



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) Condiciones operacionales aplicables a las zonas geográficas de los UAS



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



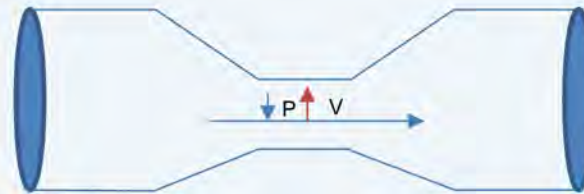
➔ Fuerzas que actúan sobre el UAS

- ✂ 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 a 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:

- ✂ **Teorema de Bernoulli:** En un fluido en movimiento la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanecen constantes. De tal forma que si un fluido aumenta su velocidad, es porque disminuye su presión o viceversa.
- ✂ **Efecto Venturi:** Al pasar por un estrechamiento las partículas de un fluido aumentan su velocidad mientras que la presión disminuye.

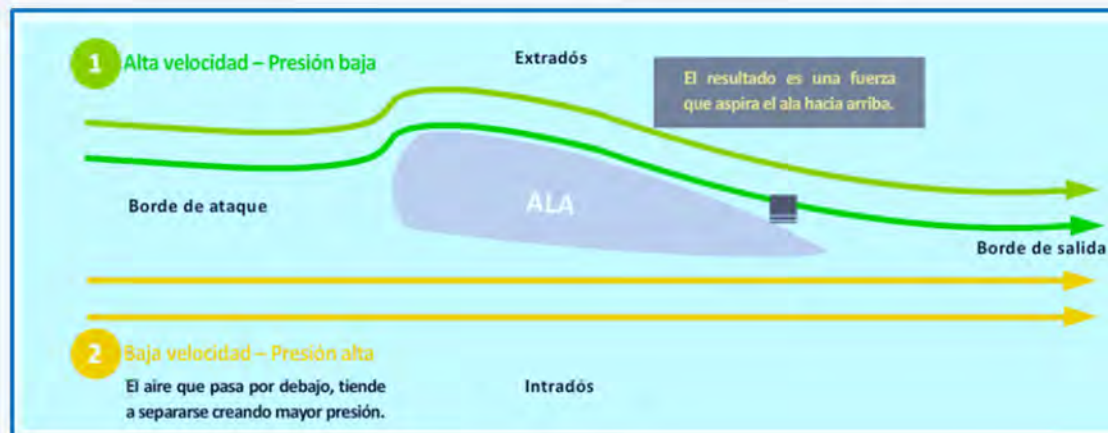


El aire adquiere mayor velocidad al pasar por el estrechamiento. En el caso del perfil aerodinámico al pasar por la región convexa

- ✂ **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 (Teorema 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 giroaviones 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



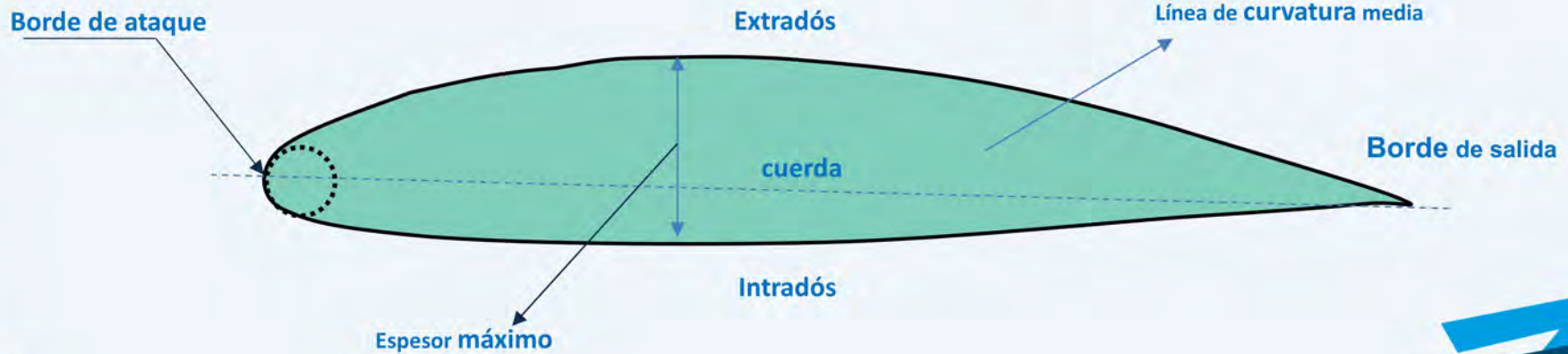
Al ser la presión de la parte inferior del cuerpo mayor que la de la parte superior, esto provoca que el cuerpo se eleve produciendo sustentación.

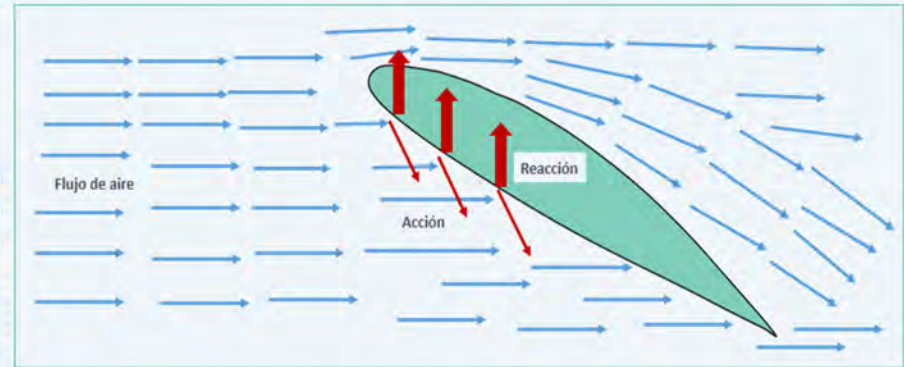
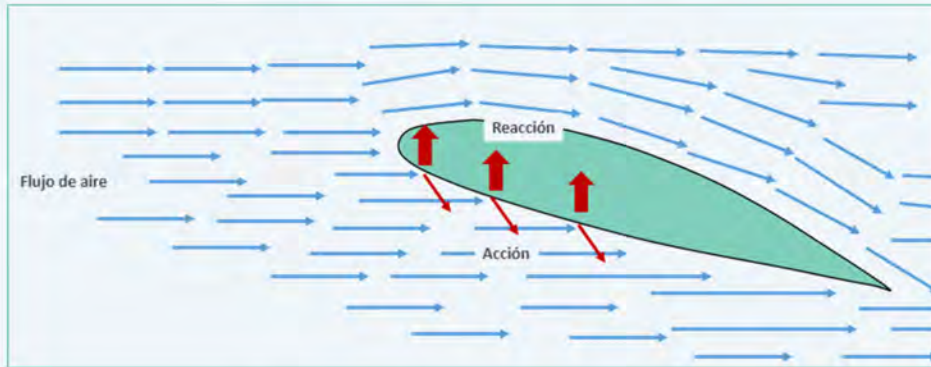


Fuerzas que actúan sobre el UAS

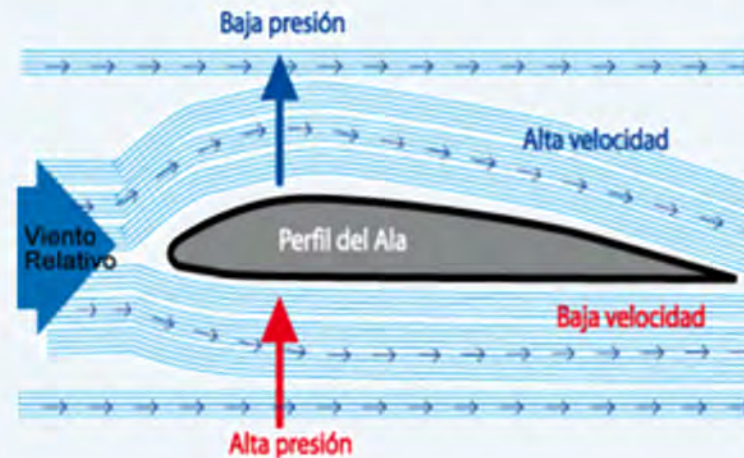


Si hacemos un corte a la hélice como se muestra en la fotografía obtenemos el perfil que se muestra a continuación.





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



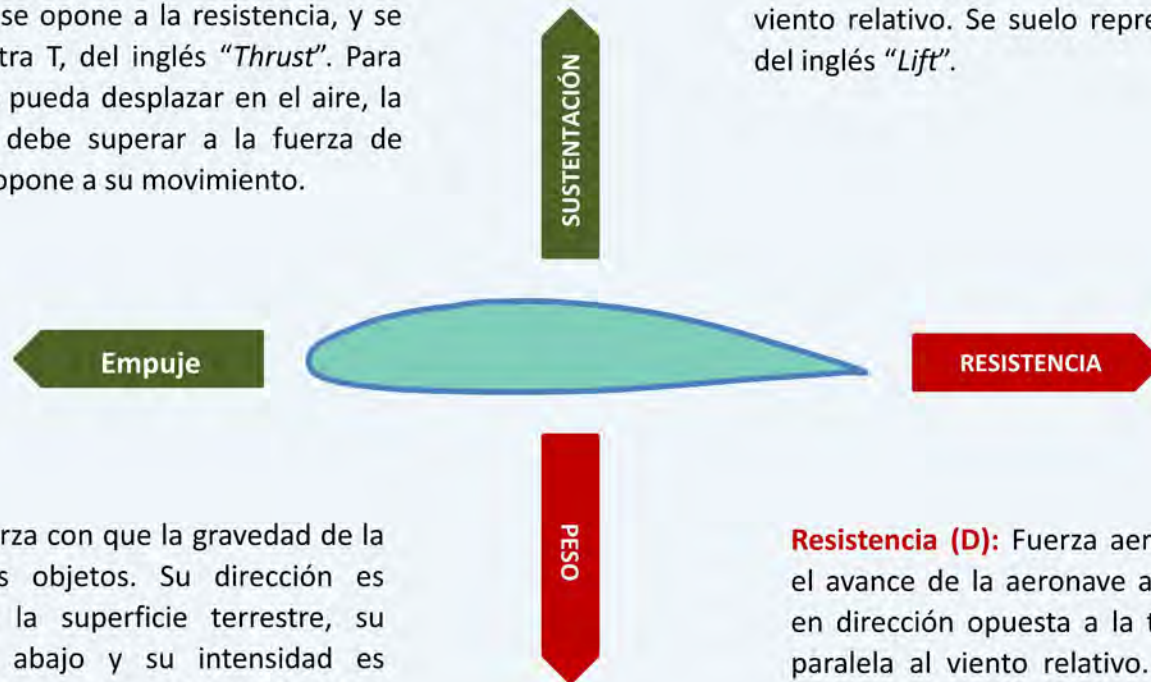
Sustentación (L) = Diferencia de presiones + Deflexión de la corriente



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 giroaviones, 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: elevan a la aeronave en el aire, según las fuerzas aerodinámicas vistas anteriormente, que son giradas por la potencia que le transmiten los motores. 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 de elementos de gestión datos como pantallas, leds, vibraciones, etc.

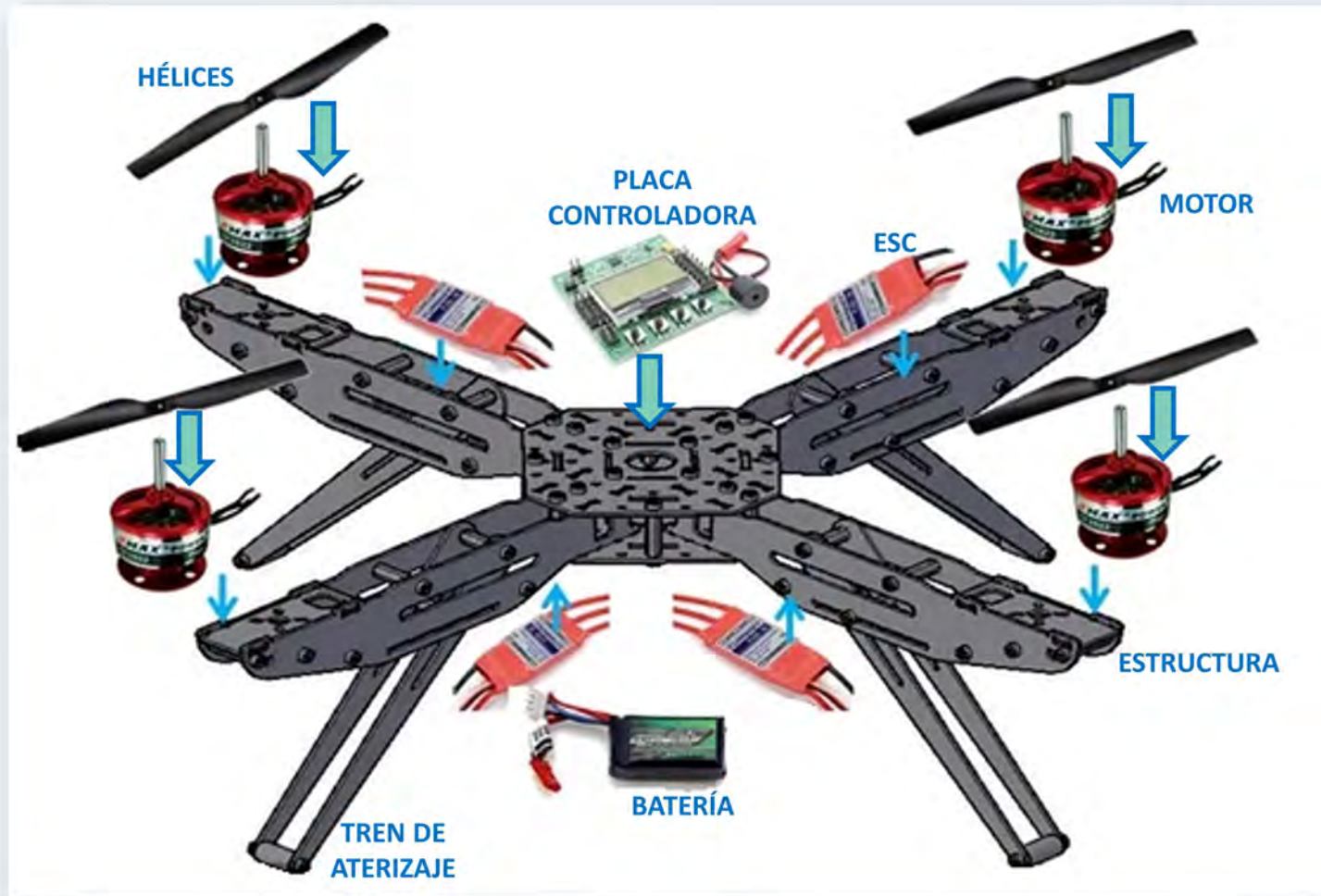


➔ Descripción de las partes que componen un UAS

- ⌘ **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, el tren de aterrizaje suele ser el propio fuselaje o una placa metálica situada en su panza, sobre la que aterrizan.



➔ Descripción de las partes que componen 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 Station*), 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.



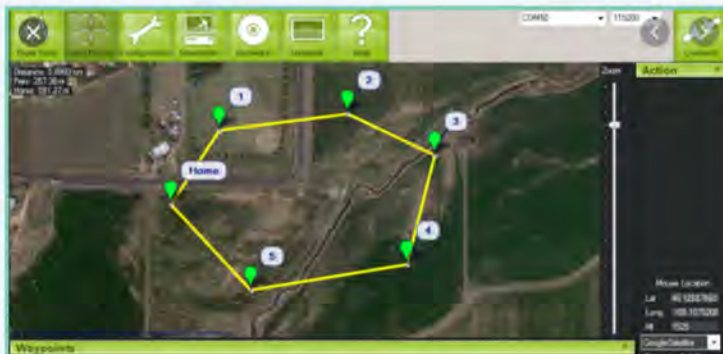
- ⌘ La función principal de la estación de control es el mando y control del UAS, a través de la cual se producen los movimientos necesarios para guiar la aeronave.



⇒ 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.
 - Datos de telemetría: es importante guardarlos y hacer una copia de seguridad, en un disco duro o un servidor almacenado de forma segura, para analizar los datos del vuelo.



✂ **Controles de vuelo: Eje-movimiento-Actuación**

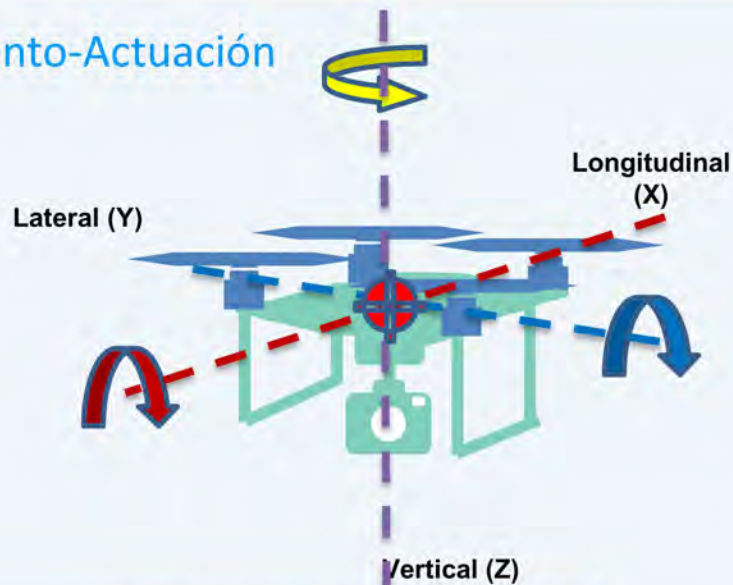
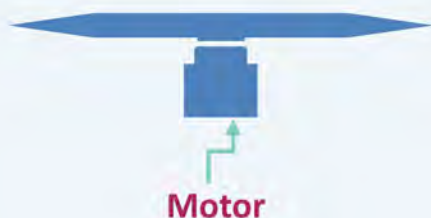
- **EJES DE VUELO**: Se denominan ejes de vuelo a unas líneas imaginarias alrededor de las cuales puede girar una aeronave. Existen tres ejes perpendiculares entre si, alrededor de los cuales puede moverse cualquier aeronave, cuyo punto de intersección está situado en el centro de gravedad de la misma.
 - **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



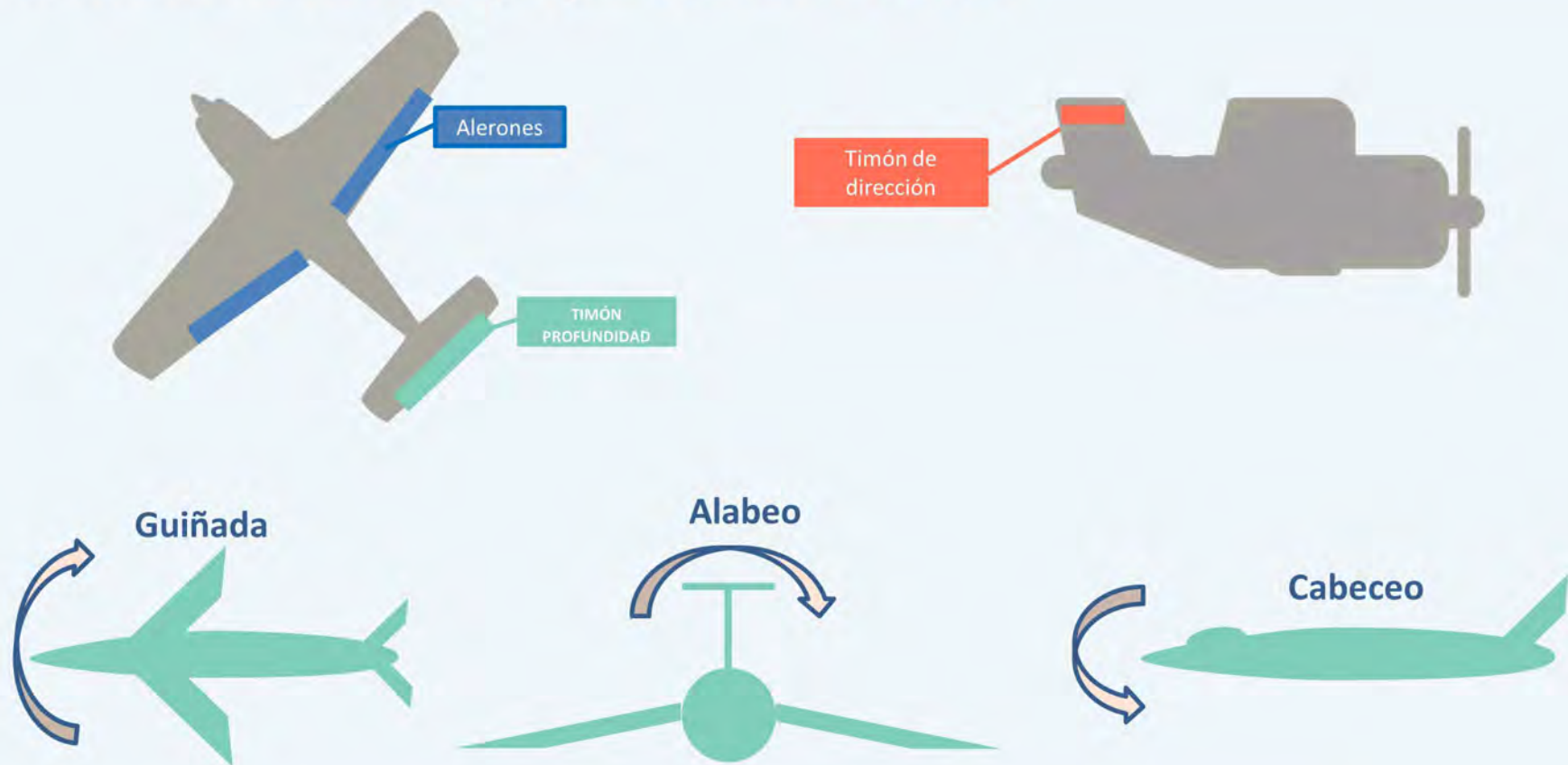
CENTRO DE GRAVEDAD



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

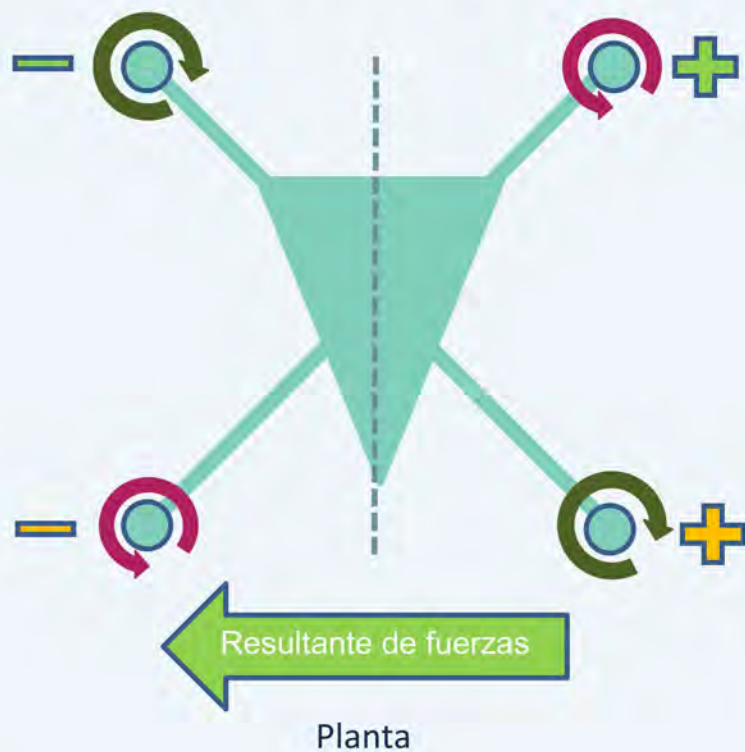


EJE	MOVIMIENTO	ACTUACIÓN
LONGITUDINAL (X)	ALABEO	Alerones
LATERAL (Y)	CABECEO	Timón de profundidad
VERTICAL (Z)	GUIÑADA	Timón de dirección

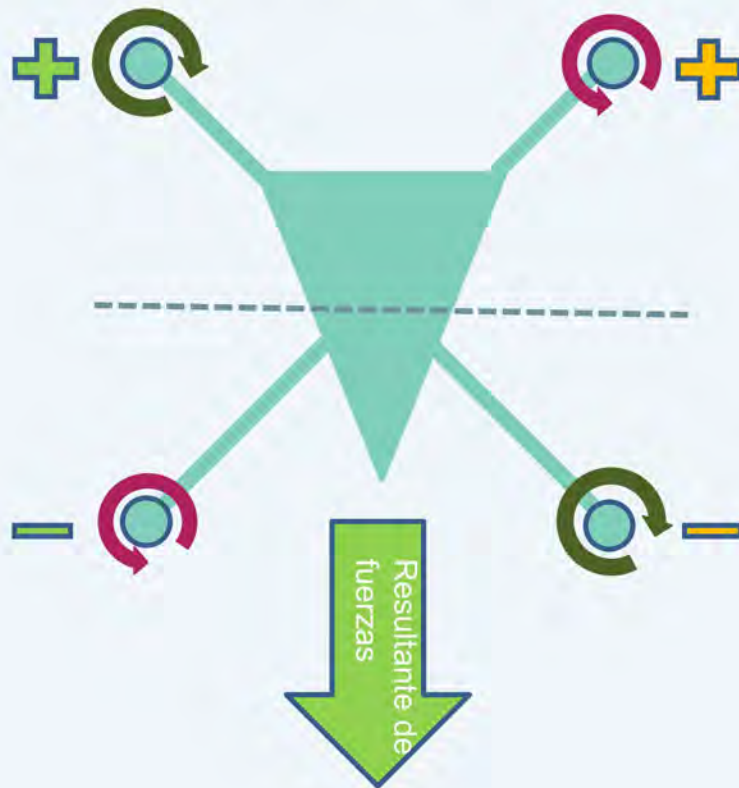


Para lograr cualquier movimiento, lo que hace la controladora es variar la velocidad de algún motor para lograr una fuerza resultante, que permita a la aeronave realizar el movimiento requerido. Para explicar los movimientos de un giroavión, se va a tomar como referencia una configuración en X de un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

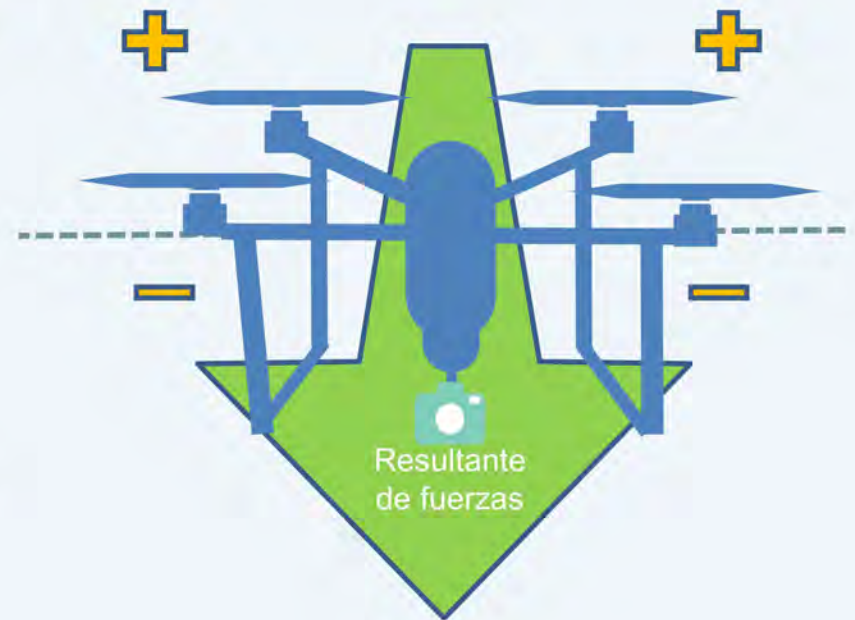
- **Alabeo («Roll»):** Si se aumenta le velocidad de los motores del plano izquierdo el giroavión bascula hacia el lado derecho apareciendo una fuerza de desplazamiento a la derecha tal y como se muestra en el dibujo:



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



Planta

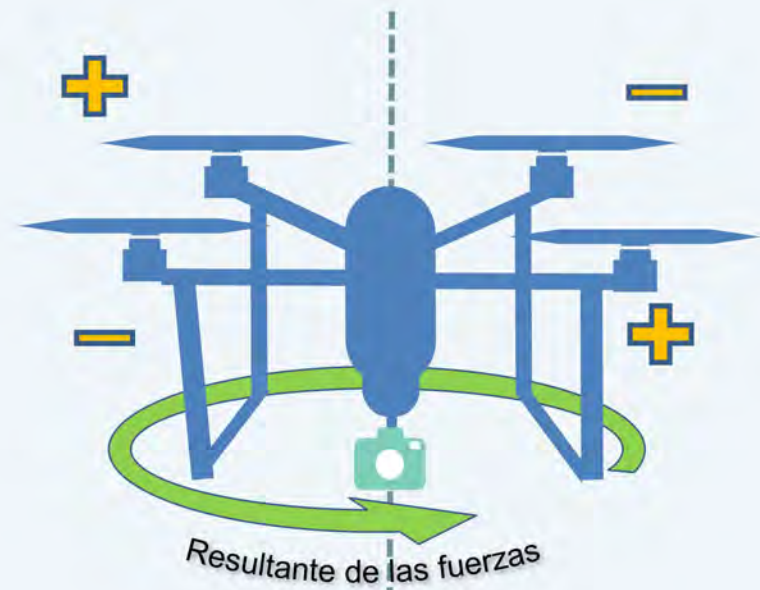


Alzado

- **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, será detectado por el piloto 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.



- ➔ 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 se obtiene el régimen de ascenso y descenso que se produce en el UAS cuando cambia su altura de vuelo. Suele representarse en pies/min y su indicar recibe el nombre de barómetro. Para calcular la altura de vuelo de tu UAS también se pueden utilizar la presión estática, GPS o radioaltímetros.
 - ✂ **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 GPS 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 N° 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 y en caso de incluir o variar la carga útil de la aeronave, 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 GPS, 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.



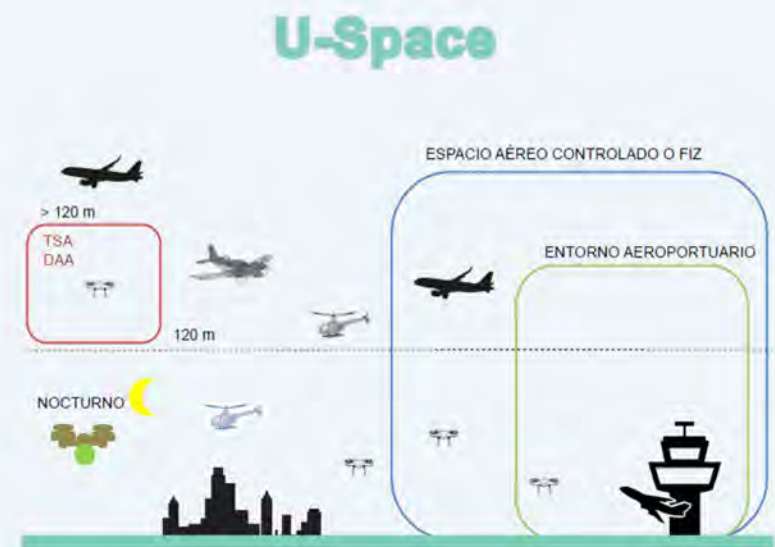
INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

- ➔ 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:

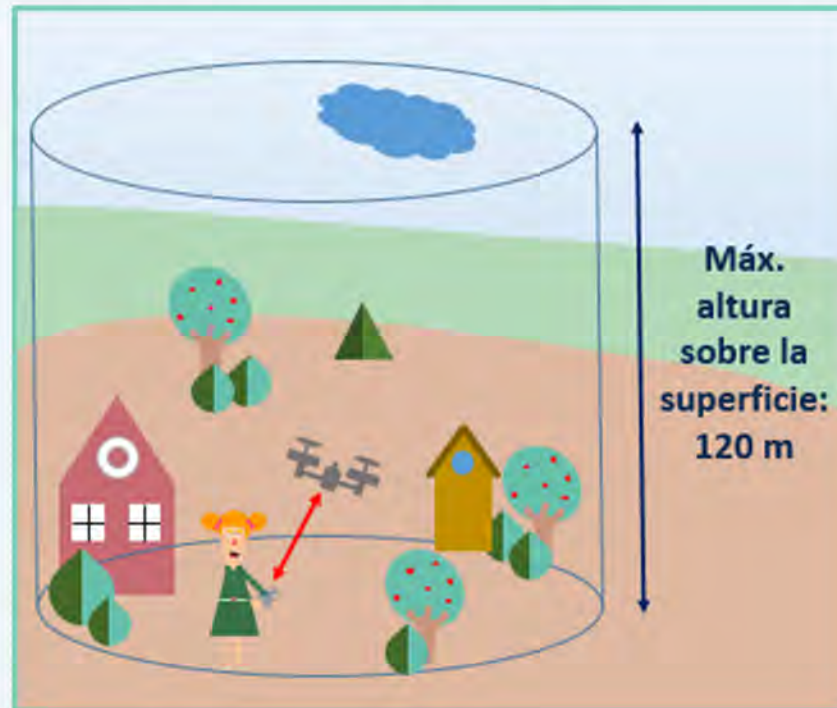
- ⌘ Equipo de control, sistemas de apoyo y subsistemas (antenas, cableado, conexiones, etc.).
- ⌘ Integridad estructural (fuselaje, célula, motores, hélices, etc.).
- ⌘ Batería (s)/combustible (comprobación de voltajes, estado).
- ⌘ Comprobación de los sistemas anexos (cámara, sensores).
- ⌘ Comprobación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



- ➔ **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 de Circulación Aérea 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.

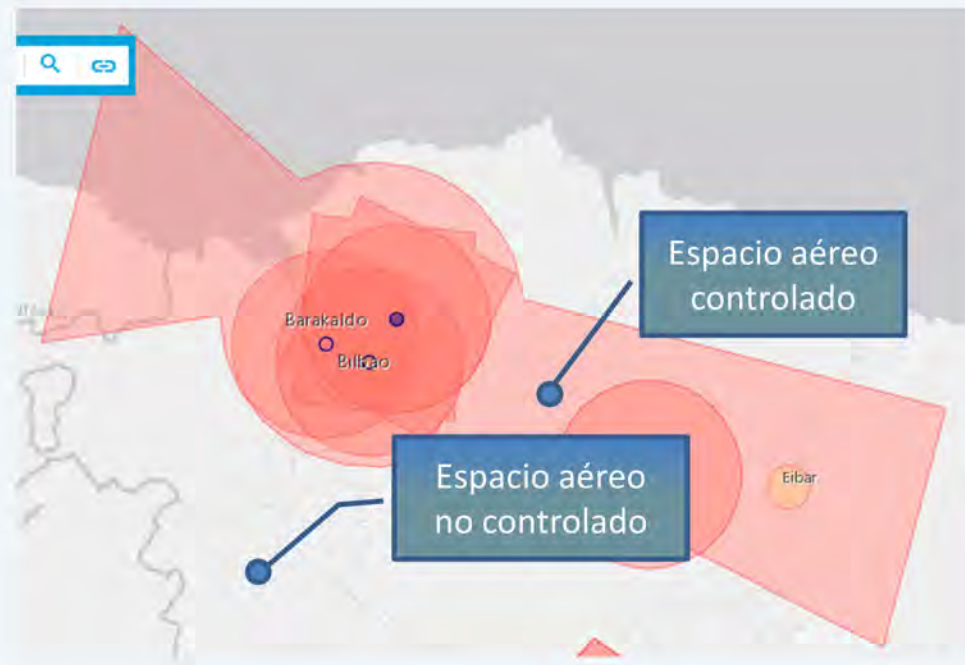
1 ft = 0,3 m

400 ft = 120 m



➔ Tipos de espacio aéreo:

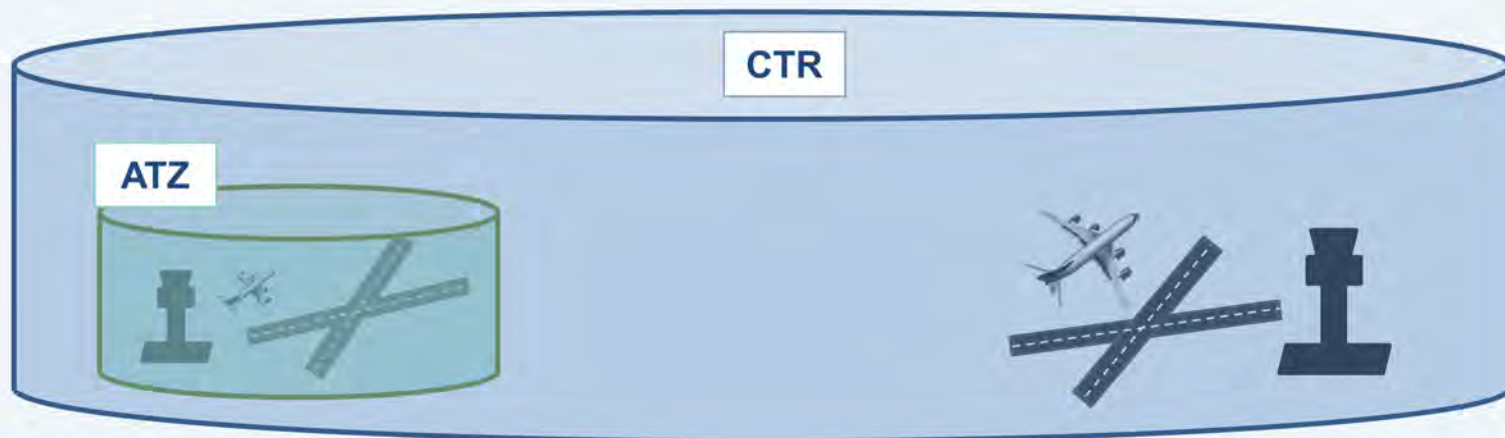
- ✂ **CONTROLADO**: Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita el servicio de control de tránsito aéreo («ATC», por sus siglas en inglés *Air Traffic Control*) a los vuelos IFR y VFR, de acuerdo con la clasificación del espacio aéreo.
- ✂ **NO CONTROLADO**: Espacio aéreo en el 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 controlado, que está delimitado entre el suelo, hasta una altura determinada. Su finalidad es la de proteger y controlar todo el movimiento de aeronaves que estén utilizando el aeropuerto al que engloba, especialmente las entradas y salidas de los vuelos IFR.
- ⌘ **ZONAS DE TRÁNSITO DE AERÓDROMO (ATZ):** Porción de espacio aéreo, normalmente reducida, y que engloba a un aeródromo para la protección de su tráfico, especialmente el que realiza vuelos VFR. Si el aeródromo está preparado para coordinar aeronaves que realicen vuelos IFR, por lo general, deberá tener asignado un CTR que englobará al 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.



- ➔ 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 condiciones específicas para que las aeronaves puedan operar en estas áreas. Estas zonas se pueden clasificar como:
 - ✂ **Peligrosas** (“*Dangerous*”-**D**): Es aquella zona 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 aquella zona 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 aquella zona en la que sólo puede circular aeronaves autorizadas por el Estado Español.
- ➔ En el caso de **España (LE)**, se mostrará como **LED**, **LER** o **LEP** más el número correspondiente de la serie numérica utilizada (por ejemplo, LER28). En el espacio aéreo de las Islas Canarias, las dos letras que anteceden a la clasificación no serán «LE» sino «**GC**», quedando como GCD, GCR, o GCP. En el caso de Melilla, la expresión será **GE** (GED, GER, GEP).



- ➔ También existen los denominados **TSA** (espacio aéreo temporalmente segregado), que es aquella zona que ha sido delimitada de forma temporal para el uso exclusivo de una actividad determinada y autorizada por la autoridad competente.
- ➔ Asimismo, existen las denominadas **zonas restringidas al vuelo fotográfico** (ZRFV), que son aquellas zonas que por contener o encontrarse próximas a objetos clasificados, requieren la adopción de ciertas restricciones al vuelo fotográfico.
- ➔ O las denominadas **zonas de fauna sensible**, definen una zona territorial donde por motivos medio ambientales y de protección de especies se puede restringir o incluso prohibir el vuelo de UAS.



The screenshot shows the ENAIRE website interface. At the top, the ENAIRE logo is on the left, and 'AIP ESPAÑA' is on the right, with a sub-header 'Actualizado a fecha: 05/11/2020 / AMDT 334/20 - AIRAC 11/20'. Below this is a navigation bar with links: 'AIP', 'Buscar en el AIP', 'Consultar NOTAM en vigor', and 'Observaciones y preguntas'. The main content area is divided into two sections. The first section, titled 'Nuevo apartado ENR 5.7.-"Zonas restringidas al vuelo fotográfico"', includes the text 'También se pueden consultar de forma digital en INSIGNIA'. The second section, titled 'Cambio de nombre de los aeropuertos de:', lists several airport name changes: 'Burgos' a 'Burgos/Villafraía', 'Lanzarote' a 'Lanzarote/César Manrique Lanzarote', 'Santiago' a 'Santiago/Rosalía de Castro', 'Tenerife Norte' a 'Tenerife Norte/Ciudad de la Laguna', and 'Valencia/Manises' a 'Valencia'. On the left side of the screenshot, there is a vertical list of expandable menu items: 'AIP', 'SUP (Nuevo Contenido)', 'AIC', 'AMDT 334/20', 'AIRAC 10/20', and 'AIRAC 11/20'. On the right side of the screenshot, there is a blue circular icon with a white lowercase letter 'i' inside, representing information.

https://ais.enaire.es/AIP/AIPS/AMDT_334_2020_AIRAC_11_2020/AIP.html



➔ 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.).

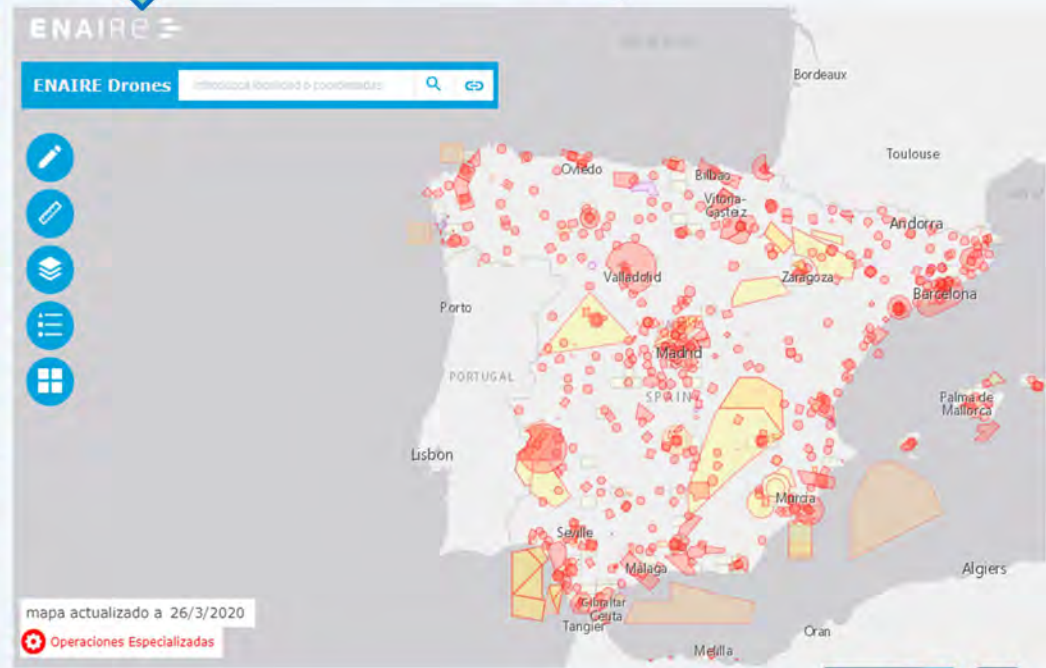
➔ Además, sobre la base de una evaluación del riesgo se podrán **crear excepciones** de uno o más de los requisitos para operar en **categoría «abierta»**.



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



ZONAS GEOGRÁFICAS



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.

DOCUMENTACIÓN PÚBLICA

A-DUAS-FOR-OP02-v1



- ➔ 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**»:



- ➔ **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.

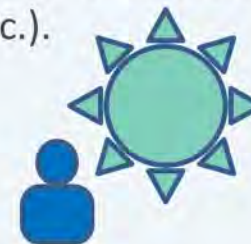
- ✂ Limitada y puede llegar a ser errónea.
- ✂ Al operar un UAS es importante ser consciente de:
 - Limitaciones de la percepción humana
 - Factores que influyen en la percepción

➔ **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.).



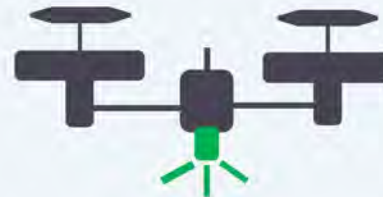
- ✂ **Ayudas visuales:** Los UAS que dispongan de sistemas tales como luces o materiales reflectantes que faciliten la visión del mismo a los pilotos a distancia.
- ✂ **Tamaño del UAS:** Aquellos UAS más voluminosos o de mayor tamaño son más fácilmente visibles para el piloto a distancia que los UAS 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, en los vuelos nocturnos el UAS debe ir 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:**

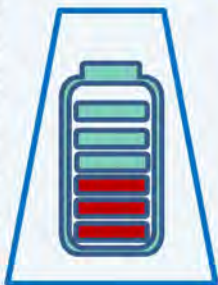
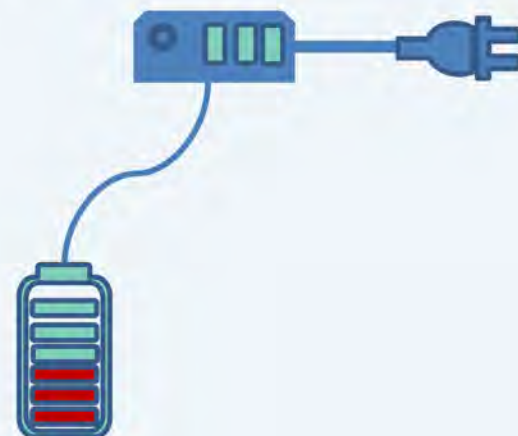
- Usar únicamente los cargadores específicos.
- Vigilar la batería en el proceso de carga.
- No cargar cerca de materiales inflamables.
- No cargar baterías hinchadas, estropeadas o dañadas.
- No sobrecargar las baterías.

- **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).



- ➔ 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.



- ➔ En la Unión Europea, como requisito genérico, se requerirá un seguro de responsabilidad civil cuando la **aeronave no tripulada supere los 20 kg de MTOM** (masa máxima de despegue).



- ➔ 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, durante un periodo transitorio hasta la publicación del Real Decreto UAS:

- ✚ Los operadores de UAS que realicen **operaciones especializadas o vuelos experimentales con UAS deben disponer de una póliza de seguro** que cubra la responsabilidad civil frente a terceros por los daños que puedan ocasionarse durante la operación, de acuerdo al artículo 26 del Real Decreto 1036/2017.
- ✚ Los operadores de UAS que realicen operaciones destinadas **exclusivamente a actividades deportivas, recreativas, de competición y exhibición**, así como las actividades lúdicas propias de las aeronaves de juguete, **deberán disponer de una póliza de seguro** de daños a terceros de acuerdo al artículo 11 y 127 de la Ley de Navegación Aérea, tanto para espacios abiertos como cerrados.



Tras la publicación del Real Decreto UAS lo indicado anteriormente se verá modificado. 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**).

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** mas típicas en el uso de UAS son **2,4 GHz y 5,8 GHz**.

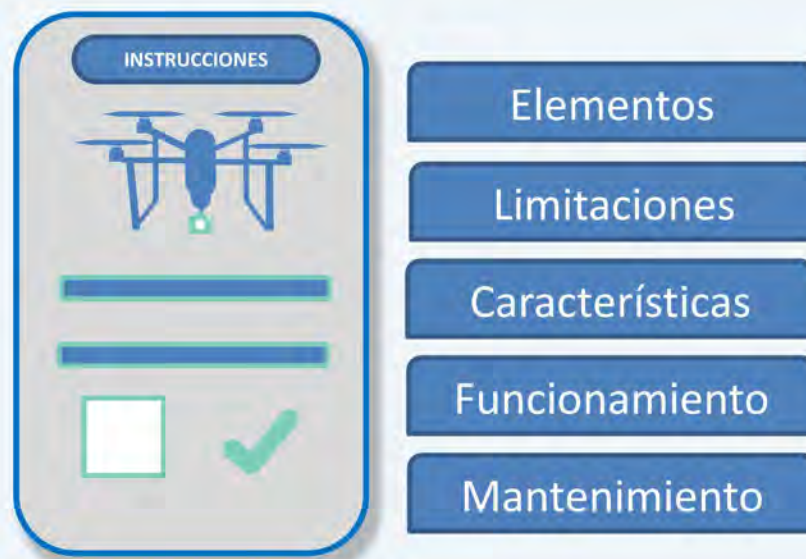




RECUERDA



- ➔ 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.

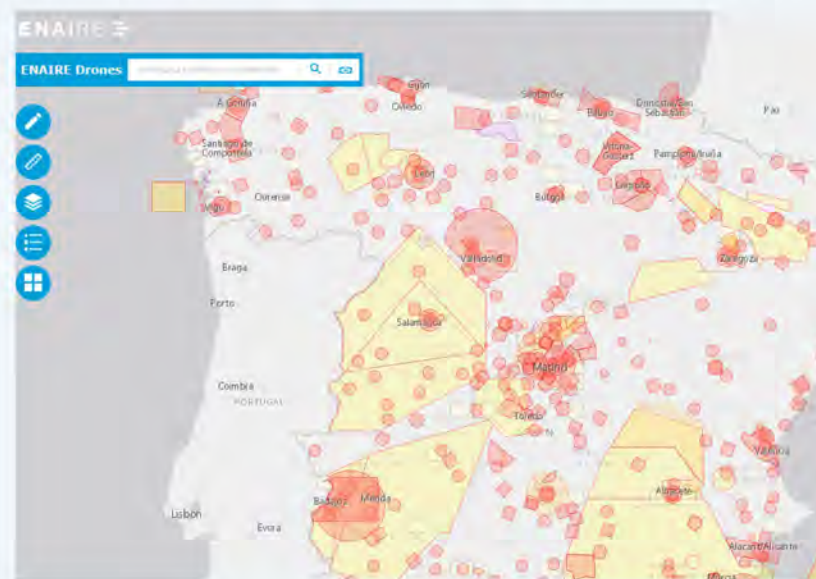




RECUERDA



- ➔ 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 optima 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, de manera transitoria hasta la publicación del Real Decreto UAS, los operadores 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:
 - Operaciones especializadas o vuelos experimentales con UAS deben disponer de una póliza de seguro, de acuerdo al artículo 26 del Real Decreto 1036/2017;
 - Operaciones destinadas exclusivamente a actividades deportivas, recreativas, de competición y exhibición, así como las actividades lúdicas propias de las aeronaves de juguete, no será obligatorio disponer de ninguna póliza de seguro, aunque en todo caso es recomendable.

