

Informe

Integració de Drons a l'Entorn de Salut



© Fundació TIC Salut Social

Aquest informe és fruit de l'Àrea d'Atenció Digital Personalitzada de la Fundació TIC Salut Social, amb el suport del projecte Digital Catalonia Alliance (DCA).

Autors: Núria Abdón Giménez, Laura Daniela Bejarano Dallos, Berta Llebot Casajuana, Pau Gallinat Muñoz, Cristina Ramos Pagès

Edició electrònica: Gener de 2024

Aquesta obra està subjecta a una llicència de Reconeixement - No Comercial - Sense Obres Derivades 4.0 de Creative Commons. Se'n permet la reproducció, distribució i comunicació pública sempre que es reconeguin l'autoria i l'editor i no se'n faci un ús comercial. No és permesa la transformació d'aquesta obra per a generar una nova obra derivada.

Agraïments

Des de la Fundació TIC Salut Social volem agrair especialment la col·laboració als membres del Grup de Treball de Drons, format per la Comissió d'Innovació del Departament de Salut, el Consorci de Salut i Social de Catalunya, la Unió Catalana d'Hospitals, la Fundació Hospital d'Olot i Comarcal de la Garrotxa, l'Hospital Parc Taulí i el Sistema d'Emergències Mèdiques (SEM). D'altra banda, volem agrair notablement la col·laboració en la redacció de l'informe al projecte Digital Catalonia Alliance (DCA). Volem destacar la seva implicació en l'aportació de coneixement i en la realització de l'informe.

Índex

0.	Glossari d'acrònims / 7	4.5	Reglament Delegat (UE) 2019/945 / 36
1.	Presentació / 8	4.6	Reglament d'Execució (UE) 2019/947 / 38
2.	Introducció a la tecnologia dron / 10	4.6.1	Categoria Oberta / 40
3.	Què és un dron? / 13	4.6.2	Categoria Específica / 46
3.1	Tipologies d'aeronaus / 16	4.6.3	Categoria Certificada / 48
3.1.1	Aeròstats / 16	5.	Requeriments mínims per a operar un dron a Espanya / 49
3.1.2	Aerodines / 17	5.1	Responsabilitats i funcions de l'operador i el pilot remot / 52
3.1.3	Quin tipus de dron és millor? / 21	5.2	Concepte MEUH / 53
3.2	Parts d'un sistema no tripulat / 22	5.2.1	Meteorologia (M) / 54
4.	Marc regulador de la tecnologia dron a Europa / 26	5.2.2	Entorn de l'operació (E) / 54
4.1	Organismes implicats en la regulació de la tecnologia dron / 27	5.2.3	Manteniment UAS (U) / 58
4.2	Marc regulador de la tecnologia dron a Europa / 28	5.2.4	Limitacions Humanes (H) / 58
4.3	Normatives, convenis i lleis relacionades / 29	6.	Integració dels drons a l'àmbit de la salut / 59
4.4	Altres normatives, directius, estratègies i dictàmens / 31	6.1	Solucions i casos d'ús de drons a l'àmbit de la salut ja implantats / 63
4.4.1	Regulació per a equips electromagnètics i material electrònic / 31	6.2	Pilots i estudis realitzats / 65
4.4.2	Protecció de dades / 32	7.	Conclusions / 70
4.4.3	Normatives relacionades amb la seguretat, les emergències mèdiques i el transport mercaderies / 32	8.	Bibliografia / 72
4.4.4	Estratègia Europea de drons 2.0 i dictamen del Comitè Europeu de les Regions / 34		
4.4.5	Futures regulacions / 35		

Índex d'il·lustracions

Il·lustració 1 Sistema Aeri No Tripulat / 15

Il·lustració 2 Exemples de globus i dirigibles / 16

Il·lustració 3 Aerodins / 17

Il·lustració 4 Dron amb la bateria elèctrica visible / 24

Il·lustració 5 Categories d'operació amb drons / 39

Il·lustració 6 Categories operacionals segons el Reglament d'Execució (UE) 2019/947 (20) / 40

Il·lustració 7 Vies per a la realització d'operacions en categoria Específica (20) / 48

Il·lustració 8 Model de certificat d'operador d'UAS / 50

Il·lustració 9 Piràmide de formació (26) / 51

Il·lustració 10 MEUH / 53

Il·lustració 11 Metodologia l'M SAFE / 58

Índex de taules

Taula 1 Tipus de multirotors (2) / 19

Taula 2 Comparativa dels tipus bàsics de drons / 21

Taula 3 Categoria Oberta / 42

Taula 4 Serveis espai aeri UAS / 56



Glossari d'acrònims

AESA: Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

AMC: Acceptable Means of Compliance, «Mitjans acceptables de compliment».

BVLOS: Beyond Visual Line of Sight, «Més enllà de la línia de visió».

CoR: European Committee of the Regions, «Comitè Europeu de les Regions».

COTER: Commission for Territorial Cohesion Policy and EU Budget, «Comissió de Política de Cohesió Territorial i Pressupost de la UE».

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

DRI: Direct Remote Identification, «Sistema d'identificació directa a distància».

CTR: Control Traffic Region, «Regió de trànsit controlat» o Zona de control.

EASA: European Aviation Safety Agency, «Agència Europea de Seguretat Aèria».

ESC: Electronic Speed Control, «Control electrònic de velocitat».

EVLOS: Extended Visual Line of Sight, «Rang ampliat de la línia de visió».

FCSE: Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

GNSS: Global Navigation Satellite System, «Sistema de Navegació per Satèl·lit».

GPS: Global Positioning System, «Sistema de Posicionament Global».

IA: Intel·ligència Artificial.

ICAO: International Civil Aviation Society, «Organització d'Aviació Civil Internacional».

IFR: Instrumental Flight Rules, «Regles de vol instrumental».

LiDAR: Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging, «Detecció i localització per llum làser».

LUC: Light UAS operator Certificate, «Certificat d'operador d'UAS lleugers».

MEUH: Meteorologia, Entorn, UAS i Limitacions humanes.

MINDEF: Ministerio de Defensa.

MTOM: Maximum Take Off Mass, «Massa màxima d'enlairament».

PANDU: Pla d'Acció Nacional per al Desplegament de l'U-Space.

PDRA: Predefined Risk Assessment, «Avaluació de riscos predefinida».

RD: Real Decreto.

RPA: Remotely Piloted Aircraft, «Aeronau pilotada per control remot».

RPAS: Remotely Piloted Aerial System, «Sistema d'aeronau pilotada per control remot».

SENASA: Serveis i Estudis per a la Navegació Aèria i la Seguretat Aeronàutica S.A.

STS: Standard Scenario «Escenaris Estàndards».

UAS: Unmanned Aircraft System, «Sistema d'aeronau no tripulada».

UAV: Unmanned Aerial Vehicle, «Vehicle Aeri No Tripulat (VANT)».

UE: Unió Europea.

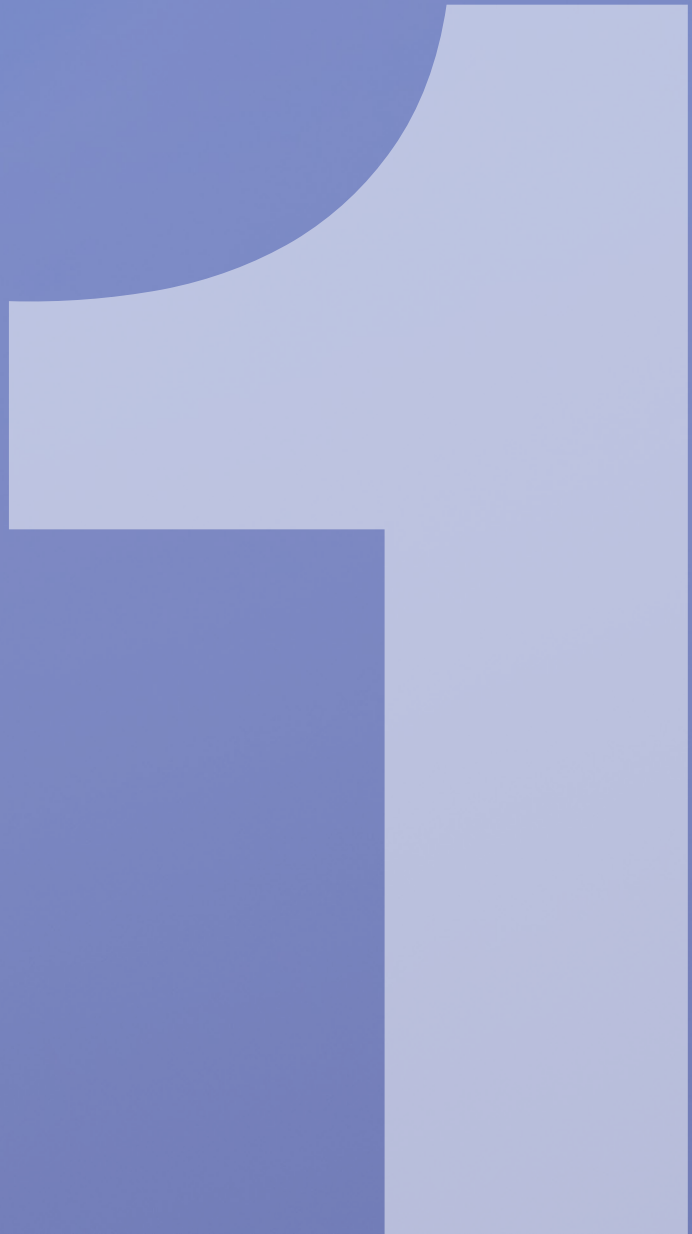
VANT: Vehicle Aeri No Tripulat.

VFR: Visual Flight Rules, «Regles de vol visual».

VLOS: Visual Line Of Sight «Rang observable de la línia de visió».

VTOL: Vertical Take-off and Landing «Despegament i Aterratge Vertical».

Presentació



En la darrera dècada, l'ús de drons ha experimentat un ràpid creixement i una ampla evolució en diverses indústries. El seu ús s'ha portat a nous horitzons i ha modificat els models existents. La seva adopció ha revolucionat com ens afrontem als desafiaments i oportunitats en diversos sectors, i un dels camps on el seu impacte s'ha tornat més tangible i transformador és a l'àmbit de la salut. Aquests enginyosos dispositius han demostrat un potencial sense precedents per a transformar la prestació de serveis mèdics, aconseguint superar els obstacles logístics i proporcionant solucions innovadores per a l'atenció sanitària.

A mesura que el món s'enfronta a desafiaments globals com l'accés desigual a serveis de salut en àrees allunyades i la resposta ràpida davant emergències sanitàries, els drons es presenten com un aliat valuós per a mitigar aquestes problemàtiques. No obstant això, juntament amb els avanços tecnològics, existeixen responsabilitats ètiques i legals, i aspectes relacionats amb la privacitat i la seguretat.

En el present informe analitzarem en detall la tecnologia dron, començant per una introducció a la mateixa, els aspectes ètics i legals als quals aquesta està subjecta i la seva operativa. Posteriorment, l'informe se centrarà en analitzar l'impacte de l'ús de drons en l'àmbit de la salut, examinant les seves possibles aplicacions i avantatges clau, així com els desafiaments i consideracions importants que acompanyen a aquesta tecnologia, incloent-hi aspectes de privacitat i seguretat. Finalment, es mostraran els casos d'ús identificats amb més rellevància d'aquesta tecnologia, que abasteixen un ampli ventall de

possibilitats. En destaquen el lliurament de subministraments mèdics, l'aplicació en el transport de mostres biològiques, el suport a l'activitat assistencial, la vigilància epidemiològica, entre d'altres, que redefeixen l'enfocament tradicional de l'atenció sanitària.

Aquest informe ofereix una mirada profunda a l'actual integració de drons en nous processos assistencials, aplanant el camí per a una atenció mèdica més eficient, accessible i inclusiva. Per això s'analitzen casos d'èxit, projectes pilot i estudis de casos que han demostrat l'eficàcia i el seu potencial d'ús. Així mateix, s'identifiquen les àrees en les quals encara és necessari investigar i perfeccionar la tecnologia amb l'objectiu d'impulsar una adopció més generalitzada i sostenible en el sistema sanitari.

En resum, l'ús de la tecnologia dron representa una oportunitat única per a abordar nous desafiaments en l'atenció mèdica i millorar la vida de la ciutadania.

Introducció a la tecnologia dron



Els drons, també coneguts com a Vehicles Aeris No Tripulats (VANT), han estat una eina de transformació digital que s'ha popularitzat i democratitzat durant la dècada del 2010 i que progressivament s'ha anat adoptant i integrant en diverses verticals de demanda, inclòs el sector de la salut, gràcies a la seva versatilitat i aplicabilitat.

Amb l'avanç de la tecnologia, els vehicles i sistemes no tripulats han experimentat un enorme desenvolupament, que ha permès la creació de drons comercials i d'usos civils que existeixen en l'actualitat. Inicialment els drons van ser concebuts com a una eina amb finalitats militars, i tot i que puguem pensar que aquesta és una tecnologia relativament innovadora, el cert és que la seva invenció es remunta a finals del segle XIX. En els anys posteriors, l'evolució de la tecnologia dron va anar de la mà del desenvolupament de l'aviació tripulada i la invenció del radiocontrol, que es remunta a principis del segle passat. A partir de la dècada de 1980 i 1990, els drons van començar a utilitzar-se en diverses aplicacions, com ara la vigilància ambiental, la cerca i el rescat, entre d'altres; les quals, han estat possibles gràcies als desenvolupaments i millores en la computació i els sistemes de control. No obstant, van ser les millores tecnològiques del conjunt d'elements que conformen els drons, el que va contribuir a la seva recent democratització. Entre aquests avenços recents i línies de recerca actuals destaquen: l'ús de materials lleugers i flexibles, el desenvolupament de bateries d'alta capacitat i menor pes, l'abaratiment dels components electrònics i sensors, i la seva miniaturització, entre d'altres.

En l'actualitat, els drons poden ser pilotats a distància, operats de manera automatitzada o de manera autònoma. La seva capacitat per a desplaçar-se sobre terrenys accidentats i superar obstacles, els fa valuosos en diverses indústries, incloent el sec-

tor de la salut, on s'han implementat per a millorar l'eficiència i qualitat dels serveis mèdics.

Com en el cas d'un avió o un helicòpter, la utilització de drons planteja desafiaments en termes de seguretat i regulació, fet que ha impulsat una transformació del sistema de transport aeri. Per tant, els drons han de ser capaços de transportar càrrega de manera segura i eficient, complint amb les regulacions d'aviació i seguretat corresponents, i a més a més, s'ha de garantir la seva interoperabilitat efectiva i segura, especialment en entorns amb diferents fabricants i sistemes de control.

Per abordar aquests desafiaments, la Comissió Europea ha establert un marc regulador comú per a l'ús segur i responsable de la tecnologia dron als països de la Unió Europea. Aquesta regulació, tot i ser d'abast europeu, dona certa llibertat al estats membres per a que puguin regular alguns aspectes, com ara la zonificació. Tot i disposar d'un marc regulador comú, cal tenir en compte que la tecnologia dron també està subjecta a altres normatives nacionals i directives que afecten diferents aspectes relacionats amb el seu ús. En aquest informe es mostrarà també, quines són aquestes regulacions relacionades i especialment la recent normativa U-space. Aquest marc permet la gestió automatitzada i integrada del trànsit de drons juntament amb l'aviació tripulada, facilitant la seva integració segura en l'espai aeri existent. L'objectiu per tant, és reduir la dependència humana i aprofitar l'automatització i digitalització per a aconseguir un sistema eficient i segur.

En el camp de la salut, els drons tenen múltiples aplicacions, com el transport de teràpies farmacològiques, el trasllat de mostres biològiques, la dotació de diferents serveis sanitaris i comunicacions, i facilitar el suport en situacions d'emergència. La seva versatilitat i capacitat de vol faciliten l'accés als serveis d'atenció mèdica, especialment en regions de difícil accés. Per tant, es pot afirmar que els drons són una eina valuosa en el camp de la salut, on les seves múltiples aplicacions han demostrat el seu potencial per a revolucionar l'atenció mèdica i la telemedicina, permetent una atenció més efectiva, eficient i assequible.

L'ús de la tecnologia dron, especialment en l'àmbit de la salut, també està subjecte a qüestions ètiques i d'acceptació social. No obstant, a mesura que la tecnologia dels drons continua evolucionant, s'espera que el seu paper en l'atenció mèdica continuï creixent, aportant millores en la qualitat de vida de les persones. Són justament aquests vectors els que més poden contribuir a ampliar l'acceptació social dels drons. Aquest aspecte és clau per a que els drons s'integrin al dia a dia dels ciutadans europeus i contribueixin a la consolidació i competitivitat del seu mercat a nivell europeu.

Què és un dron?



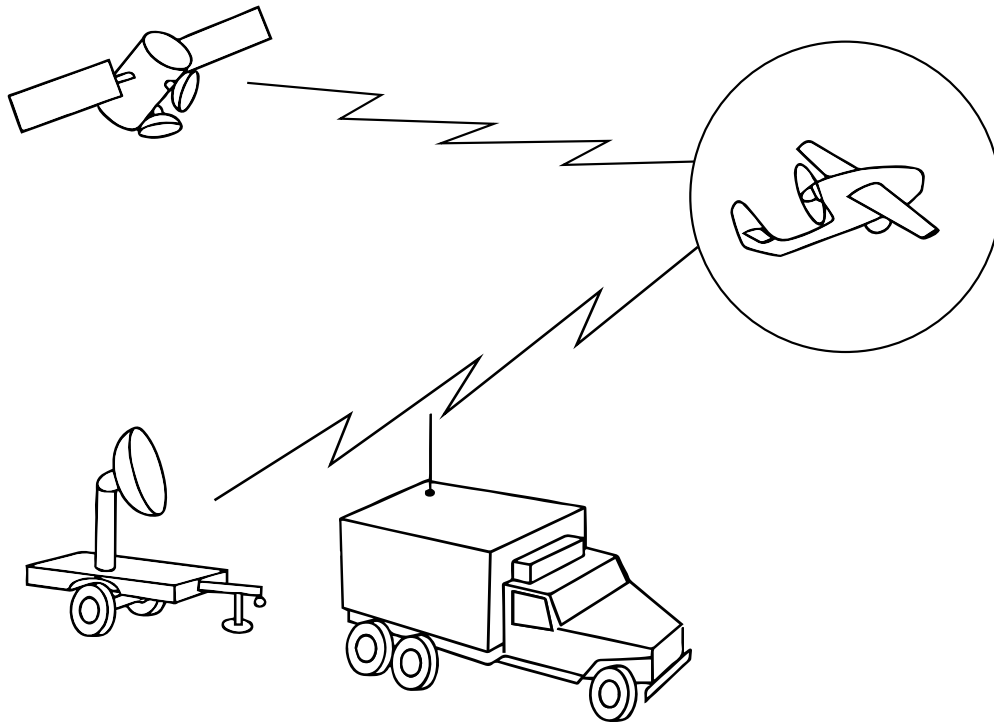
Un dron és una aeronau no tripulada que permet la navegació aèria i que pot ser dirigida remotament des de terra, o bé obeeix les ordres d'un programa informàtic i pot funcionar amb un cert grau d'autonomia. Així doncs, el que determina que un dron sigui considerat com a tal, és l'absència de pilot i/o tripulació a bord.

La paraula dron és un neologisme que prové de l'anglès *drone* i que significa, entre altres accepcions, borinot. Els drons es van començar a anomenar d'aquesta manera perquè en els inicis de l'aviació es batejava a les aeronaus amb noms d'insectes, pel seu vol erràtic i el soroll que produïen al volar, semblant a un brunzit.

La paraula “dron” va ser escollida per votació popular com a guanyadora del concurs de neologismes de l'any 2015. Posteriorment l'Institut d'Estudis Catalans la va acceptar i la va incloure al diccionari català, on hi figura des del 2017.

Actualment existeixen diverses denominacions per a referir-se a la tecnologia dron. És per aquest motiu que el lector trobarà varies sigles i mots al llarg d'aquest informe. És important entendre la diferència entre aquestes i a què fan referència cadascuna d'elles.

Cal recordar que la paraula dron fa referència única i exclusivament al *Unmanned* o *Uncreewed* Aerial Vehicle (UAV), en català Vehicle Aeri No Tripulat (VANT) o aeronau. No obstant, *Unmanned* o *Uncreewed Aerial System* (UAS) fa referència al conjunt format per l'aeronau, el radioenllaç i la infraestructura terrestre, formada per antenes i l'estació de terra.

Sistema aeri no tripulat (UAS)

Source: Paul Fahlstrom and Thomas Gleason, 2012, *Introduction to UAV Systems*, 4th edition, Wiley

*** Il·lustració 1** Sistema Aeri No Tripulat

Adicionalment, i en funció de l'autonomia de l'aeronau o sistema no tripulats, també es poden fer servir altres denominacions, com ara, *Remotely Piloted Aircraft System* (RPAS) o *Remotely Piloted Aircraft* (RPA). Aquestes denominacions són les formes angleses per a referir-se a un sistema format per una aeronau pilotada de manera remota per part del pilot, la seva estació, els enllaços requerits de comandament i control i qualsevol altre component segons indicat en el disseny de l'aeronau.

Actualment hi ha moltes maneres de classificar els drons: en funció de les seves dimensions, pes, autonomia, sostre de vol, etc. No obstant, en aquest informe es presentarà la classificació dels drons en funció de la tipologia d'aeronau, que ve definida per la manera amb la qual els vehicles aconsegueixen generar sustentació per a mantenir-se a l'aire.

3.1. / Tipologies d'aeronaus

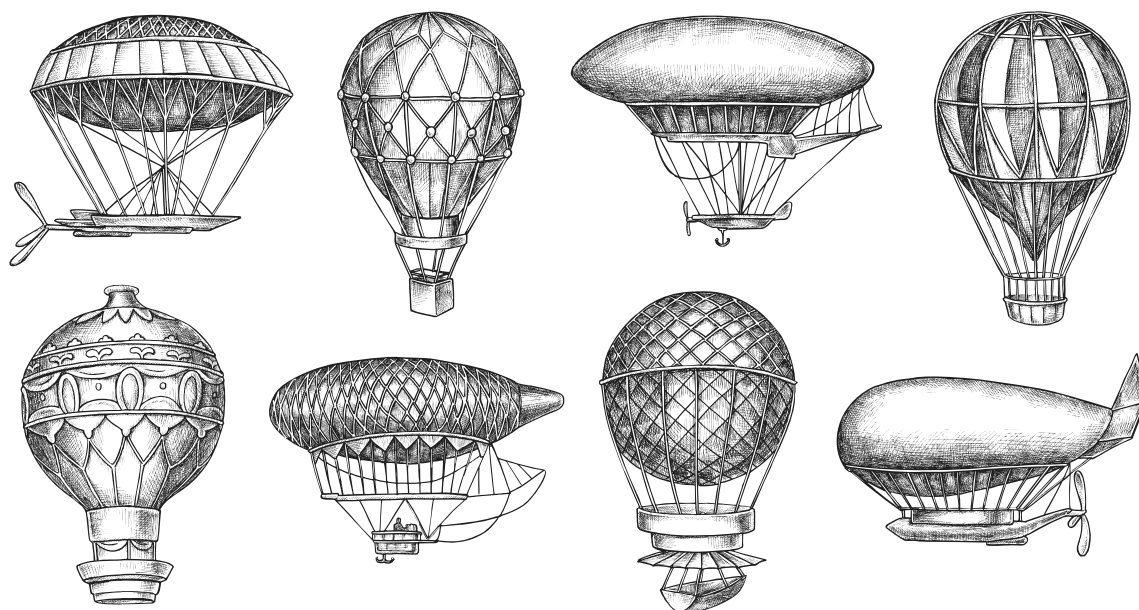
L'Organització d'Aviació Civil Internacional (ICAO) és l'organisme permanent de les Nacions Unides encarregat de l'administració dels principis establerts en el Conveni sobre Aviació Civil Internacional i l'elaboració de polítiques normes i auditories de compliment en l'àmbit de l'avia-

ció civil (no militar). Aquest organisme defineix una aeronau com “tota màquina que pot sustentar-se en l'atmosfera per reaccions de l'aire que no siguin les reaccions del mateix contra la superfície de la terra” (1).

3.1.1 / Aeròstats

Els aeròstats són aeronaus que s'eleva gràcies a la sustentació generada per un fluid de menor densitat que l'aire que envolta aquest vehicle, com ara l'aire calent, l'hidrogen o l'heli. Dins d'aquesta categoria es troben els globus aeros-

tàtics, que són bosses de gas sense propulsió que es desplacen amb l'ajuda dels corrents d'aire. Els dirigibles són aeròstats propulsats, que poden maniobrar i ser controlats.



* Il·lustració 2 Exemples de globus i dirigibles

Els drons de la família dels aeròstats solen disposar d'una gran autonomia i poden volar a grans alçades. No obstant, solen desplaçar-se lentament i tenen una capacitat de maniobra i control limitades, en comparació amb altres tipus d'aeronaus. Aquestes característiques fan que en alguns casos aquest tipus d'aeronaus no siguin massa indicades per a realitzar certes missions.

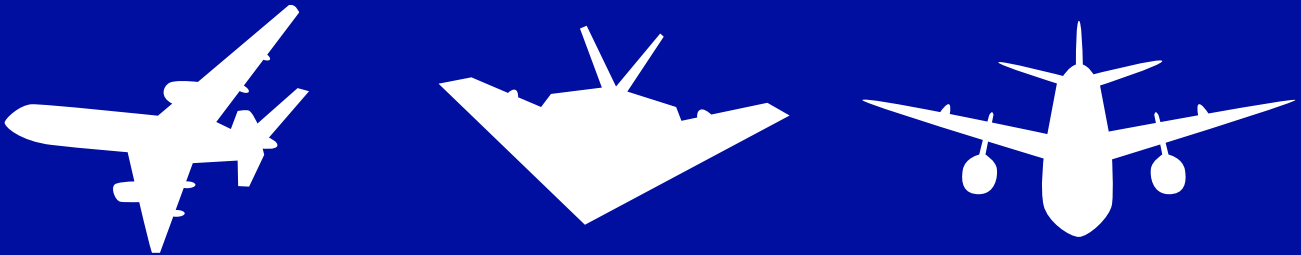
3.1.2 / Aerodines

Les aerodines són aeronaus més pesades que l'aire que es mantenen en vol gràcies a la sustentació generada per les seves ales o superfícies aerodinàmiques. Es divideixen en tres tipus principals: aerodins d'ala fixa, aerodines d'ales giratòries i aerodines d'ales batents.

Els drons més utilitzats a dia d'avui són els de la família de les aerodines, tant d'ala fixa com giratòria. Els drons d'ales batents són els menys utilitzats, ja que hi ha pocs models al mercat i molts d'ells encara estan en fase de recerca, per la seva complexitat mecànica i la sofisticació

dels sistemes de control. Pel que fa a les aerodines d'ala fixa i d'ales giratòries, en funció del cas d'ús s'opta per un tipus d'aeronau o un altre per a treure el màxim profit de les seves capacitats de vol.

Les aerodines d'ala fixa tenen com a denominador comú el fet de tenir ales (que poden ser de dimensions i geometries variables) encastades al fusellatge. A la vegada, es poden dividir en dos grans famílies en funció de com aconsegueixen generar sustentació: amb motor o sense.



* Il·lustració 3 / Aerodines

/ Les aerodines d'ala fixa amb motor inclouen el avions, aeroplans, ekranoplans, paramotors i ultralleugers.

/ Les aerodines d'ala fixa sense motor depenen de les forces aerodinàmiques per a generar sustentació. Els estels, planadors/velers, ales delta i parapents són alguns exemples aeronaus d'ala fixa sense motor.

Els drons d'ala fixa tenen en comú la capacitat de poder cobrir grans distàncies, gràcies a la seva gran eficiència aerodinàmica. No obstant, no tenen capacitat de mantenir el vol estàtic, ni d'enlairar-se de manera vertical, pel que requereixen d'una pista d'enlairament per a enlairar-se.

Dins les aerodines d'ales giratòries, s'inclouen els helicòpters, autogirs, girodins, combinats, convertibles i ciclocòpters. Aquest tipus d'aeronaus disposen de rotors amb hèlix que els permeten elevar-se i aterrar verticalment, a més de volar estacionàriament. És gràcies a aquestes capacitats que els drons d'ales giratòries requereixen d'un menor espai per a enlairar-se, en comparació als sistemes d'ales fixes. Les aeronaus convertibles o VTOL (*Vertical Take-off and Landing*) tenen la particularitat de comportar-se com aeronaus d'ales fixes i giratòries, ja que disposen tant d'ales com motors amb hèlix. Aquestes característiques permeten als VTOL fer un vol estacionari, i adaptar la seva configuració per a volar com els avions.

Dins de la família aeronaus aerodines d'ales giratòries trobem els multirotors o multicòpters. Aquest tipus d'aeronaus són molt populars a dia d'avui, i s'utilitzen en molts casos d'ús. Els multirotors es caracteritzen per tenir dos o més hèlixs que es troben distribuïdes en diferents configuracions i geometries. Aquestes aerodines aconseguixen generar moviment gràcies a la variació de la velocitat relativa de cada rotor per a canviar-ne l'empenta i el parell o moment.

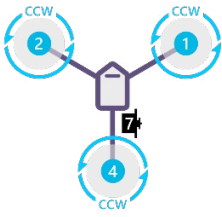
Bicòpter



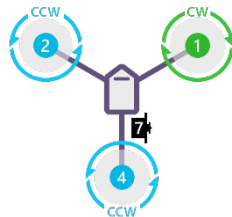
L = Left Throttle, Left Tilt
R = Right Throttle, Right Tilt

BICOPTER

Tricòpter

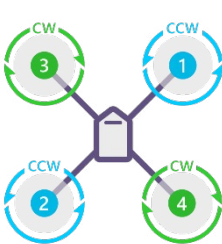


TRICOPTER

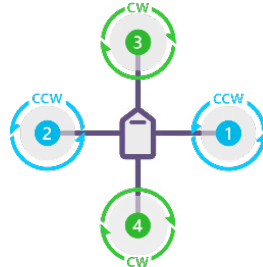


TRICOPTER
Alternative Set-up
(No config change required)

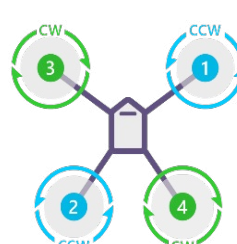
Quadcòpter



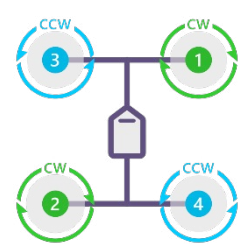
QUAD X



QUAD +

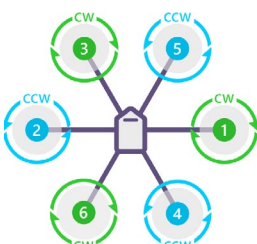


QUAD V

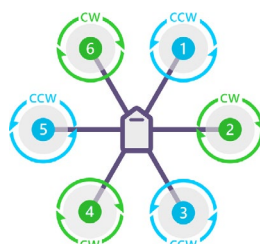


QUAD H

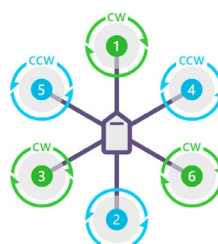
Hexacòpter



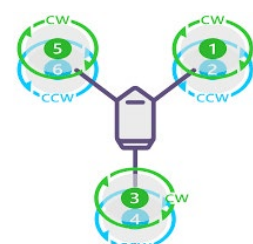
HEXA X



HEXA CW X



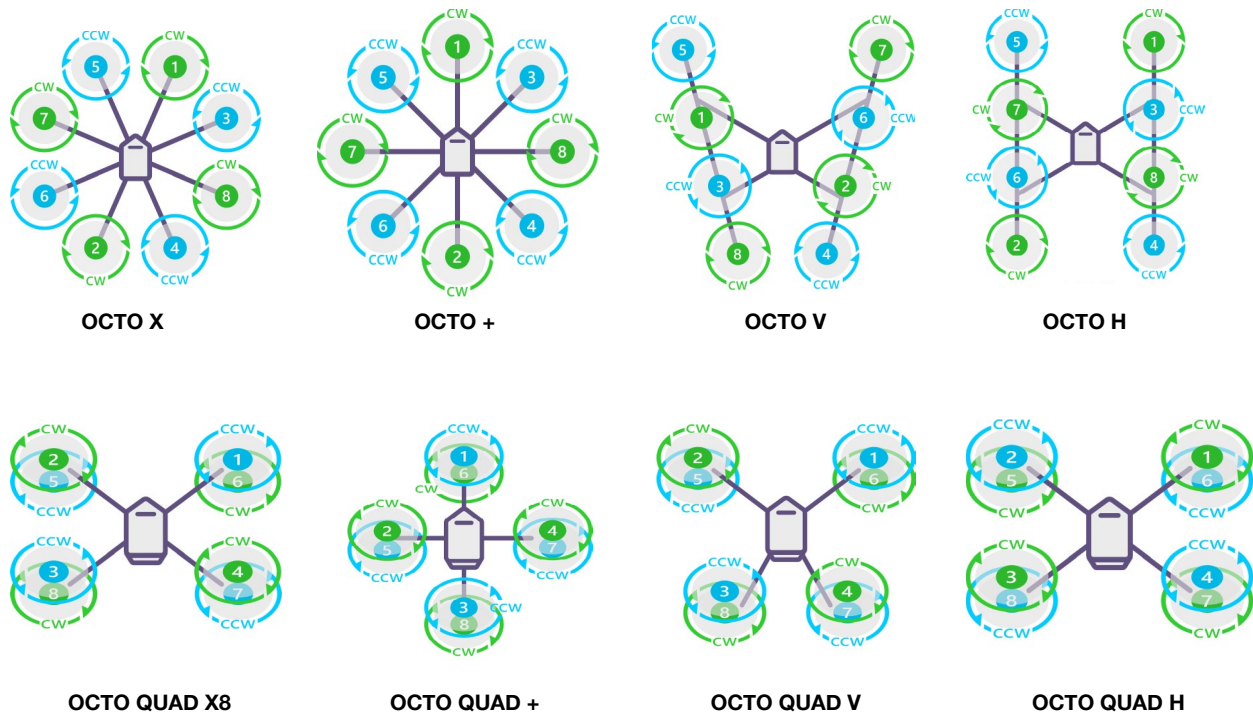
HEXA +



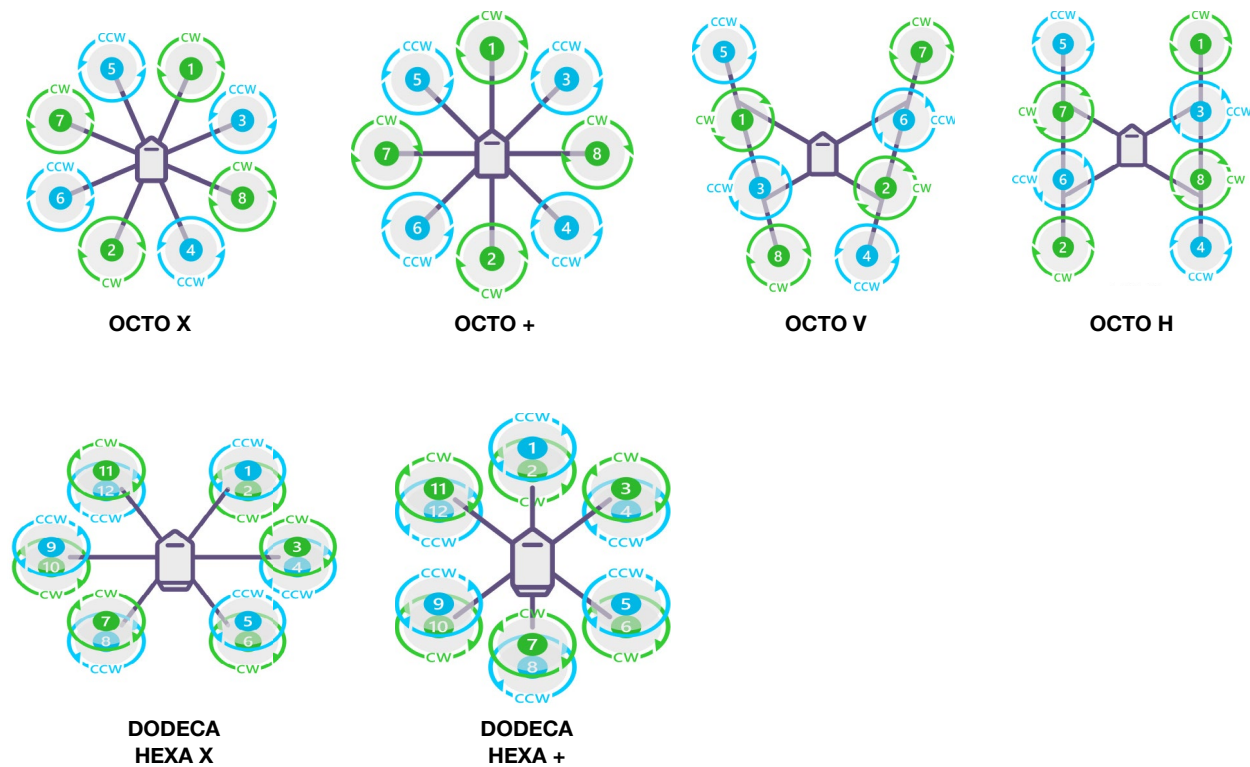
Y6F

* **Taula 1** Tipus de multirotors (2)

Octocòpter



Dodecacòpter



3.1.3 / Quin tipus de dron és millor?

La resposta és: depèn. En funció del cas d'ús i de les dades que es vulgui captar amb el dron serà més adient optar per a un tipus de vehicle o un altre.



Globus o dirigibles

Ideals per a sobrevolar grans distàncies. Poden mantenir-se en vol durant hores, però es desplacen lentament i tenen una maniobrabilitat limitada.



Ala fixa

Ideal per a sobrevolar grans extensions i capturar imatges de poca resolució.



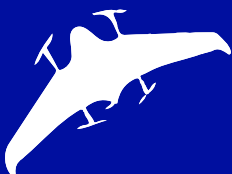
Helicòpter

Ideal per a sobrevolar extensions reduïdes i capturar imatges d'alta resolució.



Multirotor

Ideal per a sobrevolar extensions reduïdes i capturar imatges d'alta resolució.



VTOL

Ideal per a sobrevolar grans extensions i capturar imatges d'alta resolució.

3.2. / Parts d'un sistema no tripulat

Els drons, com qualsevol aeronau, són vehicles complexes formats per diferents sistemes, elements, components. Tot seguit es presenten els elements bàsics i comuns en qualsevol sistema no tripulat.

Estructura del vehicle

El cos del dron està format pel marc o xassís. Aquest component serveix d'esquelet i d'ancoratge segur a altres elements del vehicle, com ara: els motors, les bateries, la placa controladora de vol, els variadors, mecanismes d'estabilització gimbal, antenes i altres components. La morfologia, característiques i els materials de construcció del xassís influencien en gran mesura les dimensions del dron, la seva capacitat d'absorbir vibracions per a mantenir la integritat estructural i la seva eficiència aerodinàmica. En el cas dels multirotors, els braços seran els suports dels motors. En el cas de les aeronaus d'ales fixes, les ales formaran part de l'estructura del vehicle i li serviran, a més, per a generar sustentació.

Sistema de control i guiat

/ Estació de terra Aquest dispositiu disposa de tres elements clau per a operar el dron a distància:

- **Comandament o control:** Aquest dispositiu permet governar el dron a distància i sense fils fent ús de radiofreqüència, protocols de comunicació i bandes freqüencials concretes. Els sistemes de radiocomandament més comuns per a drons disposen de dues palanques multidireccionals que permeten introduir els moviments que ha d'executar el dron. Mitjançant el control remot, el pilot remot també pot efectuar altres accions sobre el dron com ara ordenar operacions que estiguin automatitzades, o operar la càrrega de pagament.
- **Radiotransmissor (TX) i antenes:** Per a enviar les senyals electromagnètiques de comandament i control des de terra fins al vehicle. Actualment la majoria d'UAS civils fan servir les bandes de 2,4 i 5,8 GHz, ja que són menys susceptibles de patir interferències, poden operar de manera simultània amb altres dispositius i permeten transportar volums relativament grans de dades, com ara imatges i vídeos. Per a cobrir grans distàncies, els UAS també es poden utilitzar freqüències més baixes, com ara les bandes 433 MHz i 868 MHz. No obstant, aquestes últimes són més susceptibles a patir interferències i tenen menys amplada de banda.
- Addicionalment, l'estació de terra també pot permetre a l'operador visualitzar les dades que capta el dron. També pot disposar d'una interfície que permeti al pilot programar rutes i patrons de vol.

/ Ràdio Receptor (RX) i antenes: Aquests dispositius van embarcats al dron i s'encarreguen de rebre les senyals electromagnètiques que emeten les antenes del radiocomandament. Aquest aparell interpreta les ones de radiofreqüència i les transforma en senyals que s'envien a la controladora del vol.

/ Controlador de vol: Aquest element és el “cervell” del dron i té la funció d'estabilitzar i permetre el control de l'aeronau. Aquest està format per plaques de circuits impresos amb una àmplia gamma de sensors entre els quals es poden destacar els de gir, acceleració, baròmetres, i processadors que s'encarreguen d'interpretar els senyals del ràdio receptor per a convertir-les en instruccions. Les comandes de moviment s'envien als controladors electrònics de velocitat (ESC), o variadors de tensió. El controlador de vol també s'encarrega d'enviar les comandes de l'operador remot que controlen altres dispositius, com ara la càrrega del dron o els sistemes d'estabilització gimbal.

/ Control electrònic de velocitat o variador: Aquest element també s'anomena ESC (Electronic Speed Control) i s'encarrega de regular la potència elèctrica subministrada als motors en base a les ordres de la controladora de vol, i per tant regula la velocitat de gir del motor i les hèlix.

Sistema de propulsió

El sistema de propulsió del dron està format per motors, servomotors i/o hèlixs:

- Els motors i servomotors s'encarreguen de transformar l'energia en moviment. Els drons d'ús civil generalment fan servir motors elèctrics per a transformar l'energia elèctrica emmagatzemada a les bateries del vehicle en moviments rotatius (rotors, turbines) o lineals (servomotors).
- Gràcies a la rotació dels motors, les hèlix desplacen l'aire i generen sustentació. Cal recordar, però que els drons poden dur també altres tipus de motors a part dels elèctrics, com ara motors de combustió i turbines. Aquest últims compten amb àleps en comptes d'hèlix.
- Gràcies als servomotors, les aeronaus d'ala fixa poden deflactar les seves superfícies de control (alerons, timó de cua i de profunditat) per a modificar la sustentació de les ales i rotar sobre els diferents eixos de l'aeronau.

Sistema d'alimentació

Per a proporcionar energia als elements que hi ha embarcats al dron, generalment es fan servir bateries elèctriques. Aquests elements tenen capacitat d'emmagatzemar energia elèctrica i de subministrar-la als diferents dispositius i sistemes embarcats al dron gràcies a la placa de distribució de corrent i al cablejat intern. Addicionalment, els drons poden transportar altres sistemes i càrregues útils o transportades. Aquests són elements que no són necessaris per tal que el dron pugui volar però que poden integrar per aportar valor a la missió que es duu a terme.



* Il·lustració 4 Dron d'exemple

Sistema de posicionament

Els drons poden incorporar sistemes capaços d'indicar la posició del vehicle a gairebé qualsevol punt del planeta gràcies als sistemes de navegació per satèl·lit (GNSS). Actualment existeixen diferents constel·lacions de satèl·lits orbitant al voltant de la terra, i que ofereixen informació de posicionament a milers de dispositius. Gràcies al desplegament d'aquesta tecnologia, els receptors GNSS embarcats als drons poden calcular la latitud, longitud i alçada, proporcionant així, una ubicació precisa del vehicle.

Sensors

Dispositius capaços de transformar magnituds físiques o químiques com ara temperatura, alçades, forces, acceleracions, pressions, distàncies, humitat, o concentració de certs elements químics en senyals elèctriques. A dia d'avui hi ha un gran nombre de sensors disponibles que poden ser integrats en els drons, com ara:

- **Càmeres:** Per a capturar imatges estàtiques o en moviment. Aquestes poden ser de diferents tipus: visuals, tèrmiques, infraroges, nocturnes, multiespectrals i hiperespectrals.
- **LiDAR (*Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*):** Per a calcular distàncies fent ús de feixos làser. Les distàncies es calculen mesurant el temps que passa entre l'emissió del puls làser i el pols retornat a causa de la reflexió que es causa al interactuar amb un objecte o superfície.
- **Baròmetres i altímetres:** Per a mesurar pressió atmosfèrica i l'altitud de manera precisa.
- **Higròmetre:** Per a mesurar humitat.
- **Acceleròmetre:** Per a mesurar acceleracions.
- **Giroscopis:** Per a mesurar velocitats angulars.
- **Magnetòmetres:** Per a mesurar la força i la direcció del camp magnètic de la terra. Permet determinar la orientació del dron.
- **Altres**

Gimbal o Cardan

És un mecanisme d'estabilització electromecànic que neutralitza i aïlla la càrrega transportada de les vibracions procedents del dron. Generalment els gimbals es fan servir per a estabilitzar i controlar els moviments de les càmeres que porten embarcades els drons.

Altres carregues transportades

Objectes o materials útils per a la missió. En el cas dels drons per a usos sanitaris o d'emergències i rescat aquestes càrregues podrien ser: farmacioles per a primers auxilis, medicaments i vacunes, desfibril·ladors, mostres de teixits i fluids, etc.

Marc regulador de la tecnología dron a Europa



Amb la popularització de la tecnologia dron durant la dècada del 2010 es va iniciar el procés per a regular-ne el seu ús. El marc regulador de la tecnologia dron es va iniciar a escala local i nacional. A dia d'avui, els estats membres de la Unió Europea compten amb una regulació d'àmbit europeu que cobreix els aspectes clau i les obligacions mínimes per a poder-ne fer un ús correcte i segur.

4.1. / Organismes implicats en la regulació de la tecnologia dron

La *European Agency of Aviation Safety* (EASA) és l'organisme encarregat de regular la tecnologia dron i el sector de l'aviació a Europa. El seu paper és essencial en l'estratègia de seguretat aèria de la Unió Europea, promovent els nivells més elevats de seguretat i de protecció del medi ambient a l'aviació civil a Europa i al món i constitueix la pedra angular d'un nou sistema normatiu que instaura un mercat únic europeu al sector aeronàutic. Entre les competències de Agència Europea de Seguretat Aèria destaquen:

- La redacció de la regulació sobre seguretat de l'aviació i prestació d'assessorament tècnic a la Comissió Europea i als Estats membres;
- Les inspeccions i formació per a garantir l'aplicació uniforme de la legislació europea de seguretat aèria a tots els Estats membres;
- La certificació de tipus d'aeronavegabilitat i mediambiental per a productes aeronàutics, components i equips;
- L'aprovació de les organitzacions de disseny d'aeronaus a tot el món i de les organitzacions de producció i manteniment de fora de la UE;
- La coordinació del programa SAFA Europeu (Avaluació de la seguretat d'aeronaus estrangeres);
- La coordinació dels programes de seguretat, recollida de dades, anàlisi i investigació per millorar la seguretat aèria.

EASA també és responsable de l'establiment de normes legalment vinculants per a la certificació d'aeronavegabilitat inicial i mediambiental, l'aeronavegabilitat continuada, les operacions de vol, l'expedició de llicències a les tripulacions, la gestió del trànsit aeri i dels sistemes de navegació aèria, els aeroports i la certificació de seguretat de les companyies aèries no europees.

Espanya, com a Estat Membre de la Unió Europea, compta amb un representant al Consell d'EASA, i assisteix a les nombroses convocatòries de reunions que EASA realitza per a experts nacionals en els seus àmbits d'activitat. (3)

En l'àmbit nacional, l'organisme encarregat de regular l'ús de la tecnologia dron a Espanya és l'Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) adscrita a la Secretaria d'Estat de Transport del Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana, que vetlla perquè es compleixin les normes d'aviació civil al conjunt de l'activitat aeronàutica d'Espanya.

L'Agència té les missions de supervisió, inspecció i ordenació del transport aeri, la navegació aèria i la seguretat aeroportuària. Avalua els riscos en la seguretat del transport i té potestat sancionadora davant de les infraccions de les normes d'aviació civil.

AESA treballa perquè es compleixin les normes de seguretat en el transport aeri a Espanya, per promoure el desenvolupament, l'establiment i l'aplicació de legislació aeronàutica nacional i internacional de seguretat aèria i protecció als passatgers. (4)

4.2. / Marc regulador de la tecnologia dron a Europa

A dia d'avui la nova normativa europea aplicable als UAS consta principalment de dos reglaments:

- **Reglament d'Execució (UE) 2019/947** de la Comissió, de 24 de maig de 2019, relatiu a les normes i procediments aplicables a la utilització d'aeronaus no tripulades. Aquest reglament defineix els requisits mínims i aspectes clau per a poder operar drons a Europa. El Reglament d'Execució (UE) 2019/947 consolidat inclou els canvis del Reglament d'Execució (UE) 2020/639, Reglament d'Execució (UE) 2020/746, Reglament d'Execució 2021/1166 i Reglament d'Execució (UE) 2022/425. Aquests Reglaments d'Execució modifiquen respectivament el Reglament d'Execució (UE) 2019/947 pel que fa als escenaris estàndard operacions executades dins o més enllà de l'abast visual, ajornament de les dates d'aplicació de determinades mesures en el context de la pandèmia de COVID-19, ajornen la data d'aplicació dels escenaris estàndard per a les operacions (VLOS i BVLOS), i ajornen des dates de transició per a utilitzar determinats UAS en categoria oberta i la data d'aplicació dels escenaris estàndard per a operacions (VLOS i BVLOS).
- **Reglament Delegat (UE) 2019/945** de la Comissió, de 12 de març de 2019, sobre els sistemes d'aeronaus no tripulades i els operadors de tercers països de sistemes d'aeronaus no tripulades. Aquest reglament proporciona els requisits tècnics específics dels drons a Europa. El Reglament Delegat (UE) 2019/945 consolidat inclou els canvis del Reglament Delegat (UE) 2020/1058 pel que fa a la introducció de dos noves classes d'UAS i entra en vigor el gener de 2024.

Els detalls de la norma i dels reglaments es poden consultar a través de les webs d'EASA i AESA.

Donat que aquest informe recull els aspectes més destacables de la normativa aplicable als drons a finals de 2023, en cas d'una lectura posterior es recomana revisar si existeixen versions actualitzades a les fonts esmentades.

1. <https://www.easa.europa.eu/en>

2. <https://www.seguridadaerea.gob.es/>

Addicionalment, a Espanya les activitats o serveis amb drons amb finalitats militars, aduaneres, policials, de cerca, rescat i salvament, per a la lluita contra incendis, el control fronterer, de vigilància costera o similars, seran executades sota el control i responsabilitat de l'Estat i d'interès general per a un organisme amb autoritat pública (o en nom d'aquesta) són considerades “operacions o serveis no EASA”. Les operacions esmentades estan excloses de l'àmbit d'aplicació del Reglament (UE) 2018/1139 del Parlament Europeu i del Consell, article 2.3, lletra a).(5)

La normativa que regula aquestes operacions és el Reial Decret 1036/2017. Abans de l'entrada en vigor de la normativa europea, aquest reial de decret regulava totes les operacions amb drons a Espanya.

4.3. / Normatives, convenis i lleis relacionades

Els drons, al ser considerats aeronaus, també estan subjectes a les normatives d'aviació civil:

- **Conveni de Chicago d'Aviació Civil Internacional (1944)** – És el tractat internacional més important del dret públic internacional aeronàutic, ja que estableix els principis fonamentals de l'aviació civil internacional per a garantir la seguretat, el respecte i la cooperació entre els estats que l'han ratificat.
- **Llei 48/1960 de Navegació Aèria** – Normativa que regula el trànsit aeri civil i militar, així com el transport de persones i mercaderies a Espanya. Aquesta normativa actualment vigent va substituir la Llei de Navegació Aèria de 1947 i va ser modificada al 2014 amb l'entrada en vigor de la Llei 18/2014. La Llei 18/2014 va ser promoguda com una mesura d'impuls al creixement i la competitivitat de l'economia espanyola. Els articles 50 i 51 d'aquesta llei van regular per primera vegada l'ús de drons a Espanya. Actualment l'article 50 de la Llei 18/2014 està derogat per l'entrada en vigor del Reial Decret 1036/2017. L'article 51 de la Llei 18/2014 i modifica la Llei 48/1960 de Navegació Aèria per a incloure les aeronaus no tripulades entre els seus articles i disposicions.
- **Llei 21/2003 de Seguretat Aèria** – Normativa que garanteix la seguretat de l'aviació civil i militar a Espanya, fent que sigui eficient i s'adapti als estàndards internacionals i a les necessitats de l'aviació.
- **Reglament de l'aire** – Reglament que estableix les normes i els procediments per a la circulació aèria a través del Reial decret 1180/2018 i modifica disposicions operatives comunes per als serveis i procediments de navegació aèria abordant aspectes com la seguretat, la navegació i les operacions a l'espai aeri espanyol. A més, s'harmonitza amb els estàndards internacionals de l'Organització d'Aviació Civil Internacional (OACI).

Al gener de 2023 va entrar en vigor la normativa **U-Space** que també té impacte en l'ús de la tecnologia dron. El U-space (també conegut com a UTM o *Unmanned Traffic Management* per les seves sigles de l'anglès) fa referència al concepte de gestió de trànsit aeri a baixa alçada, i està format per un conjunt de sistemes, serveis i procediments que han de permetre la integració segura i eficient d'un gran nombre d'operacions amb drons de manera segura a l'espai aeri. A més a més, l'aparició de noves tecnologies com les antenes 5G, poden millorar la interoperabilitat dels drons en l'àmbit del U-space, reduint el risc de pèrdua del senyal i permetent un temps de resposta menor.

U-space (o UTM, Unmanned Aircraft System Traffic Management): És un concepte que engloba un conjunt de sistemes, serveis i procediments específics dissenyats per permetre l'accés segur, eficient i assequible a l'espai aeri d'operacions d'aeronaus no tripulades (UAS).

- **Reglament d'Execució (UE) 2021/664:** Marc regulador del U-space. Aquest reglament estableix els requisits per a la certificació del proveïdors de serveis U-space i defineix les normes de supervisió periòdiques per a garantir la seguretat de la gestió de les operacions amb drons a baixa alçada.
- **Reglament d'Execució (UE) 2021/665:** Reglament que proporciona els requisits exigits als proveïdors de serveis de gestió del trànsit aeri (ATS) i de navegació aèria (ATM/ANS), i altres funcions de la xarxa de gestió del trànsit aeri als volums U-space en espais aeris controlats. Té com a objectiu garantir la seguretat de les operacions efectuades amb aeronaus tripulades i no tripulades, establint procediments de coordinació entre els proveïdors de serveis U-space i els proveïdors de serveis de navegació i transit aeri, definint també les responsabilitats dels proveïdors de navegació aèria.
- **Reglament de Execució (UE) 2021/666:** Reglament que estableix els requisits específics que han de complir les aeronaus tripulades, que no disposin de control de trànsit aeri, per a operar als U-space. Aquests requisits inclouen l'obligatorietat de compartir la posició de l'aeronau de manera electrònica als proveïdors de serveis U-space a través del transponedor, un dispositiu que emet un senyal d'identificació codificat. (6)

4.4. / Altres normatives, directius, estratègies i dictàmens

4.1.1 / Regulació per a equips electromagnètics i material electrònic

Els drons i els sistemes i contramesures per a drons són considerats equips electromagnètics ja que fan ús de l'espectre electromagnètic per a operar, emetent i rebent senyals electromagnètiques, i per tant, estan subjectes als compliments dels domini públic radioelèctric (o espectre públic de freqüències).

D'acord a la Llei General de Telecomunicacions, l'espectre radioelèctric és un bé de domini públic, i és per aquest motiu que la seva titularitat i l'administració corresponen a l'Estat. L'administració d'aquest domini públic radioelèctric s'exerceix per garantir l'ús eficaç i eficient de l'espectre de freqüències, de conformitat amb les disposicions del Reglament sobre l'ús del domini públic radioelèctric (RUE), i dels tractats i acords internacionals signats per Espanya, així com a la normativa aplicable a la Unió Europea i les resolucions i recomanacions de la Unió Internacional de Telecomunicacions (UIT) i d'altres organismes internacionals.(7)

L'espectre de freqüències és un recurs limitat i compartit pels diferents serveis de radiocomunicacions. Alguns d'aquests serveis estan associats a la seguretat de vides humanes, com ara els serveis de radionavegació aeronàutica, de protecció civil o d'emergències. (7)

És per aquest motiu que l'ordenament de l'espectre a Espanya està recollit al Quadre Nacional d'Atribució de Freqüències (CNAF). Aquest quadre conté l'atribució o ús a què es reserva cadascuna de les bandes de freqüència en les què es divideix l'espectre radioelèctric disponible per a radiocomunicacions, entre 8,3 kHz i 3.000 GHz.

El CNAF trasllada a l'ordenament legal espanyol els canvis i les modificacions d'atribució de bandes de freqüència i serveis radioelèctrics derivats de les Conferències Mundials de Radiocomunicacions, de la Unió Internacional de Telecomunicacions (UIT), així com les decisions de la Comissió Europea, i les quals Espanya com Estat membre té l'obligació d'adoptar.

La versió actual del CNAF aprovat és l'Ordre ETD/625/2023, que modifica deroga i substitueix l'ordre 1449/2021.(8,9)

Els equips radioelèctrics que es comercialitzen a Europa han de seguir la Directiva 2014/53/UE, Directiva RED (*Radio Equipment Directive*), del Parlament Europeu i del Consell relativa a l'harmonització de les legislacions dels Estats membres sobre la comercialització d'equips radioelèctrics, i per la qual es deroga la Directiva 1999/5/CE. Addicionalment, els drons i els sistemes i contramesures per a drons també són considerats material electrònic i és per aquest motiu que estan regulats també per les directives comunitàries relacionades amb:

- La compatibilitat electrònica - Directiva 2014/30/UE, Directiva EMC (Electromagnetic Compatibility), sobre l'harmonització de les legislacions dels Estats membres en matèria de compatibilitat electromagnètica.
- La comercialització d'equips de baix voltatge - Directiva 2014/35/UE, Directiva LVD (Low Voltage Directive), sobre l'harmonització de les legislacions dels Estats membres en matèria de comercialització de material elèctric destinat a utilitzar-se amb determinats límits de tensió. (10)

4.4.2 / Protecció de dades

Els drons poden embarcar càmeres i sensors amb els que es poden captar dades personals. És per aquest motiu, que les normatives per a la protecció de dades també són d'aplicació per a l'ús correcte d'aquesta tecnologia:

- **Llei Orgànica 1/1982, de protecció civil del dret a l'honor**, a la intimitat personal i familiar i a la pròpia imatge.
- **L'informe jurídic de l'Agència Espanyola** de Protecció de dades segons el **Dictamen 01/2015** sobre la privadesa i la protecció de dades en relació amb la utilització d'avions no tripulats.
- **Reglament 2016/679 (UE)** relatiu a la **protecció de les persones físiques** pel que fa al **tractament de dades personals** i a la lliure circulació d'aquestes dades.
- **Llei Orgànica 3/2018**, de protecció de Dades Personals i garantia dels drets digitals.

4.4.3 / Normatives relacionades amb la seguretat, les emergències mèdiques i el transport mercaderies

A continuació s'esmenten les lleis i normatives relacionades amb l'ús dels drons i el transport de mercaderies mitjançant aquesta tecnologia, i la seva relació amb la seguretat i protecció de les persones i béns:

- **La Llei Orgànica 4/2015 de Protecció de la Seguretat Ciutadana.** Aquesta llei té com a objectiu regular les actuacions per a mantenir la tranquil·litat i protegir la seguretat de la ciutadania i dels béns materials. Tal i com s'explica als capítols anteriors, la regulació de la tecnologia dron ha estat dissenyada per a minimitzar els riscos que aquesta suposa per a les persones i béns, i és per aquest motiu que el seu compliment està alineat i relacionat amb el compliment de la Llei Orgànica 4/2015.

Pel que fa a la integració dels drons a l'àmbit de la salut és important també com poden afectar al seu ús les normatives vigents per al transport de mercaderies perilloses i peribles. Aquestes normatives són d'aplicació per als casos d'ús que impliquin el transport de mostres biològiques com ara: òrgans, sang, teixits, productes farmacèutics, medicaments o qualsevol objecte que requereixi d'unes condicions de transport específiques:

- **Llei 16/87 d'ordenació dels transports terrestres.** Aquesta llei ha estat modificada per les següents lleis i reials decrets posteriors: Llei 13/96, Llei 66/97, Reial Decret Llei 6/1998, Reial Decret Llei 4/2000, Llei 14/00, Llei 24/2001, Llei 29/2003, Llei 25/2009, Llei 2/2011, i Llei 9/2013. Entre aquestes modificacions destaca l'anteriorment esmentada **Llei 21/2003, de Seguretat Aèria**.
- **Llei Orgànica 5/87, de delegació de facultats de l'Estat a les comunitats autònomes** en relació amb els transports per carretera i per cable. Aquesta llei ha estat modificada per la Llei Orgànica 5/2013.
- **Reial Decret 1211/90**, amb el qual s'aprova el Reglament de la Llei d'Ordenació dels Transports Terrestres. Aquesta llei estableix de manera detallada els aspectes relacionats amb el transport de mercaderies perilloses i peribles i ha estat modificada per les següents lleis i reials decrets: Reial decret 858/1994, Reial decret 1136/97, Reial decret 927/98, Reial decret 1830/99, Reial Decret 1225/2006, l'article 21 de la Llei 25/2009, el Reial Decret 919/2010, la Llei 9/2013, i el Reial decret 1057/2015. Entre aquestes modificacions destaca el **Reial decret 1057/2015** que modifica també la **Llei 21/2003, de Seguretat Aèria** per adaptar-la a la Llei 9/2013. (11)

Mercaderia perillosa

Qualsevol article o substància que l'aeronau transporti i que pugui suposar un perill per a la salut, la seguretat, els béns o el medi ambient en cas d'incident o accident.

Mercaderia perible

Qualsevol producte que es pot veure afectat negativament per les condicions ambientals i que disposa d'un curt període de temps abans de començar a degradar-se, perdre propietats o devaluar-se.

4.4.4 / Estratègia Europea de drons 2.0 i dictamen del Comitè Europeu de les Regions

El passat 29 de novembre de 2022 la Comissió Europea va adoptar l'Estratègia de drons 2.0 (12) de la Unió Europea. Aquesta estratègia plasma la visió de la Unió Europea per a contribuir al desenvolupament del mercat europeu de drons. Segons la Comissió Europea, s'estima que el mercat europeu de drons assolirà un valor de 14,5 mil milions d'euros i generarà 145.000 llocs de treball de cara al 2030.

L'Estratègia Europea de drons 2.0 cerca fomentar la mobilitat intel·ligent i sostenible mitjançant l'ús responsable i eficient dels drons a Europa, mitjançant 19 accions emblemàtiques per a crear un marc que permeti que els serveis amb drons s'integrin en el dia a dia dels ciutadans europeus, des dels serveis d'emergència fins a solucions de mobilitat innovadores, com ara taxis aeris i lliuraments urgents de petits enviaments, com ara mostres biològiques o medicaments.(13)

A principis de 2023 la Comissió de Política de Cohesió Territorial i Pressupost de la UE (COTER) (14) del Comitè Europeu de les Regions (CoR) (15) va impulsar l'elaboració d'un dictamen per a donar suport a l'adopció de l'Estratègia Europea de Drons 2.0. Durant el procés d'elaboració del dictamen, el CoR va dur a terme un procés consultiu amb diferents parts interessades i experts d'arreu d'Europa per tal, d'assessorar a la Comissió sobre l'impacte de l'estratègia a les regions europees. En aquest procés d'assessorament Catalunya hi va tenir un paper destacat, ja que va ser una de les regions convidades al *Territorial Impact Assessment Workshop* (TIA) (16), celebrat a Brussel·les el passat dia 8 de maig de 2023 amb l'objectiu d'assessorar a la comissió sobre l'impacte de l'*EU Drone Strategy 2.0* a les regions de cara al 2030. La representat de la comunitat de Drons de la Digital Catalonia Alliance va aportar les seves recomanacions en base al coneixement de l'ecosistema català i els reptes i oportunitats que aquesta tecnologia té al territori.

La Digital Catalonia Alliance (DCA) és una iniciativa de la Generalitat de Catalunya i la Fundació i2CAT que agrupa els principals sectors tecnològics emergents del territori català en una aliança formada per sis comunitats tecnològiques (IoT, Drons, IA, NewSpace, Ciberseguretat i Blockchain) i per més de 550 organitzacions (principalment PIMES i startups) intensives en l'ús d'aquestes tecnologies.

El dictamen "Una estratègia 2.0 per als drons" (17) es va adoptar per unanimitat i es va publicar el passat 10 d'octubre de 2023, i ofereix un ventall de recomanacions addicionals perquè les regions europees puguin desplegar amb èxit les accions emblemàtiques que es contemplan a l'estratègia.

4.4.5 / Futures regulacions

Actualment Espanya està en procés de definició i adopció del projecte de Reial Decret d'UAS. Aquest Reial Decret complementarà les disposicions europees amb aquelles normes que són competència de l'Estat espanyol i derogarà les disposicions encara vigents del Reial Decret 1036/2017. (18)

Segons l'esborrany, aquest nou Reial Decret establirà els nous requeriments per a:

- **les activitats i serveis no EASA civils realitzats amb UAS,**
- **la utilització d'UAS per a activitats i serveis EASA,**
- **les entitats per a la formació, examinació i avaluació de pilots a distància,**
- **la utilització de l'espai aeri i zones geogràfiques d'UAS, i**
- **les disposicions administratives.**

Addicionalment, actualment hi ha grups de treballs per a regular les emissions sonores dels sistemes no tripulats. En aquest sentit, és possible que en els propers anys apareguin noves normatives per a regular també el soroll dels drons.

4.5. / Reglament Delegat (UE) 2019/945

El **Reglament Delegat (UE) 2019/945** de la Comissió, de 12 de març de 2019, estableix els requisits per al disseny i fabricació d'UAS que han de ser operats sota els requeriments del **Reglament d'Execució (UE) 2019/947**. Aquest reglament estableix els requisits per als UAS de classes C0, C1, C2, C3, i C4 (la informació sobre aquestes classes s'amplia al capítol sobre categoria oberta, descrita al capítol 4.6 Reglament d'Execució (UE) 2019/947). El Reglament Delegat (UE) 2019/945 va ser modificat pel **Reglament Delegat (UE) 2020/1058** per a incloure dues noves classes d'UAS: **C5 i C6**, que són les classes que poden ser utilitzades per als STS europeus (els STS europeus estan descrits a l'apartat sobre categoria específica del capítol 4.6 Reglament d'Execució (UE) 2019/947).

Aquests UAS estan subjectes a certificació de disseny, producció i manteniment perquè els fabricants els puguin comercialitzar a Europa amb aquestes marques de classe. Addicionalment, aquest reglament també estableix les normes que s'apliquen als operadors d'UAS d'Estat no membres de la EASA per tal que puguin operar en l'espai aeri europeu.

Pel que fa als drons sense marca de classe: els UAS que no siguin de fabricació privada i compleixin amb la directiva de comercialització de productes aplicable actualment a la Unió Europea (Decisió 768/2008/CE), però no pertanyin a una de les classes C0, C1, C2, C3 o C4 podran continuar utilitzant-se si han estat introduïts al mercat de la Unió Europea abans de l'1 de gener de 2024 de la manera següent:

- Si la massa màxima d'enlairament (MTOM) de l'aeronau no tripulada és inferior a 250 g, inclosa la càrrega útil, operació en subcategoria A1.
- Si la massa màxima d'enlairament (MOTM) de l'aeronau no tripulada és inferior a 25 kg, incloent-hi el carburant i la càrrega útil, operació en subcategoria A3.

MTOM: Maximum Take Off Mass, «Massa màxima d'enlairament». És el pes màxim autoritzat de les aeronaus.

A partir de l'1 de gener de 2024, la normativa europea de drons serà plenament aplicable.

A partir d'aleshores els drons que operin en la categoria oberta es beneficiaran dels drons amb marca de classe.

Marca de classe

Marcats pel qual el fabricant indica que el producte és conforme amb els requisits aplicables establerts a la legislació d'harmonització de la Unió que en disposa la col·locació.

Fabricant

Tota persona física o jurídica que fabrica un producte, o que ordena dissenyar o fabricar un producte i el comercialitza amb el seu nom o marca comercial. Aquest “agent econòmic” està sotmès a obligacions segons es defineix en el Reglament Delegat (UE) 2019/945. També estaran subjectes a les obligacions del fabricant, els importadors o distribuïdors que introdueixin un producte en el mercat amb el seu nom comercial o marca pròpia, o modifiquin un producte de manera que pugui quedar afectada la seva conformitat amb els requisits de la norma.

4.6. / Reglament d'Execució (UE) 2019/947

El **Reglament d'Execució (UE) 2019/947** de la Comissió, de 24 de maig de 2019, defineix les normes i procediments aplicables a la utilització d'aeronaus no tripulades a Europa. L'objectiu d'aquest reglament és el de proporcionar els requisits mínims per a garantir la seguretat de les operacions amb UAS per a que puguin operar al mateix espai aeri que les aeronaus tripulades.

L'actual normativa europea aplica a qualsevol aeronau no tripulada indistintament de la massa i d'ús, ja sigui professional, recreatiu, experimental, o especialitzada, i inclou els aeromodels utilitzats en aeromodelisme. També inclou les operacions autònomes (sense possibilitat d'intervenció per part del pilot) i, segons la categoria operacional, es permet el transport aeri amb UAS i els eixams.

Per garantir la seguretat de les operacions el Reglament d'Execució (UE) 2019/947 estableix tres categories d'operació: oberta, específica i certificada. Aquesta classificació es defineix d'acord al risc de les operacions amb UAS el qual està condicionat en gran mesura pel pes i les dimensions de l'aeronau:

- **Categoria Oberta:** de baix risc operacional. La categoria Oberta té tres subcategories que inclouen els seus propis requisits:
 - A1: es permet sobrevolar persones però no en una aglomeració de persones.
 - A2: es permet volar a prop de la gent.
 - A3: es vola lluny de la gent.
- **Categoria Específica:** de risc operacional mig, com ara operacions del tipus:
 - Vols més enllà de la línia visual (BVLOS).
 - Vols amb drons de més de 25 kg de pes màxim a l'enlairament o MTOM (de l'anglès, *Maximun Take-Off Weight*).
 - Vols a més de 120 metres sobre el terreny.
 - Operacions en les que es deixi caure material.
 - Operacions amb drons en un entorn urbà amb MTOM superior a 4 kg o sense etiqueta d'identificació de classe.
- **Categoria Certificada:** operacions d'alt risc, com ara els vols de drons amb passatgers a bord. Els estàndards de seguretat d'aquesta categoria seran molt equiparables als de l'aviació tripulada.

A la següent il·lustració es mostra de manera resumida i visual l'abast del Reglament d'Execució (UE) 2019/947. Cada categoria compta amb requisits específics tant de seguretat com d'autorització, garantint així la protecció de l'espai aeri, la privacitat i la seguretat de les persones i la propietat (19). Els requeriments aplicables a cada categoria es descriuen als següents capítols.

	OBERTA	Baix risc. No requereix autorització ni declaració
	ESPECÍFICA	Risc mitjà. Requereix autorització operacional, declaració operacional STS o LUC
	CERTIFICADA	Risc mitjà. Marc legal equiparable al de l'aviació tripulada

* Il·lustració 5 Categories d'operació amb drons (20)

Reglament d'Execució (UE) 2019 / 947

Categoria OBERTA	Subcategoria A1
	Subcategoria A2
	Subcategoria A3
Categoria ESPECÍFICA	Escenaris estàndards (STS)
	Sol·licitud autorització operacional
	LUC
	Aeromodelisme

Categoria CERTIFICADA

* **Il·lustració 6** Categories operacionals segons el Reglament d'Execució (UE) 2019/947 (20)

4.6.1 / Categoria Oberta

Els drons amb una Categoria Oberta són aquells que impliquen un vol amb baix risc. El models de classificació de la categoria oberta es determinen a través del procés de marcatge CE (Conformitat Europea), el qual defineix segons el tipus de drons, les característiques pròpies de l'aeronau, els sistemes que la componen i l'equip destinat a controlar-la de manera remota. És important tenir en compte que tots els fabricants han d'incorporar aquestes etiquetes de classificació en els seus drons, amb el compromís d'assegurar que el seu sistema d'aeronau pilotada per control remot o *Remotely Piloted Aerial System* (RPAS), compleixi amb les característiques corresponents.

Les operacions amb baix risc s'han d'efectuar en entorns allunyats de poblacions i/o aglomeracions de persones que no siguin participants en l'operativa. S'entén que les persones no participen en l'operació del UAS quan no son participants del vol o no coneixen les instruccions i precaucions de seguretat proporcionades per l'operador:

- Entorn A1: Volar sobre persones, però no sobre grups de persones.
- Entorn A2: Volar prop de la gent.
- Entorn A3: Volar lluny de les persones.

Un dron pot operar en la categoria "Oberta" quan:

- Disposa de qualsevol dels distintius d'identificació de classe C0, C1, C2, C3 o C4.
- És de construcció privada i el seu pes és inferior a 25 kg.
- No s'opera directament sobre persones, llevat que portin una etiqueta d'identificació de classe o que pesi menys de 250 grams.
- Es manté en la línia de visió directa dels pilots (VLOS) o els pilots remots són assistits per observadors de la UA.
- L'alçada del vol no supera els 120 metres.
- No es transporten mercaderies perilloses i ni es deixen caure materials.

Construcció privada: Es tracta d'un UAS muntat o fabricat per a l'ús propi del constructor, excloent els UAS muntats a partir de conjunts de components introduïts en el mercat en forma de kit únic llest per al muntatge. En el context d'aquesta definició, els termes "muntat" o "fabricat" per l'operador es refereixen a la fabricació completa del UAS, o almenys la major part d'aquest; o al muntatge del UAS a partir de peces o subconjunts venuts per separat. Al no estar destinat a comercialització, el constructor d'un UAS de construcció privada no es considera "fabricant" i aquest fet implica que no hi ha possibilitat de realitzar una oferta o acord (escrit o verbal) per a la transferència de la seva propietat o qualsevol altre dret de propietat.

La subcategoria està determinada per:

- L'etiqueta que mostra l'etiqueta d'identificació de classe (0, 1, 2, 3 o 4), fixada al dron.
- El pes del dron de construcció privada o sense etiqueta d'identificació de classe (anomenats drons heretats).

Categoria Oberta			
Subcategories	UAS	Limitació sobrevol	Requisits de pilot
A1	Construcció privada amb MTOM* <250g	/ Es permet sobrevolar per sobre de persones no participants en l'operació, però mai sobre concentracions de persones.	/ Familiaritzar-se amb les instruccions facilitades pel fabricant del UAS
	Previ norma amb MTOM <250g		
	Classe C0		
	Classe C1	/ No es permet sobrevalorar persones no participants, ni concentracions de persones	/ Familiaritzar-se amb les instruccions facilitades pel fabricant del UAS / Completar un curs de formació en línia i superar l'examen teòric.
A2	Classe C2	/ Es permet el vol a prop de persones no participants en l'operació. Mantenint una distància de seguretat (30m - 5m).	/ Familiaritzar-se amb les instruccions facilitades pel fabricant del UAS / Completar un curs de formació en línia i superar l'examen teòric. / Formació i pràctica. / Examen presencial de coneixements teòrics addicionals.
A3	Construcció privada o previ norma <25g	/ Permet l'operació en àrees on no s'espera posar en perill a persones no participants en l'operació.	/ Familiaritzar-se amb les instruccions facilitades pel fabricant de UAS.
	Classe C2		
	Classe C3	/ Mantenir-se a <150m d'àrees residencials comercial, industrials o de recreació.	/ Completar un curs de formació en línia i superar l'examen teòric.
	Classe C4		

Taula 3 Categoria Oberta (20)

A més, els drons amb marcatge C0 a C4 que no siguin d'ala fixa, han d'incloure una indicació en el UA, o la seva caixa un nivell de soroll de ponderació A.

Subcategoria A1

Les operacions en subcategoria A1 es realitzen evitant sobrevolar concentracions de persones no participants. Un UAS apte per volar en aquesta subcategoria ha de tenir una de les següents característiques:

- Ser de construcció privada amb una MTOM <250 g i una velocitat màxima inferior a 19m/s.
- Tenir una MTOM <250 g.
- Portar etiqueta de marcat de classe C0 complint els següents requisits tècnics:
 - MTOM < 250 g.
 - Velocitat màxima en vol horitzontal de 19 m/s.
 - Font d'alimentació elèctrica.
- Portar etiqueta de marcat de classe C1, és a dir, que compleixin amb les següents característiques:
 - MTOM < 900 g o energia transmesa en cas d'impacte < 80 J.
 - Velocitat màxima en vol horitzontal de 19 m/s.
 - Font d'alimentació elèctrica.
 - Número de sèrie únic.
 - Sistema d'identificació a distància directe i de xarxa.
 - Sistema de geoconsciència.
 - Sistema d'avís de bateria baixa per a l'aeronau no tripulada i l'estació de control (CS).

Sistema de Geoconsciència: Funció que, sobre la base de les dades facilitades pels Estats membres, detecta una possible violació de les limitacions de l'espai aeri i alerta als pilots a distància perquè puguin prendre mesures immediates i eficaces per a evitar aquesta violació.

Subcategoria A2

Aquestes operacions es realitzen mantenint una distància horitzontal de seguretat d'almenys 30 m respecte de persones no participants en l'operació, que es pot reduir fins a un mínim de 5 m quan s'activi el mode de baixa velocitat, i l'alçada es redueixi en la mateixa proporció amb que es redueixi la distància horitzontal (regla 1:1). Es realitzaran únicament amb UAS que portin l'etiqueta de marcat de classe C2, complint els següents requisits tècnics:

- MTOM < 4 kg.
- Si no es tracta d'una aeronau no tripulada d'ala fixa, ha d'estar equipada amb un regulador que limiti la velocitat a un màxim de 3 m/s.
- Font d'alimentació elèctrica.
- Número de sèrie únic.
- Sistema d'identificació a distància directe i de xarxa i de geoconsciència.
- Sistema d'avís de bateria baixa per a l'aeronau no tripulada i l'estació de control (CS).
- Estar equipat amb un enllaç de dades protegit contra l'accés no autoritzat a les funcions de comandament i control (C2).
- Disposar de llums per al control d'actitud i el vol nocturn.

Subcategoria A3

Aquestes operacions poden ser realitzades en zones on no hi ha persones no participants, i han de volar a una distància horitzontal de seguretat mínima de 150 m de zones residencials, comercials, industrials o recreatives. Les UAS que participen en operacions de la subcategoria A3 han de complir amb algun dels següents requisits:

- Ser de construcció privada amb una MTOM < 25 kg.
- Portar etiqueta de marcat de classe C2.
- Portar etiqueta de marcat de classe C3 i que per tant compleixin amb els següents requisits tècnics:
 - MTOM < 25 kg i una dimensió màxima inferior a 3 m.
 - Font d'alimentació elèctrica.
 - Número de sèrie únic.
 - Sistema d'identificació a distància directa i de xarxa.
 - Sistema de geoconsciència.
 - Sistema d'avís de bateria baixa per a l'aeronau no tripulada i l'estació de control (CS).
 - Estar equipat amb un enllaç de dades protegit contra l'accés no autoritzat a les funcions de comandament i control (C2).
 - Equipar llums per al control d'actitud i el vol nocturn.
- Portar etiqueta de marcat de classe C4 i, per tant, compleixin amb els següents requisits tècnics:
 - MTOM < 25 kg.
 - Ser controlable i maniobrable de manera segura per un pilot a distància seguint les instruccions del fabricant.
 - No disposar de maneres de control automàtic, excepte per a l'assistència a l'estabilització del vol sense cap efecte directe en la trajectòria i per a l'assistència en cas de pèrdua de l'enllaç, sempre que es disposi d'una posició fixa predeterminada dels comandaments de vol en cas de pèrdua de l'enllaç.
 - Estar destinades per a la pràctica de l'aeromodelisme. (22,23)

Pilot a distància: És tota persona física responsable de la conducció segura del vol d'un UAS mitjançant la utilització dels seus comandaments de vol, ja sigui manualment o, quan l'aeronau voli de manera automàtica, mitjançant la supervisió del seu rumb, sent capaç d'intervenir i canviar el rumb en qualsevol moment.

4.6.2 / Categoria Específica

Aquesta categoria està classificada amb un risc mitjà i es dona quan els requisits de la operació no s'alineen amb els contemplats a les categories “oberta” i “certificada”. Per a poder operar en aquesta categoria, l'operador d'UAS ha de sol·licitar una autorització operacional a l'autoritat competent. Aquesta sol·licitud ha d'anar acompanyada amb un estudi de seguretat operacional, per a avaluar els riscos de l'operatiu i definir les mesures d'atenuació per a mitigar-los. L'autoritat competent és la responsable d'emetre l'autorització de l'operatiu, si considera que els riscos contemplats a l'informe estan degudament atenuats.

L'autorització de l'autoritat competent es pot referir a:

- L'aprovació d'una o varies operacions especificades segons el moment i/o emplaçament/s. En aquest cas l'autorització inclourà la llista de mesures d'atenuació corresponents, o bé,
- L'aprovació d'un LUC (Certificat d'operador d'UAS lleugers). Un cop certificat, l'operador pot aprovar les seves pròpies operacions, sense necessitat de presentar una declaració operacional a l'autoritat competent.

La llei també contempla que un operador presenti una declaració operacional a l'autoritat competent i aquesta s'ajusti a algun dels escenaris estàndards. En aquest cas, l'operador no estarà obligat a disposar d'una autorització operacional per a poder realitzar l'operatiu. Actualment, la normativa contempla dos escenaris estàndards nacionals:

- **STS-ES-01:** Operacions VLOS sobre una zona terrestre controlada en un entorn poblat.
- **STS-ES-02:** Operacions BVLOS amb observadors de l'espai aeri sobre una zona terrestre controlada en un entorn poc poblat.

A partir del 30 d'agost de 2024 però, no es podran presentar noves autoritzacions operacionals amb els STS-ES esmentats. (21) Els operadors podran seguir operant amb aquests STS-ES que ja tinguin declarats amb les aeronaus especificades en aquestes declaracions, tant si tenen marca de classe com si no fins el 31 de desembre de 2025. Addicionalment, a partir de l'1 de gener de 2024, els UAS han de comptar amb un sistema d'identificació directa a distància (o DRI, *Direct Remote Identification*).

Des de l'1 de gener de 2024, els operadors d'UAS es poden acollir als escenaris estàndard europeus, amb la presentació prèvia d'una declaració operacional per a l'escenari estàndard STS-01 i/o STS-02.

- STS-01: Operacions VLOS sobre una zona terrestre controlada en un entorn poblat i amb UAS que disposin de la identificació de classe C5.
- STS-02: Operacions BVLOS sobre una zona terrestre controlada en un entorn escassament poblat amb UAS que disposin de la identificació de classe C6.

PDRA (Predefined Risk Assessment): és un escenari operatiu per al qual EASA ja ha realitzat l'avaluació de riscos i ha publicat uns mitjans acceptables de compliment (AMC).

Mitjans Acceptables de Compliment (AMC): Els AMC són estàndards no vinculants adoptats per EASA per a il·lustrar els mitjans per establir el compliment del Reglament bàsic i les seves normes d'aplicació. Els AMC emesos per l'EASA no són de caràcter legislatiu.

Escenaris Estàndard (STS): operacions amb drons descrites a l'Apèndix 1 del Reglament d'Execució (UE) 2019/947. Aquests escenaris simplifiquen les activitats requerides pels operadors d'UAS a la categoria específica respecte ja que compten amb una llista precisa de mesures d'atenuació, de manera que l'autoritat competent es pugui conformar amb declaracions dels operadors en què afirmen que aplicaran les mesures d'atenuació en executar aquest tipus d'operació.

Certificat d'operador d'UAS lleugers (LUC): certificat concedit a un operador d'UAS per una autoritat competent tal com estableix la part C de l'annex. Aquesta certificació és voluntària i requereix d'un procés d'avaluació per part d'AESA per a demostrar i acreditar que l'operador serà capaç d'avaluar el risc de l'operació per si mateix. Aquest certificat dona certs privilegis a l'operador, com ara: autoritzar totes les operacions realitzades per l'operador sense sol·licitar autorització, tant si s'ajusten als STS com al PDRA.

Operacions de categoria Específica Operacions que no compleixen els requisits de les operacions en categories Oberta ni Certificada	Sol·licitud d'autorització operacional + Estudi de seguretat operacional	Autorització operacional
	Declaració operacional conforme a un escenari estàndard (STS)	Operacions sense necessitat d'autorització operacional
	LUC: Certificat d'operador d'UAS lleuger. L'operador autoritza les seves pròpies operacions	
	Clubs i associacions d'aeromodels autoritzats	

* **Il·lustració 7** Vies per a la realització d'operacions en categoria específica (20)

4.6.3 / Categoria Certificada

Els requisits per a operacions amb categoria certificada es troben definides al Reglament d'Execució (UE) 2019/947. Aquestes operacions estan classificades amb un risc alt per a les persones i béns, degut a les grans dimensions i al pes elevat de les aeronaus. És per aquest motiu que EASA imposa uns estàndards de seguretat equiparables als que s'utilitzen actualment en vols amb aeronaus tripulades. Els requeriments per que una operació es consideri de categoria certificada són els següents:

- Volar sobre concentracions de persones amb un UAS que disposi d'una dimensió superior a 3 metres.
- Realitzar el transport de persones.
- Transportar mercaderies perilloses que suposin un gran risc per a tercers en cas d'accident.

EASA contempla que també es consideren operacions certificades aquelles operacions en què, en base a l'estudi de seguretat, els riscos no puguin atenuar-se adequadament sense la certificació del UAS i l'operador i, sense l'obtenció d'una llicència per part del pilot a distància. (24)

A part de les regulacions esmentades amb anterioritat, les operacions de la categoria certificada també estan subjectes als requisits operacionals aplicables establerts als reglaments següents:

- **Reglament d'Execució 923/2012**, que estableix el reglament de l'aire i les disposicions operatives comunes per als serveis i procediments de la navegació aèria.
- **Reglaments (UE) 965/2012**, que estableix requisits tècnics i procediments administratius en relació amb les operacions aèries.
- **Reglament (UE) 1332/2011**, que estableix requisits comuns d'utilització de l'espai aeri i procediments operatius per als sistemes d'anticol·lisió embarcats.
- **Reglament (UE) 996/2010**, que estableix que s'han de notificar tots els accidents o incidents greus en els quals s'hagin involucrat les aeronaus, segons sigui d'aplicació el Reglament (UE) 2018/1139 del Parlament Europeu i Consell o el Reglament base EASA.

Requeriments mínims per a operar un dron a Espanya



Amb l'entrada en vigor de la normativa europea de drons el 31 de desembre de 2020, els operadors d'UAS han de complir amb les següents obligacions mínimes per a poder volar un dron:

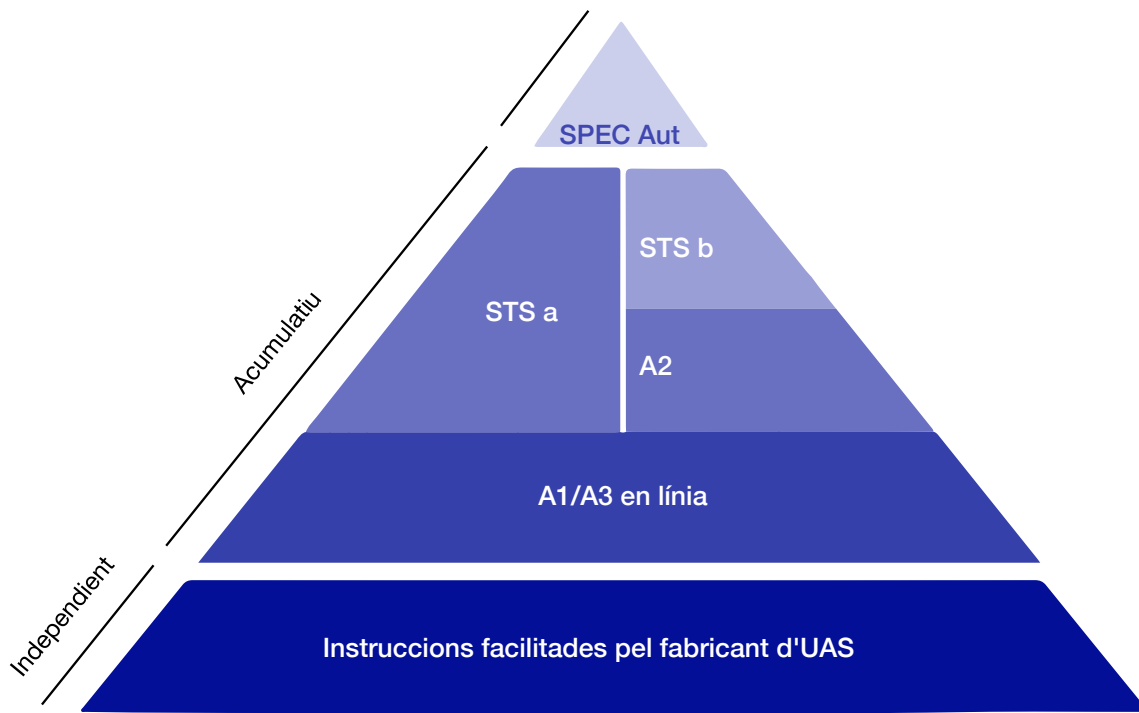
1/ Realitzar el registre d'operador: Tots els usuaris que pretenguin volar un dron han d'estar registrats com a operadors a la seu electrònica d'AESA i obtenir el número d'operador segons la normativa europea. Un cop obtingut el número d'operador aquest s'ha d'indicar al dron de manera visible.(25)



*** Il·lustració 8** Model de certificat d'operador d'UAS (20)

2/ Formar-se com a pilot: Per volar un dron cal tenir una formació mínima acreditable. D'acord al marc legal vigent, aquesta formació es realitza de manera esglaonada en funció de la categoria operacional en la qual es vulgui operar i és acumulativa:

- a. La formació i l'examen de coneixements per poder operar un dron en categoria oberta, subcategories A1 i A3, és accessible a través del web d'AESA. Aquesta formació inicial és telemàtica i gratuïta i després de la superació de l'examen en línia, la AESA expedirà un certificat d'acreditació.
- b. Pel que fa a la formació de la categoria específica, els apartats teòrics sobre els STS poden ser impartits per una entitat de formació, un operador d'UAS, o es poden realitzar per compte propi, seguint el temari que conté el síl·labus publicat a la web d'AESA. AESA realitza l'examen de coneixements teòrics dels STS i, si s'escau, emet el certificat corresponent. Per a operar en categoria específica amb una sol·licitud d'autorització operacional, el pilot a distància necessita una formació teòrica i pràctica basades en el concepte de l'operació (ConOps) que sol·licita.
- c. Els pilots certificats segons el Reial decret 1036/2017 han de reciclar-se per adaptar els seus coneixements als requeriments europeus.



- Formació teòrica i pràctica en funció del ConOps de l'autorització
- Examen teòric presencial i formació pràctica STS
- Examen teòric presencial per a A2 i formació auto-pràctica
- Formació teòrica i examen en línia comú per a A1/A3
- Familiarització amb les instruccions facilitades pel fabricant d'UAS

* **Il·lustració 9** Piràmide de formació (26)

3/ Disposar d'una assegurança obligatòria de responsabilitat civil: És obligatori contractar una pòlissa d'assegurança que cobreixi la responsabilitat civil davant de tercers, per danys que puguin sorgir durant i per causa de l'execució de cada vol que es faci.

4/ Seguir les regles de vol: El vol de drons està subjecte a regles generals d'operació condicionades, entre d'altres, pel pes del dron, la presència de persones a l'entorn on s'efectua la operació, i la proximitat d'obstacles i edificis. És important doncs conèixer en quina categoria operacional s'emmarca el vol que es vol realitzar, ja que, aquesta defineix en gran mesura les regles de vol que cal seguir, per a poder operar d'acord al marc legal vigent.

5/ Conèixer les limitacions de vol imposades per l'entorn de l'operació: A més de les regles generals d'operació de drons, hi ha limitacions al vol de drons en certs llocs, motivades per diferents raons: proximitat d'aeròdroms, zones militars, protecció d'infraestructures crítiques, protecció mediambiental, etc. ENAIRE ha generat una aplicació web anomenada ENAIRE Drones on es poden consultar els requisits de vol a diferents zones d'Espanya.

5.1. / Responsabilitats i funcions de l'operador i el pilot remot

Un operador de drons és qualsevol entitat, ja sigui una persona o una organització, que posseeix, lloga, o té intenció d'utilitzar un o diversos UAS, tant per a fins professionals, com recreatius (inclòs l'aeromodelisme). L'operador de drons està obligat a registrar-se davant l'Autoritat nacional d'aviació civil en el cas d'emprar drons de categoria oberta (27) (22).

Un operador de drons ha de tenir els coneixements tècnics de vol i maneig, ha de comprendre la legislació i regulacions locals, i ha de ser capaç de prendre decisions ràpides.

Funcions i responsabilitats:

- **Supervisió Tècnica:** Ha de verificar l'estat i el funcionament del dron abans i després de cada vol per a garantir la seva seguretat i rendiment òptim.
- **Avaluació Meteorològica:** Abans de cada vol, ha de consultar pronòstics meteorològics per a avaluar les condicions climàtiques i determinar si són adequades per a les operacions de vol planificades.
- **Pilotatge Precís:** Ha de realitzar vols a distància seguint plans de vol preestablerts amb precisió i mantenint l'estabilitat del dron en tot moment.
- **Compliment Normatiu:** S'ha de assegurar que totes les operacions compleixin amb les regulacions i normatives locals vigents, garantint la seguretat de les persones i el compliment de la llei.
- **Manteniment Bàsic:** En cada vol, abans de pilotar, ha de realitzar proves de manteniment en el dron, solucionar problemes tècnics i dur a terme ajustos necessaris per a assegurar el rendiment òptim de l'equip.
- **Planificació Estratègica:** Planificar rutes de vol eficients i segures, considerant factors com la distància, els obstacles potencials i l'eficiència de la missió.

Els pilots de drons han de tenir en compte el següent:

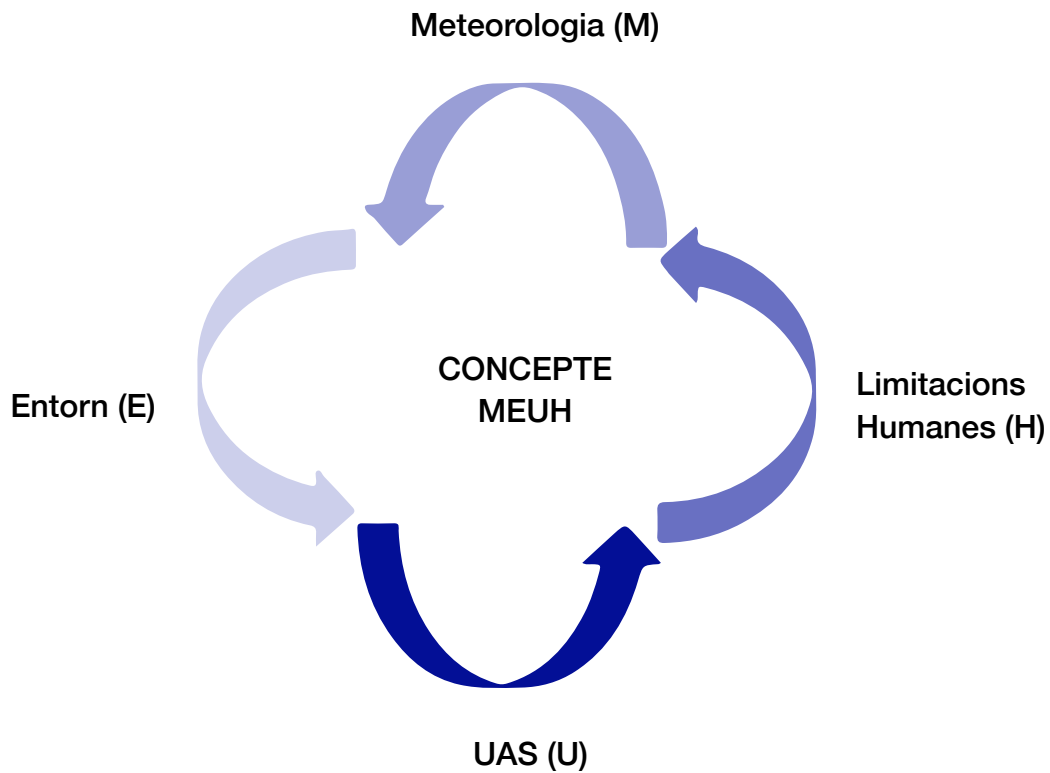
- El vehicle aeri ha d'estar dins del camp visual del pilot.
- El vol ha de mantenir-se per sota dels 120 metres d'altura.
- No és possible volar en un perímetre de 8 km al voltant d'un aeroport, aeròdrom o espai aeri controlat.
- Tot dron ha de portar una placa identificativa.
- No està permès gravar a persones, ni divulgar imatges d'aquestes, sense una prèvia autorització.

D'altra banda, la normativa actual ha eliminat la distinció entre vols per motius laborals o professionals, dels vols per oci i diversió. L'única exigència per a tots dos és l'Assegurança de Responsabilitat Civil. (28)

3. <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones/naa>

5.2. / Concepte MEUH

Segons les recomanacions de AESA, abans de realitzar un vol, l'operador o el pilot a distància ha de comprovar els diferents elements que poden afectar la Seguretat del vol. Per a aquesta comprovació, s'ha d'utilitzar el “concepte MEUH”.



* Il·lustració 10 MEUH (20)

5.2.1 / Meteorologia (M)

Per a evitar causar efectes no desitjats i posar en risc la seguretat del vol, és important conèixer la situació meteorològica i fer una avaluació abans de cada vol. Els següents factors poden afectar el rendiment de l'aeronau:

- **Vent:** Pot afectar l'autonomia i la maniobrabilitat del dron.
- **Temperatura:** Pot influir i afectar l'autonomia i el rendiment de les bateries.
- **Visibilitat:** Ja sigui per la falta de llum o per la presència de boira, pot dificultar la capacitat del pilot de mantenir l'aeronau dins del rang visual a distància.
- **Pluja o neu:** És necessari consultar les instruccions proporcionades pel fabricant del UAS per a determinar si es pot operar de manera segura en aquestes condicions.

5.2.2 / Entorn de la operació (E)

S'ha d'avaluar l'entorn del vol, verificant que l'operació s'ajusta a la normativa i compleix amb les possibles limitacions i restriccions imposades en l'àrea d'operació. La normativa contempla la definició de zones geogràfiques d'UAS on es permetran, prohibiran o restringiran operacions amb drons, o l'accés a aquestes, amb determinades aeronaus. La informació sobre aquestes zones es facilitarà digitalment de forma comuna a tots els països de la Unió Europea.

Per a dur a terme aquesta consulta sobre les restriccions i limitacions existents a l'entorn de la operació, a Espanya, ENAIRE ha posat a disposició dels operadors l'aplicació ENAIRE Drones (29).

Zona geogràfica: Part de l'espai aeri establerta per l'autoritat competent que facilita, restringeix o exclou operacions de UAS amb la finalitat de gestionar els riscos per a la seguretat, la protecció, la privacitat, la protecció de dades personals o el medi ambient.

Tot seguit es presenten els diferents tipus d'espais aeris que condicionen l'entorn de la operació.

- **Espai aeri controlat:** espai aeri de dimensions definides en el qual es presten serveis de control de trànsit aeri (ATC, *Air Traffic Control*) als vols IFR (Instrumental Flight Rules) i VFR (Visual Flight Rules) d'acord a la classificació de l'espai aeri. Es recomana disposar del títol de radiotelefonista i estar en tot moment en actiu amb la ràdio. A més, s'ha d'haver contactat prèviament amb tots els serveis involucrats en l'operació, tal com s'especifica en l'Article 43.6 del RD 517/2024.
 - Zones de control (CTR): Volum de l'espai aeri que s'estén des del terra fins a una altura determinada. Aquest volum té la finalitat de protegir i controlar tots els moviments de les aeronaus, d'un o varis aeròdroms; especialment les entrades i sortides de vols IFR.
 - Zones de trànsit de l'aeròdrom (ATZ): volums de l'espai aeri al voltant d'un aeròdrom per a la protecció i control del seu trànsit, especialment en el qual es realitzen vols VFR. Si l'aeròdrom accepta operacions IFR existirà un CTR que englobarà l'ATZ.
- **Espai aeri no controlat:** espai aeri en el qual no es presten serveis ATC als vols que operen en aquest espai aeri.

Quan l'autoritat aèria consideri que alguna part específica de l'espai aeri presenta certs condicionants especials, pot establir de manera permanent o temporal restriccions i reserves a l'espai aeri, limitant i fins i tot prohibint el vol de certes aeronaus. Aquestes zones es classifiquen com:

- **Perilloses ("Dangerous"- D):** És aquell volum en què és probable que, en algun moment, es desenvolupi algun tipus d'activitat que pugui posar en perill la circulació aèria. El pilot té l'obligació d'informar-se sobre les activitats que hi ha previstes i quan es duren a terme.
- **Restringides ("Restricted"- R):** És aquell volum en què només podran circular les aeronaus que compleixen els requisits d'accés indicats per l'autoritat competent (amb excepció de les aeronaus de l'Estat).
- **Prohibides ("Prohibited"- P):** És aquell volum en què només poden circular aeronaus autoritzades per l'Estat Espanyol.

Adicionalment, i donada la ràpida evolució dels sistemes d'aeronaus no tripulades, existeix la necessitat d'impulsar la transformació del sistema de transport aeri, basant-se en l'automatització i digitalització reduint així, la dependència del factor humà. L'ús d'aquests sistemes demana una integració segura amb el trànsit aeri existent; és per aquest motiu que la regulació ha previst la creació d'espais aeris U-space, zones geogràfiques designades pels Estats membres de la Unió Europea on únicament s'autoritzen operacions de UAS que comptin amb el suport de serveis d'U-space.

Tal com s'ha comentat prèviament a l'apartat sobre normativa, l'U-Space és un conjunt de serveis i procediments coordinats que s'estan desenvolupant per a permetre un gran nombre d'operacions amb aeronaus no tripulades. Fins i tot les més complexes, de manera ordenada, segura i assequible amb la finalitat de prevenir col·lisions entre aeronaus i mitigar els riscos aeris i terrestres.

Per a complir amb aquesta normativa europea, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España ha establert el Pla d'Acció Nacional per al Desplegament de l'U-space (PANDU). Aquest pla ha estat desenvolupat per la Direcció General d'Aviació Civil (DGAC) en col·laboració amb AESA, ENAIRE i el Ministeri de Defensa.(30)

Els elements clau per a garantir l'accés segur, eficient i assequible a l'espai aeri dels UAS es mostren a la Taula 4.

Serveis obligatoris U-space	
U-space	Àrees geogràfiques designades per l'Estat on sols es permeten operacions de UAS amb el suport de serveis U-space.
Identificació de Xarxa	Proporciona el registre dels operadors de UAS, així com informació sobre la ubicació, trajectòria i direcció dels UAS.
Geoconsciència	Proporciona informació sobre les condicions operatives, limitacions de l'espai aeri i restriccions temporals existents.
Autorització de vol	Garanteix que les operacions en una àrea d'espai aeri U-space es realitzin sense conflictes amb uns altres UAS i zones UAS amb restriccions.
Informació de trànsit	Subministra als operadors de UAS informació sobre altres vehicles no tripulats i tripulats que puguin ser pròxims de les seves aeronaus.
Serveis opcionals U-space	
Informació meteorològica	Dona suport a la planificació i execució del vol per a garantir la seguretat.
Informació de la conformitat	Adverteix als operadors que es desvien de la trajectòria autoritzada en la seva autorització de vol, així com a altres operadors pròxims als UAS afectats, als proveïdors de serveis U-space i als operadors de serveis de control de trànsit aeri. (31)

* **Taula 4** Serveis espai aeri

Els principals actors en el marc del U-space són:

- **Operadors de drons**
- **Proveïdors de serveis U-space (USSP):** A Espanya, el responsable de la provisió dels serveis U-Space és ENAIRE, que actua com a punt per proveir-se d'informació.
- **Proveïdors de serveis d'informació comú (CISP):** Responsables de donar servei d'informació necessària de la autoritat competent, tal com la ANSP (proveïdor de serveis de navegació aèria) i USSP amb els clients, a través d'una plataforma de difusió CIS.

Un cop realitzada la verificació sobre les limitacions existents a l'entorn de l'operació, el pilot, ja sobre terreny, ha de realitzar una exploració de l'entorn, podent detectar:

- Possibles obstacles que puguin comprometre la seguretat de l'operació o interferir amb la ruta prevista del UAS (com a edificis, vehicles, carrers, muntanyes, arbres, antenes, línies elèctriques, entre altres).
- La presència de persones no participants en l'operació o concentracions de persones: Si s'identifica la presència d'aquestes en l'operació, és necessari brindar instruccions perquè es mantinguin allunyades de la zona.
- Possibles interferències electromagnètiques: Els drons poden sofrir interferències de senyals de radiofreqüència d'altres dispositius electrònics, fet que pot afectar al seu rendiment i estabilitat.

Persones no participants en l'operació: es considera que són persones no participants totes aquelles que no participen en l'operació del dron i no en són conscients. S'ha de tenir en compte que també es classifiquen com a «no participants», els animals. Qualsevol multitud es considera per definició “no participant”. Una «multitud» no es defineix pel nombre de persones sinó per les limitacions que això pot imposar a la possibilitat que tenen els integrants d'aquesta multitud per moure's per esquivar un dron fora de control.

Concentracions de persones: Reunions en les quals les persones no poden evitar l'impacte d'un UAS en caiguda lliure a causa de la densitat de persones i l'espai en el qual es troben reunides. Alguns exemples de concentracions de persones són: actes esportius, culturals, religiosos o polítics, etc.

4. <https://www.easa.europa.eu/community/topics/flight-planning>

5.2.3 / Manteniment UAS (U)

S'ha de comprovar que el dron reuneixi totes la condicions apropiades per a l'operació, per aquest motiu, s'ha de realitzar el manteniment necessari. Els drons requereixen manteniment regular per a assegurar el seu funcionament correcte i prolongar la seva vida útil. (32)

5.2.4 / Limitacions Humanes (H)

El pilot ha de verificar si es troba en condicions òptimes per a dur a terme l'operació. És per això que el pilot haurà d'usar la metodologia l'M SAFE, amb la finalitat d'avaluar la seva aptitud i considerar la seva condició per a assegurar que qualsevol d'aquests factors no afectarà la Seguretat de l'operació. (33) Aquesta metodologia es pot consultar en la web de EASA.

MALALTIA (ILLNESS)	Els refredats, al·lèrgies o altres malalties comunes poden causar malestar al pilot a distància, com la irritació ocular o el mal de cap, podent comprometre la seguretat del vol.
MEDICACIÓ	És necessari avaluar si la medicació que s'ingesta, pot tenir algun efecte negatiu en el rendiment mental o físic del pilot.
ESTRÈS (STRESS)	El pilot a distància ha de ser capaç d'identificar i avaluar el seu nivell d'estrès tolerable, i així poder evitar superar-ho durant els vols.
ALCOHOL	El consum d'alcohol afecta el cervell, la visió, el sistema auditiu i la capacitat psicomotora, la qual cosa és perjudicial per a la realització segura de vols.
FATIGA	Cada pilot ha de conèixer els seus límits de fatiga i no excedir-los abans o durant un vol. La falta de somni, els canvis d'horari, el jet lag i les operacions nocturnes són elements que poden influir en la fatiga del pilot.
EMOCIONS	Abans de volar, el pilot a distància ha de qüestionar-se si es troba en un estat mental estable i equilibrat.

Integració dels drons a l'àmbit de la salut



La versatilitat dels drons ha permès la seva expansió en diversos camps, sent un dels més destacats, la salut. Gràcies a la seva eficiència en transport i assistència, els drons mostren un gran potencial per a millorar l'atenció mèdica de manera significativa.

En l'actualitat, els drons abasten una àmplia gamma d'aplicacions en salut, que van des del transport de teràpies farmacològiques i equipaments mèdics en situacions d'emergència, fins a la vigilància i seguretat, així com el suport en processos clínics i inventari de material mèdic.

La seva incorporació en l'àmbit de la salut resulta de gran utilitat, especialment en zones rurals o de difícil accés, on l'accés a medicaments i subministraments pot ser complicat, oferint així, una solució innovadora per a superar obstacles geogràfics, brindant suport per una assistència mèdica oportuna.

S'han identificat tres grans àrees de treball en la integració de drons a salut:

EMERGÈNCIES

LOGÍSTICA

ASSISTENCIAL

Pel que fa a l'àmbit de les emergències, els drons són capaços de transportar teràpies farmacològiques, equipaments i dispositius mèdics, solucions de telemedicina, facilitar les comunicacions i dotar de recursos (il·luminació, imatge, etc.) als operatius a càrrec de la gestió d'una situació d'emergència per a agilitzar l'atenció en situacions on la rapidesa és vital. Els drons es poden equipar amb dispositius i sensors que són d'utilitat per atendre a persones en situacions d'aïllament o en zones amb difícil accés. L'ús de càmeres tèrmiques, altaveus i sensors avançats, permet als professionals mèdics disposar d'eines que faciliten una millor presa de decisions, que en última instància permet planificar accions preventives i realitzar un diagnòstic de la situació abans de la seva arribada al lloc dels fets. Això augmenta la probabilitat de salvar vides i brinda un suport vital en moments crítics.

Els drons també poden ser de gran utilitat en situacions del dia a dia incorporant-se dins de la logística de l'activitat sanitària. La incorporació d'aquesta tecnologia pot contribuir a disminuir la bretxa de desigualtat entre les zones rurals i urbanes, facilitant un accés equitatiu als serveis de salut. Són capaços d'agilitzar qualsevol tipus de transport, que no sigui voluminós ni pesat. Dins dels casos d'ús identificats trobem el transport de mostres biològiques i teixits, teràpies farmacològiques, dispositius mèdics, i altres tipus de material. La facilitat de transport comporta una millora tant en el diagnòstic com en el tractament mèdic. Els drons també poden jugar un paper important en el transport a domicili per a persones amb dependència, donant com a resultat, una millor qualitat de vida.

Dins de l'apartat de la logística amb drons s'ha identificat les següents oportunitats i beneficis per a la introducció d'aquesta tecnologia a l'àmbit de la salut en comparació a les emissions generades pel transport rodat i aeri convencionals:

- Reducció del temps de transport
- Reducció de costos
- Reducció de la contaminació

Cal destacar, però, que la implantació dels drons a l'àmbit de la salut no està lliure de reptes, com ara:

L'habilitació d'un espai específic per a realitzar l'operativa de vol

La coordinació i integració de les operacions amb drons amb les de l'aviació tripulada

Dins de l'àrea assistencial, la integració de drons a salut es troba en fase de disseny en la incorporació dins dels processos assistencials, essent l'àmbit de la millora de desenvolupament cognitiu l'àrea d'estudi més avançada.

La incorporació dels drons en l'àmbit de la salut ha de considerar diversos aspectes crucials, com són la seguretat de dades, les seves implicacions en l'espai aeri i les regulacions i riscos associats. Atès que els drons comparteixen l'espai aeri amb avions, helicòpters i altres dispositius, resulta fonamental establir una coordinació efectiva entre els operadors de drons, les autoritats pertinents i altres actors involucrats per a prevenir incidents relacionats amb la seguretat aèria, de les persones i dels béns, per a garantir un espai aeri i operacions segures. Per tant, es fa necessari desenvolupar sistemes de comunicació i coordinació que gestionin aquestes operacions en l'espai aeri, considerant les regulacions, limitacions meteorològiques, dels propis UAS, de l'entorn de la operació i les limitacions humanes.

Per tant, es torna fonamental protegir adequadament aquestes dades, implementant mesures de seguretat sòlides per a evitar vulnerabilitats i assegurar la confidencialitat i seguretat de la informació sensible. Altres aspectes a tenir en compte són l'ús ètic de la tecnologia i l'acceptació social per part de la ciutadania.

L'acceptació social ha estat identificada per part d'Europa com un aspecte crucial per al desplegament de serveis amb drons. És per aquest motiu que EASA va dur a terme un estudi exhaustiu sobre l'acceptació social de la Mobilitat Aèria Urbana a Europa. Aquest estudi es va dur a terme a finals de 2020 i es va publicar al maig de 2021. Barcelona va ser una de les ciutats europees seleccionades per a dur a terme aquest estudi. Els resultats d'aquest estudi van mostrar que la majoria de les persones enquestades van mostrar una actitud positiva i a favor de la presència de serveis amb drons, com ara: aerotaxis, ambulàncies aèries, entregues de paqueteria amb dron, etc. Entre aquests casos d'ús, els d'àmbit sanitari van ser dels que més bona acollida van tenir per part dels enquestats.

No obstant, els enquestats també van mostrar certes reticències i preocupacions en qüestions relacionades amb la seguretat, la contaminació acústica i l'impacte en la fauna. És per aquest motiu que el posicionament d'Europa envers a la tecnologia dron passa per emfatitzar que l'interès públic ha de ser prioritari per a la implementació de la Mobilitat Aèria urbana. L'Estratègia Europea de Drons 2.0 publicada a finals de 2022 va estar en gran mesura inspirada pels resultats d'aquest estudi d'EASA, i és per aquest motiu que un dels aspectes estratègics en vistes al 2030 es centra en l'acceptació social.

Dit això, queda clar que la implementació dels drons al sector de la salut ha de ser integral i responsable. És necessari que tots els actors involucrats comprenguin la importància de seguir les regulacions i procediments establerts per a garantir un vol òptim. Només així, es pot aprofitar plenament els beneficis que els drons poden oferir en el camp de la salut, sense comprometre la seguretat i la privacitat de les persones.

A continuació, s'expliquen casos d'ús de l'aplicació de drons en l'àmbit sanitari a tot el món, ordenats per solucions implantades, pilots i estudis.

6.1. / Solucions i casos d'ús de drons a l'àmbit de la salut ja implantats

Lliurament de sang amb drons de Zipline a Ruanda

La sang és un dels elements essencials per a salvar una vida. A Ruanda el lliurament de sang és imprescindible per a poder realitzar transfusions. No obstant, a causa de la dificultat de distribució de components sanguinis, milers de persones moren, ja que moltes vegades les operacions comunes no són possibles per la falta d'aquest recurs tan preuat. A Ruanda un accident de cotxe o donar a llum poden suposar un perill de mort alt. Segons l'Organització Mundial de la Salut, més de 150.000 dones moren per hemorràgia en donar a llum cada any, sent el 99% d'elles, part de països en desenvolupament, les quals haurien pogut sobreviure, si els metges haguessin tingut accés a bancs de sang.

A causa d'aquesta problemàtica, l'empresa Zipline mitjançant drons, facilita el transport gairebé immediat de sang a 11 milions de persones a Ruanda. Això es realitza amb el següent procediment:

1. En el moment en què el personal sanitari detecta la necessitat de components sanguinis, envia un missatge per WhatsApp a l'empresa Zipline amb la quantitat de sang requerida.
2. Zipline prepara en el seu magatzem la sang que prové del centre nacional de transfusions, evitant així possibles contaminacions. La sang es carrega al dron i aquest s'enlaira cap a l'hospital.
3. Un minut abans d'arribar, el metge rep un WhatsApp amb el text: "Estem arribant, surt a recollir el teu paquet, si us plau."
4. El dron deixa anar una caixa vermella identificada i carregada amb la sang demandada en el punt requerit. Aquesta aterra amb un paracaigudes.

Com a resultat, els hospitals ruandesos han incrementat l'ús de sang en un 175%, i han aconseguit reduir la caducitat i desaprofitament en un 95%, que significa un alt estalvi de costos i un augment exponencial en la capacitat d'atendre els pacients amb èxit. (34,35)

Ús de drons per a portar desfibril·ladors a Suècia

En un context d'aturada cardíaca l'atenció sanitària ha de ser ràpida i eficient per tal que les probabilitats de supervivència del pacient siguin el més altes possibles. Segons la Fundació Espanyola del Cor, cada minut sense respiració cardiopulmonar i desfibril·lació redueix un 10% les probabilitats de sobreviure a una aturada cardíaca, donant com a resultat, la cerca de noves alternatives per a disposar d'un desfibril·lador i assistir el lloc del succés de forma més eficient i reduint el temps d'assistència. (36,37)

Sota aquest supòsit l'empresa Everdrone desenvolupa drons autònoms per a lliurar desfibril·ladors a pacients amb aturada cardíaca fora de l'hospital. Actualment l'empresa opera a Suècia i Dinamarca, donant servei a una població de 340.000 persones.

Aquestes operacions han generat resultats valuosos i han tingut un impacte positiu en els esforços de resposta d'emergència. Per exemple, a la regió de Regió Västra Götaland, al desembre de 2021, per primera vegada en la història de la medicina, un dron va exercir un paper crucial per a salvar la vida d'un home de 71 anys que va sofrir una aturada cardíaca sobtada mentre batallava amb la neu en l'entrada de la seva casa. Un cop rebuda la trucada d'emergència es va iniciar el vol d'un dron amb un desfibril·lador extern automàtic (DEA), que va ser lliurat de manera segura a la porta de la direcció de l'incident en poc més de tres minuts des que es va activar l'alarma. Es va poder iniciar la desfibril·lació abans que arribés l'ambulància. En el moment d'arribada dels professionals sanitaris i un cop rebut el tractament inicial d'urgència, es va traslladar al pacient a l'hospital on es va recuperar per complet. (38)

La utilització de drons per al lliurament ràpid de desfibril·ladors ha demostrat ser considerablement més veloç que l'assistència tradicional de primers auxilis mitjançant ambulàncies. L'èxit ha portat a la Regió Västra Götaland a estendre la col·laboració amb Everdrone durant tot l'any 2023 (39).

Ús de drons per al transport de mostres crítiques a Berlín

El novembre de 2020 la empresa Matternet va anunciar el kick-off d'un projecte una xarxa urbana d'entrega de mostres amb dron. (40) L'objectiu del projecte consistia en connectar amb drons el laboratori hospitalari Labor Berlín amb els centres mèdics i els 13 hospitals afiliats al centre per tal de poder realitzar el transport de mostres.

Labor Berlin és el laboratori hospitalari més gran d'Europa, i el 2020 era el responsable del diagnòstic del 80% dels pacients ingressats a Berlin mitjançant el transport de més de 15.000 mostres diàries. Amb la implantació del transport logístic amb drons s'espera no sols reduir les emissions causades pel transport en carretera, també reduir el temps de transport fins a un 70%.

El Desembre de 2023 va obtenir aprovació per part de la Oficina Federal d'Aviació Alemanya per operar la seva plataforma d'entrega de drons Matternet M2 amb vols més enllà de la línia visual (BVLOS). (41).

6.2. / Pilots i estudis realitzats

Transport de mostres biològiques amb dron en la prova pilot d'Olot

En una iniciativa liderada per la Fundació Hospital d'Olot i Comarcal de la Garrotxa (FHOCG), amb la col·laboració de Cellnex i Aldoratech, es va realitzar amb èxit una prova pilot per a transportar mostres biològiques mitjançant drons des d'un centre d'Atenció Primària a l'Hospital d'Olot i Comarcal de la Garrotxa.

La prova es va realitzar amb la participació de vint voluntaris que van donar sang. Les mostres obtingudes es van dividir en dos transports amb 10 mil·lilitres de sang per participant (20 mostres), i es van transportar al Laboratori Clínic de l'Hospital d'Olot i Comarcal de la Garrotxa amb un dron. Durant el transport es van incloure sensors per a monitoritzar les condicions òptimes de transport tenint en compte la temperatura, durada del trajecte i grau d'agitació.

Una vegada en el laboratori, es va avaluar la qualitat de les mostres juntament amb l'índex d'hemòlisi.

Els resultats obtinguts van ser satisfactoris tant en l'hemòlisi com en la qualitat del transport, assegurant la qualitat i eficiència de la prova. Altres beneficis observats són una reducció del 43% en el temps de transport, el dron va cobrir una distància d'1,7 km en només 4 minuts, comparat amb els 7 minuts en que normalment s'executen en un transport terrestre, i una disminució del 80,4% en les emissions de CO₂.

Aquesta iniciativa destaca la viabilitat d'utilitzar drons en el sector de la salut per a millorar l'eficiència i la sostenibilitat en el transport de mostres mèdiques. (42)

Lliurament de subministraments mèdics a distància a Itàlia

A Itàlia, a l'any 2020, l'Autoritat d'Aviació Civil Italiana i l'Hospital Monaldi van treballar per a provar una solució de lliurament amb drons. El seu objectiu era utilitzar drons per a lliurar subministraments mèdics des de l'hospital a llocs en un radi de 5 km. Aquesta solució compta amb un dron DJI Matrice 210 V2 i una caixa de lliurament que pot personalitzar-se per a transportar medicaments o mostres de sang per a realitzar proves en les zones afectades pel COVID-19. Aquesta solució no sols limita l'exposició del personal mèdic, sinó que redueix el temps de lliurament de 35 minuts a tan sols 3 minuts. (43)

Ambulance Drone: Transport de desfibril·ladors externs automàtics en cas d'una aturada cardíaca a Holanda

El pilot, realitzat per la Universitat de Delft (Holanda), proposa l'ús de drons com una eina de resposta d'emergència per a agilitzar el lliurament d'atenció mèdica i subministraments essencials. L'objectiu principal és millorar la taxa de supervivència en situacions crítiques, com aturades cardíques i traumes, reduint el temps de resposta dels serveis d'emergència. El dron ambulància és un prototip de dron d'alta velocitat que llança desfibril·ladors externs automàtics en cas d'una aturada cardíaca. El dron rastreja les trucades mòbils d'emergència i usa GPS per a navegar al lloc d'emergència. Usant una càmera web de transmissió en viu, l'instructor o pilot del dron pot instruir sobre com usar els Desfibril·ladors Externs Automàtics (DEA) i brindar instruccions per a brindar ajuda d'emergència (44). Es destaca la importància de la rapidesa en l'atenció mèdica, ja que la mort cerebral i permanent poden ocórrer en qüestió de minuts. L'ús de drons en situacions d'emergència pot augmentar significativament la taxa de supervivència en proporcionar instruccions personalitzades i subministraments vitals en àrees de difícil accés (45).

Transport de material sanitari a Espanya

Aquest projecte impulsat pel govern valencià i realitzat per la Universitat Politècnica de València (UPV) en col·laboració amb diverses institucions i empreses, té com objectiu l'enviament de material sanitari des de la Fira de València, fins a l'hospital Arnau de Vilanova d'aquesta ciutat, sent un trajecte de tres minuts. El primer vol, va traslladar un kit de detecció de COVID-19.

El segon vol, va traslladar material sanitari i mostres biològiques, donant com a resultat una trajectòria de 3 minuts, que en transport terrestre és de 9 minuts, tenint així major capacitat de resposta davant les emergències.

En els resultats cal ressaltar que aquest tipus de vols pot traslladar de 5 a 9 kg, la no necessitat de contacte entre emissor i receptor, la no dependència d'infraestructura terrestre i la reducció de la contaminació. (46)

Lliurament de mostres biològiques entre hospitals a Suïssa

Estudi pilot d'un sistema de lliurament, que transporta mostres de laboratori entre hospitals. Es va fer ús de drons per a transportar mostres de sang i d'orina, cinc a deu vegades al dia entre l'Hospital Universitari de Zuric (USZ; Suïssa) i el campus de la USZ Irchel, que es troben a 2,5 quilòmetres de distància. També es van dur a terme estudis pilot similars a Lugano, per la qual cosa es van realitzar 2.100 vols sense cap incidència.

Swiss Post va transportar regularment mostres de laboratori a través de la conca del llac Zuric, sent aquesta una ruta de 5,8 km. Es va ressaltar la velocitat del vol, pel fet que aquest és cinc vegades més ràpid que el transport per carretera convencional. Aquest servei va estar actiu fins al 2019, atès que es van produir dos accidents durant el temps en què va estar en funcionament, fet que va portar a la decisió de suspendre el seu servei. A més, en el 2022 aquesta empresa ha decidit parar el seu servei per motius econòmics i reguladors. (47–49)

Lliurament de subministraments sanitaris amb drons a Mèxic

Tenint en compte que Mèxic té un dels sistemes de transport més congestionats del món, Sincronia Logística, va proposar l'ús de drons per al subministrament sanitari cas d'emergència. Per a fer-ho possible, l'empresa va triar drons per lliurar els subministraments del seu magatzem directament a l'hospital, i que els metges puguin disposar dels subministraments necessaris per a realitzar cirurgies crítiques. L'hospital ISSTE Bicentenari, un dels hospitals més grans de Mèxic, va ser el primer a rebre subministraments de salut com a part d'aquest nou programa, reduint el temps de lliurament en un 80%. (43)

Suport a comunitats aïllades i desateses mitjançant l'ús de drons a República Dominicana

A República Dominicana, els hospitals comunitaris tenen dificultats per l'abastiment de subministraments mèdics per la falta de pavimentació i els alts costos del transport local. Això comporta que quan els hospitals comunitaris es queden sense medicaments o no poden realitzar proves, els pacients han de viatjar personalment a l'hospital regional, assumint les despeses de transport. A més, el viatge pot portar tot el dia degut a la dificultat i falta d'opcions en el transport.

L'objectiu d'aquest projecte pilot és transportar entre l'hospital regional i els hospitals comunitaris medicaments essencials utilitzant drons de càrrega assequibles i operadors locals.

WeRobotics, una organització sense ànim de lucre dedicada a desenvolupar solucions humanitàries mitjançant l'ús de tecnologia, juntament amb DR Dron Innovation Center van abordar aquesta problemàtica a través d'un programa denominat Flying Labs. Els hospitals comunitaris triats per a aquest projecte van ser l'Hospital Coco i l'Hospital Montacitos, tots dos a més de 10 km de l'hospital regional més pròxim, l'Hospital Bohechio.

Es van utilitzar drons de mapatge industrial adaptats per a funcionar com a drons de càrrega, incloent-hi una caixa de lliurament que pot transportar fins a 6 kg per vol. Entre juny i juliol de 2019, es van realitzar un total de 101 vols que van transportar un total de 25,25 Kg de subministrament mèdic i mostres de sang per a la seva anàlisi als hospitals comunitaris.

Els resultats indiquen que l'ús de drons de càrrega podria tenir beneficis significatius, estalviant més de 50 hores i 1.000 km de temps de conducció. A més, també es va demostrar que els lliuraments per dron són entre un 42% i un 70% més ràpids que els lliuraments per carretera, beneficiant així a la comunitat amb l'eficiència de lliurament i l'ampliació de serveis mèdics, a més de l'estalvi de costos i la capacitat de resposta ràpida en situacions d'emergència.

La seva capacitat d'adaptar-se a la infraestructura existent i ser operats localment per personal capacit, els converteix en una opció prometedora per a millorar l'atenció mèdica. (43,50)

Ús de drons per al transport de sang per transfusió al Japó

Al Japó, en el 2020, es va experimentar el transport de paquets de glòbuls vermells o *red blood cells* (RBCs) per a transfusions, mitjançant l'ús de drons des de Sasebo fins al port de Arikawa, sent aquest un recorregut de 52 km, fet en 63 min i 30 segons. Aquest estudi demostra l'ús de drons factible, ja que durant el transport, es va controlar la temperatura de les solucions de RBCs i estabilitat, evitant així l'hemòlisi. Sobre la base dels nivells de lactat deshidrogenasa o la deshidrogenasa làctica (LDH), s'avalua la descomposició dels RBCs, on els resultats dels mesuraments van indicar que no va haver-hi hemòlisi significativa durant el transport, concloent que el transport de solucions de RBC per drons amb control de temperatura és possible i podria ser utilitzat en situacions d'emergència, com durant la pandèmia de COVID-19. (51)

Transport de sang amb diferents condicions meteorològiques al Japó

Al Japó es va investigar la possibilitat d'utilitzar un dron per a transportar sang de manera segura i efectiva, tenint en compte que, a temperatura requerida durant l'emmagatzematge i transport de productes de RBC és de 2 °C a 6 °C.

Els vols UAS es van realitzar 7 vegades, un vol per dia, des de Juny fins a Setembre del 2019. Per a estimar el temps màxim de vol, es va augmentar la distància de viatge per a cada prova, registrant en cadascun, les condicions meteorològiques en el moment del vol i les dades bàsiques del vol. Els resultats van mostrar petites diferències en els valors de LDH que és un índex hemolític per a indicar l'efecte del vol del UAS obre les mostres de sang, concloent que petites variacions en la temperatura per períodes curts poden ser acceptables i que el transport de RBC mitjançant drons és una opció viable per al transport de subministraments mèdics durant desastres, quan el transport terrestre no és possible. No obstant això, es necessiten més estudis per a avaluar els riscos del transport mitjançant drons i per a augmentar la distància de transport i confirmar la qualitat dels productes de sang. (52)

Anàlisi de qualitat dels espècimens de tuberculosi transportats per drons vs transport terrestre

Moçambic es troba en una situació crítica de salut pública a causa de l'alta incidència de tuberculosi (TB), que es troba entre les més altes del món, ocupant el lloc 14, i el lloc 13 quant a la incidència de coinfecció TB/VIH (53,54). La falta d'accés a serveis de diagnòstic de qualitat, sumat a la falta d'infraestructura de transport i a la dificultat per a transportar i tractar les mostres de tuberculosi, són factors que contribueixen a aquesta situació.

Amb l'objectiu de superar aquestes barreres, es va avaluar la qualitat de les mostres de tuberculosi transportades per drons en comparació amb el transport terrestre a Moçambic. Els resultats van mostrar que la qualitat de les mostres de tuberculosi transportades per dron i per terra va ser acceptable, i es va concloure que el transport per dron no afecta la qualitat de les mostres de tuberculosi. Aquestes troballes són especialment significatives en el context de la situació de salut pública a Moçambic, ja que el lliurament de drons mèdics podria ser una solució efectiva i prometedora per a millorar la qualitat de l'atenció mèdica en països amb infraestructures de transport limitades i poblacions remotes.

Encara que es necessiten estudis addicionals per a validar i ampliar aquests resultats, aquest estudi suggereix que el lliurament de drons mèdics podria ser una opció viable per a millorar el lliurament de mostres de tuberculosi a Moçambic. (55)

Ús de drons per al transport d'òrgans humans

Als estats Units, a mitjans 2016, un estudi es va investigar l'ús de drons per al transport d'òrgans com a solució a la bretxa existent entre la demanda d'òrgans i la disponibilitat d'aquests. Es va utilitzar un dron modificat de sis rotors per a simular situacions de transport d'òrgans entre hospitals de la ciutat de Baltimore, juntament amb la implementació de tecnologies innovadores que van permetre monitoritzar en temps real l'estat dels òrgans utilitzant biosensors sense fils combinats amb sistemes de posicionament global.

En total, es van realitzar 14 missions UAS. El temps total del dron a bord va ser d'1 hora i 2 minuts, inclosos els canvis de la bateria i la preparació del vol, demostrant resultats estables en termes de temperatura, canvis de pressió i vibració reduïda en comparació amb els vols en aeronaus d'ala fixa. Les biòpsies realitzades abans i després del transport no van revelar danys en els òrgans ocasionats pel viatge en dron.

En resum, la utilització de drons en el transport d'òrgans té el potencial de disminuir de manera significativa els temps d'isquèmia freda, la qual cosa resulta la millora de la qualitat dels òrgans trasplantats i salvar vides. A més, l'eficiència en el transport d'òrgans mitjançant drons augmentaria l'acceptació dels òrgans per part dels cirurgians i obriria la possibilitat de considerar a més donants per als trasplantaments. Els estudis realitzats han demostrat resultats prometedors, reforçant la idea que els drons poden ser una eina eficient i segura per al transport d'òrgans. (56)



Ús de drons per a donar suport al lliurament de vacunes contra la COVID-19 en zones remotes del sud-est asiàtic

L'estudi proposa l'ús de drons quadricòpters d'elevació pesada com una solució viable i efectiva per al lliurament de vacunes contra el COVID-19 a comunitats indígenes en boscos remots i aïllats al sud-est asiàtic i de difícil accés, ja que, segons l'anàlisi del terreny, els drons poden seguir rutes més directes i eficients en comparació amb el transport terrestre. S'estima que els temps de lliurament requerits per a diferents quantitats de vacunes són molt més ràpids utilitzant drons en lloc de caminar. A més, es destaca que els temps de lliurament estan dins dels límits operatius dels drons. En resum, l'ús de drons permetria una distribució més ràpida i eficient de les vacunes, beneficiant en les comunitats indígenes en facilitar la seva protecció contra la COVID-19. (57)

Conclusions



Aquest informe mostra una visió resumida de la tecnologia dron i repassa el marc normatiu Europeu, així com els requeriments mínims exigits per a operar un dron a Espanya. També recull les potencialitats, els beneficis i reptes de la integració dels drons a l'àmbit de la salut aportant exemples reals d'aplicacions i pilots duts a terme a diferents indrets del món.

S'ha constatat l'existència de nombrosos projectes, estudis, i pilots en desenvolupament que mostren el potencial i els beneficis dels drons en diversos aspectes en el camp de la salut, com ara la millora en la qualitat de l'assistència i l'eficiència, la disminució dels costos econòmics, l'impacte positiu en el medi ambient i la reducció d'emissions de CO₂ en comparació al transport rodat i aeri convencional, etcètera. No obstant, la integració de drons per a usos sanitaris a Europa encara es veu molt limitada, en gran mesura a causa de la normativa vigent.

Tal i com s'ha exposat, en la majoria de proves pilot i casos d'ús es pot observar que els drons tenen la possibilitat de proporcionar una resposta ràpida i eficient en situacions d'emergència, ja que poden donar suport a situacions de cerca i rescat en àrees de difícil accés, o zones remotes. A més, permeten un transport de subministraments mèdics més ràpid que amb els mitjans tradicionals, marcant una gran diferència en situacions crítiques i millorant l'eficiència dels serveis mèdics.

Pel que fa a la logística, els drons poden realitzar diferents serveis, entre els quals es troben el lliurament de mostres biològiques, teixits, dispositius o tractaments farmacològics entre diferents ubicacions de manera més ràpida i segura, estalviant temps i recursos, i millorant l'atenció mèdica en general.

Des d'un punt de vista econòmic, l'ús de drons pot reduir els costos associats a l'atenció mèdica. En eliminar la necessitat d'utilitzar transport terrestre o tripulacions humanes, poden oferir serveis més econòmics, accessibles i sostenibles, gràcies a la reducció de les emissions de carboni.

En definitiva, encara que la implementació dels drons en el camp de la salut s'enfronta a un gran nombre de desafiaments (normatius, ètics, d'acceptació social, logístics, d'integració segura i coordinada amb altres usuaris de l'espai aeri, etc.), s'ha mostrat que poden ajudar a millorar l'assistència sanitària. Per això és indispensable que la normativa evolucioni, amb la finalitat d'aprofitar plenament els beneficis d'aquesta tecnologia, i garantint-ne un ús segur i efectiu en benefici de la salut.

Bibliografia



1. Annex 6 — Operation of Aircraft [Internet]. [citado 20 de junio de 2023]. Disponible en: <https://elibrary.icao.int/reader/290990/&returnUrl%3DaHR0cHM6Ly9lbGlicmFyeS5pY2FvLmludC9ob21P19nbD0xKjFucW9xdGQqX2dhKk1URTNPVE15TmpReUxqRT-JPRGN4TmpZME5qUS4qX2dhXzk5Mk4zWURMQIEqTVRZNE56RTJOalEyTkM0eExqRXVNVFk0TnpFMk9URTVOaTR3TGpB-dU1BLi4%3D?productType=eBook>
2. Connect ESCs and Motors — Copter documentation [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://ardupilot.org/copter/docs/connect-escs-and-motors.html>
3. EASA | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [Internet]. [citado 16 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/organismos-internacionales/easa>
4. ¿Qué es AESA? | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/quienes-somos/que-es-aesa>
5. Normativa nacional de RPAS | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/ambitos/drones/actividades-o-servicios-no-easa-con-uas/normativa-nacional-de-rpas>
6. La Comisión Europea ha aprobado el Reglamento Europeo U-Space para drones | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 26 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/noticias/la-comisi%C3%B3n-europea-ha-aprobado-el-reglamento-europeo-u-space-para-drones>
7. Ministerio de Transformación Digital - Control del uso del dominio público radioeléctrico [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://advancedigital.mineco.gob.es/inspeccion-telecomunicaciones/Paginas/control-uso-dominio.aspx>
8. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Orden ETD/625/2023, de 12 de junio, por la que se modifica la Orden ETD/1449/2021, de 16 de diciembre, por la que se aprueba el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias [Internet]. Sec. 3, Orden ETD/625/2023 jun 16, 2023 p. 85969-86. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/o/2023/06/12/etd625>
9. Ministerio de Transformación Digital - Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://advancedigital.mineco.gob.es/espectro/Paginas/cnaf.aspx>
10. Drones y Seguridad Nacional ACCESIBLE.pdf [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.dsn.gob.es/sites/dsn/files/Drones%20y%20Seguridad%20Nacional%20ACCESIBLE.pdf>
11. Normativa vigente: Transporte de Mercancías peligrosas y perecederas | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/transporte-terrestre/normativa/normativa-vigente-transporte-de-mercancias-peligrosas-y-perecederas>
12. European Commission - Have your say [Internet]. 2021 [citado 23 de enero de 2024]. European Commission - Have your say. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13046-A-Drone-strategy-20-for-Europe-to-foster-sustainable-and-smart-mobility_en
13. Initiative details [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13046-Una-Estrategia-20-para-los-drones-a-fin-de-fomentar-una-movilidad-sostenible-e-inteligente-en-Europa_es
14. COTER [Internet]. [citado 23 de enero de 2024]. Disponible en: <https://cor.europa.eu/en/our-work/commissions/Pages/coter.aspx>
15. European Committee of the Regions [Internet]. [citado 23 de enero de 2024]. Disponible en: <https://cor.europa.eu/en/Pages/default.aspx>
16. tia-drone-strategy-2.0.pdf [Internet]. [citado 23 de enero de 2024]. Disponible en: <https://cor.europa.eu/en/our-work/Documents/Territorial-impact-assessment/tia-drone-strategy-2.0.pdf>
17. Opinion Factsheet [Internet]. [citado 23 de enero de 2024]. Disponible en: <https://cor.europa.eu/en/our-work/Pages/OpinionTimeline.aspx?opld=CDR-1050-2023>
18. Drones become a part of the EMS dispatching in... - SOS ALARM [Internet]. 2020 [citado 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.sosalarm.se/om-oss/pressrum/pressmeddelanden/2020/drones-become-a-part-of-the-ems-dispatching-in-sweden/>
19. admin. Categorías de drones EASA: ¿cuáles son y características? [Internet]. Droniteca. 2023 [citado 7 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://droniteca.com/blog/categorias-de-drones/>
20. Curso.Formacion.A1.A3.Completo.v6.pdf [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/sites/default/files/Curso.Formacion.A1.A3.Completo.v6.pdf>

21. Operaciones con UAS/Drones - Categoría Específica | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/ambitos/drones/operaciones-uas-drones/operaciones-con-uas-drones---categoria-especifica>
22. EASA [Internet]. 2022 [citado 24 de mayo de 2023]. Open Category - Civil Drones. Disponible en: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones/drones-regulatory-framework-background/open-category-civil-drones>
23. Operations UAS/Drones — Open Category (Subcategories A1, A2 and A3) | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/node/2178>
24. Operaciones UAS/drones - Categoría certificada | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/ambitos/drones/operaciones-uas-drones/operaciones-con-uas-drones---categoria-certificada>
25. ¿Tienes un UAS/dron? | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/ambitos/drones/tienes-un-uas-dron>
26. UAS-FOR-P01-GU10_Eschema_de_formacion_STS_Ed.03.pdf [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: https://www.seguridadeaerea.gob.es/sites/default/files/UAS-FOR-P01-GU10_Eschema_de_formacion_STS_Ed.03.pdf
27. EASA [Internet]. [citado 10 de agosto de 2023]. Operadores y pilotos de drones. Disponible en: <https://www.easa.europa.eu/es/light/topics/drone-operators-pilots>
28. Rosa. Todo lo que deberías saber antes de volar tu dron [Internet]. One Air. 2021 [citado 3 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.oneair.es/normativa-drones-espana-aesa/>
29. ENAIRE Drones [Internet]. [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://drones.enaire.es/>
30. Publicado el Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-space que integrará los drones en el espacio aéreo | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento [Internet]. [citado 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.seguridadeaerea.gob.es/es/noticias/publicado-el-plan-de-acci%C3%B3n-nacional-para-el-despliegue-del-u-space-que-integrar%C3%A1-los>
31. Política de Espacio Aéreo | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [Internet]. [citado 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/aviacion-civil/politica-espacio-aereo>
32. Leccion-3-Procedimientos-operacionales-DE-DRONES-A1-1.pdf.
33. Leccion-2-Conocimiento-general-del-vuelo-con-UAS-v2.pdf.
34. Zipline Instant Delivery & Logistics [Internet]. [citado 1 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.flyzipline.com/>
35. En Ruanda las carreteras son un problema de salud. Estos drones de reparto autónomos están salvando vidas [Internet]. [citado 1 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/drones-que-salvan-millones-vidas-ruanda-antes-la-repartidores-futuro>
36. Guía Drones CROEM 2018.pdf.
37. Beatriz. Fundación Española del Corazón. 2018 [citado 10 de agosto de 2023]. "Formar a la población en RCP podría reducir hasta en un 30% las muertes por paro cardíaco" Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/blog-impulso-vital/2697-formar-poblacion-en-rdp-reduciria-hasta-en-un-30-las-muertes-por-paro-cardiacoq.html>
38. Blecher D. For the first time in medical history, an autonomous drone helps save the life of a cardiac arrest patient [Internet]. Everdrone. 2022 [citado 28 de junio de 2023]. Disponible en: <https://everdrone.com/news/2022/01/04/for-the-first-time-in-medical-history-an-autonomous-drone-helps-save-the-life-of-a-cardiac-arrest-patient/>
39. Blecher D. Everdrone First on Scene Solutions™ extends commercial contract in Region Västtra Götaland [Internet]. Everdrone. 2023 [citado 1 de julio de 2023]. Disponible en: <https://everdrone.com/news/2023/01/23/everdrone-first-on-scene-solutions-extends-commercial-contract-in-region-vastra-gotaland/>
40. Matternet_Press_Release-Labor_Berlin_Drone_Program-2020.11.17.pdf [Internet]. [citado 23 de enero de 2024]. Disponible en: https://www.mttr.net/images/Matternet_Press_Release-Labor_Berlin_Drone_Program-2020.11.17.pdf
41. Infodron. Infodron. [citado 23 de enero de 2024]. Matternet recibe autorización de la Oficina de Aviación Alemana para realizar operaciones de entrega Bvlos en Berlín. Disponible en: <https://www.infodron.es/texto-diario/mostrat/4654800/matternet-recibe-autorizacion-oficina-aviacion-alemana-realizar-operaciones-entrega-bvlos-berlin>

42. dca. Olot prova amb èxit el transport de mostres biològiques amb drons [Internet]. DCA. 2023 [citado 14 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://dca.cat/ca/2023/05/olot-prova-amb-exit-el-transport-de-mostres-biologiques-amb-drons/>
43. Perez J. Drones para la entrega de suministros médicos [Internet]. [citado 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://enterprise-insights.dji.com/es/blog/drones-para-entrega-de-suministros-medicos>
44. Engineering For Change [Internet]. [citado 27 de junio de 2023]. Ambulance Drone. Disponible en: <https://www.engineeringforchange.org/solutions/product/ambulance-drone/>
45. TU Delft [Internet]. [citado 18 de mayo de 2023]. Ambulance Drone. Disponible en: <https://www.tudelft.nl/en/ide/research/research-labs/applied-labs/ambulance-drone>
46. S.L EP. Valencia Plaza. [citado 1 de julio de 2023]. La Comunitat realiza el primer transporte piloto con dron de material sanitario en España y el segundo europeo. Disponible en: <https://valenciaplaza.com/la-comunitat-realiza-el-primer-transporte-piloto-con-dron-de-material-sanitario-en-espana>
47. Hospimedica.es [Internet]. 2019 [citado 1 de julio de 2023]. Sistema de entrega con drones transporta las muestras entre los hospitales. Disponible en: <https://www.hospimedica.es/ti-de-salud/articulos/294778306/sistema-de-entrega-con-drones-transporta-las-muestras-entre-los-hospitales.html>
48. Infodron. Infodron. [citado 10 de agosto de 2023]. Swiss Post suspende su servicio de entrega con UAV tras un segundo accidente. Disponible en: <https://www.infodron.es/texto-diario/mostrar/3529684/swiss-post-suspende-servicio-entrega-uav-segundo-accidente>
49. Post DS. Swiss Post. 2022 [citado 10 de agosto de 2023]. Swiss Post hands over its drone operation to Matternet. Disponible en: <https://www.post.ch/en/about-us/media/press-releases/2022/swiss-post-hands-over-its-drone-operation-to-matternet>
50. Dropbox [Internet]. [citado 28 de junio de 2023]. FINAL - WeRobotics and DR Flying Labs - Cargo Drone Field Tests for Pfizer 2019. pdf. Disponible en: <https://www.dropbox.com/s/402d7z1o9g9ukjj/FINAL%20-%20WeRobotics%20and%20DR%20Flying%20Labs%20-%20Cargo%20Drone%20Field%20Tests%20for%20Pfizer%202019.pdf?dl=0>
51. Yakushiji K, Yakushiji F, Yokochi T, Murata M, Nakahara M, Hiroi N, et al. Quality Control of Red Blood Cell Solutions for Transfusion Transported via Drone Flight to a Remote Island. *Drones*. 13 de septiembre de 2021;5(3):96.
52. Yakushiji F, Yakushiji K, Murata M, Hiroi N, Takeda K, Fujita H. The Quality of Blood is not Affected by Drone Transport: An Evidential Study of the Unmanned Aerial Vehicle Conveyance of Transfusion Material in Japan. *Drones*. 22 de enero de 2020;4(1):4.
53. Incidence of tuberculosis (per 100 000 population) (HIV-positive cases) [Internet]. [citado 27 de junio de 2023]. Disponible en: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/incidence-of-tuberculosis-\(per-100-000-population\)-\(hiv-positive-cases\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/incidence-of-tuberculosis-(per-100-000-population)-(hiv-positive-cases))
54. Incidence of tuberculosis (per 100 000 population per year) [Internet]. [citado 27 de junio de 2023]. Disponible en: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/incidence-of-tuberculosis-\(per-100-000-population-per-year\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/incidence-of-tuberculosis-(per-100-000-population-per-year))
55. Malamule D, Moreira S, Madeira C, Lutucuta C, Ailstock G, Maxim L, et al. Quality Analysis of Tuberculosis Specimens Transported by Drones versus Ground Transportation. *Drones*. 23 de junio de 2022;6(7):155.
56. Scalea JR, Restaino S, Scassero M, Blankenship G, Bartlett ST, Wereley N. An Initial Investigation of Unmanned Aircraft Systems (UAS) and Real-Time Organ Status Measurement for Transporting Human Organs. *IEEE J Transl Eng Health Med*. 2018;6:1-7.
57. Adwibowo A. Assessments of heavy lift UAV quadcopter drone to support COVID 19 vaccine cold chain delivery for indigenous people in remote areas in South East Asia [Internet]. *Health Systems and Quality Improvement*; 2021 ene [citado 24 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2021.01.09.21249494>

