

## **Remotely Piloted Aircraft System (RPAS). Aspectos técnicos y operacionales.**

Remotely Piloted Aircraft System (RPAS). Technical and Operational Aspects.

*Rafael Teijo Gundin<sup>1</sup>*

### *Resumen*

Ya sea por diversión o por trabajo, el RPAS es un sistema cuyo uso implica un peligro. Para la correcta operación de un RPAS es necesario que el piloto de la aeronave tenga una serie de conocimientos y habilidades que son de vital importancia para el éxito y la seguridad en la operación. El objetivo del piloto es conocer, identificar y reducir estos peligros en la medida que sea necesario para realizar el vuelo de forma segura.

### *Abstrac*

Whether for fun or for work, RPAS are a system which use involves risk. For proper operation of a RPAS it is necessary that the pilot of the aircraft has a range of knowledge and skills that are vital to the success and security of the operation. The aim of the pilot is to know, identify and reduce these risks to the extent necessary to conduct the flight safely.

### *Palabras claves*

RPAS, RPA, drone, aeronave, aeropuerto, piloto

### *Key words*

RPAS, RPA, drone aircraft, airport, pilot

## **Introducción.**

---

<sup>1</sup> Piloto de Transporte de Líneas Aéreas, Graduado Superior en Gestión de Empresas Aeronáuticas y Aeropuertos, Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, España, Instructor en vuelo C.F.I.I. y M.E.I. F.A.A., Instructor Trainair Plus O.A.C.I., Investigador de accidentes acreditado I.F.A.L.P.A., Vocal Tesorero en la Asociación Española de Pilotos, Vocal en la Vocalía Técnica y Seguridad en Vuelo de S.E.P.L.A.

Desde los primeros momentos de su existencia el ser humano ha tenido el deseo de volar. Pero ya desde los primeros momentos se vio que volar era un asunto que conlleva muchos peligros. Así es como el hombre empezó a buscar la manera de controlar a distancia ese aparato volador, sin poner en peligro la vida del piloto.

Esto solo fue posible gracias al desarrollo de la radio y sus aplicaciones, aunque también se hayan desarrollado formas de control mediante cables.

Al sacar al piloto de la cabina se pueden realizar de forma segura misiones de alto riesgo, con el único inconveniente de perder el aparato. Por ejemplo el sobrevuelo de volcanes en erupción, zonas de guerra, fumigaciones, lucha contraincendios etc.

¡Así es como nacen los RPAS!

En definitiva, los RPAS son aeronaves que están pilotados remotamente y que se usan para obtener un servicio.

Las palomas ya eran usadas durante la primera guerra mundial como soporte para cámaras de fotos y así espiar a las tropas enemigas. ¡Fueron los primeros RPAS de carne y hueso!

Los RPAS no son algo nuevo o una novedad del siglo XXI. Han evolucionado en paralelo a la aviación convencional, pero ahora tienen un gran auge gracias a ciertos factores técnicos que han permitido su desarrollo.

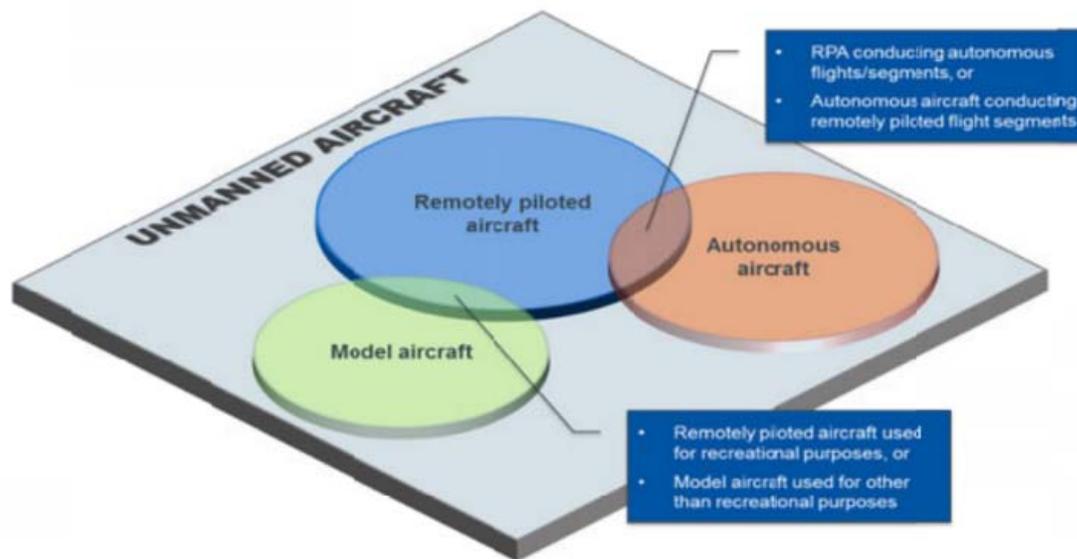
*Ilustración 1 Palomas con cámara espía*



### Definición de RPAS.

Un RPAS es lo que popularmente se conoce como dron. Pero su nombre correcto es RPAS.

Se trata de una aeronave que está entre medias de una aeronave de aeromodelismo y una aeronave totalmente autónoma. Cabe destacar que OACI<sup>2</sup> no considera oportuno legislar sobre este tipo de aparatos totalmente autónomos.



*Ilustración 2 Modelos de Aeronaves no tripuladas Documento 10019 Manual on RPAS - OACI*

También podríamos aceptar llamarlos UAS (Unmanned Aerial System), nomenclatura que todavía se usa en Estados Unidos de América y Canadá.

En nuestros días los RPAS se asocian a esos aviones no tripulados que sobrevuelan zonas de guerra, vigilan el terreno cámaras y radares, y que alguna vez van artillados y lanzan misiles. Pero los RPAS son mucho más que eso.

Los RPAS evolucionaron en el ámbito militar, donde disfrutaban de fondos económicos prácticamente ilimitados para su desarrollo. Ahora esta tecnología la recoge la industria civil.

A pesar de que es una industria nueva, ya mueve 7000 millones de dólares al año a nivel mundial y se espera que su volumen de negocio aumente año tras año.

<sup>2</sup> OACI. Circular 328

Actualmente los países que lideran el desarrollo de los RPAS a nivel mundial son EEUU e Israel, por sus potentes industrias militares, y China, como fabricante de componentes de todo tipo.

En Europa, Francia y Reino Unido llevan la delantera a otros países, gracias a que ya disfrutaban de cierta normativa legal que les permite su desarrollo con un marco jurídico adecuado.

### ¿Por qué ahora son tan populares?

Las razones de la popularidad y desarrollo actual de los RPAS en el ámbito civil son muchos, pero podemos citar estas entre otras.

- El desarrollo de las baterías de litio (Ión-Litio y Polímeros de Litio) que proporcionan una gran cantidad de energía en poco espacio y que se pueden reutilizar muchas veces,
- Componentes electrónicos cada vez más potentes, cada vez más baratos y cada vez más fáciles de comprar, accesible a todo tipo de público,
- Mandos de control intuitivo y con multitud de automatismos, que permiten un control fácil de la aeronave. Ya no son necesarios conocimientos de aerodinámica para volar una aeronave.
- Son aparatos muy versátiles, que se adaptan fácilmente a distintos tipos de misiones en concreto.
- La falta de una regulación concreta hace que existan zonas “alegales” sobre su uso, junto con el desconocimiento normativo aeronáutico vigente,

### ¿Qué es un RPAS?

RPAS es la definición que ha tomado OACI para referirse a cualquier aeronave que esté pilotada remotamente.

Por sus siglas en inglés, RPAS es **REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEM**.

Es decir, y para que nos entendamos en español, es un Sistema de Aeronave Pilotada Remotamente.

Analizando su nombre, esto significa que:

- Es un **sistema**, ya que está formada por varios elementos. Hasta ahora el elemento central de la aviación era una aeronave, pero ahora además existen otros elementos *necesarios* para conformar un RPAS. En algunos sistemas también hay elementos accesorios para la correcta operación del RPAS
- Está basado en una **aeronave**, de cualquier tipo, pues así está definido por OACI en su Circular 328 (OACI),

- Y es una aeronave que está **pilotada**, por lo tanto no es autónoma, siempre tiene que haber un piloto que controle el discurrir del vuelo de la aeronave. Por tanto no es un robot, al que se le programa un trabajo y se deja desatendido,
- Y que está pilotada **remotamente**, es decir, el piloto no está físicamente dentro de la aeronave.

Veamos cuáles son las TRES PARTES fundamentales que conforman este SISTEMA.

1. Primero tenemos una **Aeronave**, del tipo que sea, avión, helicóptero, dirigible, o un multicóptero, aeronave que ha sido el gran revolucionador de esta industria. Para los RPAS, el tamaño de la aeronave no importa. Pueden ser grandes o pequeños, pueden usar cualquier tipo de fuente de energía. Pueden tener cualquier tipo de planta de potencia. Pueden volar bajo o alto, rápido o lento. No hay ninguna limitación a la hora de determinar qué es un RPA<sup>3</sup>.



Ilustración 3 Multicóptero

2. El segundo elemento de un RPAS es la estación de control. El piloto no está en la aeronave, pero sigue necesitando una forma de controlarlo. Este medio de control, puede ser un teléfono móvil o un tablet con una aplicación, un PC con un software específico, un mando diseñado ad hoc o una representación de una cabina de avión convencional.



Ilustración 4 Mando de control

Es fundamental que el piloto esté familiarizado con su mando de control, sus limitaciones, su funcionamiento y los posibles problemas que puedan surgir durante su uso.

3. Por último tenemos el elemento de Command and Control (C2). Como el piloto y su mando no están físicamente en el mismo sitio que la aeronave tiene que existir un medio de comunicación que transmita las órdenes del

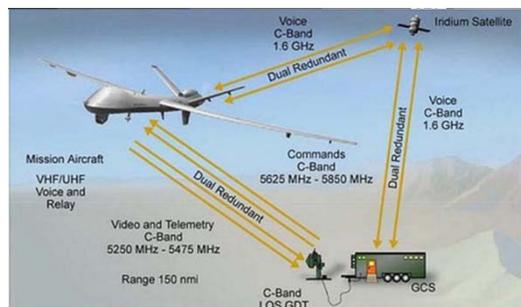


Ilustración 5 Command and Control

<sup>3</sup> RPA: Remotely Piloted Aircraft

piloto a la aeronave y que además transmita datos desde la aeronave al piloto. En la aviación convencional esta información se transmite desde la cabina a los mandos de vuelo mediante cables y poleas. En los RPAS se emiten ondas de radio que transmiten esa información. Este canal de comunicación puede ser de cualquier tipo o protocolo, bluetooth o WiFi, canales de radio en distintas frecuencias, o incluso transmisiones vía satélite. Este medio debería ser un sistema fiable y seguro de comunicación entre piloto y aeronave, que cumplan con estándares definidos, a prueba de interferencias ilícitas, interferencias electromagnéticas... Y debe estar de acuerdo con normativas ya existentes sobre el espectro radioeléctrico; con protocolos concretos de actuación en caso de pérdida de señal o contacto.

Como vemos un RPAS es un sistema de tres elementos que se unen y que puede dar lugar a infinitas combinaciones. Por ejemplo, un RPAS puede ser un avión de 50 mts de envergadura controlado desde un bunker vía satélite. O un multicóptero controlado con un móvil por bluetooth.

Otros elementos accesorios pueden ser:

1. Catapulta de lanzamiento: ciertos sistemas, por su configuración, forma de uso o necesidades operacionales requieren de una catapulta para lanzar el RPA. Se tratan de aeronaves de ala fija que necesitan una velocidad mínima para crear sustentación.
2. Sistemas de recuperación: redes de captura de la aeronave.
3. Sistemas de procesamiento informático para tratamiento de la información obtenida por los sensores de a bordo.

Hay que tener en cuenta que cada uno de estos los elementos tienen sus propios problemas, pero ahora al formar un sistema, los problemas se multiplican exponencialmente. Es fundamental que el operador conozca estos problemas, sus interacciones y como solventar las deficiencias del sistema.

## ¿Para qué sirven?

En general se observa que los RPAS vienen a sustituir a la aviación convencional o crear áreas de uso que se relacionan con lo que se ha dado en llamar las tres D's.:

- **Dirty:** Trabajos sucios, que no son agradables, en los que el ser humano no se quiere ver involucrado, como trabajos en zonas remotas, escombreras, ambientes extremos, fumigación de productos

fitosanitarios.



*Ilustración 6 Fumigación Aérea.*

<http://www.aviacioncivil.com.ve/aplicaciones-civiles-de-los-vehiculos-aereos-tripulados-vant-unmanned-aerial-vehicles-uav>

- **Dull:** Trabajos repetitivos, tediosos, que requieren un gran consumo de tiempo. Como tomar secuencias de fotos de un mismo punto para ver por ejemplo la evolución de una obra, vigilancia de perímetros de seguridad, búsqueda y salvamento en la parte de búsqueda, topografía



*Ilustración 7 Aerial Mapping.*

Courtesy of [www.microdrones.com](http://www.microdrones.com)

aérea.

- **Dangerous:** Aquellos trabajos que tienen peligro para la vida humana: investigación en volcanes, huracanes, inspecciones en plataformas offshore, o en mediciones de niveles de radiación como ya ocurrió en Fukushima.

## **Pero, en el día de hoy y centrándonos en la Aviación civil, ¿Cómo se usan los RPAS?**

El tipo de RPAS y misión a realizar más común es un multicoptero con una cámara que se usa para realizar fotografía o vídeo. El 98% de todas las operaciones de RPAS civiles en el mundo a día de hoy son de estas características. Pero dando que las posibilidades técnicas son ilimitadas, a la hora de operar hay que tener en cuenta todos los factores mencionados hasta ahora para el correcto uso de los RPAS.

Para empezar hay que distinguir si su uso es de tipo privado o comercial. Es decir, pueden ser individuos que usan un RPAS para su disfrute personal o empresas que venden un servicio usando un RPAS. Los requisitos operativos que un particular se debe exigir suelen ser muy laxos y normalmente vienen determinados por el buen hacer de la persona, su conocimiento técnico y su miedo a perder el dinero en su “juguete”. Sin embargo, las operaciones profesionales pueden estar reguladas por algún tipo de normativa nacional o supranacional (Vgr. FAA, EASA, en desarrollo en muchos otros lugares). Esta normativa tiende a marcar unos mínimos legales que deben cumplir las empresas que pretendan dar un servicio con un RPAS.

Como veremos más adelante en ambos casos hay una serie de elementos comunes que permitirán disfrutar y sacar beneficio de este tipo de aparatos tan solo siguiendo unos consejos muy elementales.

Algunos ejemplos de usos reales y actuales de los RPAS son: fotografía o cine, vigilancia de líneas eléctricas, oleoductos, gaseoductos, mediciones topográficas, control de cultivos. Todos estos trabajos ya se hacen a día de hoy con aviones y helicópteros, pero los RPAS podrán realizar estos y otros que hasta ahora eran imposibles de hacer con la aviación convencional y a una fracción del precio. Todos estos trabajos dependen del sensor a utilizar, lo que se denomina “la carga de pago” y el procesamiento de la información obtenida por este sensor para obtener el resultado deseado por el usuario o cliente.

La industria en torno a los RPAS es muy diversa y abarca muchos campos: diseño de cualquier parte del sistema; fabricación; montaje; distribución; venta; reparación y repuestos. Además hay otros campos relacionados como: formación de pilotos, seguros, asociaciones de usuarios, etc.

En este artículo nos centraremos en la operativa de un RPAS multicoptero controlado por radio y en línea de visión del piloto ya que este tipo de aparatos es el más utilizado hoy en día. Sin embargo los consejos y recomendaciones aquí vertidas sirven para cualquier otro tipo de RPAS.

## Operación

Teniendo en cuenta lo anterior, pensemos en un operador de RPAS que pretende usar su aeronave para cargar una cámara con la que quiere obtener fotografía y video.

Sea cual sea la complejidad del RPAS y su carga de pago, todo operador que pretenda realizar un vuelo debe tener en cuenta una serie de aspectos operativos que para una persona ajena al mundo de la aviación son totalmente nuevos.



### El sistema y sus características.

Es fundamental que el piloto conozca en profundidad el sistema que va a utilizar. En este sentido debe:

- Leer cuidadosamente todos los manuales del fabricante del aparato,
- Conocer sus limitaciones técnicas y
- Recibir la instrucción adecuada a la complejidad de la operación.

Muchas veces ocurre que al tratarse de productos de consumo, los usuarios tienden a sacar el artefacto de la caja y sin más preámbulos ponerse a volarlo. Con esto lo único que se consigue es arriesgarse a un accidente y haber gastado el dinero inútilmente.

El manual de usuario de este tipo de aparatos incluye una descripción exhaustiva de las partes que lo componen, su correcto uso y sus limitaciones. También se incluye un programa de mantenimiento y revisión que se debe seguir para conservar los equipos en condiciones óptimas. Además debe incluir listas de chequeo para la operación normal, anormal y de emergencia.

Las listas de chequeo son una parte fundamental para la seguridad de la operación. Se usan en la aviación convencional, en los quirófanos y en general en cualquier tipo de ámbito en la que se requiera la máxima seguridad. El piloto debe estar familiarizado con su uso y referirse a ellas para resolver cualquier incidencia. Se debe evitar la tendencia a improvisar o “inventar” cosas sobre la marcha.

Como el objetivo del vuelo es hacer unas fotos, debemos montar una cámara en nuestro RPA. La cámara va montada sobre una plataforma giro-estabilizada (gimbal). Se debe conocer el peso del conjunto y como afecta a las características de vuelo del RPA, el consumo de batería por el peso extra, la forma de control de la cámara y el gimbal, etc.

## Formación

Es fundamental tener una buena técnica de vuelo. El manejo del RPA puede ser muy complejo al añadirle la operación de la cámara. Algunas veces puede no ser evidente donde es “hacia delante o hacia atrás” con los mandos. Por todo esto lo ideal sería realizar una formación adecuada en una escuela certificada por la autoridad competente y en un espacio aéreo adecuado para esto. Los primeros vuelos se realizaran sin la cámara, para evitar daños innecesarios en la etapa de formación. Se empezará realizando vuelos cortos, con maniobra básicas (ascenso, descenso, giros y traslaciones laterales), para luego añadir maniobras combinadas y ganando cada vez más altura y confianza en el manejo. Por último se añadirá la cámara para empezar a realizar combinaciones de vuelo y trabajo simulando la operación real.

La formación también debe incluir otros aspectos no tan obvios para el neófito en la aviación.

- **Meteorología:** Para este tipo de operaciones es necesario conocer ciertos fundamentos meteorológicos básicos. (Para operaciones más complejas se requerirá un estudio más profundo). Pero es fundamental conocer que el aire es un gas en continuo movimiento. Normalmente notamos el viento, mueve las copas de los árboles, levanta el polvo del suelo, etc. Es fundamental conocer la limitación de viento máxima para la operación de nuestro aparato, que vendrá reflejada en el manual. Como no tendremos siempre un anemómetro a mano para medir el viento, debemos conocer los “indicios” que indican que el viento está cerca de esos máximos permitidos. Lo que no resulta tan evidente es que las masas de aire también se mueven en corrientes ascendentes (térmicas) y descendentes (microburst<sup>4</sup>). Asimismo hay que considerar la turbulencia creada por los edificios, arboles, maquinaria, etc. en la zona de vuelo.
- **Espacio Aéreo:** Quizás no se muy obvio para quien no conoce la aviación, pero todo el espacio aéreo sobre nuestra cabezas está regulado. Incluso algunas zonas están “controladas” por los controladores aéreos. Se debe realizar un estudio de la zona en la que pretende volar para saber si es un espacio aéreo adecuado para el vuelo que se pretende realizar, si le afectan zonas prohibidas, está cerca de aeropuertos, helipuertos, etc. En este sentido es fundamental conocer los

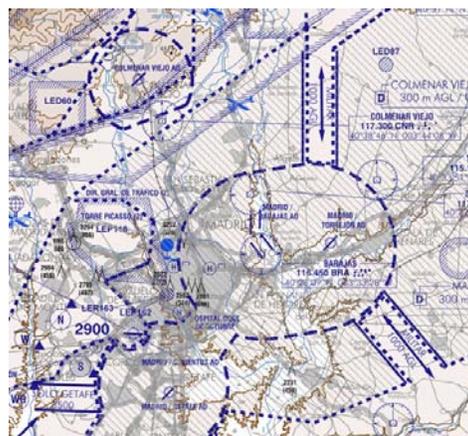


Ilustración 8 Espacio Aéreo

<sup>4</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Microburst>

distintos tipos de espacios aéreos, cuáles son sus requisitos y sus limitaciones.

- Medio ambiente: Hay que tener en cuenta que vamos a poner en vuelo un aparato que puede ser nocivo para el medio ambiente en varios aspectos: primero porque se cargan unas baterías que, de acabar en el agua, podrían contaminar de forma grave una zona, y segundo el RPA hace ruido, que puede ser molesto para aves, insectos u otras personas que se encuentren cerca.
- Factores humanos: Otro factor importante es la problemática de los factores humanos, la relación humano-máquina considerando la carga de trabajo (OACI)<sup>5</sup>. Hay que estudiar la interacción entre el RPAS, su carga y la misión a realizar. Se tendrá que definir un protocolo de actuación y trabajo que estudie las limitaciones de esta relación. Hay que definir manuales de operación del RPAS que cubran aspectos básicos de forma de trabajo, seguridad e higiene. ¿Puede el *piloto* de RPAS manejar además la *carga de pago*?. Dependerá de la complejidad del RPAS y de la tarea a cumplir. Quizás sea necesario incluir en la tripulación del RPAS un operador de la carga de pago como ya ocurre en las operaciones militares.
- Salud, medicamentos, alcohol y drogas: como resulta obvio se debe estar en condiciones óptimas de salud, especialmente en lo se refiere a la vista, se debe evitar el manejo del RPAS bajo la influencia de cualquier sustancia que pueda afectar a nuestros sentidos. Los operadores profesionales además deben obtener un certificado médico acorde con su certificado de operador y sus necesidades operativas.

## Pre-vuelo

Zona de vuelo: Una vez en la zona de vuelo se tiene que analizar las características geográficas de la zona: determinar si se tiene espacio suficiente para montar todos los equipos necesarios, buscar una zona de aterrizaje y despegue adecuada que no genere polvo o partículas que puedan dañar los componentes, peligros como líneas de alta tensión, viviendas, aglomeraciones humanas, torres de telefonía móvil, determinar la posición del sol para evitar deslumbramientos. Es decir, debe tener una idea de por donde se pretende circular con nuestra aeronave y sus características físicas.

---

<sup>5</sup> ICAO Doc. 9683 Manual de instrucción sobre factores humanos



*Ilustración 9 Análisis de la zona de vuelo. Peligros*

**Aeronave:** Siguiendo fielmente el manual de instrucciones, hay que preparar todo el sistema que conforma el RPAS, preparar la aeronave para el vuelo, teniendo especial consideración los siguientes aspectos: carga de la batería y estado de las hélices. Ya que la electricidad es un “combustible” que no pesa, siempre debemos empezar el vuelo con las baterías totalmente cargadas (RPA con combustibles deben tener en cuenta su peso para el cálculo de autonomía y características del vuelo). Las hélices pueden estar dañadas por pequeñas piedras que se levantan por acción del aire y que pueden mellar el borde de la hélice, reduciendo así sus capacidades. El mando de control debe tener también sus baterías cargadas, las antenas de comunicación bien conectadas y los mandos y botones libres de cualquier suciedad que interfiera en los contactos. Es muy importante que la aeronave sea bien visible bien mediante luces o con pinturas de color con fuerte contraste en relación a la zona de vuelo. Por último, al considerar la localización del vuelo se tendrá en consideración las interferencias electrónicas a las que se puede ver expuesto el sistema así como las interferencias que nuestro equipo puede provocar.

**Carga de pago:** Si se monta una cámara hay que tener en cuenta también sus necesidades de batería, limitaciones técnicas y ambientales para poder hacer su trabajo.

**Otros equipos:** Ciertos sistemas permiten la transmisión en vivo de la imagen captada por la cámara del RPA a la estación de control o a un ordenador. También debemos tener en cuenta esto para la preparación del vuelo. Si se usa un ordenador personal para controlar la trayectoria del vuelo, este debe tener suficiente batería para toda la operación, se deben reducir al mínimo

otros usos del ordenador en segundo plano, asegurarse de la correcta conexión entre ordenador y RPA, etc.

Se tendrá en cuenta si el vuelo se va a realizar manteniendo el contacto visual entre el operador y la aeronave (Vuelo en línea de visión, VLOS) o si por el contrario la aeronave se va alejar tanto que el operador pierda el contacto visual (Vuelo más allá de línea de visión, BVLOS). El vuelo VLOS es el más común: es cuando la aeronave permanece todo el tiempo en línea de visión del piloto. Esto le permite controlar la aeronave de forma directa y sin demora en caso de incidente. En el vuelo BVLOS la aeronave se aleja tanto que el piloto pierde contacto visual con la aeronave. Este tipo de vuelo debe estar regulado por la autoridad aeronáutica competente, implica más riesgos y exige un mayor conocimiento y preparación por parte del piloto.

¡Ah! Y no se olvide de traer una silla. La necesitará si se quiere dedicar en serio a esto de volar drones.

Plan de vuelo: Antes incluso de iniciar el vuelo es fundamental tener un plan de actuación en el que venga reflejado qué es lo que se va a realizar durante el vuelo y cuál va a ser nuestro objetivo. Este proceso se puede hacer en papel o en un software específico más avanzado.

Distance: 0.7889 km  
Prev: 522.46 m AZ: 67  
Home: 462.94 m

WP	Radius	Loiter Radius	Default Alt	Absolute Alt	Verify Height	Lat	Long	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Dist	AZ
1	WAYPOINT	0	0	0	0	-35.0407928	117.8277898	100	X	⬆	⬇	95.7	104.5	1
2	WAYPOINT	0	0	0	0	-35.0406786	117.8260410	100	X	⬆	⬇	0.0	159.7	275
3	WAYPOINT	0	0	0	0	-35.0417239	117.8251612	100	X	⬆	⬇	0.0	141.2	215
4	WAYPOINT	0	0	0	0	-35.0428395	117.8259873	100	X	⬆	⬇	0.0	145.1	149
5	WAYPOINT	0	0	0	0	-35.0427165	117.8274572	100	X	⬆	⬇	0.0	134.5	84

### Ilustración 10 Mission Planner

Pero lo más importante es que sirva de guía para actuar en caso de un incidente durante el vuelo. En este plan de vuelo se especificarán las maniobras a realizar, los puntos de sobrevuelo, anotaciones relativas a la operación de la carga de pago, como ejemplo:

- Fotografía/filmografía:

- Lo más Importante es el valor “artístico”, control de la imagen, distancia, encuadre, luz, sombras, etc.
- Topografía/levantamientos aéreos:
  - Lo más importante cubrir el terreno correctamente
  - Simplificar posterior tratamiento de imágenes
- Tratamientos aéreos/fumigación:
  - Altura adecuada al producto para controlar área de esparcido
- Inspecciones:
  - Más importante nitidez/claridad de imagen
  - Dificultades de usar tecnología IR/térmica

Todo esto servirá al piloto para tener una conciencia situacional del ambiente en el que va a volar. Lo fundamental es aprovechar el limitado tiempo de vuelo que nos proporcionan las baterías para alcanzar nuestro objetivo.

## **Vuelo**

Una vez todo esté preparado, iniciamos el vuelo siguiendo las listas de chequeo a tal efecto. La mayoría de los sistemas se basan en el sistema GPS para determinar su posición. Por lo tanto es fundamental antes de iniciar el vuelo confirmar que el RPA está recibiendo una señal de calidad y puede determinar su posición adecuadamente. Una vez en aire realizamos lo acordado en el plan de vuelo, para así obtener la información que buscamos, evitando un gasto innecesario de carga de batería.

Durante todo el vuelo el piloto debe mantener una vigilancia exhaustiva del discurrir del vuelo. Las desviaciones del plan de vuelo se deben reducir en lo posible para no apartarse del análisis previo que se había realizado. Puede ocurrir que el piloto deba cancelar el vuelo por cualquier circunstancia que surja inesperadamente. Por ejemplo, puede aparecer un helicóptero que acude a un servicio de emergencia en una zona próxima a nuestro vuelo, el viento puede aumentar de forma repentina o puede ocurrir algún fallo técnico en cualquier parte del RPAS. En cualquier caso, el piloto debe estar familiarizado con los fallos más habituales, debe saber cómo resolverlos adecuadamente y siempre estar preparado para cualquier eventualidad que pueda surgir.

## **Aterrizaje y Post-Vuelo**

El aterrizaje suele ser la parte del vuelo más complicado, por eso algunos sistemas incluyen algún automatismo para que se haga de forma autónoma, evitando así accidentes contra el suelo. En cualquier caso, se deben seguir fielmente los procedimientos escritos por el fabricante para evitar cualquier daño a la aeronave.

Tras el aterrizaje, solo quedaría recoger el RPAS según el manual, para su correcta estiba y por último retirar la información obtenida por la cámara para su posterior procesamiento.

También es recomendable hacer un pequeño análisis de cómo ha sido todo el proceso que hemos realizado para corregir errores y mejorar la operación para el próximo vuelo.

En aviación convencional se hace todo esto lo aquí expuesto con el objetivo siempre de maximizar la seguridad: se hace una análisis pre-vuelo para determinar los peligros y como reducir sus posibles efectos, se ayudan de listas de chequeo de acuerdo con cada fase para no olvidarse ningún detalle y nunca tener que depender de la memoria que suele fallar en el peor momento y por último se analiza lo ocurrido para mejorar de forma continua. Esto es lo que ha llevado a la aviación a ser una industria ultra-segura. En el mundo de los RPAS, algunas veces no se tiene la conciencia del peligro que supone una aeronave en vuelo. En Internet se pueden ver multitud de vídeos en los que se no se cumplen estas sencillas reglas con resultados de lo más desastroso.

Por otra parte, un usuario profesional debe cumplir con unas normas más exigentes en cuanto a la profesionalidad de su operación, niveles más estrictos de seguridad y una planificación más exhaustiva. Además:

- Deben tener un manual de operaciones que sirva de referencia para todo lo aquí comentado y lo relativo a las operaciones para las que ha sido autorizado por la autoridad competente. El manual de operaciones **no** es el manual de instrucciones del RPAS. Se trata de un manual que indica: Quién es la empresa operadora, qué es lo que se está volando, que se pretende hacer con este sistema y cómo se va a hacer de forma segura. Debe reflejar, entre otras cosas, las restricciones de altitud, geográficas y operacionales; tipo de señal a usar y potencia de emisión, condiciones meteorológicas aprobadas, etc.
- En relación al nuevo concepto de seguridad reflejado en el Anexo 19 de OACI, un operador de RPAS debe tener implementado un SMS (Safety Management System) de acuerdo a las necesidades y características de la operación.
- Es responsable de que su personal tenga las licencias y certificados necesarios en vigor.
- Debe tener algún tipo de documento en relación a la protección de la privacidad y los datos obtenidos por el RPAS, que cumpla las leyes relativas a este asunto en su país. (Ver nota<sup>6</sup>)
- Debe tener las pólizas de seguro adecuadas para cubrir su operación según la legislación de su país.

---

<sup>6</sup> <http://www.oic.qld.gov.au/about/news/privacy-and-dronetechnology>

## Problemas y Peligros

Como vemos, hay mucho que hacer por el camino, incluso antes de que empiece el vuelo. Y esto se traduce en problemas y peligros asociados al uso de los RPAS.

El primer problema consiste en considerar que este sistema es perfecto, a prueba de fallos y sin ningún riesgo.

La verdad es que los RPAS de consumo masivo que se venden están sufriendo constantes actualizaciones del software que los controla. Hay que tener en cuenta que para que sean fáciles del volar, el fabricante debe introducir una gran cantidad de automatismos que ayuden al piloto amateur. Siendo un sistema informático tan complejo es normal que aparezcan errores en la programación y fallos en las interrelaciones con otras partes del sistema. Alguno de los fallos que se pueden dar son: brújula electromagnética mal calibrada, interferencias electromagnéticas, fallos en la recepción de la señal GPS, etc.

En español cuando hablamos de seguridad lo hacemos sobre dos definiciones para las que el idioma inglés tiene dos palabras distintas: Safety y Security.

Safety es la seguridad relacionada con los accidentes, sus factores causales y sus consecuencias, y todas las acciones asociadas para reducir su ocurrencia y los daños provocados por un accidente. (Anexo 19 de OACI)

Security hace referencia a la seguridad física, de un edificio o de un objeto o de las personas, y todo lo relacionado para que terceras personas no puedan interferir por la fuerza en la operación aérea. (Anexo 17 de OACI).

En cuanto a Safety en la industria de los RPAS, hasta ahora no se ha desarrollado un sensor que sustituya al ojo humano y que permita a los RPAS operar en condiciones similares a los vuelos bajo reglas de vuelo visual. Quiere esto decir que el piloto sigue siendo el responsable de la separación de la aeronave con otros objetos y personas. Pero como el piloto no está en el mismo lugar que la aeronave, algunas veces es difícil apreciar la separación entre aparato y objeto.

Otros aspectos relacionados con el Safety es como protegerse en caso de fallo de comunicaciones, de accidente o como llevar a cabo una terminación segura del vuelo durante una operación de emergencia.

Debido a la falta de cultura de seguridad los usuarios de RPAS, estos no son conscientes de que cuando tienen un accidente con un RPAS deben reportarlo a la autoridad competente. A no ser que el accidente haya sido provocado (dolo o negligencia grave) la autoridad nunca podrá sancionar a un

operador de RPAS por el hecho de notificar un accidente. Este es otro de los pilares básicos de la cultura de seguridad en la aviación del Siglo XXI.

En cuanto a los problemas relacionados con SECURITY se tendrá que pensar y desarrollar sistemas para impedir una interferencia ilícita del mando de control o de la señal (robo del mando de control, bloqueo de señal GPS); o cómo introducir redundancias en el control y vigilancia del vuelo, o un canal de comunicación alternativo en caso de exista algún problema en el canal normal de transmisión.

Otro problema al que se enfrentan los RPAS es la latencia en las comunicaciones. La latencia es el tiempo que transcurre desde que el piloto da una orden y la aeronave inicia esa maniobra. El piloto debe estar familiarizado con este retraso en las comunicaciones y adecuar su técnica de vuelo y las maniobras que puede realizar a las características específicas de su sistema. La industria en general debe buscar métodos para reducir la latencia en las comunicaciones entre aeronave y mando.

Por último tenemos los problemas “legales”. Como los RPAS son difíciles de clasificar, es difícil asignarle una regulación adecuada. La clasificación de RPAS se puede hacer siguiendo diversos criterios. Por ejemplo si su uso es privado o profesional; el tipo de aeronave; la distancia a la que vuela en relación con el piloto; el peso de la aeronave o su densidad. En la Unión Europea, la Declaración de Riga<sup>7</sup> determina cinco principios básicos que guían el marco regulatorio. A partir de aquí se han definido 3 categorías de RPAS dependiendo del tipo de operación independientemente de otros factores: “open category”, “specific category” y “restricted category”.

---

<sup>7</sup> <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/doc/2015-03-06-drones/2015-03-06-riga-declaration-drones.pdf>



*Ilustración 11 Concept of Operations for Drones*

Cada una tiene sus requisitos y limitaciones que se deben cumplir fielmente. Además hay que tener en cuenta el hecho de sobrevolar propiedades particulares puede ir en contra de la ley si no se hace con el consentimiento expreso del dueño.

Otro problema es que no hay un proceso de certificación para RPAS en su conjunto, solo para la parte aeronave. Otros componentes se certifican siguiendo estándares de otras industrias, como la de las telecomunicaciones y otras quedan al buen juicio del fabricante. A día de hoy se está trabajando en este sentido dentro del grupo JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems<sup>8</sup>).

Los pilotos de RPAS no tienen programas de instrucción oficiales, no hay licencias o títulos reconocidos internacionalmente (en el momento de publicación de este libro), aunque se trabaja en distintos niveles para establecer unos programas básicos de instrucción y examen. En este sentido OACI ya hace una mención específica en la Circular 328 y se está en proceso de modificar adecuadamente en Anexo 1 de OACI. A nivel pan-nacional y nacional se busca la mayor armonización posible para facilitar la adecuada formación de los pilotos, teniendo en cuenta que debe ser adecuada a la operación a realizar.

<sup>8</sup> <http://jarus-rpas.org>

Por último hay que tener en cuenta que toda operación aérea debe tener un seguro. Los seguros no se quieren involucrar con una industria que no está regulada, de la que no hay estadísticas. Como no saben cuál es el riesgo no pueden calcular que prima cobrar. Por esto es importante que los estados tengan normativa. Con normativa en vigor se pueden desarrollar negocios basados en RPAS. Así los estados se deben involucrar y desarrollar la normativa sobre RPAS; los usuarios se deben comprometer en mejorar su educación y la calidad de sus operaciones; y las compañías de seguros deben colaborar para iniciar el círculo.

Y deben colaborar porque les interesa ya que los RPAS suponen un aumento de los riesgos sobre los aviones y helicópteros que ya tienen asegurados.

Estados con una normativa en vigor y una supervisión adecuada tendrán un índice de riesgo más bajo para los agentes aseguradores. Así los seguros podrán ser más bajos, lo que promoverá que los usuarios quieran asegurar sus RPAS y no tener que volar fuera de la ley.

Ilustración 1 Palomas con cámara espía.....	2
Ilustración 2 Modelos de Aeronaves no tripuladas Documento 10019 Manual on RPAS - OACI.....	3
Ilustración 3 Multicóptero .....	5
Ilustración 4 Mando de control .....	5
Ilustración 5 Command and Control .....	5
Ilustración 6 Fumigación Aérea. Foto	
<a href="http://www.aviacioncivil.com.ve/aplicaciones-civiles-de-los-vehiculos-aereos-tripulados-vant-unmanned-aerial-vehicles-uav">http://www.aviacioncivil.com.ve/aplicaciones-civiles-de-los-vehiculos-aereos-tripulados-vant-unmanned-aerial-vehicles-uav</a> .....	7
Ilustración 7 Aerial Mapping. Courtesy of <a href="http://www.microdrones.com">www.microdrones.com</a> .....	7
Ilustración 8 Espacio Aéreo.....	10
Ilustración 9 Análisis de la zona de vuelo. Peligros .....	12

## **Bibliografía**

OACI. (s.f.). *Circular 328*.

OACI. (s.f.). *Doc. 9683 manual de instruccióN sobre factores humanos*.

OACI. (s.f.). *Documento 10019 Manual on RPAS*.

EASA Concept of Operations for Drones <https://easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas>

Declaración de Riga: <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/doc/2015-03-06-drones/2015-03-06-riga-declaration-drones.pdf>

