



**Conselleria d'Agricultura,
Pesca i Medi Natural**
Secretaria General



GRUP D'INTERVENCIÓ DE DRONS (GID)

Grup d'aprenentatge col·laboratiu 2025





Autors del document:

Gelabert Ramis, Joan Antoni - Coordinador

Amengual Agulló, Joan

Verdaguer Massana, M. Mercè

Chillón Melero, Andrés

Nicolau Vidal, Joan

Martínez Horrach, Manuel

Reus Martorell, Miquel Àngel

Capó Nin, Josep

Martínez Lacasa, Raúl

Pons Fàbregas, Catalina

García Calvo, Rocío

Índex

1. Introducció	4
2. Possibles utilitats dels drons en incendis forestals	5
2.1. Prevenció i predicció	
2.2. Resposta a incendi actiu	
2.3. Avaluació postincendi i recuperació	
3. Procediments operatius per a l'operador de drons en incendis forestals	6
○ Situació 1: Prevenció i planificació (abans de l'incendi)	
○ Situació 2: Resposta a incendi forestal actiu	
○ Situació 3: Avaluació postincendi	
4. Check-list que cal fer abans de fer volar el dron en un incendi forestal	9
5. Normativa actualitzada que afecta els vols amb UAS (aeronaus no tripulades)	10
5.1. Tipus de vols	
5.2. Categories de vols	
5.3. Com volar en cada cas	
5.4. Vols en espais aeris controlats	
6. Conclusions	13

1. INTRODUCCIÓ

Segons la definició que fa l'EBAP, un grup d'aprenentatge col·laboratiu (GAC) és un grup de treball format per empleats públics que duen a terme una activitat formativa basada en la col·laboració, la reflexió i la investigació conjuntes.

La finalitat d'aquest programa és fer valer els aprenentatges informals que es produeixen entre iguals, fomentant la creació de grups de persones que comparteixen, aprenen, debaten i generen coneixement.

Es tracta d'un grup de persones que, unides per una temàtica laboral concreta, interaccionen amb l'objectiu de millorar-la i aprendre.

En aquest cas, el Servei d'Agents de Medi Ambient (d'aquí endavant, SAMA) ha aprofitat aquest tipus d'aprenentatge per consolidar el GID (Grup d'Intervenció de Drons) amb els components del Servei que disposen de la titulació requerida per poder fer ús d'aquests dispositius.

En l'actualitat els drons s'empren per a nombroses tasques, la qual cosa suposa un avenç tecnològic important que implica una professionalitat del servei i una formació en aquesta matèria. En el cas del SAMA, s'utilitzen per fer censos i seguiments anuals d'espècies protegides com la milana (*Milvus milvus*), el voltor negre (*Aegypius monachus*) o l'àguila peixatera (*Pandion haliaeetus*), entre d'altres; també per a vols de control de l'estat fitosanitari de les masses forestals o per a vigilància i control d'ús públic en espais de rellevància ambiental.

Una altra branca en la qual el SAMA pot emprar aquests dispositius és en la gestió de diferents tipus d'emergències, com poden ser la recerca de persones desaparegudes, vols per detectar afeccions al medi produïdes per catàstrofes meteorològiques o incendis forestals.

El SAMA està intentant que el seu GID es formi en aquest aspecte i que pugui donar resposta a les necessitats que pugui sol·licitar el director tècnic d'extinció (dtex), en cas que es produeixi un incendi forestal. És per això que aquest grup ha fet una recerca de les utilitats que poden tenir aquests aparells per deixar-les plasmades en aquest document i, posteriorment, treballar per implementar-les en cas d'incendi forestal per poder disposar d'una informació específica i molt útil per poder gestionar aquesta emergència.

D'altra banda, aquest GAC també ha servit per crear una llista de comprovació que s'ha d'implementar abans d'utilitzar el dron en cas d'incendi forestal i, finalment, també ha servit per fer un recull de la normativa vigent en matèria de UAS (aeronaus no tripulades, per les sigles en anglès), la qual s'ha de tenir molt present abans de fer volar el dron en cada lloc determinat per tal de volar sempre d'acord amb la legalitat.

2. POSSIBLES UTILITATS DELS DRONS EN INCENDIS FORESTALS

De la recerca efectuada, s'ha pogut obtenir que les utilitats dels drons en incendis forestals es poden dividir bàsicament en tres, que serien l'abans, el durant i el després. És a dir, formalment s'estaria parlant de prevenció i predicció d'incendis forestals, durant un incendi forestal actiu i, finalment, avaluació postincendi forestal i recuperació.

A continuació, s'aprofundeix una mica més en cadascuna d'aquestes utilitats.

2.1. Prevenció i predicció

Dins d'aquest apartat hi ha diferents accions que es poden dur a terme amb VANT (vehicle aeri no tripulat, per les seves sigles en anglès), com són:

- Mapejar zones d'alt risc identificant acumulacions de combustible i estat de la vegetació.
- Generar mapes detallats per planificar la neteja de sotabosc i la gestió forestal preventiva.
- Simular la possible propagació del foc basant-se en el terreny i les condicions.
- Fer vols de vigilància en zones on hi hagi un increment d'incendis forestals provocats per causes humanes.

2.2. Resposta a incendi actiu

- Avaluació inicial ràpida: obtenir informació immediata sobre l'abast i la intensitat del foc.
- Seguiment de la propagació: monitorar en temps real (o quasi real, amb processament ràpid) el front de foc, especialment en terrenys complexos o de difícil accés.
- Identificació de punts calents: utilitzar càmeres tèrmiques per detectar focus actius, fins i tot de nit o amb fum.

- Donar suport a la presa de decisions del comandament de l'incident (CI): proporcionar imatges (RGB/tèrmiques) i mapes 2D ràpids (processats al camp amb Pix4Dreact) per planificar estratègies, assignar recursos i garantir la seguretat dels equips.
- Avaluació de riscos: identificar estructures amenaçades, vies d'accés/escapament o perills específics.

2.3. Avaluació postincendi i recuperació

- Mapeig de l'àrea cremada: documentar amb precisió l'extensió i la severitat del dany.
- Avaluació de danys: crear models 3D i ortomosaics per a informes detallats, reclamacions o planificació de la restauració.
- Càlcul de volums: estimar la quantitat de biomassa cremada o runes.
- Monitoratge de la recuperació: fer vols periòdics per seguir l'evolució de la regeneració de la zona.

3. PROCEDIMENTS OPERATIUS PER A L'OPERADOR DE DRONS EN INCENDIS FORESTALS

Un cop s'han descrit les diferents utilitats que poden tenir els drons en un incendi forestal, a continuació, es detallen els procediments bàsics que hauria de seguir l'operador de drons segons cada situació per aconseguir l'objectiu determinat:

Situació 1. Prevenció i planificació (abans de l'incendi)

- **Objectiu:** generar mapes de risc i planificació.
- **Equip:** dron amb càmera RGB d'alta resolució, programari de planificació de vol, programari de processament.
- **Procediment:**



1. Identificar amb l'equip tècnic les zones prioritàries que cal mapejar (interfície urbana i forestal, zones amb alta càrrega de combustible).
2. Planificar missions de vol automàtiques (Pix4Dcapture) assegurant un solapament adequat (ex: 75% frontal / 70% lateral) per obtenir models precisos. Considerar l'ús de GCP si es necessita alta precisió geogràfica.
3. Fer els vols en condicions meteorològiques favorables.
4. Processar les imatges amb programari per obtenir ortomosaics i models digitals de superfície (MDS).
5. Lliurar els mapes a l'equip de planificació per identificar zones d'actuació preventiva (neteja, tallafocs, etc.).

Situació 2. Resposta a incendi forestal actiu

- **Objectiu:** proporcionar intel·ligència en temps real al CI.
- **Equip:** dron amb càmeres RGB i tèrmica, programari de processament ràpid al camp, portàtil robust, equip de comunicacions, zona d'operacions segura.
- **Procediment:**
 1. **Coordinació inicial.** Presentar-se al CI, entendre les necessitats d'informació prioritàries i les zones d'interès. Establir una zona d'aterratge/enlairament segura i comunicada. Verificar restriccions de vol (espai aeri).
 2. **Vol d'avaluació ràpida.** Fer un vol inicial (manual o automàtic, si és segur) sobre el perímetre o els punts crítics. Capturar imatges RGB i tèrmiques.
 3. **Processament al camp.** Utilitzar programari per generar un mapa 2D ortomosaic tèrmic i/o RGB en pocs minuts (p. ex.: <10 minuts), la qual cosa ofereix més context que només el vídeo.
 4. **Anàlisi i comunicació.** Identificar en el mapa el front de foc, els punts calents no visibles, la velocitat/direcció de propagació (comparant mapes successius, si és



possible), estructures amenaçades, possibles vies d'accés per als equips terrestres. Comunicar immediatament les troballes clau i el mapa al CI.

5. **Vols de seguiment.** Repetir els vols i el processament periòdicament segons l'evolució del foc i les necessitats del CI (la freqüència depèn de la velocitat de propagació).
6. **Prioritzar la seguretat.** Mantenir sempre contacte visual amb el dron (si la normativa ho requereix o per seguretat) o operar amb un observador. No volar sobre personal si no és imprescindible i coordinat. Estar atents a altres aeronaus d'extinció.

Situació 3. Avaluació postincendi

- **Objectiu:** documentar l'àrea afectada i avaluar els danys.
 - **Equip:** dron amb càmera RGB d'alta resolució, programari de planificació, programari de processament detallat (Pix4Dmapper), opcionalment programari al núvol per compartir.
- € **Procediment:**
1. Definir amb l'equip tècnic l'àrea total que s'ha d'avaluar. Si és molt gran, dividir-la en sectors manejables.
 2. Planificar missions de vol automàtiques per cobrir tota l'àrea cremada amb alt solapament per garantir la qualitat dels models 3D i ortomosaics.
 3. Fer els vols un cop les condicions siguin segures (visibilitat, absència de focus secundaris perillosos).
 4. Processar les dades amb programari específic per generar:
 - Ortomosaic d'alta resolució de l'àrea cremada.
 - Model digital de superfície (MDS) i model 3D.
 - Càlcul precís de l'àrea afectada.

- Càlcul de volums de fusta cremada o runes, si escau.
5. Analitzar els resultats: identificar nivells de severitat (visualment o amb anàlisis més avançades, si es disposa d'imatges multiespectrals), localitzar infraestructures malmeses, etc. Es poden afegir anotacions i mesures directament als mapes/models.
 6. Exportar els productes (GeoTIFF, informes PDF, models 3D) i compartir-los amb les unitats corresponents (avaluació de danys, planificació de restauració, gestió forestal).

4. CHECK-LIST QUE CAL FER ABANS DE FER VOLAR EL DRON EN UN INCENDI FORESTAL

Atès que els drons són aparells complexos que disposen de diferents modes de vol i diferents especificacions tècniques, segons el model i marca, s'ha considerat necessari establir una llista amb una sèrie d'ítems que s'haurien de comprovar cada vegada abans de fer volar un dron en missió d'incendi forestal actiu, que és el cas que ens ocupa, per tal que no s'oblidi cap punt.

La llista de verificació seria la següent:

- Encendre el mòdem (xarxa: amadron; contrasenya: 00001111).
- Encendre el comandament a distància.
- Entrar al mode càmera.
- Comprovar la identificació de bateries i el percentatge de càrrega i voltatge i anotar-ho al llibre de vol de l'aparell.
- Comprovar que l'altitud RTH sigui superior al màxim obstacle conegut (mínim 50 m).
- Sistema anticollisió en fre actiu.
- Pulsar R3 per accedir a la càmera del dron.

- Entrar en mode tèrmic (polsar IR).
- Escollir el rang de temperatura (-20 °C - 150 °C).
- Escollir el mode Tint a la paleta colors (polsant sobre la línia de colors)
- Escollir el rang de temperatura (polsant sobre el termòmetre de la paleta de colors) i seleccionar entre 50 °C a 150 °C.
- Encendre el dron.
- Comprovar el *check point* en el mapa.
- Volar.

5. NORMATIVA ACTUALITZADA QUE AFECTA ELS VOLS AMB UAS (AERONAUTS NO TRIPULADES)

Davant el canvi normatiu que entrarà en vigor l'1 de gener de 2026 amb els nous escenaris europeus, s'ha considerat necessari fer un recull de la normativa per simplificar-la i tenir clar, en cada cas, quina serà la normativa que s'ha d'acomplir segons els tipus de vols que es facin i la categoria a la qual pertanyi l'aparell que s'ha d'utilitzar.

Per això, primer s'ha de definir quins tipus de vols es poden fer, les categories en les quals es pot volar i la normativa que s'aplica en cada cas.

5.1. Tipus de vols

- **EASA (Agència Europea de Seguretat Aeronàutica):** són els vols subjectes a la normativa europea i els que utilitzen la majoria de pilots. En el cas dels agents de medi ambient (AMA), seran els vols que es facin per fer seguiments d'espècies, sanitat forestal, etc., que no estiguin integrats dins d'una emergència com a tal.
- **NO EASA:** vols regits per la normativa nacional i utilitzats per a tasques policials, incendis, salvament, etc., en general. És a dir, vols que es puguin derivar de la participació dels AMA en una emergència declarada en un moment determinat i que no estiguin planificats.

5.2. Categories de vols

- **Categoria oberta:** es divideix en A1, A2 i A3 i els drons tenen el marcatge C2 i C3, en el cas que afecta el SAMA. Són les que impliquen un baix risc operacional.



- **Categoria específica:** impliquen un risc operacional mitjà-alt. Els drons d'aquesta categoria tenen el marcatge **C5**. Necessiten una sèrie de requisits com els **STS** (escenaris estàndards de vol, dels quals disposa el SAMA) i es poden fer volar amb **VLOS** (dins el camp visual) i **BVLOS** (fora del camp visual).

5.3. Com volar en cada cas

1. Sempre que sigui possible, farem vols **NO EASA**, és a dir, vols de vigilància en tasques «policials», incendis, emergències, etc. L'altura màxima de vol, en aquests casos, serà de **120 m** des del punt més alt i la distància màxima serà de **1.000 m** o bé **2.000 m**, si tenim un observador comunicat a la meitat de la distància.

2. Quan hàgim de fer vols **EASA**, és a dir, fora dels casos anteriors: nidificacions, prospeccions, etc., actuarem de la manera següent:

2.1. Si el vol no es fa damunt d'aglomeracions de gent, pobles, etc., volarem en categoria **A3**. P. ex: seguiment d'espècies.

2.2. Si el vol es fa damunt d'aglomeracions de persones, poblacions i d'altres, volarem en categoria **A2**.

Això implica volar a una distància de 30 m de les aglomeracions (p. ex: si haguéssim de volar sobre una plaça plena de gent, ho faríem per damunt les teulades dels edificis, mai per damunt la plaça).

El dron ha de dur posat un paracaigudes, que es facilita amb els drons nous.

Sempre es volarà amb VLOS (amb el dron a la vista) i la distància màxima de vol ha de ser de **150 m** a cada costat del pilot. En cas de necessitat, es pot allargar aquesta distància fins a **200 m**.

Aquests tipus de vols s'han de fer a velocitat baixa (mode trípod en els models de vol dels drons).

EL MODEL DE DRON MATRICE M-30 TÉ MARCATGE C-5 (NO POT VOLAR EN CATEGORIA A2 I A3). AIXÒ SIGNIFICA QUE NO EL PODEM FER SERVIR MAI PER A UN VOL EASA DAMUNT D'EDIFICIS NI AGLOMERACIONS DE PERSONES.

5.4. Vols en espais aeris controlats

1. Si s'ha de volar sobre espais aeris d'aeròdroms, hospitals, camps de vol: n'hi ha prou de posar-se en contacte amb el responsable de l'espai, mitjançant una trucada telefònica

i un correu electrònic amb 48 hores d'antelació; cal indicar els pilots, les coordenades de vols, l'altura de vol i el model de drons. Totes les adreces són a l'aplicació **Enaire Drones**.

2. Si s'ha de volar dins els **CTR** (zona de control de trànsit aeri) dels aeroports de les illes (Mallorca, Menorca i Eivissa), la nova normativa indica que sempre que es voli per davall de 60 m i a una distància de més de 6 km de la capçalera de pista o a 5 km del costat d'aquesta, no és necessari notificar-ho. Aquesta és una instrucció genèrica de la nova normativa, però, com que la instrucció particular d'AESA (Agència Estatal de Seguretat Aèria) va en primer lloc, es recomana consultar Enaire Drones i posar la posició on es vol volar; d'aquesta manera, l'aplicació ens dirà tots els condicionants de vol que hi ha en aquella zona.

Per a altres vols dins CTR, s'ha de comunicar amb 20 dies d'antelació (amb el canvi n'hi ha prou amb enviar un correu electrònic amb les dades que es demanin i esperar rebre l'aprovació).

Si durant una emergència s'ha de volar dins CTR, es pot comunicar al moment, mitjançant una trucada telefònica a la torre de control i seguir les seves instruccions.

Quan es parli amb la torre de control, s'ha de donar l'indicatiu que tenim assignat i que ens identifica. Segons les coordinacions establertes entre el SAMA i els gestors aeroportuaris de trànsit aeri (Skyway i Ferronats), aquests indicatius són **MEDIAM 1**, **MEDIAM 2** i **MEDIAM 3** per a Mallorca, Menorca i Eivissa, respectivament.

6. CONCLUSIONS

Els drons milloren la lluita contra els incendis forestals mitjançant la detecció primerenca, el monitoratge en temps real de la propagació i la temperatura, l'avaluació del dany postincendi i el mapeig previ per a la prevenció.

Equipats amb càmeres tèrmiques, els drons ofereixen una visió detallada de zones de difícil accés, milloren la seguretat, la presa de decisions dels bombers forestals i l'eficiència en l'assignació de recursos, si bé és cert que per poder treballar amb aquestes eines cal un esforç econòmic del SAMA i invertir en l'adquisició d'aparells més potents, amb més prestacions i, sobretot, cal invertir en llicències de programari que permetin processar les imatges preses i extreure una informació detallada i útil de la zona afectada en qüestió que pugui ajudar en la presa de decisions de les estratègies d'intervenció que cal seguir en cas d'emergència declarada.

Per tant, aquests procediments són una base i caldrà adaptar-los a les especificitats de cada incendi, a l'orografia, a les condicions meteorològiques i als equips disponibles, sempre prioritzant la seguretat i la coordinació amb el comandament de l'incident. La formació contínua dels operadors és clau per maximitzar l'eficàcia d'aquesta potent eina. Així mateix, cal destacar que aquesta tecnologia permet obtenir una «perspectiva general» de manera literal i ràpida, que supera les limitacions dels mètodes tradicionals. Per tant, la incorporació de drons a les operacions d'extinció d'incendis forestals de la CAIB pot suposar un salt qualitatiu fonamental en aquests tipus d'emergències, i és per això que el GID ha de treballar en aquest sentit i formar-se en l'ús dels drons per poder donar una resposta i apostar per treballar per millorar aquestes noves utilitats.