



Nuevas tecnologías para una
gestión forestal sostenible

Uso de UAS en la gestión forestal. Conceptos operacionales, Planificación de operaciones y Casos de uso

César Ortega Chías

Director área emergencia y forestal en Aeromedia UAV



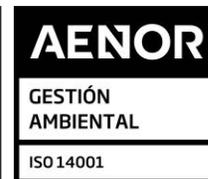
AEROMEDIA UAV es la primera empresa de España en operaciones y servicios con UAS

Aportamos soluciones tecnológicas mediante la adaptación de drones y sensores.

AEROMEDIA UAV es innovación siendo la primera operadora de UAS en España en operar con Sistemas LIDAR en drones, siendo así líderes en topografía, digitalización 3D, inventario forestal, prevención de incendios y análisis del territorio.

Nuestra área de emergencias, presta servicios de puesta en servicio y operación de unidades operativas de drones, el suministro de UAS y recursos complementarios para gestión de emergencias con drones.

Nuestra fuerza descansa en los recursos técnicos y humanos que conforman la empresa, formado por un equipo de 30 pilotos, ingenieros y técnicos especialistas en diferentes campos, además de un departamento de I+D+i en constante actividad.



ESCENARIOS OPERACIONALES DRONES

Divididos en tres categorías basadas en el riesgo de la operación: Abierta, Específica y Certificada.

- **Categoría Abierta:** Operaciones de bajo riesgo. No requieren autorización de AESA ni declaración del operador (A1, A2, A3). Drones C0 a C4
- **Categoría Específica:** Operaciones de riesgo medio. Requieren autorización de AESA, excepto bajo un escenario estándar STS (declaración responsable de cumplimiento de medidas de mitigación y requisitos).
 - **Escenarios estándar:** STS-01 (VLOS) y STS-02 (BVLOS).
 - STS-01 operaciones en línea de visión directa sobre una zona terrestre controlada en un entorno urbano. Drones C5
 - STS-02 operaciones fuera del alcance visual del piloto en un entorno poco poblado con una zona terrestre controlada y un observador directo del dron. Drones C6
 - **Autorización operacional:** Son específicas para una operadora (marca y modelo dron, lugar concreto, requisitos a pilotos y operadora)
- **Categoría Certificada:** Dron certificado, piloto a distancia tenga una licencia y que el operador disponga de un certificado de operador aéreo emitido por AESA.
 - Por ejemplo: Transporte de personas, Mercancías peligrosas, Dron de mas de 25 kg o 3m de envergadura
 - Los

LEYENDA AUTORIZACIÓN

	MTOM > 25 KG	
	DIMENSIÓN CARACTERÍSTICA > 3 m	
	VUELOS DE PRUEBA	
	BVLOS	
	AUTÓNOMAS	

ESP-OA-00220/000																						
AEROMEDIA UAV SL																						
Tipo: AUTORIZACIÓN																						
Número Operador: ESPhq-----1f13																						
Fecha emisión: 21/02/2025																						
Validez: 21/02/2027																						
Limitaciones operacionales:																						
Ubicación: Genérico. Zona escasamente poblada para inspección de infraestructuras lineales eléctricas.		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Datos UAS</th> </tr> <tr> <th>Fabricante</th> <th>Tipo</th> <th>Modelo</th> <th>S/N</th> <th>MTOM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DJI</td> <td>Multirrotor</td> <td>Mavic 3 Enterprise</td> <td>-</td> <td>1,05 kg</td> </tr> <tr> <td>DJI</td> <td>Multirrotor</td> <td>Mavic 3 Thermal</td> <td>-</td> <td>1,05 kg</td> </tr> </tbody> </table>	Datos UAS					Fabricante	Tipo	Modelo	S/N	MTOM	DJI	Multirrotor	Mavic 3 Enterprise	-	1,05 kg	DJI	Multirrotor	Mavic 3 Thermal	-	1,05 kg
Datos UAS																						
Fabricante	Tipo	Modelo	S/N	MTOM																		
DJI	Multirrotor	Mavic 3 Enterprise	-	1,05 kg																		
DJI	Multirrotor	Mavic 3 Thermal	-	1,05 kg																		
Tipo operación: BVLOS. Despegue y aterrizaje VLOS																						
Limite rango UA: El rango de vuelo está contenido dentro del alcance máximo del enlace C2 (sin interferencias electromagnéticas).																						
Intervención humana: Operaciones no autónomas: siguiendo trayectorias de vuelo pre-programadas; El piloto remoto operará únicamente un UA a la vez; No se operará desde vehículos en movimiento; No se realizarán transferencias de control entre pilotos durante el vuelo. Tripulación mínima: 1 piloto.																						
Transporte mercancías peligrosas: NO																						
Áreas sobrevoladas: Zona escasamente poblada																						
Limite superior volumen contingencia: 70 m AGL (50 m AGL geografía de vuelo + 20 m AGL volumen de contingencia) hasta 30 m distancia horizontal de obstáculos. Similar a PDRA-G03.																						
Limitaciones adicionales: Espacio aéreo: - En espacio aéreo no controlado. - Fuera de zona FIZ. - Fuera entorno aeroportuario. Visibilidad: - Condiciones meteorológicas de vuelo visual VMC. - Vuelos diurnos. Límites de operación del UAS: - Velocidad máxima operacional: hasta 5 m/s. - El rango de vuelo está contenido dentro del alcance máximo del enlace C2 (sin interferencias electromagnéticas).																						
PDRA: NO																						
Mitigaciones GRC: M1: NINGUNO - M2: NINGUNO - M3: MEDIO																						
Réquisitos técnicos de contención: Básica																						



OPERACIONES NO EASA

Los operadores de drones NO EASA son aquellos cuyas aeronaves no están sujetas a la normativa europea de la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (EASA), y normalmente operan en escenarios específicos para seguridad y emergencias, casi exclusivamente dentro de España. (Se usan los escenarios A1..A3 igualmente)

ESCENARIOS OPERACIONALES DRONES (NO EASA)

Específicos para operaciones realizadas por organismos públicos o en su nombre.

Según el Real Decreto 517/2024, los organismos públicos que operen bajo estos escenarios no necesitan realizar una declaración operacional, pero deben asegurarse de que la operación se realiza conforme al escenario estándar.

Sin embargo, los operadores de UAS que realicen actividades no EASA en nombre de un organismo público deben presentar una declaración operacional a través de la sede electrónica de AESA.

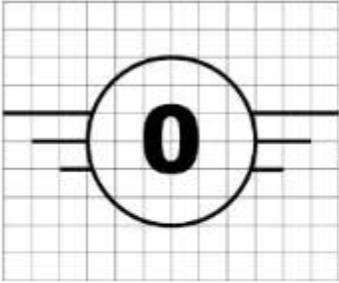
Hay dos escenarios estándar NO EASA:

- El STS-ES-01NE permite operaciones en VLOS sobre una zona terrestre controlada en un entorno urbano
- STS-ES-02NE permite operaciones BVLOS con observadores sobre una zona terrestre controlada en un entorno poco poblado.

Los pilotos NO EASA, pueden necesitar una formación específica



• Drones con marcado de **Clase C0**

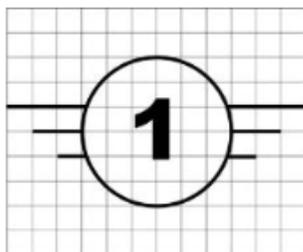


Los drones que opten o que tengan el marcado de Clase C0, son los más básicos y con menos restricciones del mercado principalmente por el peso de los mismos.

Entre los requisitos que se les exigen para optar al marcado de Clase C0:

- Tener una **MTOM inferior a 250 g.**
- Tener una **velocidad máxima** en vuelo horizontal de **19 m/s.**
- Tener limitada la **altura máxima** desde el punto de despegue a **120 m.**
- Estar alimentado con **electricidad.**

• Drones con marcado de **Clase C1**



Los drones que opten o que tengan el **marcado de Clase C1** ya exigen una serie de requisitos técnicos que serán **comunes en el resto de clases superiores**, por lo que es importante conocerla para entender las siguientes clases. Vamos detallando en azul los cambios respecto a las clases anteriores. Los requisitos que se les exigen a los drones de Clase C1:

- Tener una **MTOM inferior a 900 g** o que su energía transmitida en caso de impacto sea inferior a 80 J (Muy importante que ahora no exigen ambos requisitos, sino el del peso o el de la energía de impacto).
- Tener una velocidad máxima en vuelo horizontal de **19 m/s**.
- Tener limitada la altura máxima desde el punto de despegue a **120 m**.
- Estar alimentado con **electricidad**.
- Tener un **número de serie único**.
- Tener un **sistema de identificación a distancia directa** y de identificación a distancia de red.
- Tener equipado un **sistema de geoconsciencia**.
- Tener equipado un **sistema de aviso de batería baja** para el UA y la estación de control (CS).

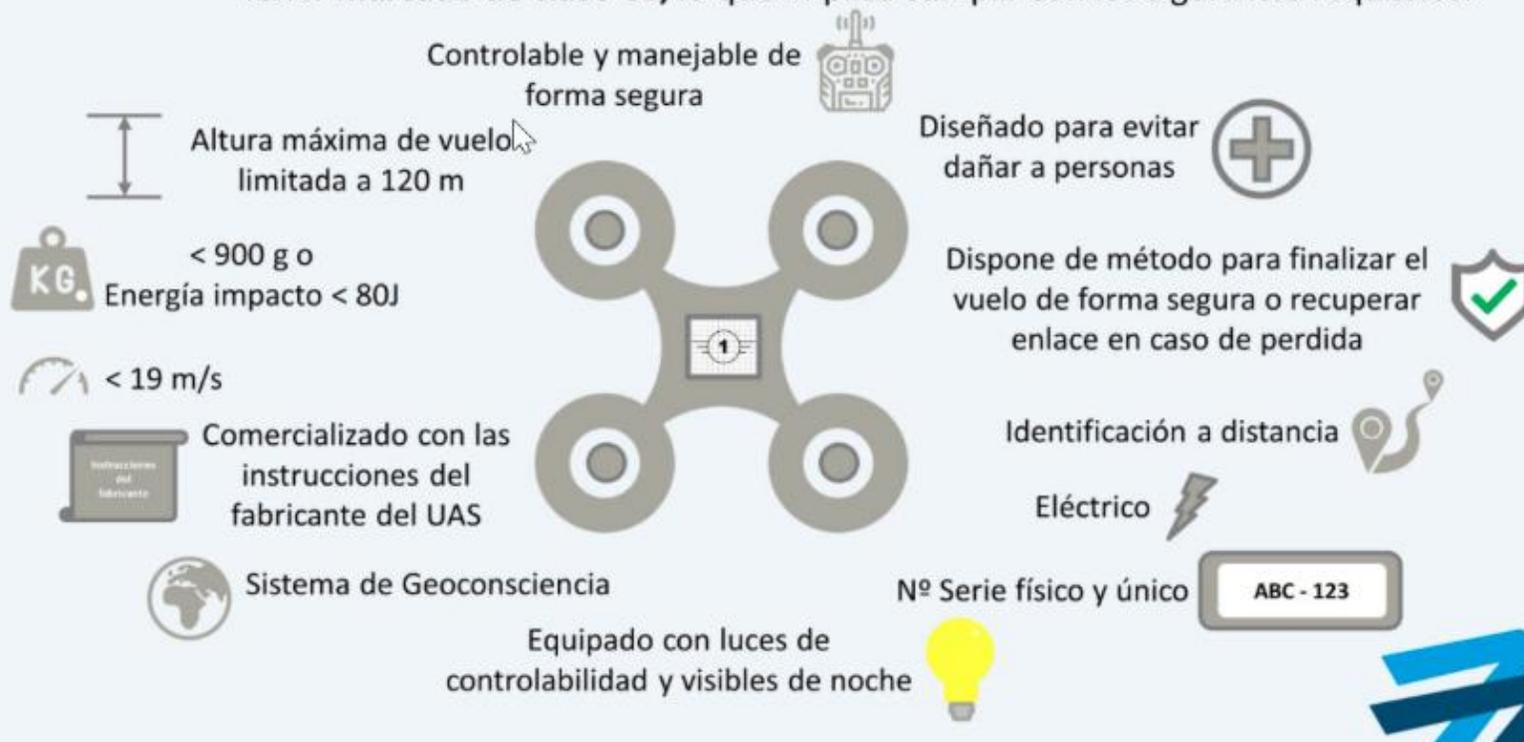


✂ Categoría «abierta» – Subcategoría A1

- AERONAVES NO TRIPULADAS- UAS

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

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



✂ Categoría «abierta» – Subcategoría A3

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

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

- Ser de construcción privada, con una masa máxima de despegue (MTOM) menor de 25 kg;



< 25 kg



Fabricación propia

- Tener una MTOM inferior a 25 kg, sin marcado de clase e introducidas en el mercado antes del 1 de enero de 2023;



< 25 kg



Sin marcado de clase
Mercado antes 01/01/2023

- Tener **marcado de clase C2**, que cumpla todos los requisitos que se han definido anteriormente en las aeronaves de la subcategoría A2;



<https://eudroneport.com/es/blog/lista-de-drones-certificados/>

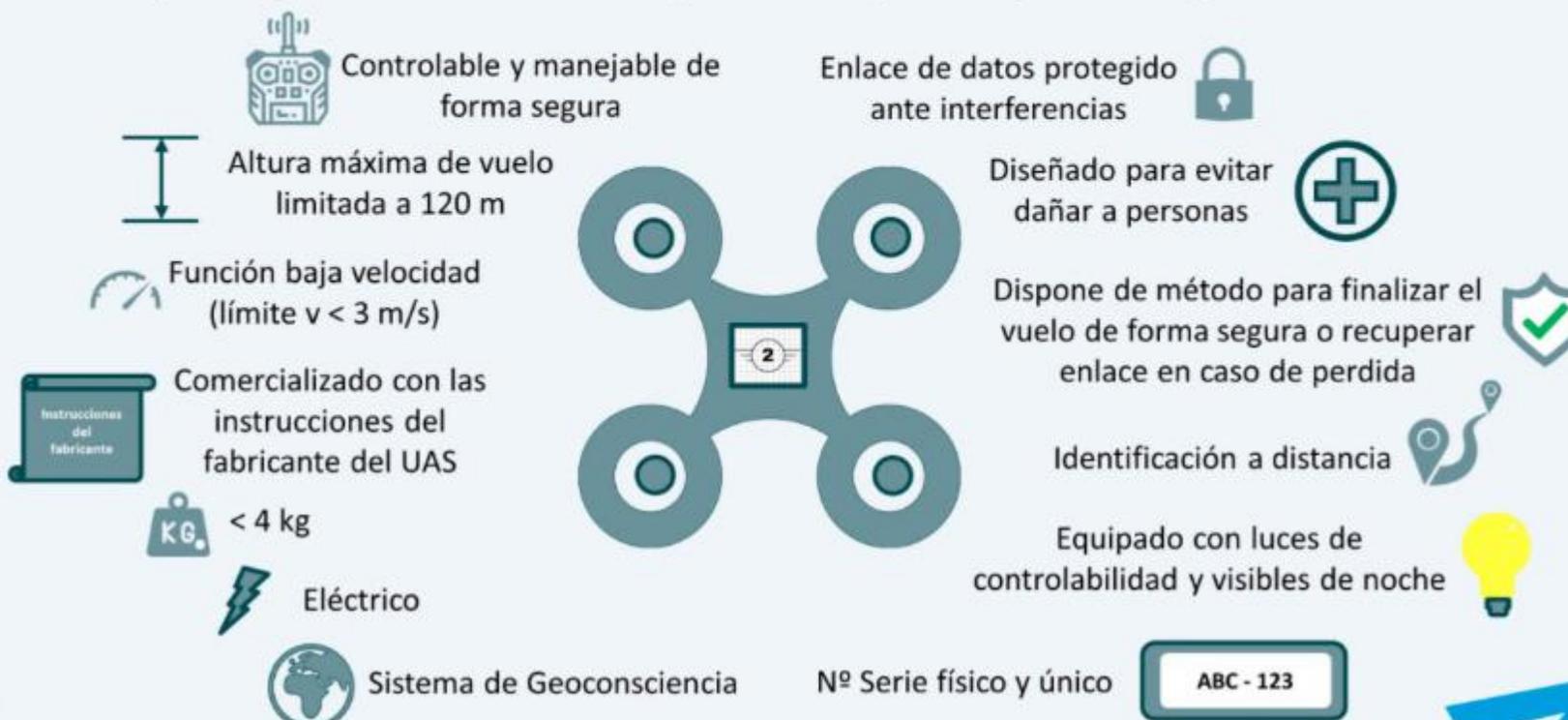


➔ Categorías de operación y clases de UAS

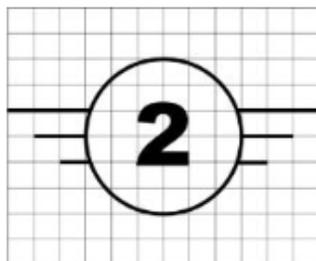
✂ Categoría a «abierta» – Subcategoría A2

- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

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



• Drones con marcado de **Clase C2**



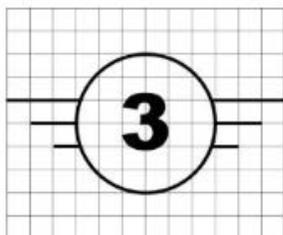
Las operaciones en la subcategoría A2 se realizarán manteniendo una distancia de seguridad de al menos 30 m respecto de personas no participantes en la operación y se podrán realizar con drones que lleven el marcado de **clase C2**.

Los requisitos para los drones de Clase C2 son:

- Tener una **MTOM inferior a 4 kg**.
- ~~Tener una velocidad máxima en vuelo horizontal de 19 m/s. (ya no se exige en esta clase)~~
- Salvo si es un UA de ala fija, estar equipado con un **modo de baja velocidad** seleccionable que limite la velocidad a **3 m/s como máximo**.
- Tener limitada la altura máxima desde el punto de despegue a **120 m**.
- Estar alimentado con **electricidad**.
- Tener un **número de serie único**.
- Tener un **sistema de identificación a distancia directa** y de identificación a distancia de red.
- Tener equipado un **sistema de geoconsciencia**.
- Tener equipado un **sistema de aviso de batería baja** para el UA y la estación de control (CS).
- **Equipar luces** para control de **actitud y vuelo nocturno**.
- Estar equipado con un **enlace de datos protegido contra el acceso** no autorizado a las funciones de mando y control (C2).



• Drones con marcado de Clase C3



Los drones con **clase C3** solo se podrán volar en categoría abierta subcategoría A3, es decir **alejados de entornos urbanos y personas**. Aunque si quieres saber más de las subcategorías mejor que consultes el post sobre los [Cambios en la Normativa Europea](#). Ten en cuenta que en esta subcategoría también se podrán volar drones de clases menores como C2, C1 o C0.

Los requisitos para los drones de Clase C3 son:

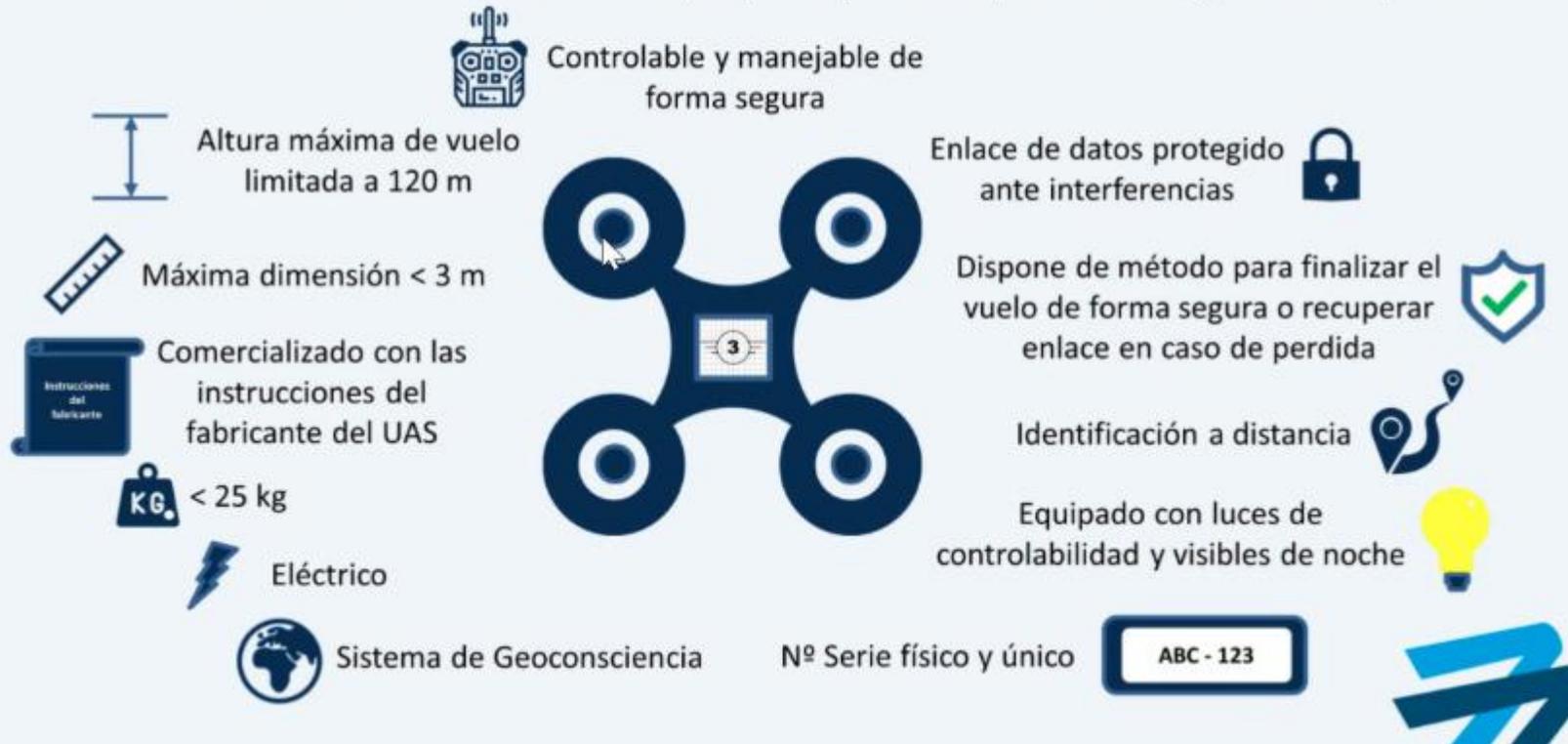
- Tener una **MTOM inferior a 25 kg** y una **dimensión característica máxima inferior a 3 m**.
- Salvo si es un UA de ala fija, estar equipado con un **modo de baja velocidad** seleccionable que limite la velocidad a **3 m/s como máximo**.
- Tener limitada la altura máxima desde el punto de despegue a **120 m**.
- Estar alimentado con **electricidad**.
- Tener un **número de serie único**.
- Tener un **sistema de identificación a distancia directa** y de identificación a distancia de red.
- Tener equipado un **sistema de geoconsciencia**.
- Tener equipado un **sistema de aviso de batería baja** para el UA y la estación de control (CS).
- **Equipar luces** para control de **actitud y vuelo nocturno**.
- Estar equipado con un **enlace de datos protegido contra el acceso** no autorizado a las funciones de mando y control (C2).

✂ Categoría «abierta» – Subcategoría A3

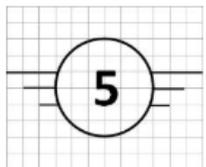
- AERONAVES NO TRIPULADAS - UAS

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

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



• Drones con marcado de Clase C5

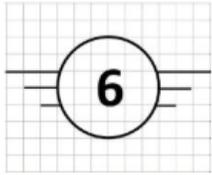


Los drones con **clase C5** están dirigidos a operaciones **VLOS en Categoría Específica** sobre una zona terrestre controlada en entorno urbano, o lo que es lo mismo el escenario estandar STS 01.
Los requisitos para los drones de Clase C5 son más complejos como vemos a continuación:

- Tener una **MTOM inferior a 25 kg**.
- **No ser un UA de ala fija**, salvo si es una UA cautiva.
- Tener un sistema que proporcione al piloto a distancia información clara y concisa sobre **la altura de la UA**.
- Estar equipado con un **modo de baja velocidad seleccionable** que limite la velocidad a **5 m/s** como máximo.
- Ante una **pérdida de enlace de datos (C2)**, contar con un **método de recuperarlo** o de terminar el vuelo de forma segura.
- Tener un método de **recuperación del enlace de mando y control (C2)** o, en caso de fallo, un sistema de **terminación segura del vuelo**.
- Estar equipado con un **enlace de datos protegido** contra el acceso no autorizado a las funciones de mando y control (C2).
- Estar alimentado con **electricidad**.
- Tener un **número de serie único**.
- Tener un **sistema de identificación a distancia directa (e-ID)**.
- Tener equipado un **sistema de geoconsciencia**.
- Tener equipado un **sistema de aviso de batería baja** para el UA y la estación de control (CS).
- Equipar **luces para control de actitud y vuelo nocturno**.
- Si la UA dispone de **función de limitación de acceso a determinadas zonas o volúmenes** del espacio aéreo, esta deberá interoperable con el sistema de control del vuelo, y deberá informar al piloto a distancia cuando esta impida entrar a la UA a estas zonas o volúmenes del espacio aéreo.
- Una **UAS de clase C5 podrá consistir en una UAS de clase C3** que lleve instalado un **kit de accesorios** que convierta la UAS de clase C3 en una UAS de clase C5.
- El kit de accesorios no incluirá cambios en el software del UAS de clase C3.

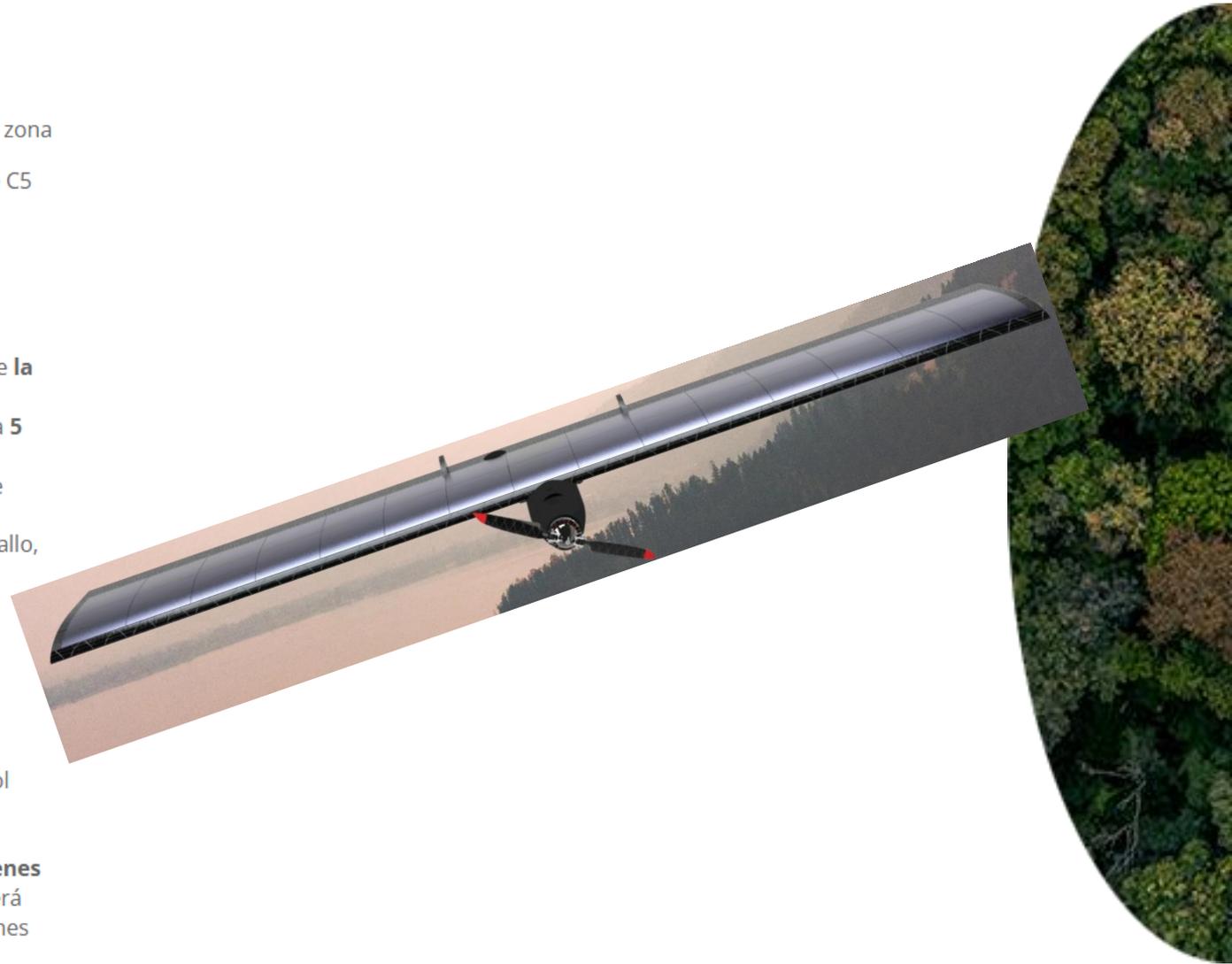


• Drones con marcado de Clase C6



Los drones con **clase C6** están dirigidos a operaciones **BVLOS en Categoría Específica**, es decir al escenario estandar STS 02 sobre una zona terrestre controlada (CTR) en un entorno escasamente poblado. Los requisitos para los drones de Clase C6 son muy similares a la clase C5 pero con algunas diferencias que resalto a continuación:

- Tener una **MTOM inferior a 25 kg**.
- **No ser una UA de ala fija**, salvo si es una UA cautiva.
- Tener una **velocidad máxima** respecto al suelo en vuelo horizontal **de 50 m/s**.
- Tener un sistema que proporcione al piloto a distancia información clara y concisa sobre **la altura de la UA**.
- Estar equipado con un **modo de baja velocidad seleccionable** que limite la velocidad a **5 m/s** como máximo.
- Ante una **pérdida de enlace de datos (C2)**, contar con un **método de recuperarlo** o de terminar el vuelo de forma segura.
- Tener un método de **recuperación del enlace de mando y control (C2)** o, en caso de fallo, un sistema de **terminación segura del vuelo**.
- Estar equipado con un **enlace de datos protegido** contra el acceso no autorizado a las funciones de mando y control (C2).
- Estar alimentado con **electricidad**.
- Tener un **número de serie único**.
- Tener un **sistema de identificación a distancia directa (e-ID)**.
- Tener equipado un **sistema de geoconsciencia**.
- Tener equipado un **sistema de aviso de batería baja** para el UA y la estación de control (CS).
- Equipar **luces para control de actitud y vuelo nocturno**.
- Si la UA dispone de **función de limitación de acceso a determinadas zonas o volúmenes** del espacio aéreo, esta deberá interoperable con el sistema de control del vuelo, y deberá informar al piloto a distancia cuando esta impida entrar a la UA a estas zonas o volúmenes del espacio aéreo.



PLANIFICACIÓN OPERACIONES

EL TIPO DE TRABAJO CONDICIONA EL TIPO DE DRONE Y SENSORES, ESTO SE TRADUCE EN PESO Y DIMENSIONES DEL EQUIPO = PARA HACER ESTA OPERACIÓN NO PUEDO USAR UN DRONE TIPO (C0, C1.....o sí).

SUMADO A

LA LONGITUD O EXTENSIÓN DEL TRABAJO CONDICIONA EN PARTE EL TIPO DE DRONE Y LA CANTIDAD DE RECURSOS /TIEMPO

SUMADO A

LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL TRABAJO CONDICIONA RESTRICCIONES CONCRETAS, AUTORIZACIONES Y PLAZO MÍNIMO PARA COMENZAR EL TRABAJO

SUMADO A

LA METEOROLOGÍA, QUE CONDICIONA CASI TODO

SUMADO A: Requisitos de cliente e imponderables varios (material auxiliar, orografía, intervención de terceros, logística, aduanas....)

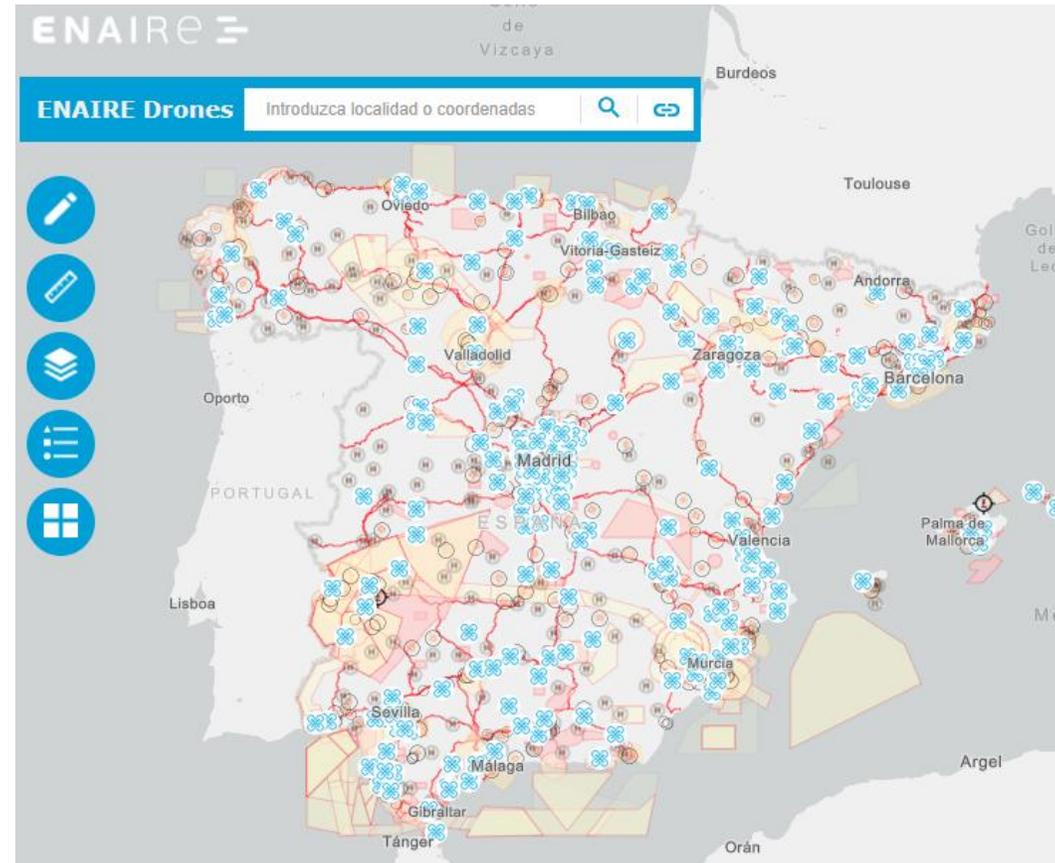


PLANIFICACIÓN OPERACIONES

www.drones.enaire.es

- Coordinación con aeropuertos civiles: 20 días hábiles
- Coordinación aeropuertos militares: 10 días hábiles
- Adif
- Aeródromos varios: Depende, pero en general 48 horas
- Cefaf (vuelo fotografico)
- Led lep ler (Palacio Moncloa, zonas militares, etc..)
- Miteco, epn: 15 dias
- Ministerio del interior: 5 días
- Infraestructuras críticas y distancias a las mismas: 10 – 15 días
- Notam, tsa

Varios pueden imponer requisitos importantes. P.e: emisora de banda aérea, pedir autorización en cada despegue



CASOS DE USO: Incendios

El uso de **DRONES** está generalizado en los diferentes ámbitos de la lucha contra incendios.

AEROMEDIA participa con las siguientes actividades:

- Puesta en marcha y entrenamiento de unidades de drones (hemos dotado de drones, formado y entrenado a mas de 50 agentes y técnicos)
- Apoyo activo en vigilancia, extinción y trabajos técnicos, tanto diurna como nocturna

VIDEO



CASOS DE USO: Incendios

[VIDEO](#)



LOCALIZACIÓN INCENDIO INCIPIENTE

A Pobra de Trives, GA, Spain
Sat, Sep 5, 2020
11:16:26pm

Aeromedia UAV

CASOS DE USO: Incendios

[VIDEO](#)



[VIDEO](#)

CASOS DE USO: Quemadas prescritas

[VIDEO](#)

- Toma de datos drone RGB y Multiespectral previo y posterior a la quema
- Seguimiento y registro de la quema con Drone RGB y termografía radiométrica.
- Actuación prescrita

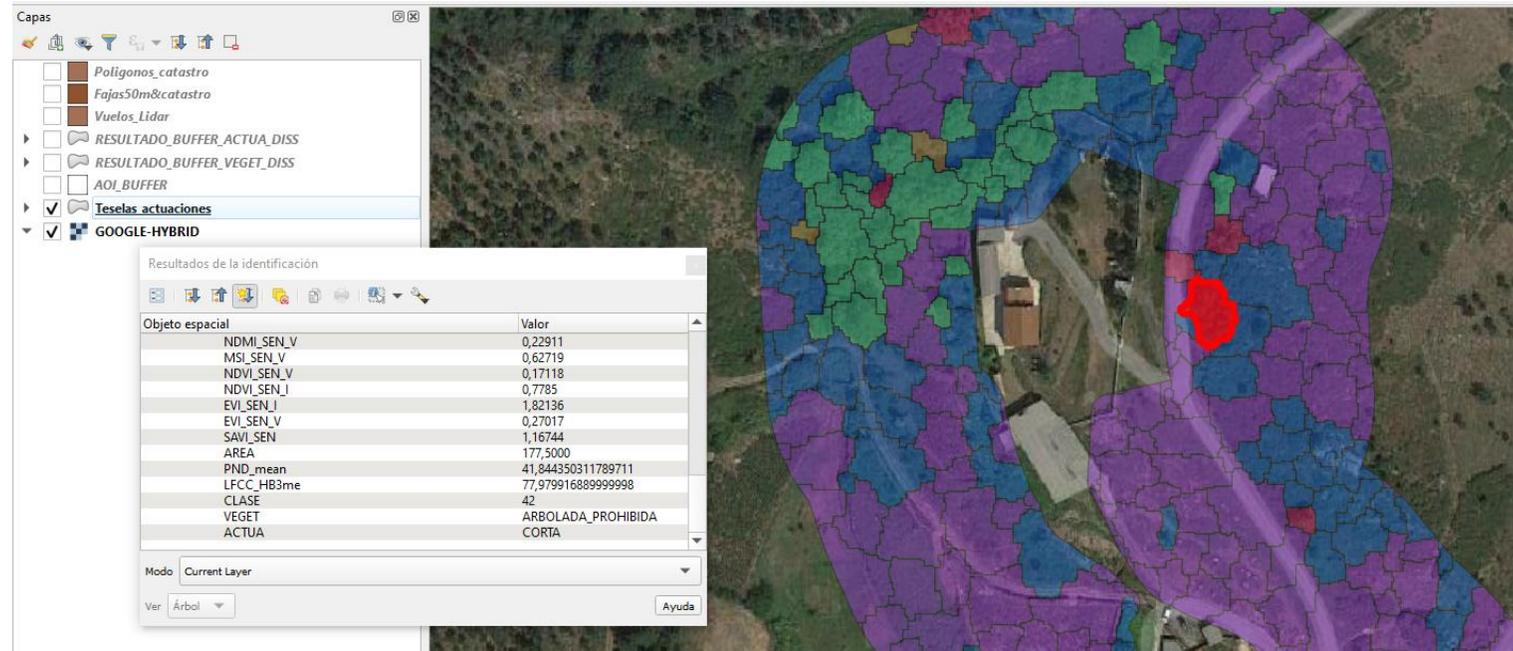
Damos apoyo en el seguimiento y control de seguridad de la quema, así como en las labores previas y en el registro de la misma en tiempo real.



CASOS DE USO: PREVENCIÓN

Cartografía para la gestión de biomasa alrededor de núcleos de población en parroquias de alto riesgo de incendio.

- Toma de datos Lidar y RGB con dron unido a uso de imagen PNOA e imagen satélite
- Obtención de Teselas vinculadas a referencia catastral clasificadas según altura y tipo así como por su pertenencia a especies prohibidas en esa ubicación.
- Actuación prescrita (tala, desbroce..)
- En colaboración con föra forest



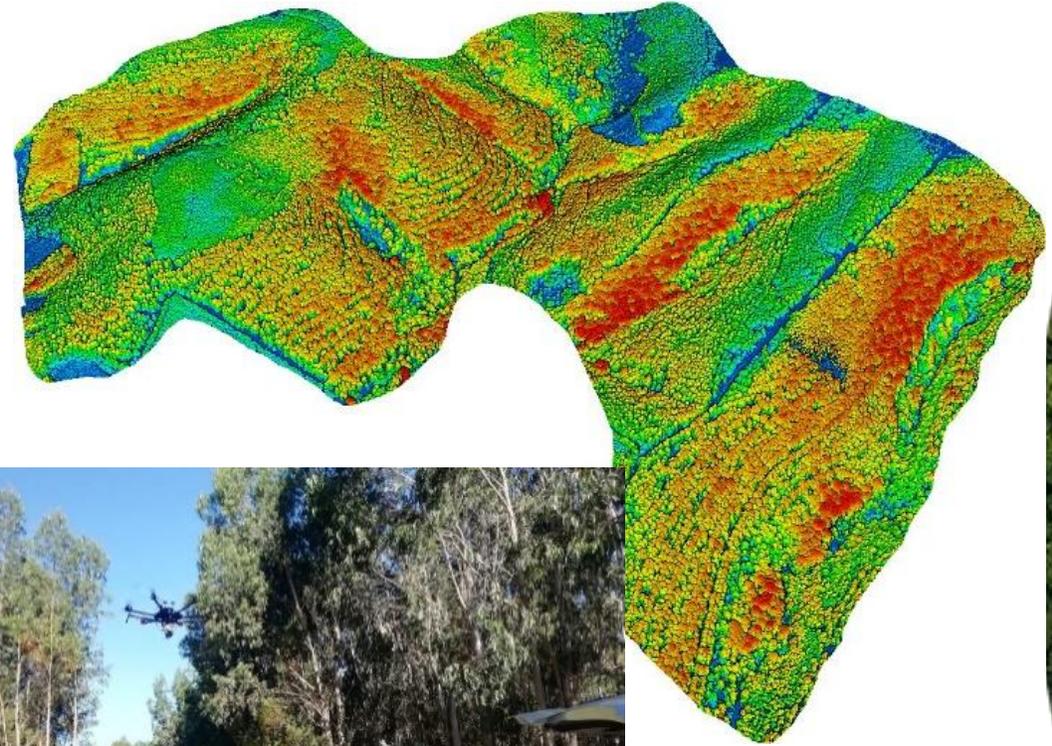
CASOS DE USO: INVENTARIO

Proyecto para el desarrollo de algoritmos que permitan el inventario de masas de eucalipto en turno de corta a gran escala (teselas de 20x20).

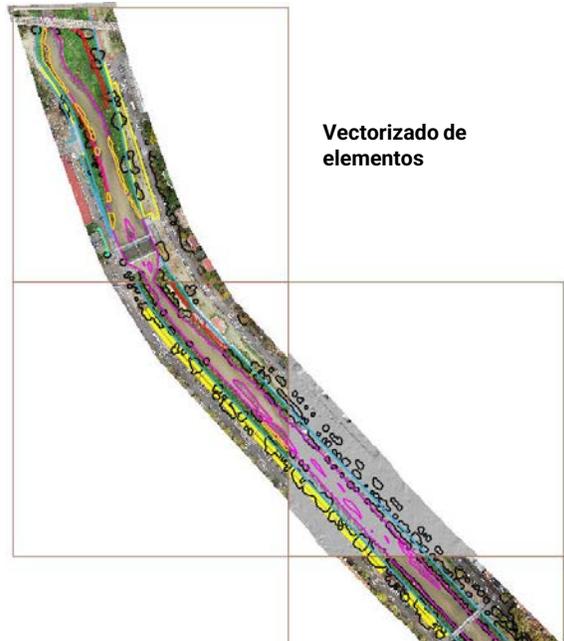
Para ello hemos volado **mas de 1.300 ha** de eucalipto con **LIDAR DRONE** en mas de 10 localizaciones y se han medido de manera precisa de forma manual mas de 100 parcelas.

El tamaño de celda que permite el LIDAR es de menos de 0,5 m aunque para estos efectos se agrega a escala de teselas de 20x20 m y además obtiene agregados para rodal y cuartel.

En 2021 se han volado con LIDAR DRONE **otras 7.000 ha** de eucalipto y realizado el correspondiente inventario de las mismas. En colaboración con föra forest



CASOS DE USO: HIDROLOGIA /SEGUIMIENTO OBRA



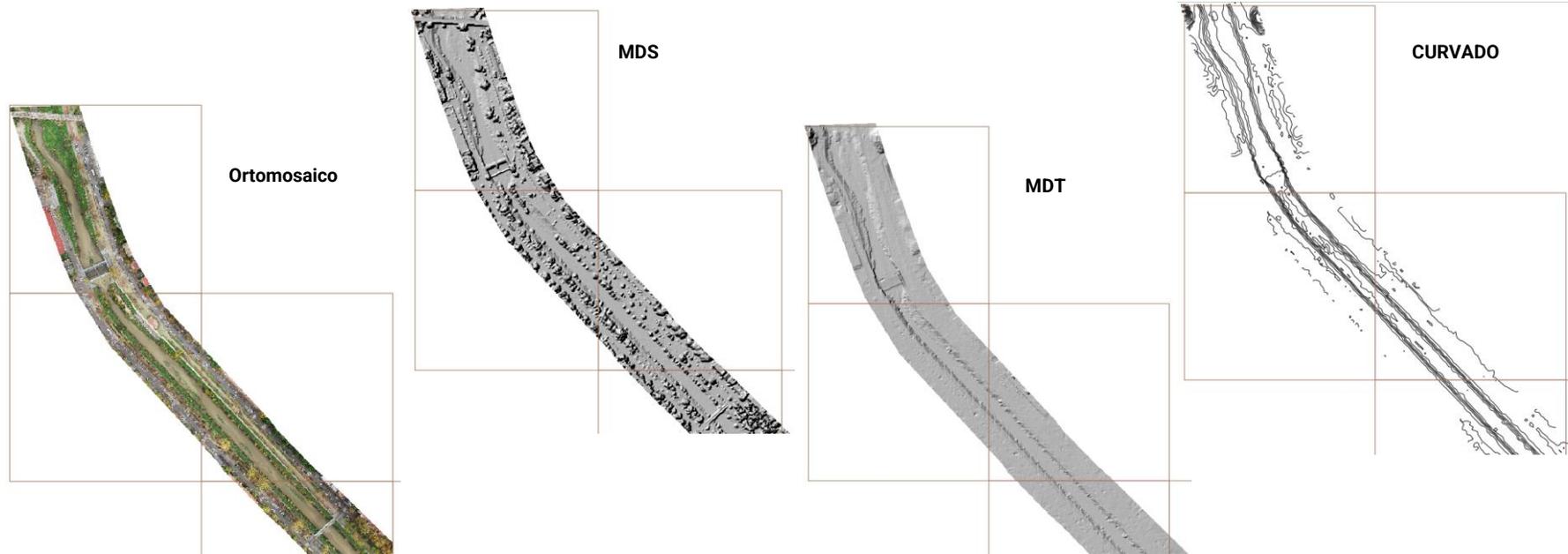
HIDROLOGÍA / SEGUIMIENTO.

Caracterización y cartografiado del Rio Manzanares a su paso por Madrid. 2020 Y 2021, 2023

- Modelos digitales de Elevaciones. Creados a partir de las nubes de puntos Georreferenciadas procesadas con software
- Mapa topográfico. Se representan las curvas de nivel, redes hidrográficas, obras civiles, instalaciones
- Mapa vectorial de elementos (islas, rocas, bajos...)
- Video 360º

EQUIPOS EMPLEADOS:

- Lidar drone xl de Aeromedia con Lidar Scout Ultra de Phoenix
- Phantom 4 RTK con cámara RGB



[VIDEO 360°](#)



CASOS DE USO: SEGUIMIENTO DE OBRA

Construcción pista aviones carga en tierra en frontera con Portugal

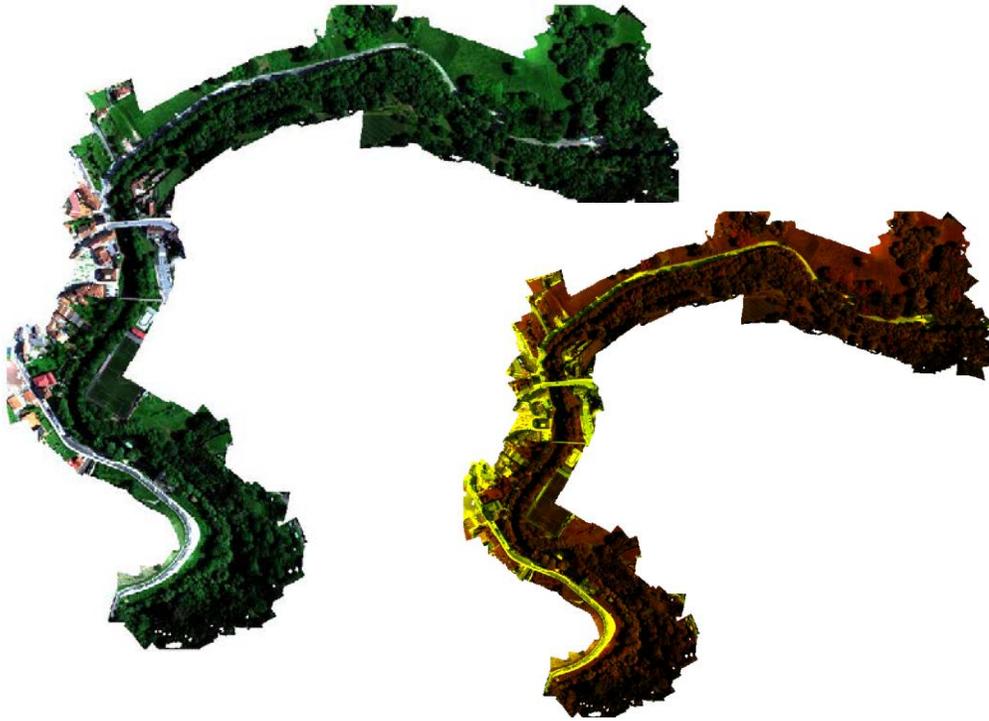
[Video 01](#)

[Video 02](#)



CASOS DE USO: CARACTERIZACIÓN RIOS

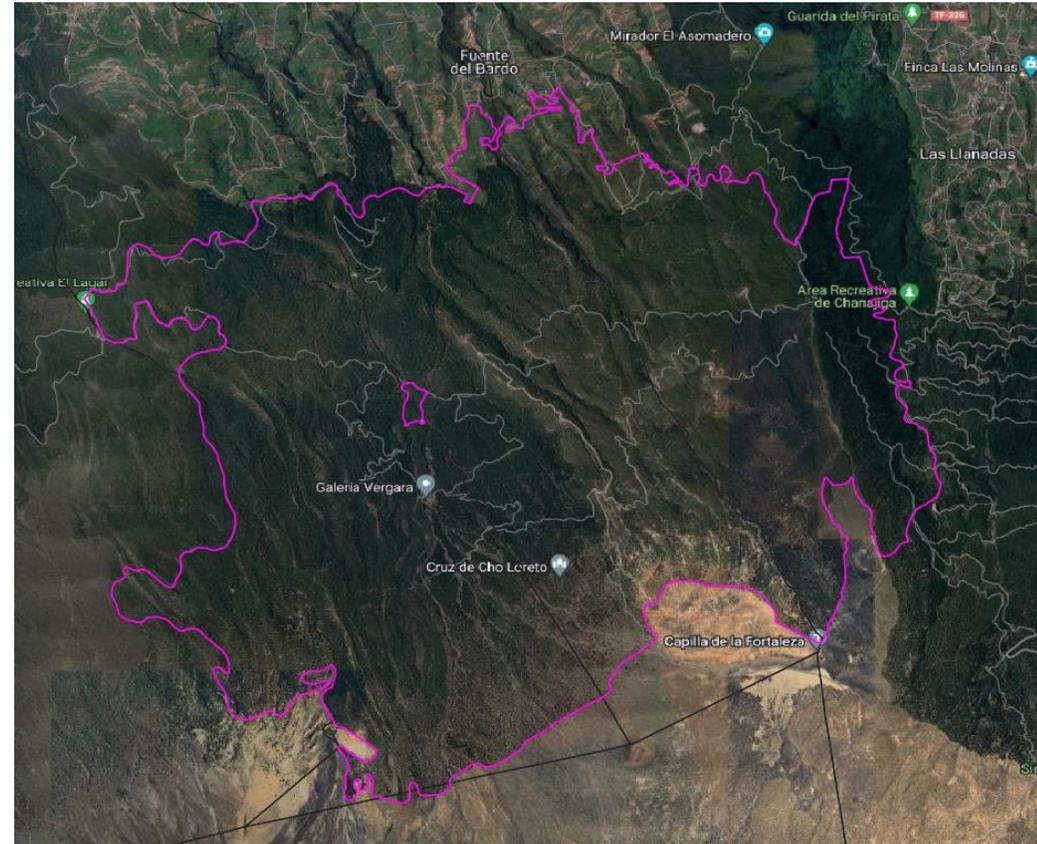
Toma de datos LIDAR, RGB y Multiespectral en masa de agua por toda España



CASOS DE USO: RESTAURACIÓN FORESTAL

“Ortofoto, MDT y Siembra con dron”, incendio del 21 de julio de 2022 en el Norte de Tenerife” . 2700 ha

- LIDAR
- MDT de diferentes resoluciones
- Ortofoto diferentes gsd
- Siembra
- Recursos de foto y video



CASOS DE USO: CALIDAD AGUA

El proyecto MAR2, en colaboración INDRA para Augas de Galicia

Este desarrollo proporciona a los organismos responsables de gestión de calidad del agua, un servicio mejorado de muestreo y recogida de datos en aguas continentales.

EL RETO: Aeromedia desarrolló un drone capaz de medir parámetros de calidad de agua y recoger muestras puntuales e integradas en pantanos. También ejecutamos las operaciones de muestreo directamente.

ESTADO: Completado.



CASOS DE USO: Misiones SOS Agua

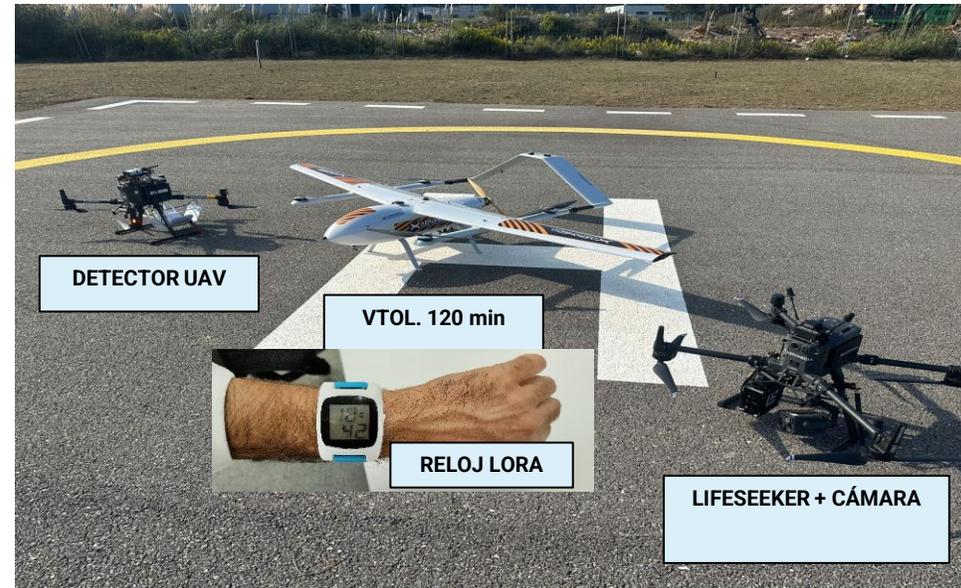
Efectos del BORO en cultivos de cítricos
Lidar Rambla Albujión, Desembocadura Almazora
Efecto agua tratada en Perales (Cerro Almodovar, Parque Aluche, Huerto Montecarmelo)
Muestreo de aguas mezcladas en Pantano Cuenca rio Segura



OTROS CASOS DE USO: SEGURIDAD ESPAÑA VACIADA

BÚSQUEDA Y LOCALIZACIÓN DE DESAPARECIDOS

- Detector de Relojes no dependiente de SIM
- Detector de telefonía móvil.
- Análisis de video en tiempo real para localización de personas y ubicación de coordenadas
- App de rastreadores
- App de gestión de búsqueda
- App 112 de integración
- UAVS con detectores embarcados
- eVTOL de +120min con cámara [Colibri2](#), [Colibri2_Noc](#)



En Aeromedia trabajan alrededor de 35 personas especialistas en muchas disciplinas, de las que 3 son Ingenieros Forestales.

MUCHAS GRACIAS:

César Ortega (Director área agroforestal, ambiental y emergencias):

- Tf: +34 604 05 13 16
- Email: cesar.ortega@aeromedia.es

