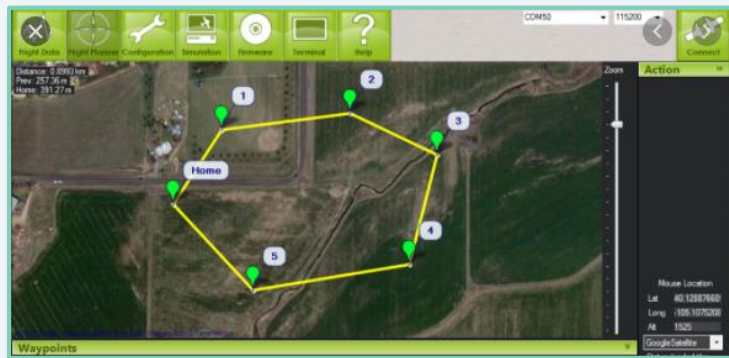
- ✦ La función principal de la estación de control es el mando y control del UAS, a través de la cual se producen los movimientos necesarios para guiar la aeronave.



➔ Descripción del sistema de mando y control

✂ Estación de control:

- **Emisor/receptor de señal:** Envía a la aeronave información para el control del vuelo y recibe datos de los sensores mediante señales de radio a través de una antena.
- **Elementos de control o mandos:** Permiten dirigir la aeronave permitiendo el control sobre los motores y el resto de sistemas que influyen en el vuelo.
- **Elementos de visualización y gestión de datos:** Procesa los datos de posicionamiento y telemetría y muestra la información necesaria para el vuelo. Los sistemas que disponen de transmisor FPV que irá dentro de la aeronave y el receptor de vídeo de la emisora de control mostrará las imágenes de las cámaras que lleve el UAS. Por medio de su software se puede programar el piloto automático, controlar la cámara, disponer los datos de telemetría, acceder a las funciones de geocaging o geofencing e incluso volver al punto de origen registrado anteriormente.

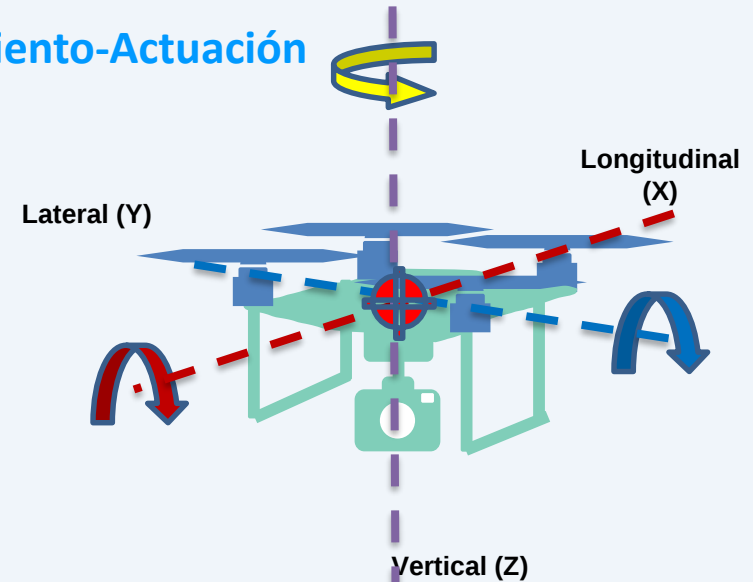
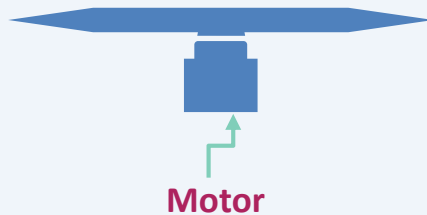


✈️ Controles de vuelo: Eje-movimiento-Actuación

- **EJES DE VUELO:** Se denominan ejes de vuelo a unas líneas imaginarias alrededor de las cuales puede girar una aeronave. Existen tres ejes perpendiculares entre si, alrededor de los cuales puede moverse cualquier aeronave, cuyo punto de intersección está situado en el centro de gravedad de la misma.
 - **Eje longitudinal:** Se extiende desde el morro a la cola en una ala fija o de delante hacia atrás a través del cuerpo central en un giroavión.
 - **Eje lateral/transversal:** Se extiende de punta a punta de las alas en un ala fija o de izquierda a derecha a través del fuselaje en un giroavión.
 - **Eje Vertical:** Está contenido en un plano que pasa por el centro de gravedad desde arriba hacia abajo de la aeronave.
- **MOVIMIENTOS DE VUELO:** Son los movimientos que realiza la aeronave alrededor de los ejes de vuelo y se denominan:
 - **Alabeo:** Movimiento alrededor del eje longitudinal.
 - **Cabeceo:** Movimiento alrededor del eje transversal.
 - **Guiñada:** Movimiento alrededor del eje vertical.
- **ACTUADOR/SUPERFICIES DE CONTROL:** Es el componente físico de la aeronave que hace moverse a la misma según cada eje. El movimiento de los sticks en la estación de control envía las señales a la central de control de vuelo. Este controlador envía la información necesaria a los actuadores o servos (ala fija) o a los controladores electrónicos de velocidad (ESCs) de cada motor (giroaviones), para que a su vez dirijan los motores para aumentar o disminuir la velocidad.



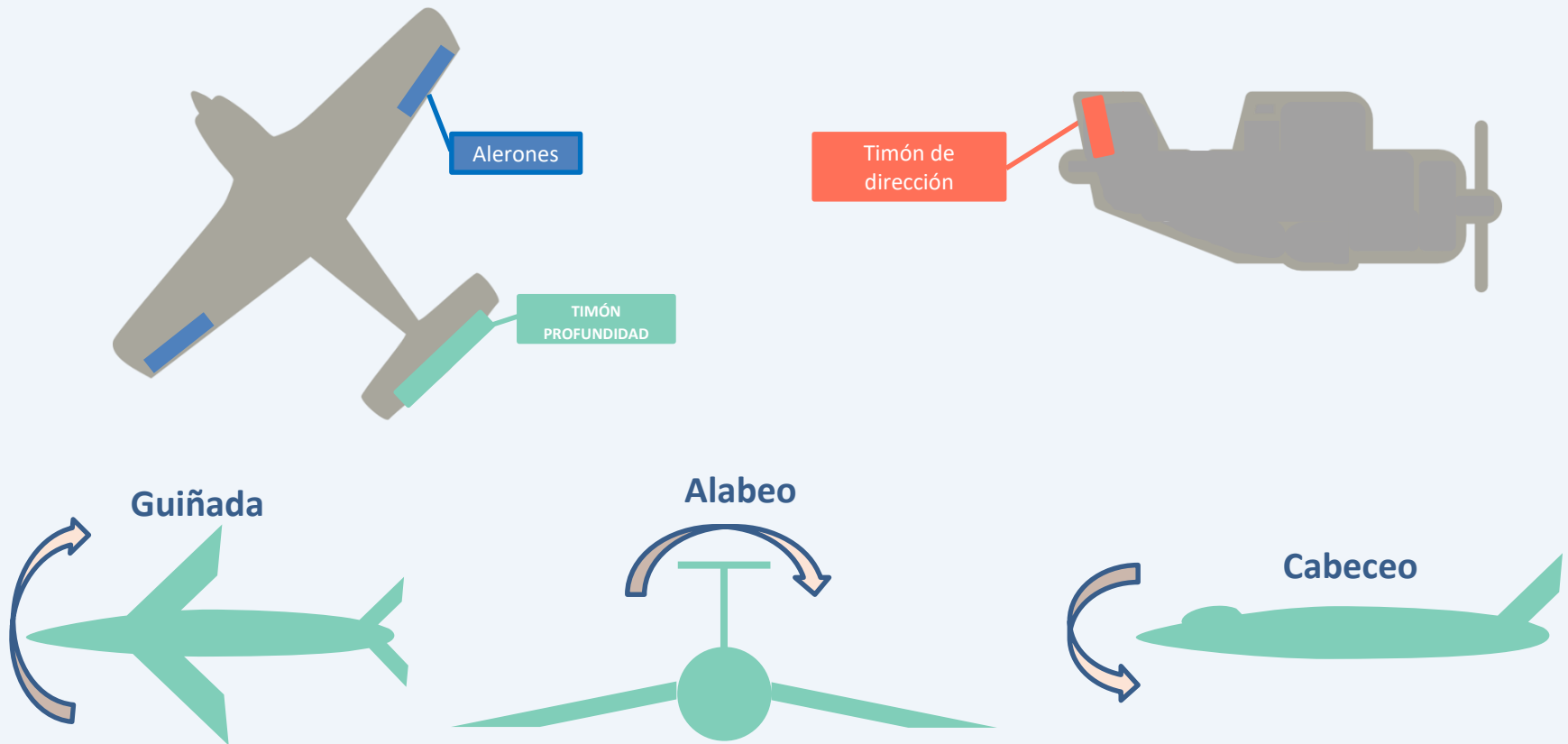
✈️ Controles de vuelo giroaviones: Eje-movimiento-Actuación



EJE	MOVIMIENTO	ACTUACIÓN
LONGITUDINAL (X)	ALABEO	Movimiento a izquierda o derecha, es decir, movimiento realizado alrededor del eje perpendicular al plano de los rotores.
LATERAL (Y)	CABECEO	Movimiento hacia delante y hacia atrás, es decir, movimiento realizado alrededor del eje transversal al plano de los rotores.
VERTICAL (Z)	GUIÑADA	Rotación o giro, es decir, el movimiento realizado alrededor del eje vertical al centro de gravedad.



✈️ Controles de vuelo ala fija: Eje-movimiento-Actuación

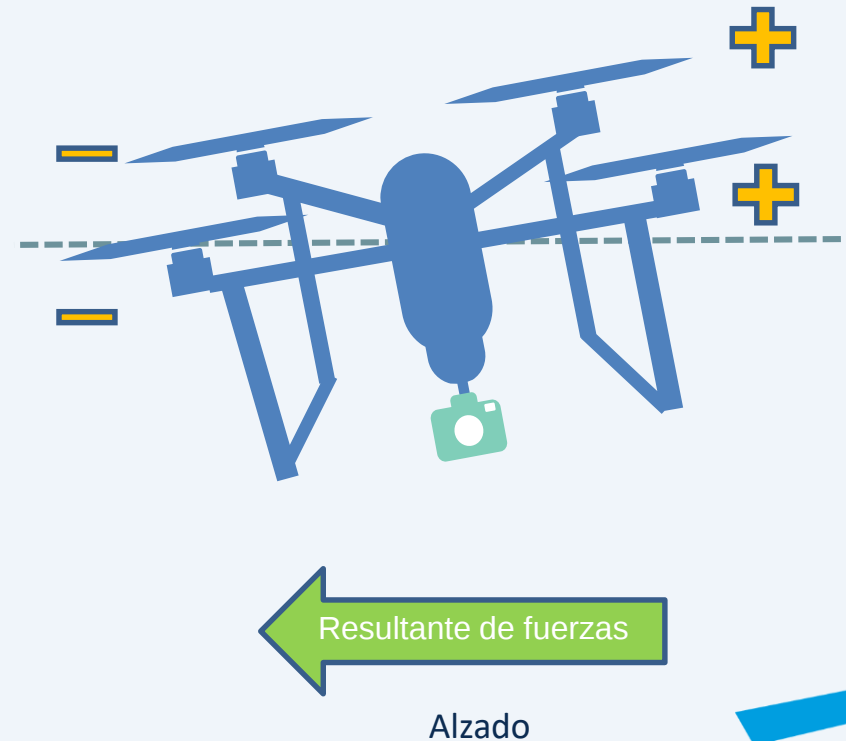
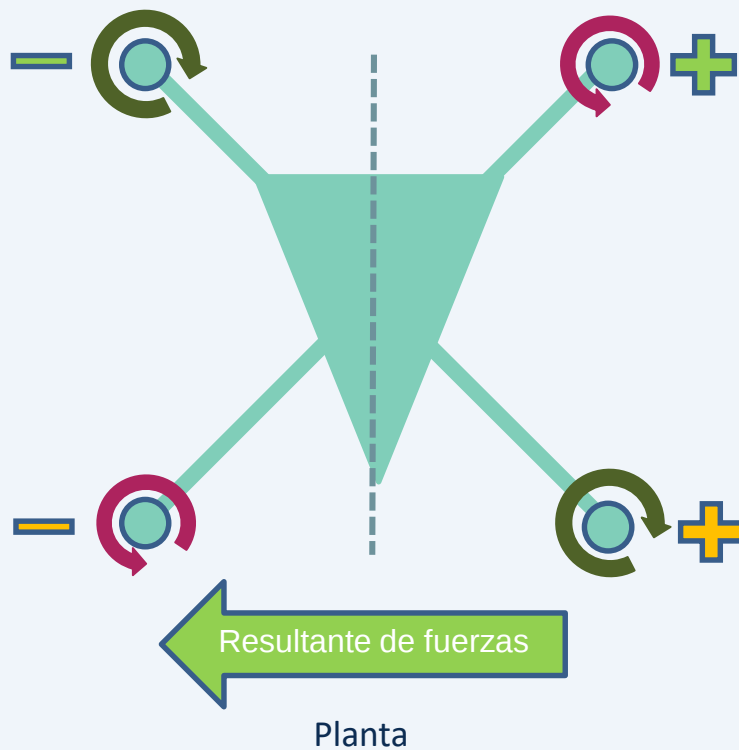


EJE	MOVIMIENTO	ACTUACIÓN
LONGITUDINAL (X)	ALABEO	Alerones
LATERAL (Y)	CABECEO	Timón de profundidad
VERTICAL (Z)	GUIÑADA	Timón de dirección

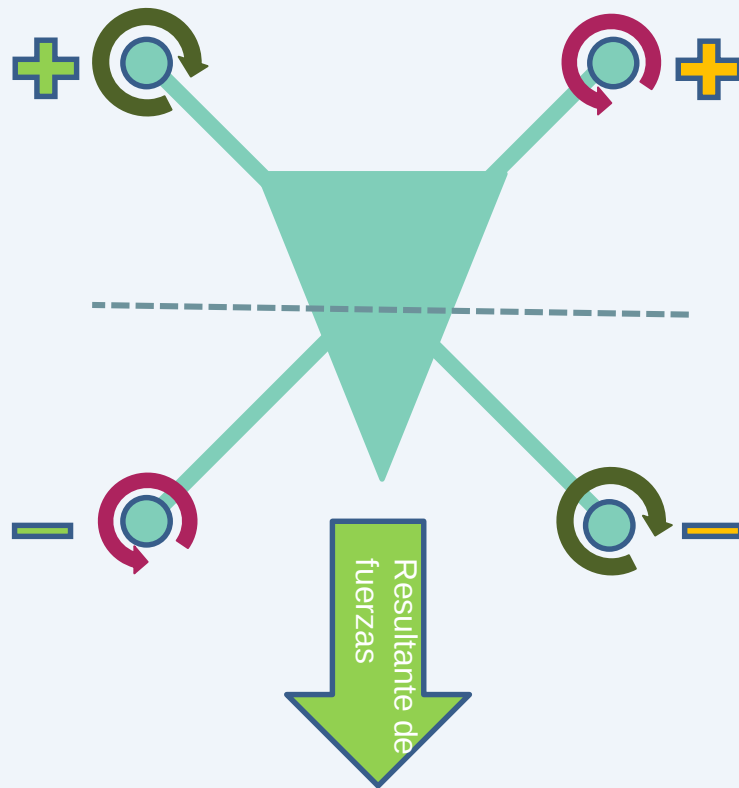


Para lograr cualquier movimiento, lo que hace la controladora es variar la velocidad de algún motor para lograr una fuerza resultante, que permita a la aeronave realizar el movimiento requerido. Para explicar los movimientos de un giroavión, se va a tomar como referencia una configuración en X de un Cuadricóptero.

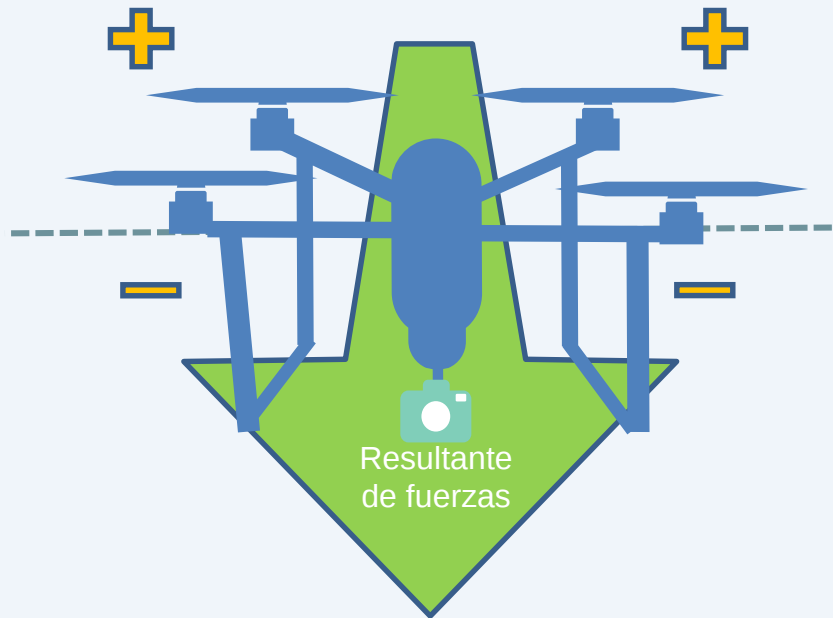
- **Alabeo («Roll»):** Si se aumenta la velocidad de los motores del plano izquierdo el giroavión bascula hacia el lado derecho apareciendo una fuerza de desplazamiento a la derecha tal y como se muestra en el dibujo:



- **Cabeceo («Pitch»):** Si se aumenta le velocidad de los motores traseros, el multirrotor bascula hacia adelante apareciendo una fuerza de avance tal y como se muestra en el dibujo:



Planta



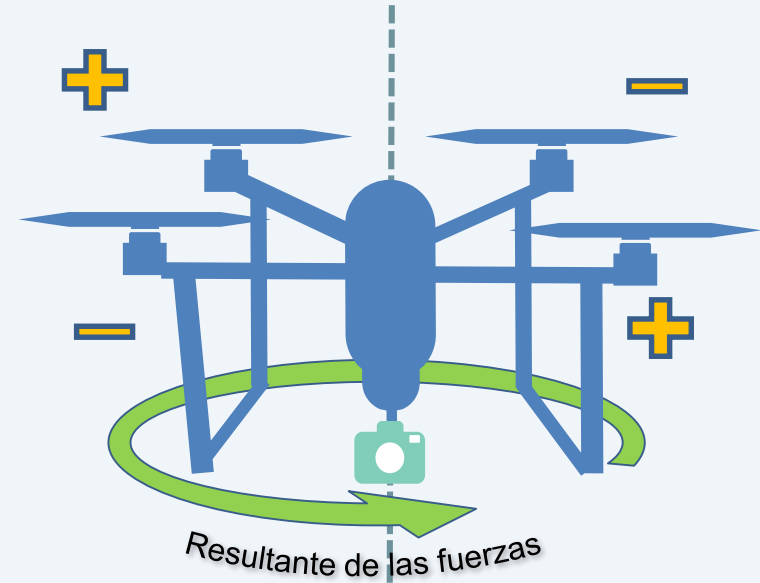
Alzado



- **Guiñada («Yaw»):** Si se aumenta le velocidad de los motores que giran en el sentido de las agujas del reloj, se produce un desequilibrio del momento angular de fuerzas en torno al eje vertical que provoca que el giroavión gire en sentido antihorario.



Planta



Alzado



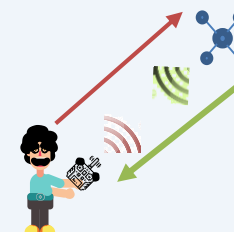
- ➔ Los servicios de comunicaciones permiten el intercambio de información entre los distintos sistemas de tierra y la aeronave. Los enlaces de comunicaciones se pueden dividir en subida (desde la estación de control a la aeronave) y bajada (de la aeronave a la estación de control).

⌘ Enlace de subida: De la GCS al UAS.

- Comandos de control (plan de vuelo, velocidad, vuelta a casa, despegue/aterrizaje, etc.).
- Correcciones GNSS (si las hubiese).
- Comandos para la carga de pago (manejo del *gimbal* y el comando de las órdenes de vídeo/imagen).

⌘ Enlace de bajada: Del UAS a la GCS.

- Telemetría (datos de vuelo).
- Estado de la carga de pago (posición del *gimbal*) y baterías.
- Video/imágenes tomadas por la carga de pago.



⌘ Los parámetros de rendimiento típicos de un enlace de mando y control son el rango efectivo, la frecuencia de operación y la latencia.

- **Latencia:** Tiempo necesario para producir, procesar, enviar, recibir, interpretar y ejecutar una orden de comando.
- **Banda de frecuencia:** Es una pequeña sección de frecuencia del espectro radioeléctrico empleado en las comunicaciones de radio, donde los canales de comunicación se utilizan para servicios similares para evitar interferencias y permitir un uso eficiente del espectro. Las frecuencias de enlace de comunicaciones típicas en el uso de UAS son 2,4 Ghz y 5,8 Ghz.

En caso de pérdida de radioenlace, en la mayoría de los UAS el piloto detectará esta situación mediante una indicación auditiva y visual clara de alarma en su estación de control, y en caso de que el UAS disponga de función de vuelta a casa («RTH», por sus siglas en inglés de «Return To Home»), éste se activará de manera automática. Consulte si su UAS dispone de esta funcionalidad en la documentación técnica de la aeronave.



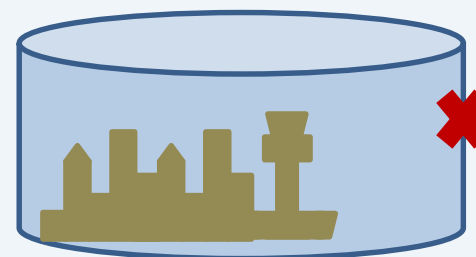
➔ Otra parte muy importante del elemento de mando y control son los **sensores** que nos indican datos como la posición del UA, la altura de vuelo, la orientación del UA y la actitud de la aeronave. Los principales sensores con los que puede contar un UA son:

- ✂ **IMU (Inertial Measurement Unit):** Sensor que calcula la posición relativa del UA. Está compuesto por un acelerómetro (mide la aceleración lineal con que se mueve el sensor) y un giróscopo (mide la velocidad angular) combinados.
- ✂ **Sensor de localización:** Se necesitan sensores para determinar la posición absoluta del UA. La forma más popular de hacerlo es usando el **GNSS** (Sistema de posicionamiento global por satélite). También se pueden usar sensores de posicionamiento relativo (altímetro, sonar, sensor ultrasónico de altura AGL, Deckfinder). Para obtener la posición del UAS en los ejes x,y,z, es decir, en tres dimensiones, se necesitan al menos **4 satélites**.
- ✂ **Sensor de presión barométrica/ sensor de presión:** Con este sensor permitiría disponer de un altímetro barométrico y/o indicador de velocidad vertical. El altímetro permite conocer altitudes o alturas en función de su configuración (suele indicarse en pies -ft-), mientras que el indicador de velocidad vertical facilita el régimen de ascenso y descenso (suele representarse en pies por minuto -ft/min-). Para conocer la altura de vuelo del UAS también se suele recurrir a radioaltímetros u obtener valores mediante satélite GNSS.” .
- ✂ **Magnetómetro:** este sensor proporciona información acerca del norte magnético. Se utiliza como una brújula para saber en todo momento la dirección a la que apunta el morro UA.
- ✂ **Sensores anticollisiones-Sense and Avoid (SAA):** Sistema por el cual la aeronave puede detectar y evitar obstáculos fijos en su trayectoria de vuelo sin la intervención del piloto

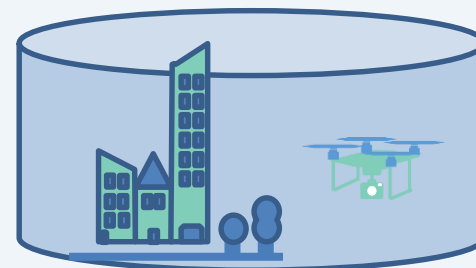


➔ La geolocalización es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en la operativa con UAS. Esta función permite al UAS conocer su posición exacta y realizar operaciones automatizadas así como brindar apoyo a los pilotos durante el vuelo.

- ✂ **Sistema geofencing:** Volumen operacional/ límite virtual del espacio aéreo establecido mediante geolocalización, dentro del cual ha limitado a la aeronave la **entrada** por software. En este caso, el piloto deberá definir un volumen operacional donde volará la aeronave no tripulada en el que no podrá acceder.
- ✂ **Sistema geocaging:** Volumen operacional/ límite virtual del espacio aéreo establecido mediante geolocalización, dentro del cual ha limitado a la aeronave la **salida** por software. En este caso, el piloto deberá definir un volumen operacional donde volará la aeronave no tripulada y que no podrá abandonar, sin superar los límites horizontales y verticales.



Geofencing



Geocaging



➔ A partir de la información recogida a través de los sensores mostrados con anterioridad se alimentan los siguientes instrumentos de vuelo.

✂ **Autopiloto:** Gestiona los datos de los sensores para dar órdenes a motores y superficies de control en función de los comandos recibidos. Los sensores reciben los datos que se gestionan en el autopiloto.

En caso de pérdida de GNSS el autopiloto pasa a comandar un **hovering** (vuelo estacionario sobre un punto) y en un tiempo preestablecido si no se recupera esta señal, se procederá al aterrizaje vertical de la aeronave.

El autopiloto permite que el UAS siga la ruta planificada, compensando los efectos del viento y otras perturbaciones de vuelo.

✂ **Sistema de terminación de vuelo (FTS):** En inglés « *Flight Termination System* ». Sistema que disponen los UAS para alcanzar un nivel de seguridad antes de una emergencia mediante la terminación de vuelo en condiciones de seguridad. Los UAS disponen de varios sistemas de terminación segura del vuelo:

- **Vuelta a casa (RTH):** Es el denominado «*Return To Home*», que consiste en un sistema de seguridad por el que la aeronave en caso de fallo de comunicación o pérdida de control del UA, mantiene una altura predeterminada y vuelve a una posición de seguridad definida con anterioridad. Una vez en esa posición el UAS aterriza de manera automática.
- **Aterrizaje frente a agotamiento de batería.**





Antes del primer vuelo es necesario que todo piloto conozca bien los principales elementos, limitaciones y características de su UAS

- ➔ **Lea atentamente y siga** las instrucciones adjuntas a la aeronave no tripulada proporcionadas por el fabricante del UAS.



RESUMEN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA UAS

LIMITACIONES DE LA AERONAVE

CONTROL DEL UAS EN TODAS LAS FASES DEL VUELO

PROCEDIMIENTOS EN CASO DE FALLO DEL UAS

PROCEDIMIENTOS ESTABLECIMIENTO ALTURA MÁXIMA

PROCEDIMIENTOS CARGA ZONAS GEOGRÁFICAS

PROCEDIMIENTOS CARGA Nº REGISTRO OPERADOR



RESUMEN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA UAS



En las instrucciones existe un apartado donde se explican los principales elementos que componen el UAS y cómo debe ser manejado previo, durante y posterior a cada vuelo.



LIMITACIONES DE LA AERONAVE

- **Limitaciones meteorológicas:** velocidad máxima de viento, lluvia, niebla o temperatura. Es importante conocer estas limitaciones, y evaluarlas antes de cada vuelo, para saber si se podrá realizar el vuelo.
- **Limitaciones de altura máxima de vuelo y distancia horizontal segura entre el piloto a distancia y la aeronave no tripulada.**
- **Limitaciones de masa máxima de despegue:** es importante conocer la MTOM del UA y, en caso de incluir sistemas adicionales o variar la carga útil, no superar este valor en ningún caso.
- **Limitaciones de batería y tiempos de vuelo:** Se indican todos los datos relativos a la batería, entre los más importantes están el rango de temperatura, para usar de forma segura las baterías y, la duración de las mismas (puede variar según los modos de vuelo de las aeronaves).





CONTROL DEL UAS EN TODAS LAS FASES DEL VUELO

Controlar el UAS en todas las fases de vuelo es imprescindible para realizar un vuelo seguro. Para ello, el piloto a distancia debe seguir las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS, donde se especifica los pasos a seguir para un correcto y seguro **arranque de motores, despegue, manejo de la aeronave con sus distintos modos de vuelo, aterrizaje y parada de motores.**

PROCEDIMIENTOS EN CASO DE FALLO DEL UAS



Las instrucciones de la aeronave no tripulada también establecen pautas a seguir en caso de que se produzcan fallos en el UAS durante el vuelo (pérdida de señal GNSS, pérdida del enlace de control, etc.). Es importante que el piloto a distancia conozca los procedimientos y pautas a seguir ante estas situaciones anómalas.

Concretamente, para aquellas aeronaves que dispongan del sistema de vuelta a casa automático (RTH) en caso de pérdida de enlace, el piloto a distancia debe saber establecer previo al vuelo los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento.





PROCEDIMIENTOS ESTABLECIMIENTO ALTURA MÁXIMA

Si el UAS dispone de un sistema para establecer una altura máxima de vuelo, esta no podrá ser superada durante el vuelo. El piloto a distancia deberá consultar en las instrucciones del fabricante del UAS, el procedimiento a seguir para fijar la altura máxima.

PROCEDIMIENTOS CARGA ZONAS GEOGRÁFICAS



El piloto a distancia debe asegurarse de cargar la información más actualizada disponible de la zona geográfica donde vaya a realizar la operación. En las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS, se puede encontrar cuál es el procedimiento para cargar esta información, la cual será facilitada por el Estado miembro.



PROCEDIMIENTOS CARGA Nº REGISTRO OPERADOR

Previo al vuelo, el piloto a distancia debe asegurarse que el número de registro de operador de UAS, el cual es **único, intransferible y debe mantenerse en privado**, esté cargado en el sistema de identificación remota de la aeronave no tripulada, en caso de disponer de ello. El procedimiento para cargar este número de identificación en la aeronave no tripulada, está detallado en las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.



- ➔ Para mantener unas condiciones seguras de aeronavegabilidad del UAS es necesario seguir las **instrucciones de mantenimiento** facilitadas por el fabricante del UAS.



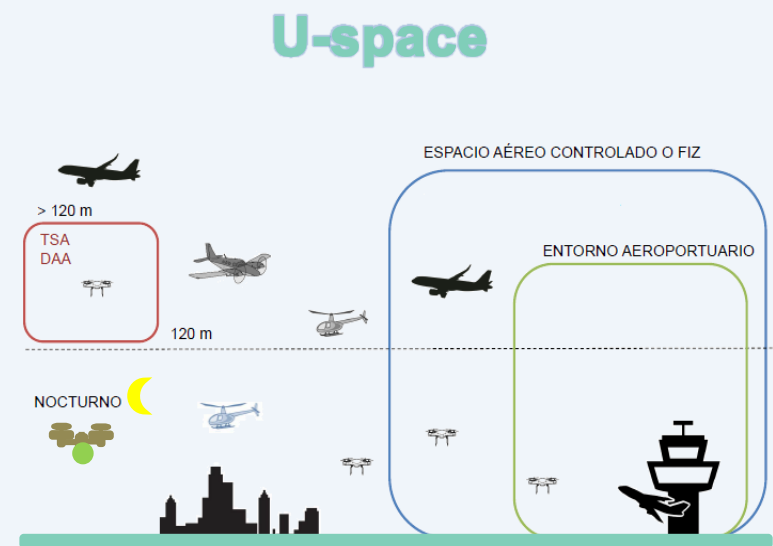
INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

- ➔ El piloto a distancia deberá realizar una **inspección exterior del equipo, previo a cada vuelo**, para asegurar que la aeronave no tripulada está en condiciones óptimas para el vuelo y detectar posibles defectos. Como norma general entre los elementos principales a inspeccionar están:

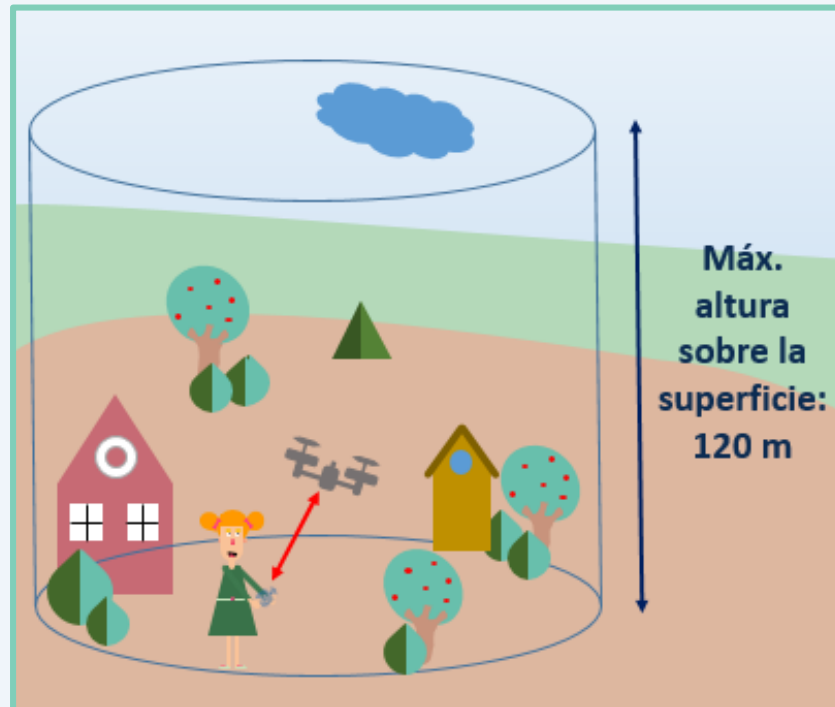
- ✚ Equipo de control, sistemas de apoyo y subsistemas (antenas, cableado, conexiones, etc.).
- ✚ Integridad estructural (fuselaje, célula, motores, hélices, etc.).
- ✚ Batería (s)/combustible (comprobación de voltajes, estado).
- ✚ Comprobación de los sistemas anexos (cámara, sensores).
- ✚ Comprobación dinámica de motores, superficies de control, etc.
- ✚ Actualización de software/firmware.



- ➔ Las aeronaves no tripuladas, independientemente de su MTOM, pueden utilizarse dentro del mismo espacio aéreo que las aeronaves tripuladas, el cielo único europeo («SES», por sus siglas en inglés *Single European Sky*). Teniendo en cuenta las características específicas de las operaciones con UAS, estas deben ser tan seguras como las de las aeronaves tripuladas.
- ➔ Se está desarrollando el sistema «U-space», que comprende la infraestructura, los servicios y los procedimientos para garantizar la seguridad de las operaciones de UAS y apoyar su integración en el espacio aéreo.
- ➔ Para conocer las restricciones del espacio aéreo en operaciones de UAS en las subcategorías A1 y A3 es necesario, obtener y observar **información actualizada sobre las restricciones o condiciones de vuelo publicadas por los Estados miembros.**

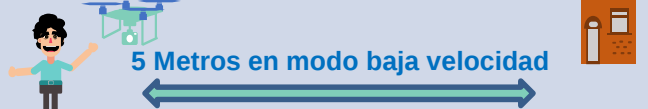


- ➔ En la categoría abierta, se podrá volar un UAS a una **altura máxima** sobre la superficie de **120 m** (400ft) del terreno, siguiendo los cambios de la topografía del mismo (tal y como muestra la imagen adjunta).
- ➔ La aeronave no se alejará más de 120 metros del punto más próximo de la superficie, salvo cuando se sobrevuele sobre un obstáculo. Cuando un Estado miembro defina una zona geográfica con una altura máxima más baja, el piloto deberá garantizar que la aeronave siempre cumple con los requisitos de la zona geográfica en cuestión.



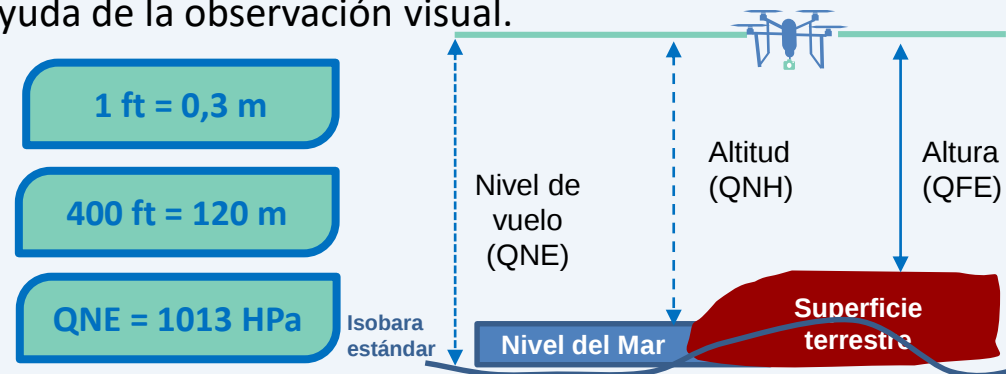
➔ Vuelos en Entornos Urbanos en Categoría «Abierta».

Para realizar **operaciones en entornos urbanos** en la **categoría «abierta»** el piloto a distancia debe garantizar que la aeronave no tripulada **no sobrevuele edificios**, construcciones estables similares a edificios, casas, **ni cualquier otro domicilio de personas físicas**, incluyendo en todos los casos sus zonas de recreo, patios y zonas análogas, ya sean de titularidad pública o privada, **salvo expresa autorización del propietario**.

Tipo de UAS	MTOM de UAS	Sub.	vuelo en Entorno Urbano	Distancias seguras a edificios
Clase C0	≤ 250 Gramos	A1	✓	 Sin distancias mínimas.
Clase C1				
“Legacy”				
Clase C1	≥ 250 Gramos	A1	✓	 5 Metros
Clase C2	≤ 4 Kilos	A2	✓	 30 Metros  5 Metros en modo baja velocidad
Clase C3	≤ 25 Kilos	A3	✗	 150 Metros
Clase C4				
“Legacy”				

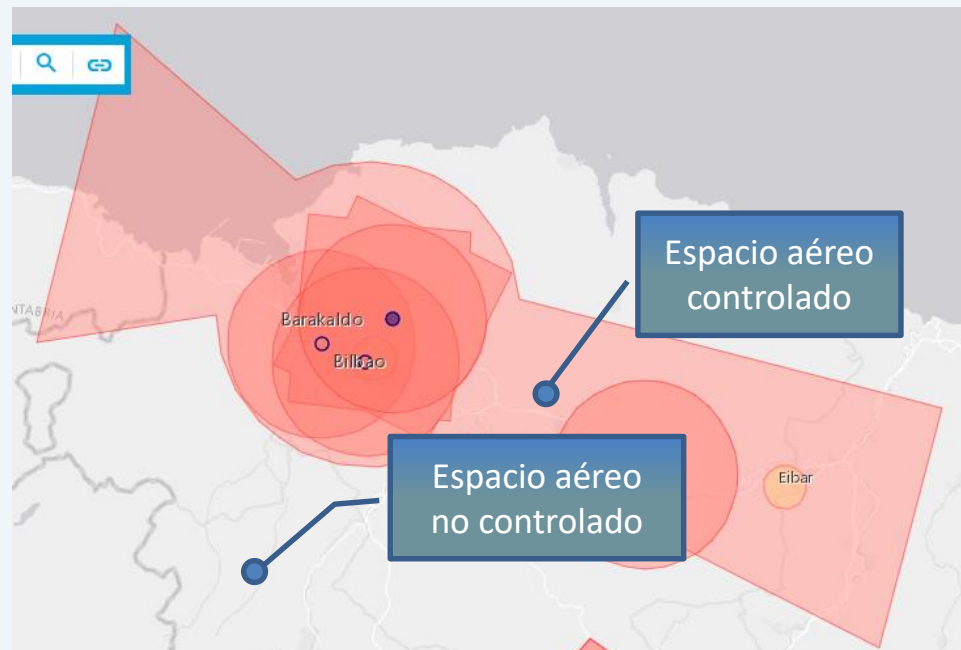


- ➔ **Geoconsciencia:** Función que, sobre la base de los datos facilitados por las autoridades aeronáuticas, detecta una posible violación de las limitaciones del espacio aéreo y alerta a los pilotos a distancia para que puedan tomar medidas inmediatas y eficaces para evitar esa violación.
- ➔ **Zona geográfica de UAS:** parte del espacio aéreo establecida por la autoridad competente que facilita, restringe o excluye operaciones de UAS.
- ➔ **FL (Flight Level):** Nivel de vuelo. Altitud de una aeronave a la presión atmosférica estándar, expresada en cientos de pies (ft). Los niveles de vuelo se utilizan para garantizar una separación vertical segura entre aeronaves.
- ➔ **IFR (Instrumental Flight Rules): Reglas de vuelo instrumental:** Conjunto de normas y procedimientos contemplados en el Reglamento de Circulación Aérea que regulan el vuelo de aeronaves con base en el uso de instrumentos para la navegación, lo cual implica que no es necesario tener contacto visual con el terreno.
- ➔ **VFR (Visual Flight Rules): Reglas de vuelo visual:** Conjunto de normas contenidas en el Reglamento (UE) nº 923/2012 del SERA, que establecen las condiciones suficientes para que el piloto pueda dirigir su aeronave, navegar y mantener la separación de seguridad con cualquier obstáculo con la única ayuda de la observación visual.



➡ Tipos de espacio aéreo:

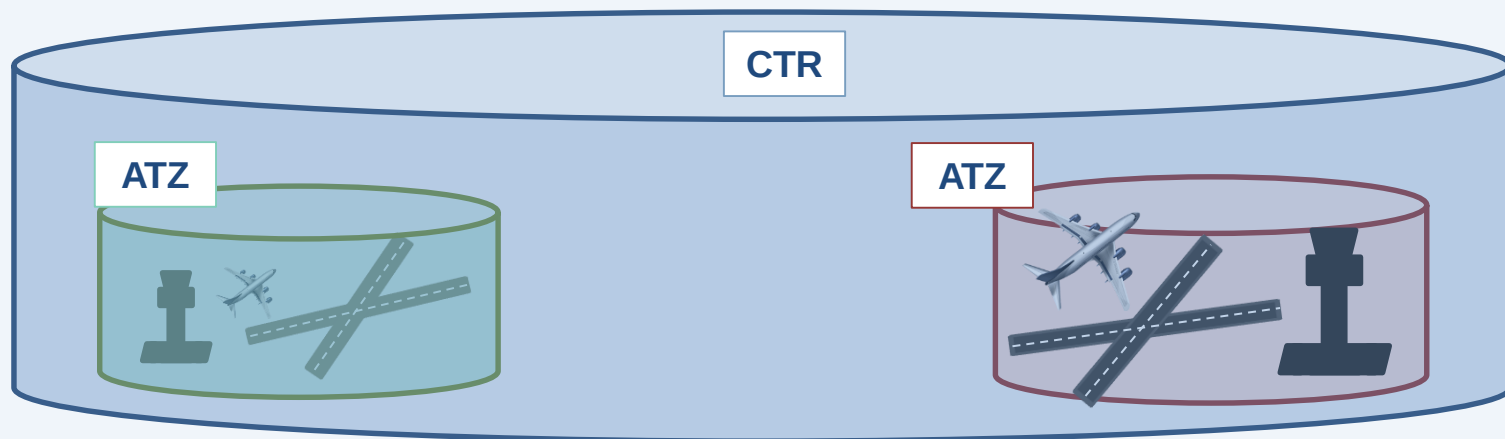
- ✂ **CONTROLADO**: Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita el servicio de control de tránsito aéreo («ATC», por sus siglas en inglés *Air Traffic Control*) a los vuelos IFR y VFR, de acuerdo con la clasificación del espacio aéreo.
- ✂ **NO CONTROLADO**: Espacio aéreo en el que no se presta el servicio de control de tránsito aéreo («ATC», por sus siglas en inglés *Air Traffic Control*) a los vuelos que operan en este espacio aéreo.



➔ **Estructuras de espacio aéreo:** Espacio definido en 3 dimensiones (volumen) creado con propósitos de facilitar la provisión de los servicios de tránsito aéreo («ATS», por sus siglas en inglés *Air Traffic Services*).

➔ **El espacio aéreo se organiza en:**

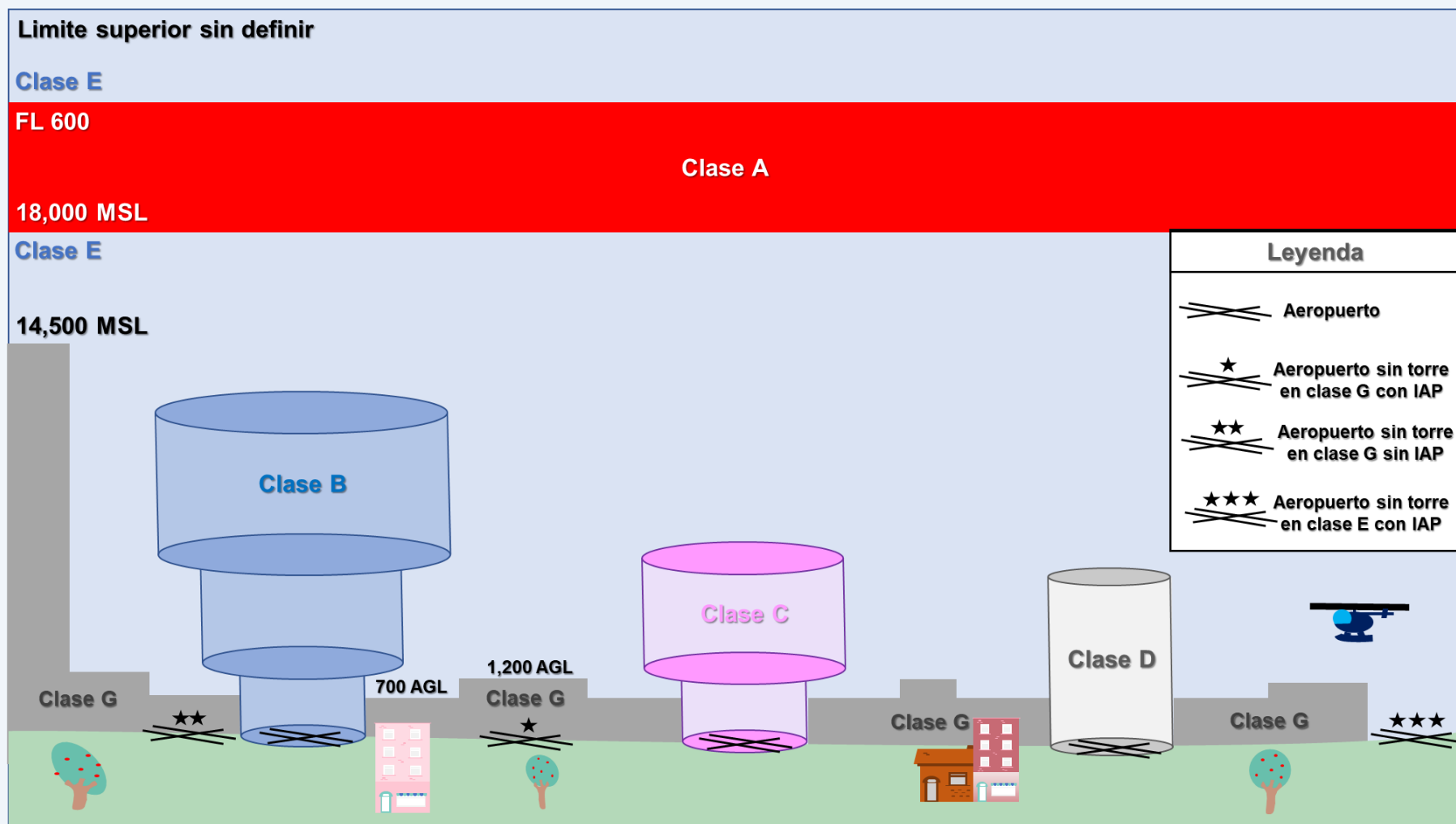
- ✂ **ZONAS DE CONTROL (CTR):** Volumen de espacio aéreo que se extiende desde el suelo hasta una altura determinada. Su finalidad es la de proteger y controlar todo movimiento de las aeronaves de uno o más aeródromos, especialmente las entradas y salidas de los vuelos IFR. Se extiende por lo menos 5 NM del centro del aeropuerto que trata de controlar.
- ✂ **ZONAS DE TRÁNSITO DE AERÓDROMO (ATZ):** Volumen de espacio aéreo alrededor de un aeródromo para la protección y control de su tráfico, especialmente el que realiza vuelos VFR. Si el aeródromo acepta operaciones IFR existirá un CTR que suele englobar el ATZ.
- ✂ **ZONAS DE INFORMACIÓN DE VUELO (FIZ):** Espacio aéreo NO CONTROLADO que se extiende hacia arriba desde la superficie terrestre hasta un límite superior especificado, este está asociado a aeródromos AFIS que suministran información a las aeronaves en su área de responsabilidad.



- ➔ **Clasificación del espacio aéreo.** Dentro de la clasificación de espacio aéreo controlado o no controlado, existe una subdivisión de espacio aéreo que permite una mejor distribución del tráfico aéreo.
- ➔ El espacio aéreo **controlado**, a su vez se divide en las clases **A, B, C, D** y **E**.
- ➔ El espacio aéreo **no controlado** a su vez se divide en las clases **F** y **G**.
- ➔ Cada una de estas clases tiene asociadas una serie de obligaciones y limitaciones para los pilotos que quieran o se encuentren operando dentro de ellas. Dependiendo de la clase de espacio aéreo, por parte del proveedor ATS se prestarán unos servicios u otros.
- ➔ Estas limitaciones y obligaciones varían en función de si el vuelo es **VFR** o **IFR**.
 - ✂ **VFR:** Vuelos en régimen visual (Visual Flight Rules).
 - ✂ **IFR:** Vuelos en régimen instrumental (Instrumental Flight Rules)



➔ De forma general el espacio aéreo se distribuye de la siguiente manera:



Los aeropuertos con torre, en función del tipo de tráfico que admitan, pueden estar en espacio de clase B, C o D.

*IAP = Procedimientos de aproximación instrumental



Clase	Vuelos permitidos	Separación entre aeronaves	Servicios proporcionados	Requisitos comunicación	Limitaciones	Autorización ATC
A	Solo IFR	Todas	ATC	Continuada bidireccional	No aplica	Sí
B	VFR e IFR	Todas	ATC	Continuada bidireccional	No aplica	Sí
C	VFR e IFR	IFR/IFR IFR/VFR VFR/IFR	ATC para separación en IFR y transito en VFR	Continuada bidireccional	Solo para VFR 250 KIAS <10000 ft AMSL	Sí
D	VFR e IFR	IFR/IFR	ATC para separación y tránsito	Continuada bidireccional	250 KIAS <10000 ft AMSL	Sí
E	VFR e IFR	IFR/IFR	ATC e información sobre vuelos VFR	Solo para IFR Continuada bidireccional	250 KIAS <10000 ft AMSL	Solo para IFR Sí
F	VFR e IFR	IFR/ IFR	Asesoramiento de tráfico e información	Solo para IFR Continuada bidireccional	250 KIAS <10000 ft AMSL	No
G	VFR e IFR	Ninguna	Servicio de information de Vuelo	Solo para IFR Continuada bidireccional	250 KIAS <10000 ft AMSL	No



Zonas Geográficas UAS

En las zonas geográficas de UAS, las operaciones con UAS se realizarán, cuando estén permitidas, con sujeción a las limitaciones y condiciones operacionales establecidas en cada una de ellas. Distinguimos dos tipos:

❖ Zonas geográficas generales:

- Prohibidas, restringidas y asociadas a la gestión del uso flexible del espacio aéreo, definidas en el Real Decreto 1180/2018.
- Por razón de la seguridad militar, de la Defensa Nacional y de la seguridad del Estado.
- Por razón de la protección de las instalaciones e infraestructuras en las que se prestan servicios esenciales para la comunidad.
- Por razón de la seguridad ciudadana y la protección de personas y bienes en entornos urbanos.
- Por razón de la seguridad operacional en el entorno de los aeródromo o helipuertos, civiles o militares.
- Por razón de la seguridad operacional en espacio aéreo controlado y en zonas de información de vuelo (FIZ).

❖ Zonas geográficas particulares:

Se trata de zonas, aprobadas por la Comisión Interministerial entre Defensa y Transportes (CIDETRA), por razones de interés general y con carácter permanente, aunque su activación puede ser temporal, siempre que los motivos para su establecimiento no estén satisfechos a través de una zona geográfica de UAS general.



➔ Las denominadas **zonas geográficas UAS** contribuyen a controlar riesgos de:

- ✂ Seguridad pública
- ✂ Protección de datos personales
- ✂ Privacidad
- ✂ Medio ambiente

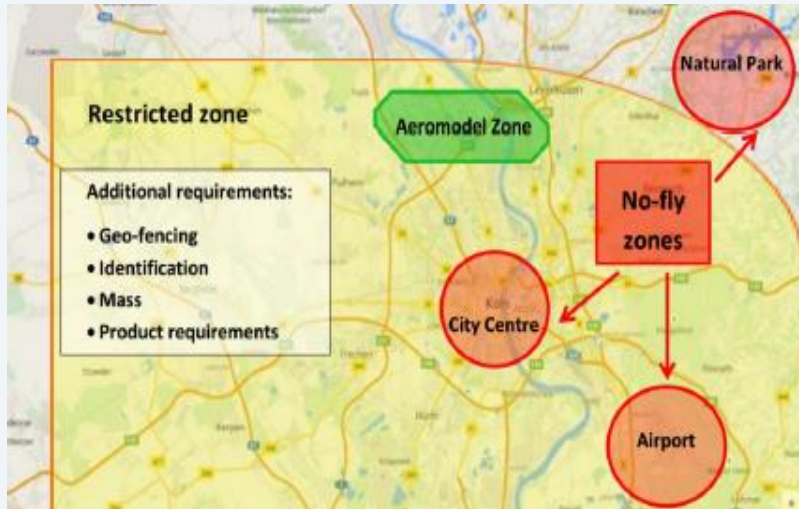
➔ Los Estados miembros podrán:

- ✂ Prohibir algunas o todas las operaciones
- ✂ Requerir condiciones particulares o una autorización
- ✂ Permitir el acceso solamente a ciertas clases de UAS
- ✂ Someter las operaciones a normas ambientales específicas
- ✂ Permitir el acceso a UAS equipados con determinados elementos
- ✂ Requerir que los UAS estén equipados con ciertas funcionalidades (identificación remota, geoconsciencia, etc.).

➔ Además, sobre la base de una evaluación del riesgo se podrán **crear excepciones** de uno o más de los requisitos para operar en **categoría «abierta»**.



- ➔ La información sobre estas zonas y su periodo de validez será pública y disponible en formato digital común único, para poder establecer la función de geoconsciencia.

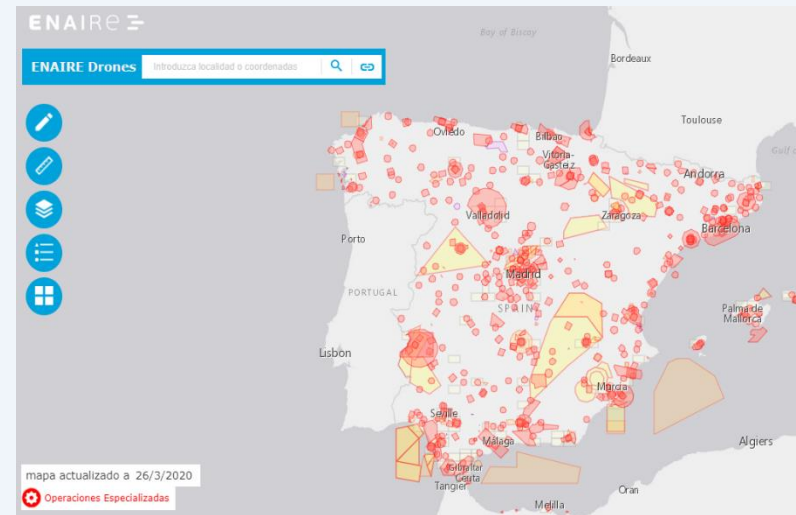


Esta información estará disponible en el visor cartográfico Enaire drones:

<https://drones.enaire.es/>

En aquellos casos en los que el UAS disponga de la función de geoconsciencia, su actualización es responsabilidad del operador cuando sea aplicable en función del lugar previsto de la operación.

ZONAS GEOGRÁFICAS



➔ Cuando la autoridad aérea del Estado miembro considere que alguna parte específica del espacio aéreo presenta **ciertos condicionantes especiales**, podrá establecer de manera permanente o temporal restricciones y reservas al espacio aéreo, limitando e incluso prohibiendo el vuelo de ciertas aeronaves. Estas zonas se clasifican como:

- ✦ **Peligrosas** (“*Dangerous*”-**D**): Es aquel volumen en la que es probable que, en algún momento, se desarrolle algún tipo de actividad que pueda poner en peligro la circulación aérea. En estas zonas, el piloto tiene la obligación de informarse sobre las actividades que han conducido a la autoridad a declarar esa área como peligrosa, y en qué momento tendrán lugar.
- ✦ **Restringidas** (“*Restricted*”-**R**): Es aquel volumen en la que sólo podrán circular las aeronaves que cumplen con los requisitos de acceso indicados por la autoridad competente. Se exceptúan, las aeronaves del Estado.
- ✦ **Prohibidas** (“*Prohibited*”-**P**): Es aquel volumen en la que sólo puede circular aeronaves autorizadas por el Estado Español.

➔ En España, cada zona se identifica con 3 letras seguidas de una serie numérica. Se utilizan dos series numéricas, una para zonas D, R y P y otra para espacios temporalmente segregados

- ✦ Se emplea **LE** para territorios peninsulares, Ceuta e Islas Baleares, **GE** para Melilla y **GC** para Canarias. (Ej. **GEP**114, **LER**57, **GCD**79, etc.)
- ✦ Se emplea **TS** para espacios temporalmente segregados, precedido por el identificador de nacionalidad. Ej. **LETS**22
- ✦ Se emplea **TR** para espacios temporalmente restringidos, precedido por el identificador de nacionalidad. Ej. **LETR**3



También existen los denominados:

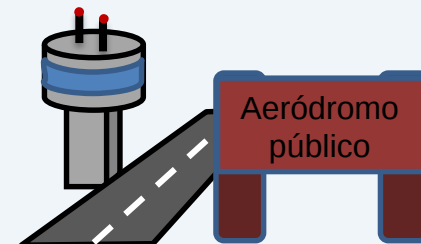
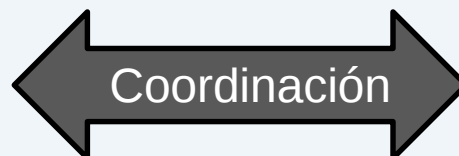
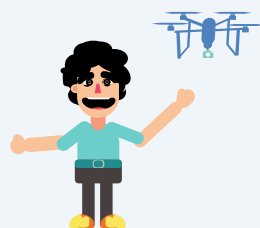
- ➔ El **espacio aéreo temporalmente segregado** (TSA), es el volumen de espacio aéreo delimitado de forma temporal para el uso exclusivo de una actividad determinada y autorizada por la autoridad competente.
- ➔ El **espacio aéreo temporalmente reservado** (TRA), es el volumen de espacio aéreo asignado para el uso específico de un usuario asignado durante un periodo determinado, y a través del cual, ATC podría permitir otro tránsito.
- ➔ Las **zonas restringidas al vuelo fotográfico** (ZRFV), aquellas zonas que requieren la autorización previa para la realización de fotografía, filmación o cualquier toma de imágenes aéreas por contener o encontrarse próximas a objetos clasificados o áreas de acceso restringido.
- ➔ Las **zonas de fauna sensible** (F), son aquellos volúmenes de espacio aéreo donde por motivos medio ambientales y de protección de especies se puede restringir o incluso prohibir el vuelo de UAS por motivos medio ambientales y de protección de especies.
- ➔ Información Aeronáutica en el [AIP de ENAIRE](#)



El Art. 41 del Real Decreto UAS 517/2024, considera zona geográfica UAS por razón de seguridad operacional el entorno de aeródromos y helipuertos, ya sean civiles o militares, por lo tanto, el operador de UAS **deberá tener un acuerdo de coordinación con el gestor del aeródromo y helipuertos para la realización de operaciones con UAS**, no debiendo denegarse dicha coordinación sin una causa debidamente justificada.

➔ En **aeródromos civiles de uso público y militares de cualquier tipo**:

- ✂ **Hasta los 45 metros de altura** medidos desde el Punto de Referencia de Aeródromo (ARP): un área de **6 kilómetros** de longitud medida desde los extremos de pista en sentido de prolongación del eje de pista hacia fuera y una anchura de **5 kilómetros** a ambos lados medida desde el eje de pista.
- ✂ **Por encima de los 45 metros y hasta 900 metros de altura**, ambas medidas desde el Punto de Referencia de Aeródromo (ARP): un área de **10 kilómetros** de longitud medida desde los extremos de la pista en sentido de la prolongación de su eje hacia fuera y una anchura de **7,5 kilómetros** a ambos lados medidos desde el eje de la pista.



Puede obtenerse más información sobre las coordinaciones con aeródromos/helipuertos en el **Anexo A** de la [Guía de Zonificación](#).



➔ En **helipuertos civiles de uso público y militares de cualquier tipo** :

- ✂ **Hasta los 90 metros de altura** ; medida desde el Punto de Referencia del Helipuerto (HRP): un área de **2,5 kilómetros** de longitud medida desde los extremos del área de aproximación final (FATO) y de despegue y una anchura de **2,5 kilómetros** a ambos lados medida desde LA FATO.
- ✂ **Por encima de los 90 metros y hasta los 900 metros de altura** :, ambos medidos desde el Punto de Referencia del Helipuerto (HRP): un área, medida desde la FATO, de **3,3 kilómetros** de longitud, en sentido de prolongación del eje de la FATO hacia fuera y una anchura de **3,3 kilómetros** desde ambos lados del eje de la FATO.



Puede obtenerse más información sobre las coordinaciones con aeródromos/helipuertos en el **Anexo A** de la [Guía de Zonificación](#).



➔ En aeródromos civiles de uso restringidos:

- ✂ **Hasta los 45 metros de altura** medidos desde el Punto de Referencia de Aeródromo (ARP): un área de **3 kilómetros** de longitud medida desde los extremos de pista en sentido de prolongación del eje de pista hacia fuera y una anchura de **3 kilómetros** a ambos lados medida desde el eje de pista.
- ✂ **Por encima de los 45 metros y hasta 900 metros de altura**, ambas medidas desde el Punto de Referencia de Aeródromo (ARP): un área de **5 kilómetros** de longitud medida desde los extremos de la pista en sentido de la prolongación de su eje hacia fuera y una anchura de **4,5 kilómetros** a ambos lados medidos desde el eje de la pista.



Puede obtenerse más información sobre las coordinaciones con aeródromos/helipuertos en el **Anexo A** de la [Guía de Zonificación](#).



➔ En helipuertos civiles de uso restringido :

- ✂ **Hasta los 90 metros de altura** ; medida desde el Punto de Referencia del Helipuerto (HRP): un área de **2,5 kilómetros** de radio desde el centro de la FATO.
- ✂ **Por encima de los 90 metros y hasta los 450 metros de altura** : ambos medidos desde el Punto de Referencia del Helipuerto (HRP): un área, medida desde la FATO, de **3,3 kilómetros** de longitud.



RECUERDA



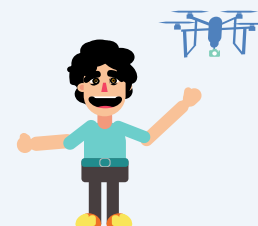
- ➔ El Operador UAS debe revisar el mapa de **Zonas Geográficas UAS** para verificar posibles coordinaciones con aeródromos y helipuertos y contactar, si procede, con el gestor correspondiente. Los contactos se podrán consultar en la web de [ENAIRE Drones](#).
- ➔ AESA ha desarrollado una [Guía sobre los requisitos y limitaciones al vuelo de los UAS en función del lugar de operación](#) (Zonas geográficas UAS) para facilitar a los Operadores UAS y pilotos los procedimientos de coordinación de cada zona de vuelo.



➔ Espacio Aéreo Controlado y Zonas de Información de vuelo (FIZ).

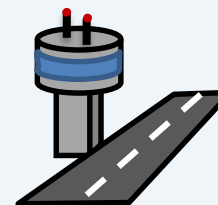
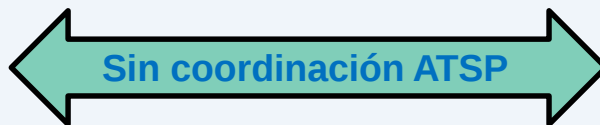
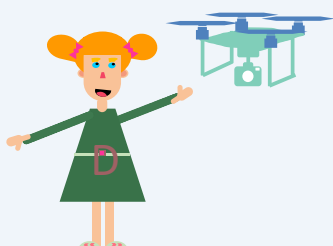
El Art. 42 del Real Decreto UAS 517/2024, considera zona geográfica UAS por razón de seguridad operacional los **volúmenes de espacio aéreo controlado y zonas de información de vuelo (FIZ)**, estableciendo ciertas prohibiciones, condiciones y limitaciones al vuelos con UAS en este tipo de espacios. Las operaciones UAS en estas zonas **estarán permitidas** siempre y cuando se cumpla las siguientes condiciones:

- ❖ Vuelos **VLOS** (Dentro del alcance visual del piloto)
- ❖ A una **altura máxima de 60 metros AGL** y,
- ❖ **Fuera de las zonas geográficas de UAS generales o particulares** por razón de la seguridad operacional en el **entorno de los aeródromos o helipuertos**, civiles o militares



Estos vuelos **quedarán exentos** de los siguientes requisitos:

- **Coordinación** con el proveedor de servicios de tránsito aéreo. (**ATSP**)
- Presentación de un **Plan de vuelo (FPL)** en **ICARO XXI** .
- Disponer de **previa autorización ATC** o comunicación con AFIS.



➡ Espacio Aéreo Controlado y Zonas de Información de vuelo (FIZ).

- ❖ Las operaciones de UAS que **NO cumplan algunas de las siguientes** condiciones:
 - Vuelos **VLOS** (Dentro del alcance visual del piloto)
 - A una **altura máxima de 60 metros AGL** y,
 - **Fuera de las zonas geográficas de UAS generales o particulares** por razón de la seguridad operacional en el **entorno de los aeródromos o helipuertos**, civiles o militares.
- ❖ Estas operaciones **deberán cumplir** los siguientes requisitos:
 - Disponer de un **procedimiento operativo para la coordinación establecido con el proveedor ATS** (Evaluación y Atenuación del Riesgo Operacional (EARO) o similar)
 - Presentación de un **Plan de vuelo (FPL)** en [ICARO XXI](#).
 - Disponer de previa **autorización ATC** o comunicación con AFIS



Comunicaciones aeronáuticas y Formación en Radiofonista UAS

El Art. 43.6 del Real Decreto 517/2024 establece que los **proveedores ATS podrán requerir un sistema de comunicaciones** entre la estación de control y la dependencia de tránsito aéreo. Si se requiere , los pilotos UAS deberán contar con un certificado de Radiofonista UAS.

La Formación de Radiofonista UAS consiste en;

- ❖ **Una formación teórica impartida por AESA**, seguido de un examen teórico de Radiofonista UAS, realizado a través de la sede electrónica de AESA.
- ❖ **Una formación práctica** impartida por un examinados autorizado por AESA.



⇒ Notificación de sucesos de seguridad

Se define **suceso** como cualquier acontecimiento relacionado con la seguridad que ponga en peligro o que, en caso de no ser corregido o abordado, pueda poner en peligro una aeronave, sus ocupantes o cualquier otra persona, incluidos, en particular, los accidentes e incidentes graves.

La **notificación de sucesos** tiene como fin contribuir a la mejora de seguridad aérea, mediante la recogida, almacenamiento, protección, intercambio, difusión y análisis de la información pertinente sobre seguridad de la aviación civil. Desempeña un papel esencial en la prevención de accidentes e incidentes.

Para operadores de UAS les será de aplicación:

- ❖ Lo dispuesto en el Reglamento (UE) nº 376/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo. Se distinguen dos tipos de notificaciones:
 - La **notificación obligatoria**. Sucesos donde estén implicados **UAS que requieran de un certificado de aeronavegabilidad** o, en otro caso, los sucesos que **causen lesiones mortales o graves a una persona o impliquen a aeronaves tripuladas**.
 - La **notificación voluntaria**. Toda información sobre **sucesos que pongan en peligro la seguridad aérea**, contribuyendo así a la subsanación adecuada de las deficiencias en materia de seguridad.



➡ Notificación de sucesos de seguridad

Las notificaciones deberán ser enviadas al Sistema de Notificación de Sucesos (SNS) de AESA, [sucsesos.aesa@seguridadaerea.es](mailto:sucesos.aesa@seguridadaerea.es), debiendo constar al menos:

- ❖ datos del operador,
- ❖ identificación de la UA,
- ❖ tipo de operación,
- ❖ fecha y lugar,
- ❖ narrativa de los hechos.



AESA fomenta la **cultura justa**. Esto implica la **confidencialidad** de la información contenida en las notificaciones y **la no utilización de esta información para fines distintos a la mejora de la seguridad aérea**. En este sentido, la finalidad del SNS no es la búsqueda de responsables.



⇒ Notificación de sucesos de seguridad

Lo dispuesto en el art. 12 del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas, para operaciones en **categoría “específica” en régimen de autorización**, en función del riesgo de la operación de UAS, se contempla la notificación de **sucesos adicionales** en función del riesgo de la operación.

- ❖ El listado de sucesos adicionales se anexa a la autorización operacional que expide AESA.
- ❖ Aquellos operadores que sean establecidos como organizaciones, **deberán contar con un sistema integrado en su organización de tratamientos de estos sucesos.**

Lo dispuesto en el Reglamento (UE) n.º 996/2010, que dispone el **deber de notificar todos los accidentes o los incidentes graves en que se vean involucradas aeronaves**, a las que sea de aplicación el Reglamento (UE) 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, o Reglamento base EASA, a la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC), que hayan sido **acaecidos bajo espacio aéreo de soberanía española**. Se notificará tan pronto como sea posible dentro de las 72 horas siguientes a los hechos, a través de ciaiac@mitma.es o el teléfono de contacto (+34) 915978900.



➔ Concepto U-SPACE

'U-Space' término adoptado por la UE para referir a la gestión del tráfico de aeronaves no tripuladas. Está pensado como un conjunto de sistemas, servicios y procedimientos proporcionados en un volumen específico de espacio aéreo designado por los Estados miembros para gestionar un gran número de operaciones de UAS de forma eficiente y segura con un alto grado de automatismo.

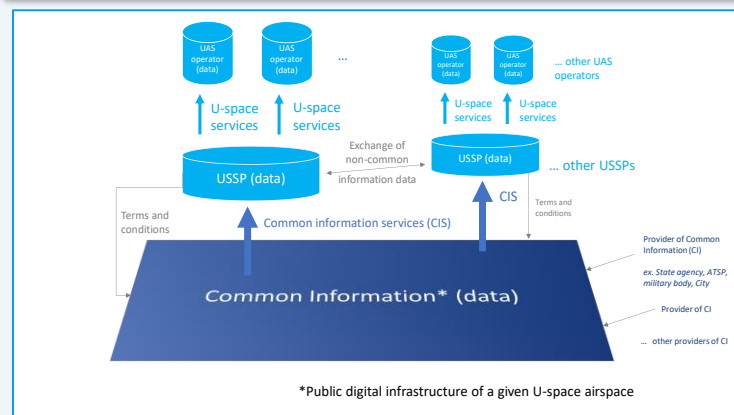
Operadores:

- Garantizarán que los UAS cumplan las capacidades y los requisitos determinados para ese U-Space.
- Utilizará los servicios de U-Space necesarios cumpliendo sus requisitos.
- Cumplirán las condiciones operativas y las limitaciones del espacio aéreo aplicables

Presentará una solicitud de autorización de vuelo de UAS a su USSP. Solicitará a su USSP la activación de la autorización de vuelo de UAS. Una vez recibida la confirmación de la activación de la autorización de vuelo, el operador podrá iniciar su vuelo. Cuando no puedan cumplir los umbrales de desviación de la autorización, solicitarán una nueva autorización. Establecerán medidas y procedimientos de contingencia. a disposición de los USSP.

Dentro de cada espacio U-Space existirán dos proveedores:

- De servicio de U-Space (USS)
- De servicio de Información Común (CIS)



Servicios U-Space mínimos y obligatorios

- ➔ Identificación de red, (art. 8)
- ➔ Geo-consciencia, (art. 9)
- ➔ Autorización de vuelo de UAS (art. 10) e
- ➔ Información de Tráfico. (art. 11)

Opcionales a determinar en cada U-Space

- ➔ Información meteorológica (art.12) y
- ➔ Supervisión de la conformidad. (art 13)

- ➔ El factor humano es una de las principales limitaciones y aspectos a tener en cuenta antes de realizar un vuelo. Los factores humanos se pueden dividir en:
 - ✂ Influencia del estado de salud y de las sustancias psicoactivas sobre el piloto a distancia (**metodología I'M SAFE**)
 - ✂ Percepción humana
- ➔ **Influencia de sustancias psicoactivas o alcohol o cuando el piloto a distancia no está apto para realizar sus tareas**
 - ✂ Los siguientes elementos pueden tener influencia sobre el comportamiento y las capacidades para operar una aeronave no tripulada por parte del piloto a distancia, metodología «**I'M SAFE**»:

I: ENFERMEDAD («ILLNESS»)

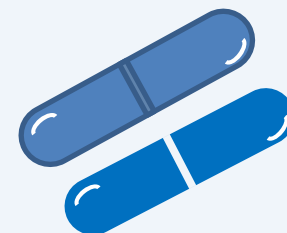
M: MEDICACIÓN

S: ESTRÉS («STRESS»)

A: ALCOHOL

F: FATIGA

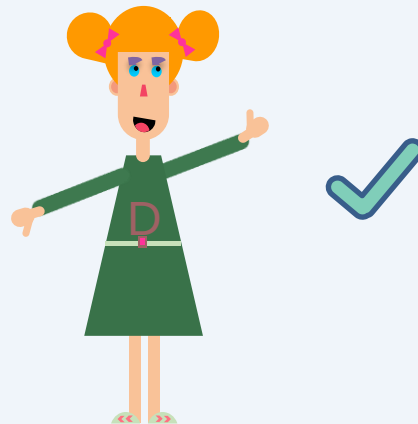
E: EMOCIONES



- ➔ **Enfermedad (I):** Resfriados, alergias o otras enfermedades comunes pueden provocar malestar en el piloto a distancia, como por ejemplo irritación en los ojos o dolor de cabeza, lo cual puede acabar afectando a la seguridad del vuelo. El piloto debe evaluar su aptitud física antes de la realización del vuelo, y solo lo llevará a cabo si considera que se encuentra en una condición lo suficientemente óptima para asegurar que la enfermedad no afectará la seguridad de la operación.
- ➔ **Medicación (M):** En aquellas situaciones en las que el piloto a distancia está enfermo, la solución habitual es la medicación. Para estas situaciones en las que la medicación es necesaria, el piloto a distancia debe evaluar si la medicación tomada puede causar algún tipo de deterioro mental o físico que pueda interferir con la seguridad del vuelo.
- ➔ **Estrés (S):** Un pequeño nivel de estrés puede ser positivo para el piloto a distancia a la hora de volar, ya que lo mantiene alerta frente a situaciones de riesgo. Sin embargo, un alto nivel de estrés puede afectar al comportamiento y capacidad de reacción. El piloto a distancia debe ser capaz de reconocer y valorar su nivel máximo de estrés aceptable y no superarlo durante los vuelos. Hay tres tipos de estrés:
 - ⌘ **Estrés fisiológico:** Este estrés está relacionado con el físico del piloto a distancia. Está relacionado con la fatiga física, que puede venir producida por ejemplo por realizar un ejercicio previo, estar fuera de forma o el jet lag.
 - ⌘ Estrés producido por el **entorno**: Producido por todo lo que nos rodea. Puede incluirse altas o bajas temperaturas, exceso de ruido o nivel de oxígeno inadecuado.
 - ⌘ **Estrés psicológico:** Es el estrés producido por la ansiedad, fatiga mental o factores emocionales y sociales.



- ➔ **Alcohol (A):** Obviamente el consumo de alcohol y/o sustancias psicoactivas no hacen buena combinación con la realización de vuelos de UAS. El consumo de estas sustancias afecta al cerebro, vista, sistema auditivo, psicomotricidad y al juicio del piloto; todas ellas completamente necesarias para la realización de un vuelo seguro.
- ➔ **Fatiga (F):** La fatiga es un elemento difícil de controlar, ya que afecta de manera diferente a cada persona, por lo tanto, cada piloto es responsable de conocer sus limitaciones de fatiga y nunca sobrepasarlas antes o durante un vuelo. Elementos que pueden afectar a la fatiga del piloto son por ejemplo la falta de sueño, el cambio de horario, el jet lag o las operaciones nocturnas.
- ➔ **Emociones (E):** El piloto a distancia debe preguntarse si el estado mental en el que se encuentra antes de realizar el vuelo es estable. Las emociones pueden controlarse la mayor parte del tiempo, pero también pueden resurgir fácilmente, especialmente bajo situaciones estresantes.

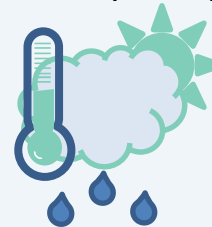


➔ **Percepción:** capacidad que tiene el ser humano para interpretar los estímulos que recibe a través de los sentidos y formar una impresión física de su entorno.

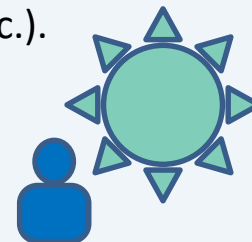
- ✦ Limitada y puede llegar a ser errónea.
- ✦ Al operar un UAS es importante ser consciente de:
 - Limitaciones de la percepción humana
 - Factores que influyen en la percepción

➔ **Factores que pueden afectar al alcance visual de la aeronave no tripulada (modo VLOS):**

- ✦ **Condiciones climáticas:** En situaciones en las que las condiciones meteorológicas son adversas o poco favorables, se puede ver afectada la percepción cognitiva del piloto a distancia. (Ejemplos: Niebla, lluvia, nieve, etc.).



- ✦ **Luminosidad:** En situaciones en las que la falta de luminosidad o el exceso de luz pueden afectar a la visión del piloto (Ejemplos: Realizar vuelos con el sol de cara, vuelos atardeciendo o amaneciendo en los cuales hay poca luminosidad, etc.).

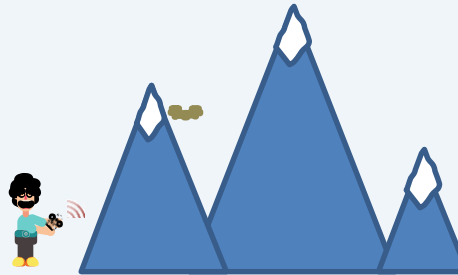


⇒ Factores que pueden afectar a la correcta visión del UAS (VLOS):



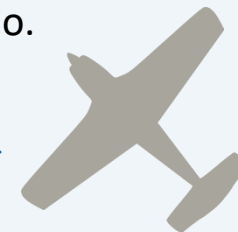
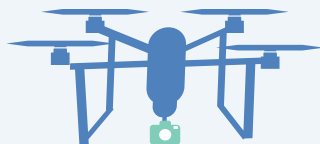
✂ **Contraste:** Aquellos casos en los que debido al color del UAS sea similar a las tonalidades del entorno donde se realiza el vuelo pueden dificultar la visión del mismo durante el vuelo. (Ejemplo: Un UAS de color azul similar al color del cielo, es más difícil de ver a la hora de volar, ya que se podría confundir con el color del cielo, etc.).

✂ **Superficie del terreno:** En aquellos casos en los que la superficie del terreno donde se va a realizar el vuelo tenga desniveles, se deberá tener en cuenta dado que se puede llegar a perder de vista el UAS tras el terreno. (Ejemplo: Al realizar vuelos en una ladera de una montaña y querer obtener imágenes del otro lado de la montaña se puede llegar a perder el UAS de vista, etc.).



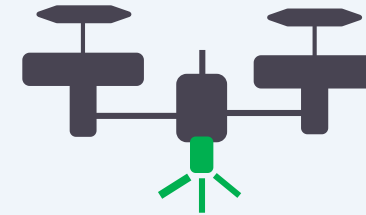
✂ **Ayudas visuales:** Los UAS que dispongan de sistemas tales como luces o materiales reflectantes que faciliten la visión del mismo a los pilotos a distancia.

✂ **Tamaño del UAS:** Aquellos UAS más voluminosos o de mayor tamaño son más fácilmente visibles para el piloto a distancia que los UAS de menor tamaño.



➔ **Limitaciones percepción humana:** Dado que durante el vuelo el piloto a distancia se encuentra en tierra y a una distancia considerable del UAS, debe ser consciente que no tiene una correcta percepción de:

- ✖ La **distancia** entre el UAS y un obstáculo, o la distancia entre obstáculos.
- ✖ La **velocidad** a la que vuela el UAS.
- ✖ La **altura** exacta a la que se encuentra el UAS.



➔ Todas estas precauciones deben ser aún mayores en caso de realizar **vuelos nocturnos**, ya que debido a la escasa o nula visibilidad la percepción humana es mucho menor, y por lo tanto, aumenta el riesgo de la operación. Para tratar de disminuir este riesgo y aumentar la percepción visual del piloto y, de este modo, pueda distinguir el UA de una aeronave tripulada, en los vuelos nocturnos a partir del 1 de julio de 2022, será obligatorio que el UA esté equipado con al menos una luz verde intermitente.



Por ello durante el vuelo se deben extremar las precauciones y procurar no acercarse demasiado a obstáculos (fijos o móviles), no volar a altas velocidades ni excesivamente alto o bajo.



- ➔ **Privacidad**: En Europa la privacidad está reconocida como uno de los derechos humanos, lo cual significa que todos tenemos un derecho básico a la vida privada. El derecho básico a la vida privada son las limitaciones físicas dentro de las cuales opera un individuo. Estas limitaciones incluyen el hogar, las relaciones personales (familia y amigos), y ciertos campos información seleccionados (información personal, sensible o embarazosa).



Cualquier intrusión dentro de la vida privada es ilegal.

- ➔ **Protección de datos**: Dentro de la privacidad, la protección de datos tiene como objetivo la protección de información personal. Cuando hablamos de información personal nos referimos a cualquier información (incluyendo imágenes y audios) sobre una **persona física identificada o identificable**.

- ⌘ **Identificada**: Aquella que se puede identificar **directamente** (ejemplo: cara) o indirectamente (ejemplos: matrícula de coche, localización, etc.)
- ⌘ **Identificable**: Aquella que se puede identificar mediante datos tales como número de identificación, localización, identificación online o a través de factores físicos, psicológicos, genéticos, mentales, económicos o culturales.



- ➔ El **Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)**: Es el Reglamento Europeo relativo a la Protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de los datos personales y a la libre circulación de estos datos.



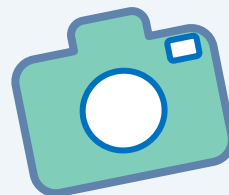
Cualquier intrusión dentro de la vida privada es ilegal.



➔ Cuando vuelas con un UAS que cuente con algún dispositivo capaz de captar información personal de un individuo **se debe tener la precaución de no vulnerar la privacidad** de otras personas.

➔ Las principales capacidades que puede tener un UAS relacionados con la captura de información personal son:

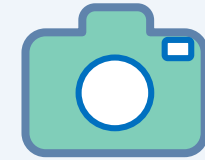
- ✦ Cámaras.
- ✦ Micrófonos.



➔ El grado de impacto del uso de un UAS en la privacidad de las personas no solo depende de las capacidades de captura de datos del UAS sino también depende de:

- ✦ El propósito del piloto a distancia que opere el UAS.
- ✦ La extensión y tipo de información personal que son capturadas.
- ✦ Cómo se usa/procesa esta información personal.
- ✦ Quién está volando el UAS.
- ✦ El contexto y ubicación del UAS.





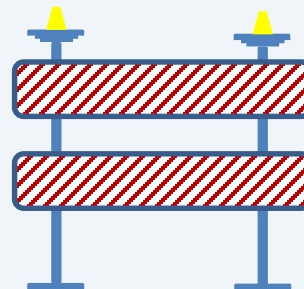
- ➔ **¿Se puede grabar o fotografiar a una persona(s) en su vida privada?:** Salvo permiso expreso del individuo **NO** está permitido. Abstenerse de grabar o tomar imágenes de personas que puedan ser identificadas sin su permiso.
- ➔ **¿Se puede tomar fotografías de personas en zonas públicas?:** Salvo permiso expreso del individuo **NO** está permitido. El derecho a la vida privada se puede aplicar también en áreas públicas, donde una persona puede tener un cierto grado de privacidad. Esto significa que una persona puede aparecer como parte de una fotografía captada con el UAS, pero no debe ser el objetivo de la misma (mediante zoom o micrófonos direccionales).
- ➔ **¿Se puede grabar un vídeo o secuencia de imágenes en un lugar público con gente?:** En general sí. No habría problema por una breve e inadvertida captura o aparición en un video de una persona ajena a la operación en un lugar público, en cambio no estaría permitido si dicha grabación consiste en el seguimiento sistemático y permanente de una persona convirtiéndola en el objetivo.



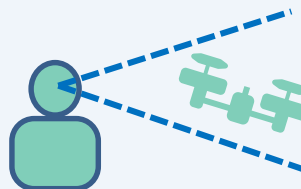
➔ **Interferencia ilícita:** Un acto de interferencia ilícita se define como aquella tentativa(s) o acción(es) destinadas a comprometer la seguridad de aeronaves y/o instalaciones aeroportuarias. En el caso de operaciones con UAS los ejemplos mas comunes serán el robo o secuestro de la aeronave no tripulada.

Para evitar actos de interferencia ilícita (robo o secuestro) sobre la aeronave no tripulada, se recomienda que:

- ✦ Exista **control de acceso en tierra vigilada, acotada y restringida** en la zona donde se esté operando con el UAS para evitar acciones sospechosas en las proximidades de la aeronave y de los pilotos a distancia.



- ✦ Exista una **persona responsable de su vigilancia** en todo momento.



- ➔ **Durante el transporte** de la aeronave hacia la zona de operaciones es recomendable que viajen en equipajes preparados específicamente para su transporte y seguridad.



- ➔ La **custodia y almacenamiento** del UAS y sus equipos, incluyendo las baterías, es responsabilidad del piloto a distancia.



- ➔ Para prevenir el secuestro de la aeronave mediante la interferencia deliberada de las señales utilizadas para el control de la aeronave, se recomienda disponer de **medidas de prevención** como pueden ser sistemas de **encriptado de la señal**.

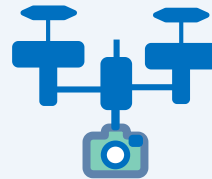
- ⌘ **PROTOCOLO FHSS:** El espectro ensanchado por salto de frecuencia es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor, para evitar actos de interferencia deliberada de la señal entre emisor (emisora) y receptor (aeronave).



➔ Precauciones a tener en cuenta por el piloto a distancia



- ✖ **Carga útil:** Antes de iniciar cada vuelo comprobar que la carga de pago del UAS está fijada correctamente y los movimientos son los correctos.



- ✖ **Motores y hélices:** Las hélices y los rotores pueden causar graves heridas a las personas en caso de entrar en contacto con ellas durante su funcionamiento, por ello es recomendable mantener una distancia de seguridad respecto del UAS cuando se realiza la puesta en marcha y parada de los motores.



- ✖ **Equipamiento personal:** Se recomienda al piloto a distancia proteger las partes más vulnerables del cuerpo ante posibles heridas provocadas por las hélices.



➔ Precauciones a tener en cuenta por el piloto a distancia



⌘ **Baterías:** Las baterías son un elemento muy sensible y su mal uso, carga o almacenamiento puede provocar graves consecuencias. Algunas recomendaciones para las baterías son:

- **Durante la carga:**

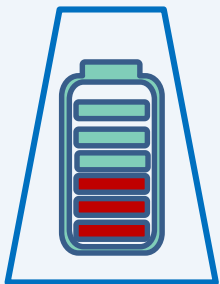
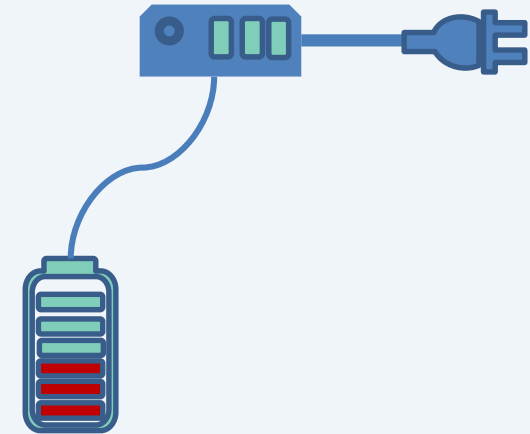
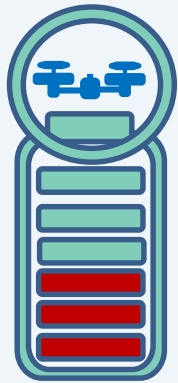
- Usar únicamente los cargadores específicos.
- Vigilar la batería en el proceso de carga.
- No cargar cerca de materiales inflamables.
- No cargar baterías hinchadas, estropeadas o dañadas.
- No sobrecargar las baterías.

- **Transporte:**

- Mantener en el rango de temperaturas indicadas por el fabricante.
- Usar bolsas adecuadas para el transporte (ignífugas).

- **Almacenamiento:**

- Almacenar en recipiente metálico/cerámico o bolsa ignífuga.
- Mantener en el rango de temperaturas indicadas por el fabricante.
- Fuera de fuentes de calor y fuego.
- Nunca almacenar completamente descargadas, siempre con carga parcial (30% aproximadamente).



➔ Disponibilidad de seguro de responsabilidad civil

Los operadores de UAS y los pilotos a distancia deben asegurarse de estar adecuadamente informados sobre normas/regulaciones aplicables de la Unión y nacionales relativas a las operaciones previstas según el Estado miembro donde vayan a operar, dentro de lo cual se incluyen los seguros de responsabilidad civil para operaciones con UAS.



➔ Desde la entrada en vigor del Real Decreto 517/2024, los operadores de UAS con aeronaves no tripuladas con una **MTOM igual o superior a 20 kg** deberán estar asegurados de conformidad con el Reglamento 785/2004.



➔ Disponibilidad de seguro de responsabilidad civil

- ➔ Para aquellas aeronaves no tripuladas con una masa máxima al despegue **inferior a 20 kg**, los Estados miembros podrán exigir los seguros que consideren oportunos a través de la legislación nacional.

En el caso de España, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 517/2024:

- ✂ Los operadores de UAS con aeronaves no tripuladas con una MTOM inferior a 20 kg se deberán ajustar a lo indicado en el Real Decreto 37/2001, por el que se actualiza la cuantía de las indemnizaciones por daños prevista en la Ley de Navegación Aérea.
- ✂ Quedan excepcionadas del cumplimiento de las obligaciones de aseguramiento las operaciones:
 - En la categoría «**abierta**», dentro de subcategoría **A1**, y
 - En la categoría «**abierta**», dentro de subcategoría **A3**, siempre que se realicen con aeronaves de una **MTOM inferior a 20 kilogramos**.

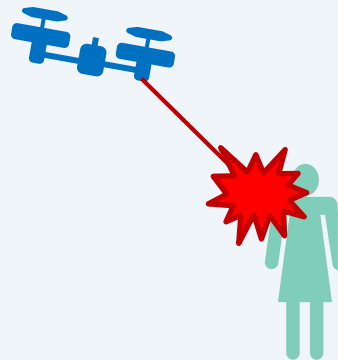
Asimismo, antes de realizar vuelos en otros Estados miembros es aconsejable consultar la necesidad de disponer de póliza de seguros.



⇒ El operador o piloto a distancia **será responsable** en caso de accidente o incidente.

✂ **Accidente:** Todo suceso que, en relación con la utilización de una aeronave, tenga lugar, en el caso de aeronaves no tripuladas, en el periodo comprendido entre el momento en que la aeronave esté lista para **ponerse en movimiento** con intención de realizar un vuelo y el momento en que **se detenga al final del vuelo** y se apaguen los motores utilizados como fuente primaria de propulsión, y durante el cual:

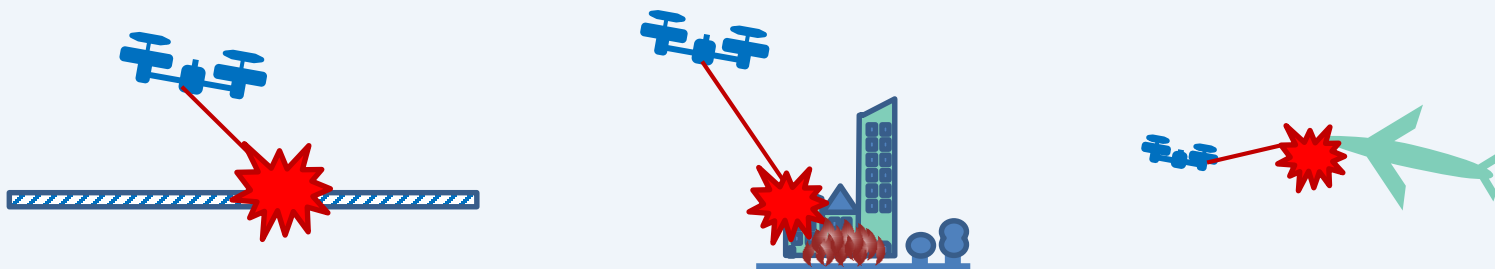
- Una persona sufra **lesiones mortales o graves** como consecuencia de entrar en contacto directo con alguna parte de la aeronave.
 - **Lesión grave:** Cualquier lesión sufrida por una persona en un accidente que tenga como consecuencia hospitalización, rotura de hueso, laceraciones, lesión de órganos o quemaduras.
 - **Lesión mortal:** Cualquier lesión sufrida por una persona en un accidente y que provoque su muerte en un plazo de 30 días contados a partir de la fecha del accidente.



⇒ El operador o piloto a distancia **será responsable** en caso de accidente o incidente.

✂ **Incidente:** Cualquier suceso relacionado con la utilización de una aeronave, distinto de un accidente, que afecte o pueda afectar a la seguridad de su utilización.

- **Incidente grave:** Cualquier incidente que está relacionado con la utilización de una aeronave y en el que concurren circunstancias indicadoras de una **alta probabilidad de que se produjera un accidente**.
 - Ejemplos característicos de incidentes que podrían ser graves: **Cuasi-colisión** que requiere una maniobra evasiva para evitar la colisión; **Impacto contra el suelo** sin pérdida de control; **Incendio o humo** producido en cualquier elemento del UAS, etc.



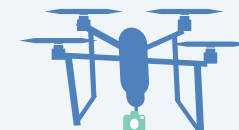
En caso de ocurrencia de un accidente o incidente grave, se comunicará tan pronto como sea posible a la CIAIAC (**Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil**) a través de esta web <https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/ciaiac/notificacion>

Por otro lado, además de reportar en España se podrá reportar a cualquier país miembro de la Unión Europea en el siguiente enlace: www.aviationreporting.eu





RECUERDA



- ➔ Las principales fuerzas que actúan sobre una aeronave son 4: **sustentación, peso, resistencia y empuje**. La sustentación actúa de forma opuesta al peso, y el empuje a la resistencia.
- ➔ El vuelo del UAS se puede ver afectado por las condiciones ambientales de la zona de operación, principalmente por **la densidad del aire, la humedad y el viento**.
- ➔ A través del mando y control del UAS el piloto a distancia puede manejar y guiar la aeronave a distancia. Los tres posibles giros de la aeronave alrededor de sus ejes principales son:

- ✂ EJE LONGITUDINAL → ALABEO
- ✂ EJE TRANSVERSAL → CABECEO
- ✂ EJE VERTICAL → GUIÑADA



- ➔ La comunicación permite el intercambio de información entre los sistemas de tierra y la aeronave, y se dividen en enlace de subida (de la estación de control al UAS) y enlace de bajada (del UAS a la estación de control). Las **frecuencias de comunicación** más típicas en el uso de UAS son **2,4 GHz y 5,8 GHz**.

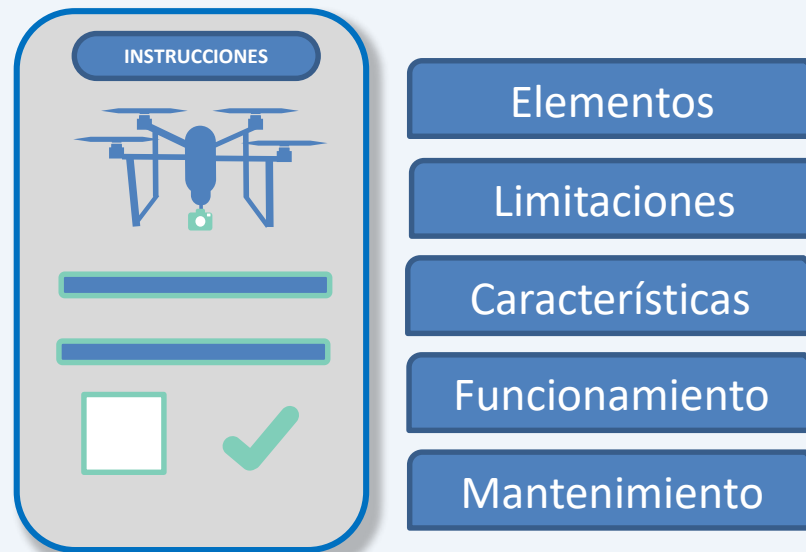




RECUERDA



- ➔ Toda la información importante que debe conocer un piloto a distancia acerca del funcionamiento y control de un UAS específico lo puede encontrar en **las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS**.
- ➔ Es un requisito **imprescindible** que antes de realizar el primer vuelo, **el piloto esté familiarizado con las instrucciones del fabricante** de la aeronave no tripulada y conozca los principales elementos, limitaciones, características, funcionamiento y mantenimiento del UAS.

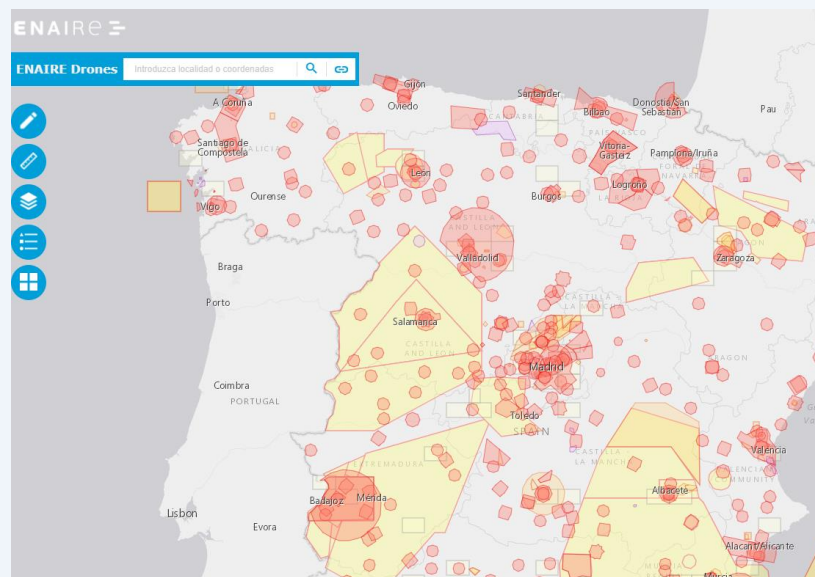




RECUERDA



- ➔ Para conocer las restricciones del espacio aéreo en operaciones de UAS el piloto debe consultar **la información actualizada por el Estado miembro** sobre las restricciones o condiciones de vuelo.
- ➔ Los Estados miembros desarrollarán **zonas geográficas para el vuelo de UAS**. En dichas zonas los Estados podrán prohibir el vuelo, requerir una autorización expresa, requerir condiciones especiales, permitir el vuelo solo a cierta clase de UAS o UAS equipados con determinados elementos.





RECUERDA



➔ Antes de realizar un vuelo el piloto a distancia debe evaluar que la condición en la que se encuentra es óptima para operar. Para ello, siguiendo la metodología «**I'M SAFE**» debe comprobar que los siguientes elementos no le afectarán durante el vuelo:

- ✂ **I**: Enfermedad («*Illness*»)
- ✂ **M**: Medicación
- ✂ **S**: Estrés («*Stress*»)
- ✂ **A**: Alcohol
- ✂ **F**: Fatiga
- ✂ **E**: Emociones

➔ Otro factor importante a tener en cuenta son **las limitaciones de la percepción humana**, especialmente en el sentido de la vista, el cual es imprescindible a la hora de volar un UAS en modo VLOS. Los principales factores que pueden afectar a la correcta visión del UAS son:

- ✂ Condiciones climáticas
- ✂ Luminosidad
- ✂ Contraste
- ✂ Superficie del terreno
- ✂ Ayudas visuales
- ✂ Tamaño del UAS





RECUERDA



- ➔ A la hora de volar un UAS que cuente con algún dispositivo capaz de captar información personal (cámaras, micrófonos) de un individuo **se debe tener la precaución de no vulnerar la privacidad** otras personas.
- ➔ Como normas generales:
 - ✖ No se puede grabar o fotografiar a personas en su vida privada salvo permiso expreso.
 - ✖ Se puede grabar o fotografiar a personas en zonas públicas siempre que no sean el objetivo de la misma, es decir, si simplemente son una inadvertida captura o breve aparición en un video.





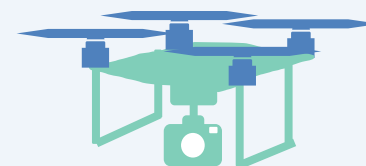
RECUERDA



- ➔ El piloto a distancia debe tener en cuenta, tanto la **seguridad**:
 - ✦ Del propio **UAS** para evitar **robos, manipulaciones o interferencias ilícitas**.
 - ✦ Como su propia seguridad durante el manejo y puesta en marcha del mismo.
- ➔ Para evitar la manipulación o robo de la aeronave se recomienda su **vigilancia** tanto en el transporte como en el momento de la **operación**. Para prevenir las interferencias y el secuestro se recomienda **medidas de encriptado** de la señal.



- ➔ Por otro lado, para la seguridad durante el manejo de la aeronave, el piloto debe seguir las **instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS**, y prestar especial atención a los elementos mas vulnerables como son la carga útil, los motores y hélices, y las baterías.





RECUERDA



- ➔ Un operador de UAS deberá **reportar** a la autoridad competente los accidentes que se produzcan durante el vuelo.
- ➔ En España, desde la entrada en vigor del Real Decreto 517/2024, los operadores de UAS deben disponer de una póliza de seguro en los siguientes casos:
 - ✂ Operaciones con UAS con MTOM > 20 kg, la Unión Europea exige un seguro de responsabilidad civil;
 - ✂ Operaciones con UAS con MTOM < 20 kg:
 - Los operadores de UAS con aeronaves no tripuladas con una MTOM inferior a 20 kg se deberán ajustar a lo indicado en el Real Decreto 37/2001, por el que se actualiza la cuantía de las indemnizaciones por daños prevista en la Ley de Navegación Aérea.
 - Quedan excepcionadas del cumplimiento de las obligaciones de aseguramiento las operaciones:
 - En la categoría «abierta», dentro de subcategoría A1, y
 - En la categoría «abierta», dentro de subcategoría A3, siempre que se realicen con aeronaves de una MTOM inferior a 20 kilogramos.



Gracias por su atención

Si tiene alguna duda realice sus consultas a:
formaciondrones.aesa@seguridadaerea.es



www.seguridadaerea.gob.es





Procedimientos operacionales

1) Procedimientos operacionales previos al vuelo

1. Meteorología
2. Entorno de la operación
3. UAS
4. Limitaciones humanas

2) Procedimientos operacionales durante el vuelo

1. Procedimiento normal de vuelo
2. Procedimiento de contingencia o de emergencia

3) Procedimientos operacionales posteriores al vuelo

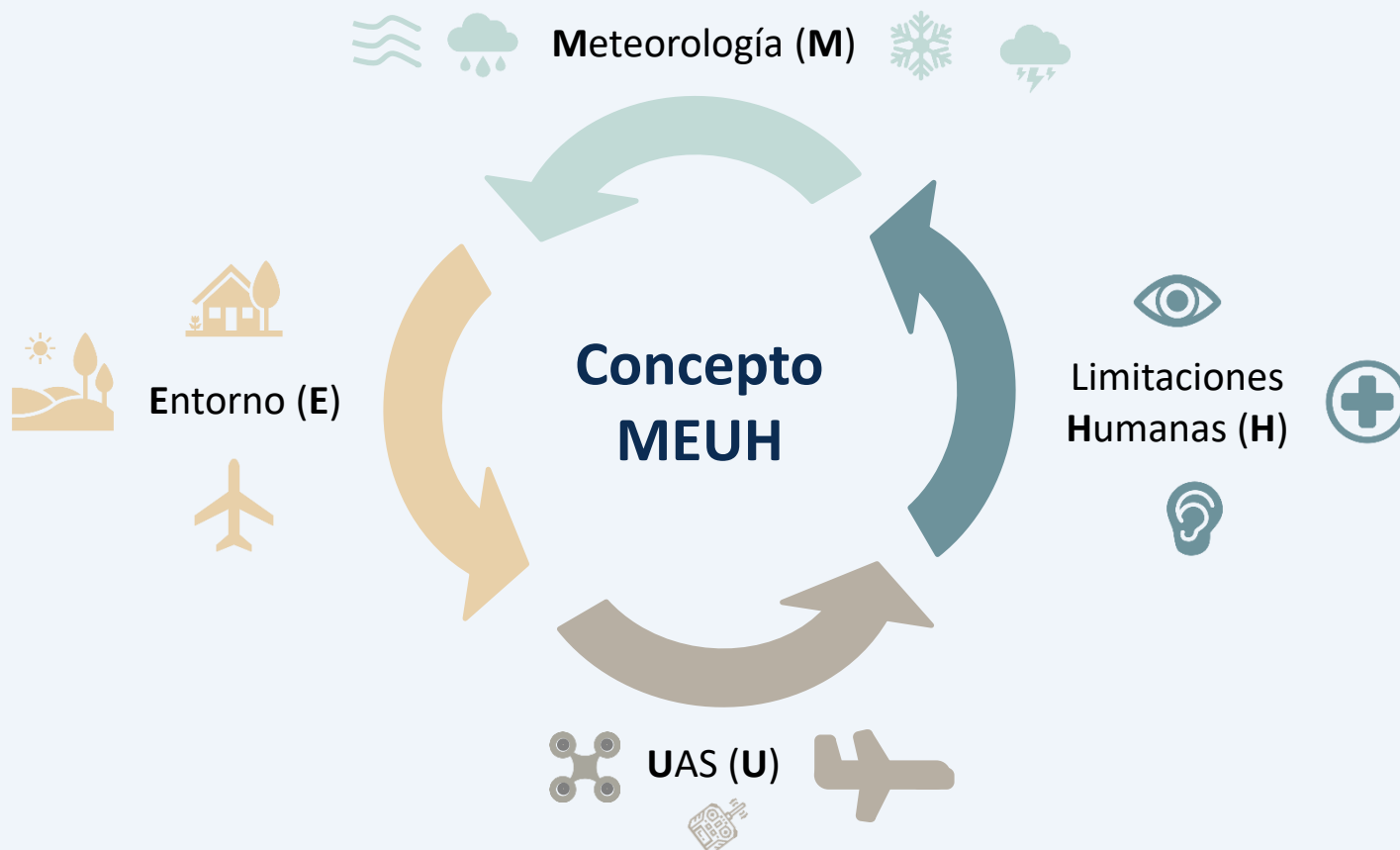
1. Registros de la operación
2. Mantenimiento del UAS



Procedimientos operacionales previos al vuelo



Antes de iniciar un vuelo con UAS se deben comprobar una serie de elementos que pueden afectar a la seguridad de la operación. Para realizar esta comprobación, **el operador o el piloto a distancia debe verificar**, empleando el “**concepto MEUH**”, los siguientes componentes:



➔ Procedimientos operacionales previos al vuelo

✂ Meteorología

El piloto a distancia debe verificar que **las condiciones ambientales y meteorológicas** antes de iniciar la operación, y durante el periodo que dure el vuelo, son adecuadas y compatibles con los límites del UAS (definido en las instrucciones facilitadas por el fabricante). Para una planificación acertada de la fecha de la operación, el piloto a distancia debe consultar previamente la información meteorológica. Los siguientes factores pueden afectar el rendimiento de la aeronave, causando efectos no deseados y poniendo en riesgo la seguridad del vuelo:

- **Viento:** El viento puede afectar a la autonomía y la maniobrabilidad de la aeronave.
- **Temperatura:** La temperatura puede afectar a la autonomía y el rendimiento de las baterías.
- **Visibilidad:** El nivel de luz o la niebla afectan a la capacidad del piloto a distancia para mantener la aeronave en modo VLOS.
- **Lluvia o nieve:** Consultar las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS para saber si se puede operar en dichas condiciones con seguridad.



Si durante la operación el piloto observa un cambio en las condiciones meteorológicas que pueda afectar a la seguridad y rendimiento de la aeronave, **cancelará el vuelo.**



➡ Procedimientos operacionales previos al vuelo

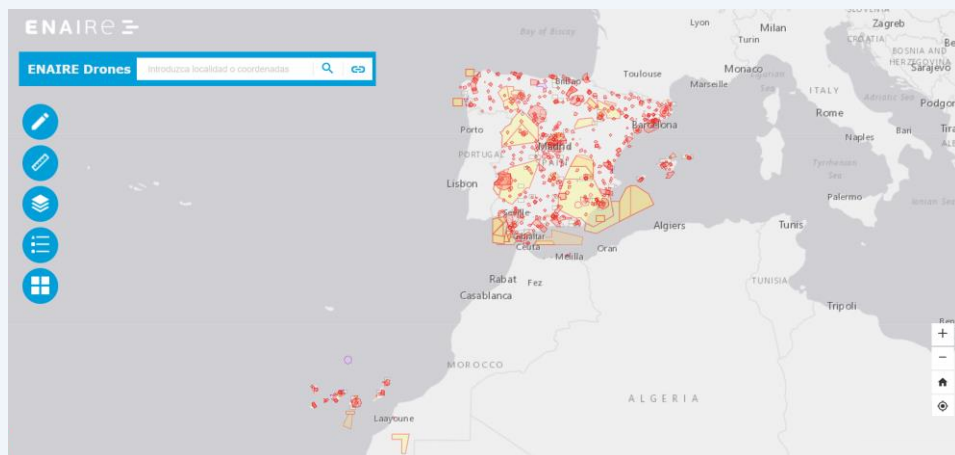
✂ Entorno de la operación

El piloto a distancia debe evaluar el entorno donde va a realizar los vuelos antes de iniciar la operación. Para ello es imprescindible verificar que la operación se ajusta a la normativa y cumple con las posibles limitaciones y restricciones impuestas en el área de operación.

AESA ha elaborado la Guía sobre requisitos y limitaciones al vuelo de UAS en función del lugar de operación (zonificación) disponible en su página web

<https://www.seguridadaerea.gob.es/es/ambitos/drones/operaciones-uas-drones/vuelos-con-uas-drones-zonificacion>

Esta verificación se realizará consultando la aplicación web <https://drones.enaire.es/>



➡ Procedimientos operacionales previos al vuelo

✂ Entorno de la operación

Una vez comprobadas las posibles restricciones y limitaciones en la zona de operación prevista, el piloto a distancia, ya sobre el terreno, deberá realizar una exploración, ya sea de manera visual o caminando por el área de operación.

El objetivo de esta exploración es:

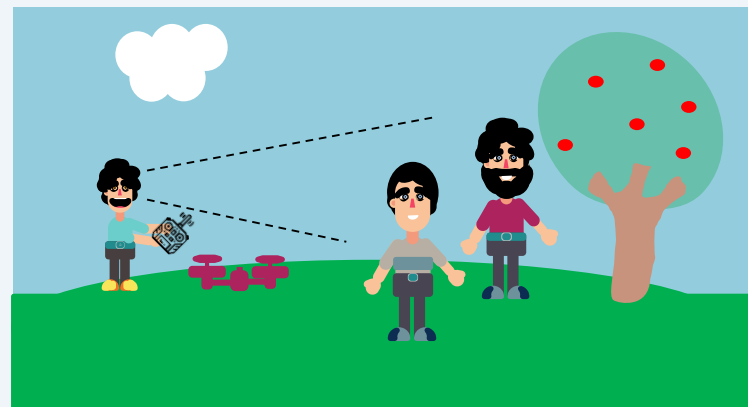
- Detectar y tener en cuenta los **posibles obstáculos** (edificios, vehículos, vías públicas, montañas, árboles, antenas, líneas de tensión, antenas, etc.) que puedan impedir en algún momento del vuelo mantener la aeronave en modo VLOS y por lo tanto afectar la seguridad de la operación o interferir con la ruta planeada.



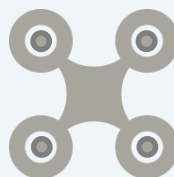
➡ Procedimientos operacionales antes del vuelo

⌘ Entorno de la operación

- Detectar la **presencia de personas no participantes en la operación o concentraciones de personas**. En caso de detectar personas no participantes a la operación se les debe proporcionar instrucciones para que se alejen de la zona terrestre controlada.



- Detectar posibles **interferencias electromagnéticas** producidas por ondas de radio, televisión, móviles, conexiones inalámbricas (*Wi-Fi*, *bluetooth*, etc.) que pueden provocar la degradación o pérdida de señal. **Este efecto será mayor aún en entornos urbanos**, por lo que el piloto a distancia deberá comprobar, previo al vuelo, que el estado de la señal sea adecuado.

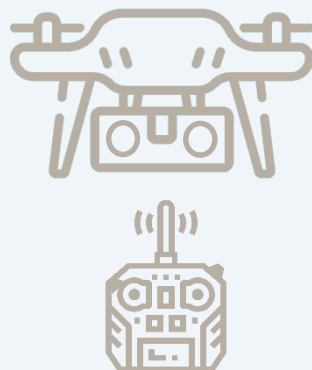


➡ Procedimientos operacionales previos al vuelo

✈ UAS

Antes de cualquier vuelo, **el piloto a distancia debe comprobar que la aeronave no tripulada reúne las condiciones apropiadas** y que se ha realizado el mantenimiento necesario.

Para ello deberá realizar una inspección exterior del equipo siguiendo una secuencia de actuación según las instrucciones del fabricante. Es recomendable el uso de listas de control (*checklist*), para asegurar que todos los puntos necesarios han sido comprobados.



Hay que tener en cuenta que ciertos elementos son más susceptibles de sufrir desgaste o deterioro, por lo que necesitan que se les preste mayor atención en la inspección previa al vuelo.



➡ Procedimientos operacionales previos al vuelo

⚙ Limitaciones humanas

Antes de iniciar una operación, el piloto a distancia debe verificar que se encuentra en condiciones óptimas para llevar a cabo la operación. Para ello, el piloto a distancia deberá usar la metodología *I'M SAFE*, tal y como se ha visto en el apartado de “Limitaciones de factores humanos” de este curso de formación.



Además, como ya hemos visto anteriormente, el piloto debe tener en cuenta las limitaciones propias de la percepción humana para, de esta forma, realizar un vuelo seguro.



➡ Procedimientos operacionales durante el vuelo

✂ Procedimiento normal de vuelo

Se considera **operación normal** aquella operación de carácter rutinario en la que **no se prevé que vaya a ocurrir ninguna circunstancia que ponga en riesgo la seguridad del vuelo** (piloto, UAS, entorno o personas).

El piloto a distancia estará concentrado en el pilotaje de su aeronave, garantizando un vuelo seguro en todo momento, evitando todo tipo de distracciones que puedan afectar la seguridad de la operación. Durante el vuelo, **el piloto estará al tanto de los siguientes parámetros:**



Coordinación y comunicación entre el personal de la operación (piloto a distancia, observador del UAS, observador del espacio aéreo, operador de cámara, etc.) y entre operador y terceros (servicio de tránsito aéreo, otras aeronaves, vigilantes de zona terrestre controlada, etc.)”



Evolución de las condiciones meteorológicas



Altitudes máximas y mínimas de vuelo



Datos de telemetría y avisos o alertas

Gestión del combustible (carga de batería consumida y restante)



➡ Procedimientos operacionales durante el vuelo

✂ Procedimiento normal de vuelo



Además, durante el vuelo, **el piloto debe tener una consciencia situacional**, de manera que sea capaz de percibir y comprender lo que ocurre en su entorno, y esto le guía en la toma de decisiones; **EL PILOTO DEBE ESTAR ALERTA.**

Los tres componentes principales de la consciencia situacional son:

- **Percepción:** El piloto a distancia es capaz de percibir y reconocer todos los elementos que tiene alrededor.
- **Comprensión:** El piloto a distancia es capaz de comprender e interpretar los elementos que percibe.
- **Proyección:** El piloto a distancia es capaz de anticipar mentalmente y prevenir los posibles eventos en base a la comprensión realizada anteriormente.

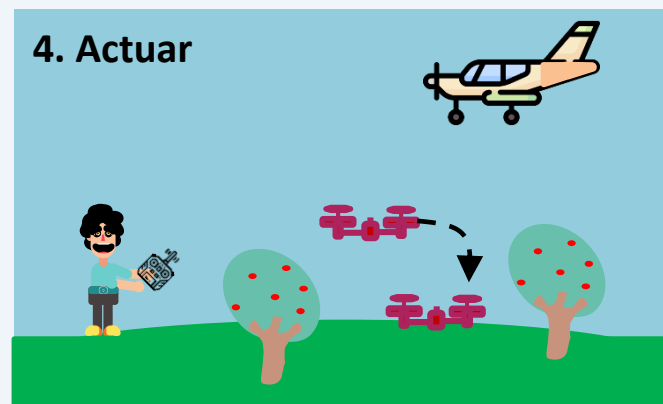
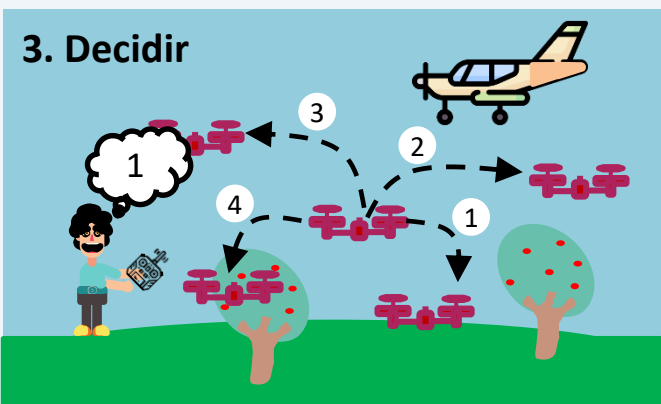
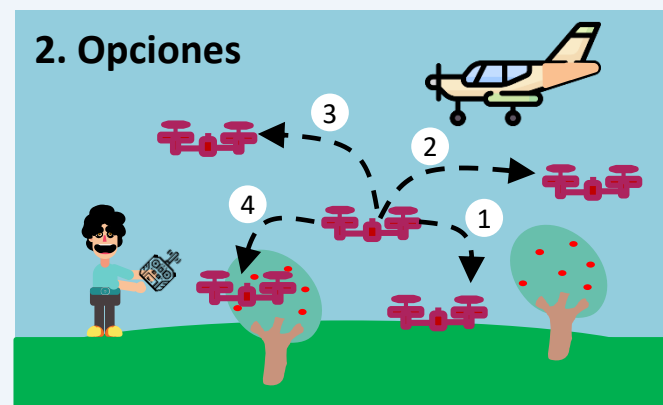
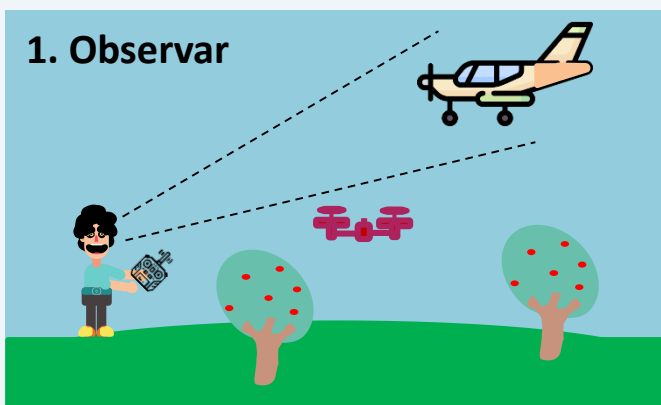


➡ Procedimientos operacionales durante el vuelo

✂ Procedimiento normal de vuelo



Los componentes de la consciencia situacional (percepción, comprensión y proyección) se llevan a la práctica mediante la técnica **OODA**, la cual consiste en que el piloto a distancia es capaz de Observar – Ver Opciones – Decidir – Actuar



Procedimientos operacionales durante el vuelo

Procedimiento de contingencia o de emergencia

Los **procedimientos de contingencia o de emergencia** son aquellos que el piloto a distancia debe realizar cuando percibe un **riesgo potencial**, comprende las circunstancias que de él se pueden derivar y lleva a cabo las acciones oportunas para evitarlo.

El piloto a distancia debe evaluar la situación de vuelo y si se presentan situaciones que pudieran comprometer la seguridad procederá a la activación de los procedimientos de contingencia y/o emergencia. Entre las principales circunstancias que pueden degradar la seguridad del vuelo se encuentran:

1. Gestionar la ruta de vuelo del UAS en situaciones anormales.
2. Gestionar la situación cuando el sistema de posicionamiento del UAS se daña.
3. Gestionar la situación de incursión de una persona en el área de operación y tomar medidas apropiadas para mantener la seguridad.
4. Gestionar la salida del área de operación definida en la preparación del vuelo.
5. Gestionar la situación cuando una aeronave tripulada vuela cerca del área de operación.



Procedimientos operacionales durante el vuelo

Procedimiento de contingencia o de emergencia



6. Gestionar la incursión de otro UAS en el área de operación.
7. Hacer frente a una situación de pérdida de altitud o control de la posición causada por un fenómeno externo.
8. Seguir el procedimiento de pérdida del enlace C2.



Las medidas que el piloto a distancia debe tomar para cada situación de **vuelo anómala**, serán diferentes según el tipo de aeronave con la que opere y, por lo tanto, **deberá verificar el procedimiento de actuación de acuerdo a las indicaciones del fabricante del UAS dadas en sus instrucciones.**



Procedimientos operacionales durante el vuelo

Procedimiento de contingencia o de emergencia



En general, estos son los procedimientos a seguir para los fallos indicados anteriormente:

- En caso de encontrarse con **una situación anormal**, el piloto deberá asegurar el control de la aeronave o aterrizar en caso de que lo anterior no sea posible. Los próximos casos son diferentes posibilidades de situaciones anormales.
- En caso de **pérdida o degradación de la señal GNSS**, el piloto a distancia deberá activar el modo manual y aterrizar la aeronave. En tierra se debe verificar el funcionamiento del sistema y se deberá reparar si fuera necesario.
- Si una **persona entra en el área de operación**, el piloto deberá alejar la aeronave de dicha persona en la medida de lo posible y aterrizar la aeronave de forma manual, evitando en todo momento el sobrevuelo de esta persona.
- Si ocurre una **salida de la aeronave de la zona de operación**, el piloto hará lo posible para retornarla al interior de la misma mediante el control manual o la activación del “RTH”. De no ser posible, se debe aterrizar lo antes posible para evitar que la aeronave se continúe alejando.



Procedimientos operacionales durante el vuelo

Procedimiento de contingencia o de emergencia



En general, estos son los procedimientos a seguir para los fallos indicados anteriormente:

- Si se observa una **aeronave tripulada volando cerca el área de operación**, el UAS deberá ser aterrizado a la mayor brevedad posible.
- Si la aeronave que **aparece en el área de operación es otro UAS**, el piloto deberá alejar la aeronave de dicho UAS en la medida de lo posible y aterrizar la aeronave lo antes posible evitando el conflicto entre ambas aeronaves.
- Si las condiciones externas (meteorología etc.) cambian de manera que se **altere la altitud el control de la posición del UAS**, se deberá proceder a aterrizar la aeronave inmediatamente debido a una brusca disminución de la seguridad y aumento de la dificultad de controlar la aeronave.
- En caso de **pérdida o degradación del enlace C2**, el piloto deberá acercarse con la unidad de mando a la aeronave para tratar de recuperar el control y aterrizar. En cualquier caso, es recomendable tener preprogramado el “RTH” en caso de pérdida del enlace C2.



Procedimientos operacionales posteriores al vuelo

Los procedimientos que se deben realizar una vez se haya concluido el vuelo con UAS incluyen los registros de la operación y el mantenimiento del UAS.

Registros de la operación

Una vez se ha finalizado la operación, **el piloto debe anotar en el registro de vuelos de la aeronave toda la información relevante del vuelo**, especialmente las horas de vuelo del mismo. De esta forma se tiene un control sobre el estado global de la aeronave y las horas totales de vuelo, de cara a realizar el mantenimiento necesario.



Mantenimiento del UAS

Una vez se ha finalizado la operación, el piloto debe:

- **Realizar una revisión exterior del equipo** para detectar posibles daños o deterioros producidos durante el vuelo. Se recomienda el uso de listas de verificación.
- Si durante el vuelo se ha producido un error en alguno de los sistemas del UAS, deberá realizar el mantenimiento oportuno, y anotar la incidencia en el registro.



Además, el operador, teniendo en cuenta los registros de vuelo, **deberá realizar periódicamente el mantenimiento necesario según indiquen las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.**





RECUERDA

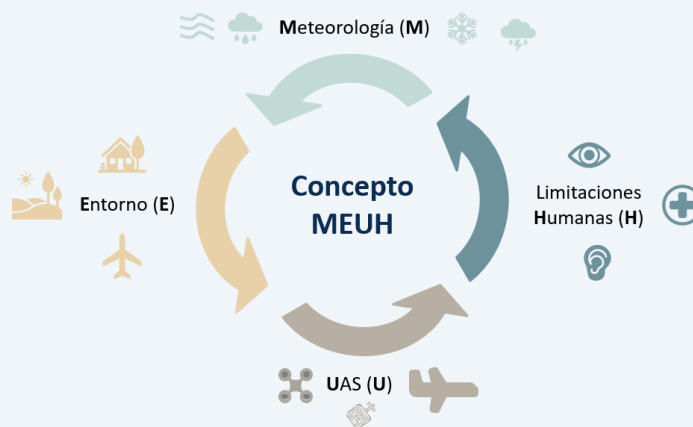


Los **procedimientos operacionales** indican las directrices que debe seguir el piloto a distancia previo, durante y posterior a cada vuelo.

Los **procedimientos operacionales** deberán estar escritos cuando el operador y el piloto a distancia no sean la misma persona. En otro caso, se podrán seguir los procedimientos descritos en las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.

➔ Procedimientos operacionales previos al vuelo

Antes de la operación el piloto a distancia deberá verificar, usando el **concepto MEUH**, los siguientes aspectos:



Para la comprobación de todos los aspectos anteriores **se recomienda el uso de listas de control o checklist**, en las que el piloto puede comprobar en orden cada una de las tareas que debe realizar.





RECUERDA



➡ Procedimientos operacionales durante el vuelo

Durante el vuelo pueden darse **situaciones normales, de contingencia y de emergencia**. En función de la situación de vuelo se aplicarán los procedimientos normales de vuelo o los de contingencia y de emergencia.

⚙️ Procedimiento normal de vuelo

En una **operación normal**, el piloto estará concentrado en el pilotaje del UAS analizando los parámetros que recibe del UAS como **altitud de vuelo, evaluación continua de meteorología, gestión de combustible, telemetría y coordinación y comunicación entre el personal de la operación**.

Además, durante el vuelo, el piloto debe tener una consciencia situacional, de manera que sea capaz de percibir y comprender lo que ocurre en su entorno, y esto le guía en la toma de decisiones; **EL PILOTO DEBE ESTAR ALERTA**.



Los componentes de la consciencia situacional (percepción, comprensión y proyección) se llevan a la práctica mediante la técnica **OODA**, la cual consiste en que el piloto es capaz de **Observar – Ver Opciones – Decidir – Actuar**.





RECUERDA



➔ Procedimientos operacionales durante el vuelo

✈ Procedimiento de contingencia o de emergencia

Los **procedimientos de contingencia o de emergencia** se llevarán a cabo cuando el piloto percibe un riesgo potencial. El piloto a distancia debe evaluar la situación de la operación y, si encuentra que la maniobrabilidad de la aeronave está degradada, procederá a la activación de estos procedimientos.



➔ Procedimientos operacionales posteriores al vuelo

Al finalizar el vuelo es recomendable realizar una **inspección exterior del UAS** y anotar el vuelo en un **registro de vuelos del UAS**.

En caso de detectar alguna incidencia durante el vuelo, o si el piloto lo considera oportuno, realizar el mantenimiento del UAS siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante del UAS, o si fuera necesario llevarlo a un centro de mantenimiento.



Gracias por su atención

Si tiene alguna duda realice sus consultas a:
formaciondrones.aesa@seguridadaerea.es

www.seguridadaerea.gob.es

