Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació

CTFC

Drons i fauna salvatge: aplicacions pràctiques

Introducció

Introducció

Terminologia

Dron

”Abellot” (anglès). Neix a Gran Bretanya als anys ’20 en l’àmbit militar.
Terme comú per designar tot tipus d’aeronaus no tripulades.

UAV

Unmanned Aerial Vehicle. Neix a Estats Units en l’àmbit militar.
Aeronaus no tripulades que poden volar autònomament o controlades per un pilot.
Se’n deriva UAS (System).

RPA

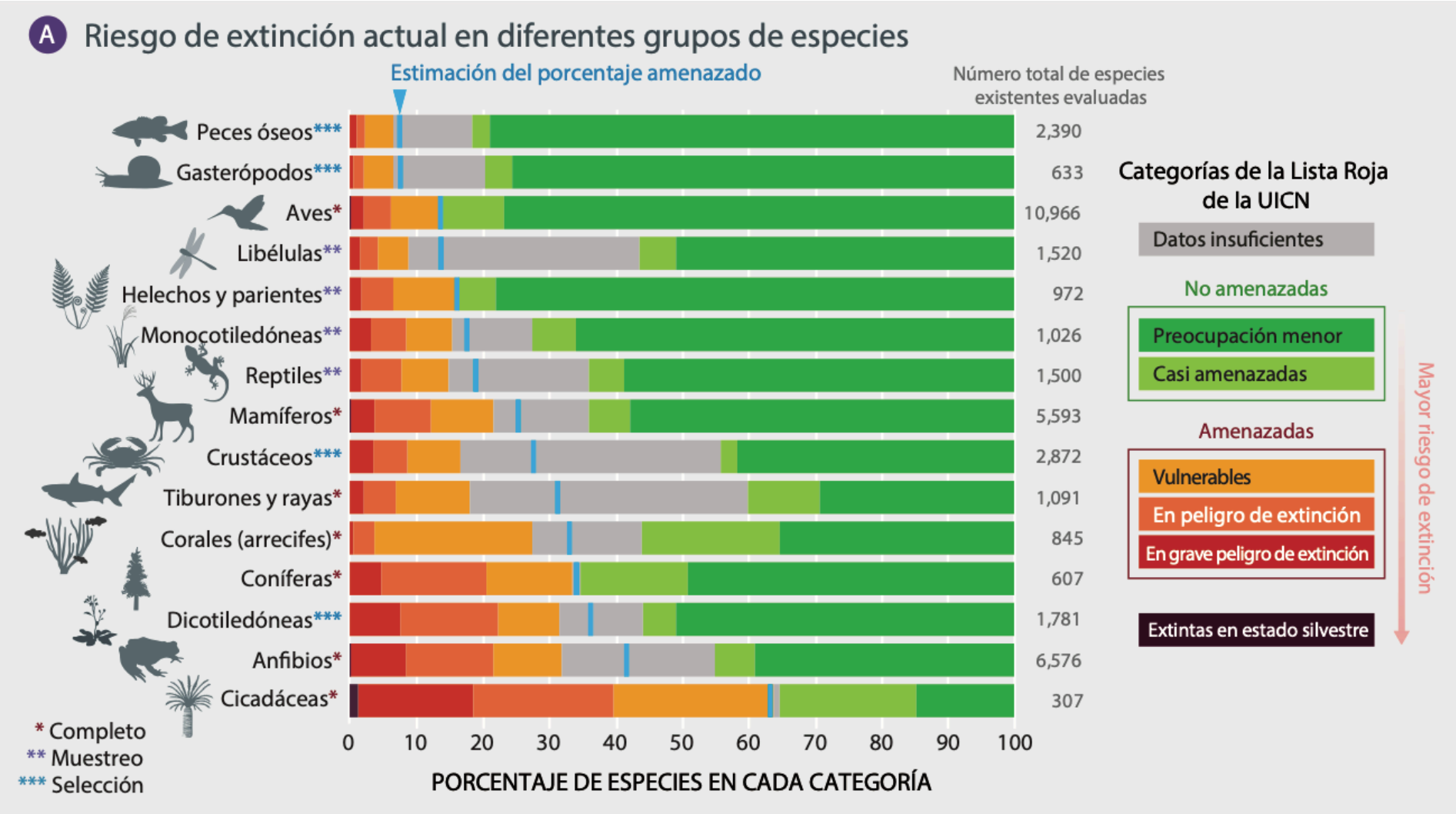
Remotely Piloted Aircraft. Neix per diferenciar-los dels militars.
Aernoau que requereixen, o que volen gràcies a, un pilot a terra.
Se’n deriva RPAS (System)

Crisis global de biodiversitat

Plataforma Intergovernamental en Biodiversitat i Serveis dels Ecosistemes (IPBES)

-

(https://ipbes.net/global-assessment)



Crisis global de biodiversitat

Introducció

Monitorització de fauna. Saber què estem intentant conservar

· Què busquem?
· On són?
· Com s'agrupen o distribueixen pel territori?
· Quants n'hi ha?

La monitorització ens permet:

i. Entendre les seves dinàmiques poblacionals

ii. Avaluar l'efectivitat de les gestions

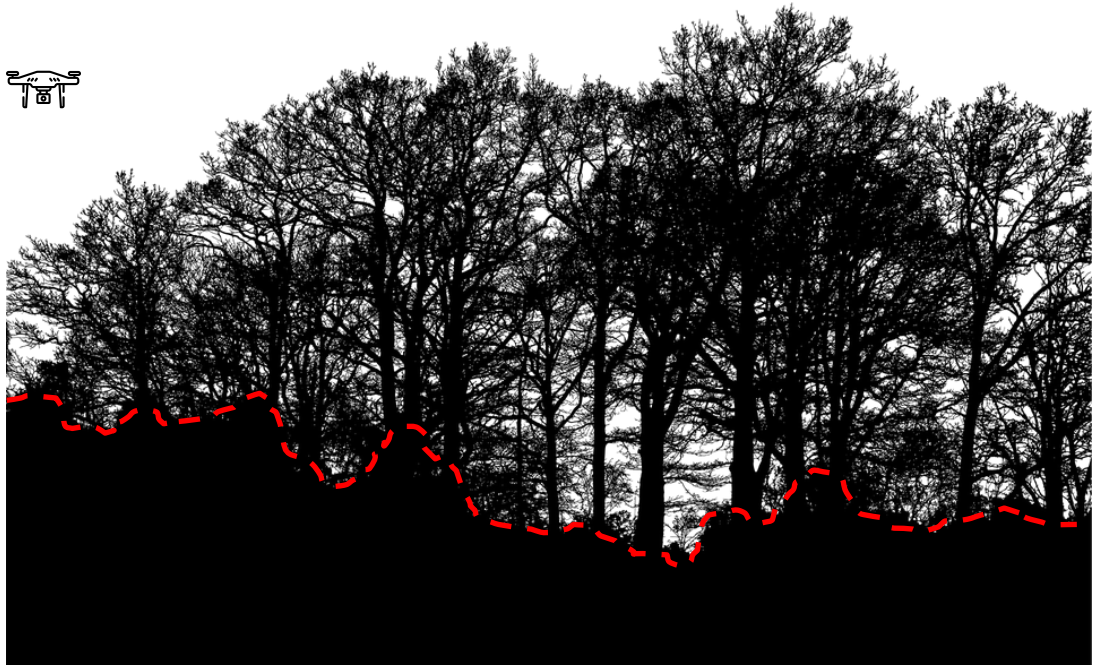
iii. Documentar la conformitat a la normativa

iv. Detectar canvis

Què ens poden aportar els drons?

- Permeten cobrir una àrea gran i cobrir-la ràpidament
- Ens donen una perspectiva de vista d'ocell, útil per localitzar fauna

- Permeten vèncer accidents orogràfics fàcilment

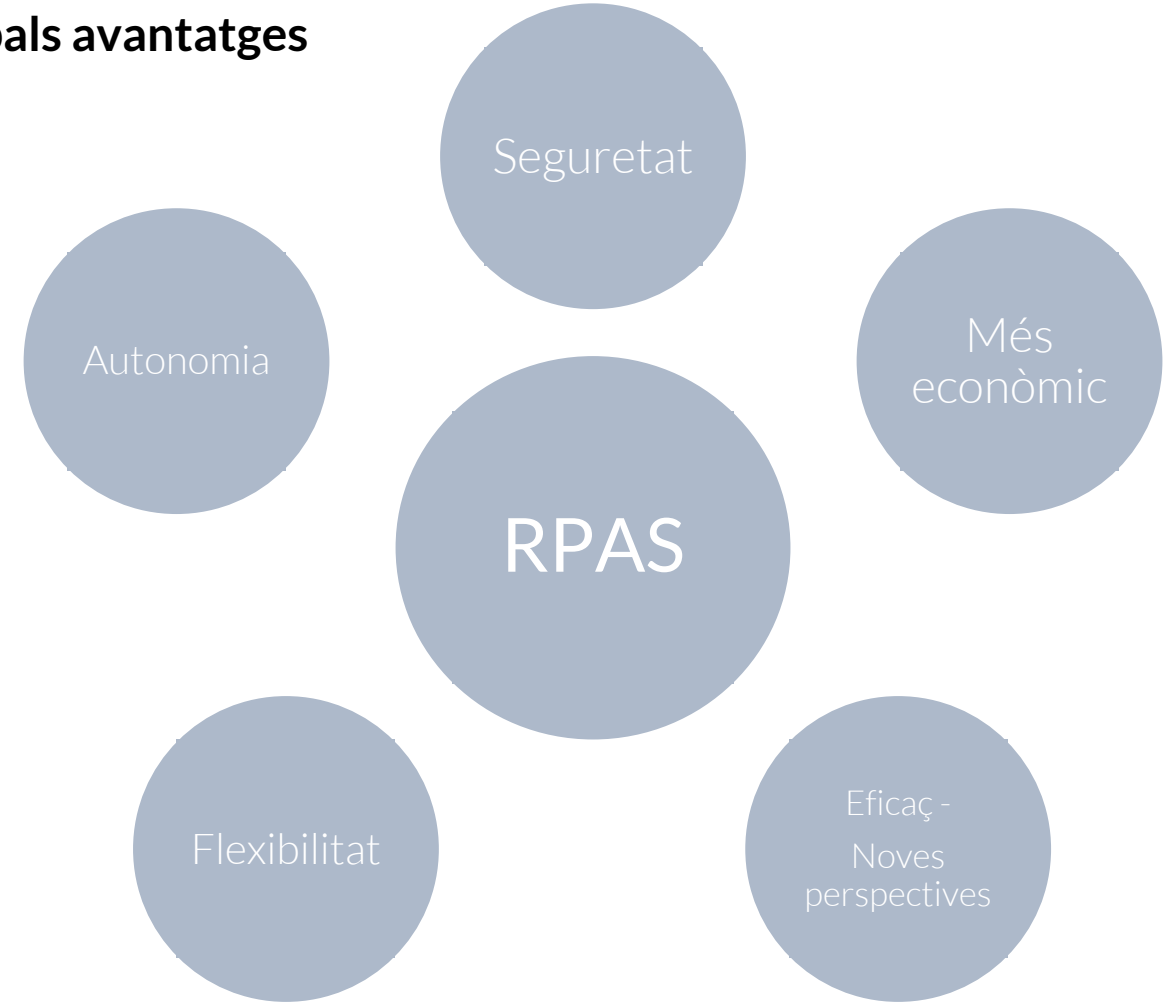


Drons

Drons

CTFC

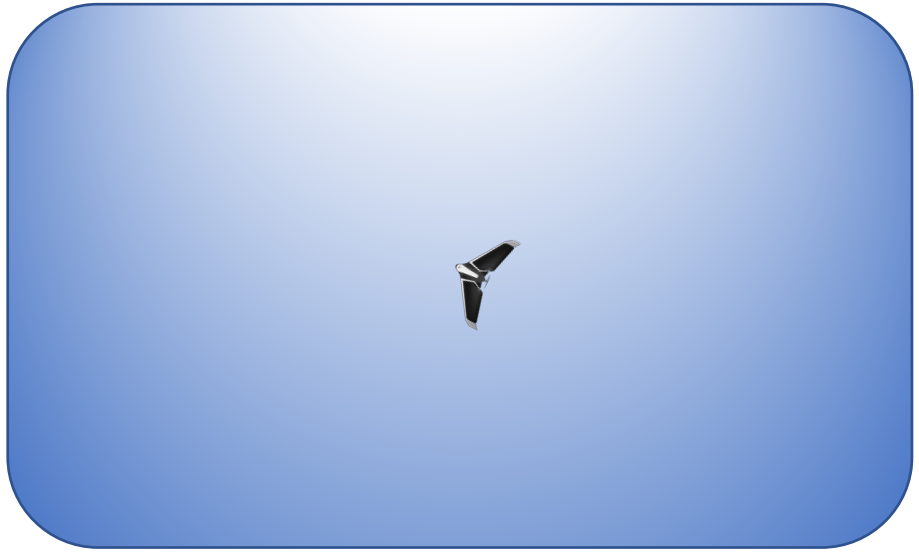
Principals avantatges



A tenir en compte:

Pertorbacions diferents, no sempre millors

Es pot confondre amb un depredador



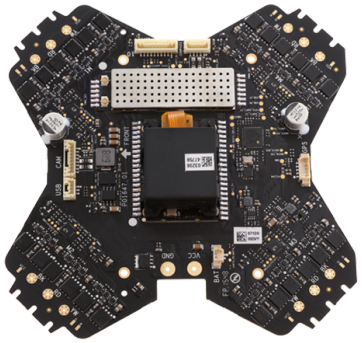
Components

Components

Motors

Components

Motors

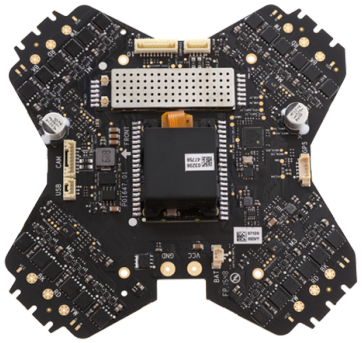


Controladora de vol (IMU)

- Acceleròmetre – 3 eixos
- Giroscopi – Posició I orientació
- Baròmetre – P. Atmosfèrica
- Variòmetre - Δ P. Atmosfèrica
- Brújula - Orientació
- GPS – Posició geolocalitzada

Components

Motors



Bateries

- Polímers de líti (LiPo)
- Multirotors: 2.500mAh – 22.000mAh
- Ala fixa: Fins a 10.000mAh
- Dron, tablet, emisora, radio (EVLOS)

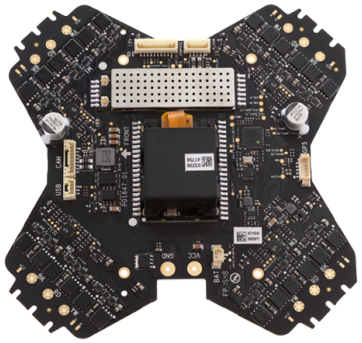
Controladora de vol (IMU)

- Acceleròmetre – 3 eixos
- Giroscopi – Posició I orientació
- Baròmetre – P. Atmosfèrica
- Variòmetre - Δ P. Atmosfèrica
- Brújula - Orientació
- GPS – Posició geolocalitzada

Components

TB47
99.9Wh

Motors



Bateries

- Polímers de líti (LiPo)
- Multirotors: 2.500mAh – 22.000mAh
- Ala fixa: Fins a 10.000mAh
- Dron, tablet, emisora, radio (EVLOS)

TB48
129.96Wh

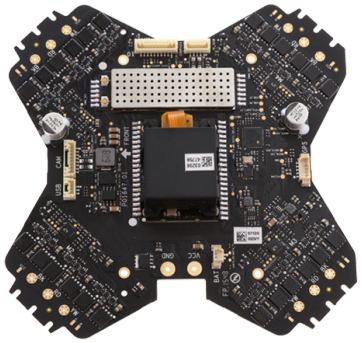
Controladora de vol (IMU)

- Acceleròmetre – 3 eixos
- Giroscopi – Posició I orientació
- Baròmetre – P. Atmosfèrica
- Variòmetre - Δ P. Atmosfèrica
- Brújula - Orientació
- GPS – Posició geolocalitzada

Components

TB47
99.9Wh

Motors



Bateries

- Polímers de líti (LiPo)
- Multirotors: 2.500mAh – 22.000mAh
- Ala fixa: Fins a 10.000mAh
- Dron, tablet, emisora, radio (EVLOS)

TB48
129.96Wh

Càrrega útil (Payload)

- Sensors

Controladora de vol (IMU)

- Acceleròmetre – 3 eixos
- Giroscopi – Posició I orientació
- Baròmetre – P. Atmosfèrica
- Variòmetre - Δ P. Atmosfèrica
- Brújula - Orientació
- GPS – Posició geolocalitzada

Components

TB47
99.9Wh

Bateries

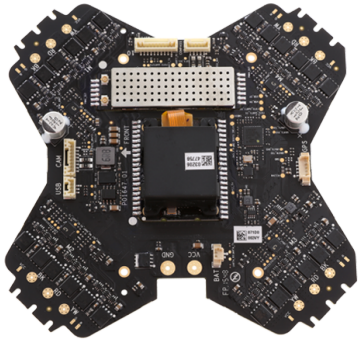
- Polímers de líti (LiPo)
- Multirotors: 2.500mAh – 22.000mAh
- Ala fixa: Fins a 10.000mAh
- Dron, tablet, emisora, radio (EVLOS)

TB48
129.96Wh

Sistemes de seguretat

Càrrega útil (Payload)

- Sensors



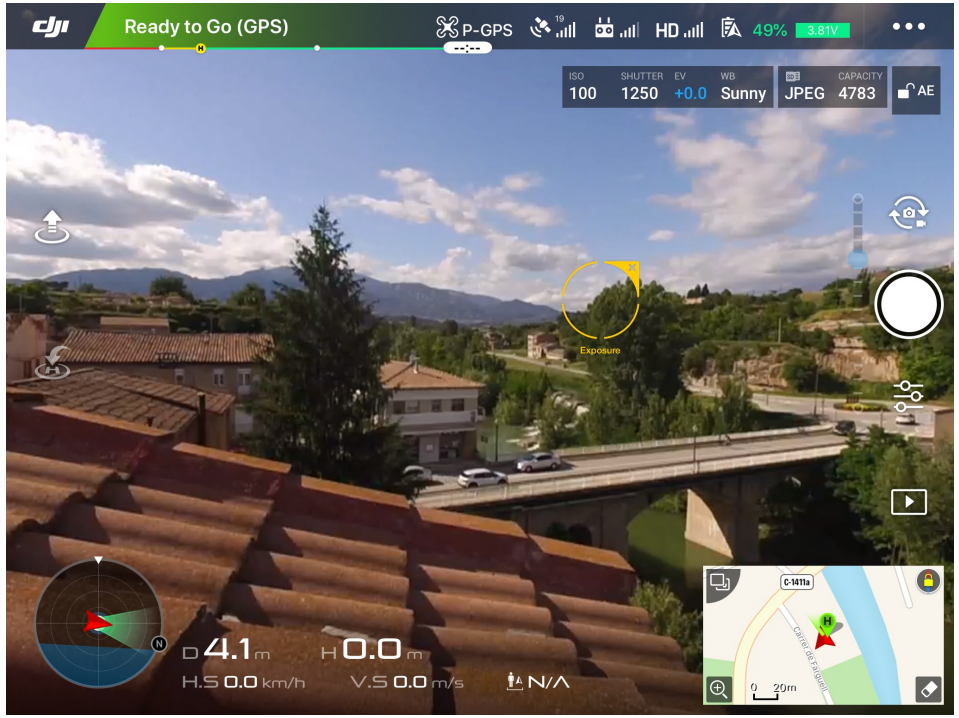
Controladora de vol (IMU)

- Acceleròmetre – 3 eixos
- Giroscopi – Posició I orientació
- Baròmetre – P. Atmosfèrica
- Variòmetre - Δ P. Atmosfèrica
- Brújula - Orientació
- GPS – Posició geolocalitzada

Emisora
Transmet les ordres a l'aeronau

Estació de control (GCS)

Telemetria del vol

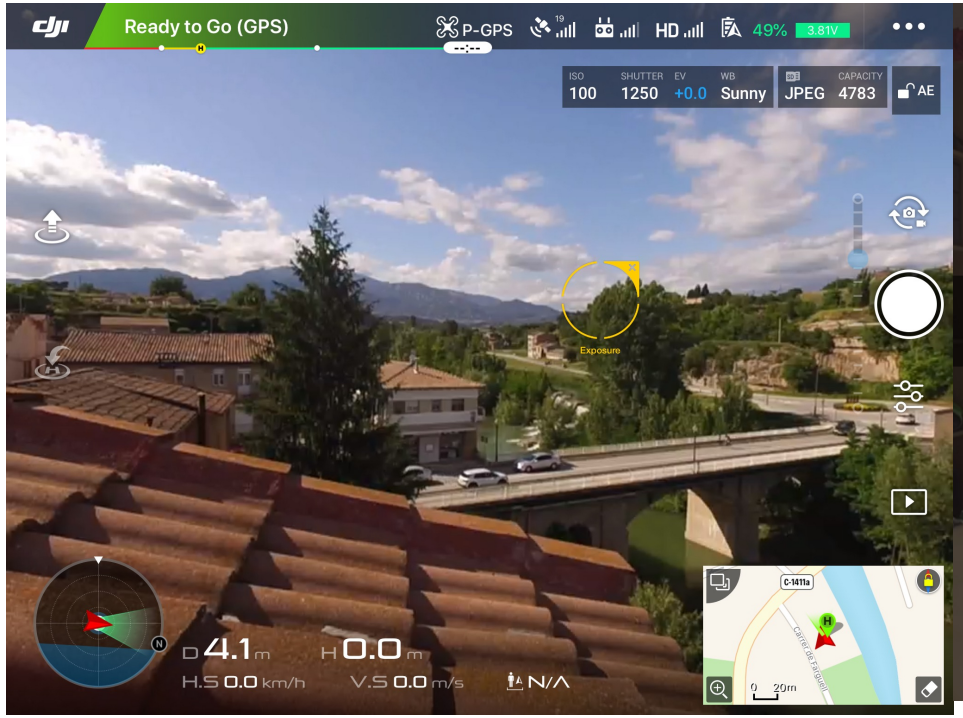


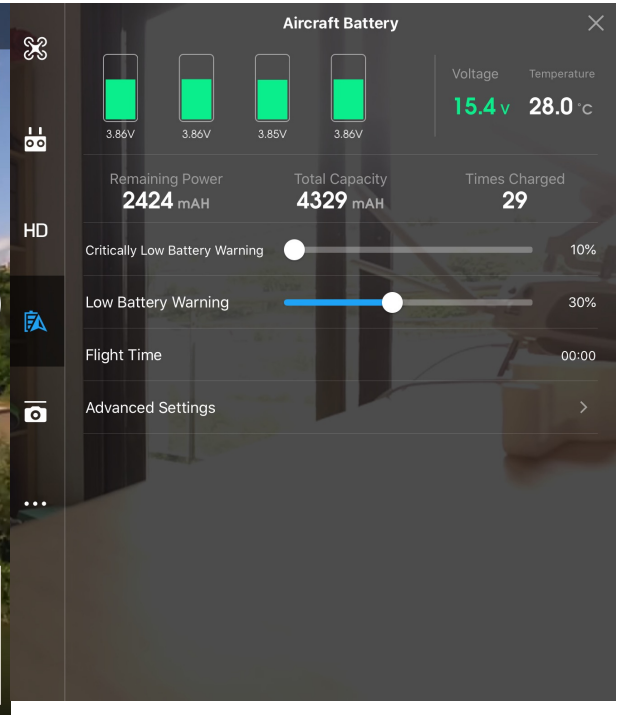
Emisora

Transmet les ordres a l'aeronau

Estació de control (GCS)

Telemetria del vol



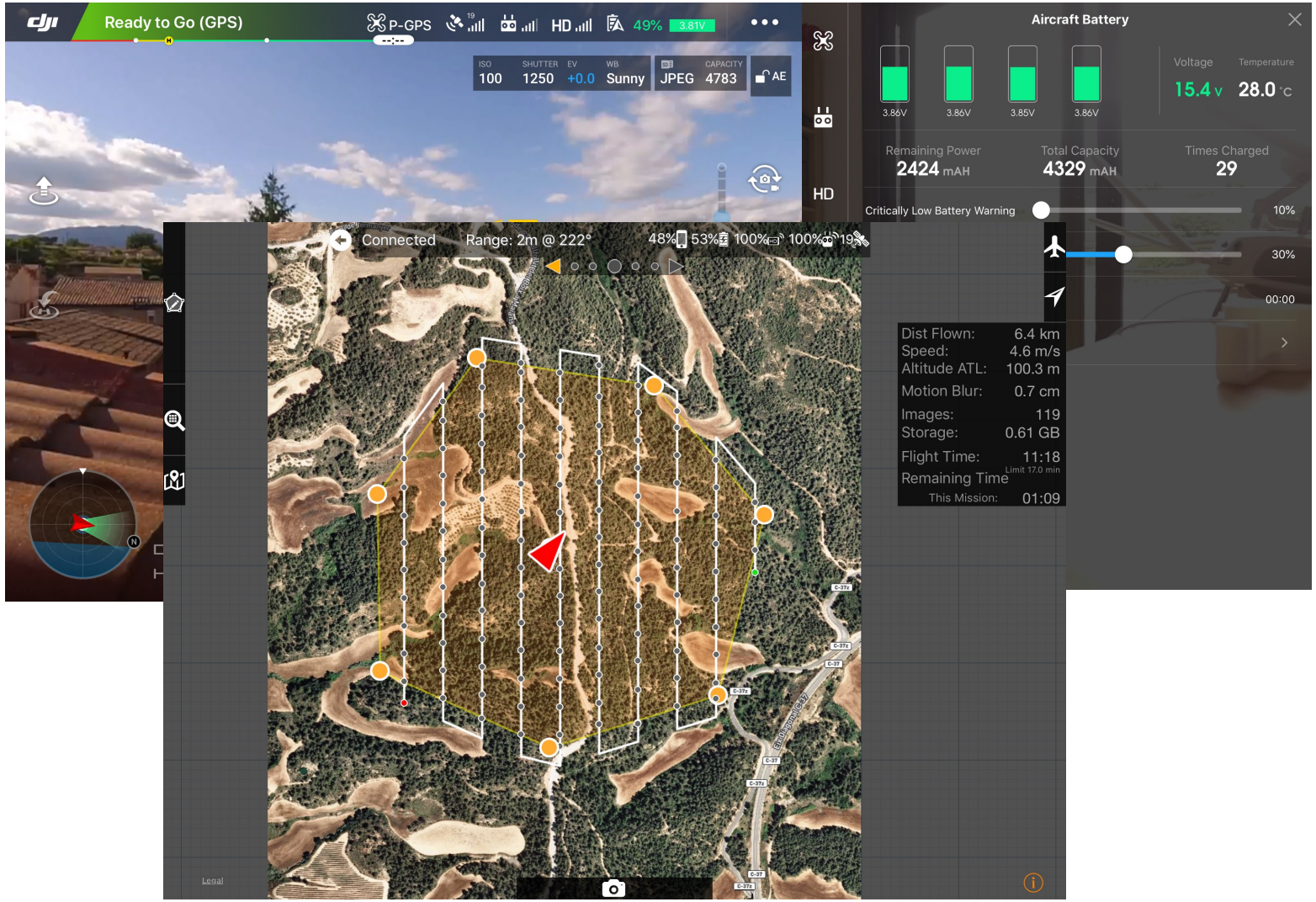


Emisora

Transmet les ordres a l'aeronau

Estació de control (GCS)

Telemetria del vol



Emisora

Transmet les ordres a l'aeronau

	Ala fixa
+	Més temps de vol (més aerodinàmics)
+	Més ràpids (normalment)
+	Suporten vents més forts
+	Menys parts
+	Pot planejar
-	Necessita zona d'enlairament i aterratge
-	Més difícils de volar

Plataformes

Ala fixa

+	Més temps de vol (més aerodinàmics)
+	Més ràpids (normalment)
+	Suporten vents més forts
+	Menys parts
+	Pot planejar
-	Necessita zona d'enlairament i aterratge
-	Més difícils de volar

Multirotor

+	Més àgils de maniobrar
+	Enlairament i aterratge verticals
+	Capacitat de 'sobrevolar' (hover)
+	Més fàcil de volar
+	Més populars/comuns
-	Les avantatges d'un ala fixa

Plataformes

Ala fixa

+	Més temps de vol (més aerodinàmics)
+	Més ràpids (normalment)
+	Suporten vents més forts
+	Menys parts
+	Pot planejar
-	Necessita zona d'enlairament i aterratge
-	Més difícils de volar

Multirotor

+	Més àgils de maniobrar
+	Enlairament i aterratge verticals
+	Capacitat de 'sobrevolar' (hover)
+	Més fàcil de volar
+	Més populars/comuns
-	Les avantatges d'un ala fixa

Altres

+	Autonomia 2 ½ h
+	Enlairament i aterratge verticals
+	Capacitat de 'sobrevolar' (hover)
+	Més fàcil de volar
+/-	Funciona amb gasoil
-	Molt soroll
-	Fets a mida

Normativa

Normativa

Internacional	OACI	• **Organització d'Aviació Civil Internacional** • Recomana, supervisa, informa de paràmetres de rendiment del sector i audita
Europeu	EASA	• **European Aviation Safety Agency** • Assegurar alts nivells de seguretat i protecció per totes les aeronaus que volen a Europa així com dels seus ciutadans.
Estatal	AESA	• **Agencia Estatal de Seguretat Aeria** • Vetlla per a què es compleixin les normes d'aviació civil

EASA
European Union Aviation Safety Agency

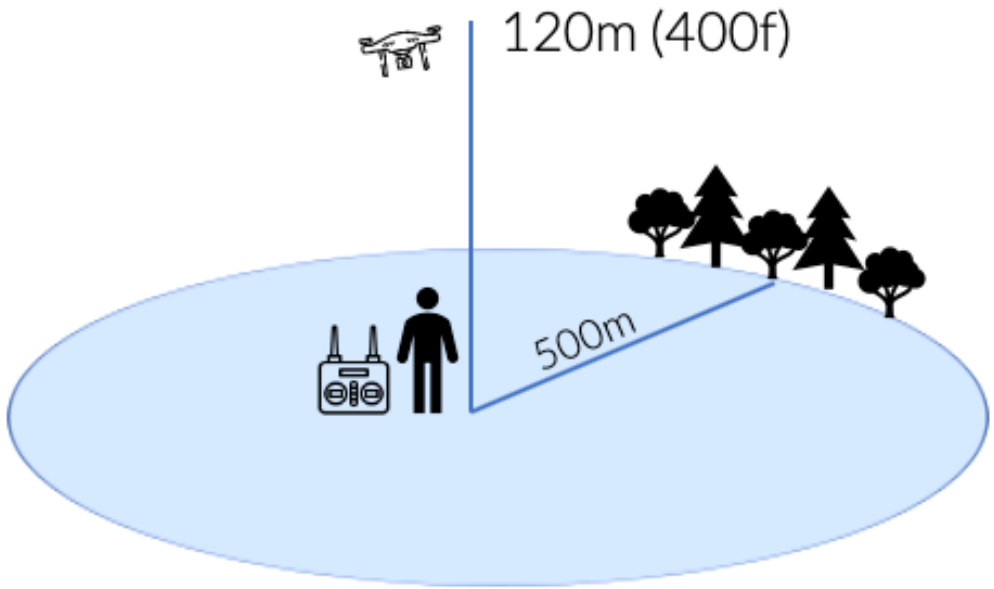
AESA

Glossari ràpid

MTOM/MTOW	*Maximum Take-Off Weight.* Pes màxim en el moment de l'enlairament
Operador/a	Habilitació per part d'AESA per poder realitzar treballs aeris amb un RPA. Una operadora pot tenir varis pilots.
RPIC/Observador	*Remotely Pilot In Command*: Persona que pilota i té el control de l'aeronau. Observador: Assisteix a l'RPIC. Només cal tenir l'examen teòric aprovat.

Reial Decret 1036/2017

Escenaris - Procediments Operacionals



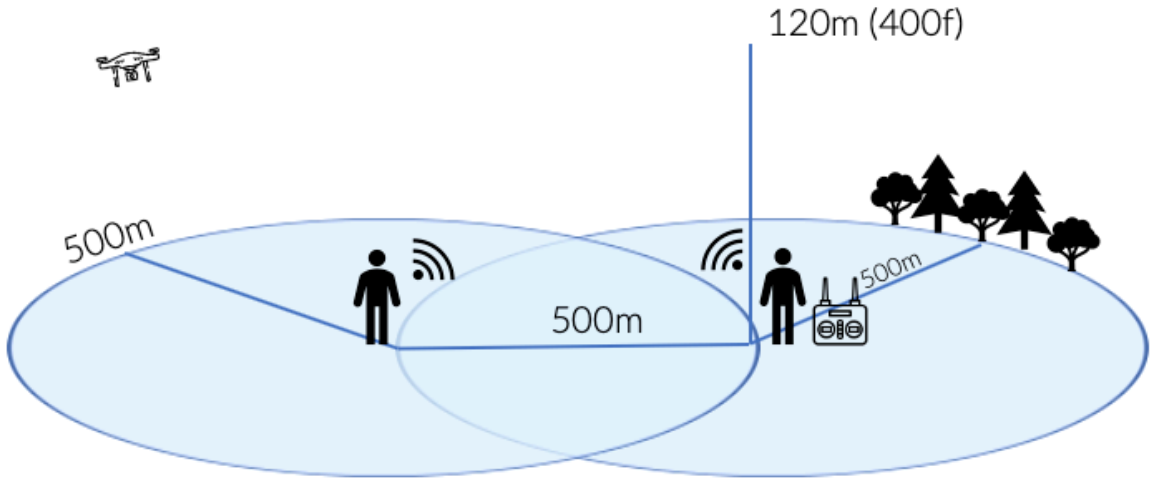
Visual **L**ine **O**f **S**ight

✓	Sempre en línia de vista de **RPIC**
✓	Dist. H. fins a 500m de **RPIC**
✓	Dist. V. fins a 120m de **RPIC**

X	Espai aeri controlat
X	Edificis o aglomeracions de persones

Escenaris - Procediments Operacionals

Extended **V**isual **L**ine **O**f **S**ight

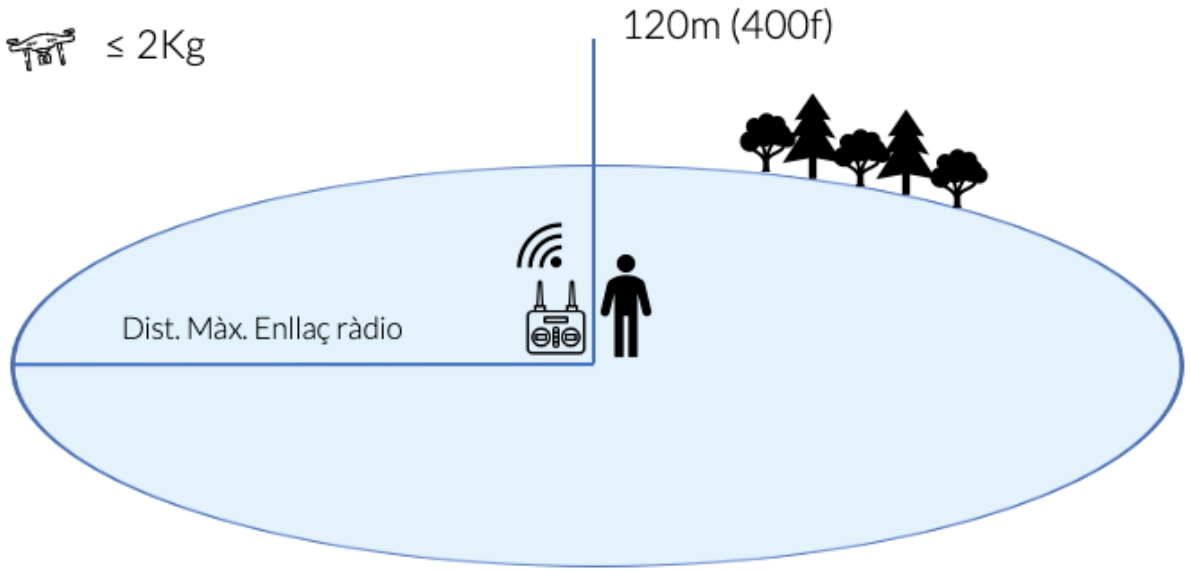


✓	Sempre en línia de vista de **RPIC** o **OBS**
✓	Dist. H. fins a 500m de **RPIC** o **OBS**
✓	Dist. V. fins a 120m de **RPIC** o **OBS**
✓	Comunicació ràdio permanent **RPIC-OBS**

X	Espai aeri controlat
X	Edificis o aglomeracions de persones

Escenaris - Procediments Operacionals

Beyond **V**isual **L**ine **O**f **S**ight



✓	Dist. H. fins on arribi **enllàç ràdio**
✓	Dist. V. fins a 120m de **RPIC**
✓	MTOW ≤ 2 Kg
✓	Demanar un **NOTAM**
✓	Autorització **AESA**

X	Espai aeri controlat
X	Edificis o aglomeracions de persones

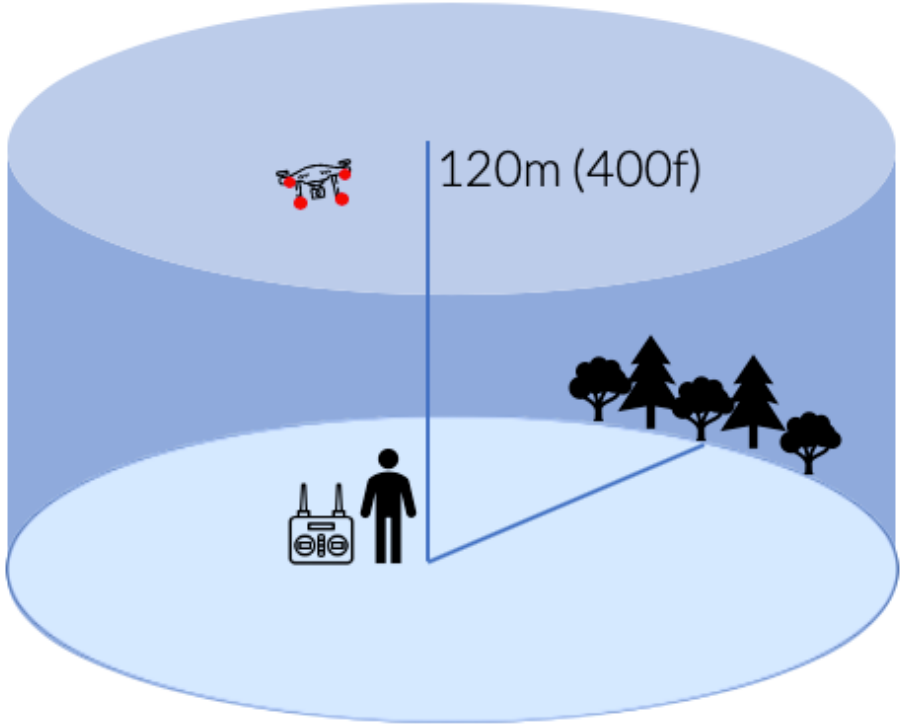
2 Kg < MTOW ≤ 25 Kg ? Sistema homologat de DETECT & AVOID. Demanar un **TSA (Temporary Segregated Area)**

Escenaris - Procediments Operacionals

Vol Nocturn

Requisits tècnics a determinar en funció de:

- Tipus d'operació
- Altitud
- Distància



✓	Sistema de llums per garantitzar visibilitat
✓	Estudi aeronàtuic de seguritat específic
✓	Autorització **AESA**

X	Espai aeri controlat
X	Edificis o aglomeracions de persones

Reial Decret 1036/2017

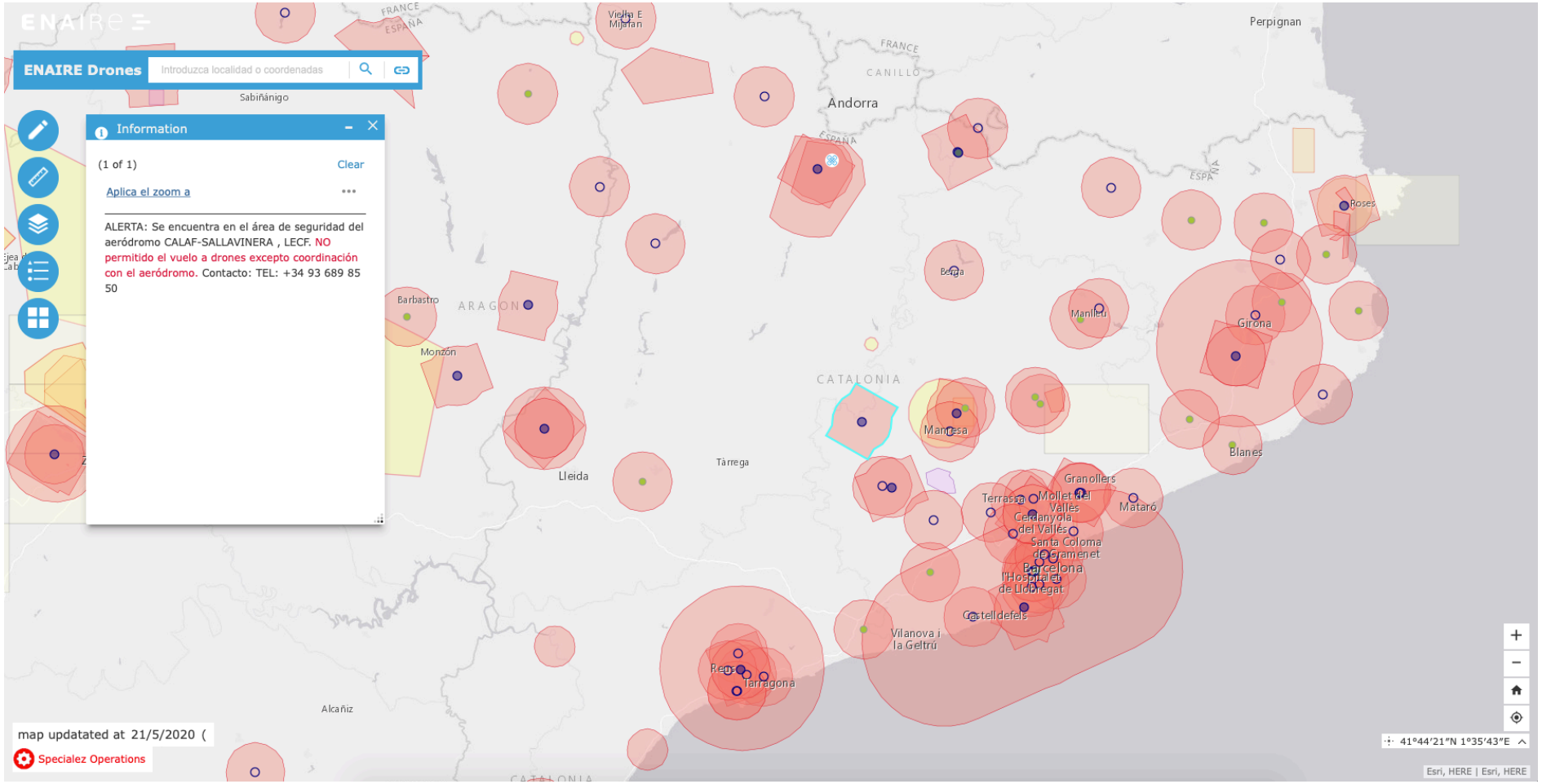
Zones P, R, D, RVF, ZEPA, etc

Zona P (Prohibida)	Prohibit el vol d'aeronaus excepte els autoritzades pel Ministeri de Defensa.
Zona R (Restringida)	Restringit el vol d'aeronaus d'acord amb determinades condicions específiques.
Zona D (*Dangerous* – Perillosa)	Espai aeri on pot ser que es realitzin, en determinats moments, activitats perilloses pel vol d'aeronaus.
TSA (*Temporary Segregated Area* – Àrea temporalment segrestada)	Espai aeri exclusiu per nosaltres. No hi hauria d'entrar cap aeronau. Depèn del "sostre" que ens concedeixin no tindrem la limitació de 120m ja que no hi entrarà cap altra aeronau.
RVF, ZEPA, Parcs Naturals	En aquests casos haurem de mirar per cada cas concret si podem volar o no, i en el seu defecte demanar autorització.

Reial Decret 1036/2017

ENAIRE Drones

Tota aquesta informació la podem trobar a la pàgina web d'AESA Drones ENAIRE (https://drones.enaire.es).



Normativa comunitària sobre operacions amb UAS (EASA)

Normativa comunitària sobre operacions amb UAS (EASA)

'ABIERTA'

Bajo riesgo

No se require autorización ni declaración por parte del operador

(*"Plug and play"*)

'ESPECÍFICA'

Mayor riesgo

Estudio aeronáutico seguridad (SORA)

Declaración operador o autorización AESA

STS & Predefined Risk Assessment EASA

'CERTIFICADA'

Riesgo alto

Operador certificado

UAS certificado

Piloto con licencia

Reglamento Delegado (UE) 2019/945

Normativa comunitària sobre operacions amb UAS (EASA)

'ABIERTA'

Bajo riesgo

No se require autorización ni declaración por parte del operador

'ESPECÍFICA'

Mayor riesgo

Estudio aeronáutico seguridad (SORA)

Declaración operador o autorización AESA

'CERTIFICADA'

Riesgo alto

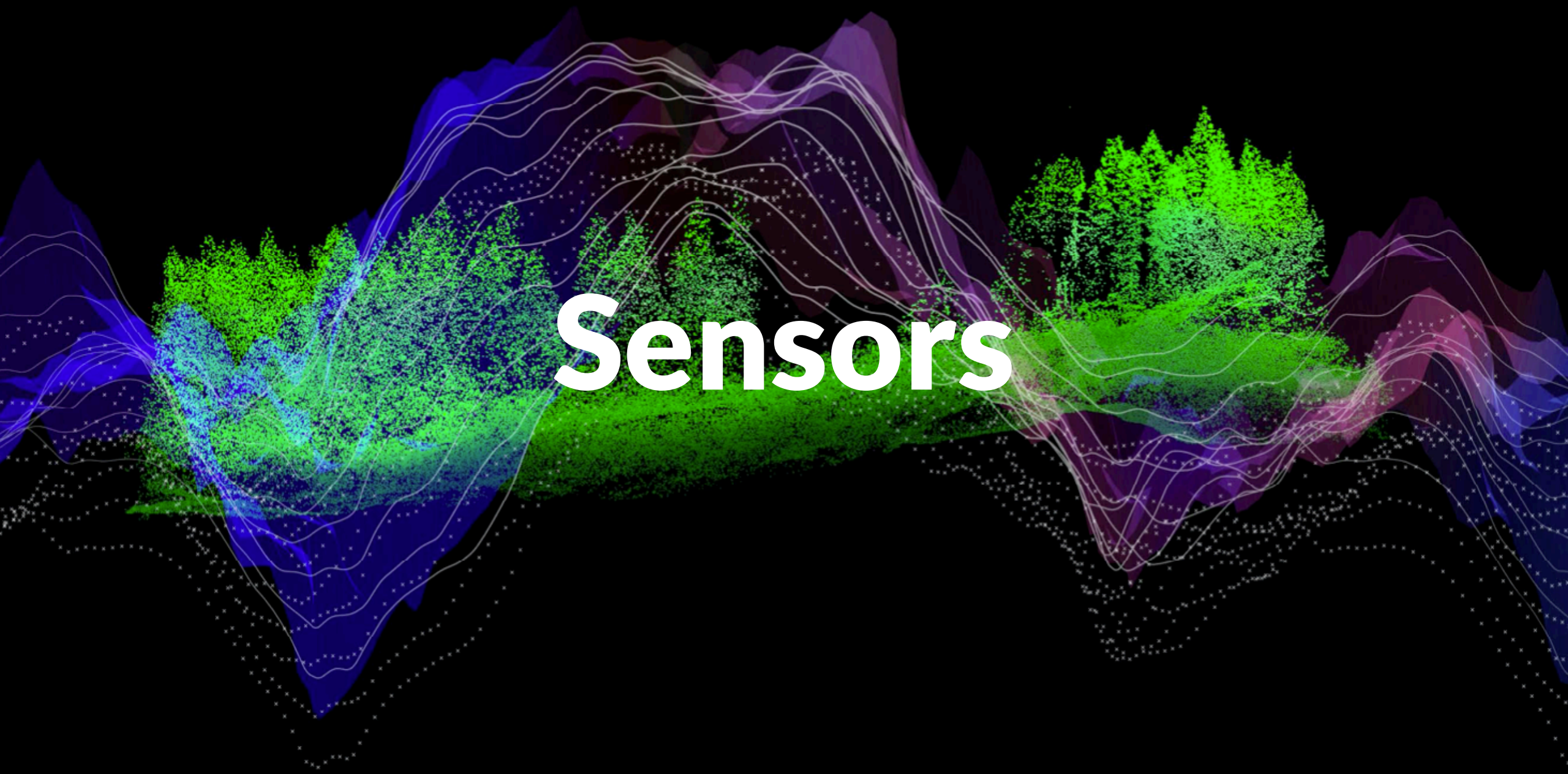
Operador certificado

UAS certificado

Piloto con licencia

https://www.seguridadaerea.gob.es/media/4748968/presentacion_normativa_europea_uas.pdf

CTFC

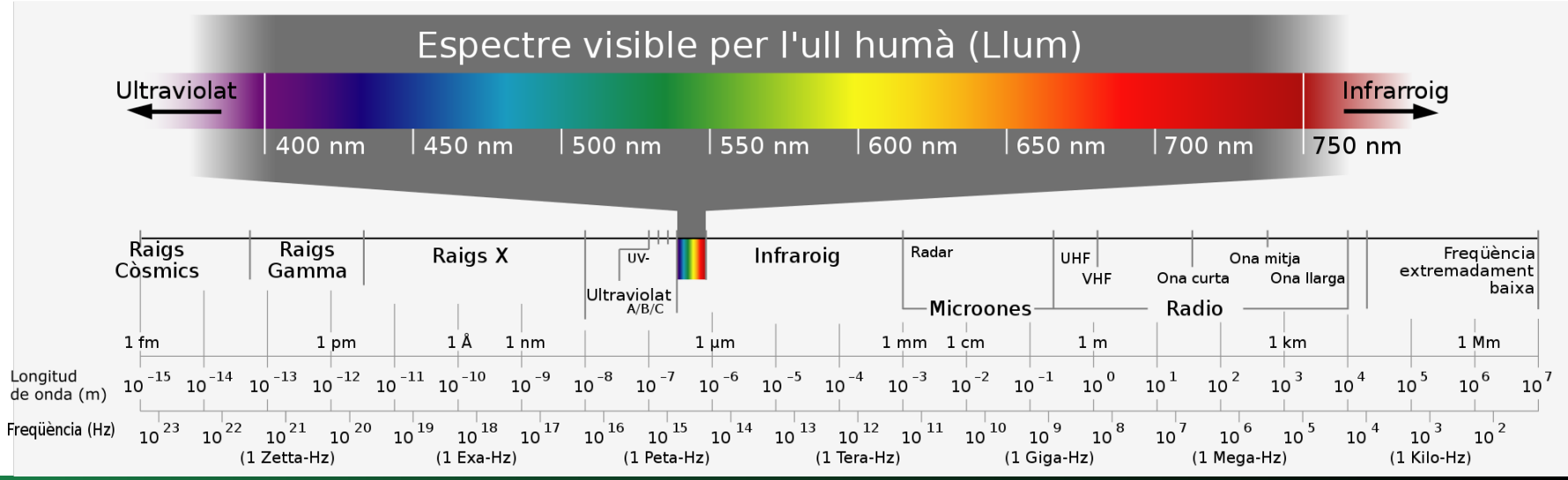


Sensors

Sensors

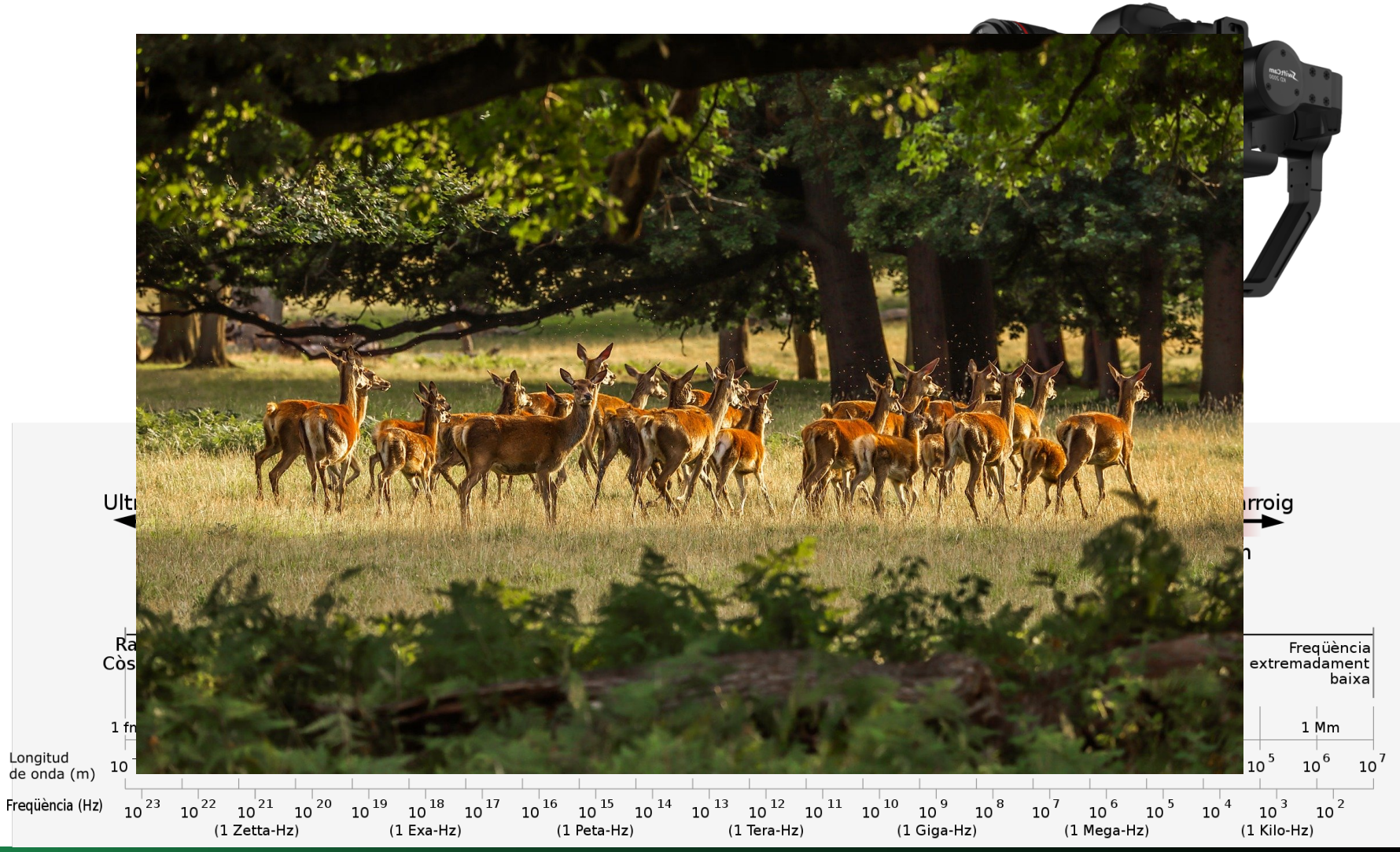
RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres

RedGreenBlue



Sensors

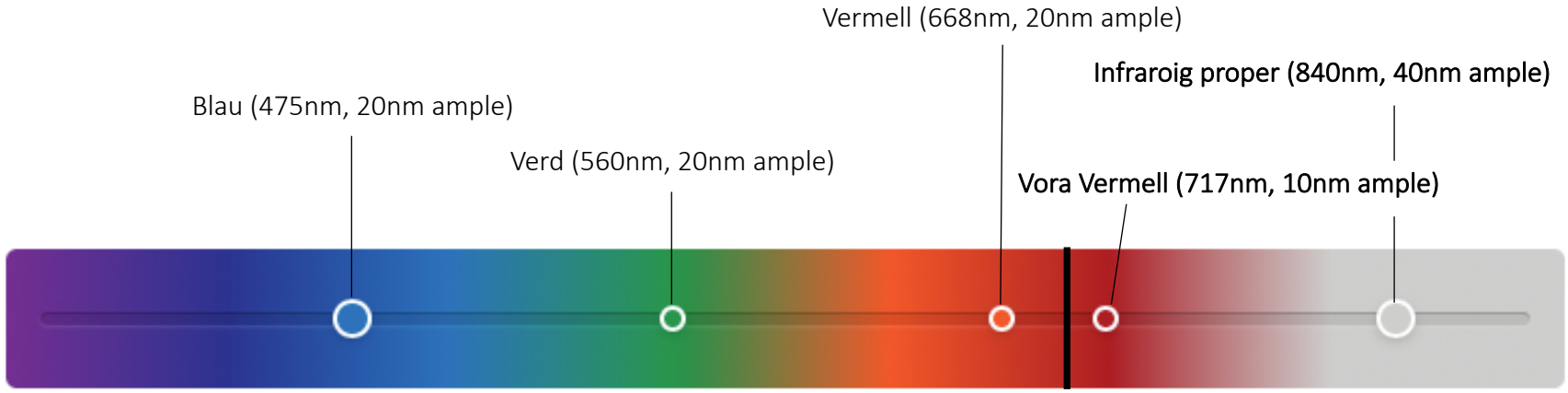
RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres



Sensors

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres

- Capturen diferents bandes de l'espectre electromagnètic
- No visible a l'ull humà

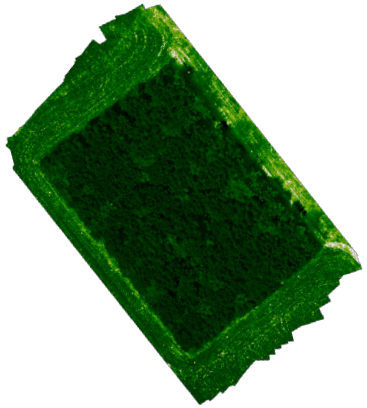


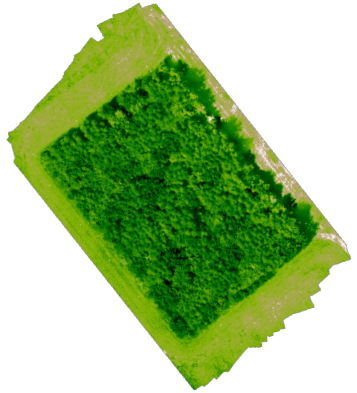
Visible to Non-visible Light Spectrum Range Represented (400 nm - 900 nm)

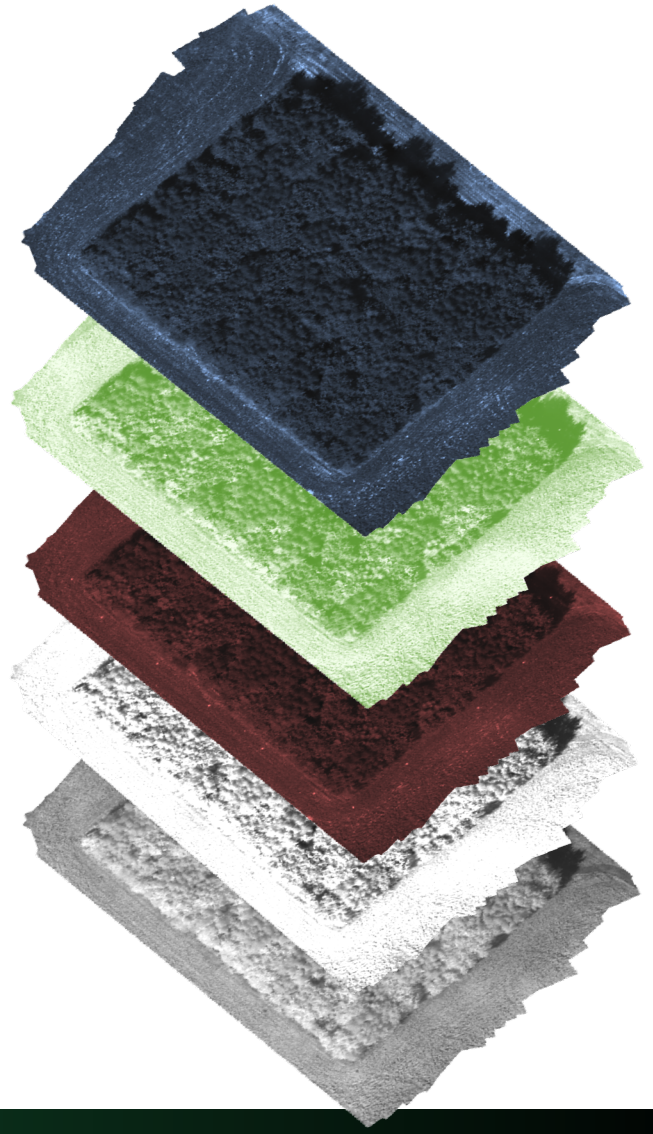
Sensors

CTFC

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres







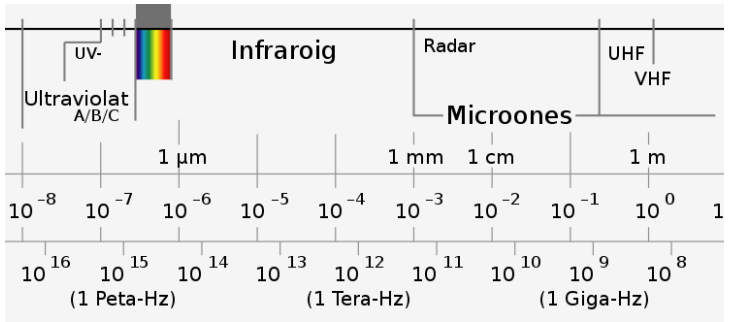
Índex de vegetació

Spectral index	Equation	Source
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$\frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$	(Rouse et al., 1974)
Green Normalized Difference Vegetation Index (GDVI)	$\frac{(NIR - Green)}{(NIR + Green)}$	(Gitelson and Merzlyak, 1994)
Normalized Difference Red Edge Index (NDRE)	$\frac{(NIR - RedEdge)}{(NIR + RedEdge)}$	(Barnes et al., 2000)
Datt 99 Index (Dt99)	$\frac{(NIR - RedEdge)}{(NIR - Red)}$	(Datt, 1999)

Sensors

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres

- Mesura radiació **infraroja**
- L'energia IR pot ser reflectida però també **emesa** (podem volar de nit)
- No traspassa alguns materials (p.e. aigua).
- No podem veure per sota de la capçada dels arbres



Detecció fauna, en funció de:

- Mida
- Quantitat d'energia tèrmica que desprèn (aïllament tèrmic)
- Condicions atmosfèriques
- Contrast de T entre l'individu i el seu fons

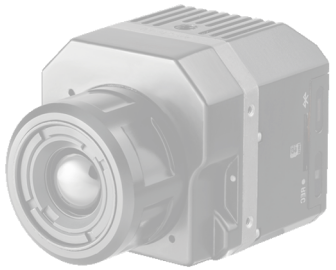
Sensors

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres

En vols diurns:

- Sensors **Tèrmic – RGB** complementaris

Zoom Òptic **30x**
Res: **1920x1080**



Zoom Digital **8x**
Res: **640x512**

Sensors

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres

En vols diurns:

- Sensors **Tèrmic – RGB** complementaris

Zoom Òptic **30x**
Res: **1920x1080**

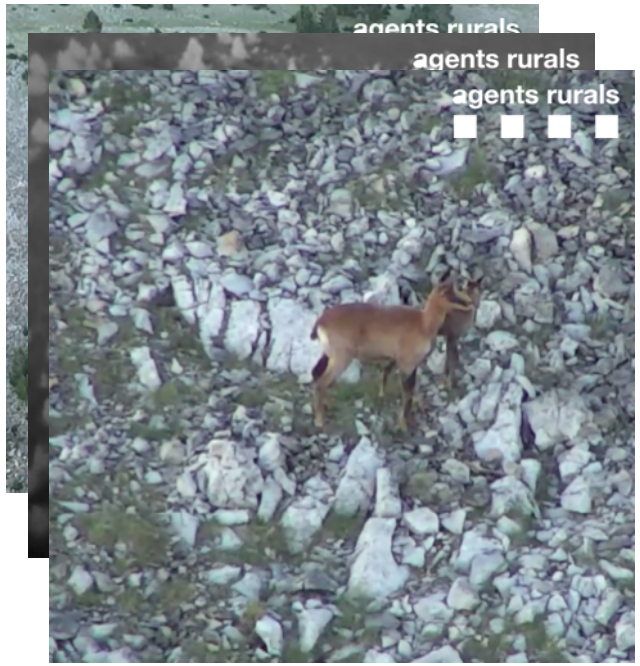
Zoom Digital **8x**
Res: **640x512**

Sensors

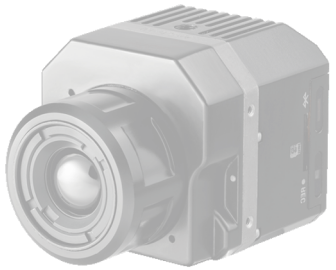
RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres

En vols diurns:

- Sensors **Tèrmic – RGB** complementaris



Zoom Òptic **30x**
Res: **1920x1080**



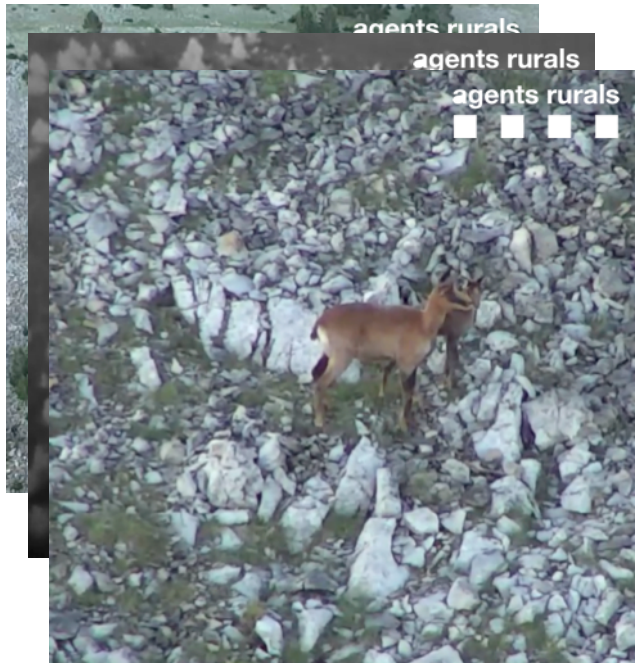
Zoom Digital **8x**
Res: **640x512**

Sensors

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LIDAR
Altres

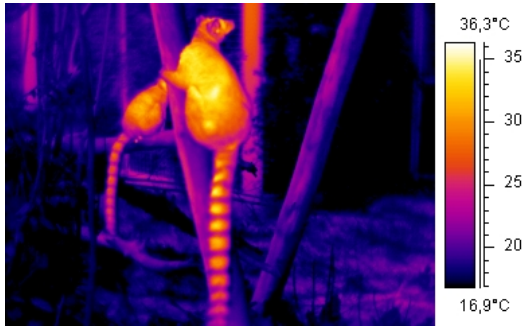
En vols diurns:

- Sensors **Tèrmic – RGB** complementaris



En vols nocturns:

- Només sensor **tèrmic**



Zoom Digital **8x**
Res: **640x512**

Sensors

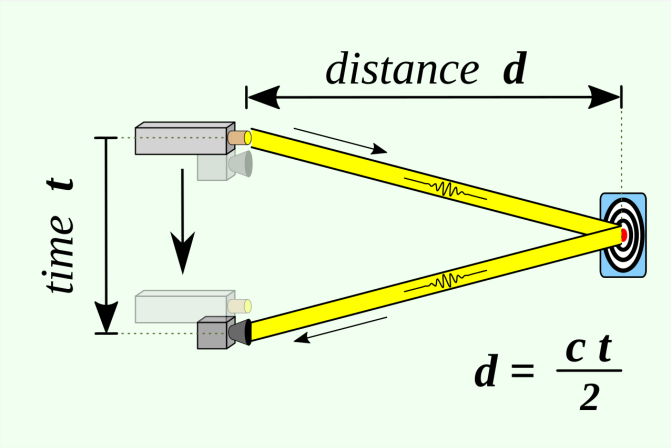
RGB
Multiespectral
Tèrmic
LiDAR
Altres

*"**L**ight **D**etection **A**nd **R**anging" o "**L**aser **I**maging, **D**etection, **A**nd **R**anging"*

Pulsos làser que reboten als objectes

Mateix principi que:

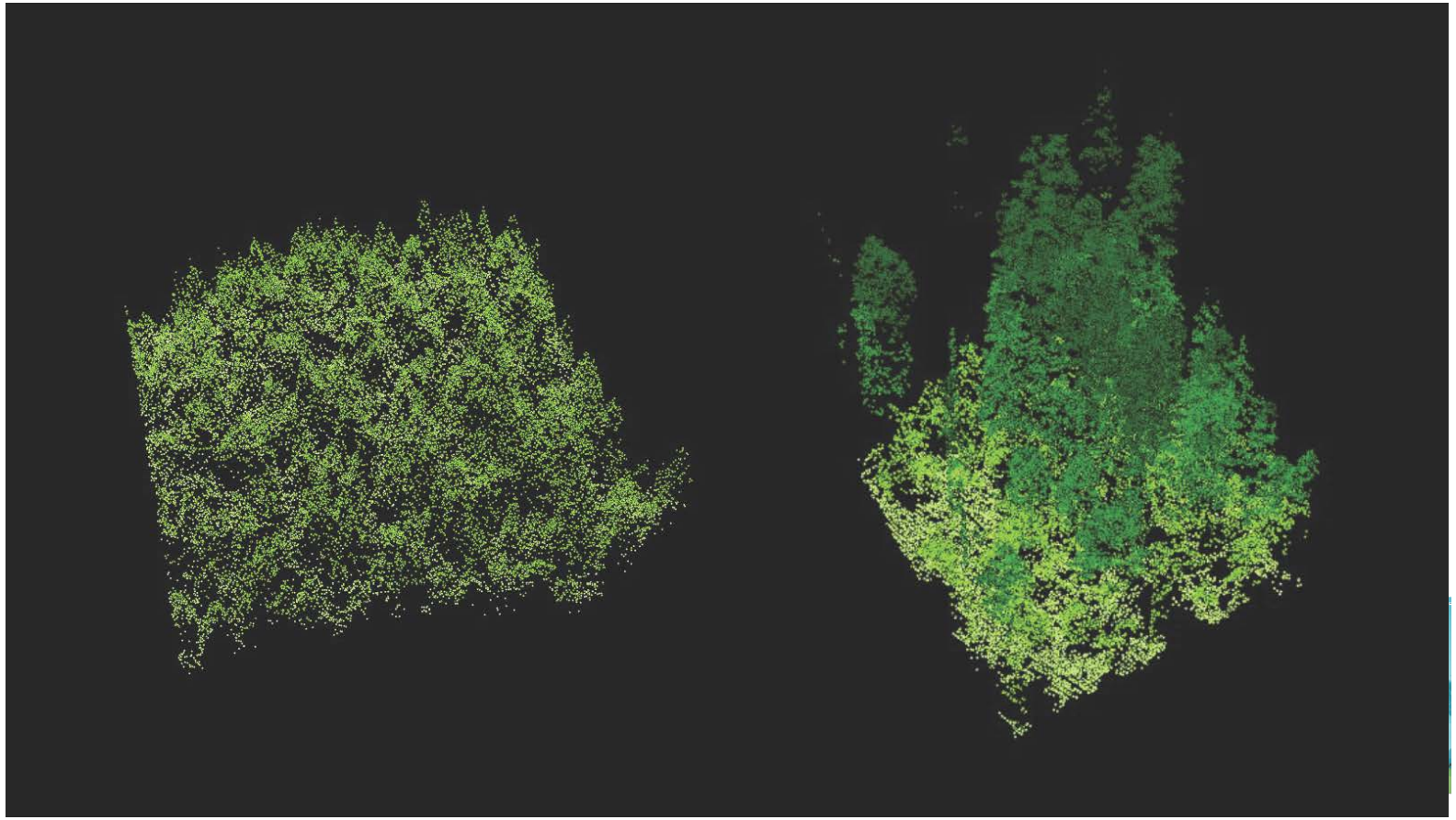
- SOund Navigation And Ranging (ones sonores)
- RAdio Detection And Ranging (ones radio)



Sensors

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LiDAR
Altres

*”**Li**ght **D**etection **A**nd **R**anging” o ”**L**aser **I**maging, **D**etection, **A**nd **R**anging"*



Sensors

RGB
Multiespectral
Tèrmic
LiDAR
Altres

- Magnetòmetres

Barczyk, M., & Lynch, A. F. (2012). Integration of a Triaxial Magnetometer into a Helicopter UAV GPS-Aided INS. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 48(4), 2947–2960. doi:10.1109/taes.2012.6324671

- Acústics

Hoshiba, K.; Washizaki, K.; Wakabayashi, M.; Ishiki, T.; Kumon, M.; Bando, Y.; Gabriel, D.; Nakadai, K.; Okuno, H.G. Design of UAV-Embedded Microphone Array System for Sound Source Localization in Outdoor Environments. Sensors 2017, 17, 2535.

- Qualitat de l'aire

Chwaleba, A., Olejnik, A., Rapacki, T. and Tuśnio, N. 2014. Analysis of capability of air pollution monitoring from an unmanned aircraft. Aviation. 18, 1 (Apr. 2014), 13-19.
DOI: https://doi.org/10.3846/16487788.2014.865936.

- Altaveus i megàfons

"*La Policia de Sabadell utilitzarà drons per assegurar que es compleix el confinement*"
Nació Digital de 24 de març de 2020

CTFC

Casos d’èxit

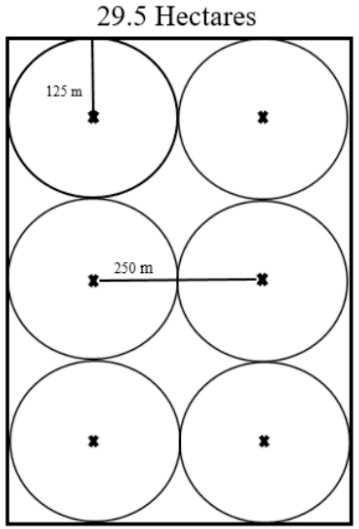
Casos d'èxit

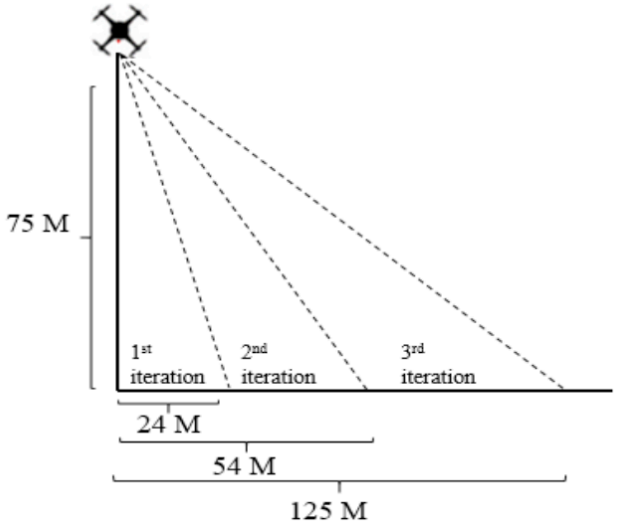
Article

Applications of Unmanned Aerial Vehicles to Survey Mesocarnivores

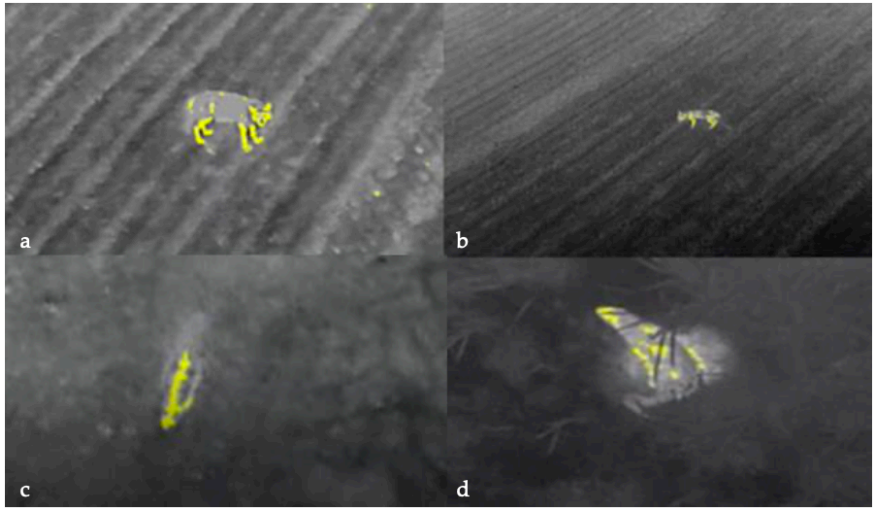
Jacob D. Bushaw [1], Kevin M. Ringelman [1,*] and Frank C. Rohwer [2]

1 Louisiana State University AgCenter, 312 Renewable Natural Resources Building, Baton Rouge, LA 70803, USA; jbusha1@lsu.edu
2 Delta Waterfowl Foundation, 1312 Basin Avenue, Bismarck, ND 58504, USA; frohwer@deltawaterfowl.org
* Correspondence: kringelman@agcenter.lsu.edu





Plataforma	Multirotor
Sensor	Tèrmic
Ubicació	Manitoba, Canada
Objectiu	Seguiment nocturn de mesocarnivors amb un RPA i un sensor tèrmic



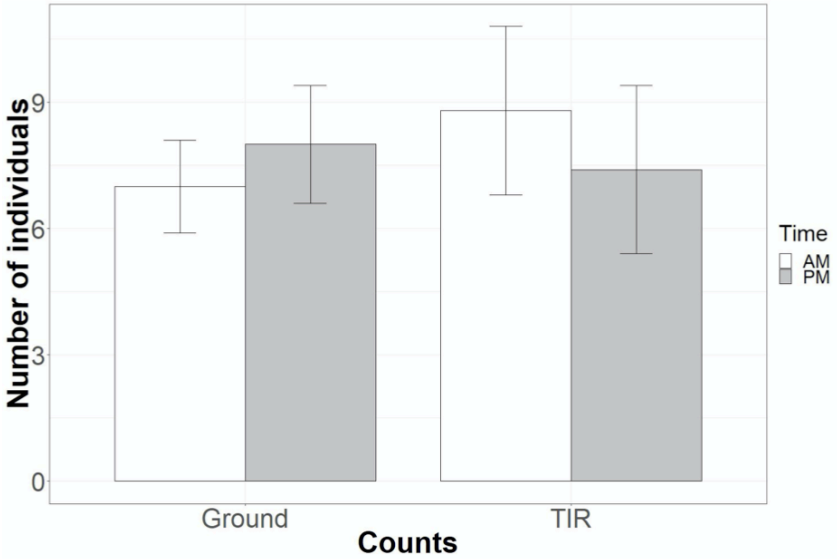
"When we dropped to lower elevations to identify mesocarnivores, reactions ranged from no visible reaction to running away"

Casos d'èxit

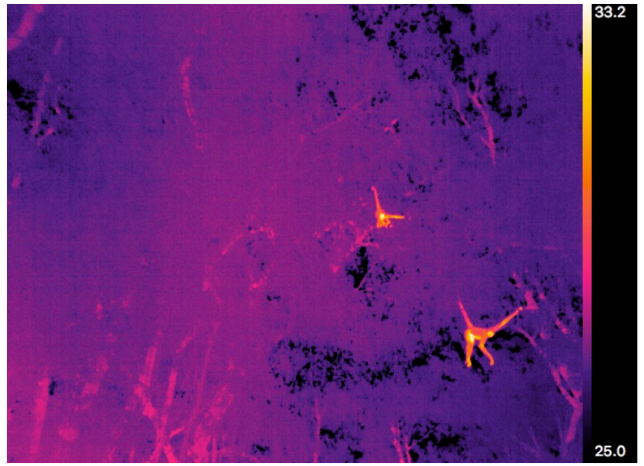
Article

Thermal Infrared Imaging from Drones Offers a Major Advance for Spider Monkey Surveys

Denise Spaan [1,2,*], Claire Burke [3], Owen McAree [4], Filippo Aureli [2,5,6], Coral E. Rangel-Rivera [2], Anja Hutschenreiter [2,5], Steve N. Longmore [3], Paul R. McWhirter [3] and Serge A. Wich [6,7]



Plataforma	Multirotor
Sensor	Tèrmic
Ubicació	Tulum, Quintana Roo, Mexico
Objectiu	Demostrar que podem detectar més monos aranya des d'un dron que des de terra



"The most common reaction to the drone was for the monkeys to change position or move down a a few meters. Once the drone survey finished (usually after 6–10 minutes from the start), many few meters."

Casos d'èxit

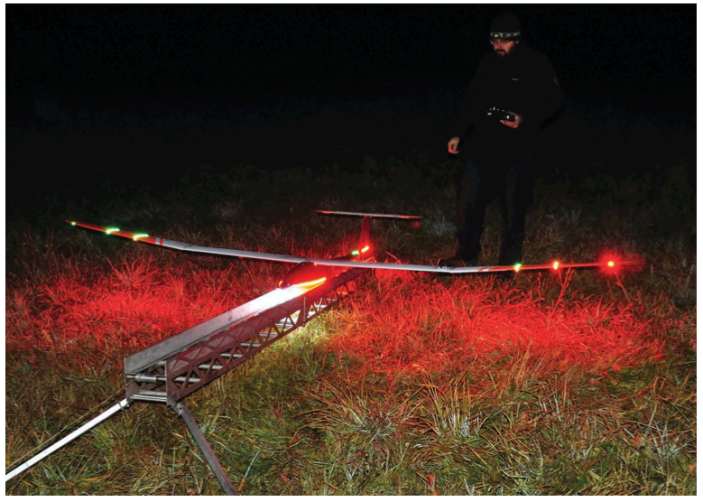
CTFC

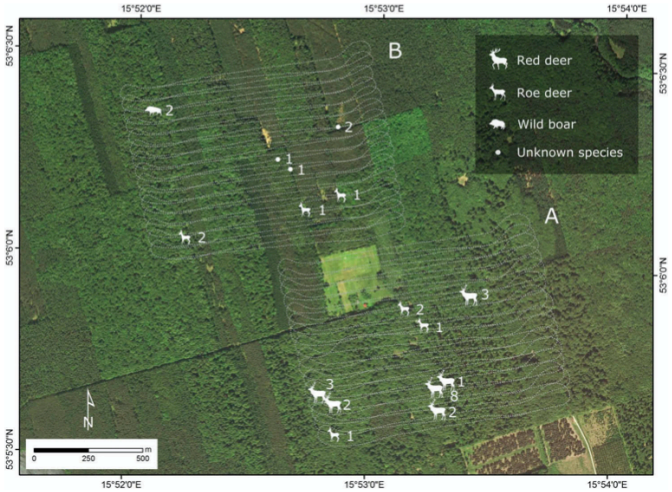
Exploring the feasibility of unmanned aerial vehicles and thermal imaging for ungulate surveys in forests - preliminary results

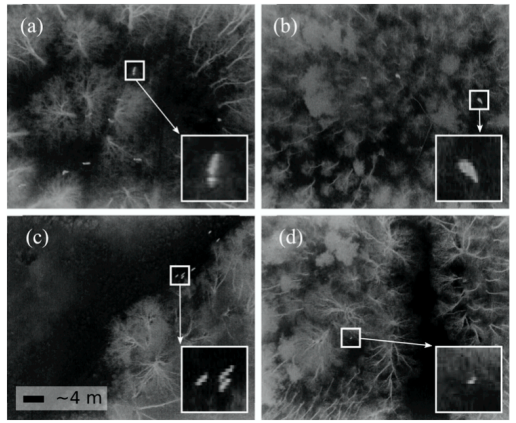
Julia Witczuk [a], Stanisław Pagacz [a], Anna Zmarz [b] and Maciej Cypel [c]

[a]Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland; [b]Department of Geoinformatics, Cartography and Remote Sensing, Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw, Warsaw, Poland; [c]Taxus SI, Warsaw, Poland

Plataforma	Ala fixa
Sensor	Tèrmic
Ubicació	Drawieński National Park, Poland
Objectiu	Avaluar la viabilitat d'utilitzar un dron i un sensor tèrmic per fer seguiment d'ungulats en boscos







CTFC

Moltes gràcies

Per contactar amb nosaltres:
arnau.campanera@ctfc.cat

http://inforest.ctfc.cat

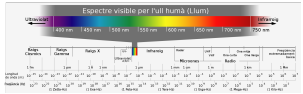
InForest
Science Inspiring
Future Forests

Drets d’imatge

Icona feta per “Freepik” de www.flaticon.com

Icona feta per “Freepik” de www.flaticon.com

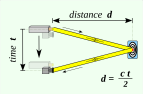
Imatge per “Swiss UAV AG” sota llicència CC-BY-3.0



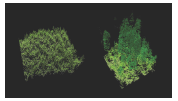
Imatge per Zo'lhana sota llicència CC BY-SA 4.0

Imatge de RedEdge-Mx modificada de https://micasense.com/

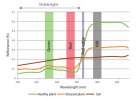
Imatges per cortesia de NASA/JPL-Caltech



Imatge per RCraig09 sota llicència CC BY-SA 4.0



Imatge per ‘Sarah Frey’ sota llicència CC BY-SA 2.0



Imatge per Sustainable Agriculture Research & Education

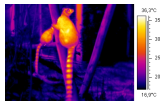
Imatge per Ibama sota llicència CC BY 2.0

Imatge per USFWS Mountain-Prairie sota llicència CC BY 2.0

Imatge per Avlxyz sota llicència CC BY-SA 2.0

Imatge per cloneofsnake sota llicència CC BY-SA 2.0

Imatge per Stan Dalone sota llicència CC BY-SA 2.0



Imatge per “Arno / Coen” sota llicència CC BY-SA 2.0