

Integració de drons en el sistema de Salut: zones clau per al desplegament territorial

2025



Generalitat de Catalunya
Fundació TIC Salut i Social

© Fundació TIC Salut i Social

Aquest informe és obra de l'Àrea d'Atenció Digital Personalitzada de la Fundació TIC Salut i Social, la Digital Catalonia Alliance, el Sistema d'Emergències Mèdiques de Catalunya, el BCN Drone Center i Biomedical logistics, amb la col·laboració de l'Institut Català de la Salut, Gestió de Serveis Sanitaris, la Fundació Sant Hospital i el Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica de la Generalitat de Catalunya.

Autors del document: Núria Abdón Giménez, Elionora Peña Lozano, Mario Navarro Gonzalez, Pau Miquel Gallinat Muñoz, Cristina Ramos Pagès, Daniel Castillo i Francesc Gómez.

Edició electrònica: gener del 2026

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 se'n reconeguin l'autoria i l'editor i no se'n faci un ús comercial. No és permesa la transformació d'aquesta obra per generar una nova obra derivada.

Qualsevol ús, reproducció, difusió o publicació d'informació, imatges o dades extretes del mapa interactiu desenvolupat per la Fundació TIC Salut i Social requereix, de manera obligatòria, la referència explícita a l'Àrea d'Atenció Digital Personalitzada de la Fundació TIC Salut i Social com a font. En cas de dubte sobre la manera correcta de citar o utilitzar aquest recurs, cal contactar prèviament amb adp@ticsalutsocial.cat. L'incompliment d'aquesta obligació pot comportar responsabilitats legals.

ÍNDEX

1.	Introducció	P. 10
2.	Marc Regulador	P. 14
3.	Metodologia	P. 25
4.	Resultats	P. 34
5.	Zones Candidates	P. 48
6.	Discussió	P. 74
7.	Conclusions	P. 78
8.	Referències	P. 80
9.	Annexos	P. 82

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1. Arbre de decisió per determinar el risc en aire inicial	21
Figura 2. Criteris de prioritització de zones	28
Figura 3. Criteris de selecció de centres viables	29
Figura 4. Diferents mapes base que formen part del mapa interactiu	30
Figura 5. Densitat i distribució dels centres de Salut a Catalunya	35
Figura 6. Distribució de les bases del SEM	36
Figura 7. Mapa de densitat de població a Catalunya	37
Figura 8. Orografia de Catalunya	38
Figura 9. Mapa de les infraestructures fluvials i terrestres de Catalunya	39
Figura 10. Infraestructures portuàries, aeroportuàries i aeronàutiques de Catalunya	40
Figura 11. Risc en terra a Catalunya i àrees amb densitat poblacional superior a 5.000 hab./km	41
Figura 12. CTR i centrals nuclears	42
Figura 13. Hospitals viables i no viables arreu de Catalunya després de l'aplicació dels criteris corresponents	43
Figura 15. Només heliports i hospitals (viables)	49
Figura 16. Zona de les Terres de l'Ebre	50
Figura 17. Zona de l'Alt Pirineu	51
Figura 18. Lleida	52
Figura 19. Prepirineu oriental i plana de Vic (Olot, Campdevàrol i Vic)	53
Figura 20. Valls-Vendrell	54
Figura 21. Terrassa-Sabadell	55
Figura 22. La Vall d'Aran-Pont de Suert	56
Figura 23. La Cerdanya	57
Figura 24. Berga	58
Figura 25. Blanes	59
Figura 26. Distribució territorial dels hospitals (H), centres d'atenció primària (CAP) i consultoris locals (CL) a les tres zones candidates	60
Figura 27. Mapa de carreteres principals de Catalunya	67
Figura 28. Zones candidates carreteres principals	67
Figura 29. Gràfiques de la diferència de temps entre una furgoneta i un dron	70
Figura 30. Comparativa d'emissions de CO ²	71
Figura 31. Anàlisi de la temperatura	72
Figura 32. Mapa d'infraestructures i zones naturals que necessiten autorització operativa	73
Figura 33. Infraestructures que requereixen coordinació operativa	73

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Classe Intrínseca de Risc al Terra (iGRC) dels UAS	19
Taula 2. Descriptors qualitatius per a l'estimació de densitat poblacional	20
Taula 3. Mitigacions per a la determinació final del GRC	21
Taula 4. Determinació del SAIL	22
Taula 5. Objectius de seguretat operacional (OSO) recomanats	23
Taula 6. Exemple de planificació d'operativa de logística sanitària	24
Taula 7. Classificació i exemplificació de les capes incloses en el mapa interactiu	30
Taula 8. Principals indicadors per hospital de referència	61
Taula 9. Circuits logístics entre els hospitals objectiu i els hospitals amb laboratori clínic	62
Taula 10. Llistat de laboratoris clínics del ICS	63
Taula 11. Volum de mostres diari el maig de 2025 i nombre de centrifugadores dels EAP	64
Taula 12. Títol de la taula 12	65
Taula 13. Volum de contenidors	65
Taula 14. Extraccions primàries de sang i orina enviades a Sant Hospital	66
Taula 15. Peticions recollides per l'Hospital Verge de la Cinta	66

GLOSSARI

ABS	Àrea Bàsica de Salut
EAP	Equip d'Atenció Primària
AESA	Agència Estatal de Seguretat Aèria
AGL	De l'anglès <i>Above ground level</i> : sobre el nivell del sòl
ARC	De l'anglès <i>Air Risk Class</i> : classe de risc en aire
BVLOS	De l'anglès <i>Beyond Visual Line of Sight</i> : operacions més enllà de l'abast visual
°C	Unitat de temperatura, graus Celcius o centígrads
CAP	Centre d'Atenció Primària
CatSalut	Servei Català de la Salut
CO²	Diòxid de carboni
ConOps	Concepte d'Operacions
CL	Consultori Local
CTR	De l'anglès <i>Control Traffic Region</i> : zona de control de trànsit aeri
CUAP	Centre d'Urgències d'Atenció Primària
Dron	Aeronau no tripulada i reutilitzable, capaç de funcionar amb un grau més o menys elevat d'autonomia, que obeeix les indicacions remotes d'un pilot o bé la programació introduïda
EASA	De l'anglès <i>European Union Aviation Safety Agency</i> : Agència Europea de Seguretat Aèria
EDTA	Àcid aminopolicarboxílic, l'agent complexant més utilitzat en salut

GLOSSARI

eVTOL	De l'anglès <i>Vertical Take-Off and Landing Electric Aircraft</i> : aeronaus elèctriques d'enlairament i aterratge en vertical
ft	Unitat de mesura (1 ft = 0,3048 m)
GRC	De l'anglès <i>Ground Risk Class</i> : classe de risc al terra
GSS	Empresa pública Gestió de Serveis Sanitaris del Servei Català de la Salut
hab./km²	Densitat de població: nombre mitjà d'habitants per quilòmetre quadrat en un territori determinat
IAM	De l'anglès <i>Innovative Air Mobility</i> : mobilitat aèria innovadora
ICGC	Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya
ICS	Institut Català de la Salut
IDESCAT	Institut d'Estadística de Catalunya
Infraestructures per a l'ús d'UAS	Infraestructures o zones destinades a les operacions d'enlairament i aterratge d'UAS, inclosos els utilitzats exclusivament per a exhibicions aèries, activitats esportives, recreatives o de competició que tenen una massa màxima d'enlairament superior a 150 quilograms
JARUS	De l'anglès <i>Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems</i> : grup internacional d'experts, autoritats d'aviació i organitzacions regionals de seguretat aèria que elaboren recomanacions per a l'operació segura de sistemes d'aeronaus no tripulades
kg	Quilogram
km	Quilòmetre
km²	Quilòmetres quadrats

GLOSSARI

LUC	De l'anglès <i>Light UAS operator Certificate</i> : certificat d'operador d'UAS lleugers
m/s	Metres per segon
MTOM	De l'anglès <i>Maximum Take-Off Mass</i> : massa màxima a l'enlairament
OSOs	De l'anglès <i>Operational Safety Objectives</i> : objectius de seguretat operacional
PDRA	De l'anglès <i>Predefined Risk Assessment</i> : avaluació de riscos predefinida
RD	Reial decret
RS	Regió sanitària
SAIL	De l'anglès <i>Specific Assurance Integrity Level</i> : nivell de garantia d'integritat específica
SIG	Sistema d'informació geogràfica
SISCAT	Sistema Sanitari Integral d'Utilització pública de Catalunya
SORA	De l'anglès <i>Specific Operations Risk Assessment</i> : avaluació de riscos d'operacions específiques
U-Space	Conjunt de serveis i procediments específics dissenyats per garantir un accés segur i eficient a l'espai aeri per a un gran nombre de drons
UAM	De l'anglès <i>Urban Air Mobility</i> : mobilitat aèria urbana
UAS	De l'anglès <i>Unmanned Aircraft System</i> : sistema aeri no tripulat

GLOSSARI

Vertiport

Terme format per acronímia a partir de les paraules vertical i port. És una àrea de terra o aigua o una estructura utilitzades, o previstes per ser utilitzades, per a l'aterratge i l'enlairament d'aeronaus VTOL

VLOS

De l'anglès *Visual Line of Sight*: operacions en línia de visió directa

VTOL

De l'anglès *Vertical Take-off and Landing*: aeronaus d'enlairament i aterratge vertical

1.

Introducció

El present document presenta una anàlisi de la viabilitat de la integració de drons en les operacions logístiques dels hospitals públics del SISCAT i del territori català. L'objectiu d'aquesta anàlisi consisteix a identificar els centres i zones amb major potencial de viabilitat a curt termini per al desplegament de rutes de logística sanitària mitjançant drons. Aquest estudi ha estat liderat i elaborat per la Fundació TIC Salut i Social dins de la seva tasca d'analitzar i promoure l'ús de tecnologies emergents en l'àmbit de la salut.

L'estudi sobre l'ús de la tecnologia de drons en el sistema de Salut va començar l'any 2023. Des de llavors, s'han publicat tres informes i una infografia. Dos dels informes es basen en proves de concepte i estudis clínics centrats en la validació del transport de mostres biològiques, mentre que l'altre és una anàlisi general de la tecnologia.

L'informe d'estudi de l'estat de la integració dels drons en el sistema de Salut (Abdón Giménez et al., 2024), elaborat per la Fundació TIC Salut Social, posava de manifest que aquesta tecnologia s'estava començant a integrar en nous processos assistencials. Aquell primer informe destacava el potencial dels drons per fer que l'atenció mèdica sigui més eficient, accessible i inclusiva, amb exemples d'èxit a l'àmbit català i internacional.

Partint dels avenços en regulació, operatives i proves de concepte exitoses, es detecta la necessitat d'identificar les zones de Catalunya més adients per dur a terme proves i operacions reals escalables. L'objectiu és avançar en la integració dels drons en el sistema de Salut en zones en les que es pugui operar amb viabilitat tècnica i logística i que siguin zones on la tecnologia pugui generar el major impacte assistencial i territorial possible.

Aquest treball s'emmarca en la continuïtat de l'encàrrec que la Fundació TIC Salut Social va rebre del Departament de Salut d'integrar aquesta tecnologia en l'àmbit sanitari i de col·laborar amb un ampli conjunt d'entitats del sistema sanitari català i de l'ecosistema de drons: el Sistema d'Emergències Mèdiques (SEM), l'Institut Català de la Salut (ICS), Gestió de Serveis Sanitaris (GSS), la Fundació Sant Hospital de la Seu d'Urgell, la Digital Catalonia Alliance (DCA), el Departament de Territori,

Habitatge i Transició Ecològica, el BCN Drone Center i Biomedical Logistics.

La participació d'aquests agents reflecteix una voluntat compartida de promoure un ús responsable, segur i innovador dels drons en l'àmbit sanitari, i de posar les bases per a la seva integració progressiva en el sistema de Salut de Catalunya. Totes aquestes entitats han treballat conjuntament sota la coordinació de la Fundació TIC Salut i Social per elaborar aquest informe.

L'anàlisi operativa ha estat coordinada per l'operadora BCN Drone Center (CATUAV), empresa especialitzada en operacions amb drons, i per a l'anàlisi de les zones ha comptat amb la col·laboració de DCA, entitat amb expertesa en tecnologia de drons i punt de referència del sector a Catalunya. També hi ha participat el Servei d'Emergències Mèdiques (SEM), l'operador dels heliports del sistema de Salut. El Departament de Territori i l'empresa Biomedical Logistics han col·laborat en l'anàlisi del territori i les infraestructures. Per últim, entitats de Salut com l'ICS i GSS han participat en l'anàlisi de la dimensió assistencial.

1.1 Context

El febrer de 2023 la Fundació TIC Salut i Social va rebre l'encàrrec de la Comissió d'Innovació del Departament de Salut de promoure la integració de la tecnologia de drons en el SISCAT. Amb aquest fi, es va constituir un grup de treball de drons amb diverses entitats de Salut, patronals, el Servei d'Emergències Mèdiques i altres actors del sector de drons per tal de definir les línies de treball i l'estratègia d'integració d'aquesta tecnologia. Van establir els següents objectius: identificar casos d'ús aplicables a drons, identificar els requeriments per a implantar solucions amb drons a Salut i crear projectes de salut amb drons.

Un cop establerts els objectius es concreten tres grans àrees de treball per a la integració de drons a Salut: logística, emergències i assistència. En el present document, ens centrarem en la primera àrea de treball.

En els darrers dos anys, la Fundació TIC Salut ha treballat per analitzar el potencial que té

aquesta tecnologia de transformar la logística sanitària i millorar l'eficiència del sistema. Les primeres experiències han estat les proves pilot de transport de mostres biològiques a la zona de la Garrotxa i a la zona de la regió sanitària metropolitana nord (Metro Nord), que han demostrat la viabilitat tècnica i assistencial d'aquest model logístic i han aconseguit reduccions en temps de transport i en emissions de CO₂ i millores en la qualitat del servei (Abdón Giménez et al., 2025; Gallinat Muñoz et al., 2024).

La primera prova de concepte es va desenvolupar a la Garrotxa, a la regió sanitària de Girona, amb l'objectiu d'explorar el transport amb drons de mostres biològiques, principalment de sang però també d'altres tipologies (com ara sèrum, EDTA, citrat, femta, orina espontània i de 24 hores). Els resultats van ser satisfactoris, tant per la qualitat preanalítica de les mostres com per l'eficiència del servei. Es van reduir un 43 % el temps de transport (4 minuts per 1,7 km, enfront dels 7 minuts habituals per via terrestre) i un 80,4 % les emissions de CO₂ (Gallinat Muñoz et al., 2024).

La prova pilot al territori de la Metro Nord va ampliar l'escenari a un context suburbà, amb vols des del Barcelonès nord i el Vallès Oriental fins al Laboratori Clínic Metropolitana Nord (LCMN) ubicat a l'Hospital Germans Trias i Pujol. Aquest projecte va permetre abordar reptes addicionals com la gestió dels permisos de vol i la coordinació de l'espai aeri en zones més poblades, alhora que ampliava l'avaluació de la qualitat de les mostres mitjançant un estudi clínic. Els resultats van confirmar novament l'eficiència del transport amb drons, amb una reducció del 72,3 % del temps de transport per quilòmetre i una disminució del 99,2 % de les emissions de CO₂, tot mantenint la qualitat de les mostres dins dels paràmetres clínicament acceptables (Abdón Giménez et al., 2025).

Totes dues experiències posen de manifest la utilitat dels drons per al transport de mostres biològiques i evidencien la seva viabilitat no tan sols en entorns rurals sinó també en entorns suburbans. Aquestes experiències subratllen el gran potencial del transport amb drons per millorar l'accessibilitat, l'eficiència i la qualitat de l'atenció sanitària, especialment en territoris amb reptes logístics. Per avançar cap a una integració efectiva en el sistema de Salut,

serà necessari continuar provant, optimitzant i validant aquest model en nous escenaris reals.

Tot i aquests avenços, les proves pilot realitzades fins ara s'han dut a terme en períodes curts (aproximadament dues setmanes), fet que limita la capacitat d'avaluar-ne l'impacte real a llarg termini. Per això cal definir àrees de prova estables i segures on l'operativa dels drons sigui el més viable possible i respongui a les necessitats dels fluxos assistencials del SISCAT i del territori.

En aquest sentit, cal recordar que l'atenció primària i hospitalària del SISCAT consta d'una xarxa territorial extensa que inclou 70 hospitals, 437 centres d'atenció primària (CAP), 32 centres d'urgència d'atenció primària (CUAP) i 730 consultoris locals (CL), distribuïts de manera heterogènia arreu del territori (segons dades del Departament de Salut). Aquesta estructura complexa i diversa condiona tant les necessitats logístiques com les oportunitats d'implantació de rutes amb drons.

Aquest nou informe analitza indicadors com ara el risc aeri i terrestre, la densitat poblacional, la infraestructura viària i hospitalària i els requeriments normatius i de seguretat per tal de determinar quins territoris i hospitals de Catalunya podrien treure un major profit de la implantació progressiva de vols amb drons en el sistema de Salut.

En definitiva, es tracta de posar les bases per a la planificació estratègica del desplegament de drons en el sistema de Salut amb una mirada integradora que tingui en compte els beneficis assistencials, la viabilitat operativa i la sostenibilitat del sistema a mitjà i llarg termini.

1.2 Objectius

Objectiu principal

- Analitzar la viabilitat d'implementar vols amb drons a tots els hospitals de Catalunya, identificant aquelles regions i centres que ofereixin les millors condicions per establir zones de prova i futurs desplegaments operatius.

Objectius secundaris

- Detectar les àrees amb una operativa més senzilla i segura, on el risc aeri i terrestre sigui reduït i el compliment normatiu, més assequible.
- Identificar les zones on l'ús de drons aporti un major valor afegit respecte al transport rodat tradicional en temps de resposta, accessibilitat o eficiència ambiental.
- Analitzar la disponibilitat i qualitat de la infraestructura existent (carreteres, accessos hospitalaris, punts d'enlairament/aterratge, connexió amb serveis d'emergències) per garantir la viabilitat pràctica i la sostenibilitat del servei.
- Proporcionar recomanacions estratègiques per a futures proves pilot i desplegaments alineades amb el marc regulador vigent i amb les novetats previstes en la metodologia SORA 2.5.

Des del punt de vista operatiu es considerarà una aeronau no tripulada de menys de 25 kg de MTOM (de l'anglès *Maximum Take-Off Mass*: massa màxima a l'enlairament) per tal que encaixi en una operativa en categoria específica (vegeu l'Annex I), amb dimensions característiques de fins a 3 metres, velocitat màxima per sota de 35 m/s i redundància de sistemes de comunicació. Aquestes són les característiques de l'escenari operatiu en què poden treballar els drons més avançats del mercat.

1.3 Abast

Aquest informe se centra en l'ús de drons per a la logística sanitària, concretament en el transport de mostres biològiques (sang, femta, orina, anatomia patològica), entre l'atenció primària (CAP, CUAP i CL) i l'atenció hospitalària.

L'anàlisi, que abasta tots els hospitals de Catalunya, vol identificar quines zones i centres ofereixen les condicions més favorables per a la realització de proves pilot i per a un futur desplegament operatiu.

L'estudi inclou la valoració de risc operatiu, densitat poblacional, infraestructures viàries i hospitalàries, orografia i marc regulador vigent. Fora de l'abast d'aquest document resten altres aplicacions de drons en el sistema de Salut com ara el transport d'òrgans i teixits i components sanguinis (hematies, plaquetes i altres tipus de mostres biològiques) o l'ús en línies de treball d'emergències i aplicacions assistencials (emergències in situ, vigilància o suport en catàstrofes), tot i que se'n reconeix l'interès i el potencial en futurs treballs.

2.

Marc regulador

Aquest apartat presenta el marc regulador que estableix les condicions tècniques i legals per a l'ús de drons en el transport de mostres i farmacologia que planteja el present informe, i inclou la normativa de referència a escala europea i nacional, la metodologia d'anàlisi de risc (SORA), així com les condicions i la regulació específiques relatives al transport segur de mostres biològiques i productes farmacèutics.

2.1 Normativa aplicable als sistemes no tripulats

En el context sanitari, es poden utilitzar els drons en diferents aplicacions, com ara la logística sanitària. Per a la correcta integració dels sistemes no tripulats en l'àmbit de la salut és essencial garantir que les operacions es realitzen dins del marc legal que assegura la seguretat pública, la protecció de la privacitat i la fiabilitat del servei. En aquest sentit, tal com s'indica en informes previs, des d'un punt de vista legal els drons són considerats aeronaus. Per això els drons estan subjectes a la normativa d'aviació que els regula tant a escala europea com nacional. Aquesta classificació implica que les operacions amb sistemes aeris no tripulats han de complir requisits estrictes en matèria de seguretat, responsabilitat, formació de pilots, certificació tècnica, protecció de dades, etc.

En aquest capítol es presenta de manera resumida el marc normatiu a què estan subjectes els drons i els sistemes no tripulats:

- A nivell europeu, el marc regulador es fonamenta en el **Reglament d'Execució (UE) 2019/947 i el Reglament Delegat (UE) 2019/945**. Aquests reglaments proporcionen les bases normatives comunes i d'aplicació a tots els estats membres de la Unió Europea: condicions d'ús, categories operacionals segons el risc i requisits de disseny i fabricació dels UAS.
- En l'àmbit estatal, Espanya ha complementat la normativa amb el **Reial Decret 517/2024**, que regula les activitats civils no cobertes pel règim europeu i introdueix mesures específiques per a

la zonificació, la formació i la seguretat operacional. També inclou el concepte Infraestructures per a l'ús d'UAS que són aquelles infraestructures o zones destinades a les operacions d'enlairament i aterratge d'UAS, inclosos els utilitzats exclusivament per a exhibicions aèries, activitats esportives, recreatives o de competició que tenen una massa màxima d'enlairament superior a 150 kg.

Amb l'objectiu de facilitar una integració segura, eficient i escalable dels drons en l'espai aeri, la Unió Europea ha desenvolupat el concepte d'U-Space: un conjunt de sistemes, serveis i procediments específics que han estat dissenyats per permetre l'accés segur, eficient i assequible a l'espai aeri d'operacions d'UAS nombroses o complexes, sobre la base de desenvolupaments tècnics amb un grau alt de digitalització i automatització. Els serveis U-Space proporcionen una capa de gran valor afegit especialment en zones congestionades o amb un trànsit elevat d'aeronaus, com ara les zones properes a aeròdroms, vertiports i infraestructures per a UAS. Per això el desplegament de l'U-Space està previst en zones designades que compleixin amb aquesta particularitat.

En l'àmbit sanitari, el desplegament de l'U-Space obre la porta a operacions complexes com el transport automatitzat, tot garantint la seguretat operacional i la coexistència amb l'aviació tripulada. L'U-Space, de la mateixa manera que els sistemes no tripulats, compta amb un marc regulador específic i enfocat a la consolidació d'un "cel únic europeu":

- Aquest sistema, que es defineix en el **Reglament d'Execució (UE) 2021/664**, estableix serveis digitals automatitzats que permeten coordinar les operacions de drons en espais aeris de baixa altitud, especialment en entorns urbans o densament poblats. El **Reglament d'Execució (UE) 2021/665** i el **Reglament d'Execució (UE) 2021/666** complementen el marc regulador de l'U-Space d'àmbit europeu.
- A Espanya, el **Reial Decret 517/2024** incorpora aquest marc europeu i desenvolupa la seva aplicació territorial, incloent la zonificació de l'U-Space i els requisits per als proveïdors de serveis.

Els detalls de la norma i dels reglaments es poden consultar a través dels webs de l'Agència Europea de Seguretat Aèria (EASA) i l'Agència Estatal de Seguretat Aèria (AESA).

2.1.1 Altres normatives d'aplicació als UAS

A banda de les normatives referenciades, cal tenir en compte que els sistemes no tripulats també estan subjectes a normatives d'aviació i altres normatives relacionades. A continuació es llisten de forma no exhaustiva algunes de les normatives de referència més destacades:

- Conveni de Chicago d'Aviació Civil Internacional (1944)
- Llei 48/1960, de 21 de juliol, sobre navegació aèria
- Llei 21/2003, de 7 de juliol, de seguretat aèria
- Llei 8/2025, de 29 de setembre, per la qual es modifiquen la Llei 48/1960 sobre navegació aèria i la Llei 21/2003 de seguretat aèria anteriorment esmentades. La nova llei incorpora els drons en el marc legal del personal aeronàutic i actualitza el règim sancionador per a casos d'incompliment, tant en operacions amb drons com en el transport de mercaderies perilloses
- Reial Decret 1180/2018, Reglament de l'aire
- Reial Decret 123/2017, Reglament sobre l'ús del domini públic radioelèctric (RUER)
- Ordre ETD/625/2023, per la qual s'aprova el Quadre Nacional d'Atribució de Freqüències
- Directiva 2014/53/UE, Directiva RED (Radio Equipment Directive)
- Directiva 2014/30/UE, Directiva EMC (Electromagnetic Compatibility)
- Directiva 2014/35/UE, Directiva LVD (Low Voltage Directive)
- Llei Orgànica 1/1982, de protecció civil del dret a l'honor, a la intimitat personal i familiar i a la pròpia imatge
- Reglament 2016/679 (UE) sobre 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
- 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

- La Llei Orgànica 4/2015 de Protecció de la Seguretat Ciutadana
- Llei 39/2015 del procediment administratiu comú de les administracions públiques

D'acord amb les referenciades normatives, queda palès que la normativa d'aplicació als sistemes no tripulats va molt més enllà de la normativa d'aviació, atès que incorpora ramificacions de normatives relacionades. Aquestes normatives contemplen aspectes crucials que han de ser considerats en el desenvolupament i operació de drons i altres aeronaus no tripulades.

2.1.2 Normatives sectorials del transport sanitari

Tal i com s'indica en el recull de normatives relacionades, l'ús de drons també està subjecte al compliment de normatives sectorials. En l'àmbit que ens ocupa, el transport de mostres i de farmacologia, cal destacar la vinculació amb les normatives específiques per al transport dels articles següents:

1. Transport de mostres biològiques: sang, orina i altres tipus d'espècimens biològics
2. Transport de petita paqueteria: petita paqueteria, documentació, equipament sanitari, instrumental o qualsevol altre equipament que es precisi
3. Transport de farmàcia: medicaments
4. Transport de material d'esterilització: rutes de transport d'instrumental abans i després de l'esterilització
5. Ús de neveres per al transport de mostres amb traçabilitat integrada

Per al transport de mostres biològiques i medicaments, a títol indicatiu i no exhaustiu, s'aplicaran amb caràcter supletori a aquests contractes les següents normes sectorials per raó de l'activitat que s'hagi de desenvolupar:

- Guia OMS sobre la reglamentació relativa al transport de substàncies infeccioses, 2021-2022
- Acord Europeu sobre Transport Internacional de Mercaderies Perilloses per Carretera (ADR - 2023). L'ADR s'aplica també al transport interior de la UE-25 per raó de la Directiva 2008/68/CE. Aquest acord classifica les substàncies que poden

contenir agents biològics de classe 6.2 i, per tant, d'acord amb les instruccions d'embalatge 620 i 650, els embalatges destinats al transport d'aquestes substàncies han de disposar de tres capes d'embalatge:

- * Embalatge primari estanc on es col·loca la mostra
 - * Recipient secundari estanc amb material absorbent
 - * Embolcall exterior que protegeixi el recipient secundari de les influències exteriors
- Llei 16/1987, de 30 de juliol, d'ordenació dels transports terrestres i el seu desplegament reglamentari
 - Llei 29/2003, de 8 d'octubre, sobre millora de les condicions de competència i seguretat en el mercat de transport per carretera, per la qual es modifica, parcialment, la Llei 16/1987, de 30 de juliol, d'ordenació dels transports terrestres
 - Llei 15/2009, d'11 de novembre, sobre el contracte de transport terrestre de mercaderies
 - Llei 24/1998, de 13 de juliol, del Servei Postal Universal i de Liberalització dels Serveis Postals i posteriors modificacions, inclosa la Llei 43/2010, de 30 de desembre, del Servei Postal Universal i dels drets dels usuaris i del mercat postal
 - Reial Decret 551/2006, de 5 de maig, pel qual es regulen les operacions de transport de mercaderies perilloses per carretera en territori espanyol
 - Reial Decret 1211/1990 i Reglament de la Llei d'Ordenació dels Transports Terrestres Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals
 - Reial Decret 1215/1997, de 18 de juliol, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització dels equips de treball per part dels treballadors
 - Reial Decret 664/1997, de 12 de maig, sobre la protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics durant el treball

Dins de l'àmbit sanitari, la Direcció General de Recursos Sanitaris del Departament de Salut marca les pautes sobre les condicions adequades per al transport de les mostres de diagnòstic en el seu document "Requisits del transport de mostres de diagnòstic per garantir l'estabilitat de les seves propietats

biològiques", que és d'obligat compliment per al contractista (Departament de Salut & Generalitat de Catalunya, n.d.). El Departament de Salut determina els requeriments que han de complir les neveres destinades al transport de mostres, tal com s'especifica en els plecs de prescripcions tècniques. Aquests requeriments estableixen que les neveres han de mantenir una temperatura d'entre 8 °C i 21 °C amb el material aportat per l'empresa i addicionalment haurien de tenir la capacitat de poder mantenir temperatures d'entre 2 °C i 8 °C per a mostres refrigerades o d'entre -18 °C i +2 °C en casos excepcionals de mostres congelades, durant el temps de transport previst, que és d'entre 90 i 120 minuts.

Pel que fa a la protecció física de les mostres, la normativa estableix que el transportista ha de garantir que aquestes no rebin impactes ni estiguin sotmeses a condicions que en puguin alterar la qualitat. Això inclou evitar cops, sacsejades, canvis de pressió o exposicions inadequades. També cal garantir un empaquetatge correcte i l'ús de recipients externs resistents i adequadament etiquetats. Aquestes mesures garanteixen que les mostres arribin en condicions òptimes per al seu diagnòstic.

2.2 Anàlisi d'avaluació de riscos en operacions amb UAS

La integració efectiva de sistemes aeris no tripulats (UAS) en la cadena logística sanitària representa un avenç tecnològic disruptiu, però comporta desafiaments operatius crítics que la normativa actual aborda des d'una perspectiva de seguretat integral. Atès que el transport de material farmacèutic i mostres biològiques requereix operacions de llarg abast o més enllà de la línia de visió directa (BVLOS) i en entorns complexos, la regulació europea s'allunya d'un model rígid per adoptar un enfocament basat en el risc. D'acord amb el Reglament d'Execució (UE) 2019/947, existeixen tres categories d'operació: oberta, específica i certificada.

Les operacions amb drons per al transport de mostres biològiques i material farmacèutic s'emmarquen en la categoria específica de risc operacional mitjà, que inclou:

- Vols més enllà de la línia visual (BVLOS)
- Vols amb drons de més de 25 kg de pes màxim a l'enlairament (MTOM)
- Vols a més de 120 metres sobre el terreny
- Operacions en què es deixi caure material
- Operacions amb drons en un entorn urbà amb MTOM superior a 4 kg o sense etiqueta d'identificació de classe

El Reglament d'Execució (UE) 2019/947 especifica que per a poder operar en categoria específica els operadors d'UAS han de:

1. Presentar una declaració conforme l'operació s'ajusta a un escenari estàndard. Aquests tipus d'operacions disposen d'una llista de mesures d'atenuació determinades que l'operador es compromet a complir.
2. Sol·licitar i obtenir una autorització operacional emesa per l'autoritat competent. En el cas d'Espanya, l'autoritat competent encarregada de gestionar i emetre aquestes sol·licituds és l'Agència Estatal de Seguretat Aèria (AESA). La sol·licitud d'autorització operacional es basa en l'avaluació del risc de l'operació. Les condicions d'aquesta sol·licitud varien en funció de si aquesta s'ajusta a un PDRA (Predefined Risk Assessment) o no.
3. Disposar d'un certificat d'operador d'UAS lleuger (LUC). Aquest certificat eximeix l'operador de disposar d'una autorització operacional o una declaració operacional per a poder dur a terme l'operació.

D'acord amb els paràmetres definits pel reglament, les operacions amb UAS per al transport de mostres i fàrmacs entre hospitals requereixen una autorització operacional o bé que l'operador disposi d'un LUC. En aquest marc, la metodologia SORA (Specific Operations Risk Assessment), desenvolupada per JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) i adoptada per EASA i AESA, s'erigeix com l'estàndard de referència perquè és un procés analític que permet quantificar els riscos en terra i enen aire per determinar les mesures de seguretat necessàries. SORA actua com un requisit burocràtic i estructurat de la seguretat que garanteix que les operacions de transport sanitari i altres operacions equiparables siguin compatibles amb la integritat de l'espai aeri i la seguretat de les persones en terra. El passat 29 de setembre de 2025 EASA va publicar la versió 2.5 de SORA com a metodologia vàlida per a l'avaluació de

riscos en operacions en categoria específica. Aquesta versió introdueix millores importants per a operacions en entorns sanitaris i urbans, ja que en facilita la comprensió i l'aplicació per part dels operadors i assegura un marc d'avaluació de riscos més proporcionat i transparent.

Aquestes novetats obren la porta a operar amb més seguretat jurídica i tècnica en centres i hospitals sempre que es compleixin els requisits establerts perquè permeten:

- Identificar quines zones hospitalàries presenten un risc enen terra i enen aire més baix i, per tant, un SAIL més assequible
- Definir les mesures de mitigació necessàries per a cada entorn (rutes de vol, horaris, protocols amb SEM i ATC, etc.), i
- Establir una planificació de proves pilot més ajustada a la normativa vigent

En el proper capítol es presenta amb més detall la metodologia SORA i s'explica com aplicar-la en el transport de mostres i fàrmacs entre hospitals amb drons. L'anàlisi SORA i el càlcul del SAIL són les eines fonamentals per garantir que els vols amb drons en el sistema de Salut es facin amb seguretat, viabilitat reguladora i sostenibilitat operativa.

2.2.1 Metodologia SORA (Specific Operations Risk Assessment)

La metodologia SORA 2.5 consisteix a aplicar un procés iteratiu per avaluar de manera holística la seguretat de l'operació en funció de l'aeronau, l'entorn i el tipus d'operació.

Per començar a utilitzar-la cal una definició exhaustiva del Concepte d'Operacions (ConOps). En el context del transport logístic sanitari això implica descriure no només les característiques tècniques del dron (dimensions, energia cinètica, sistemes de navegació), sinó també el disseny operacional:

- **Volum de vol:** definició precisa de la geografia de la ruta entre centres sanitaris
- **Temporalitat:** horaris de vol (diürn/nocturn)
- **Naturalesa del vol:** operació automàtica BVLOS (*Beyond Visual Line of Sight*)

Pel que fa a l'avaluació de riscos, SORA 2.5 mesura el risc en dos eixos principals:

- Risc en terra (GRC, Ground Risk Class):
- determina el risc intrínsec que té l'operació
- de colpejar una persona no involucrada en cas d'incident o caiguda del dron durant l'operació. L'estimació del risc en terra es duu a terme prenent com a base dos paràmetres:

* L'energia cinètica de l'aeronau, que depèn de les dimensions característiques màximes i de la velocitat màxima del dron emprat en l'operatiu

(Taula 1)
* L'escenari de l'operació, que defineixen la densitat poblacional dins del volum operatiu i la zona de seguretat en terra (ground risk buffer)

A la Taula 1 es mostra la metodologia de càlcul del risc intrínsec en terra que es defineix en el SORA 2.5. En aquesta taula s'introdueix l'informació detallada de l'aeronau i es vincula amb la densitat de població (persones/km²) en l'àrea d'operació. El SORA 2.5 també incorpora una taula amb descriptors qualitius de la densitat de població (Taula 2).

Màxima dimensió característica de l'UAS		1 m/ aprox. 3 ft	3 m/ aprox. 10 ft	8 m/ aprox. 25 ft	20 m/ aprox. 67 ft	40 m/ aprox. 130 ft
Densitat màxima de població iGRC (persones/ km²)	Àrea controlada al terra	1	1	2	3	3
	<5	2	3	4	5	6
	<50	3	4	5	6	7
	<500	4	5	6	7	8
	<5.000	5	6	7	8	9
	<50.000	6	7	8	9	10
	<50.000	7	8	No forma part del SORA		
● Un UAS que pesi menys o igual a 250 g i tingui una velocitat màxima inferior o igual a 25 m/s es considera que té un iGRC d'1 independentment de la densitat de població. ● Un UAS que no s'espera que penetri en un habitatge estàndard obtindrà una reducció de -1 del GRC a l'etapa 3 de la mitigació M1(A) d'aixopluc, sempre que no sobrevoli grans agrupacions de persones. Vegeu l'Annex B del SORA 2.5 per a més detalls.						

Taula 1. Classe intrínseca de risc en terra (iGRC) dels UAS

Població (persones/km²)	Descriptors qualitatius	Descripció de l'àrea
Àrea al terra controlada	Terra controlat/ extremadament remot	Àrees controlades on les persones no autoritzades no poden accedir. Àrees de difícil accés (muntanyes, deserts remots etc.), grans masses d'aigua lluny de trànsit marítim, on és raonable no esperar que hi hagi persones.
< 5	Remot	Àrees on pot haver-hi gent, com ara boscos, deserts, grans parcel·les de granja, etc. Àrees on aproximadament puguem trobar un petit edifici per cada km². de trànsit marítim, on és raonable no esperar que hi hagi persones.
< 50	Lleugerament poblat	Àrees de petites granges. Zones residencials amb grans parcel·les (4 acres o 16.000 m²)
< 500	Escassament poblat/ residencial lleugerament poblat	Àrees formades per habitatges i petites empreses amb grans parcel·les (1 acre o 4.000 m²)
< 5.000	Suburbà/ baixa densitat metropolitana	Zones de cases unifamiliars en parcel·les petites, complexos d'apartaments, locals comercials, etc. Pot contenir diversos pisos, però generalment haurien de tenir menys de 3 o 4 pisos.
< 50.000	Alta densitat metropolitana	Zones on majoritàriament hi ha edificis. El centre de la majoria de ciutats. Àrees amb densitat de gratacels.
> 50.000	Concentracions de persones	Les zones més denses de les grans ciutats. Grans reunions de persones com ara esdeveniments d'esport professionals, grans concerts etc.

Taula 2. Descriptors qualitatius per a l'estimació de densitat poblacional

Un cop obtingut el GRC intrínsec, l'operador pot aplicar mitigacions estratègiques per reduir el nivell de risc final (Taula 3). En el cas del transport de mostres i de farmacologia sanitària, les més rellevants són:

- **M1(B) Mitigació estratègica basada en restriccions operacionals:** sobrevolar

emplaçaments en hores poc concorregudes per assegurar que la densitat real de persones durant l'operació sigui menor que la teòrica

- **M2 (Reducció efectes d'impacte):** ús de paracaigudes certificats per reduir l'energia d'impacte en cas de fallada crítica

Mitigacions per al risc en terra	Nivell de robustesa		
	Baix	Mitjà	Alt
M1(A) - Mitigacions estratègiques – Refugi	-1	-2	N/A
M1(B) - Mitigacions estratègiques – Restriccions operacionals	N/A	-1	-2
M1(C) - Mitigacions tàctiques – Observació del terra	-1	N/A	N/A
M2 – Es redueixen els efectes de la dinàmica d'impacte de l'UAS	N/A	-1	-2

Taula 3. Mitigacions per a la determinació final del GRCS

- **Risc en aire (ARC, Air Risk Class):** avalua la probabilitat de conflicte i col·lisió amb altres aeronaus usuàries de l'espai aeri. Es defineix segons l'altitud, el tipus d'espai aeri (controlat / no controlat), la proximitat a aeròdroms i el tipus d'entorn (urbà / rural). En operacions de transport mèdic BVLOS aquest és sovint el punt més crític.

* **ARC inicial:** es determina segons l'espai aeri on es vola (espai aeri controlat, entorn aeroportuari, etc.). Els nivells d'ARC es classifiquen de la a a la d en funció de la probabilitat que el dron es trobi amb una altra aeronau durant l'operació. a és una probabilitat negligible i d és una probabilitat alta (Figura 1).

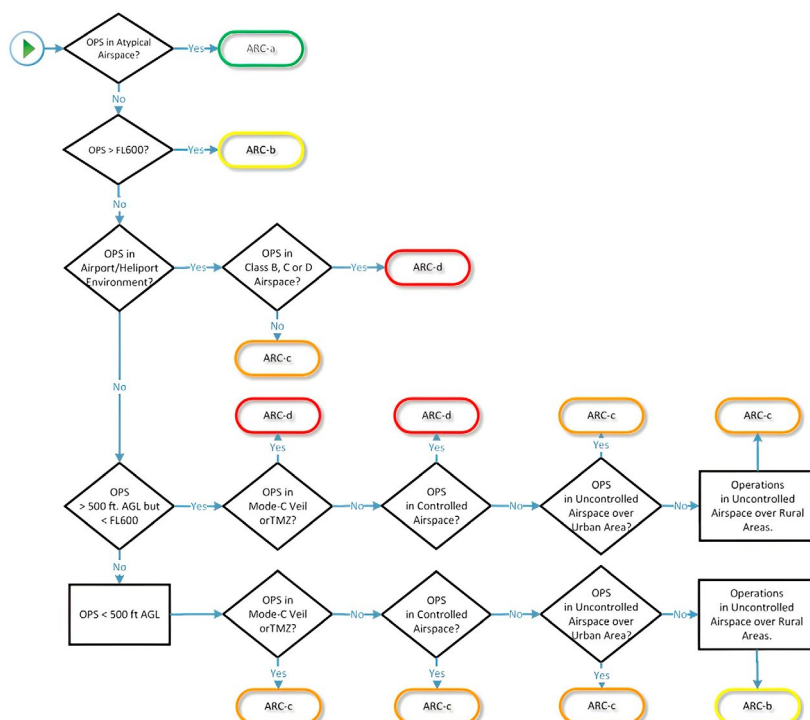


Figura 1. Arbre de decisió per determinar el risc en aire inicial

*** Mitigacions estratègiques i tàctiques:** per reduir el risc en aire és necessari implementar solucions com rutes segregades (estratègica) o sistemes Detect and Avoid (tàctica) que permetin que el dron detecti altres aeronaus i les eviti autònomament.

La combinació del risc en terra en terra final, el risc en aire residual i les mesures de mitigació aplicades dona com a resultat el **SAIL (Specific Assurance and Integrity Level)** que defineix el grau de risc de l'operativa (Taula 4). El SAIL és un indicador que oscil·la entre **I (risc baix)** i

VI (risc molt alt) i estableix el nivell de requisits tècnics, procedimentals i de formació necessaris per obtenir l'autorització de vol.

- **SAIL baixos (I-II):** operacions de risc reduït amb exigències bàsiques.
- **SAIL mitjans (III-IV):** operacions amb més complexitat, que requereixen procediments robustos i evidències addicionals.
- **SAIL alts (V-VI):** operacions properes a la categoria certificada, amb elevats requisits tècnics i de seguretat.

GRC final	Arc residual			
	A	B	C	D
≤ 2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
> 7	Categoria operacional C (certificada)			

Taula 4. Determinació del SAIL

Tal com estableix el SORA 2.5, la determinació del SAIL no és un procés independent, sinó que és el resultat de combinar el risc en terra (GRC final) amb el risc en aire (ARC residual). La interacció entre aquests dos paràmetres s'articula en una taula de decisió (Taula 7 de la guia oficial) que permet assignar el nivell de SAIL associat a l'operació proposada. En el present informe s'ha incorporat aquesta informació en la Taula 4, que mostra de manera clara com es determina el SAIL a partir del GRC final i l'ARC residual.

A cada nivell de SAIL li corresponen una sèrie d'objectius de seguretat operacional (OSO), que

són els requisits que l'operador ha de complir i demostrar davant l'autoritat (Taula 5). Aquests es divideixen en:

- **Tècnics:** integritat del dron, disseny del programari, sistemes de contenció (Geofencing)
- **Operacionals:** manuals d'operacions, procediments d'emergència, llistes de comprovació
- **Humans:** formació teòrica i pràctica dels pilots a distància i personal de manteniment, adaptada a la complexitat del vol sanitari

OSO ID	Objectiu de seguretat operacional	SAIL						Dependències (Referències crítiques segons l'Annex E del SORA 2.5)		
		I	II	III	IV	V	VI	Operador	Org. de formació	Dissenyador
OSO#01	Garantir que l'operador és competent i/o provat	NR	L	M	H	H	H	X		
OSO#02	UAS fabricat per una entitat competent i/o provada	NR	NR	L	M	H	H			X
OSO#03	UAS mantingut per una entitat competent i/o provada	L	L	M	M	H	H	Crit. 1 Crit. 2		Crit. 1
OSO#04	Components de l'UAS essencials per a operacions segures dissenyats segons un estàndard de disseny per a aeronavegabilitat (ADS)	NR	NR	NR	L	M	H			X
OSO#05	UAS dissenyat considerant la seguretat i fiabilitat del sistema	NR	NR ^c	L	M	H	H			X
OSO#06	Les característiques de l'enllaç C3 són adequades per a l'operació	NR	L	L	M	H	H	X		X
OSO#07	Les característiques de l'enllaç C3 són adequades per a l'operació	NR	L	L	M	H	H	Crit. 1 Crit. 2		Crit. 1
OSO#08	Procediments operatius definits, validats i respectats	L	M	H	H	H	H	X		Crit. 1
OSO#09	Tripulació remota entrenada i actual	L	L	M	M	H	H	X	X	
OSO#13	Els serveis externs que suporten les operacions de l'UAS són adequats per a l'operació	L	L	M	H	H	H	X		
OSO#16	Coordinació de tripulació múltiple	L	L	M	M	H	H	Crit. 1 Crit. 2	Crit. 2	
OSO#17	Tripulació remota apta per operar	L	L	M	M	H	H	X		
OSO#18	Protecció automàtica de l'entorn de vol contra errors humans	NR	NR	L	M	H	H			X
OSO#19	Recuperació segura d'errors humans	NR	NR	L	M	M	H			X
OSO#20	S'ha realitzat una avaluació de factors humans i l'HMI s'ha considerat adequada per a la missió	NR	L	L	M	M	H	X		X
OSO#23	Condicions ambientals per a operacions segures definides, mesurables i respectades	L	L	M	M	M	H	X		X
OSO#24	UAS dissenyat i qualificat per a condicions ambientals adverses	NR	NR	M	H	H	H			X

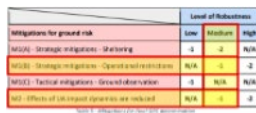
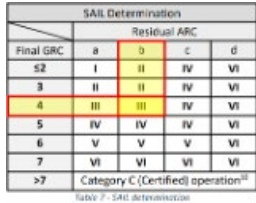
Segons les guies, NR = Not required (no requerit) i indica que no és necessari demostrar el compliment davant l'autoritat competent; tot i així, s'encoratja el sol·licitant a considerar l'objectiu de seguretat operacional amb un nivell d'integritat baix. L = Low (baix); s'indica quan l'objectiu és recomanat amb robustesa baixa. M = medium (mitjà) s'indica quan l'objectiu és recomanat amb robustesa mitjana. H = High (alta) s'indica quan l'objectiu és recomanat amb robustesa alta.

Taula 5. Objectius de seguretat operacional (OSO) recomanats

2.2.2 La metodologia SORA aplicada al transport de mostres i farmacologia amb drons a Catalunya

La següent taula mostra un exemple hipotètic d'aplicació de la metodologia SORA 2.5 al transport de mostres i farmacologia amb drons. Tal com s'indica al capítol d'Abast, s'aplicarà la metodologia en el cas d'una aeronau no

tripulada de menys de 25 kg de MTOM, de fins a 3 metres de dimensions característiques, velocitat màxima per sota de 35 m/s i redundància de sistemes de comunicació que opera en BVLOS dins de la categoria específica (Taula 6):

Component de SORA	Descripció de l'escenari	Metodologia	Resultat
1. Concepte d'operacions (ConOps)	Transport de sang/mostres biològiques. BVLOS a baixa alçada (inferior a 120 m) entre el centre mèdic A i el centre mèdic B.		Entorn: Suburbà - densitat poblacional de fins a 5.000 hab./km²
2. Risc en terra (GRC)	Dimensió característica del dron: de fins a 3 m d'envergadura alar Entorn: Suburbà - densitat poblacional de fins a 5.000 hab./km²		GRC intrínsec: 6
Mitigació GRC (M1(B))	Sobrevolar zones industrials o comercials durant els caps de setmana o hores no laborals.		GRC 6 - 1 = 5
Mitigació GRC (M2)	Sistema de paracaigudes certificat: reducció del risc al terra (GRR) d'aproximadament el 90% sota les directrius SORA (integritat mitjana)		GRC final 5 - 1 = 4
3. Risc en aire (ARC)	Tipus d'espai aeri: vol per sota de 500 ft AGL en espai aeri no controlat sobre zona urbana		ARC inicial: c
Mitigació ARC	Mitigació tàctica (BVLOS): integració d'un sistema DAA (Detect and Avoid) robust i transponedor ADS-B per detectar avions tripulats		ARC final c -> b (Reducció per la capacitat demostrada d'evitar col·lisions)
4. Determinació del SAIL	Càlcul: GRC final x ARC final		4 x b = SAIL III

Taula 6. Exemple de planificació d'operativa de logística sanitària

En el cas d'ús operatiu considerat amb un GRC final de 4 punts (5.000 persones/km²) i un risc

en aire final d'ARC-b, el nivell de risc resultant és un SAIL III, que serà el límit operatiu considerat.

3.

Metodologia

3.1 Indicadors

Per analitzar la viabilitat del desplegament de vols amb drons en l'àmbit sanitari, aquest informe s'ha basat en cinc dimensions:

1) Assistencial, 2) Territori, 3) Risc de l'operativa, 4) Logística i 5) Coordinació de l'operativa. Cadascuna de les dimensions incorpora un conjunt d'indicadors específics. La selecció i definició d'aquests indicadors es va realitzar en una sessió online participativa amb representants de les entitats participants que va permetre prioritzar els indicadors més rellevants i consensuar els criteris d'avaluació per aconseguir una visió multidisciplinària i alineada amb les necessitats reals del sistema sanitari.

1. Assistencial

Aquesta dimensió té l'objectiu d'analitzar l'estructura i les necessitats del sistema sanitari català bo i identificant els principals nodes assistencials i els fluxos potencials de transport de mostres biològiques i materials sanitaris.

1.1 Estructura territorial sanitària

Aquest subapartat se centra en la identificació i distribució dels principals recursos assistencials del sistema públic de salut (SISCAT), com a base per entendre la cobertura territorial i les possibles necessitats de connectivitat. Els indicadors principals d'aquest subapartat són:

- Nombre i distribució d'hospitals, centres d'atenció primària (CAP) i consultoris locals (CL)
- Densitat i distribució de centres de Salut
- Ubicació de les bases del SEM (heliports)

1.2 Fluxos assistencials i de mostres

Aquest subapartat analitza com s'organitzen els fluxos de derivació i transport dins la xarxa sanitària, amb l'objectiu de comprendre quins punts generen un volum més elevat de mostres o materials que cal transportar. Els indicadors principals emprats en aquest subapartat són:

- Centres de referència i relació amb centres associats, per descriure la jerarquia i els circuits de transport
- Volum de mostres transportades
- Ubicació de centres intermedis de centrifugació

2. Territori

Aquesta dimensió analitza les característiques físiques i d'infraestructura del territori que poden influir en la implementació i operativa dels serveis amb drons.

El seu objectiu és identificar les condicions que poden afavorir o limitar el desplegament de vols, tant des del punt de vista de la seguretat com de la viabilitat tècnica i logística.

S'han considerat diversos aspectes del territori que afecten directament la planificació de les rutes i la ubicació dels punts d'enlairament i aterratge (i les futures infraestructures per a l'ús d'UAS i vertiports). Els indicadors principals són:

- Densitat de població: per identificar zones on cal aplicar majors mesures de seguretat o restriccions de vol
- Orografia i característiques del terreny: per detectar obstacles naturals i condicions que poden afectar la trajectòria o estabilitat del vol
- Espais naturals protegits: inclou les zones naturals protegides i les zones que formen part de la Xarxa Natura 2000 (zones ZEPA i LIC/ZEC)
- Infraestructures terrestres: inclou tant les construccions artificials (per exemple, carreteres) com les infraestructures verdes (rius, corredors naturals), que poden actuar com a eixos segurs per al trànsit aeri de drons
- Infraestructures portuàries, aeroportuàries i aeronàutiques: inclou la ubicació dels ports comercials i esportius de la Generalitat de Catalunya així com totes les infraestructures aeroportuàries (heliports, aeròdroms i aeroports)

3. Risc de l'operativa

Aquesta dimensió avalua el nivell de risc i la factibilitat de les operacions de vol amb drons, tant a nivell territorial com hospitalari. L'objectiu és identificar aquelles àrees i centres que permetin mantenir l'operativa dins de marges de seguretat acceptables (SAIL III), d'acord amb els criteris que estableix la metodologia SORA 2.5.

Per a aquesta anàlisi s'han tingut en compte diversos elements territorials i aeris, com ara

els mapes de densitat de població (GRC) a escala de Catalunya, l'estructura de l'espai aeri i la presència d'espais de trànsit aeri controlat (CTR), les instal·lacions i infraestructures crítiques i les característiques físiques i d'infraestructura dels hospitals. Dins d'aquesta dimensió s'han definit dos indicadors principals:

- Risc en terra, que avalua l'exposició poblacional i territorial associada a una operació de vol, calculada a partir de la metodologia SORA i expressada mitjançant el nivell de risc en terra (GRC).
- Viabilitat dels hospitals, que integra l'anàlisi del risc en aire (ARC), calculat en funció de la seva localització respecte a zones de CTR, el seu entorn (infraestructures properes, zones d'exclusió de les centrals nuclears i edificis propers) i les característiques de les possibles zones d'enlairament i aterratge en els propis centres.

Aquests dos indicadors constitueixen el nucli de l'anàlisi del risc de l'operativa. S'han marcat com a límits operatius els GRC i ARC que fan que la operativa no superi un nivell SAIL III. Per poder visualitzar de forma àgil els sectors en els quals actualment és més viable desplegar rutes s'ha creat una capa de la densitat de població distribuïda en sectors d'1 km². A més, per poder visualitzar de forma àgil els sectors en què seria més complicat desplegar rutes estables s'ha creat una capa amb els sectors d'1 km² on la densitat de població és superior a 5.000 hab./km², densitat en què el risc en terra faria que qualsevol operació amb un dron de les característiques definides en l'Abast superés un SAIL III i, per tant, quedés fora de l'escenari operatiu plantejat.

4. Logística

Aquesta dimensió analitza la viabilitat logística de l'ús de drons en comparació amb el transport rodat tradicional, tenint en compte criteris d'eficiència, cost i sostenibilitat ambiental.

El seu objectiu és valorar en quins contextos el transport amb drons pot representar un avantatge operatiu o ambiental respecte als sistemes convencionals.

- Distància i temps mitjà de transport: comparació entre les rutes per carretera i les rutes amb dron per avaluar el guany potencial en rapidesa i accessibilitat.
- Impacte ambiental: estimació de les emissions de CO₂ i del consum energètic del servei per carretera en relació amb el transport amb dron.
- Manteniment de la cadena de fred: capacitat per conservar la temperatura i garantir la qualitat del producte durant el transport, especialment rellevant en enviaments sanitaris o farmacèutics.

5. Coordinació de l'operativa

Segons l'article 2 del Reglament d'Execució (UE) 2019/947 de la Comissió, relatiu a les normes i els procediments aplicables a la utilització d'aeronaus no tripulades, una zona geogràfica d'UAS és una part de l'espai aeri establerta per l'autoritat competent que facilita, restringeix o exclou les operacions d'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.

En aquests entorns, per tal de dur a terme les operacions de manera segura i eficient, cal una comunicació, declaració, petició de permís o de coordinació operativa iniciada per part de l'operador d'UAS i adreçada als diferents organismes gestors i autoritats competents del territori que es veuen afectats per l'operatiu. Per això en aquest apartat s'analitzen les zones amb els elements territorials i institucionals que poden influir en la planificació i execució segura de les operacions de drons. Aquesta tasca implica tenir en compte diversos factors clau abans i durant les missions. Considerar aquests elements permet planificar millor les rutes, identificar possibles restriccions i assegurar una integració òptima amb les operacions existents de seguretat, emergències i vigilància, així com la integració segura de les aeronaus tripulades i no tripulades. Els indicadors principals en aquest apartat de la coordinació operativa són:

- Zones naturals protegides
- Bases d'helicòpters d'emergència
- Ubicació d'aeroports, heliports i futurs heliports de la xarxa H24
- Ubicació de ports comercials i esportius

- Xarxes de seguretat i emergències (Mossos d'Esquadra, policies locals, Guàrdia Civil i cossos i forces de seguretat i emergències)
- La xarxa d'infraestructures lineals (carreteres)

En aquest punt és important matisar que les àrees de seguretat operacional que envolten els heliports de la xarxa de seguretat i emergències no han estat representades en els mapes perquè se suposa que els operatius plantejats en aquest estudi disposaran de les gestions administratives i burocràtiques necessàries per a fer efectiva la coordinació entre infraestructures del sistema d'emergències mèdiques i els operadors d'UAS que executin el cas d'ús. D'aquesta manera es vol minimitzar la càrrega visual dels mapes i de les zones amb restriccions o limitacions i a la vegada es vol donar a entendre que, tot i les limitacions, es poden transportar mostres i farmacologia amb drons complint el marc legal vigent.

D'altra banda, els mapes no inclouen la representació gràfica de:

- Les àrees de protecció al voltant d'altres aeròdroms i camps d'aviació.
- Les zones geogràfiques d'UAS restringides segons l'AIP, com ara el Parc Nacional d'Aigüestortes i l'Estany de Sant Maurici (LER112) i el Parc Natural del Delta de l'Ebre (LER30).
- Les zones geogràfiques d'UAS restringides al vol fotogràfic.
- Les àrees en què es poden dur a terme activitats esportives de caire aeronàutic, com ara el paracaigudisme.
- Els espais aeris temporalment segregats (de l'anglès Temporary Segregated Airspace, també denominat TSA per les seves sigles),

que és el volum d'espai aeri de dimensions definides, establert temporalment per a l'ús exclusiu d'activitats aeronàutiques específiques.

En tots aquests espais es dona per fet que les parts interessades disposaran dels mecanismes de comunicació i coordinació efectiva i administrativa per assegurar que les operacions amb drons es puguin dur a terme d'acord amb el marc legal vigent.

3.2 Metodologia d'anàlisi de zones

D'acord amb els indicadors definits en l'apartat anterior i l'escenari operatiu plantejat en aquest informe s'ha definit la següent metodologia per seleccionar les zones clau on es prioritzarà el desplegament de rutes amb dron.

En una primera fase s'ha analitzat la cobertura assistencial dels centres i els heliports d'emergència del SEM per valorar la distribució territorial de l'atenció sanitària. Aquesta anàlisi ha permès identificar les àrees on l'atenció hospitalària i primària estan interrelacionades i, posteriorment, definir rutes logístiques coherents amb el model assistencial i d'alt interès sanitari.

Seguidament, s'analitzarà el territori i les infraestructures de Catalunya per identificar les zones on l'ús d'un transport aeri amb drons pugui representar un avantatge respecte el transport per carretera. Per a la prioritització de part del territori es seguiran aquests criteris:

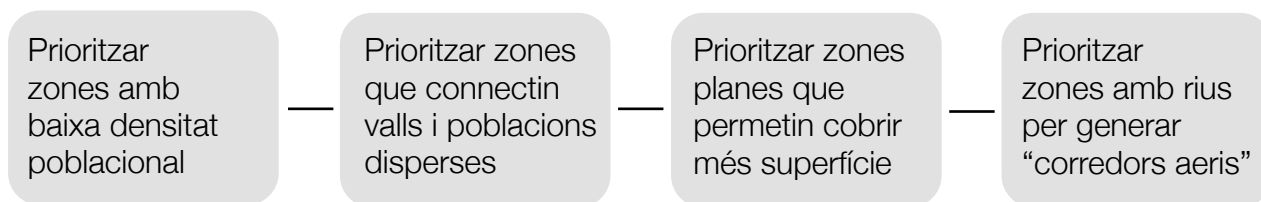


Figura 2. Criteris de prioritització de zones

Addicionalment es durà a terme una classificació dels 69 hospitals i centres públics de salut del SISCAT seleccionant com

a possibles candidats viables aquells que compleixen els següents criteris operatius establerts:

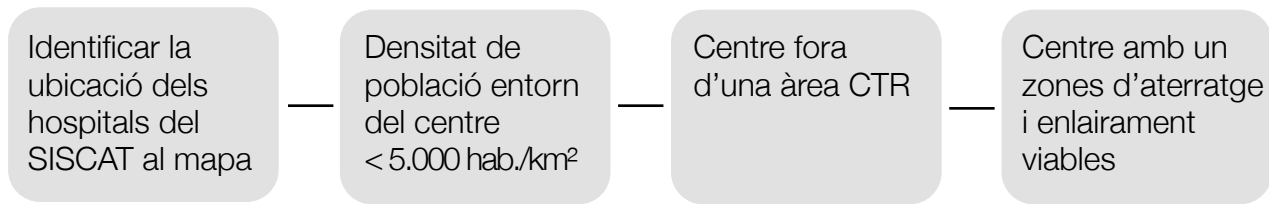


Figura 3. Criteris de selecció de centres viables

En les zones i regions que compleixin els criteris anteriors s'ampliarà l'anàlisi per incloure un estudi de la logística i el nombre de centres i el volum assistencial de la zona.

L'anàlisi s'ha estructurat en diverses fases successives. S'ha començat amb els indicadors de viabilitat territorial i d'operativa, que permeten identificar les zones candidates més adequades per al desplegament de vols amb drons en l'àmbit sanitari.

A partir d'aquestes zones candidates, s'han analitzat dos blocs addicionals d'indicadors:

- **Indicadors logístics**, que permeten avaluar aspectes de l'eficiència potencial del transport amb drons en comparació amb el transport rodat, com ara el temps, la distància, el consum energètic o les emissions de CO₂.
- **Indicadors assistencials**, centrats en la distribució i volum d'activitat dels centres sanitaris, el nombre de mostres gestionades i la presència de punts intermedis de processament.

Finalment, es presentaran els indicadors complementaris per a la coordinació operativa dins de les zones candidates, que inclouen la ubicació de ports, aeroports, heliports, parcs naturals i xarxes de seguretat (Mossos d'Esquadra, policies locals, Guàrdia Civil, etc.). Aquests elements, proporcionen una visió completa del context territorial i operatiu necessari per planificar i executar les rutes de vol de manera segura i eficient.

3.3 Metodologia per a l'anàlisi geogràfica

Per tal de poder analitzar les dades geogràfiques i ubicacions de les diferents infraestructures del territori, l'equip de l'Àrea d'Atenció Digital Personalitzada de la Fundació TIC Salut Social ha desenvolupat una eina d'anàlisi i visualització en forma de mapa dinàmic i interactiu que permet escollir quines capes es volen mostrar. Aquest dinamisme permet comparar simultàniament i visualment diferents variables o indicadors per identificar característiques de tot el territori.

Hi ha diferents mapes base. Es pot utilitzar el més adient segons la informació que es vulgui mostrar o destacar:

- Mapa neutre
- Mapa bàsic
- Mapa del satèl·lit (amb etiquetes)
- Mapa del satèl·lit (sense etiquetes)
- Mapa topogràfic
- Mapa administratiu

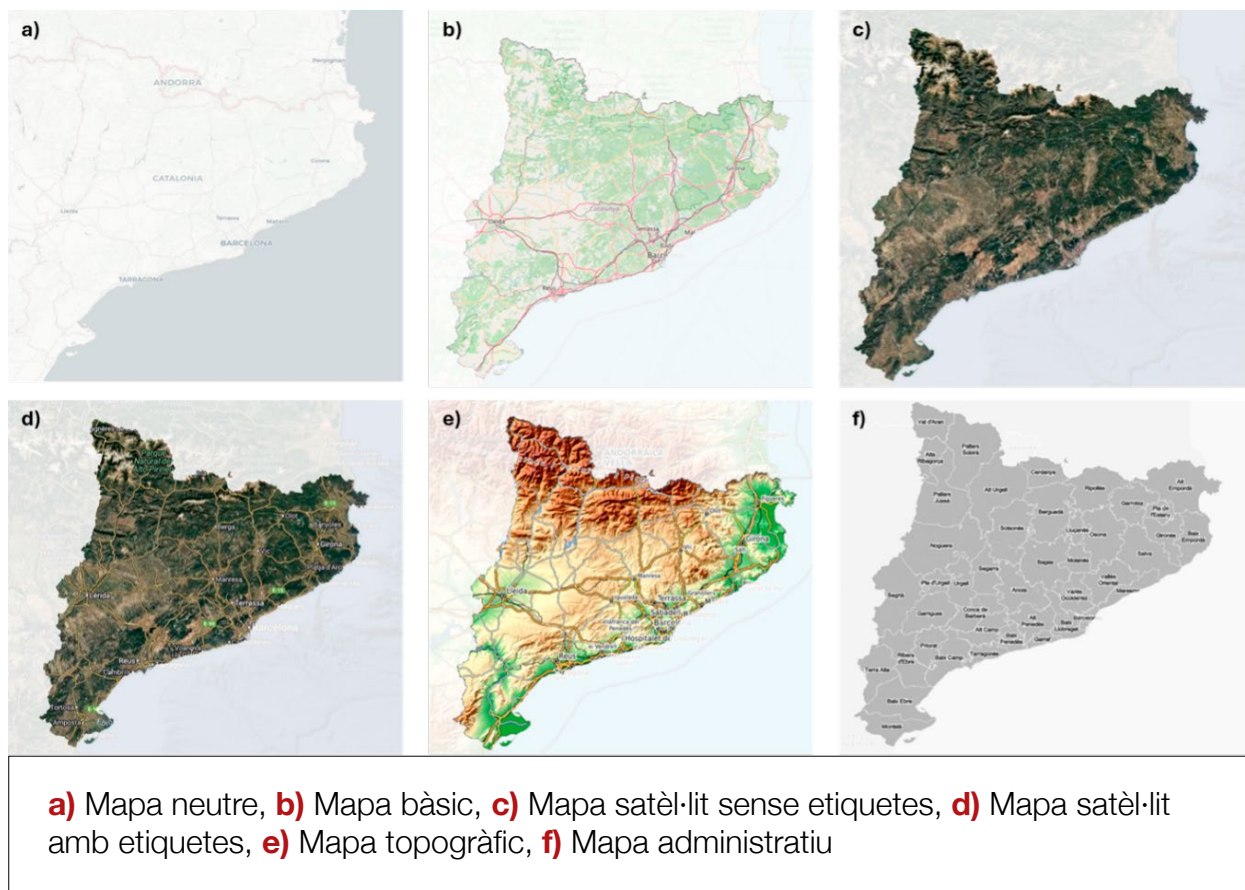


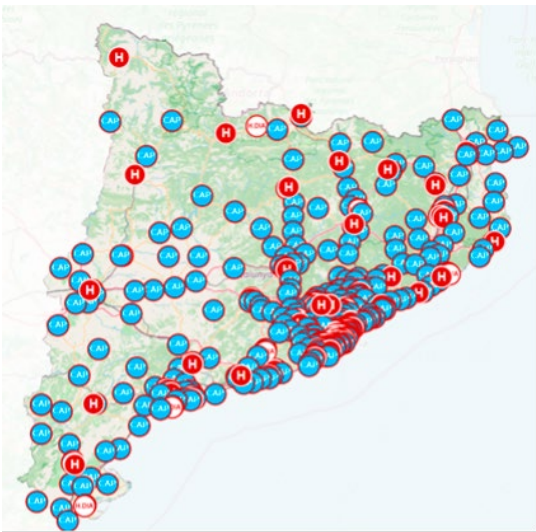
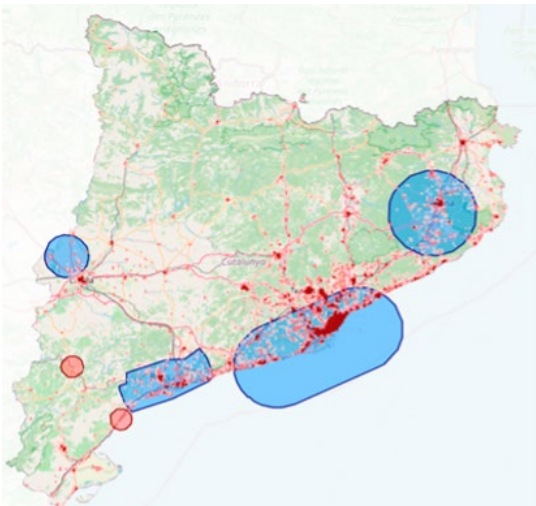
Figura 4. Diferents mapes base que formen part del mapa interactiu

Sobre aquests mapes base es poden afegir diferents capes que es poden combinar

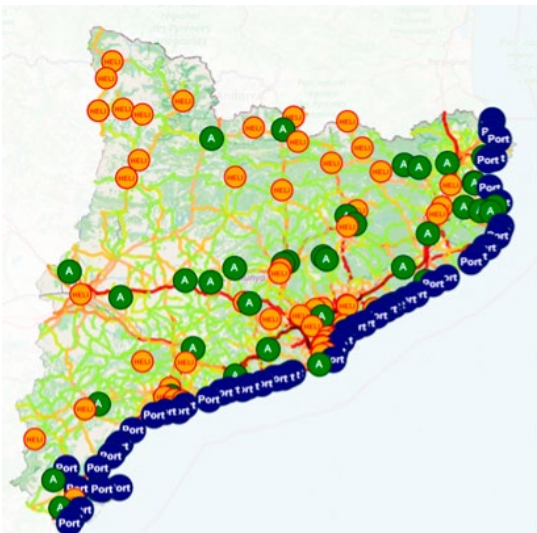
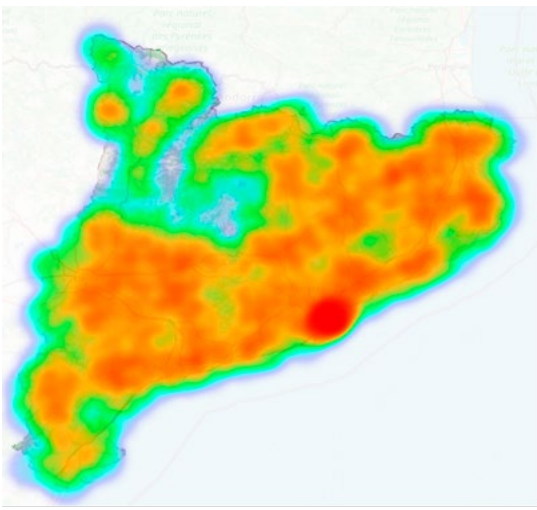
il·limitadament i es poden classificar segons la Taula 7.

Agrupació de les capes	Capes	Exemple de l'agrupació
Geogràfiques administratives	* Catalunya * Regions sanitàries (RS) * Sectors sanitaris (SS) * Àrees bàsiques de salut (ABS) * Àrees de gestió assistencial (AGA) * Límits comarcals * Límits municipals * Població per comarques	

Taula 7. Classificació i exemplificació de les capes incloses en el mapa interactiu

Agrupació de les capes	Capes	Exemple de l'agrupació
Assistencials	* Hospitals * Centres d'atenció primària (CAP) * Centres d'urgències d'atenció primària (CUAP) * Hospitals de dia sociosanitaris * Consultoris locals (CL) * Capa amb els hospitals viables* * Capa amb els hospitals no viables*	
Territori	* Espais naturals protegits * Xarxa Natura 2000 * Conques internes de Catalunya * Rius de Catalunya * Pendants > 20 %	
Anàlisi del risc amb drons	* Zones aèries amb restriccions * Distribució de risc en terra* * Sectors amb densitat de població > 5.000 hab./km² *Densitat de població en sectors d'1 km²	

Taula 7. Classificació i exemplificació de les capes incloses en el mapa interactiu

Agrupació de les capes	Capes	Exemple de l'agrupació
Xarxes de seguretat civils	* Comissaries de policia local * Comissaries de Mossos d'Esquadra * Comissaries de Policia Nacional * Comissaries de Guàrdia Civil	
Infraestructures	* Heliports del SEM * Altres heliports * Aeròdroms i aeroports * Ports de la Generalitat de Catalunya * Xarxa de carreteres * Intensitat de trànsit per carreteres	
Densitats	* Densitat dels CAP * Densitat dels CL * Densitat de tots els centres de salut * Densitat de població	

Taula 7. Classificació i exemplificació de les capes incloses en el mapa interactiu

Totes les capes mencionades s'han elaborat a partir de dades procedents de diverses fonts tant públiques com internes o generades específicament per aquest projecte a través de col·laboracions amb entitats especialitzades. La llista de les fonts de dades amb què s'han desenvolupat les capes del mapa es poden consultar a l'Annex II.

Finalment, s'han afegit determinades característiques funcionals específiques, en concret, uns connectors que permeten diferents accions sobre el mapa, com ara fer zoom, activar la ubicació de l'usuari o zones d'operació mitjançant la mesura de distàncies en línia recta o bé mitjançant la delimitació d'àrees (polígons, quadrats, cercles o punts), definides a partir d'una distància màxima d'operació des de diferents punts. Aquestes utilitats es poden fer servir en casos reals de simulació de rutes per conèixer les distàncies entre punts d'interès, seleccionar els tipus de drons que es poden fer servir en cada cas, definir les distàncies aproximades entre els diversos punts de les rutes i mostrar en el mapa la superfície que poden cobrir diversos tipus de drons. La funcionalitat del zoom permet aprofitar les funcions responsives dels mapes base per veure detalls geogràfics o administratius rellevants que mostren aquestes capes i tenir-los en compte quan es calcula el traçat d'una ruta.

Per facilitar la visualització de les zones d'interès als mapes s'ha aplicat un filtre blanc que desenfoca o atenua les àrees que no es volen ressaltar. S'han creat diversos filtres, cadascun pensat per respondre a les necessitats específiques d'aquest informe. Per tant, es poden crear un nombre il·limitat de filtres seguint la metodologia de creació dels filtres ja creats. El mapa s'ha programat en Python 3.13 i amb les llibreries Pandas i Folium 0.20.0. Aquesta última llibreria és la que permet generar un arxiu HTML amb el mapa per tal que sigui dinàmic, responsiu i interactiu. Algunes funcionalitats, com la presència del logotip de la Fundació TIC Salut i Social o la finestra de filtres, han estat programades en Javascript directament per les limitacions de la llibreria Folium.

En l'àrea d'ADP el mapa s'està utilitzant habitualment per identificar i comprovar la viabilitat de casos d'ús de drons en l'àmbit de la salut, mesurar distàncies entre centres i planificar rutes en futurs projectes.

4.

Resultats

Aquest apartat presenta els resultats de l'anàlisi del sistema assistencial, el territori i el risc operatiu dels hospitals del SISCAT, amb l'objectiu d'identificar la distribució poblacional, l'orografia i les restriccions operatives de Catalunya per determinar quins centres i zones ofereixen un major potencial operatiu.

4.1 Assistencial: estructura territorial sanitària (SISCAT)

La distribució de centres de Salut a Catalunya mostra patrons territorials diferenciats segons la tipologia de centre i la densitat poblacional. Els hospitals (Figura 5a) estan distribuïts de manera força uniforme excepte a les zones del Prepirineu i els Pirineus occidentals, on l'orografia accidentada limita la cobertura sanitària, i a l'àrea metropolitana de Barcelona i poblacions circumdants, on n'hi ha una alta densitat, inclosos els principals centres de referència.

En zones més allunyades dels hospitals hi ha centres sanitaris d'atenció primària que contribueixen a garantir cobertura assistencial

encara que sigui a menor escala.

Analitzant els CAP, la major concentració es troba a l'àrea de Barcelona i els voltants, els Vallesos, Girona, Manresa, la costa del Garraf i el Camp de Tarragona. La resta de CAP estan distribuïts de forma bastant uniforme a la meitat oriental de Catalunya, seguint la línia sud-nord que marca la C-16 (Figura 5b).

Al vessant sud-oest de Catalunya (comarques de la Ribera d'Ebre, el Priorat, la Conca de Barberà i les Garrigues) i a les regions de Lleida, l'Alt Pirineu i l'Aran, els CAP només es troben en els principals nuclis de població.

Pel que fa a la distribució dels CL, la principal concentració es troba en cinc àrees: l'Empordà, la Plana d'Urgell, l'Alt Penedès, la zona del nord de Tarragona i el Priorat. També hi ha concentració de centres a la Plana de Vic (Figura 5c).

En conjunt, aquestes dades mostren que, tot i la concentració d'hospitals en grans nuclis, l'atenció primària contribueix a garantir una cobertura territorial més homogènia, especialment en àrees perifèriques.

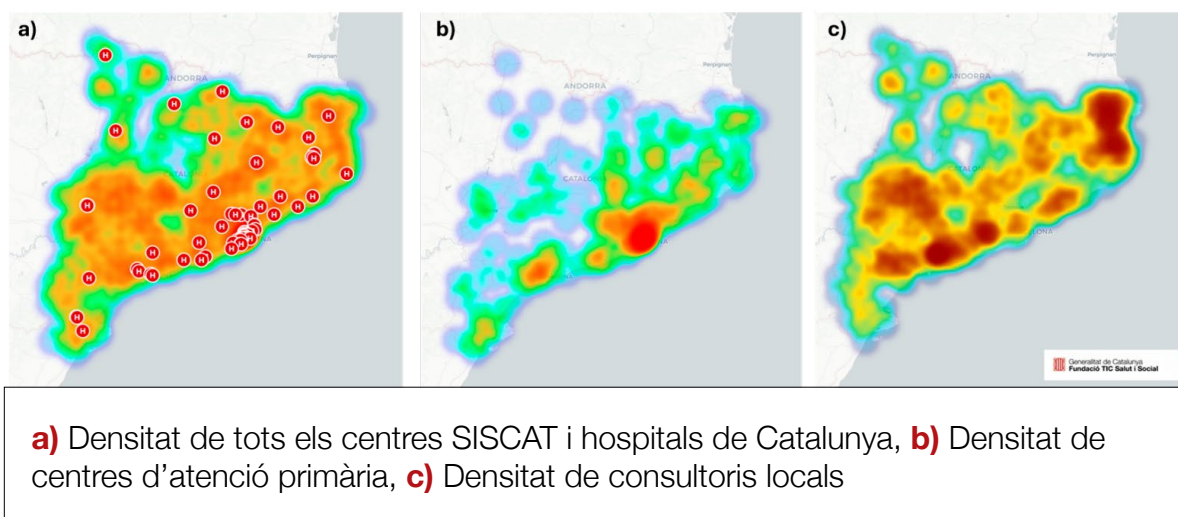


Figura 5. Densitat i distribució dels centres de Salut a Catalunya

Per altra banda, la distribució de les bases del SEM es concentra principalment als grans hospitals de referència de Barcelona, Mataró, Reus, Tarragona, Girona, així com en alguns comarcals com els de Móra d'Ebre, Tortosa o Tremp. També hi ha bases en punts fora dels

hospitals, com en el cas de la base de Vilaller. Aquesta configuració evidencia que el territori compta amb una bona cobertura operativa del SEM, especialment a les Terres de l'Ebre, a la zona del Pallars i la Ribagorça, al Camp de Tarragona i a la zona de Girona (Figura 6).

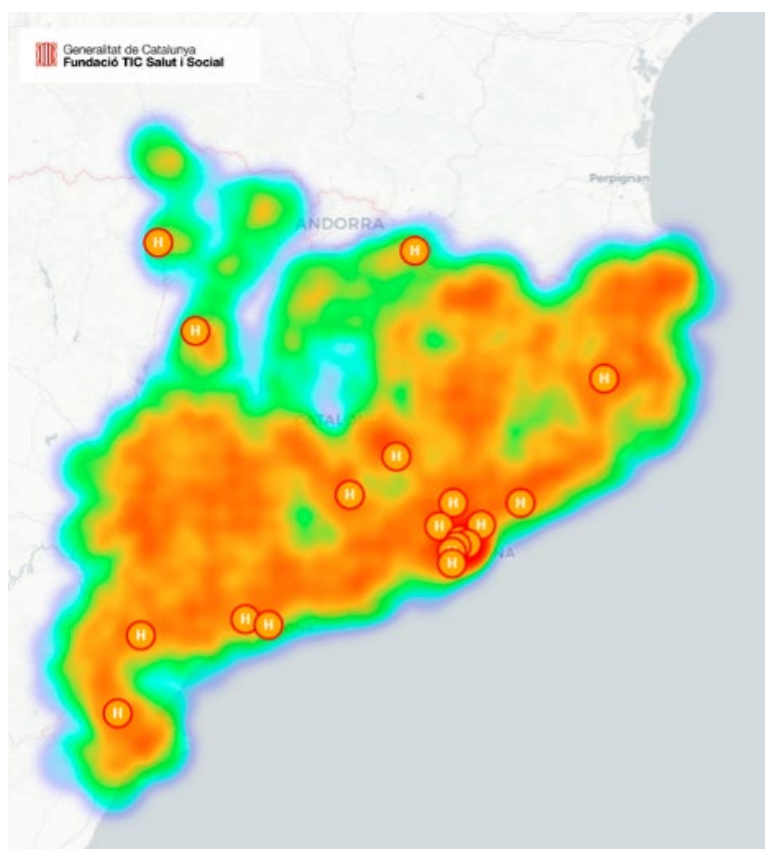


Figura 6. Distribució de les bases del SEM

El mapa de la Figura 4 mostra la xarxa actual d'heliports del SEM. S'espera que en els propers anys la xarxa creixi gràcies a l'acord de Govern GOV/126/2025, de 13 de maig, pel qual s'aprova l'estratègia d'heliports d'emergències H24 de la Generalitat de Catalunya. Aquesta estratègia té com a objectiu principal establir i desenvolupar una xarxa d'heliports d'emergència capaços d'operar les 24 hores del dia (H24) a tot el territori català amb la finalitat de reforçar la capacitat operativa aèria del Govern de Catalunya. La implementació d'aquesta xarxa pretén millorar significativament l'accessibilitat i el temps de resposta dels serveis d'emergències, especialment els sanitaris i de protecció civil, garantint la màxima eficiència en el trasllat i l'atenció a les persones. Aquests nous heliports territorials s'establiran a les següents àrees:

L'Alta Ribagorça, el Pallars Sobirà, el Pallars Jussà, l'Alt Urgell, la Cerdanya, el Ripollès, la Garrotxa, l'Alt Empordà, la Selva, el Berguedà, el Solsonès, el Moianès, la Noguera, la Segarra, les Garrigues, la Conca de Barberà, l'Anoia, el Baix Camp, la Ribera d'Ebre, la Terra Alta, el

Baix Ebre i el Montsià.

4.2. Territori

Els resultats es mostren al mapa interactiu, on es poden visualitzar els diferents indicadors territorials que permeten analitzar les zones i regions on les operacions són més viables i el transport aeri suposa un avantatge respecte el transport rodat. Aquesta representació facilita la identificació de zones òptimes per al vol, tot garantint la seguretat i l'eficiència de les missions.

4.2.1 Densitat de població

El mapa de densitat de població de Catalunya mostra una gran densitat de població i, per tant, una concentració de nuclis urbans, a l'àrea metropolitana de Barcelona, l'Empordà, les àrees de Tarragona-Reus i el Baix Penedès. Aquestes zones tenen una prioritat més baixa perquè les rutes implicarien un major risc operatiu.

A tota la Plana d'Urgell i la Catalunya Central s'observa una distribució bastant uniforme de la població. En aquesta zona destaca una concentració de població a la comarca d'Osona. Finalment, s'aprecia una baixa

densitat de població a la zona del Prepirineu i el Pirineu occidental. En aquestes àrees la població es concentra a les zones dels Pallars, l'Alt Urgell i la Vall d'Aran (Figura 7).

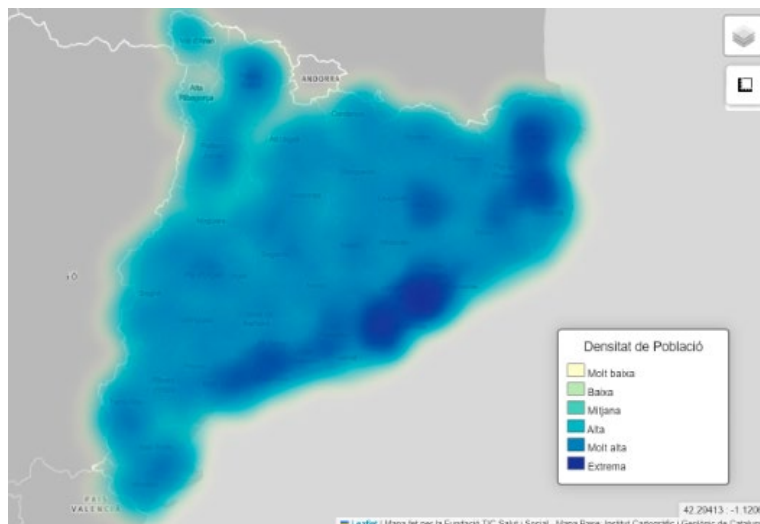


Figura 7. Mapa de densitat de població a Catalunya

4.2.2 Orografia i característiques del terreny

La varietat de paisatges i d'activitats que conviuen a Catalunya, que inclou des de zones urbanes d'alta densitat fins a àrees rurals o naturals, condiciona la idoneïtat de cada territori per a l'ús de drons. El territori català queda segmentat pels principals sistemes muntanyosos que creuen el territori: els Pirineus, el Prepirineu, la serralada Prelitoral i la serralada Litoral.

En primer lloc, és interessant centrar l'anàlisi en aquest dos últims sistemes muntanyosos. Els principals nuclis urbans de Catalunya estan al litoral i a l'espai que hi ha entre la serralada Litoral i la Prelitoral.

En la zona més al sud del litoral s'obre la plana al voltant dels nuclis de Tortosa, Amposta i el delta de l'Ebre. Es tracta d'una zona plana amb un relleu poc accidentat i, per tant, amb interès operatiu.

Per sobre de la serralada Prelitoral es troben les principals zones planes de Catalunya. La plana de ponent a l'oest, els altiplans centrals (zona de Manresa) i la plana de Vic. Són zones amb

un relleu més suau i, per tant, amb operatives que permeten generar un volum de rutes més alt. A l'est de la plana de Vic, i separada per la serralada Transversal, s'obre la plana de l'Empordà al nord i l'àrea de Girona al sud. Al nord de les planes comença tota l'àrea que cobreix el Prepirineu i les àrees amb un relleu més accidentat i, per tant, en què l'ús d'un mitjà aeri suposa un avantatge, ja que permet salvar els desnivells de forma més suau i evitant corbes.

El Prepirineu oriental, a l'est de la vall del Segre i per sobre dels altiplans centrals i la plana de Vic, el formen les comarques del Solsonès, el Berguedà, el Ripollès i la Garrotxa, que s'estenen fins a les vessants més altes dels Pirineus orientals.

La vessant occidental del Prepirineu el constitueixen el Pallar, l'Alt Urgell i l'Alta Ribagorça, les regions que queden entre la serralada del Montsec i els Pirineus axials. Per acabar, les dues zones més septentrionals de Catalunya són la vall de la Cerdanya, situada al sud-est d'Andorra i que s'estén cap a França, i la Vall d'Aran, l'únic territori que queda al nord dels Pirineus axials i que, per això, té l'accés més complicat de Catalunya.

En síntesi, l'anàlisi de l'orografia i la densitat de població ens permet prioritzar dues zones: en primer lloc, la plana de ponent (Lleida), la plana de Vic i les Terres de l'Ebre (de Tortosa al delta de l'Ebre), que són zones planes on es poden definir un volum elevat de rutes; de l'altra, les

zones que estant travessades per la serralada del Prepirineu (de l'Alta Ribagorça com a zona més occidental fins a la Garrotxa com a zona més oriental), que són zones on el transport aeri permetria interconnectar les valls i els nuclis de muntanya dispersos (Figura 8).

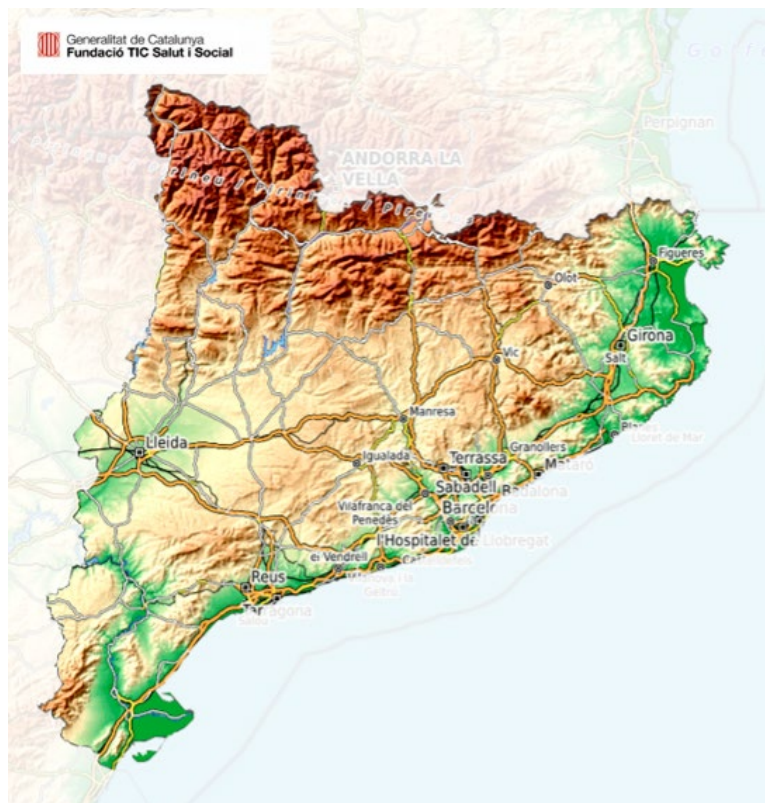


Figura 8. Orografia de Catalunya

4.2.3 Infraestructures

Per tal de determinar la viabilitat operativa de les rutes amb drons, s'ha analitzat tot un conjunt d'infraestructures de Catalunya: infraestructures fluvials (rius i rieres), infraestructures terrestres (carreteres) i infraestructures portuàries, aeroportuàries i aeronàutiques (heliports, aeròdroms i ports). En tots els casos, la prioritat és evitar zones amb presència de persones o vehicles per afavorir corredors segurs i de baixa interacció amb tercers.

i) Infraestructures fluvials

Els rius i canals de Catalunya presenten, en general, un trànsit molt baix o inexistent d'embarcacions, exceptuant el tram final de l'Ebre i zones amb activitats aquàtiques puntuals. Això converteix els recursos fluvials en bons corredors operatius, ja que garanteixen

vols sobre zones sense circulació habitual de persones (Figura 9a).

La xarxa fluvial de Catalunya es divideix en:

- **Conques internes:** cobreixen la zona Llobregat–Cardener (eix nord-sud), el sistema del Ter i afluents que travessen Osona, Girona i el Baix Empordà.
- **Conques externes:** Noguera Ribagorçana, Noguera Pallaresa i Segre, que desemboquen a l'Ebre; i el propi riu Ebre al sud del país.

ii) Infraestructures terrestres

L'anàlisi de la distribució del trànsit a Catalunya permet comprovar els principals punts de concentració de trànsit i, per tant, les zones on la presència de carreteres amb alt IMD complicaria l'operativa. L'indicador clau per

avaluar rutes segures és la intensitat mitjana diària (IMD): com més baixa és la IMD, menor és la probabilitat de sobrevolar vehicles i, per tant, persones (Figura 9b).

Els principals punts amb alta intensitat de trànsit i que, per tant, cal evitar són:

- Àrea metropolitana de Barcelona i les principals vies d'accés

- AP-7, que recorre el prelitoral de nord a sud i concentra els valors més alts d'IMD
- Nusos de Manresa, Vic i Girona-Figueres
- Carretera del Maresme (Barcelona-Blanes) i
- A-2 entre Barcelona i Lleida
- AP-2 i els enllaços amb el Vendrell i el Tarragonès

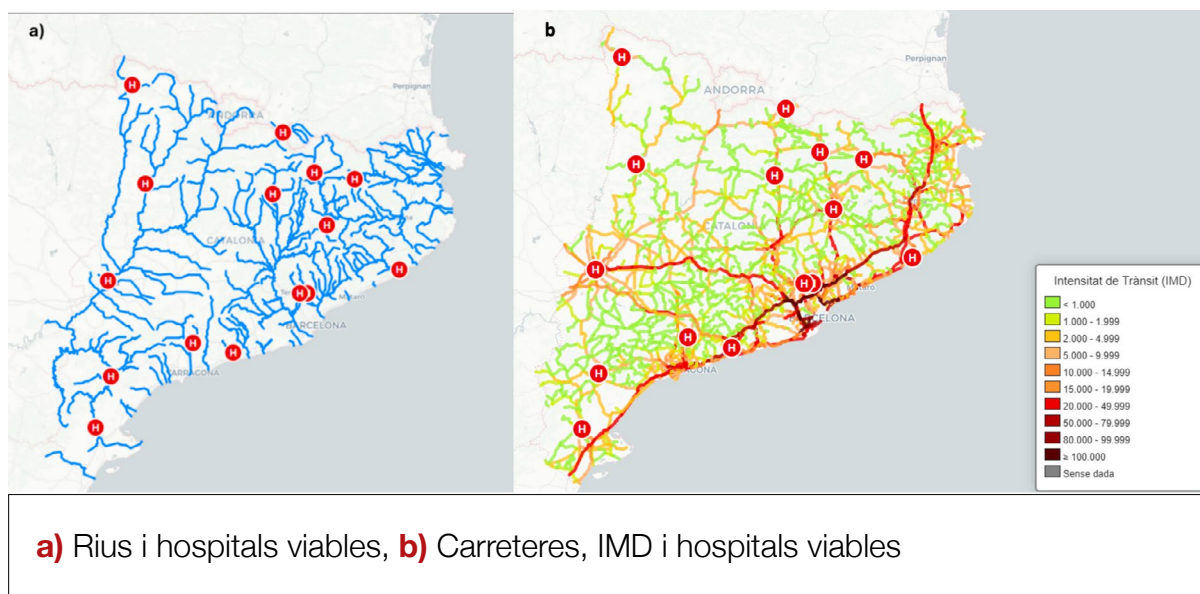


Figura 9. Mapa de les infraestructures fluvials i terrestres de Catalunya

ii) Infraestructures portuàries, aeroportuàries i aeronàutiques

Aquesta xarxa inclou ports comercials i esportius, aeròdroms i aeroports, heliports del SEM i heliports eventuais (bombers, estacions d'esquí). Els ports es troben distribuïts de manera contínua al llarg de tota la costa i al tram final de l'Ebre. Aquesta distribució permet plantejar operatives logístiques en què es realitzi part de la ruta per terra i part per aigua. També permet plantejar la interconnexió dels centres amb els ports.

Els aeroports i aeròdroms proporcionen zones de trànsit aeri controlat (excepte les instal·lacions sota CTR estricta) i redueixen el risc de conflicte amb aeronaus no controlades. Estan distribuïts per tot el territori excepte a l'Alt Pirineu, amb presència destacada només a la Seu d'Urgell i a la Cerdanya.

Els heliports es presenten en una alta

concentració a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, a la zona de Reus-Tarragona, a Girona i als principals nuclis del riu Ebre (Móra d'Ebre, Tortosa, Amposta). A la resta del territori, especialment al Prepirineu i al Pirineu, destaquen els heliports eventuais vinculats a estacions d'esquí. També hi ha punts rellevants a Lleida i a la Costa Brava.

*Les zones de CTR es representen amb àrees blaves

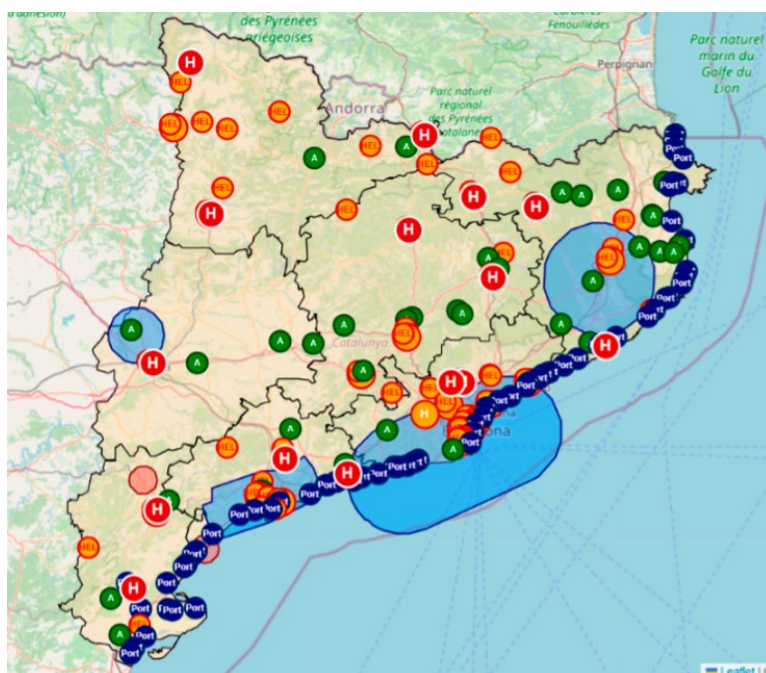


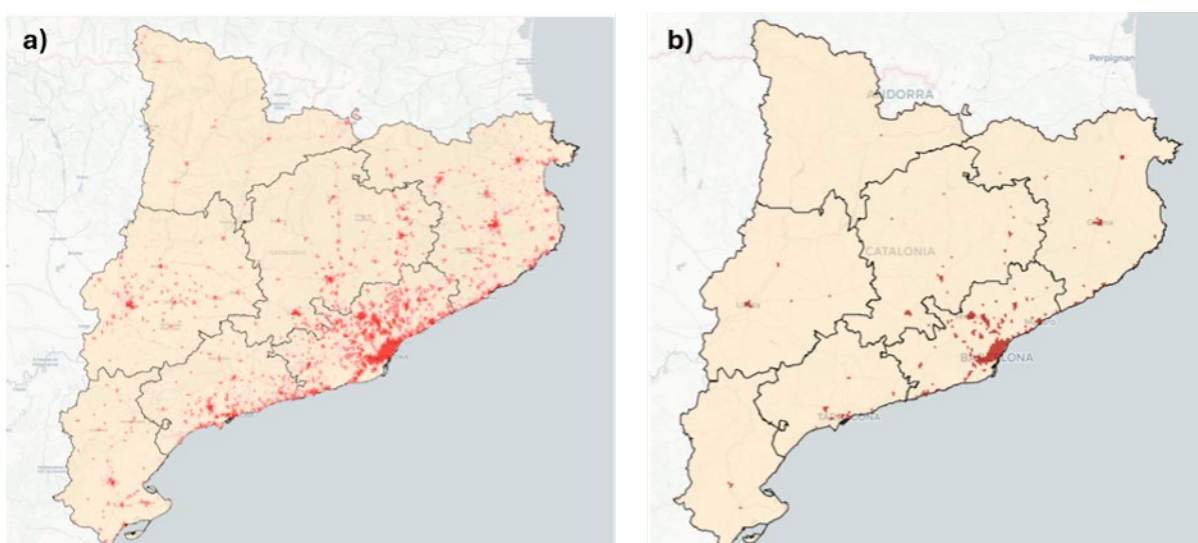
Figura 10. Infraestructures portuàries, aeroportuàries i aeronàutiques de Catalunya

4.3. Indicadors de risc operatiu

4.3.1 Risc en terra (GRC)

Per tal de visualitzar la viabilitat operativa i territorial de les operacions de drons, s'han generat dues representacions del risc en terra a

Catalunya. La primera mostra la distribució del risc en terra (la densitat de població en sectors d'un km²) i indica les regions sanitàries i els hospitals que hi ha. La segona imatge mostra les àrees on la densitat poblacional és superior a 5.000 habitants/km² (Figures 11a i 11b, respectivament).



a) Risc en terra a Catalunya (sectors d'habitants/km²); **b)** Risc en terra (sectors amb > 5.000 hab./km²)

Figura 11. Risc en terra a Catalunya i àrees amb densitat poblacional superior a 5.000 hab./km²

En la primera imatge (Figura 11a) es pot observar com les zones amb sectors amb densitat poblacional es concentren en les principals poblacions. En aquest mapa es pot observar com els sectors amb densitat poblacional superior als 5.000 hab./km² es concentren en les poblacions que formen part de l'àrea metropolitana de Barcelona, bona part del litoral i les capitals provincials i comarcals. En el segon mapa (Figura 11b), on es destaquen les zones restringides operativament, es mostra que sols queda fora de l'escenari operatiu plantejat l'àrea del voltant de Barcelona, així com els centres de les principals poblacions de Catalunya.

4.3.2 Viabilitat dels hospitals

La viabilitat operativa dels hospitals de Catalunya s'ha avaluat combinant diversos factors clau: el risc en terra (GRC), la proximitat a zones CTR (control del trànsit aeri) i la infraestructura hospitalària disponible per a l'enlairament i aterratge de drons.

En una primera fase s'ha analitzat el risc en terra de cada hospital i s'ha identificat els hospitals que compleixen els criteris generals de seguretat per operar sense superar un nivell de risc elevat. En total, 28 hospitals compleixen les condicions mínimes de viabilitat pel que fa al risc en terra.

Posteriorment s'han aplicat criteris aeris relacionats amb les zones CTR (espais aeris controlats), que limiten o impedeixen determinades operacions amb drons (Figura 12).

- Regió sanitària de Barcelona: la presència de la CTR de Barcelona exclou la major part dels hospitals de la regió; només Sabadell i Terrassa es mantenen com a viables.
- Regió sanitària de Tarragona: la CTR de Reus afecta els hospitals Joan XXIII, Sant Joan de Reus i Sant Camil; es mantenen Valls i El Vendrell com a opcions operatives.
- Regió sanitària de Girona: la CTR de Girona exclou els hospitals Dr. Josep Trueta i ICO Girona.

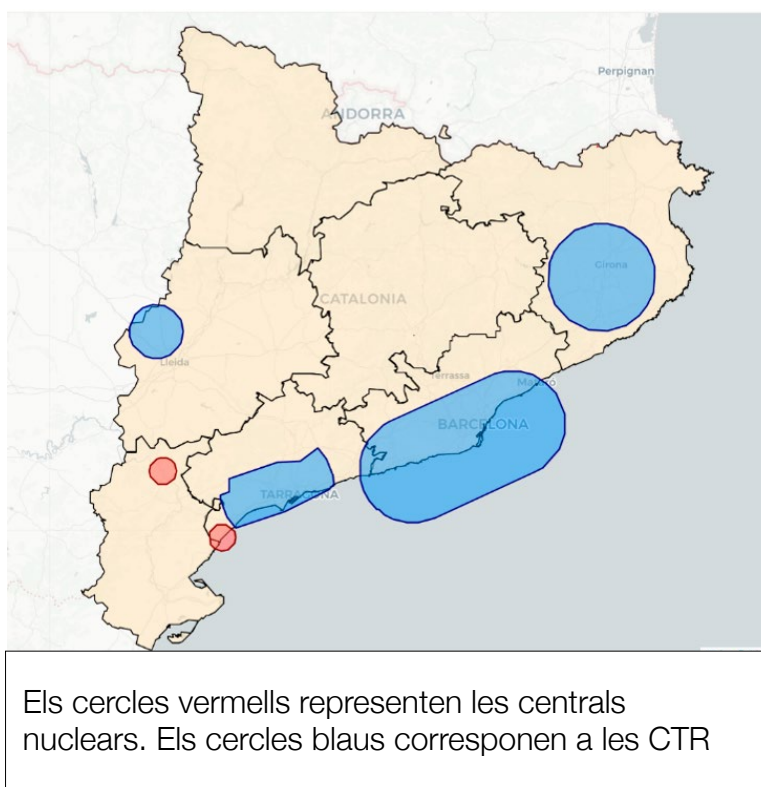


Figura 12. CTR i centrals nuclears

Finalment, s'han valorat els entorns immediats dels hospitals, considerant les seves característiques físiques i d'infraestructura. En aquest punt, per exemple, la Seu d'Urgell queda descartada a causa de les limitacions del seu entorn urbanístic i topogràfic.

Un cop aplicats tots aquests criteris —risc en terra, CTR i infraestructura— s'obté un total de 15 hospitals viables en què l'operativa plantejada en els punts d'enlairament i aterratge no supera un SAIL III (Figura 13).

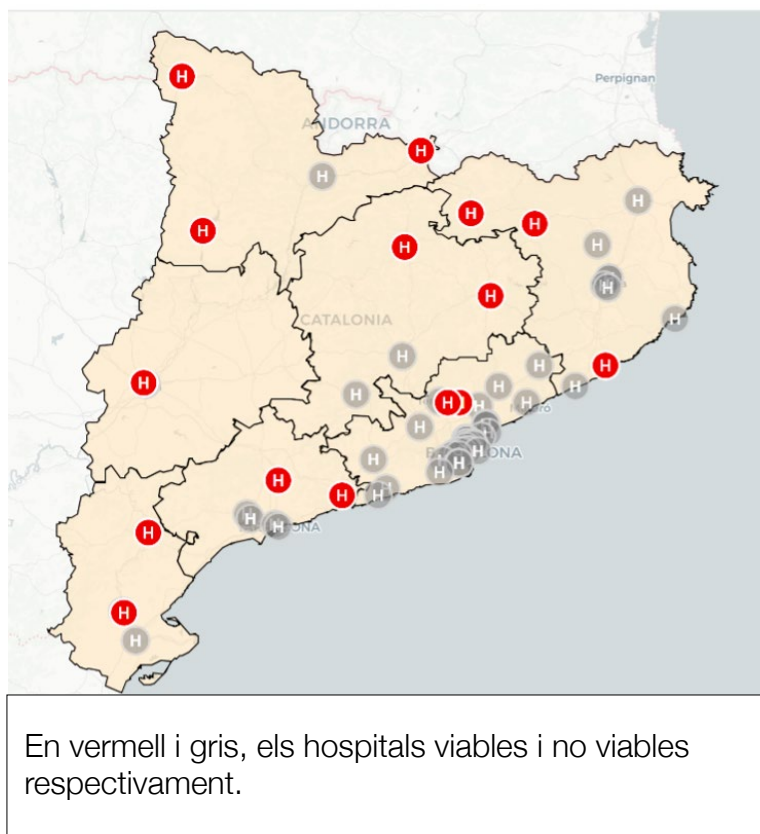
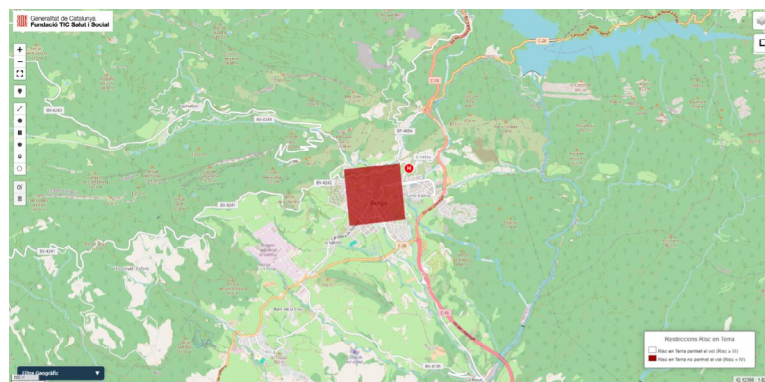


Figura 13. Hospitals viables i no viables arreu de Catalunya després de l'aplicació dels criteris corresponents

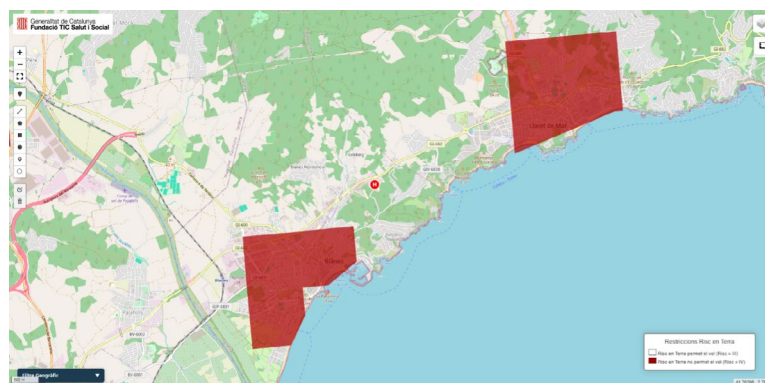
A la Figura 14 es pot observar l'entorn dels 15 hospitals viables i es mostren els sectors amb més de 5.000 hab./km² que s'haurien d'evitar en les rutes que es defineixin amb origen i destí en els centres perquè són els sectors en què l'operació amb drons superaria un SAIL-III.

Cal destacar que en el cas particular de l'Hospital Verge de la Cinta de Tortosa (Figura

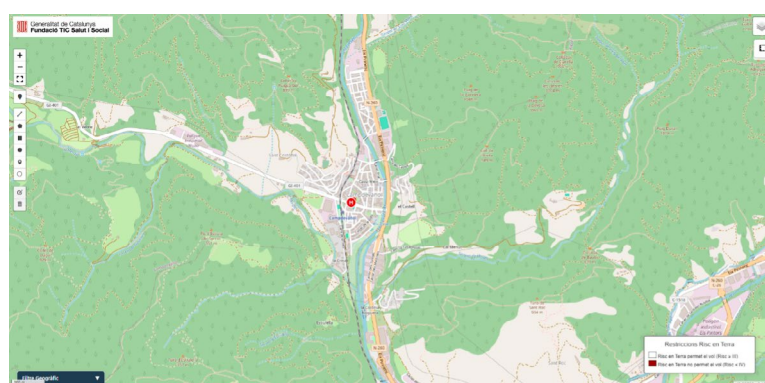
14i) la densitat del sector és de 5.009 hab./km². Tot i que es troba per sobre del límit marcat de 5.000 hab./km² es troba en la part del sector amb menys població i la metodologia SORA 2.5 permet definir sectors de dimensions més reduïdes (> 400 m² en alçades màximes de 305 m AGL i > 200 m² en alçades màximes de 152 m)².



a) Hospital Comarcal Sant Bernabé (Berga)

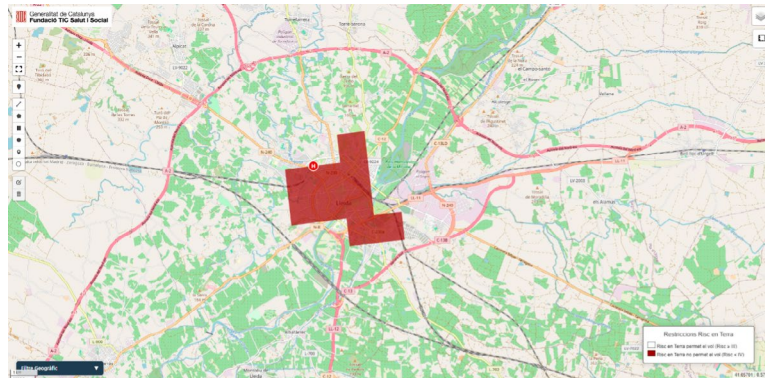


b) Hospital Comarcal de Blanes (Blanes)

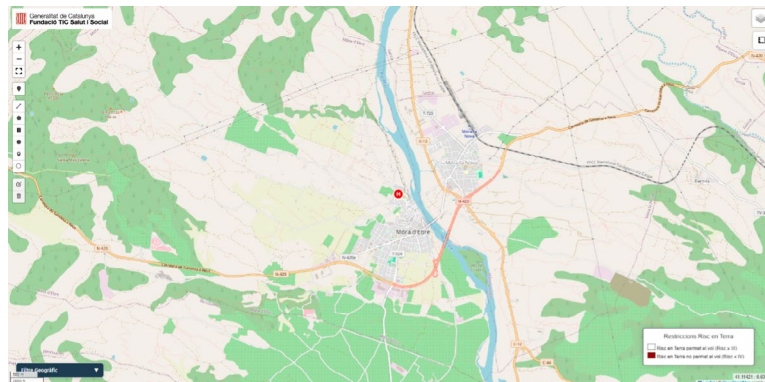


c) Hospital de Campdevàrol (Campdevàrol)

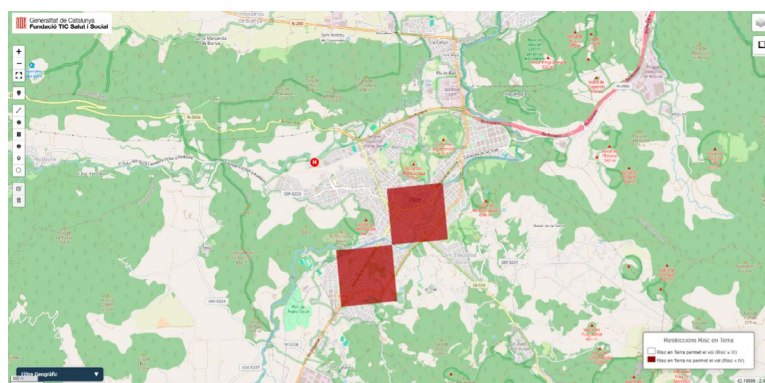
Figura 14. Visió detallada dels hospitals viables a Catalunya



d) Hospital Arnau de Vilanova (Lleida)

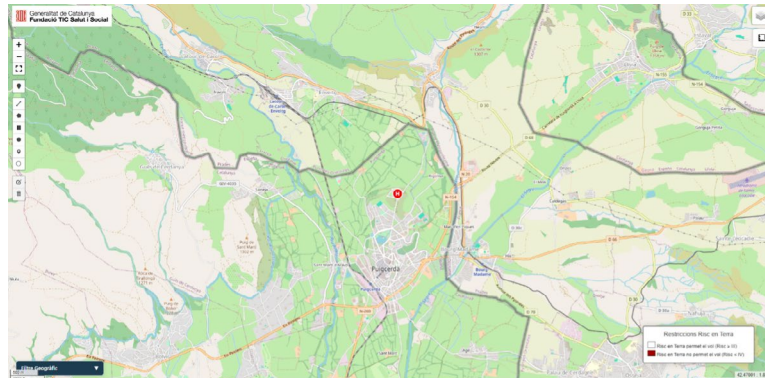


e) Hospital Comarcal de Móra d'Ebre (Móra d'Ebre)

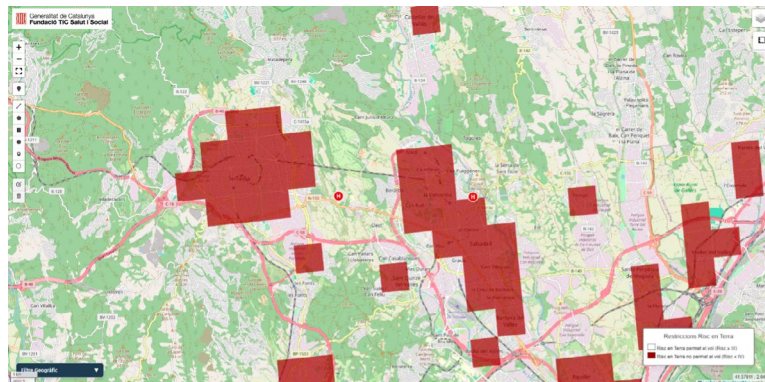


f) Hospital d'Olot i Comarcal de la Garrotxa (Olot)

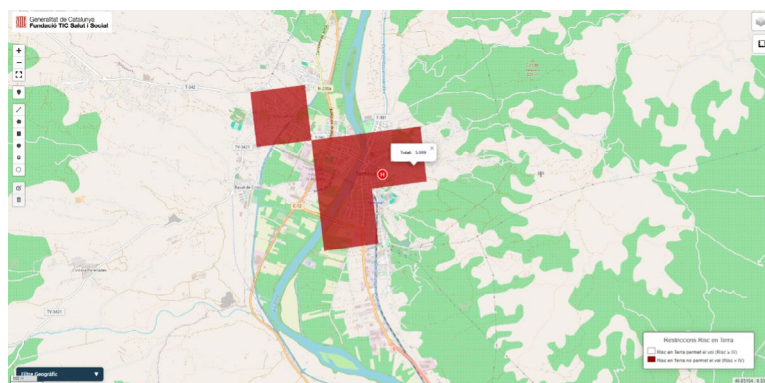
Figura 14. Visió detallada dels hospitals viables a Catalunya



g) Hospital transfronterer de la Cerdanya (Puigcerdà)

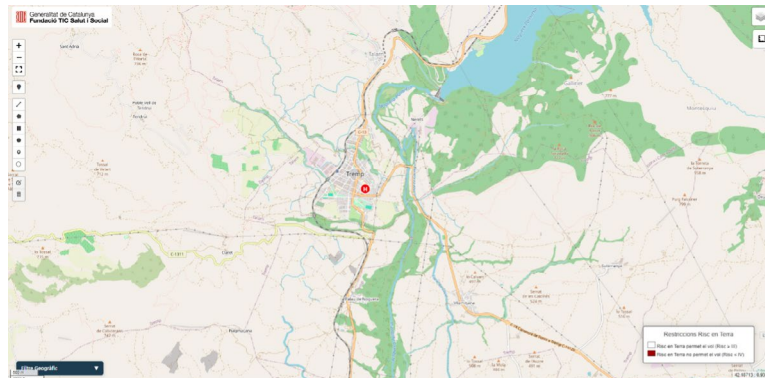


h) Hospital de Terrassa (esquerra) i Hospital de Sabadell (dreta)

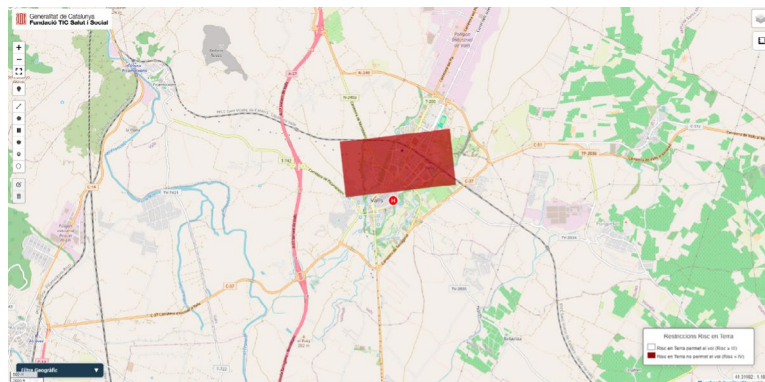


i) Hospital Verge de la Cinta (Tortosa)

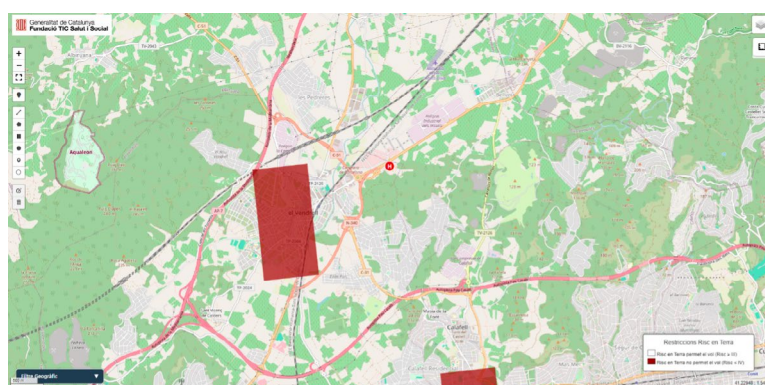
Figura 14. Visió detallada dels hospitals viables a Catalunya



j) Hospital Comarcal del Pallars (Trep)

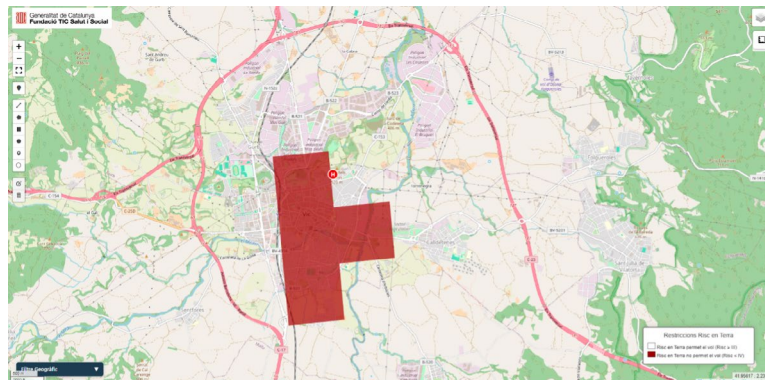


k) PIUS Hospital de Valls (Valls)

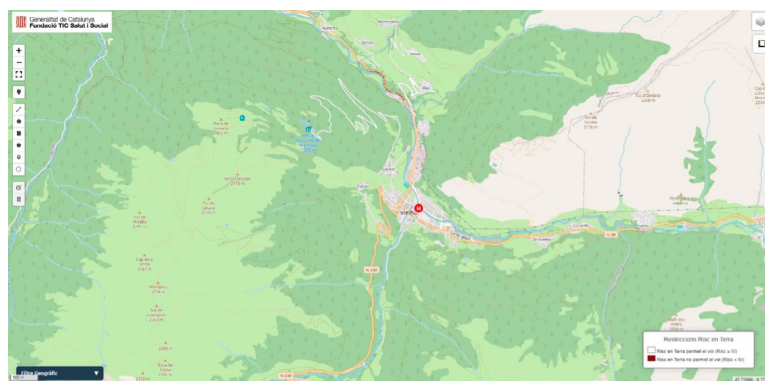


l) Hospital del Vendrell (Vendrell)

Figura 14. Visió detallada dels hospitals viables a Catalunya



m) Hospital de Vic (Vic)



n) Espitau de la Val d'Aran (Vielha)

Figura 14. Visió detallada dels hospitals viables a Catalunya

5.

Zones Candidates

Un cop analitzades les dimensions assistencial, territorial i de risc operatiu, s'han identificat els hospitals de les zones candidates amb millors condicions per al desplegament de rutes amb drons en l'àmbit de la salut. Aquests territoris combinen entorns assistencials diversos amb contextos geogràfics i operatius favorables, fet que els converteix en opcions sòlides per iniciar-hi proves pilot.

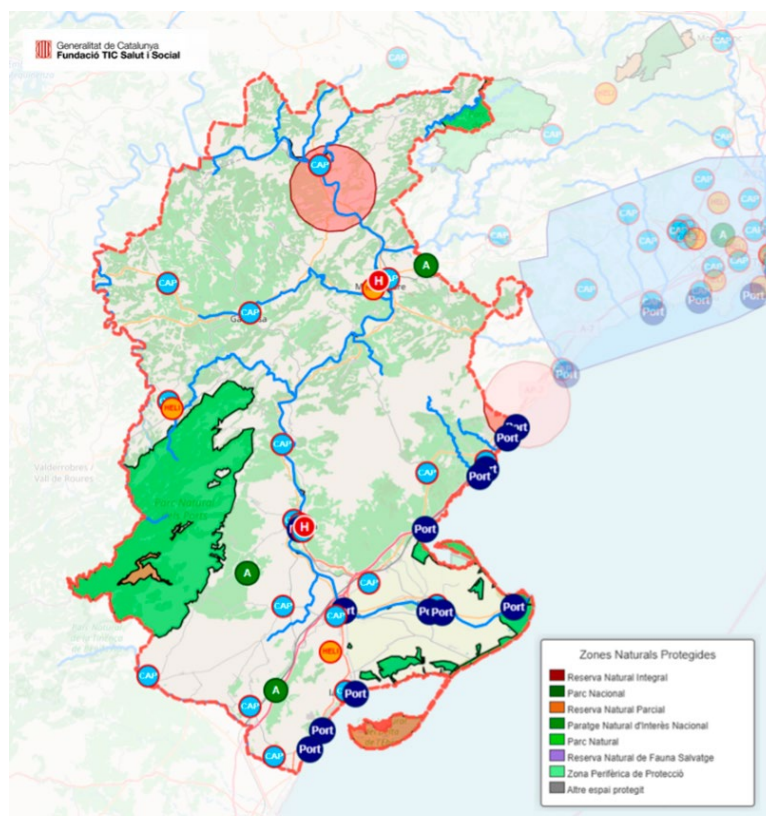
A més, en un futur aquestes zones podrien esdevenir escenaris per a la implantació de rutes estables que donin resposta a necessitats específiques del territori, aprofitant la tecnologia dels drons de manera adaptada a les particularitats de cada àrea (Figura 15).



Figura 15. Només heliports i hospitals (viabls)

A continuació, per a cadascuna de les regions candidates, es detalla la localització geogràfica i els principals elements territorials associats a l'operativa de vols amb drons, com ara els hospitals viables operativament, les infraestructures terrestres i aeroportuàries i

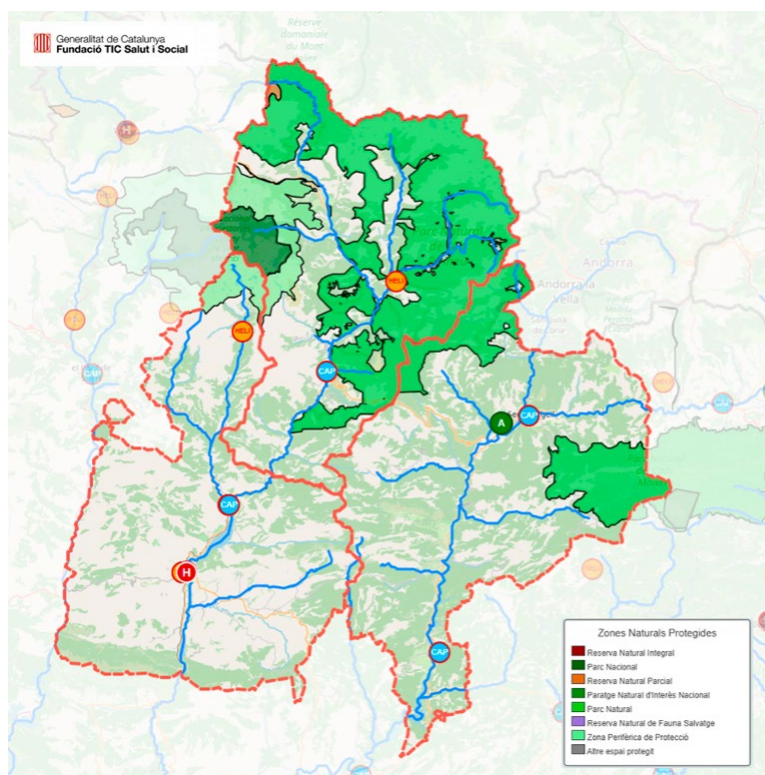
les zones naturals protegides. Es podrà operar en aquestes últimes, sempre que l'operativa plantejada no provoqui perturbacions a la flora i a la fauna protegida de l'entorn.



Aquesta zona està caracteritzada per la dispersió dels centres sanitaris i per territoris fora dels principals nuclis que es troben al llarg del curs del riu Ebre. Tot i aquesta dispersió, el riu actua com a eix vertebrador que facilita la connexió amb drons dels hospitals, sempre i quan no hi hagi perturbacions a la flora i a la fauna protegida de l'entorn. A partir de Tortosa, el riu compta amb ports i, per tant, amb més volum de persones no participants. Aquesta zona coincideix amb l'àrea més plana de la regió, per la qual cosa no seria tan necessari comptar amb el riu per definir els corredors de vol.

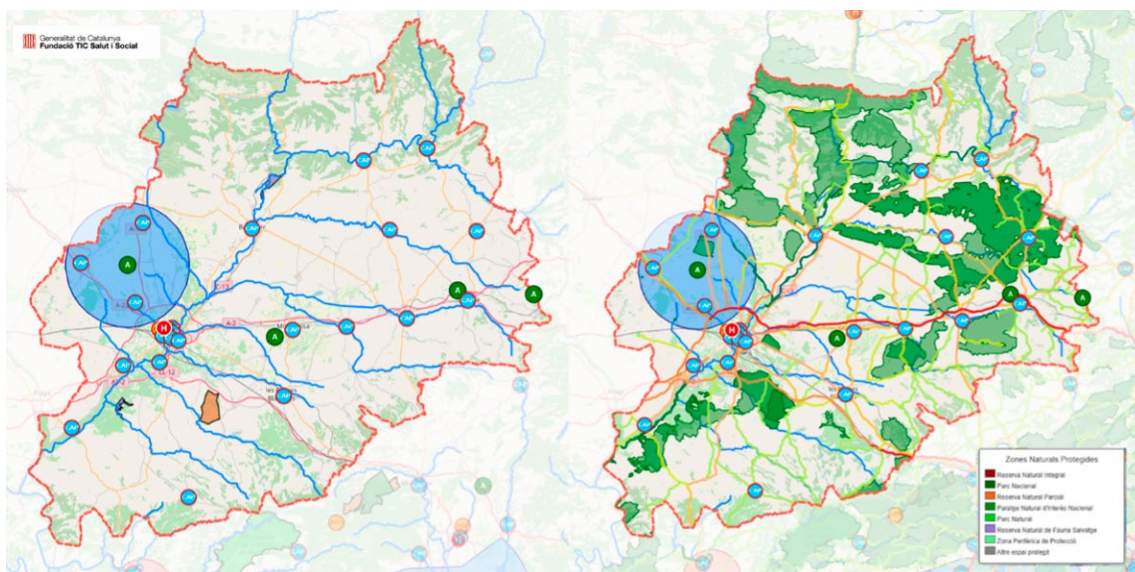
A més, la zona compta amb una bona xarxa d'heliports, i amb l'ús de drons es podria reforçar la connectivitat entre els principals centres de salut situats a prop del riu i oferir bases operatives per abastir de manera eficient les zones més remotes de la regió.

Figura 16. Zona de les Terres de l'Ebre



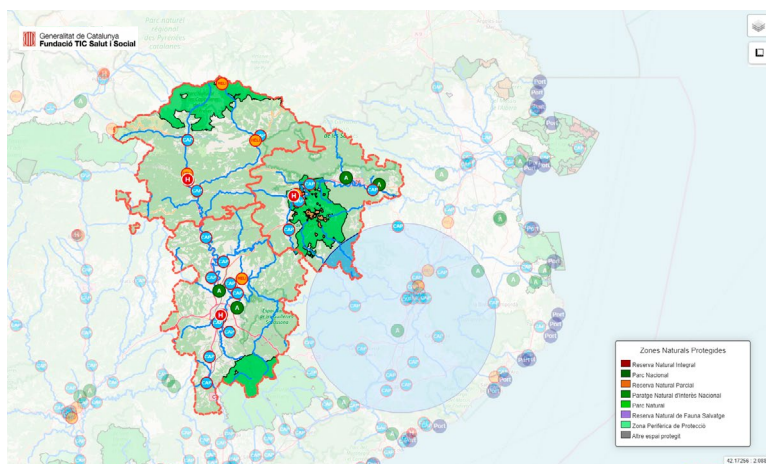
Territori de relleu complex i accessibilitat limitada, amb dues zones marcades, la vall de la Noguera Pallaresa i l'Alt Segre. En aquest territori la població i els centres es concentren al voltant dels rius, on el relleu és més suau. L'ús de drons permetria salvar el relleu d'aquestes àrees de forma més suau que les carreteres. També ofereix un entorn per desplegar rutes en períodes hivernals i, per tant, ofereix un escenari ideal per comprovar si el transport aeri és eficient en zones de muntanya. En les valls més al nord del Pallaresa torbem el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici i el Parc Nacional de l'Alt Pirineu, dos grans espais naturals protegits, en què les operacions hauran de coexistir amb la fauna local i, per tant, és important evitar la pertorbació de la fauna protegida que habita en aquestes àrees.

Figura 17. Zona de l'Alt Pirineu



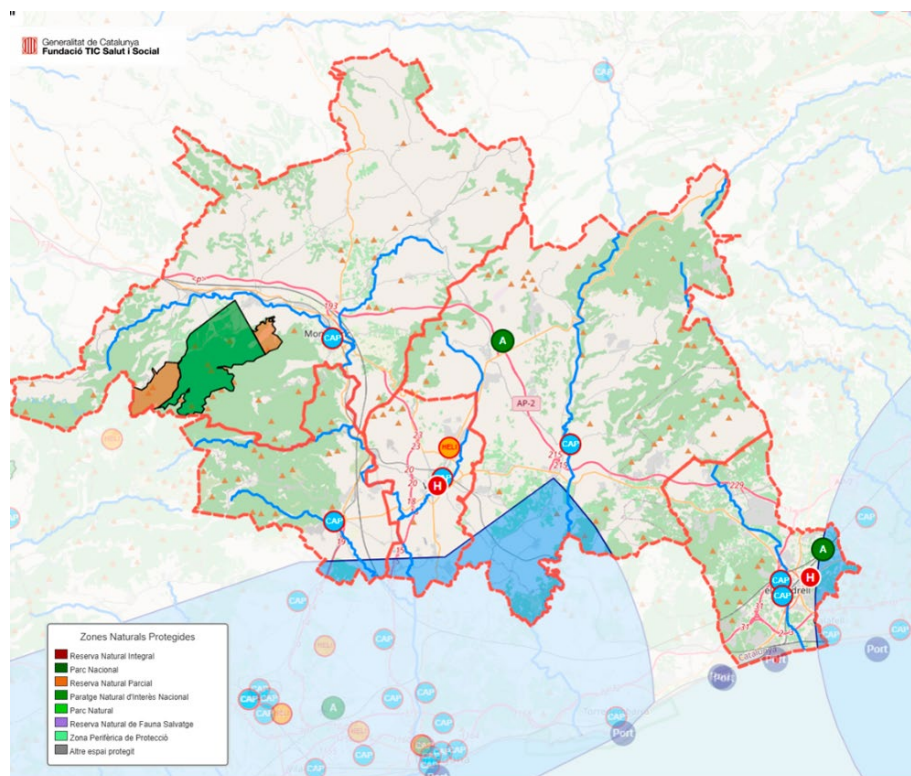
La zona de la plana de Lleida i la plana d'Urgell ofereix una zona plana i amb nuclis dispersos on es poden desplegar de forma progressiva un volum important de rutes. A més, la situació particular de l'Hospital de Lleida permet provar l'operativa en una zona que té una població més elevada. Hi trobem diverses zones naturals que s'hauran de tenir en compte per tal de dissenyar operatives que evitin generar un impacte en la fauna i flora local.

Figura 18. Lleida



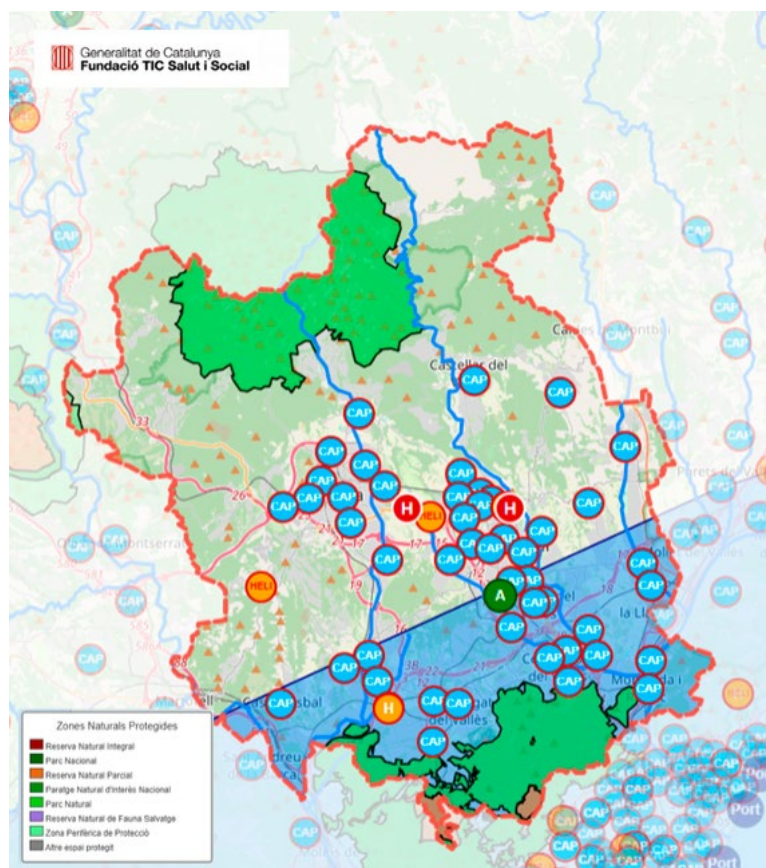
Àrea amb una estructura assistencial interconnectada i un teixit de carreteres secundàries. Aquesta zona representa un entorn que combina zones rurals, com les de la Garrotxa i el Ripollès, amb un nus important de comunicacions, com la zona de Vic. Resulta un entorn idoni per a proves de coordinació interhospitalària que connectin dues valls de muntanya i una plana. En aquesta zona serà important que l'operativa plantejada respecti la flora i fauna de la zona, especialment al Parc Natural dels Volcans de la Garrotxa i de les Capçaleres del Ter i el Freser.

Figura 19. *Prepirineu oriental i plana de Vic (Olot, Campdevànol i Vic)*



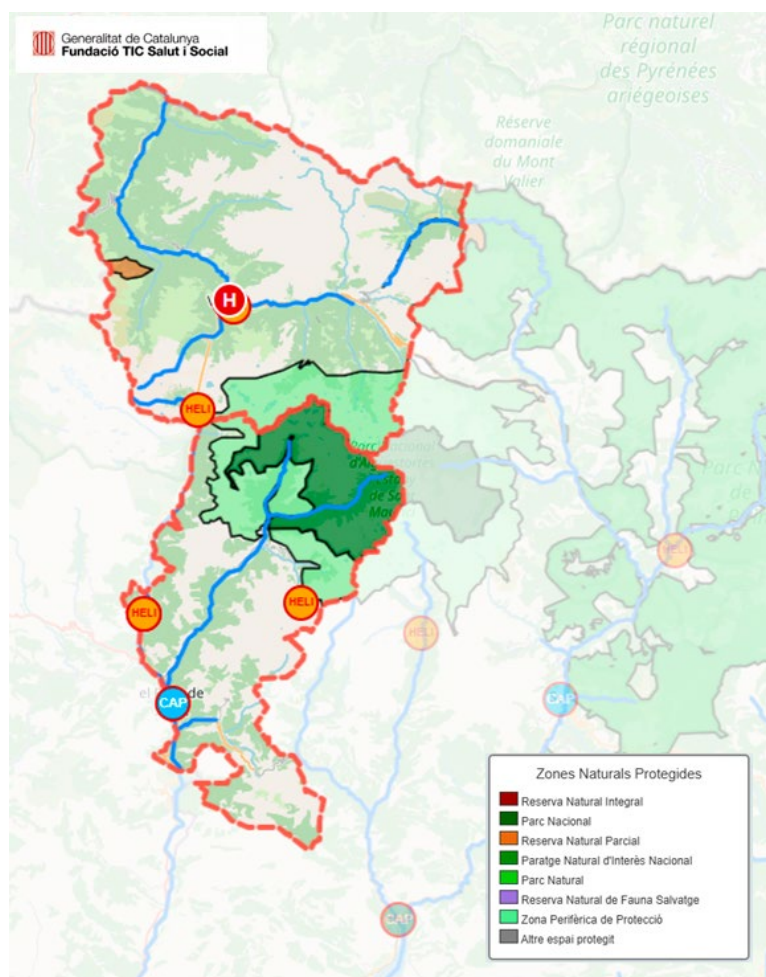
Se situa entre dues de les àrees prelitorals més poblades i en un entorn condicionat pel CTR d'aeroports. Aquesta ubicació estratègica la converteix en un possible punt de partida per a futures operatives amb drons que, progressivament, podrien estendre's cap a aquests corredors de major activitat, sempre respectant la fauna i flora de la zona.

Figura 20. Valls-Vendrell



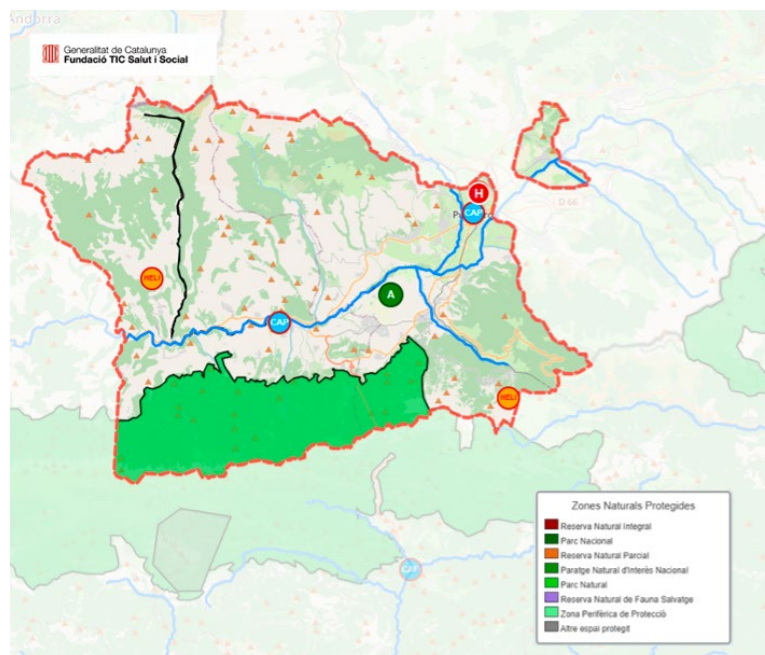
La connexió d'aquest dos centres hospitalaris i especialment la situació privilegiada de l'Hospital de Terrassa, són un cas d'ús que permetria començar a operar entre dos dels nuclis més importants de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Aquesta zona, a més, podria permetre treballar en un cas d'ús a nivell aeronàutic per la coordinació operativa amb l'aeròdrom de Sabadell i el complex central dels Mossos d'Esquadra i el seu heliport.

Figura 21. Terrassa-Sabadell



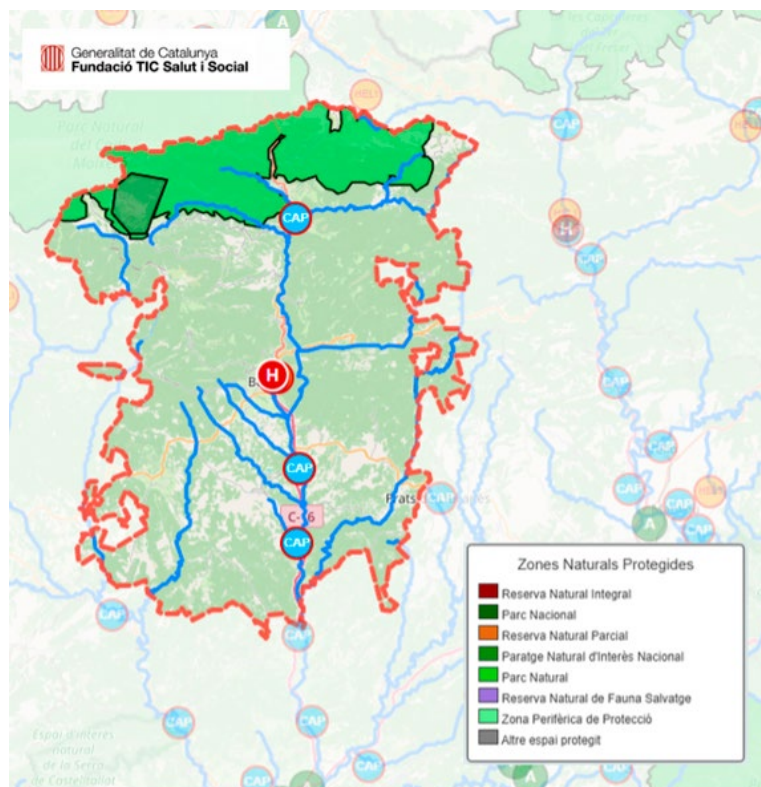
Aquestes dues àrees són les zones més remotes i de més difícil accés de Catalunya. Pel cantó occidental només són accessibles des de la carretera nacional que, a través de l'Aragó, connecta amb Lleida; a més la Vall d'Aran només és accessible per túnel. Per altra banda, per l'est ambdues zones només són accessibles creuant ports de muntanya. En possibles operatives als CL pròxims al Parc Nacional d'Aigüestortes s'hauran de compatibilitzar les operatives amb la no pertorbació de la fauna i flora local.

Figura 22. La Vall d'Aran-Pont de Suert



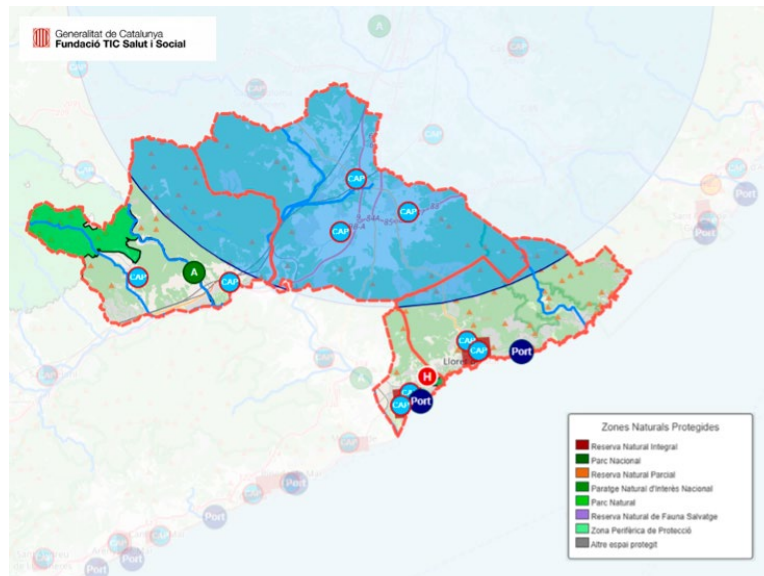
La vall de la Cerdanya constitueix una vall de muntanya més àmplia que, a més, té un hospital amb bones condicions operatives. A més a més, operativament seria una zona candidata per explorar operatives transfrontereres cap a la Cerdanya francesa o per enllaçar amb altres zones més al sud. També permetria explorar operatives en condicions climatològiques de muntanya. En aquest punt és important tenir en compte la presència de l'aeròdrom de la Cerdanya en la coordinació de les operacions.

Figura 23. La Cerdanya



La zona del Berguedà és una zona del Prepirineu que compta amb bastants nuclis i CAP que es podrien enllaçar operant per sobre del riu. També és important garantir que es pertorbi el mínim possible la flora i fauna local, especialment si s'opera a prop del Parc Natural del Cadí-Moixeró.

Figura 24. Berga



La zona de Blanes, tot i ser una àrea operativa reduïda, podria ser l'oportunitat d'explorar operatives mixtes o de realitzar una prova pilot en una zona reduïda. Tot i que els CAP de les ABS de la zona estan situats en zones amb una alta densitat de població, en un futur es podrien plantejar operatives cap als centres situats dins l'àrea d'influència de la CTR de Girona-Costa Brava.

Figura 25. Blanes

5.1 Indicadors assistencials a les zones candidates

Tot i que s'han identificat deu àrees viables, per motius d'anàlisi i claredat en aquest informe se n'exemplifiquen tres, les quals, a més, podrien permetre establir connexions entre si. Aquestes zones es defineixen com a zona de Terres de l'Ebre, zona de Lleida i zona de l'Alt Pirineu.

L'estructura assistencial de Catalunya està formada per una xarxa territorial extensa i interconnectada que inclou hospitals, centres d'atenció primària (CAP) i consultoris locals. En el marc d'aquest informe, l'anàlisi s'ha centrat en els centres hospitalaris de referència i els centres dependents associats (CAP, CUAP i consultoris), ja que representen els punts clau des d'on es generen i es transporten la major part de les mostres biològiques.

A Catalunya, l'Institut Català de la Salut (ICS) gestiona actualment una xarxa d'hospitals públics distribuïts estratègicament per tot el territori, als quals s'afegeixen altres centres concertats i equipaments de suport que contribueixen a la cobertura assistencial global. Aquests hospitals funcionen com a nodes logístics principals dins de la xarxa sanitària,

amb múltiples centres dependents associats que canalitzen un volum considerable de peticions diàries de mostres. De les zones objectiu els hospitals Arnau de Vilanova de Lleida i Verge de la Cinta de Tortosa són els que disposen de laboratoris d'anàlisi complets i, per tant, són els centres de destinació del transport d'algunes tipologies de mostres des d'altres hospitals.

Per tal d'identificar les àrees amb més potencial d'implantació de vols amb drons, s'ha realitzat una anàlisi dels principals indicadors assistencials per a les zones candidates derivades de l'anàlisi operativa i territorial.

En els apartats següents s'analitzaran els indicadors logístics, assistencials i de coordinació operativa específics per a cadascuna d'aquestes tres àrees. Aquest enfocament permet aprofundir en casos representatius que reflecteixen la diversitat territorial i els diferents escenaris d'ús dels drons en l'àmbit de la salut a Catalunya.

5.2.1 Distribució territorial d'hospitals, CAP i consultoris locals

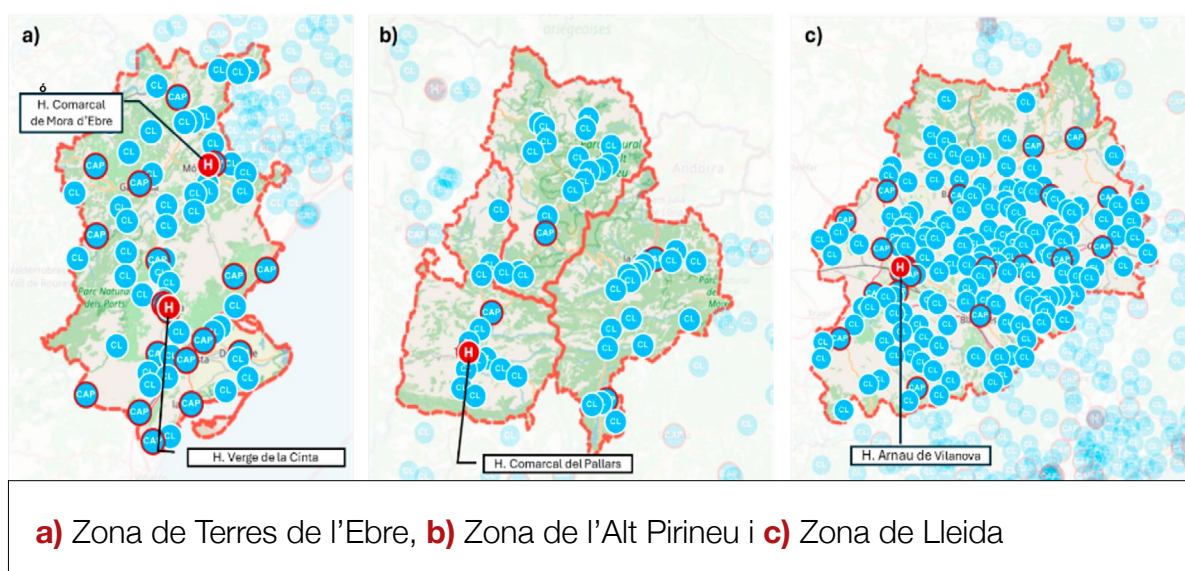


Figura 26. Distribució territorial dels hospitals (H), centres d'atenció primària (CAP) i consultoris locals (CL) a les tres zones candidates

A la Taula 8 es presenta una síntesi dels principals indicadors per hospital de referència a les zones candidates (nombre de centres dependents per hospital, volum estimat de peticions de mostres biològiques i centres intermedis de centrifugació).

En la taula següent es mostra la distribució de centres d'atenció primària que depenen dels hospitals de les zones objectius i el nombre de peticions que arriben als hospitals.

S'hi inclouen també els centres d'atenció primària que depenen assistencialment del Sant Hospital de la Seu d'Urgell, tot i que aquest hospital no és un centre categoritzat com a viable operativament, ja que permeten il·lustrar l'actual flux logístic.

Hospital	CUAP	CAP	CL	ABS
Hospital Verge de la Cinta (Tortosa)	0	17	33	9
Hospital Comarcal de Móra d'Ebre	0	3	13	2
Hospital Arnau de Vilanova (Lleida)	1	24	146	24
Hospital Comarcal del Pallars (Trepç)	0	3	30	3
Sant Hospital de la Seu d'Urgell (La Seu d'Urgell)	0	2	21	2

***CUAP** = Centres d'urgències d'atenció primària ; **CAP** = Centres d'atenció primària ; **CL** = Consultoris locals; **ABS** = Àrees bàsiques de salut

Taula 8. Principals indicadors per hospital de referència

5.2.2 Volum de transport i circuits logístics

En la logística sanitària es poden distingir dos circuits diferenciats de transport: el circuit de l'atenció primària als hospitals de referència i el circuit entre els hospitals de referència i els hospitals amb laboratoris clínics.

A la Taula 9 es mostren els circuits logístics entre els hospitals de les zones objectiu i els

dos hospitals que disposen de laboratoris clínics territorials: l'Hospital Verge de la Cinta de Tortosa, que compta amb el laboratori territorial de terres de l'Ebre, i l'Hospital Arnau de Vilanova, que compta amb el laboratori clínic territorial de Lleida.

Hospital amb laboratori clínic	Hospitals d'origen	Tipus de mostra biològica	Mitjana mensual
Hospital Verge de la Cinta (Tortosa)	Hospital d'Ampostà	Proves de laboratori	21
		Estudis d'AP	54
	Hospital Comarcal de Móra d'Ebre	Proves de laboratori	2
		Estudis d'AP	313
	Clínica Terres de l'Ebre (Tortosa)	Proves de laboratori	8
		Estudis d'AP	10
	Hospital de la Santa Creu - Internament (Jesús)	Proves de laboratori	130
		Proves de laboratori de diàlisi	149
Hospital Arnau de Vilanova (Lleida)	Hospital Comarcal del Pallars	Mostres de sang i orina	589
		Mostres d'AP	5-7
	Sant Hospital de la Seu d'Urgell	Mostres d'AP ordinari	20
		Altres mostres ordinari	27

***AP** = Anatomia patològica

Taula 9. Circuits logístics entre els hospitals objectiu i els hospitals amb laboratori clínic

En el cas de la zona de Terres de l'Ebre, el laboratori clínic de l'Hospital Verge de la Cinta rep mostres i estudis d'anatomia patològica de tots els hospitals de la zona i, tot i que entre els hospitals es transporten algunes peticions de mostres, el volum principal de transport interhospitalari és el transport dels estudis d'anatomia patològica.

En el cas de les zones de Lleida i l'Alt Pirineu, l'Arnau de Vilanova té el laboratori clínic de les dues zones i és el centre d'anàlisi de referència

dels hospitals de Tremp i La Seu d'Urgell de diferents tipus de mostres, més enllà de la recollida de mostres de sang, femta i orina. A la Taula 10 es mostren les dades de la mitjana del número de peticions diàries que es van rebre als laboratoris clínics de l'ICS al llarg del maig de 2025. Aquestes dades ens permeten dimensionar el nombre de peticions que es generen a les diverses zones.

Laboratoris clínics	Núm. peticions/dia
Laboratori Clínic Metropolitana Nord (H. Germans Trias)	3.110
Laboratori Clínic Territorial Girona (Parc Sanitari Martí Julià)	2.187
Laboratori Clínic Territorial Lleida (H. Arnau Vilanova)	1.630
Laboratori Clínic Territorial Metropolitana Sud (H. Bellvitge)	3.209
Laboratoris Clínics Camp de Tarragona-Terres de l'Ebre (H. Joan XXIII)	1.194
Laboratoris Clínics Camp de Tarragona- Terres de l'Ebre (H. Verge de la Cinta)	610
Laboratoris Clínics Vall d'Hebron	3.213
Total	15.153

Taula 10. Llistat de laboratoris clínics de l'ICS

Pel que fa als circuits logístic entre els centres d'atenció primària (per exemple, CAP i CUAP) i els hospitals s'analitza per separat cada una de les zones ja que cada una té un model logístic diferent. En cada circuit s'analitzen les peticions de proves que venen de l'atenció primària i el nombre de contenidors que es recullen.

Zona de Lleida

L'Hospital Arnau de Vilanova de Lleida és l'hospital amb laboratori clínic que rep les peticions de totes les àrees bàsiques de salut (ABS) de la regió sanitària de Lleida. Com s'ha comentat, aquesta regió té un nombre molt elevat de centres (171 centres entre CAP, CUAP i CL), els centres més llunyans es troben a distàncies de fins a 80 km de l'hospital i amb temps de trajecte pròxims a una hora. Com que moltes de les mostres que s'extreuen dels centres d'AP poden mantenir-se estables fins al

voltant de dues hores, les rutes de recollida de les ABS més llunyanes a Lleida es compliquen. Aquestes dues hores són el marge de temps que una mostra extreta pot mantenir-se estable sense patir degradació en paràmetres de qualitat de la mostra que alterin el valor original de variables clíniques (per exemple, potassi, glucosa o grau d'hemòlisi).

Per poder resoldre aquest problema logístic es va optar per instal·lar **centrifugadores** als CAP de les ABS rurals, fora dels equips d'atenció primària urbans de Lleida, així com als CAP de les ABS de Lleida rural sud i nord que estan molt pròxims a Lleida. La Taula 11 reflecteix el volum de mostres diari el maig de 2025 i el nombre de centrifugadores dels EAP que tenen l'Hospital Arnau de Vilanova de Lleida com a laboratori de referència.

Hospital de destí	Equip d'Atenció Primària (EAP)	Mitjana peticions/dia	Centrifugadores
H. Arnau Vilanova	EAP Agramunt	32	1
	EAP Alcarràs	72	1
	EAP Alfarràs - Almenar	71	2
	EAP Almacelles	50	1
	EAP Artesa de Segre	19	1
	EAP Balaguer	127	2
	EAP Bellpuig	26	1
	EAP Cervera	56	2
	EAP Guissona - La Segarra	42	1
	EAP La Granadella	14	1
	EAP Les Borges Blanques	77	1
	EAP Lleida 1- Centre Històric - R. Ferran*	79	0
	EAP Lleida 2 - Primer de Maig*	103	0
	EAP Lleida 3 - Eixample*	99	0
	EAP Lleida 4 - Balàfia - Pardinyes*	116	0
	EAP Lleida 5 - Cappellet*	73	0
	EAP Lleida 6 - Bordeta - Magraners*	114	0
	EAP Lleida 7 - Onze de Setembre*	73	0
	EAP Lleida Rural 2 - Sud	37	0
	EAP Pla d'Urgell (Mollerussa)	196	1
	EAP Ponts	20	1
	EAP Seròs	27	1
	EAP Tàrraga	89	3
	EAPT Lleida 1	19	0
Total		1.629	20

*EAP urbans de Lleida

Taula 11. Volum de mostres diari el maig de 2025 i nombre de centrifugadores dels EAP

Zona de l'Alt Pirineu

En el cas de la zona de l'Alt Pirineu és important destacar que, degut a les peculiaritats orogràfiques de la zona, s'ha separat aquesta

regió en les tres zones diferenciades que formen les tres valls del Prepirineu occidental, cada una amb un hospital de referència:

Zona Geogràfica	Hospital de destí	ABS
Alta Ribagorça	Espitau de la Val d'Aran	Alta Ribagorça
Pallars	Hospital Comarcal del Pallars	Pallars Sobirà, la Pobla, Tremp
Alt Urgell	Sant Hospital	La Seu d'Urgell i Alt Urgell sud

Taula 12. Títol de la taula 12

En el cas dels centres i EAP de l'Alt Pirineu cal destacar una casuística. Degut a la poca població d'algunes de les àrees i a la gran dispersió dels centres, alguns dels CL realitzen enviament de mostres en volums molt baixos. Per tant, es detalla el transport dels CAP i CL que envien regularment mostres i, per tant, generen peticions que s'envien als seus centres de referència.

Enviaments a l'Hospital Comarcal del Pallars

En el cas del Pallars en els principals centres de recollida es realitzar el transport del següents volums de contenidors:

Centre	ABS	Núm. mostres/mes	Núm. transports/set.	Mitjana mostres/dia*
CL Esterri	Pallars Sobirà	270	3	22
CL Llavorsí		207	3	17
Cap Sort		919	3	76
CAP Pobla	La Pobla	795	3	66
CAP Tremp	Tremp	1.307	5	65

*Mitjana de mostres per cada dia de transport

Taula 13. Volum de contenidors

Enviaments al Sant Hospital de La Seu d'Urgell

orina que es realitzen als centres i es van enviar al Sant Hospital al llarg del 2024.

Pel que fa a la zona de l'Alt Urgell es detallen a la Taula 14 les extraccions primàries de sang i

Centre	ABS	Tubs de mostres 2024	Mitjana tubs
CAP La Seu d'Urgell	La Seu d'Urgell	24.782	2.065
CL Martinet		1.181	98
CL Tuixent		133	11
CAP Ollana	Alt Urgell sud	4.018	334
CAP Organyà		1.614	134
CL Coll de Nargó		987	82

Taula 14. Extraccions primàries de sang i orina enviades a Sant Hospital

Zones de Terres de l'Ebre

En el cas de la zona de Terres de l'Ebre, l'Hospital Verge de la Cinta recull les peticions i mostres de 8 de les 11 ABS de la regió sanitària

de Terres de l'Ebre. Es mostren en la taula a continuació el volum de peticions generades.

Hospital de destí	Equip d'Atenció Primària (EAP)	Núm. proves (Gen-set)	Mitjana mensual
H. Verge de la Cinta	EAP L'Aldea - Camarles - L'Ampolla	8.084	898
	EAP L'Ametlla de Mar - El Perelló	5.470	608
	EAP Amposta	15.046	1.672
	EAP Deltebre	8.835	982
	EAP Sant Carles de la Ràpita	15.059	1.673
	EAP Ulldecona	6.327	703
	EAP Tortosa 1 Est - El Temple	9.874	1.097
	EAP Tortosa 2 Oest	13.149	1.461

Taula 15. Peticions recollides per l'Hospital Verge de la Cinta

5.2 Indicadors logístics de les zones candidates

Un cop definides les zones prioritàries, s'han analitzat els indicadors logístics clau per avaluar-ne el potencial d'eficiència del transport amb drons en comparació amb el transport rodat convencional.

Per contextualitzar aquesta anàlisi, s'ha elaborat una capa al mapa interactiu on s'integra informació sobre carreteres principals, secundàries i comarcals. A la Figura 27 es pot veure una imatge de les principals autopistes i carreteres nacionals.

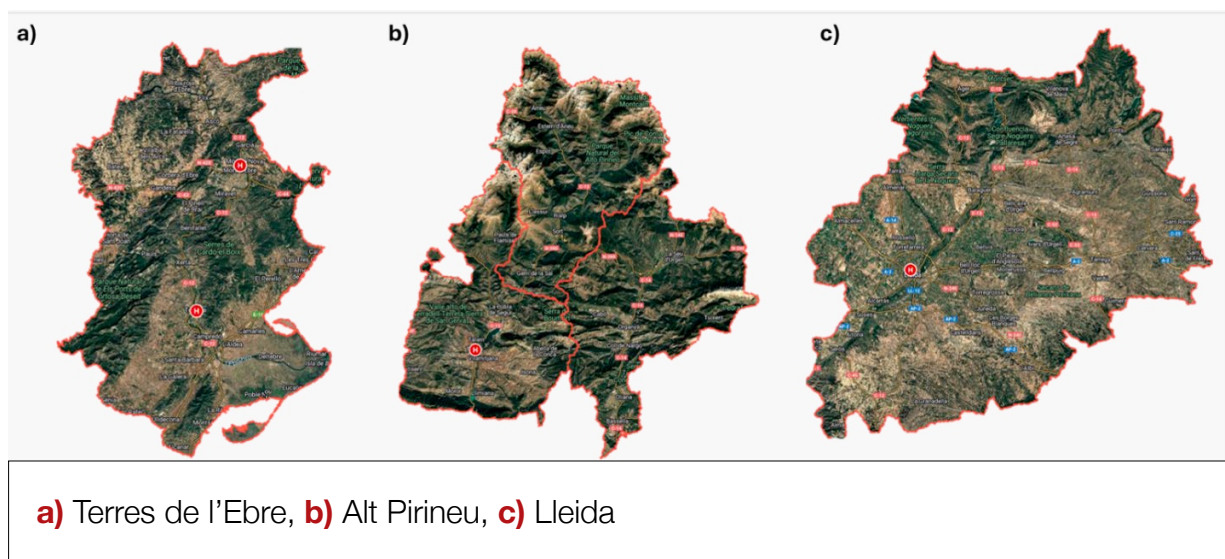
*H = Hospitals



Figura 27. Mapa de carreteres principals de Catalunya

Aquesta capa cartogràfica, disponible al mapa interactiu del projecte, permet identificar els trams amb major complexitat de desplaçament terrestre i, per tant, aquells en què l'ús de drons pot aportar un benefici operatiu més gran. En la figura Figura 28 es mostren les tres zones

objectiu on apareixen les principals carreteres que passen pels hospitals viables i que, per tant, serien el destí de les rutes de recollida de mostres biològiques.



a) Terres de l'Ebre, **b)** Alt Pirineu, **c)** Lleida

Figura 28. Zones candidates carreteres principals

Zona de Terres de l'Ebre

En aquesta zona les principals vies nacionals i comarcals són la C-12, la N-420 i la E-15. La principal via analitzada és la C-12, donat que connecta les poblacions amb els hospitals i els CAP de la Ribera d'Ebre. S'ha estudiat el trajecte entre el CAP de Flix, el CAP més al nord de la zona, passant per l'Hospital de Móra la Nova fins al CAP d'Amposta, on la C-12 enllaça amb la E-15 (Figura 26a).

De l'E-15 s'ha considerat el tram entre Amposta i Ulldecona, on hi ha l'últim CAP abans d'entrar a la Comunitat Valenciana.

D'altra banda, la N-230 creua el territori d'oest a est. En aquest cas s'ha considerat el tram que uneix el CL de Caseres, a l'oest de l'EAP de la Terra Alta, amb el CAP de Gandesa i fins Móra la Nova i Móra la Vella.

Per acabar, s'han considerat dos trams de carreteres comarcals:

- La T-703/C-333 entre el CAP de Flix i el CL de Margalef, per representar la xarxa comarcal de la part alta de la Ribera d'Ebre, que acaba connectant amb les Garrigues
- La TV-7231 entre el CAP Gandesa i el CL de la Pobla de Massaluça per tal de considerar les carreteres local de la Terra Alta, la zona de Terres de l'Ebre amb el relleu més irregular

Zona de l'Alt Pirineu

En aquesta zona és rellevant analitzar les dues carreteres que connecten els hospitals de Tremp i la Seu d'Urgell amb Lleida, on es troba el laboratori de referència: la C-12 i la C-14.

També s'ha considerat la ruta entre Tremp i Senet que recorre un tram de la C-13 fins la Pobla de Segur, l'eix pirinenc (N-260) i la N-230 com exemple de ruta per carreteres de muntanya. Tot i ser vies nacionals, salven relleus irregulars i ports de muntanya (port de Perves) en la ruta cap a Pont de Suert i fins al CL de Senet, l'últim consultori abans del túnel de Vielha. També s'ha inclòs el tram de Tremp-Sort de la N-260, ja que és la carretera que uneix els CAP del Pallars.

Pel que fa a la xarxa comarcal, s'ha considerat la C1412b, que connecta amb el CL d'Isona i que, a més, és una via d'accés per als vehicles procedents de Tarragona o Barcelona que es dirigeixen a Tremp. Per acabar, les carreteres LV-5212 i L-500 s'han incorporat com exemples de carreteres que connecten un nucli gran de població, en aquest cas el Pont de Suert, amb els CL de les valls de muntanya (Figura 26b).

Zona de Lleida

En aquesta zona, la via principal és l'autovia A-2, que connecta Lleida amb els principals nuclis de l'Urgell i la Segarra, tots ells amb CAP. Per aquest motiu s'ha considerat el tram fins al CAP de Cervera.

En segon lloc, s'ha considerat un tram de la N-240 entre Lleida i el CL de Vinaixa. Aquesta és la carretera nacional que connecta Lleida amb el CAP de les Borges Blanques i fins arribar al CL més llunyà d'aquesta carretera. Des d'aquesta via surten carreteres que circulen cap a la zona nord de les Garrigues.

Pel que fa a les carreteres comarcals, s'ha analitzat el tram superior de la C-12, entre Lleida i Maials, donat que connecta els consultoris de la zona sud del Segrià. També s'ha inclòs la C-242 que enllaça amb el CAP La Granadella i la zona sud de les Garrigues. Finalment, s'ha considerat la C-233 entre Bovera i Juncosa com a exemple representatiu de carretera comarcal en una zona marcadament rural (Figura 26c).

Els trams exposats a les tres zones constitueixen les principals connexions entre hospitals i centres dependents dins les zones candidates i són la base de l'anàlisi següent.

5.2.1 Distància i temps mitjà

En aquest apartat es comparen les gràfiques dels temps per trajecte de les diferents carreteres, així com la diferència percentual entre el temps registrat pel dron i el corresponent a la furgoneta. Aquest enfocament permet identificar no només les variacions absolutes, sinó també la magnitud relativa del guany de temps de transport a cadascun dels territoris i la mitjana de les tres zones:

43,63%

Reducció
Lleida

49,21%

Reducció
Alt Pirineu

54,94%

Reducció
Terres de l'Ebre

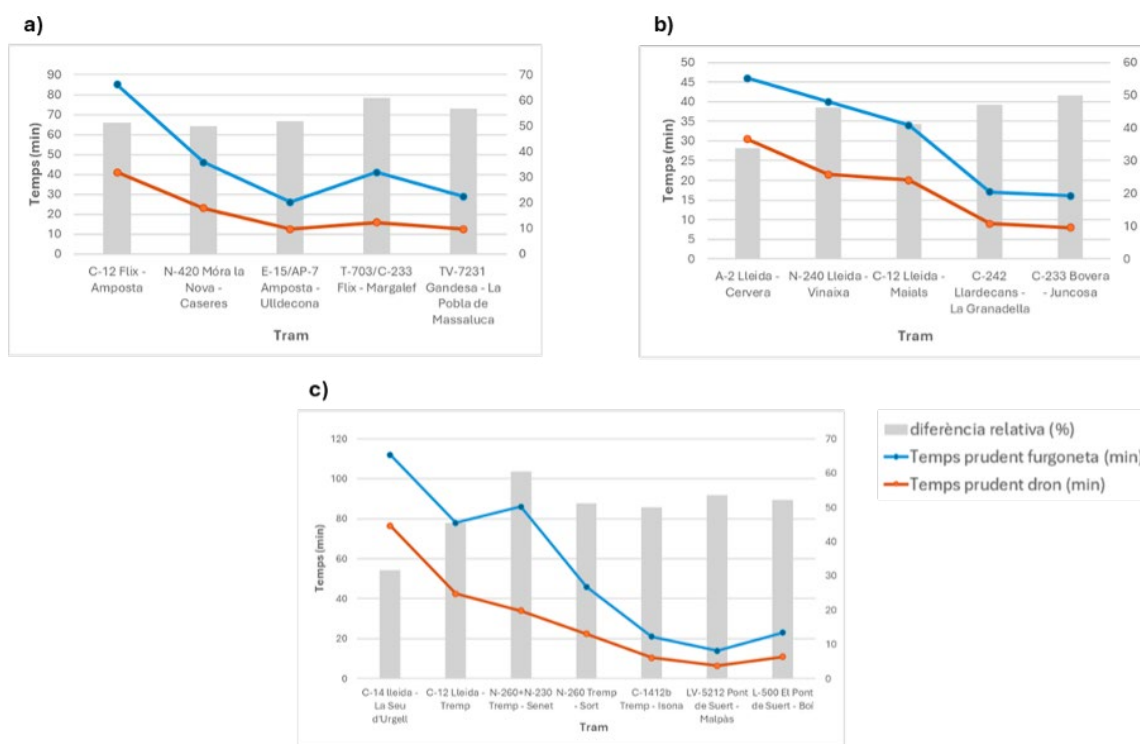
49,04%

Reducció
Mitjana

Si s'analitzen els temps de trajecte de totes les zones, els valors més alts corresponen a la zona del Pirineu, sobretot en les rutes que connecten Lleida amb les poblacions que tenen centres hospitalaris (Tremp i la Seu) per una banda, i les rutes entre Tremp i els CL més llunyans de l'Hospital Comarcal del Pallars per l'altra. Aquestes distàncies elevades són indicatives de la dispersió dels centres de Salut a l'Alt Pirineu (Figura 29c).

També és interessant comentar que en el cas de Lleida no hi ha molta diferència en les reduccions de temps entre les carreteres comarcals principals i secundàries (Figura 29b).

En canvi, a la zona de Terres de l'Ebre hi ha més diferència entre les carreteres comarcals i nacionals principals i les comarcals secundàries. També es pot observar que en el cas de les autopistes és interessant la diferència que hi ha entre l'A-2, una autovia que connecta Lleida amb Barcelona i circula cap a Aragó, on la diferència amb els drons és la més reduïda, i l'AP-7, que recorre la costa i on la densitat de trànsit és molt més elevada i el guany és similar a altres carreteres nacionals i comarcals (Figura 29b i Figura 29a, respectivament).



a) Zona de Terres de l'Ebre, **b)** Zona de Lleida, **c)** Zona de l'Alt Pirineu

Figura 29. Gràfiques de la diferència de temps entre una furgoneta i un dron

5.2.2 Emissions de CO² del servei (comparació entre una furgoneta i un dron)

L'anàlisi comparativa d'emissions de CO² entre el transport rodat (furgonetes dièsel) i els drons de repartiment —alimentats per diferents fonts d'electricitat (carbó, gas natural i renovables)— mostra diferències molt significatives en la petjada de carboni. Actualment les furgonetes dièsel utilitzades per al transport sanitari de

proximitat emeten entre 120 i 220 g de CO² per quilòmetre (g/km), depenent de la velocitat i les condicions de circulació.

En canvi, un dron elèctric presenta emissions molt més baixes, fins i tot quan l'electricitat prové de fonts fòssils. Segons l'origen de la producció elèctrica les reduccions en les emissions serien les següents:

92%-96%

Producció
amb carbó

95,5%-97,6%

Producció
amb gas natural

49,04%

Producció
amb energies renovables

La comparativa d'emissions de CO² entre la furgoneta de dièsel i els diferents drons es pot

observar a la Figura 30.

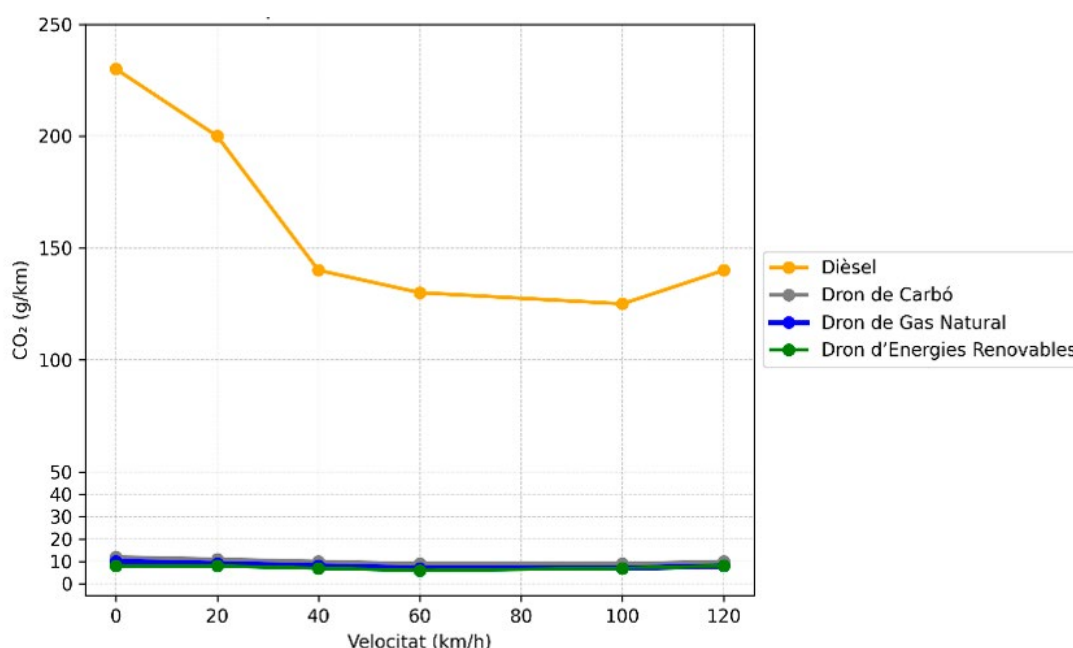


Figura 30. Comparativa d'emissions de CO²

5.2.3 Cadena de fred i temperatura de transport

Per garantir la qualitat de les mostres biològiques durant el transport és essencial assegurar el manteniment de la cadena de fred. En aquest sentit, els assajos realitzats amb l'embalatge, amb una capacitat aproximada de 600 g de mostra, han demostrat una alta estabilitat tèrmica en condicions reals de transport amb dron.

Amb una temperatura exterior mitjana de 20 °C, l'embalatge ha mantingut la temperatura interior en l'interval de 2 °C – 8 °C durant aproximadament 26 hores. La distribució temporal per intervals ha estat:

- 2 °C – 3,5 °C: 2 hores
- 3,5 °C – 5 °C: 4 hores
- 5 °C – 6,5 °C: 17 hores

Aquests resultats es poden observar a la Figura 31, que mostra l'estabilitat del sistema d'embalatge al llarg del temps. En aquesta gràfica podem veure que l'embalatge ens permet mantenir la temperatura de les mostres dins del rang de temps establert en els plecs tècnics i podria mantenir els rangs de temperatura de mostres a temperatura ambient (8 °C – 21 °C) i refrigerades (2 °C – 8 °C).

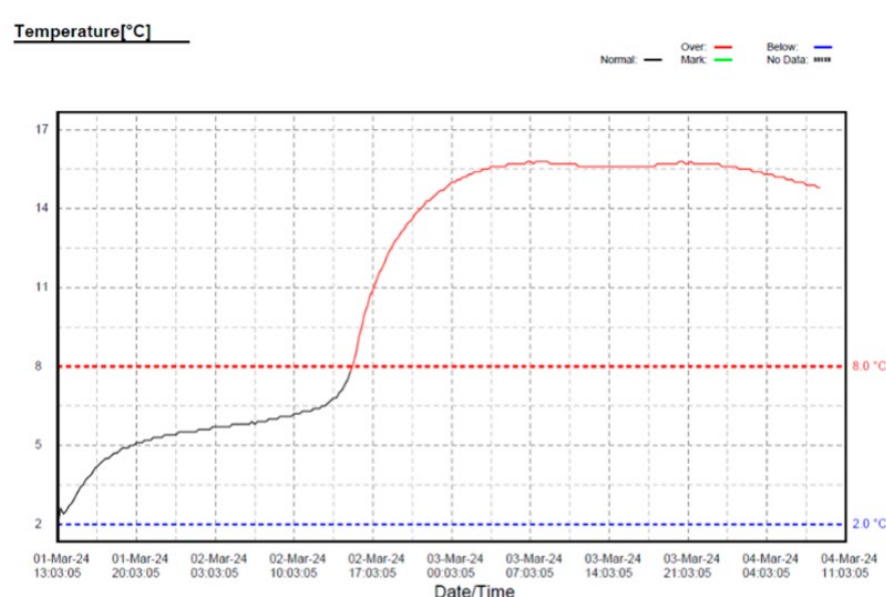


Figura 31. Anàlisi de la temperatura

5.3 Accions de coordinació i autorització operacional

Per tal de garantir la seguretat i la integració ordenada de les operacions UAS dins l'espai aeri designat, és necessari realitzar una sèrie de tràmits administratius (comunicacions, declaracions, coordinacions) per assegurar que la operativa de vol proposada s'executa d'acord amb la regulació, de la forma en què s'ha sol·licitat i, sobretot, de forma segura. En aquest sentit és important diferenciar les accions relatives a l'autorització formal del vol prèvies a l'inici de les operacions de vol de les accions de coordinació operativa que s'executen durant l'operativa en temps real.

Per mostrar els agents que intervenen en aquest dos processos es mostren les captures del mapa interactiu de la Fundació TIC Salut i Social de les zones objectius dels agents que intervenen en la sol·licitud i autorització operativa i la coordinació operativa. Aquesta visualització facilita la identificació dels agents principals de les zones o sectors on hi ha les rutes plantejades, que hauran d'estar informats i/o notificats de l'operació. Igualment, permet detectar possibles conflictes en l'espai aeri, restriccions i entitats amb què és necessària la coordinació. I cal tenir en compte que en el moment de la coordinació s'han de valorar les particularitats de cada operativa que

poden no estar representades.

S'analitzen a continuació els agents i zones en què s'ha de demanar autorització i els agents i zones on s'ha de realitzar coordinació de l'operativa.

5.3.1 Sol·licitud i autorització operativa

En l'escenari operatiu actual es treballa amb autoritzacions operacionals que segreguen l'espai aeri que formarà la geografia de vol del dron i el volum de contingència marcats per a l'operativa. Aquesta inclou tots aquells elements del territori on l'operació de drons està restringida o condicionada per normes de seguretat, protecció ambiental o regulació aeronàutica. Aquests elements s'han representat combinats amb els sectors de més de 5.000 hab./km² corresponents de cada zona candidata. Els factors analitzats han estat:

- Parcs, zones i espais naturals protegits
- Bases i infraestructures policials (Mossos d'Esquadra, policies locals, Guàrdia Civil, Policia Nacional)
- Altres àrees on l'operativa està regulada i requereix comunicació i/o autorització prèvia, com ara entorns urbans, zones de protecció de les infraestructures ferroviàries, portuàries, espais naturals protegits, etc.

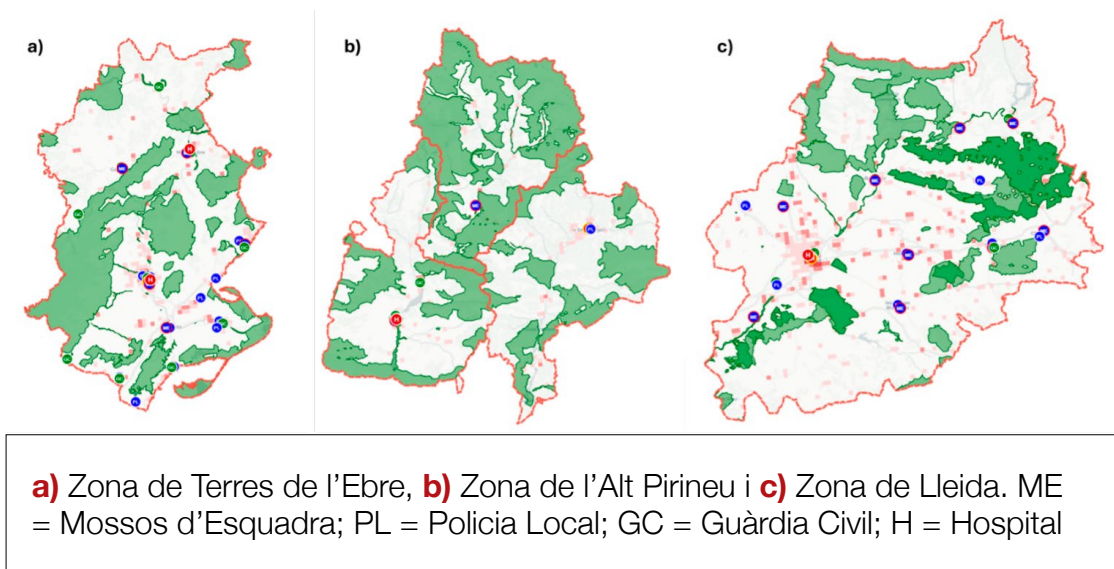


Figura 32. Mapa d'infraestructures i zones naturals que necessiten autorització operativa

5.3.2 Coordinació operativa

Inclou infraestructures que, tot i no requerir un permís formal, necessiten coordinació prèvia per evitar interferències operatives amb serveis crítics. En aquest cas, els factors analitzats han estat:

- Ports comercials i esportius
- Espais aeris controlats (CTR)
- Les zones de seguretat d'aeròdroms i heliports, incloses les bases i els heliports del SEM

Aquesta informació és essencial per establir la viabilitat operativa real de cadascuna de les zones candidates i per definir les rutes i protocols de vol que minimitzin els riscos i garanteixin la integració amb els serveis existents.

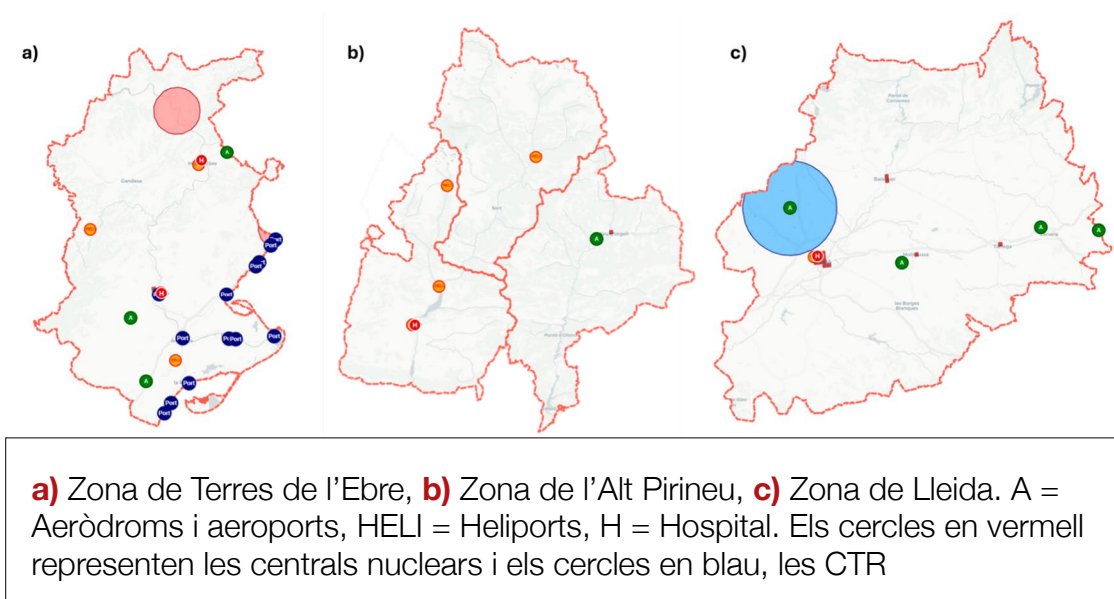


Figura 33. Infraestructures que requereixen coordinació operativa

6.

Discussió

En aquest informe s'ha analitzat la viabilitat d'integrar l'ús de drons en les operacions de logística sanitària dins del sistema sanitari català (SISCAT). L'estudi ha combinat informació demogràfica, geogràfica, aeronàutica i assistencial amb l'objectiu de caracteritzar el risc, identificar els hospitals potencialment operatius i determinar les zones amb major viabilitat i impacte per al desplegament de rutes amb dron. Així, s'ha buscat establir fins a quin punt la infraestructura existent, la distribució del risc en terra i les restriccions de l'espai aeri permeten desenvolupar una operativa segura i eficient, alhora que s'han identificat els principals reptes territorials i logístics que cal tenir en compte en futures fases de disseny i desplegament.

L'anàlisi territorial del SISCAT mostra una gran heterogeneïtat entre regions. Catalunya compta amb deu regions sanitàries que presenten densitats de població, estructures urbanes i condicions aeronàutiques molt disperses, fet que condiciona fortament la viabilitat dels vols amb drons. Les tres regions més densament poblades —Barcelona ciutat, Metropolitana Nord i Metropolitana Sud— concentren els principals obstacles: alta densitat urbana i presència extensa de la CTR de l'aeroport del Prat. Tot i això, existeixen excepcions puntuals, com l'Hospital de Terrassa, ubicat en una àrea de menor densitat poblacional i amb potencial de connexió amb Sabadell.

En el cas del Camp de Tarragona, la concentració urbana a l'entorn de Tarragona i Reus i la influència de la CTR de l'aeroport de Reus limiten considerablement l'operativitat, mentre que les zones més interiors, especialment entorn de Valls i el seu hospital, apareixen com a viables. Situacions intermèdies es troben a les regions sanitàries del Penedès i Girona, que combinen àrees amb alta densitat o restriccions aeronàutiques (Alt Penedès, Garraf, Gironès, Pla de l'Estany, part de la Selva i l'Empordà) amb espais operativament favorables com el Baix Penedès, Blanes, el Ripollès o la Garrotxa.

La Catalunya Central destaca per la seva bona viabilitat general, exceptuant l'àrea més densament poblada de Manresa, i permet plantejar rutes estables des d'hospitals com Berga o Vic. També la regió de les Terres de l'Ebre mostra un context favorable: la plana

litoral i la vall de l'Ebre faciliten corredors operatius des de Tortosa fins a Móra d'Ebre. D'una manera similar, la regió sanitària de Lleida, tot i concentrar població a la capital, disposa d'una extensa plana molt adequada per a rutes BVLOS que connecten un nombre elevat de centres. Finalment, la regió de l'Alt Pirineu i l'Aran, amb la menor densitat poblacional del país, és la que mostra un potencial més elevat de benefici clínic i logístic, ja que l'orografia complexa i les llargues distàncies dificulten especialment el transport rodat.

Aquest conjunt d'elements territorials té implicacions directes en la logística sanitària. Les zones amb menor densitat hospitalària depenen de punts assistencials més petits i més allunyats dels laboratoris de referència, fet que amplifica els temps de transport i incrementa la variabilitat en la resposta assistencial. El dron esdevé especialment rellevant en territoris amb orografia complexa, xarxa viària limitada o dispersió poblacional elevada —com les planes interiors o les àrees pirinenques—, on pot reduir de manera notable els temps de trajecte i millorar la regularitat del servei.

L'avaluació del risc operatiu confirma que bona part del territori català presenta condicions compatibles amb operatives BVLOS. Només les àrees molt densament poblades —principalment l'Àrea Metropolitana de Barcelona i alguns nuclis costaners— superen els llindars de densitat que situen les operacions fora d'un escenari SAIL III. La resta del país, incloent la major part de la Catalunya Central, Girona interior, ponent, l'Ebre i gran part del Camp de Tarragona, és àmpliament favorable als vols segurs amb drons.

La integració d'aquests criteris amb la ubicació i les característiques físiques dels hospitals permet reduir el conjunt d'opcions inicials fins a identificar 15 hospitals realment viables. Aquest grup constitueix la base territorial prioritària per a futurs desplegaments, ja que assegura aproximacions i enlairaments en zones de menys de 5.000 habitants/km² i fora de les principals restriccions aeronàutiques. L'estudi logístic realitzat a les zones candidates mostra que la utilització dels drons podria suposar una disminució del temps d'entre el 20 i el 60 % amb una reducció de les emissions del CO₂ de fins al 99,8 % en el cas de drons d'alimentació elèctrica. A més, és important

comptar amb embalatges que permetin garantir l'estabilitat de la mostra en el rang de temperatura ambient (8 – 21 °C) i refrigerat (2 – 8 °C) fins a 2 hores. Aquesta estabilitat és especialment rellevant per al transport de mostres sensibles, com les de sang o d'anatomia patològica, que requereixen un control estricte de la temperatura per mantenir la seva validesa diagnòstica.

En conjunt, l'anàlisi realitzada en aquest informe confirma que Catalunya presenta una combinació de territoris on l'operativa amb drons és tant tècnicament viable com clínicament rellevant, d'acord amb les necessitats assistencials del SISCAT, l'estructura territorial i el risc operatiu. L'encaix entre demanda clínica, distàncies reals, orografia i condicions de seguretat aeronàutica configura un ampli conjunt de corredors i hospitals candidats, on el transport amb drons podria aportar beneficis tangibles en rapidesa, fiabilitat i equitat territorial. Aquest marc de viabilitat permet avançar cap a una planificació més detallada i cap a l'avaluació específica de les zones prioritzades, on es pot valorar amb més precisió l'impacte potencial del desplegament. Tot i així, per seguir avançant cal abordar alguns reptes estructurals que condicionaran la integració progressiva dels drons en l'entorn sanitari. Malgrat que la viabilitat tècnica i l'adopció inicial ja han estat demostrades en diversos centres de Catalunya, el desplegament estable i sistemàtic exigeix el desplegament d'infraestructures per a UAS específiques i integrades als circuits logístics hospitalaris. Les proves pilot actuals —limitades en el temps i basades en elements temporals d'enlairament i aterratge— han evidenciat la necessitat del desplegament d'aquestes infraestructures permanents i integrades amb els centres de Salut que permetin incorporar el transport de mostres, medicació i material sanitari dins del flux assistencial i logístic habitual. Aquestes infraestructures són clau perquè els operadors d'UAS puguin prestar els serveis necessaris per a mantenir l'operativa del dron, com ara el manteniment, petites reparacions, intercanvis de components i efectuar la recàrrega de bateries o fonts d'alimentació del vehicle.

A més, la tramitació administrativa continua essent un fre important, i caldria avançar cap a un model de finestra única que simplifiqui i acceleri els procediments associats a les

operacions amb drons en l'àmbit de la salut. Igualment, per garantir la sostenibilitat del model i reduir els costos operatius vinculats al personal, és imprescindible progressar cap a sistemes d'assistència remota i plataformes digitals que permetin automatitzar al màxim la gestió logística, mantenint alhora els estàndards de seguretat requerits.

La integració dels drons a l'entorn de salut suposa la creació d'un nou model de negoci i logístic en l'àmbit sanitari, amb un alt potencial per a millorar la resposta en cas d'emergències i per a fer més sostenible i verd el model de transport sanitari actual. Per tal que les millores en l'eficiència i el nivell de costos esdevinguin una realitat, l'automatització és un dels aspectes en què el sector de l'aviació no tripulada seguirà avançant en els propers anys. La introducció i desplegament dels serveis U-Space, a més d'altres tecnologies habilitadores com ara les telecomunicacions d'alta capacitat i baixa latència, la intel·ligència artificial i la ciberseguretat, han de permetre l'escalabilitat de les operacions amb drons per gestionar remotament diverses aeronaus alhora i fer econòmicament més viables els serveis que s'han iniciat com a proves pilot. En aquest marc, els entorns d'experimentació també coneguts com sandboxes, o entorns controlats i dissenyats per provar noves tecnologies i serveis de mobilitat aèria urbana abans del seu desplegament massiu, han de permetre adaptar i flexibilitzar les normatives en funció de proves empíriques i de la identificació de bones pràctiques.

L'acceptació social d'aquesta tecnologia i d'aquest nou paradigma que es planteja per al transport necessari és un dels grans valors a tenir en compte. Si bé pot ser percebut com un benefici social, és possible que a l'inici la seva implantació es trobi amb reticències per part d'alguns col·lectius, degut a les preocupacions derivades de la seguretat i la privadesa de les persones i dels béns. Tot i això, cal preveure que el desplegament de les operacions amb UAS al territori es dugui a terme en primera instància a regions rurals, de muntanya o en zones on hi hagi nuclis de població dispersos i de baixa densitat. En aquest sentit, la posada en marxa d'un servei de transport amb drons com la que es planteja en aquest estudi, pot entendre's com una mesura de cohesió territorial i de la millora dels serveis públics.

D'acord amb els punts anteriorment esmentats, l'ús de drons en l'àmbit sanitari a Catalunya disposa del potencial necessari per esdevenir un referent a nivell nacional i europeu, sempre i quan aquest vagi acompanyat de polítiques públiques que, alineades amb els objectius de desenvolupament tecnològic, digital i sostenible, ajudin les parts interessades a aconseguir que la visió que es planteja en aquest estudi acabi esdevenint una realitat.

7.

Conclusions

L'anàlisi de la viabilitat de desplegar logística sanitària amb drons en funció de criteris assistencials, territorials, logístics de risc de l'operativa i de coordinació ha permès constatar que:

- El patró territorial del sistema sanitari català fa que la tecnologia de drons aportí un valor diferencial sobretot en zones rurals, de difícil connexió o amb distàncies assistencials elevades.
- El risc operatiu analitzat (GRC, CTR i entorns hospitalaris) permet identificar un conjunt de zones i centres potencialment viables per a operatives regulars a curt i mitjà termini.
- La comparativa logística mostra que els drons ofereixen avantatges clars en temps i eficiència en trajectes llargs, secundaris o amb complexitat orogràfica, mentre que en corredors urbans i autopistes els vehicles terrestres poden mantenir avantatge parcial i es podria optar per un transport híbrid que incorpori drons i vehicles terrestres.

- Les tres zones candidates exemplificades en aquest informe constitueixen escenaris adequats per a proves pilot, tant per la seva viabilitat operativa com per la seva rellevància assistencial.

- L'ús progressiu de drons en l'àmbit de la salut a Catalunya és factible i està alineat amb els reptes de mobilitat sanitària, sempre que es desplegui de manera gradual, coordinada i seguint protocols de seguretat estrictes.

En resum, s'han identificat deu zones estratègiques amb 15 hospitals en què es considera factible desplegar rutes de logística de mostres biològiques, farmacologia i equipament mèdic de petites dimensions a curt i mitjà termini.

8.

Referències

- Abdón Giménez, N., Bejarano Dallos, L. D., Llebot Casajuana, B., Gallinat Muñoz, P., & Ramos Pagès, C. (2024). *Integració de Drons a l'Entorn de Salut*.
- Abdón Giménez, N., Llebot Casajuana, B., Gallinat Muñoz, P., Malumbres Serrano, S., & Piedra Aguilera, Á. E. P. L. (2025). Prova de concepte de transport de mostres biològiques amb dron a la Regió Sanitària Metropolitana Nord. In *Fundació TIC Salut Social*. <https://ticsalutsocial.cat/wp-content/uploads/2025/06/Informe-Integracio-de-Drons-a-Entorn-Salut.pdf>
- Departament de Salut, & Generalitat de Catalunya. (n.d.). *Plec de prescripcions tècniques per a la prestació del servei de recollida, transport i lliurament de mostres biològiques, farmàcia, documentació, valisa i subministrament de neveres per el transport de mostres amb traçabilitat integrada per varis àmbits*.
- Gallinat Muñoz, P., Núria Abdón Giménez, N., & Llebot Casajuana, B. (2024). *Prova de concepte de transport de mostres biològiques amb dron a la Garrotxa*. <https://ticsalutsocial.cat/wp-content/uploads/2024/11/Informe-Resultats-Olot.pdf>

9.

Annexos

ANNEX I: Categories d'operacions de drons RE (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 proporcionar els requisits mínims per garantir la seguretat de les operacions amb UAS per tal que puguin operar al mateix espai aeri que les aeronaus tripulades.

L'actual normativa europea s'aplica a qualsevol aeronau no tripulada, independentment de la seva massa i de l'ús que se'n faci (professional, recreatiu, experimental, o especialitzat), 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 permeten el transport aeri amb UAS i els exams.

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 amb el 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 tenen els seus propis requisits:
 - * A1: es permet sobrevolar persones però no 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 (MTOM)
 - * Vols a més de 120 metres sobre el terreny
 - * Operacions en què 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

ANNEX II: Capes del mapa interactiu

• Capes geogràfiques polítiques:

- * Capa de Catalunya: https://raw.githubusercontent.com/codeforgermany/click_that_hood/main/public/data/spain-communities.geojson
- * Capes de l'organització sanitària: <https://github.com/gloriamacia/regions-sanitaries-catalunya/tree/main>
- * Capes administratives: Sistema d'Informació Geogràfic (SIG) de la Generalitat de Catalunya. <https://sig.gencat.cat/iframeVisorACT/?language=ca&mode=full>

• Capes assistencials:

- * Capes amb les ubicacions dels centres de salut:
 - Les adreces de tots els centres de salut del mapa interactiu s'han obtingut a través del cercador de centres sanitaris del Servei Català de la Salut (<https://catsalut.gencat.cat/ca/centres-sanitaris/cercador/>).
 - Les coordenades i metadades de totes les ubicacions han estat extretes per la Fundació TIC Salut i Social del repositori mencionat. Aquestes dades s'han convertit al format GeoJson compatible amb el mapa interactiu.

• Capes per a l'anàlisi del risc amb drons:

- * Capa ARC:
 - Capa desenvolupada per la Fundació TIC Salut i Social d'acord amb la informació disponible a https://ec.europa.eu/assets/estat/E/E4/gisco/website/census_2021_grid_map/index.html.
- * Capa GRC:
 - Capa processada i filtrada per la Fundació TIC Salut i Social d'acord amb el mapa europeu de GRC. (https://ec.europa.eu/assets/estat/E/E4/gisco/website/census_2021_grid_map/index.html.)
- * Capa amb els sectors amb densitat poblacional > 5.000 hab./km²
- * Capa processada per la Fundació TIC Salut i Social d'acord amb la capa GRC.

• Capes d'infraestructures:

- * Capa amb les ubicacions dels heliports del Servei d'Emergències Mèdiques (accés restringit, SEM).
- * Capes amb les altres infraestructures extretes del SIG de la Generalitat de Catalunya. (<https://sig.gencat.cat/iframeVisorACT/?language=ca&mode=full>)

- **Capes del territori:**

- * Totes les capes de l'apartat de territori han sigut extretes del SIG de la Generalitat de Catalunya. (<https://sig.gencat.cat/iframeVisorACT/?language=ca&mode=full>)

- **Capes de la xarxa de seguretat:**

- * Capa amb les comissaries dels Mossos d'Esquadra:

- Les adreces de totes les comissaries de Mossos d'Esquadra s'han obtingut a través del cercador d'adreces i telèfons de la Generalitat de Catalunya, en concret, del Departament d'Interior i Seguretat Pública (<https://web.gencat.cat/ca/adreces-i-telefon/>)



Generalitat de Catalunya
Fundació TIC Salut i Social