



EMPLEO DE DRONES EN LA INGENIERÍA CIVIL

Santiago Villar Notario

Ingeniero Técnico de Obras Públicas

Ingeniero Civil



- ▶ Introducción
- ▶ Organización administrativa
- ▶ Legislación
- ▶ Uso profesional de un dron
- ▶ Uso de drones en la Ingeniería Civil
- ▶ Fotogrametría aérea
- ▶ Aplicación a un proyecto
- ▶ Vuelo sobre la Universidad

► Introducción

Hay diferentes definiciones para referirnos a las aeronaves no tripuladas, definiciones que no siempre son sinónimos, por lo que pueden dar lugar a confusiones.

Dron o drone es el término más utilizado para referirnos a estas aeronaves. Inicialmente para la denominación de aviones no tripulados de uso militar. La palabra dron (plural drones) se ha registrado en el Diccionario académico de la R.A.E., como adaptación al español del sustantivo inglés drone (literalmente ‘zángano’), para referirse a una ‘aeronave no tripulada’.

UAV (Unmanned Aerial Vehicle): Vehículo aéreo no tripulado.

UAS (Unmanned Aerial System): Sistema aéreo no tripulado, es decir, el avión más el sistema de control.

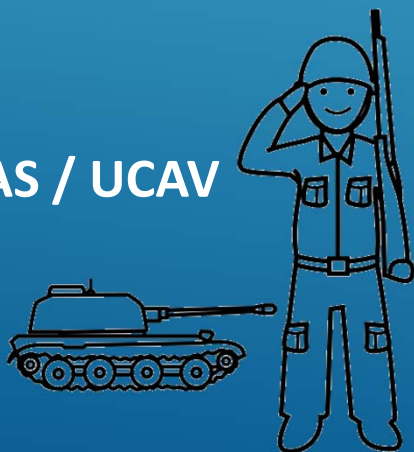
UCAV (Unmanned Combat Aerial Vehicle): Vehículo aéreo no tripulado de combate, para referirse a los aparatos que son capaces de portar armamento para atacar objetivos.

► Introducción

RPA (Remotely Piloted Aircraft): Aviones controlados de forma remota. Se trata de un concepto que surgió con fuerza en EEUU para evitar que la gente se atemorice por el uso de estos ingenios en medios urbanos pensando que no hay ninguna persona que se haga cargo de evitar un desastre en caso de avería en vuelo.

RPAS (Remotely Piloted Aircraft System): Sistema aéreo tripulado de forma remota, en el caso de que se incluya el aparato y el sistema de control. Este término es el que ha ido ganando hueco para la denominación de estos aparatos de uso civil en la Unión Europea. Un RPAS está formado por el dron propiamente dicho, los controles que lo gobiernan y la persona que lleva esos controles.

UAS / UCAV



RPAS



Clasificación de los RPAs

Por tipo:

- Avión.
- Helicóptero
- Multirrotores
 - Tricóptero
 - Cuadricóptero
 - Hexacóptero
 - Octocóptero

Por peso:

- De 0 a 2 Kg
- De 2 a 25 Kg
- De 25 a 150 Kg
- De más de 150 Kg





► Organización Administrativa

En el primer nivel se encuentra la Organización de Aviación Civil Internacional que fue creada en la Convención de Chicago de 1944, y fue constituida el 4 de abril de 1947, (cuando fue ratificada por más de la mitad de los Estados miembros).



El objetivo de la OACI es: «Desarrollar los principios y técnicas de la navegación aérea internacional y fomentar la organización y desenvolvimiento del transporte aéreo internacional».

Por debajo de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), en nuestro espacio aéreo está la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA - European Aviation Safety Agency) que es el componente esencial de la estrategia de seguridad aérea de la Unión Europea. Fue creada en 2002.



A nivel nacional tenemos la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, que es la Autoridad Aeronáutica en España. AESA es un Organismo adscrito a la Secretaría de Estado de Transportes del Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de Aviación Civil. Es el organismo del Estado que vela para que se cumplan las normas de aviación civil en el conjunto de la actividad aeronáutica de España.



Tiene potestad sancionadora ante las infracciones de las normas de aviación civil.



► Legislación

Ley 48/1960 de Navegación Aérea

La Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, recoge la legislación básica sobre aviación.

Define una aeronave como:

- Cualquier máquina pilotada por control remoto que pueda sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Los RPAS encajan en esta definición por lo que les es de aplicación la Ley de Navegación Aérea

Ley 21/2003 de Seguridad Aérea

La Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea complementa a la Ley de Navegación Aérea. Recoge las competencias sobre aviación de los distintos organismos estatales, investigación de accidentes e incidentes, actividad inspectora, obligaciones por razones de seguridad, infracciones y sanciones.

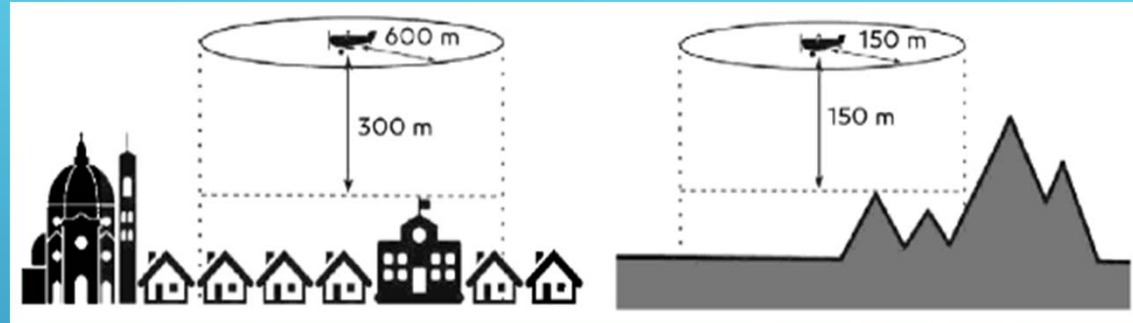
Dado que los RPAS se encuadran dentro de la aviación civil estarán regulados a nivel de infracciones y sanciones por lo dispuesto en esta Ley.

► Legislación

Reglamento de circulación Aérea

Este Reglamento fija las alturas mínimas según las reglas de vuelo visual (VFR)

Como la altura máxima de vuelo de los RPAS se fija en 120 m (400 ft), no es de aplicación esta limitación establecida en el Reglamento de circulación aérea



Define el espacio aéreo como todo lo que hay al aire libre, desde el nivel del suelo o del agua hasta los límites de la atmósfera.



Operar sin autorización en espacio aéreo implica graves infracciones. En España, AESA asume las competencias en materia de espacio aéreo

El espacio de aire contenido en un recinto completamente techado no se considera espacio aéreo.

► Legislación

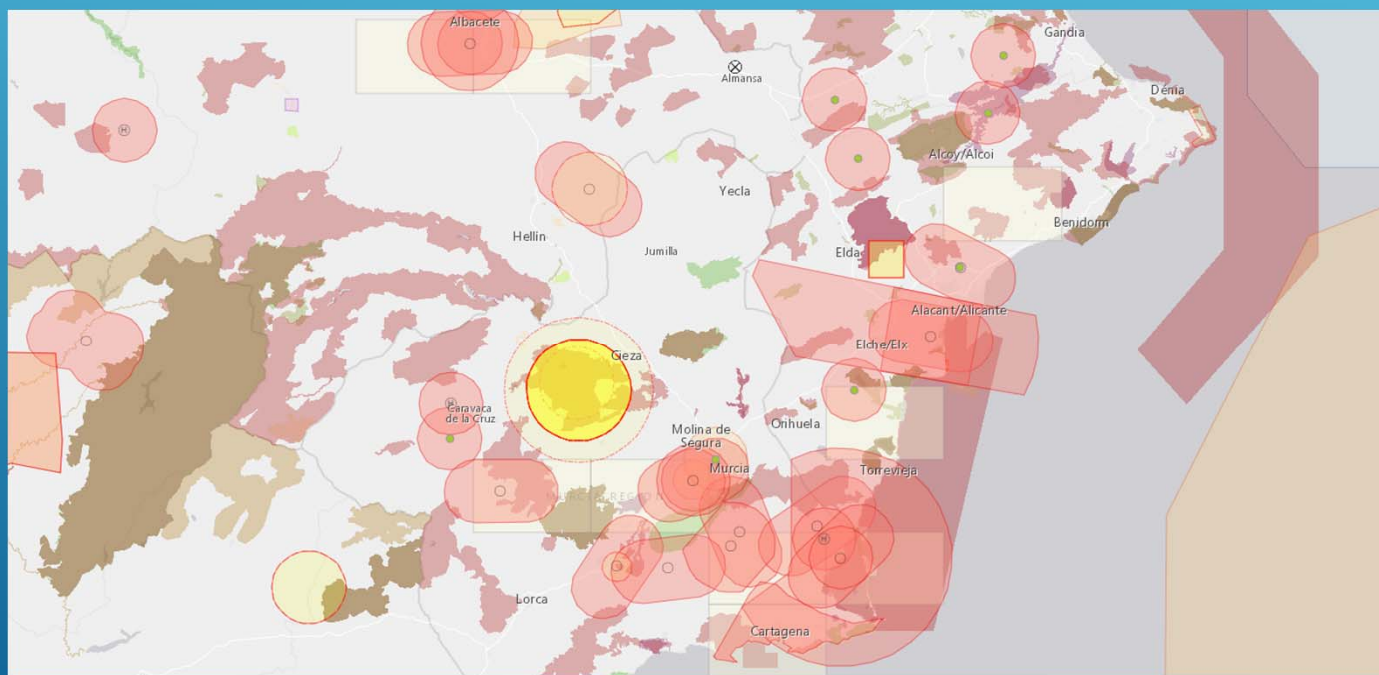
El espacio aéreo se clasifica a grandes rasgos en:

- Espacio aéreo controlado.
- Espacio aéreo no controlado.

Dentro del espacio aéreo controlado las aeronaves están sujetas a control de tránsito aéreo proporcionado por las dependencias de control (torres de control, dependencias de aproximación y centros de control de área).

Hay zonas del espacio aéreo donde existen restricciones de vuelo.

- Zona peligrosa
- Zona prohibida
- Zona restringida
- Área restringida temporal



► Legislación

Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto.

Esta nueva normativa introduce nuevos escenarios que no era posible realizar hasta la fecha:

- Vuelos en ciudad.
- Vuelos nocturnos.
- Vuelos en espacio aéreo controlado.
- Vuelos más allá del alcance visual para aeronaves de más de 2 kg.
- Vuelos de alcance visual aumentado.

La normativa actual de drones solamente obliga a sacarse la licencia de piloto a las personas que vayan a desempeñar una actividad profesional con drones profesionales.

Para obtener la licencia es necesario:

- Acreditar unos conocimientos teóricos y prácticos. Los conocimientos prácticos se acreditarán para cada tipo de dron de características similares.
- Acreditar un certificado médico de clase LAPL (para drones de < 25KG) o de Clase II (para drones >25KG).



Requisitos para trabajar profesionalmente con drones.



- Estar dado de alta como operador en la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).
- Tener un seguro de responsabilidad civil.
- Tener el título de piloto de drones.
- Tener certificado médico en vigor.

Requisitos que hay que cumplir para volar de forma recreativa.



► Legislación

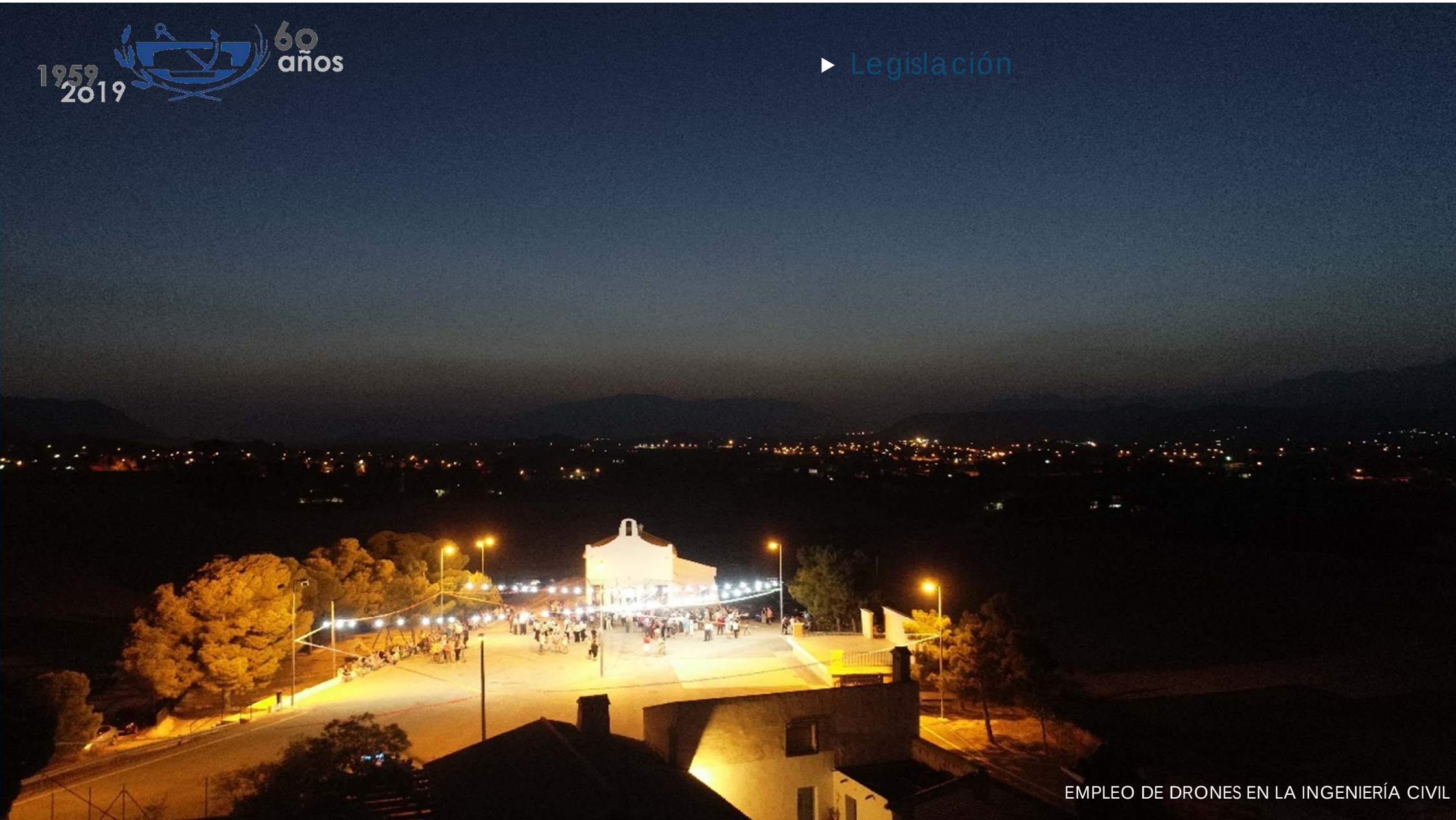
- Volar a una distancia mínima de 8 km de cualquier aeropuerto o aeródromo.
- Volar fuera del espacio aéreo controlado.
- No sobrepasar los 120 metros de altura sobre el suelo, o sobre el obstáculo más alto situado dentro de una radio de 150 metros desde la aeronave.
- Volar de día y en buenas condiciones meteorológicas. Aquí hay que destacar que
- Si la aeronave pesa menos de 2 kilogramos están permitidos los vuelos nocturnos siempre que no se superen los 50 metros de altura.
- Los vuelos siempre serán dentro del alcance visual del piloto (VLOS).
- Las aeronaves de menos de 250 gramos podrán volar en ciudad y sobre aglomeraciones de personas y edificios siempre y cuando no se superen los 20 metros de altura.
- Aunque no es obligatorio para el uso recreativo, sí es muy recomendable contar con un seguro de responsabilidad civil.

1959
2019

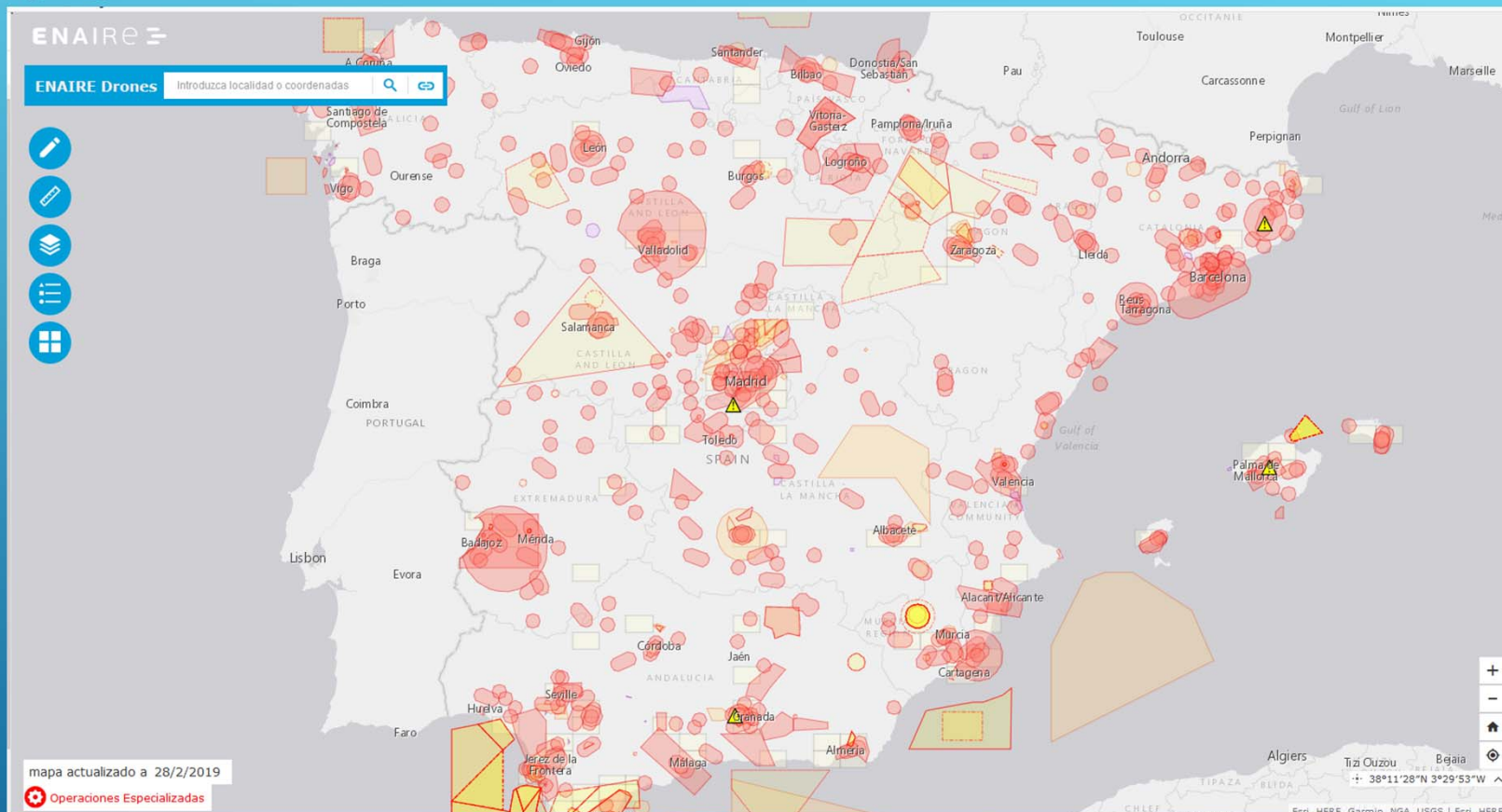


60 años

► [Legislación](#)



EMPLEO DE DRONES EN LA INGENIERÍA CIVIL



ENAIRE, entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Fomento, que es el principal proveedor de servicios de navegación aérea y de información aeronáutica en España, dispone de una aplicación informática “ENAIRE Drones” que incluye una base de datos visual con las zonas que están afectadas por algún tipo de limitación a la hora de realizar vuelos de RPAs.

► Uso profesional de un dron

Para hacer uso profesional de un dron es necesario estar dado de alta como operador en el Registro de la Agencia Estatal de Seguridad (AESA) o bien trabajar como piloto acreditado oficialmente para un operador registrado, en este caso, el operador, deberá incorporar al piloto a su relación de pilotos.

Para darse de alta como operador es necesario rellenar el formulario correspondiente a la comunicación previa en la que se incluyen los siguientes datos:

Datos del declarante (operador).

Operaciones en las que se pretende operar

Vuelos experimentales.

- Vuelos de prueba.
- Vuelos de demostración.
- Vuelos para programas de investigación, etc.

Operaciones aéreas especializadas.

- Actividades de investigación y desarrollo.
- Tratamientos aéreos fitosanitarios u otros.
- Fotografía, filmaciones y levantamientos aéreos (levantamientos topográficos y fotogrametría).
- Observación y vigilancia aérea.
- Inspecciones lineales.
- Entrenamiento, formación práctica de pilotos, etc.



Aeronaves utilizadas.

- Clase de aeronave.
- Fabricante.
- Modelo.
- Número de serie o matrícula.
- MTOW (peso en orden de vuelo, incluida la batería y las hélices).

Datos de los pilotos.

- Formación teórica (Certificado básico, certificado avanzado, etc.)
- Formación práctica específica para las aeronaves utilizadas.
- Certificado médico.

Documentación disponible.

- Caracterización de las aeronaves.
- Estudio aeronáutico de seguridad de las operaciones, (evaluación y análisis de riesgos en relación con las personas, el entorno y los medios, situaciones de emergencia, etc.)
- Póliza de seguro de responsabilidad civil.
- Manual de operaciones.
- Programa de mantenimiento, etc.

► Uso profesional de un dron

► Uso de drones en la Ingeniería Civil

Los drones en la ingeniería civil se utilizan como aeronaves capaces de transportar elementos de captación de datos como cámaras de fotografía y video u otro tipo de sensores que permitan el almacenamiento de información para su posterior procesamiento mediante el software adecuado.

El equipo a montar sobre un dron dependerá del objetivo que pretendamos alcanzar.

Cámaras RGB.

Las cámaras RGB son cámaras de imagen real, montan un sensor que mide la capacidad de luz dentro del espectro visible, con una cámara RGB solamente vamos a poder captar e interpretar los colores tal y como nosotros los vemos, por tanto, solamente podremos detectar problemas que ya se vean a simple vista, montadas sobre un dron permiten realizar inspecciones en lugares inaccesibles de forma rápida y segura. La calidad de estas cámaras cuya resolución hoy día, alcanzan los 5k, permiten descubrir detalles nunca vistos desde la distancia y seguridad que sólo un dron es capaz de proporcionar.

- Inspecciones de obra en general.
- Fotogrametría aérea.
- Inspecciones en plantas industriales, torres de alta tensión, aerogeneradores, plantas fotovoltaicas, etc.
- Seguridad y vigilancia forestal, marítima, control de fronteras, incluso salvamento en lugares de catástrofes o localización de personas.



► Uso de drones en la Ingeniería Civil

Cámaras multispectrales.

Una cámara multispectral, es una cámara que es capaz de captar varios espectros de luz, otro tipo de radiaciones que van más allá del RGB que el ojo humano es incapaz de ver.

De gran aplicación para la agricultura de precisión. A partir de las imágenes multispectrales que captan este tipo de sensores se pueden calcular diferentes índices de vegetación que nos indican la salud y el bienestar de la vegetación.



Cámaras termográficas.

Este tipo de cámaras permiten a los operadores ver datos térmicos durante el vuelo.

La base del funcionamiento es la radiación infrarroja que los objetos emiten, mayor cuanto más calientes se encuentren, pueden incorporar sensores tan precisos que incluso captan diferencias de décimas de grado centígrado. Se caracterizan por detectar y analizar fuentes de calor en plena oscuridad, incluso a través de humo, polvo o niebla.



► Fotogrametría aérea

Posiblemente el uso de los drones que predomina actualmente en la ingeniería civil sea la inspección directa de fotografías y mosaicos de fotografías, trabajando directamente con las imágenes obtenidas y ortofotografía y fotogrametría aérea, procesos en los que se trabaja con modelos digitales obtenidos a partir la fotografía aérea tomada desde un dron.

Modelos digitales. Un modelo digital es una representación numérica de algún fenómeno físico o geométrico. Existen distintas denominaciones para hablar de modelos digitales:

Modelo digital de elevaciones (MDE) representa numéricamente las elevaciones del terreno y es el término general que engloba tanto los modelos digitales del terreno (MDT) como los modelos digitales de superficie (MDS)

Estos modelos digitales son la base para la obtención de ortoimágenes.



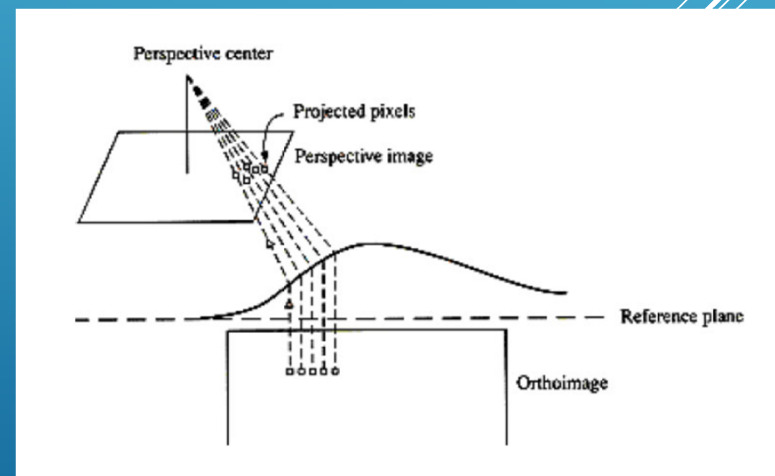
► Fotogrametría aérea

Ortofotos

Una ortofoto contiene la riqueza informativa de una foto con la métrica convencional de un mapa o plano.

El terreno fotografiado desde un dron no es un plano paralelo al sensor que capta la imagen, por lo que la información recibida está distorsionada por ello es necesario corregir en la foto original los desplazamientos debidos a la inclinación del eje óptico de la cámara en el momento de la toma fotográfica (rectificación) y el desplazamiento radial debido al relieve de la superficie topográfica fotografiada.

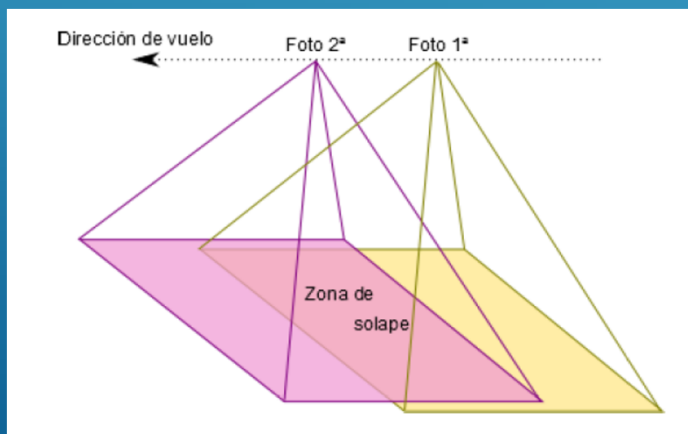
Una ortofoto es un mapa hecho a partir de fotos, de manera que todos los detalles comprendidos en el terreno están en una perfecta posición planimétrica (x,y). La ortofoto se genera a partir del modelo digital de superficie y de las fotografías orientadas. El programa, para generar la ortofoto, ha de calcular píxel a píxel de la ortofoto cuál es el color que le corresponde.



► Fotogrametría aérea

Técnica fotogramétrica. La fotogrametría es la técnica que estudia y define con precisión la forma, posición y dimensiones de objetos midiendo sobre fotografías” (Bonneval).

El objetivo fundamental de la fotogrametría es obtener información métrica tridimensional partiendo de información bidimensional (fotografías). Para lograrlo, la fotogrametría busca emular la visión humana. Cada ojo observa el espacio que lo rodea desde una perspectiva diferente, de modo que cuando las imágenes llegan al cerebro, éste reconoce objetos iguales en ambas visuales y las fusiona, proporcionándonos la tercera dimensión.



Para poder transformar la información bidimensional de una fotografía en tridimensional, es necesario realizar fotografías consecutivas parcialmente superpuestas

A través del software específico de fotogrametría, como puede ser PIX4D mapper o Agisoft PhotoScan, se identifican sobre las fotografías los puntos de apoyo, asignándoles las coordenadas de éste para su procesamiento.

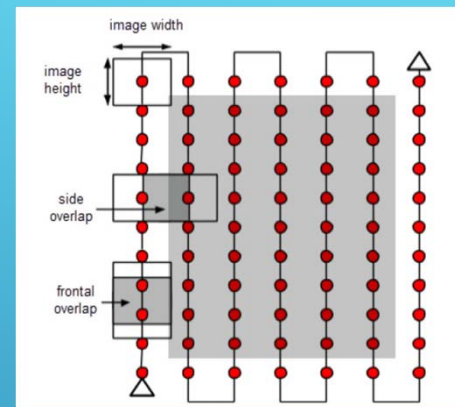
► Fotogrametría aérea

Planificación de la toma fotográfica

El primer paso de todo trabajo fotogramétrico es la planificación de la toma fotográfica. La planificación determinará el tamaño del pixel, la distancia de la cámara al objeto, los solapes y el número de fotografías que necesitaremos.

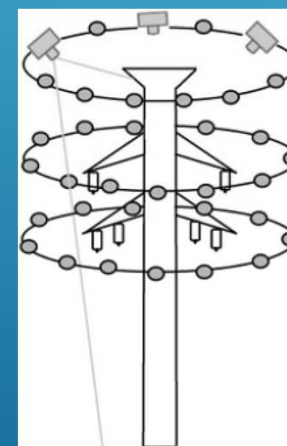
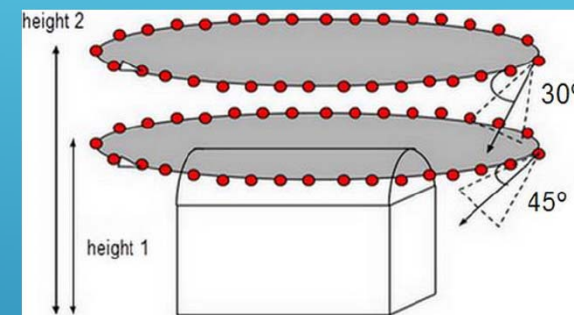
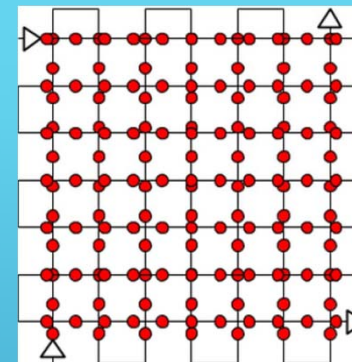
Casos más habituales de planificación.

- Vuelo general: que no incluye bosques, nieve, lagos, campos agrícolas difíciles de reconstruir. En estos casos se recomienda una planificación en forma de malla donde las fotos tengan un solape longitudinal de al menos un 75% y uno transversal del 60%
- Bosque y vegetación densa: elementos con un aspecto muy diferente entre las imágenes superpuestas debido a su complejidad o al movimiento por el viento. Planificación de malla (85% - 75%),
- Terreno plano con campos agrícolas: terreno es muy homogéneo, es difícil extraer puntos comunes entre imágenes. Planificación en malla (85% - 70%), volar más bajo, para aumentar la resolución y aumentar el número de puntos de apoyo, para lograr una mejor geolocalización de las imágenes.



► Fotogrametría aérea

- Reconstrucción de ciudades: se requiere un plan de adquisición de imágenes de cuadrícula doble, de modo que todas las fachadas sean visibles.
- Reconstrucción 3D de edificios con RPA: requiere un plan de adquisición de imágenes específico, dividido en 2 fases. Se realiza un primer vuelo alrededor de la construcción con la cámara a 45°, y un segundo vuelo aumentando la altura y con la cámara a 30°. En cuanto al número de fotografías, se recomienda tomar una imagen cada 5 - 10 grados para asegurar suficiente solape.
- Si la construcción es alta, como por ejemplo torretas eléctricas o turbinas eólicas, se suele volar cerca de la estructura, girando alrededor de ella a varias alturas con la cámara a 45°. Al apuntar al suelo, el contenido es más fácil de emparejar y los resultados son mejores.



► Fotogrametría aérea

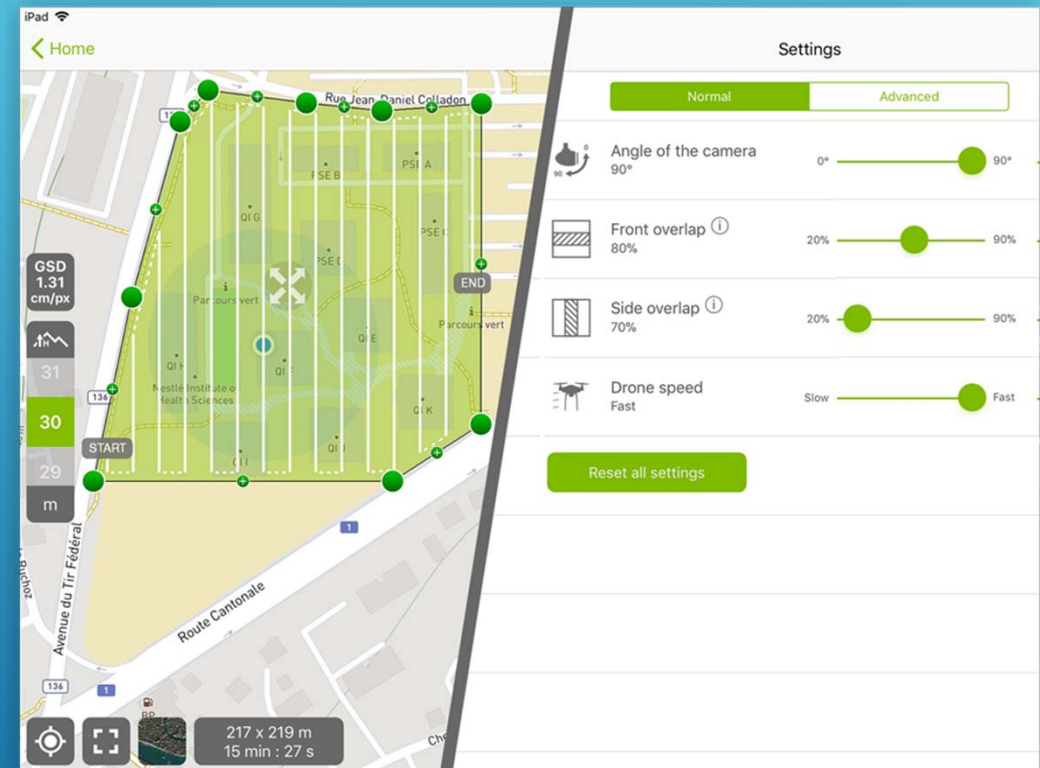
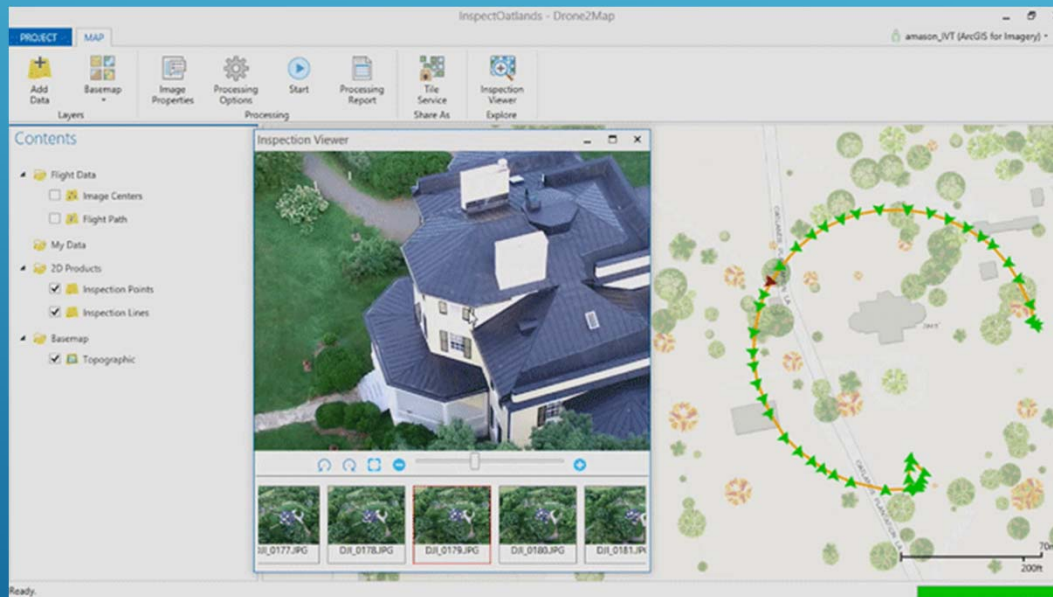
- Mapeo lineal: en obras lineales como ferrocarriles o carreteras se requieren al menos 2 líneas de vuelo, con un solape longitudinal de al menos el 85% y 60% transversal. Si no es posible realizar dos líneas de vuelo, se aumentará el solape longitudinal y los puntos de apoyo.
- Casos especiales: existen terrenos difíciles de modelar mediante fotogrametría. La nieve y la arena tienen poco contenido visual debido a que son grandes áreas homogéneas, aun así trabajando con un solape muy alto y ajustando la exposición para aumentar el contraste, es posible obtener resultados.
- Agua: La superficie del agua es imposible de modelar a causa de la reflexión y las olas que impiden la coincidencia de puntos. Para poder reconstruir ríos o lagos, es necesario captar en cada imagen superficie de tierra.



► Fotogrametría aérea

Existen aplicaciones que permiten la planificación de vuelos, estableciendo el área a volar, la altura, el ángulo de la cámara el solape en el sentido de avance y en pasadas paralelas y la velocidad del vuelo.

- PIX4D Capture
- Drone2map (Agisoft)



Las aplicaciones informan de la duración del vuelo con los datos introducidos para poder controlar que la misión se va a terminar sin agotar la batería.

► Aplicación a un proyecto

El trabajo realizado es el informe sobre el PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA UNIDAD DE EJECUCIÓN N°3 DEL SECTOR NOVAPOLOP de POLOP DE LA MARINA redactado en diciembre de 2003 y ejecutado parcialmente, estando las obras suspendidas desde marzo de 2011. El objeto del informe es la descripción del estado actual de la urbanización, incluyendo, para cada uno de los capítulos la descripción de las obras efectivamente ejecutadas y contrastando el resultado con la última certificación emitida.

Dada la dificultad que suponía la inspección de la urbanización sobre el terreno, se ha complementado el trabajo con una inspección desde el aire mediante un dron.

Equipo utilizado.

El dron utilizado para la realización del trabajo ha sido un Phantom 4 Pro de DJI Innovations, que es un cuadricoptero de reducidas dimensiones, englobado en la categoría de peso inferior a los 2 kg, provisto de una cámara alta definición con grabación en formato 4K y transmisión de imágenes a tierra en HD.



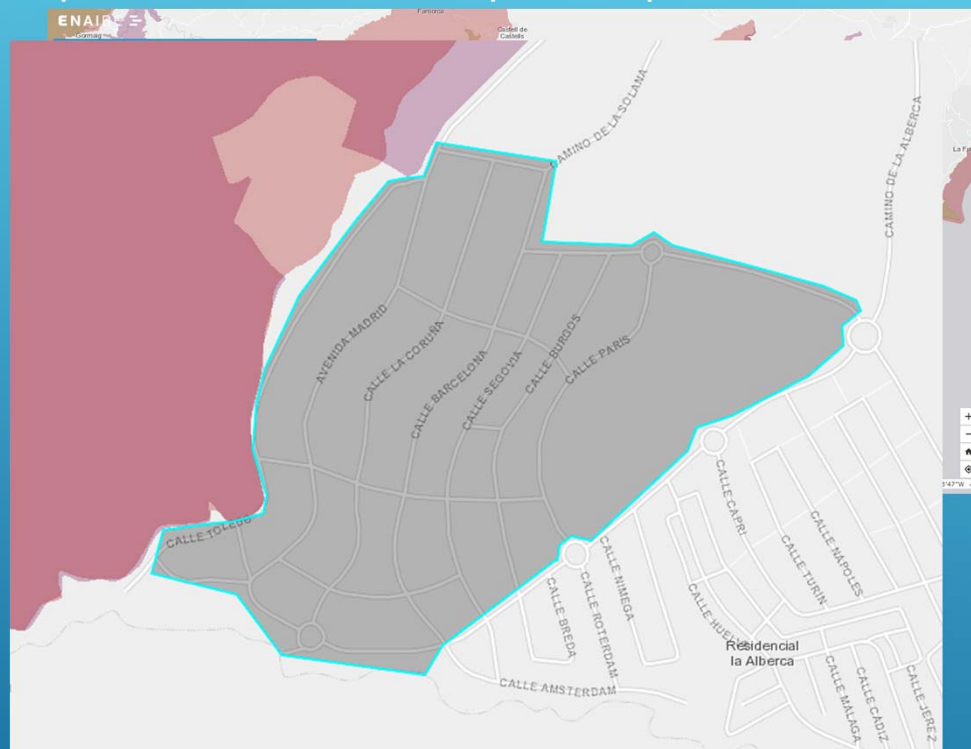
► Aplicación a un proyecto

Posibilidad de la inspección mediante dron

Para comprobar la posibilidad de la inspección se ha utilizado la aplicación de ENAIRE específica para drones.

A partir de los datos introducidos se obtiene el siguiente resumen de la operación.

- Vuelo de carácter recreativo, dado que no forma parte de la oferta ni se plantea compensación económica por el mismo.
- Vuelo tipo VLOS (Visual Line of Sight). A la vista del piloto.
- Con fotografía.
- Peso del dron entre 250 gr y 2 Kg
- Vuelo diurno.
- Fuera de edificaciones y personas



► Aplicación a un proyecto

Requisitos de vuelo establecidos por ENAIRE Drones

Condicionados por la zona de vuelo:

No volar dentro de las distancias de seguridad de los aeropuertos, aeródromos, etc., salvo coordinación con el gestor aeroportuario o responsable de la infraestructura, y, si lo hubiera, con el proveedor de servicios de tránsito aéreo.

No volar en espacio aéreo controlado, en zonas de información de vuelo (FIZ) o en cualquier zona de tránsito de aeródromo (ATZ), salvo que las operaciones que se realicen desde infraestructuras destinadas a RPAS, en las condiciones establecidas en los procedimientos de coordinación acordados por el responsable de dichas infraestructuras con el proveedor de servicios de tránsito aéreo.

No volar donde se realicen otros vuelos a baja altura (zonas de parapente, paracaidismo, globos, ultraligeros, planeadores, etc.).

No volar en las zonas reservadas, prohibidas o restringidas a la navegación aérea, así como sobre las instalaciones a que se refiere el artículo 32 del RD 1036/2017.



► Aplicación a un proyecto

Si se trata de vuelo fotográfico/video: Permitido sólo fuera de las Zonas Restringidas al Vuelo Fotográfico (RVF). En zonas RVF será trámite obligado la consulta al Estado Mayor del Aire (EMA), División de Operaciones, Sección de Espacio Aéreo FAX: 915 034 496 o dirección de correo electrónico ema.sege.sead@ea.mde.es

La difusión de imágenes de personas o de espacios privados, necesitan de autorización de las mismas.

En base a la zona de vuelo indicada, los requisitos anteriores se concretan en:

ATENCIÓN: Solo se representa el espacio aéreo hasta 120 m AGL, esta **aplicación** solo debe ser usada para la planificación de vuelos de drones.

INFORMACION: No se encuentra en una zona de ALERTAS o AVISOS aeronáuticos a vuelo de drones. Debe seguir cumpliendo con el resto de requisitos del Real Decreto.

► Aplicación a un proyecto

De aplicación general (vuelo de carácter recreativo).

Siempre debe tenerlo a la vista, hasta una distancia máxima de 500 m. Si vuela con gafas FPV, deberá hacerlo acompañado por un observador.

Altura máxima de 400 pies (120 m) sobre el terreno, o sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave, fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre.

Volar de día, en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC).

Si va a sobrevolar parques naturales y zonas protegidas, debe solicitarles autorización.

No poner en peligro o molestar a terceros (otras aeronaves, personas y bienes en tierra).

No hay que ser piloto, pero sí hay que volar con seguridad y bajo supervisión de un adulto.

Es responsable de los daños que pueda causar su Dron. **Es recomendable un seguro a terceros.**



► Aplicación a un proyecto

No se olvide de cumplir la Ley de Protección de datos, la del Derecho al Honor, Intimidad y propia imagen.

Recuerde que debe cumplir con todas las indicaciones del Real Decreto 1036/2017, entre los que se destacan los siguientes artículos:

- Debe tener identificado su dron. (Artículo 8)
- Está prohibido llevar objetos y sustancias peligrosas (Artículo 31).
- El sobrevuelo de instalaciones debe ajustarse a lo indicado en el artículo 32.



► Aplicación a un proyecto

De haber considerado el vuelo, sobre la misma zona, con el mismo equipo, pero como vuelo profesional, a las condiciones de aplicación general tendría que haber añadido:

Debe realizar un estudio aeronáutico de seguridad.

Tener un seguro de responsabilidad civil específico para aeronaves.

Tener el certificado de piloto de RPAS y médico en vigor.

La aplicación recuerda que debe cumplirse con todas las indicaciones del Real Decreto 1036/2017, entre los que se destacan los siguientes artículos:

Debe respetar las distancias mínimas de seguridad (Artículo 23.ter.3.b).

Debe cumplir con los requisitos de los equipos indicados en el Artículo 23.quárter.

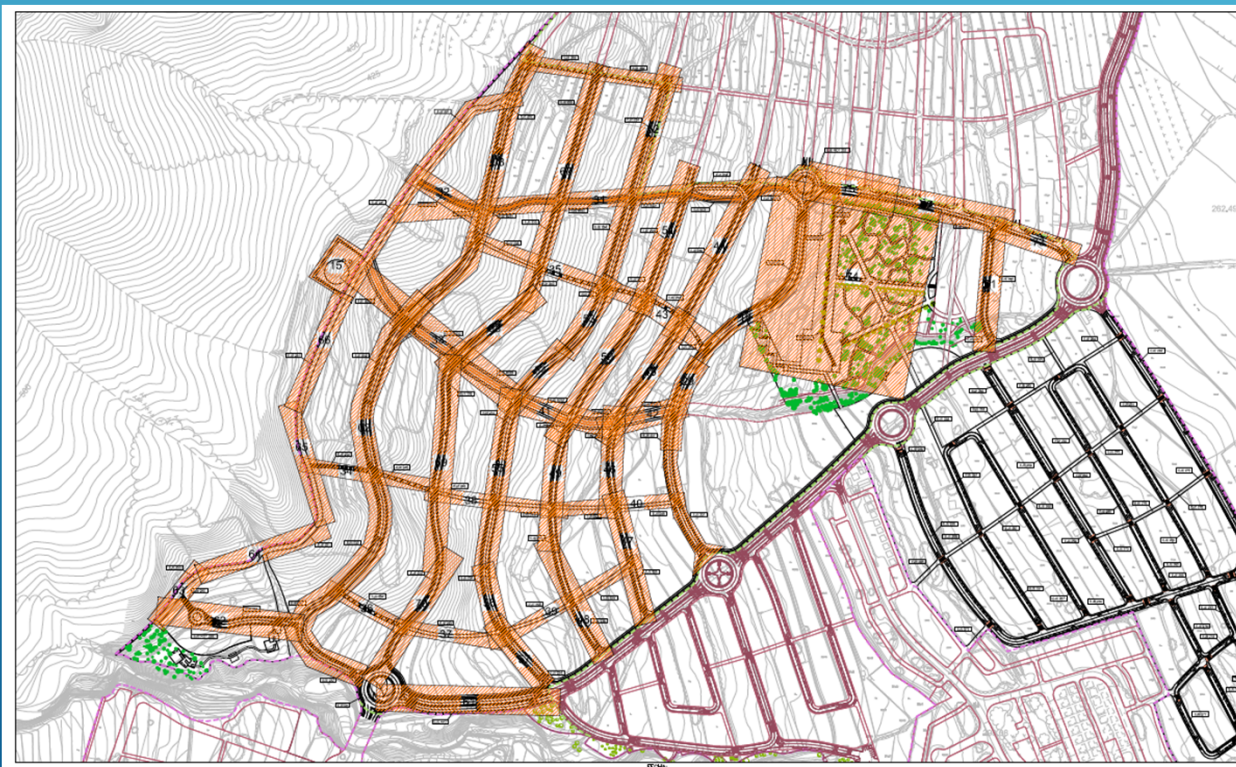
Debe cumplir con los requisitos del operador indicados (Artículo 26).

Debe establecer un área de protección y zona de recuperación (Artículo 30).

► Aplicación a un proyecto

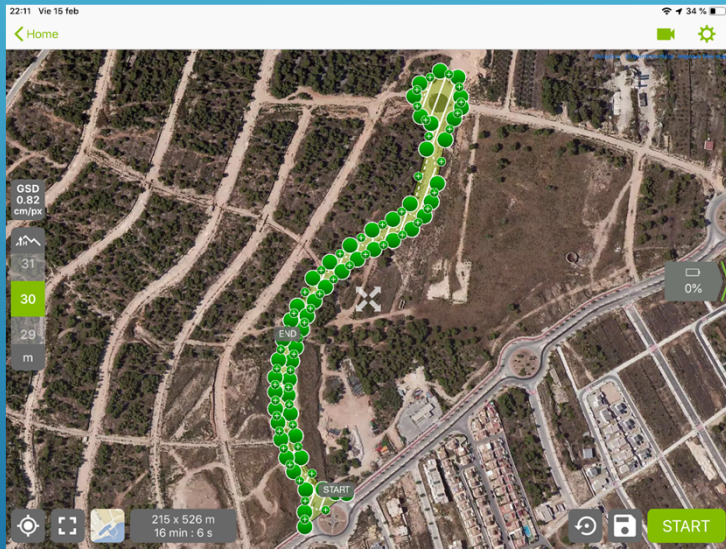
Proceso de trabajo

Para la realización de este trabajo de apoyo se ha procedido a la programación de vuelos sobre la red viaria, por tramos de acuerdo con un esquema dibujado en AutoCad sobre la planta de la urbanización con objeto de numerar estos tramos para su posterior identificación.



► Aplicación a un proyecto

A partir de esta planificación previa, se han introducido los datos correspondientes a cada tramo en el programa Pix4Dcapture que es un software de creación de vuelo orientados a la captura de imagen que permite producir mapas georeferenciados y modelos.



Con el software indicado se realiza la planificación del vuelo, (área de trabajo, altura de vuelo y la superposición de imágenes) para la creación de un mosaico fotográfico.



Con estas condiciones de vuelo se han obtenido imágenes con suficiente definición, como para realizar las comprobaciones de gabinete necesarias para garantizar la fiabilidad necesaria en un trabajo de este tipo.

► Aplicación a un proyecto



Mosaico obtenido del vial E-237 a partir de la programación realizada.

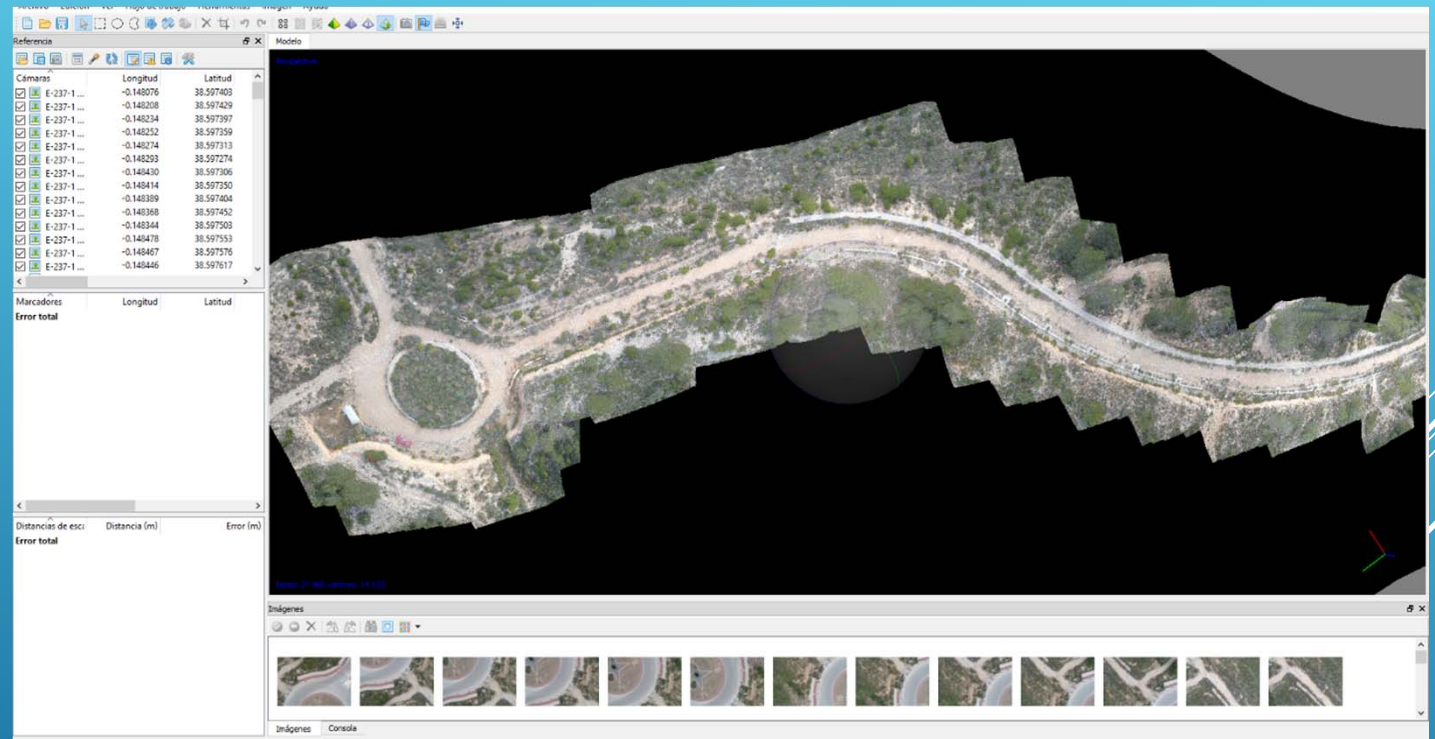
Detalle de la arqueta correspondiente a una válvula reductora de presión situada en la rotonda no considerada en proyecto en esta situación.

Para la generación de los mosaicos se han realizado más de 2.700 fotografías georreferenciadas de alta resolución, 7'95 MB cada una y un tamaño de 5.472 x 3.648 píxeles.

El software utilizado para la generación de los mosaicos ha sido Agisoft PhotoScan mediante la introducción de las fotografías obtenidas y su posterior orientación.

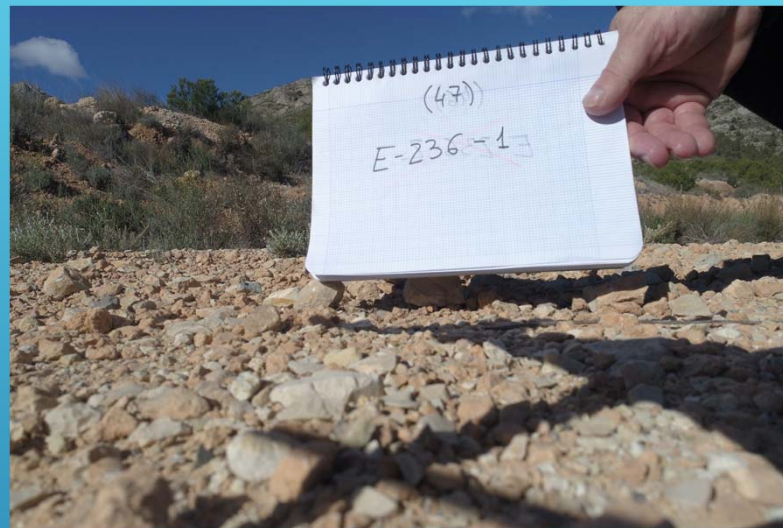
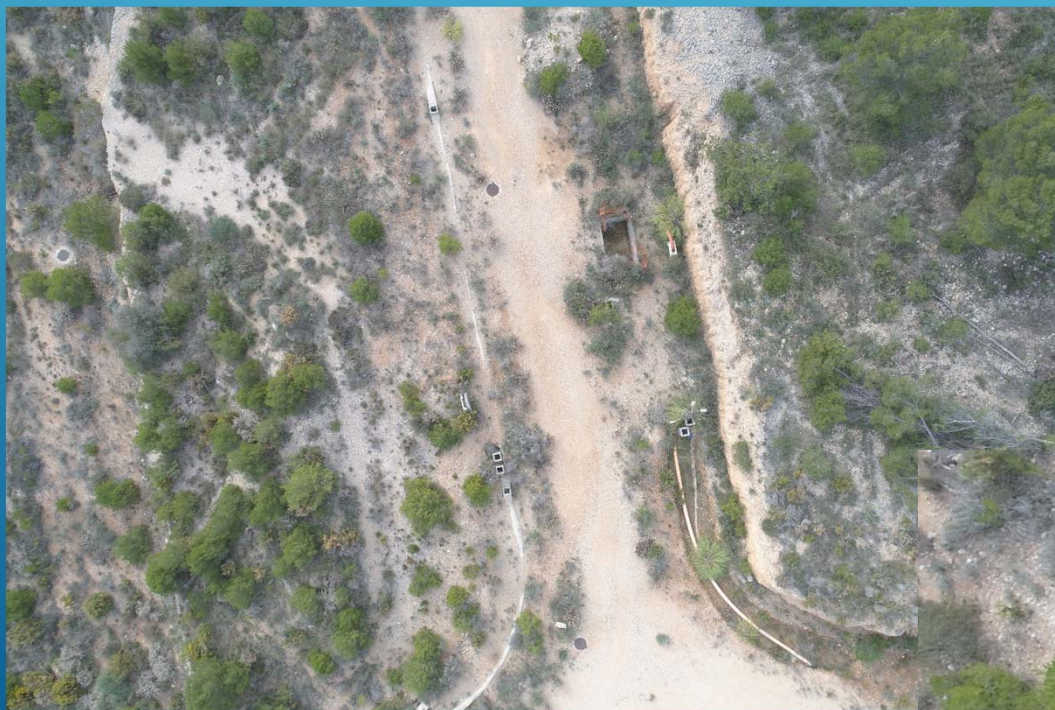
► Aplicación a un proyecto

Las imágenes utilizadas para las comprobaciones realizadas, están ligeramente deformadas ya que el proceso de tratamiento de éstas ha sido simplificado (mosaico), por lo que no son adecuadas para realizar mediciones sobre las mismas, si bien es posible la realización de un proceso mucho más complejo y laborioso (ortofoto) que permita su aplicación para la obtención de resultados más específicos, que en el caso de la elaboración de este informe no aportan una información relevante.



Todos los vuelos se inician con una fotografía en la que a modo de “claqueta de cine” se indica el vial, el tramo y el número definido en el plano de AutoCad para la identificación de los grupos de fotografías.

► Aplicación a un proyecto



Gracias a la inspección aérea se han encontrado elementos que no se localizaron en la inspección sobre el terreno.

Mapa de la aplicación de ENAIRE específica para drones.

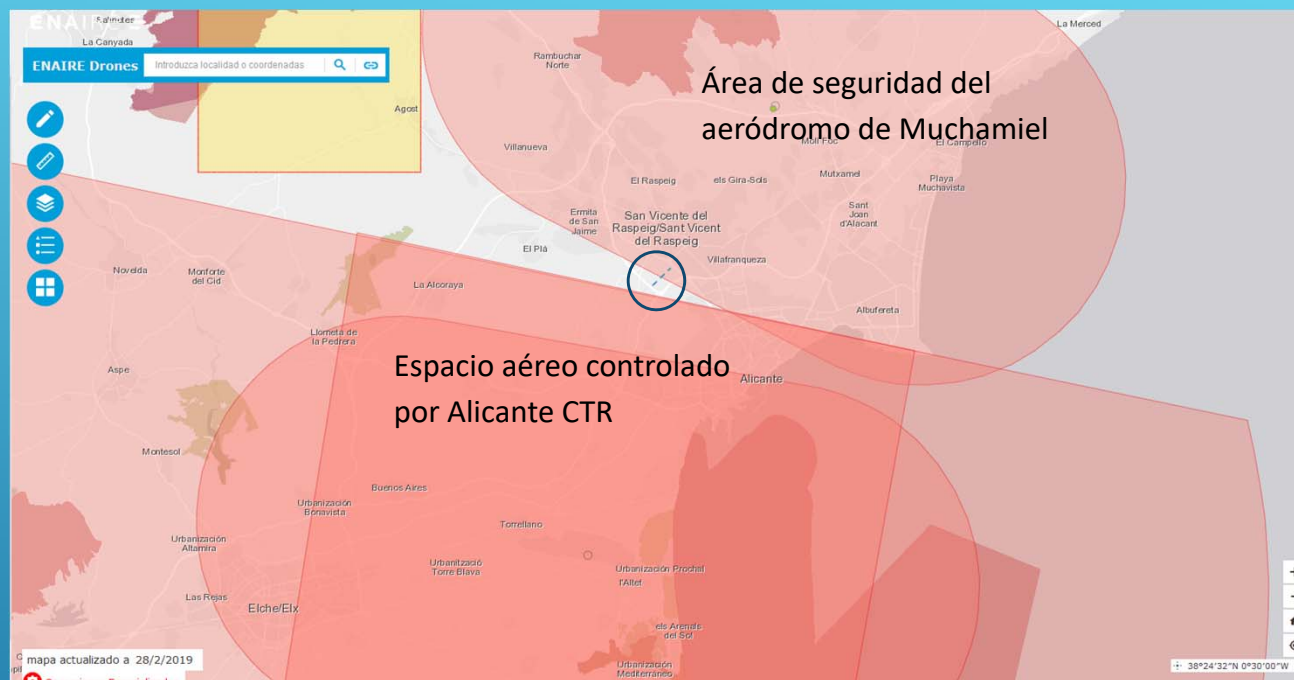
La operación se ha planteado con las siguientes características:

Vuelo de carácter profesional, operación especializada. Sobre esta superficie no se puede realizar un vuelo de carácter recreativo.

Vuelo tipo VLOS (Visual Line of Sight). Es el acrónimo utilizado en aeronáutica de drones para indicar que el dron se encuentra a la vista del piloto.

Con fotografía.

► Vuelo sobre la Universidad



Peso del dron entre 250 gr y 2 Kg

Vuelo diurno.

Sobre edificaciones y personas.



► Vuelo sobre la Universidad

Requisitos de vuelo establecidos por ENAIRE Drones

Condicionados por la zona de vuelo:

Para vuelos en espacio aéreo controlado, es necesario acreditar con un certificado que se poseen los conocimientos necesarios en comunicaciones e idiomas utilizados entre los controladores y pilotos.

No volar dentro de las distancias de seguridad de los aeropuertos, aeródromos, etc., salvo coordinación con el gestor aeroportuario o responsable de la infraestructura, y, si lo hubiera, con el proveedor de servicios de tránsito aéreo.

Si se trata de vuelo fotográfico/video: Permitido sólo fuera de las Zonas Restringidas al Vuelo Fotográfico (RVF). En zonas RVF será trámite obligado la consulta al Estado Mayor del Aire (EMA), División de Operaciones, Sección de Espacio Aéreo FAX: 915 034 496 o dirección de correo electrónico ema.sege.sead@ea.mde.es La difusión de imágenes de personas o de espacios privados, necesitan de autorización de las mismas.



► Vuelo sobre la Universidad

En base a la zona de vuelo indicada, los requisitos anteriores se concretan en:

ATENCIÓN: Solo se representa el espacio aéreo hasta 120m AGL, esta aplicación solo debe ser usada para la planificación de vuelos de drones.

ALERTA: Se encuentra en el área de seguridad del aeródromo MUCHAMIEL, LEMU. NO permitido el vuelo a drones excepto coordinación con el aeródromo. Contacto: Email: info@aerodromodemutxamel.es; TEL: 638 555 393 / 689 284 676

ALERTA: Se encuentra en espacio aéreo controlado: ALICANTE CTR. NO permitido el vuelo a drones, excepto si se realiza desde una infraestructura destinada a RPAS coordinada con el aeródromo y proveedor ATS.

Podrán volar sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o reuniones de personas al aire libre, en espacio aéreo no controlado, fuera de una zona de información de vuelo (FIZ) y fuera de cualquier zona de tránsito de aeródromo (ATZ): a una distancia horizontal máxima del piloto de 100 m, y a una altura máxima sobre el terreno no mayor de 400 pies (120 m) , o sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 600 m desde la aeronave.

► Vuelo sobre la Universidad

Estas operaciones, deberán realizarse sobre superficies acotadas en las que, la autoridad competente, haya limitado el paso de personas o vehículos. En caso contrario, deberá mantenerse una distancia horizontal mínima de seguridad de 50 m respecto de edificios, estructuras y de cualquier persona ajena a la operación.

Estas operaciones requerirán una comunicación previa al Ministerio del Interior con un plazo mínimo de diez días de antelación respecto a la operación.

Requieren un sistema para la terminación segura del vuelo y de un dispositivo de limitación de energía de impacto.

Este tipo de vuelos requieren de AUTORIZACIÓN de AESA.

Volar de día, en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC).

Debe realizar un estudio aeronáutico de seguridad.



Muchas gracias por vuestra atención

