



ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIO UAM EN UNA CIUDAD INTELIGENTE

Trabajo Fin de Grado en Gestión Aeronáutica

realizado por

Sara Quílez García

y dirigido por

Romualdo Moreno Ortiz

Escuela de Ingeniería

Sabadell, junio de 2023

El abajo firmante, **Romualdo Moreno Ortiz**,
profesor de la Escuela de Ingeniería de la UAB,

CERTIFICA:

Que el Trabajo al que corresponde la presente memoria
ha sido realizado bajo su dirección por

Sara Quílez Garcia

Y para que conste firma la presente.

Sabadell, Junio de 2023

ROMUALDO
MORENO ORTIZ
- DNI

-----38435075M-----

Signat digitalment per
ROMUALDO MORENO
ORTIZ - DNI

38435075M

Data: 2023.06.28

21:16:29+02'00'

Firmado: **Romualdo Moreno Ortiz**

La abajo firmante, **Alicia Cano Gento**,
tutora del Trabajo de Fin de Grado, designada por
el Instituto Tecnológico de Galicia

CERTIFICA:

Que el Trabajo al que corresponde la presente memoria
ha sido realizado bajo su dirección por

Sara Quílez Garcia

Y para que conste firma la presente.

Sabadell, Junio de 2023

CANO GENTO
ALICIA -
49425401B

Firmado digitalmente
por CANO GENTO
ALICIA - 49425401B
Fecha: 2023.06.28
21:27:58 +02'00'

Firmado: **Alicia Cano Gento**

HOJA DE RESUMEN – TRABAJO DE FIN DE GRADO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA

Título del Trabajo de Fin de Grado: Anàlisi i implementació d'un pla de negoci UAM en una ciutat intel·ligent. Análisis e implementación de un plan de negocio UAM en una ciudad inteligente. Analysis and implementation of an UAM business plan in a smart city.	
Autora: Sara Quílez Garcia	Fecha: Junio de 2023
Tutor: Romualdo Moreno Ortiz	
Titulación: Grado en Gestión Aeronáutica	
Palabras clave • Català: Mobilitat Aèria Urbana, Ciutat Intel·ligent, Dron, Pla de Negoci. • Castellà: Movilidad Aérea Urbana, Ciudad Inteligente, Dron, Plan de Negocio. • Anglès: Urban Aerial Mobility, Smart City, Drone, Business Plan.	
Resumen del Trabajo de Fin de Grado • Català: En el present treball s'avalua la viabilitat de diversos models de negoci basats en drons dins del marc de la Mobilitat Aèria Urbana (UAM) en una ciutat intel·ligent. Per dur a terme aquesta investigació s'ha elaborat un estudi de l'estat de l'art de les ciutats intel·ligents, de la UAM i de l'U-Space, tot cercant identificar les necessitats de les ciutats i els reptes de la integració de drons. Finalment, s'ha fet una anàlisi de viabilitat per a diversos models de negocis, així com una avaluació de les principals ciutats intel·ligents d'Espanya per identificar les millors oportunitats del mercat. El resultat d'aquesta recerca ha estat la creació d'un pla de negoci detallat i ajustat a l'entorn de la ciutat, oferint una proposta de valor sòlida i definida. • Castellà: En el presente trabajo se evalúa la viabilidad de diversos modelos de negocio basados en drones dentro del marco de la Movilidad Aérea Urbana (UAM) en una ciudad inteligente. Para llevar a cabo esta investigación se ha elaborado un estudio del estado del arte de las ciudades inteligentes, de la UAM y del U-Space, buscando identificar las necesidades de las ciudades y los retos de la integración de drones. Finalmente, se ha realizado un análisis de viabilidad para varios modelos de negocios, así como una evaluación de las principales ciudades inteligentes de España, para identificar las mejores oportunidades del mercado. El resultado de esta investigación ha sido la creación de un plan de negocio detallado y ajustado al entorno de la ciudad, ofreciendo una propuesta de valor sólida y definida. • Anglès: The present work evaluates the feasibility of different business models based on drones within the framework of Urban Aerial Mobility (UAM) in a smart city. To carry out this research, a study of the state of the art of smart cities, UAM and U-Space has been elaborated, seeking to identify the needs of cities and the challenges of drone integration. Finally, a feasibility analysis has been carried out for several business models, as well as an evaluation of the main smart cities in Spain, to identify the best market opportunities. The result of this research has been the creation of a detailed business plan tailored to the city environment, offering a solid and defined value proposition.	

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Origen y motivación.....	4
1.3. Contenido de la memoria.....	5
2. ESTADO DEL ARTE.....	6
2.1. Análisis ciudades tecnológicas.....	6
2.1.1. Concepto Smart city.....	6
2.1.2. Análisis de ciudades tecnológicas.....	7
2.1.3. Características de una ciudad inteligente.....	10
2.1.4. Ciudades centradas en desarrollo UAS: Cidade das TIC.....	12
2.2. Urban Air Mobility (UAM).....	14
2.2.1. Concepto Urban Air Mobility.....	14
2.2.2. Tecnología.....	15
2.2.3. Regulaciones.....	19
2.2.4. Modelos comerciales.....	27
2.2.4.1. Mercados potenciales.....	28
2.2.4.2. Clientes potenciales.....	31
2.2.5. Infraestructura.....	31
2.2.6. Aceptación pública.....	33
2.3. U-space.....	34
2.3.1. Evolución histórica.....	35
2.3.2. Regulación y normativa.....	37
2.3.3. Tecnología de gestión del tráfico aéreo.....	40
2.3.4. Integración de aeronaves no tripuladas.....	41
3. ESTUDIO DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO UAM.....	42
3.1. Introducción.....	42
3.2. Análisis Smart Cities España.....	42
3.3. Análisis ideas de negocio UAM.....	44
3.3.1. Taxis aéreos.....	44
3.3.2. Transporte de mercancías.....	50
3.3.3. Seguridad urbana.....	55
3.3.4. Emergencias médicas.....	61
3.3.5. Matriz de valoración.....	66
4. PLAN DE NEGOCIO.....	70

4.1. Introducción.....	70
4.2. Análisis del mercado.....	70
4.2.1. Descripción del mercado.....	70
4.2.2. Tendencias y oportunidades del mercado.....	72
4.2.3. Análisis de la demanda y clientes potenciales.....	73
4.2.4. Análisis de la competencia.....	75
4.3. Propuesta de valor.....	80
4.3.1. Descripción de los servicios y soluciones ofrecidas.....	81
4.3.2. Ventajas competitivas y diferenciación.....	83
4.3.3. Propuesta de precios y modelos de negocio.....	84
4.3.4. Análisis DAFO.....	86
4.4. Estrategia de marketing.....	87
4.4.1. Estrategias de promoción y publicidad.....	87
4.4.2. Estrategias de ventas y distribución.....	88
4.4.3. Marketing Mix.....	89
4.5. Plan financiero.....	89
4.5.1. Recursos necesarios.....	90
4.5.2. Estimación de costes iniciales y de operación.....	91
4.5.3. Proyección de ingresos, flujo de efectivo y análisis de la rentabilidad	93
4.5.4. Análisis de viabilidad y punto de equilibrio.....	99
4.5.5. Fuentes de financiamiento y retorno de la inversión.....	101
4.6. Consideraciones éticas y legales.....	102
4.6.1. Responsabilidad social: Privacidad y protección de datos.....	102
4.6.2. Factores legales y regulatorios.....	103
4.6.3. Responsabilidad ambiental.....	104
5. CONCLUSIONES.....	105
GLOSARIO.....	107
REFERENCIAS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. European Standard Scenario STS-01.....	24
Tabla 2. European Standard Scenario STS-02.....	24
Tabla 3. Principales programas de drones de seguridad urbana en Europa en 2023.....	30
Tabla 4. Análisis principales Smart Cities España.....	43
Tabla 5. Equivalencia a la pérdida de 4 horas por kilómetro de un vehículo gasolina.....	44
Tabla 6. Definición criterio de puntuación de matriz de valoración.....	67
Tabla 7. Matriz de valoración.....	68
Tabla 8. Análisis DAFO de la empresa respecto a la Policía Municipal de Madrid	76
Tabla 9. Análisis DAFO de la empresa respecto a Prosegur.....	76
Tabla 10. Análisis DAFO de la empresa respecto a Mars Drone.....	77
Tabla 11. Análisis DAFO de la empresa respecto a VISUAIR.....	78
Tabla 12. Análisis DAFO de la empresa respecto a Aeromedia.....	79
Tabla 13. Comparación de servicios ofrecidos por la competencia.....	80
Tabla 14. Comparación directa con competencia.....	83
Tabla 15. Tarifas de precios.....	85
Tabla 16. Análisis DAFO.....	86
Tabla 17. Costes iniciales y de operación primer año.....	91
Tabla 18. Costes operativos siguientes años.....	92
Tabla 19. Proyección de ingresos primer año en escenario pesimista.....	93
Tabla 20. Proyección de ingresos primer año en escenario realista.....	94
Tabla 21. Proyección de ingresos primer año en escenario optimista.....	94
Tabla 23. Proyección flujo total de efectivo a 5 años.....	97
Tabla 24. Análisis de la rentabilidad en escenario realista.....	98
Tabla 25. Precio servicio caso de uso riesgo 1.....	99
Tabla 26. Precio servicio caso de uso riesgo 2.....	100
Tabla 27. Precio servicio caso de uso riesgo 3.....	100
Tabla 28. Punto de equilibrio para cada caso de uso.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Claves que convierten una ciudad en una ciudad inteligente	10
Figura 2. Sectores de una ciudad inteligente.....	12
Figura 3. Tipos de drones.....	16
Figura 4. Tipos de operaciones	19
Figura 5. Clasificación UAS según la normativa AESA.....	21
Figura 6. Categoría Abierta.....	23
Figura 7. Categoría Específica.....	23
Figura 8. Ejemplo modelo de PDRA.....	25
Figura 9. Categoría Certificada.....	26
Figura 10. Ejemplos diseños de vertipuertos guía EASA.....	33
Figura 11. Evolución temporal del U-Space.....	36
Figura 12. Modelos existentes de prestación de servicios U-Space.....	39
Figura 13. Mercado global de seguridad urbana con Drones.....	71
Figura 14. Aplicaciones de Drones en seguridad urbana.....	71
Figura 15. Logo Policía Municipal de Madrid.....	75
Figura 16. Logo Prosegur.....	76
Figura 17. Logo Mars Drone.....	77
Figura 18. Logo VISUAIR.....	77
Figura 19. Logo Aeromedia.....	78
Figuras 20, 21 y 22. Logos Aerial Productions, Dronaire y Easy Drones.....	79
Figura 22. Propuesta de valor.....	80
Figura 23. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced.....	81
Figura 24. Tabla de posicionamiento objetivo.....	85
Figuras 25 y 26. Ejemplos publicidad en redes sociales.....	87
Figura 27. Marketing-Mix.....	89

1. INTRODUCCIÓN

En la actual era de la digitalización y la innovación tecnológica, las ciudades de todo el mundo están experimentando transformaciones significativas hacia la eficiencia y la sostenibilidad. El concepto de *Smart City* o ciudad inteligente es ahora una realidad palpable y, en este contexto, emerge un nuevo campo de oportunidades comerciales y de desarrollo: la Movilidad Aérea Urbana (UAM, por sus siglas en inglés).

Según estimaciones, se espera que el mercado global de UAM pase de 3.800 millones de dólares en el año 2023 a 28.500 millones para 2030 [1]. Este pronóstico resalta no solo la creciente importancia de esta industria, sino también el inmenso potencial que tiene para revolucionar la forma en que nos desplazamos y operamos en las ciudades.

La tecnología de drones, o sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), juega un papel crucial en el desarrollo de la movilidad aérea urbana. Estas aeronaves son el núcleo de las soluciones de UAM, permitiendo una variedad de aplicaciones que van desde el transporte de mercancías hasta los taxis aéreos, la seguridad urbana y la respuesta a emergencias médicas.

A su vez, el desarrollo de la UAM debe realizarse de la mano con el avance del U-Space, un sistema de gestión de tráfico de drones esencial para la integración segura y eficiente de estos vehículos en el espacio aéreo urbano. El U-Space, promovido por la Unión Europea, representa un marco regulatorio y operacional para el uso seguro y eficiente del espacio aéreo de bajas altitudes.

Sin embargo, las oportunidades vienen acompañadas de desafíos. La integración segura y eficiente de estas aeronaves en el espacio aéreo urbano, las regulaciones en constante evolución y la necesidad de una infraestructura robusta son solo algunos de los obstáculos que deben superarse.

Este trabajo está enmarcado en este contexto de rápido cambio y evolución, con el objetivo de contribuir al entendimiento y a la implementación de negocios viables en el emergente mercado de la UAM en ciudades inteligentes.

1.1. **Objetivos**

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) se centra en la exploración y análisis de las oportunidades comerciales de la UAM, desarrollando una planificación estratégica para convertir una idea innovadora en un plan de negocio tangible y viable, capaz de generar valor en el marco de una *Smart City*.

Los objetivos principales del presente TFG son:

1. Analizar las características de las ciudades inteligentes y los factores que influyen en la elección de una ciudad adecuada para el establecimiento de un negocio de movilidad aérea urbana.
2. Evaluar el potencial de la movilidad aérea urbana como modelo de negocio en una ciudad inteligente y determinar las oportunidades y desafíos que esto implicaría.
3. Estudiar los modelos de negocio más relevantes en el ámbito de la movilidad aérea urbana y seleccionar el que sea más adecuado para el contexto de una ciudad inteligente.
4. Realizar un análisis que permita evaluar la viabilidad del negocio y establecer las estrategias adecuadas para asegurar su éxito.
5. Diseñar e implementar un plan de negocio para el establecimiento de un negocio UAM.
6. Evaluar los resultados del plan de negocio implementado y proponer recomendaciones para mejorar su eficacia y eficiencia.

1.2. Origen y motivación

El origen de este Trabajo de Fin de Grado se sitúa en el creciente interés y desarrollo de la industria de los drones y de la movilidad aérea urbana a nivel global. La posibilidad de aplicar la tecnología de UAS para resolver problemas y desafíos urbanos, desde la entrega de paquetes hasta la seguridad y vigilancia, presenta un gran campo de oportunidades de negocio y de mejora en la calidad de vida de las personas en las ciudades. Este rápido crecimiento y el potencial inherente de la UAM para transformar la forma en que vivimos y trabajamos en las ciudades, fue el principal impulsor para la realización de este trabajo.

La motivación detrás de este trabajo también se basa en el deseo de contribuir al desarrollo y la implementación de soluciones basadas en UAS en el marco de la UAM en ciudades inteligentes en España. Se espera que el análisis de la viabilidad y la creación de un plan de negocio detallado y adaptado a las condiciones específicas de la ciudad inteligente puedan proporcionar una guía valiosa para los emprendedores y las partes interesadas en este campo emergente. De esta manera, este trabajo no solo se centra en la teoría, sino que también busca tener un impacto práctico y positivo en la realidad de la movilidad urbana.

1.3. Contenido de la memoria

En el capítulo 1 se presenta la introducción de este Trabajo de Fin de Grado en el que se definen los objetivos, el origen y motivación del mismo, y finalmente, el presente apartado, donde se define cómo se organiza el contenido de la memoria.

En el capítulo 2 se desarrolla el marco teórico necesario para la comprensión y realización de la parte práctica del proyecto. Se define el concepto de ciudad inteligente y sus diversas áreas de actuación, se analiza el estado de la movilidad aérea urbana y sus correspondientes desafíos, y se presenta el concepto de *U-Space*.

En el capítulo 3 se realiza un análisis exhaustivo de las oportunidades de negocio en el ámbito de la UAM dentro de una ciudad inteligente en España. Se estudian aspectos críticos centrados en cuatro posibles aplicaciones de UAS en áreas urbanas: los taxis aéreos, el transporte de mercancías, la seguridad urbana y las emergencias médicas; cada una con su respectivo conjunto único de retos y oportunidades. Además, se realiza un análisis comparativo de las principales *Smart Cities* de España, con el fin de determinar la localización más favorable para la implementación de soluciones UAM, permitiendo ubicar el análisis de ideas de negocio dentro de un contexto real y específico.

En el capítulo 4 se diseña y desarrolla un plan de negocio detallado para la idea de negocio más prometedora, según una matriz de valoración, con el fin de guiar su desarrollo y puesta en marcha. En este capítulo se abordan aspectos como la identificación y análisis de los clientes objetivo, la evaluación de la competencia, la definición de los servicios y soluciones ofrecidos, así como la elaboración de estrategias de marketing y ventas. Además, se realiza un análisis detallado de los costes y los ingresos esperados, junto con proyecciones financieras para evaluar la viabilidad y rentabilidad del negocio a largo plazo.

En el capítulo 5 se exponen las conclusiones alcanzadas como resultado de la investigación realizada en este TFG. Estas conclusiones provienen de la evaluación de la viabilidad y rentabilidad del negocio con UAS y tienen como objetivo proporcionar información valiosa para personas interesadas en las oportunidades de la movilidad aérea urbana.

2. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se definen los conceptos clave relacionados con el tema de estudio. En primer lugar, se establece una definición precisa del concepto de ciudad inteligente y se detallan las características distintivas que la identifican como tal. Posteriormente, se realiza un análisis exhaustivo del estado actual de la movilidad aérea urbana, destacando los desafíos y obstáculos que conlleva. Finalmente, se introduce el concepto de *U-Space*, y la forma en la que desempeña un papel fundamental en la gestión y regulación del espacio aéreo de baja altitud, permitiendo una integración segura y eficiente de las operaciones aéreas no tripuladas.

2.1. Análisis ciudades tecnológicas

En el contexto de este estudio, es esencial realizar un análisis detallado y comprender el concepto de *Smart City*. Este análisis abarca tanto la definición del término de ciudad inteligente como un examen exhaustivo de las características clave que identifican a estas ciudades. Además, se exponen algunas de las principales ciudades del mundo para ilustrar de manera concreta cómo las tecnologías emergentes están transformando la forma en que vivimos y nos relacionamos en los entornos urbanos. También se detalla brevemente el caso de la Ciudad de las TIC en A Coruña, obteniendo una visión integral de cómo la tecnología está impulsando la evolución de las ciudades hacia entornos más inteligentes y sostenibles.

2.1.1. Concepto Smart city

El concepto de *Smart City*, o Ciudad Inteligente en su traducción al español, surge a finales del siglo XX, y es definido por la Real Academia Española como "ciudad que, mediante una tecnología avanzada y una gestión eficiente de los recursos, tiene como objetivos principales optimizar sus servicios y promover un desarrollo sostenible" [2].

Una *Smart City*, por lo tanto, es una ciudad basada en el desarrollo urbano sostenible, que aplica la innovación y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con el fin de interconectar, analizar y dar respuesta a las necesidades cambiantes de sus diferentes áreas: gobernanza, economía, movilidad, medio ambiente, energía, sanidad, seguridad, empresas y ciudadanos, y permite así ser más eficiente y prestar mejores y nuevos servicios. Además, tiene presentes los conceptos de eficiencia energética y sostenibilidad, persiguiendo un equilibrio entre las condiciones sociales, económicas y ambientales de la ciudad [3].

El objetivo de estas ciudades es apoyarse en las nuevas tecnologías para ofrecer a la población una mejor calidad de los servicios públicos, incrementar la participación ciudadana y mejorar la toma de decisiones por parte de los

gobiernos locales, basándose en una administración más eficiente, transparente, accesible e inclusiva.

Una mayor inteligencia de las ciudades evidencia, en consecuencia, un mejor desarrollo económico, social y de calidad medioambiental. Para ello, deben gestionarse y coordinarse de forma eficiente y sostenible aspectos como el transporte, el uso de los recursos energéticos o hídricos, los espacios públicos, la comunicación con los habitantes, la reducción de las emisiones de CO₂, la calidad del aire, los planes de protección civil, entre otros [4].

Puede parecer que el concepto de *Smart City* sea demasiado idílico, sin embargo, son muchas las ciudades que lo han desarrollado y le están dando cumplimiento, con los desafíos que ello conlleva.

2.1.2. Análisis de ciudades tecnológicas

BARCELONA

Barcelona se consolidó en el año 2022 como el principal 'hub' tecnológico del sur de Europa, convirtiéndose en la ciudad con mayor inversión extranjera en este ámbito, tres veces por delante de otras ciudades como París, Madrid y Londres [5].

La ciudad condal fue posicionada como una de las cinco ciudades más inteligentes y eficientes del planeta según el *Smart City Index 2022*, un ranking realizado por la consultora Juniper Research junto a la empresa Intel [6].

La ciudad se ha centrado estos últimos años en apostar por la digitalización y las tecnologías, contando con 41.000 puestos de trabajo relacionados con el sector. Se han desarrollado y complementado proyectos de grandes infraestructuras, como el *Barcelona Supercomputing Center*, el centro nacional de supercomputación que comprende el principal computador cuántico del sur de Europa, o el *Sincrotrón Alba*, el complejo de aceleradores de electrones más importante del Mediterráneo. También tiene una gran influencia la presencia de Barcelona como sede permanente de citas internacionales del sector tecnológico, como el *Mobile World Congress* (MWC), el *Integrated Systems Europe* (ISE), *Puzzle X*, o el *Smart City Expo World Congress* (SCEWC) [7].

Además de sus proyectos tecnológicos, Barcelona busca liderar la transición europea hacia una economía verde, mediante el plan *Barcelona Green Deal*. El mencionado plan se alinea con los objetivos de la *Agenda 2030*, establecida por las Naciones Unidas, y busca convertir a Barcelona en la ciudad más competitiva, sostenible y equitativa, con una economía diversificada y que genere ocupación de calidad, adaptada a nuevos retos como la transición ecológica y digital, al final de la presente década.

La posición puntera de Barcelona como *Smart City* también recae sobre los sistemas de transporte urbano. Mediante el uso del *Big Data* y el análisis de datos han logrado optimizar las rutas de la red de autobuses para poder hacer el 95% de los viajes con un máximo de un único transbordo. Asimismo, han introducido autobuses híbridos y se han instalado paneles solares en las paradas de autobús [8].

En otros ámbitos, como la gestión de residuos, Barcelona también ha incorporado tecnología digital y de innovación. Se ha introducido un sistema de vacío en los contenedores para eliminar los malos olores, así como sensores de capacidad disponible en tiempo real que se comunican con un sistema centralizado para una mejor gestión de los residuos [9].

Finalmente, entre todas las prácticas de la ciudad, destaca un sistema de alumbrado público inteligente capaz de adaptar automáticamente la intensidad de la luz con el fin de reducir el gasto de energía. Para ello, el sistema está formado por bombillas de bajo consumo y sensores de medición de humedad, temperatura, contaminación ambiental y movimiento [10].

SEÚL

La ciudad de Seúl, capital de Corea del Sur, fue seleccionada como la ciudad inteligente del año 2022 en los premios *World Smart City Awards*, celebrados anualmente por el *Smart City Expo World Congress (SCEWC)* [11].

En este acto se reconocieron las iniciativas y proyectos de la ciudad, destacando su plataforma *Smart Seoul* como herramienta de inclusión digital, garantizando los cinco derechos digitales básicos: comunicación, movilidad, educación, seguridad y utilización de la tecnología.

Seúl tiene un objetivo claro, la digitalización. Son varias las prácticas realizadas con el fin de obtener tecnología inteligente a disposición de los ciudadanos: otorgar dispositivos inteligentes de segunda mano a personas con bajos ingresos, reducción de impuestos para los usuarios que renuevan sus dispositivos electrónicos, cursos de educación sobre tecnologías de consumo inteligente, obligatoriedad de uso de dispositivos inteligentes por parte de personas de bajos ingresos y personas mayores, y demás.

En cuanto al transporte, la implementación de un sistema de tecnología de vehículos eléctricos en línea que permite la carga de vehículos de forma inalámbrica desde la carretera ha destacado como uno de los proyectos más innovadores de la ciudad. Su funcionamiento es el siguiente: se han instalado superficies de recarga en diferentes puntos de las carreteras, de modo que,

mediante campos magnéticos, un dispositivo instalado en la carrocería del vehículo eléctrico que circula por encima lo convierte en electricidad.

Actualmente, la ciudad combina servicios de ubicación, sensores, dispositivos de seguimiento y tecnologías de inteligencia artificial para mejorar la seguridad y la protección de los ciudadanos, así como la gestión del tráfico y el transporte público. Por ejemplo, en caso de que un ciudadano vigilado (hijos, ancianos, enfermos, etc.) salga de una zona establecida o presione el botón de emergencia, se envía una alerta a familiares, policía y bomberos, pudiendo detectar su ubicación e impedir desapariciones o tragedias. Adicionalmente, con el fin de aumentar la seguridad en la ciudad de Seúl, se está trabajando en un proyecto para la utilización de robots patrulla, autónomos, para la vigilancia y resolución de conflictos en las calles.

Para el año 2023, Seúl tiene el objetivo de crear un "Fondo de crecimiento futuro innovador" con el fin de atraer empresas emergentes e inversores a su parque tecnológico *Distrito de Ciencia y Tecnología de Seúl* en la zona de Magok, que cuenta con una gran cantidad de empresas de tecnología y centros de investigación [12].

SHANGHÁI

La ciudad de Shanghái fue considerada la ciudad más inteligente y eficiente en términos de movilidad, salud, seguridad y productividad, según el *Smart City Index*, realizado en 2022 por la consultora Juniper Research junto a la empresa Intel [13]. Esta clasificación analiza una gran variedad de aspectos de las ciudades inteligentes, que incluyen transporte, infraestructuras, energía, iluminación, gestión y tecnología de la ciudad, y la conectividad urbana.

La ciudad china ha destacado en 2022 gracias a una nueva plataforma de datos, denominada *Shanghai's Citizen Cloud*, que sirve como medio para más de 1.200 servicios enfocados a las necesidades de los ciudadanos. Este proyecto ha permitido ayudar a las autoridades locales, reducir el impacto medioambiental y el uso de la energía, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos al facilitar el acceso a los servicios públicos y privados y mejorar la interacción entre los habitantes y la administración local.

En cuanto a seguridad, han desarrollado un nuevo proyecto ya operativo en el edificio Nanjing, uno de los más emblemáticos de la ciudad. Mediante un sistema de tecnología avanzada basado en el *Big Data*, la inteligencia artificial y el 5G, el vigilante de seguridad puede disponer de toda la información relativa al edificio en una sola pulsera: mide la afluencia de visitantes; el nivel de ruido; el uso de ascensores y escaleras mecánicas; prevención de incendios; zonas de las instalaciones a desinfectar o la eficiencia de las tuberías.

“El edificio se somete a una observación digital que permite evaluar su estado, detectar problemas y solucionarlos en tiempo real”, afirma Wei Tao, gerente del edificio [14].

Además, Shanghái cuenta con una plataforma que interconecta 185 sistemas y casi 1.000 aplicaciones de diferentes departamentos de su gobierno, con el objetivo de poder compartir, intercambiar y analizar los datos extraídos en tiempo real. Mediante el uso de esta tecnología pueden, entre muchas otras cosas, detectar y gestionar atascos en las carreteras o adelantarse a los posibles desperfectos en casos de temperaturas extremas.

2.1.3. Características de una ciudad inteligente

Las ciudades inteligentes comparten un conjunto de características, basadas en tecnología, conectividad y una finalidad social y ambiental. Doce de las principales características de una ciudad inteligente son representadas en la siguiente figura:

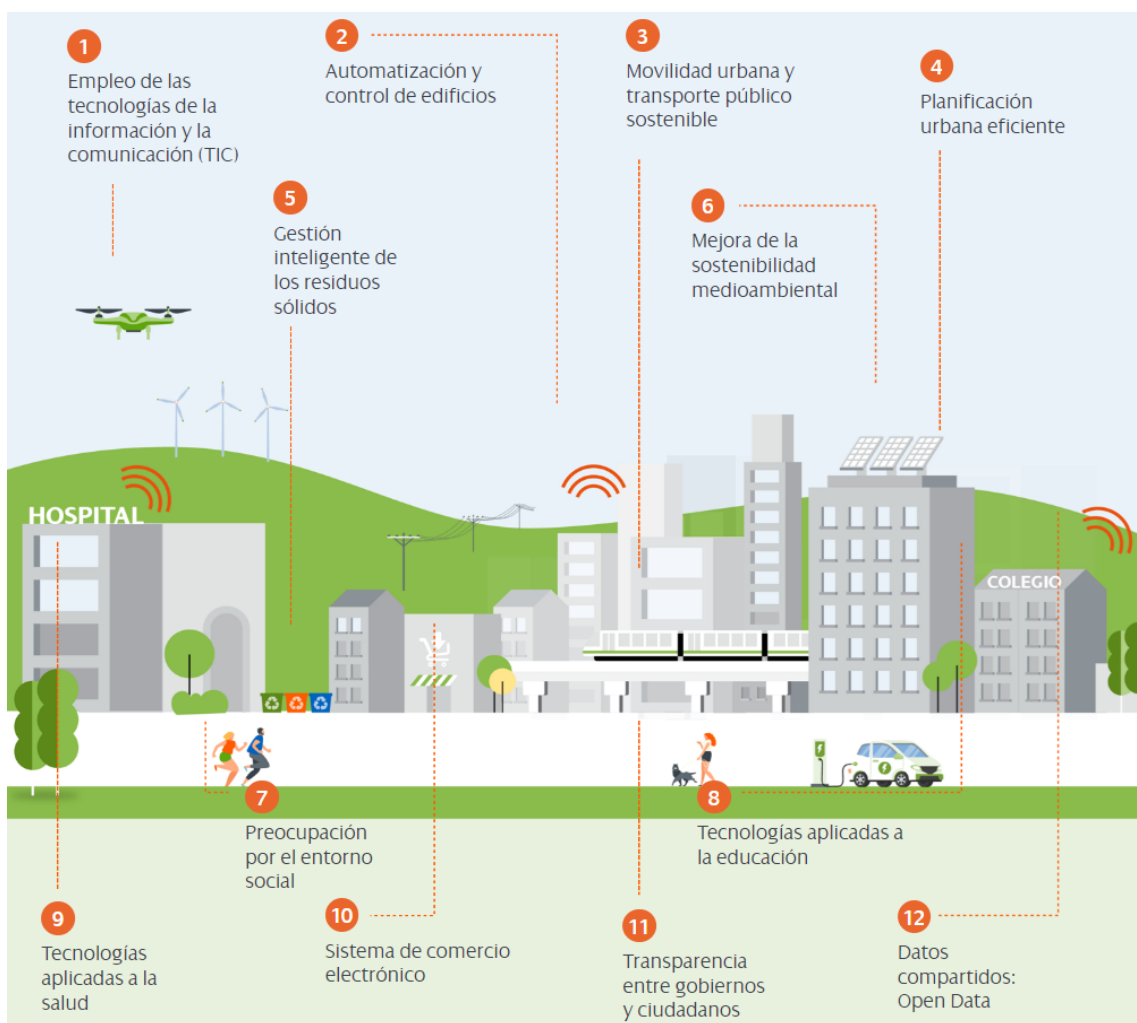


Figura 1. Claves que convierten una ciudad en una ciudad inteligente [15].

Tras el análisis de las prácticas realizadas en las *Smart Cities* de Barcelona, Seúl y Shanghái, podemos extraer un enfoque y tendencias comunes centradas en mejorar la calidad de vida de sus habitantes, fomentar el crecimiento económico y social, y garantizar la sostenibilidad y la eficiencia energética. Una vez realizada la evaluación de las ciudades detalladas con anterioridad, podemos deducir seis conjuntos de sectores comunes que integran las ciudades inteligentes, sobre los que implementan los proyectos, negocios o recursos disponibles [16]:

- Gobernanza inteligente (***Smart governance***): busca un gobierno transparente y accesible, que otorga gran participación y decisión al ciudadano. Incorpora las TIC para la realización de trámites, plataformas de acceso a los datos, y la interconexión de los departamentos y sistemas de la ciudad.
- Economía inteligente (***Smart economy***): ofrece e incentiva el emprendimiento, la productividad laboral, la internacionalización, el acceso a la información, y la capacidad creativa y competitiva, junto al desarrollo económico.
- Ciudadanía inteligente (***Smart citizens***): enfocada en las capacidades de la población, con el objetivo de generar y promover el talento humano, la participación de los ciudadanos y el capital social.
- Movilidad inteligente (***Smart mobility***): se centra en reducir la congestión en las carreteras, la gestión del tráfico eficiente y en tiempo real, el uso de las energías limpias y en sistemas de transporte sostenibles, tanto públicos como privados. A su vez, fomenta la construcción de infraestructuras de transporte inteligentes e interconectadas, el traslado a pie o en bicicleta.
- Medioambiente inteligente (***Smart environment***): potencia la protección del medio ambiente, la eficiencia energética, el uso de las energías renovables y verdes, la gestión del agua y los residuos, las reducciones en la contaminación y el uso sostenible de los recursos naturales.
- Calidad de vida inteligente (***Smart living***): ofrece una mejora en la vida de los ciudadanos mediante innovación y seguimiento en salud y bienestar, detección de la delincuencia en tiempo real, notificaciones en caso de emergencia, cámaras y sensores para mayor vigilancia, entre otros.



Figura 2. Sectores de una ciudad inteligente [17].

Cabe destacar que las prácticas a desarrollar y sus objetivos dependen en todo momento de la situación y voluntad de la ciudad correspondiente. Factores tan decisivos como la ubicación, la cultura, la población o los ideales políticos de los gobernantes, afectarán al enfoque de la ciudad y a sus prioridades. Tal y como se ha podido observar, las actividades pueden estar enfocadas hacia la gestión del tráfico y la movilidad sostenible por parte de algunas ciudades, hacia la gestión del agua y los recursos en otros casos, o hacia muchas otras posibles líneas de trabajo [18].

Saber identificar las motivaciones y perspectivas de la ciudad es clave para la presentación de un proyecto o negocio, ya que su adecuación respecto a estas aumentará la probabilidad de que una oportunidad se convierta en un proyecto real y acertado.

La base tecnológica de muchas ciudades inteligentes se sustenta en los parques tecnológicos, conformados por grandes empresas y centros de desarrollo. Estos parques permiten el intercambio de datos e información entre los diferentes sistemas y áreas, proporcionando un entorno centralizado para la innovación y el desarrollo tecnológico. Gracias a este intercambio, se puede construir una base sólida para la creación de ciudades inteligentes, fomentando la colaboración y el trabajo conjunto entre diferentes actores.

2.1.4. Ciudades centradas en desarrollo UAS: Cidade das TIC

La Cidade das TIC, también conocida como Ciudad de las TIC en español, es un parque tecnológico ubicado en la ciudad de La Coruña, Galicia (España), que fue impulsado en el año 2020 por la Universidade da Coruña y el Cluster TIC de Galicia [19].

El objetivo de la Ciudad de las TIC es contribuir al proceso de digitalización de Galicia, especializándose en tecnologías emergentes, innovación digital e

inteligencia artificial, para ser la sede de un Nodo de la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial y proporcionar servicios de referencia a nivel nacional e internacional. A su vez, el proyecto da apoyo a la ciudad de La Coruña con servicios tecnológicos y desarrollo, tanto económico como social [20].

La Ciudad de las TIC cuenta con un centro de investigación y mejora especializado en UAS, que tiene como objetivo fomentar el avance de las tecnologías para la movilidad aérea urbana, incluyendo vehículos no tripulados, sistemas de control y monitoreo del espacio aéreo, y sistemas de gestión de tráfico aéreo. Este Centro de Excelencia Internacional Galaxy-Lab en la Cidade das TIC, ubicado en un edificio independiente de 1.500 m², está siendo desarrollado por el Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), en colaboración con la Xunta de Galicia y la Universidade da Coruña. Este laboratorio avanzado de inteligencia artificial para drones está previsto para estar operativo en el primer semestre de 2023 y permitirá la experimentación con sistemas aéreos no tripulados en el ámbito del transporte de pasajeros y mercancías en zonas urbanas, así como demostraciones y pruebas de productos para empresas en un entorno controlado y seguro [21].

Además, ITG es un referente en el desarrollo de soluciones para la movilidad aérea autónoma y para la industria. En 2022 lideró las demostraciones del proyecto europeo de Urban Air Mobility H2020 AMU-LED, en el que participaron 17 compañías e instituciones de Europa y Estados Unidos. El proyecto combinó ejercicios con vehículos no tripulados, incluyendo la primera demostración de taxi aéreo no tripulado en España, que ITG trajo a Santiago de Compostela en septiembre de 2022.

El diseño de este ecosistema de la Cidade das TIC pretende atraer empresas de alto desarrollo tecnológico, ofrecer programas de formación de nivel avanzado en tecnologías emergentes y áreas afines, impulsar proyectos de emprendedores, y facilitar la creación de redes empresariales más competitivas, mediante la presencia de las siguientes instalaciones [19]:

- Infraestructuras de innovación y servicios TIC avanzados para la innovación industrial.
- Un Parque Empresarial TIC para el alojamiento de pequeñas y grandes empresas tecnológicas.
- Un Campus Tecnológico vinculado a la Universidade da Coruña con cabida para un Centro de I+D en nuevas tecnologías.
- Una incubadora empresarial de Alta Tecnología, principalmente centrada en Inteligencia Artificial).
- Un Centro Demostrativo y de Servicios Avanzados que proporcione nuevos servicios tecnológicos a las empresas.

- Espacios de Formación y Difusión TIC: para fomentar la colaboración empresa TIC – universidad.

Existen otros parques tecnológicos en operación y desarrollo de tecnología UAS, que destacan por su tamaño, número de empresas y empleados. Entre ellos se encuentran el Parque Tecnológico de Málaga (España), el Parque Tecnológico de Nanyang (China), el Parque Tecnológico de North Dakota (Estados Unidos), o el Parque Tecnológico de Incheon (Corea del Sur). Estos son solo algunos ejemplos de parques tecnológicos que se enfocan en el desarrollo y aplicación de aeronaves no tripuladas, pero existen muchos más en todo el mundo.

2.2. Urban Air Mobility (UAM)

En el contexto de este estudio, es fundamental comprender el concepto de *Urban Air Mobility* y realizar un análisis detallado de sus características clave. El término UAM surge como un innovador modo de movilidad que promete revolucionar la forma en que nos desplazamos y operamos en las ciudades, ofreciendo soluciones eficientes y sostenibles. En esta sección, se definirá el concepto de movilidad aérea urbana, se examinarán sus componentes esenciales y se analizará su impacto en las ciudades inteligentes. Además, se proporcionarán ejemplos concretos de implementación de UAM en ciudades de todo el mundo, para ilustrar cómo esta tecnología está transformando su día a día. Al comprender a fondo el concepto de UAM, se sentará una base sólida para explorar el potencial y los desafíos de la implementación de un negocio.

2.2.1. Concepto Urban Air Mobility

El término Movilidad Aérea Urbana queda definido por la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) como:

“un nuevo sistema de transporte aéreo para pasajeros y carga en, y alrededor, de entornos densamente poblados y construidos, que es posible gracias a aviones eléctricos de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL) equipados con nuevas tecnologías, como tecnologías de batería mejoradas y propulsión eléctrica. Estas aeronaves tendrán un piloto a bordo o serán pilotadas remotamente” [22].

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España define el concepto como:

“un sistema de transporte aéreo de carga y pasajeros en ambiente urbano, que hace posible la integración de todos los medios de transporte aéreo, impulsado en base a los avances tecnológicos actuales y futuros, tales como la propulsión eléctrica, baterías más duraderas, el despegue vertical, avances en conectividad (5G), etc. En

este proyecto tienen cabida los taxis no tripulados o el reparto de paquetería con drones” [23].

El objetivo de la UAM es el uso del espacio aéreo de baja altitud, permitiendo a los diferentes integrantes detectar, evitar, y gestionar el tráfico para trabajar juntos y conseguir aliviar la congestión del tráfico terrestre, a la vez que se brindan opciones de transporte más eficientes y rápidas.

Las aeronaves UAM están diseñadas para ser más silenciosas, rápidas, limpias y eficientes que los helicópteros, automóviles, y trenes subterráneos actuales, disminuyendo en consecuencia la dependencia hacia estos transportes, y haciéndolas más adecuadas para su uso en áreas urbanas.

Hay varias aplicaciones potenciales para UAM, destacando la posibilidad de intermodalidad, permitiendo mejorar los servicios actuales y ofreciendo otros nuevos, como taxis aéreos, transporte médico aéreo de emergencia, transporte aéreo de paquetes o rescates; y crear nuevas oportunidades de empleo para pilotos, técnicos y otros [24]. Actualmente, las empresas de la UAM están desarrollando y probando sus aeronaves y construyendo la infraestructura necesaria, como estaciones de carga y sistemas de gestión del tráfico aéreo, para respaldar la operación de estos vehículos.

Ya hay ciudades con proyectos piloto para implantar la UAM, pero se espera que las operaciones comerciales comiencen a partir de 2025 con vuelos pilotados [25]. Sin embargo, aún quedan muchos desafíos por abordar, incluyendo cuestiones reglamentarias, de seguridad, aceptación pública, desarrollo de infraestructura y tecnologías de apoyo. Una vez todo ello esté resuelto, la movilidad aérea urbana se habrá convertido en una realidad.

2.2.2. Tecnología

La tecnología de movilidad aérea urbana incluye un conjunto de herramientas y soluciones que permiten el desarrollo y la operación segura y eficiente de las aeronaves para que puedan transportar pasajeros y carga en áreas urbanas. Una de las principales características de la mayoría de las aeronaves es el despegue y aterrizaje vertical sin necesidad de pistas, diseñada para operar en áreas densamente pobladas, lo que permite usar una amplia gama de ubicaciones, así como azoteas o pequeños aeródromos, como lugares de aterrizaje y despegue.

No todos los vehículos aéreos no tripulados (UAV del inglés *unmanned aerial vehicle*) se pueden utilizar para cualquier cometido. Cada tipo de dron tiene características específicas que lo hacen más adecuado para ciertos usos y tareas en comparación con otros. Por lo tanto, no todos los UAV son igualmente efectivos para todas las situaciones y es importante seleccionar el dron conveniente según las necesidades de cada negocio o trabajo.

Existen varios tipos de aeronaves de movilidad aérea urbana en cuanto a características de vuelo, diseño, tamaño y peso. Algunos de los tipos de aeronaves UAM que se están desarrollando actualmente incluyen: aeronaves multirrotor, tanto con configuraciones coaxiales, como con brazos de rotores separados; alas basculantes, las cuales se inclinan hacia adelante para permitir un vuelo más eficiente y rápido; y aeronaves híbridas, que combinan la propulsión eléctrica con un motor de combustión interna o turbina [26].

TIPOS DE DRONES

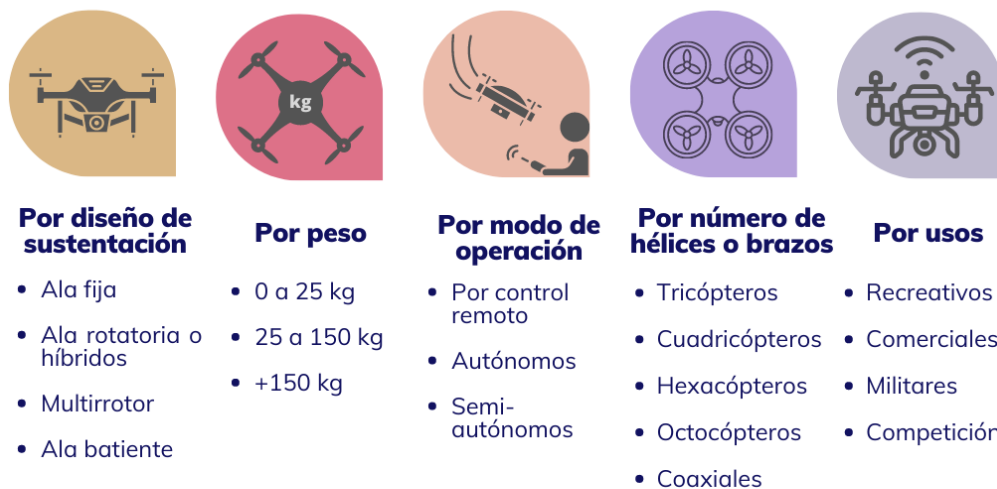


Figura 3. Tipos de drones.

DRONES DE ALA FIJA

Los drones de ala fija se asemejan a los aviones convencionales en su diseño, basando su sustentación en un cuerpo aerodinámico con alas fijas. De este modo, utilizan un motor para propulsar el dron hacia adelante y las alas generan la elevación necesaria para mantener el vuelo.

Son conocidos por su autonomía y eficiencia en vuelos de larga distancia, su velocidad y capacidad de operar a mayores altitudes, por mantenerse volando a bajas velocidades y por su gran capacidad de carga útil.

Sin embargo, este tipo de drones no pueden permanecer en un solo lugar, lo que limita su utilidad en aplicaciones que requieren estacionariedad, como la inspección detallada de infraestructuras. En consecuencia, tampoco disponen de la capacidad de despegar y aterrizar verticalmente (VTOL).

Debido a su capacidad de cubrir áreas más grandes y poseer un único sentido de vuelo (hacia adelante), este tipo de UAS se utilizan principalmente para tareas de vigilancia, reconocimiento, agricultura de precisión y fotogrametría.

DRONES MULTIRROTOR

Los drones multirrotor son los más comunes en el mercado de consumo y su principio de sustentación está basado en alas giratorias. Tienen múltiples rotores que les permiten despegar y aterrizar verticalmente, así como capacidad de vuelo estacionario, de desplazarse en cualquier dirección y de girar en el lugar con total libertad de movimiento (a lo largo de los tres ejes).

Aunque su autonomía y eficiencia en vuelos de larga distancia, su velocidad, y su sensibilidad al viento no son comparables con los drones de ala fija, destacan por su capacidad para maniobrar en espacios limitados y volar a baja altura, lo que los hace ideales para aplicaciones que requieren una gran precisión, como la fotografía aérea, la videografía, la inspección de infraestructuras y la vigilancia, entre otras actividades.

DRONES HÍBRIDOS

Los drones híbridos buscan combinar lo mejor de los drones de ala fija y multirrotor. Generalmente, tienen la capacidad de despegar y aterrizar verticalmente y de volar estacionariamente, como un multirrotor, pero una vez en el aire, pueden transicionar a un modo de vuelo de ala fija para aprovechar una mayor eficiencia, autonomía y capacidad de carga útil.

Esta versatilidad hace que los drones híbridos sean útiles para una amplia gama de aplicaciones, desde la agricultura de precisión hasta la vigilancia, pasando por la inspección de infraestructuras y la fotogrametría.

Como se ha detallado, las aeronaves no tripuladas multirrotor e híbridas, son aeronaves VTOL, sin necesidad de una pista de despegue y aterrizaje. Estas aeronaves suelen utilizar sistemas de propulsión distribuida, como rotores, que les permiten levantar el vuelo de forma vertical, mantenerse en el aire y luego transicionar a un modo de vuelo horizontal. Esta característica ofrece grandes ventajas en las operaciones, destacando la flexibilidad operativa, una mayor velocidad de respuesta, ahorro de tiempo e incluso una mayor seguridad. Sin embargo, esta propiedad también se traduce en una menor capacidad de carga, menor autonomía y mayor complejidad operativa.

DRONES DE ALA BATIENTE

Los drones de ala batiente, también conocidos como ornitópteros, son un tipo de diseño de dron que imita el vuelo de las aves al batir sus alas. Estos drones son menos comunes y suelen utilizarse en aplicaciones de investigación y desarrollo.

Aunque su autonomía, velocidad y capacidad de carga útil son generalmente inferiores a las de los drones de ala fija e híbridos, los drones de ala batiente destacan por su capacidad para maniobrar en espacios estrechos y su perfil de vuelo discreto. Esto los hace ideales para tareas de observación y monitoreo en entornos donde se requiere un alto grado de discreción.

TIPOS DE OPERACIONES

Dentro de las operaciones con UAS es posible distinguir cuatro categorías en función de la distancia y visibilidad del piloto respecto al dron. Cada una de estas categorías presenta diferentes alcances y aplicaciones, y es importante seguir las regulaciones locales para operar drones de manera segura y legal.

1. VLOS (*Visual Line of Sight*): Este tipo de operación se refiere a vuelos en los que el dron se encuentra dentro del campo de visión del piloto, es decir, el piloto debe tener contacto visual directo con el dron en todo momento. El alcance máximo suele ser de unos 500 metros y una altura máxima de 120 metros.
2. EVLOS (*Extended Visual Line of Sight*): En este caso, el dron se encuentra fuera del campo de visión directa del piloto, pero aún está dentro del alcance visual del piloto utilizando tecnología como binoculares o cámaras de zoom. El alcance máximo suele ser de unos 2 o 3 kilómetros. El piloto puede ayudarse de un observador de la aeronave no tripulada si lo considera oportuno.
3. BVLOS (*Beyond Visual Line of Sight*): En estas operaciones el dron se encuentra fuera del alcance visual del piloto y puede operar a largas distancias utilizando tecnología de comunicaciones de largo alcance como satélites o redes de celulares. Este tipo de operación se utiliza en aplicaciones comerciales y de seguridad y su alcance máximo puede ser de varios a decenas de kilómetros.
4. FPV (*First Person View*): En este caso, el piloto utiliza gafas o pantallas para ver en tiempo real lo que la cámara del dron está capturando. Esta operación se utiliza para vuelos acrobáticos o de carreras y tiene un alcance máximo de unos pocos cientos de metros.

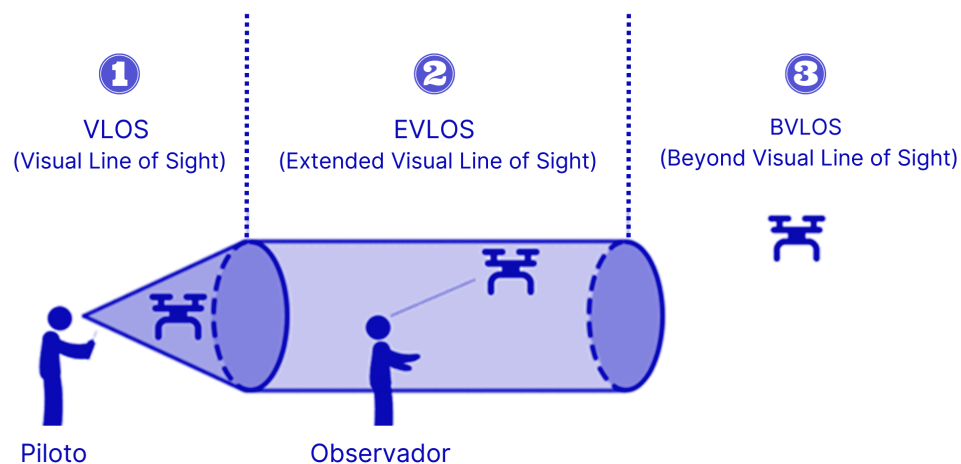


Figura 4. Tipos de operaciones [27].

La tecnología de la UAM se encuentra actualmente en una etapa de mejora e innovación. Algunas de las tecnologías clave involucradas en el avance y progreso del UAM comprenden:

- Propulsión eléctrica e híbrida para reducir las emisiones y el ruido en comparación con los motores de combustión tradicionales.
- Sistemas avanzados de aviónica y control de vuelo para navegar de manera segura y eficiente en entornos urbanos, detectando, analizando y evitando obstáculos.
- Tecnología de vuelo autónomo, utilizando sensores avanzados e inteligencia artificial para navegar y tomar decisiones sin intervención humana.
- Materiales ligeros para reducir peso y aumentar la eficiencia.
- Tecnología de baterías para la viabilidad de las aeronaves UAM eléctricas, permitiendo tiempos de vuelo más prolongados y un mayor alcance.

2.2.3. Regulaciones

Las autoridades están desarrollando las bases necesarias para la regulación, coordinación e integración de la movilidad aérea urbana, cuya incorporación en las ciudades y el tráfico aéreo controlado presenta desafíos únicos.

La regulación de la Unión Europea está formada hasta la fecha por el Reglamento Delegado (UE) 2019/945, el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947, el Reglamento Delegado (UE) 2020/1058, el Reglamento de Ejecución (UE) 2020/639, el Reglamento de Ejecución (UE) 2020/746, el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1166, el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/425 y el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/525, en lo que a UAS se refiere [28].

La entrada en vigor del marco normativo europeo, a través del Reglamento Delegado 2019/945 y del Reglamento de Ejecución 2019/947, ha permitido la inclusión de los drones en el espacio aéreo de una forma accesible y democrática.

La normativa establece una distinción clara en la aplicación de las reglas en función de la actividad que realiza el operador, distinguiendo entre operaciones EASA y operaciones NO EASA. Se considerarán operaciones EASA aquellas llevadas a cabo por operadores civiles y contempladas en los reglamentos mencionados anteriormente. Quedan exentas de aplicación de la normativa las actividades NO EASA, es decir, aquellas emprendidas bajo un organismo de autoridad pública en el interés general, entre las que se encuentran las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado (FCSE), control fronterizo, la Dirección General de Tráfico, la Lucha Contra Incendios (LCI), Búsqueda y Rescate (SAR), vigilancia, aduanas, y otras. Estas operaciones NO EASA deberán seguir las exenciones y requisitos formativos estipulados en el Real Decreto 1036/2017.

Además de cumplir con la normativa de operación de UAS, es importante respetar las condiciones de acceso al espacio aéreo establecidas por cada país miembro de la Unión Europea debido a razones de protección, seguridad o medio ambiente. Para algunas zonas geográficas específicas, como el espacio aéreo controlado o las zonas de especies de animales protegidas o vulnerables, será necesaria la obtención de permisos de vuelo adicionales.

IDENTIFICACIÓN DE CLASES DE UAS

Además de la clasificación de UAS detallada en el apartado anterior, el Reglamento Delegado 2019/945 establece un sistema de marcado de clases para los diferentes UAS, que posteriormente fue ampliado por el Reglamento Delegado (UE) 2020/1058. Este marcado de clase se basa en las categorías de vuelo, y se aplica tanto al uso de UAS como a su fabricación y distribución.

0
CLASE C0

MTOM < 250 g
Velocidad máx. en horizontal **19 m/s**
Límite de altura **máx. 120 m**
Alimentación eléctrica
Diseñado para evitar dañar personas
Instrucciones del fabricante

MTOM < 900 g
Velocidad máx. en horizontal **19 m/s**
Límite de altura **máx. 120 m**
Alimentación eléctrica
Energía máx. **impacto < 80 J**
Diseñado para evitar dañar personas
Instrucciones del fabricante
Número de serie único
Sistemas de identificación a **distancia directa**, de **red**, de **geoconsciencia** y de **aviso de batería baja** para el UAS y la estación de control

1
CLASE C1

MTOM < 4 kg
Límite de altura **máx. 120 m**
Alimentación eléctrica
Diseñado para evitar dañar personas
Instrucciones del fabricante
Número de serie único
Sistemas de identificación a **distancia directa**, de **red**, de **geoconsciencia** y de **aviso de batería baja** para el UAS y la estación de control
Protección contra acceso no autorizado al control
Luces y visibilidad nocturna
Método para finalizar o recuperar el vuelo de forma segura
Modo baja velocidad seleccionable con límite 3 m/s (excepto aeronave de ala fija)

2
CLASE C2

MTOM < 25 kg y anchura < 3 m
Límite de altura **máx. 120 m**
Alimentación eléctrica
Número de serie único
Método para finalizar o recuperar el vuelo de forma segura
Sistemas de identificación a **distancia directa**, de **red**, de **geoconsciencia** y de **aviso de batería baja** para el UAS y la estación de control
Luces y visibilidad nocturna
Enlace de datos protegido contra el acceso no autorizado a las funciones de mando y control
Instrucciones del fabricante

3
CLASE C3

MTOM < 25 kg
No dispone de modos de control automático, excepto para la asistencia a la estabilización del vuelo sin ningún efecto directo en la trayectoria y para la asistencia en caso de pérdida de la conexión UAS
Instrucciones del fabricante
Aeronaves para **aeromodelismo**

4
CLASE C4

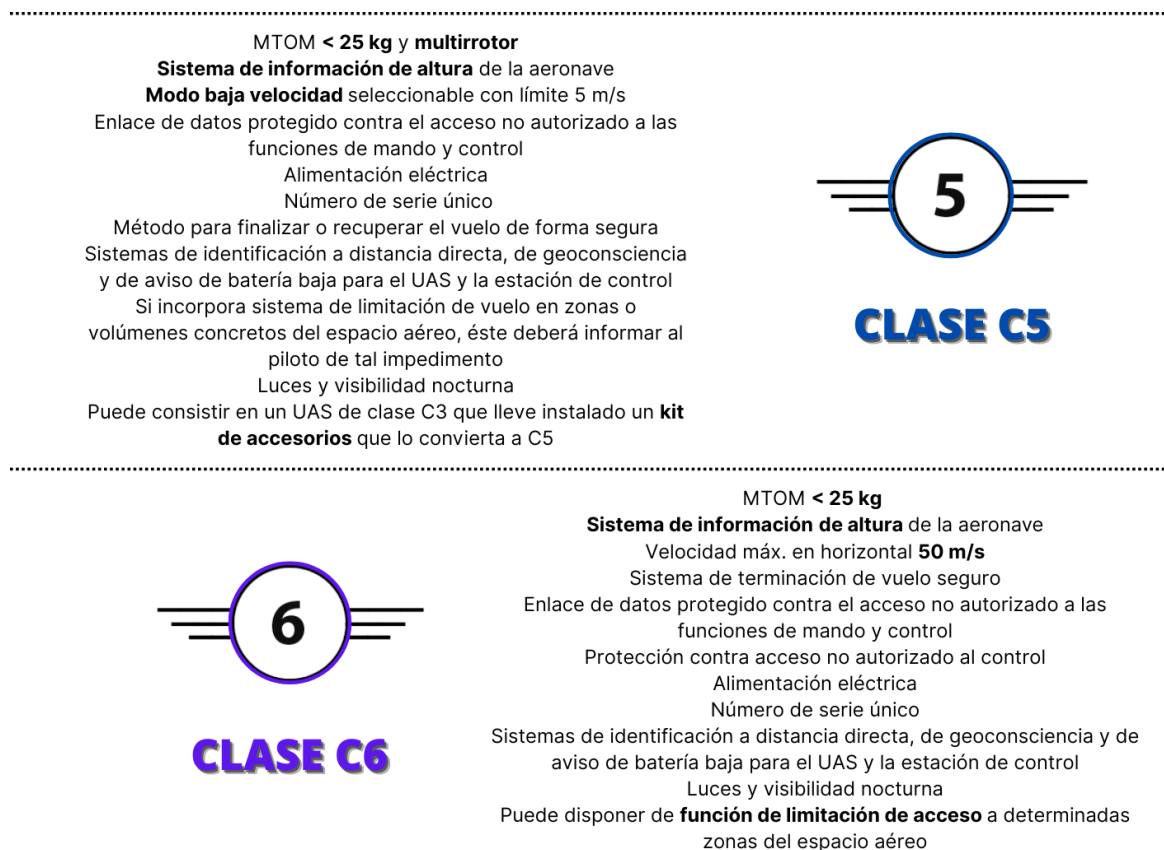


Figura 5. Clasificación UAS según la normativa AESA[29][30].

Existen drones sin etiqueta de clase, que se denominan "*legacy drones*" o drones anteriores a la implementación de la nueva normativa de EASA, de modo que no pueden ser clasificados en ninguna de las clases anteriores de la regulación europea.

Desde el 1 de enero de 2021, con su entrada en vigor, la regulación europea para las operaciones de UAS se encarga de supervisar y controlar el desarrollo de estas operaciones basándose en el nivel de riesgo que pueda presentar cada una de ellas. En función del mencionado nivel de riesgo, han establecido tres categorías: categoría abierta, categoría específica y categoría certificada. Las restricciones y normativas a cumplir aumentan a medida que el nivel de riesgo se incrementa. Para la UAM principalmente son de aplicación las categorías específica y certificada, debido a su desarrollo en zonas urbanas habitadas.

Además, según esta normativa, cualquier persona que opere un dron con un peso superior a 250 gramos, o que posea una cámara incorporada, debe registrarse como operador en la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) y cumplir con los requisitos de formación correspondientes. Además, es necesario disponer de un seguro de responsabilidad civil aeronáutico para cualquier dron en operación, ya que los drones se consideran aeronaves a todos los efectos según la Ley de Navegación Aérea.

CATEGORÍA ABIERTA

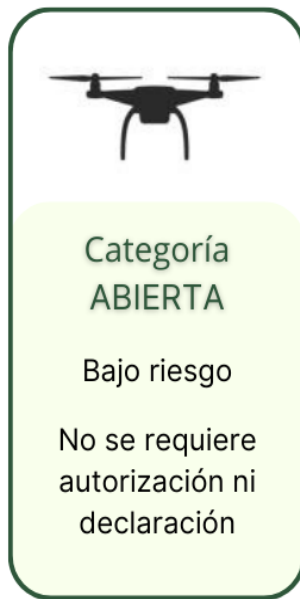


Figura 6. Categoría Abierta

La categoría abierta es la más común y cubre la mayoría de los vuelos con drones de peso inferior a 25 kg. En esta categoría no es necesaria ninguna autorización o declaración operacional, pero son de obligado cumplimiento las siguientes condiciones:

- Operar siempre en modo VLOS.
- Altura máxima de 120 m.
- No sobrevolar concentraciones de personas.
- Distancia con personas no participantes en la operación.
- Prohibido el transporte de mercancías o dejar caer objetos.
- Estar familiarizado con las instrucciones del fabricante.
- Completar la formación de cada subcategoría (A1/A3, A2).

Las diferentes categorías se diferencian por la distancia segura a las personas no involucradas:

- A1: operar sobre personas, pero no sobre concentraciones de personas.
- A2: operar cerca de la gente.
- A3: operar lejos de las personas.

CATEGORÍA ESPECÍFICA

La categoría específica abarca operaciones de drones que no cumplen con los requisitos de categoría abierta ni certificada, las cuales se pueden realizar en escenarios estándares establecidos a nivel nacional o europeo. Todos los operadores deben estar registrados como tales en el estado miembro de su residencia para poder operar.

Esta categoría permite operar más allá del alcance visual (BVLOS), utilizar drones con MTOM (Masa Máxima al Despegue) superior a 25 kg, operar a más de 120 m sobre el nivel del suelo, dejar caer objetos, operar un dron en un entorno urbano con un MTOM superior a 4 kg o sin una etiqueta de identificación de clase [32].



Figura 7. Categoría Específica

Existen cuatro maneras distintas de operar en la categoría específica:

- Presentar una declaración basada en un escenario estándar (STS).
- Obtener una autorización operativa de la Autoridad Aeronáutica Nacional (NAA) del estado de registro,
- siguiendo un documento PDRA (*Predefined Risk Assessment*).
- Obtener una autorización de funcionamiento sin PDRA.
- Tener una LUC (certificado de operador de UAS ligeros).

Declaración de escenario Estándar (STS)

El Escenario Estándar Europeo (STS) es una operación previamente establecida y detallada en el Anexo 1 del Reglamento (UE) 2019/947, que entrará en vigor a partir del 1 de enero de 2024, ya que los drones con la marca de clase C5 o C6 aún no están disponibles en el mercado. Es necesario superar la formación A1/A3, un examen adicional de conocimientos teóricos y una formación de aptitudes prácticas concreta para cada STS para poder operar. Hasta el momento se han publicado dos STS de la UE:

European Standard Scenario STS-01
Anexo 1 del Reglamento (UE) 2019/947 (Capítulo 1)
VLOS Altura < 120 m UAS de clase C5 Ninguna persona involucrada presente en el área de tierra controlada

Tabla 1. European Standard Scenario STS-01.

European Standard Scenario STS-02
Anexo 1 del Reglamento (UE) 2019/947 (Capítulo 2)
BVLOS (hasta 1 km de distancia, o 2 km si se utiliza un observador del espacio aéreo) Altura < 120 m (excepto entornos urbanos) UAS de clase C6 Ninguna persona involucrada presente en el área de tierra controlada

Tabla 2. European Standard Scenario STS-02.

Autorización operativa

Una autorización operativa es válida para todos los vuelos que se describen en ella y, por lo general, no tiene una limitación de tiempo o cantidad de vuelos, a menos que la NAA lo especifique. Sin embargo, si el operador planea operar en una zona geográfica específica, es posible que se le solicite obtener una autorización de vuelo adicional. Las restricciones, limitaciones, y características de las diferentes zonas geográficas de España se pueden consultar en la página web de ENAIRE Drones.

Para la obtención de la autorización operativa por parte la NAA (AESA en España), el operador debe presentar una solicitud de autorización operativa, que se basará en la evaluación del riesgo, y se enviará a la autoridad de registro competente. La mencionada solicitud variará dependiendo de si la operación se ajusta a un PDRA (*Predefined Risk Assessment*), es decir, a un escenario operativo para el que EASA ya ha realizado la evaluación de riesgos.

PDRA characterisation and conditions				
Topic	Method of proof	Condition	Integrity ¹⁶	Proof ¹⁶
1. Operational characterisation (scope and limitations)				
Level of human intervention	Self-declaration	1.1 No autonomous operations: the remote pilot should have the ability to maintain control of the UA, except in case of a loss of the command-and-control (C2) link.	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'
		1.2 The remote pilot should operate only one UA at a time.	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'
		1.3 The remote pilot should not operate the UA from a moving vehicle.	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'
		1.4 The remote pilot should not hand the control of the UA over to another command unit.	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'
UA range limit	Self-declaration	1.5 UAS operations should be conducted:		
		1.5.1 keeping the UA in sight of the remote pilot during the launch and recovery of the UA, unless the recovery of the UA is the result of an emergency flight termination;	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'
		1.5.2 if no airspace observer (AO) is employed in the operation, with the UA no further than 1 km from the remote pilot; and	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'
		1.5.3 if one or more AOs are employed in the operation, with the UA no further than 2 km from the remote pilot.	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'
Areas of overflown areas	Self-declaration	1.6 UAS operations should be conducted over a controlled ground area.	<i>Please include a reference to the relevant chapter/section of the OM.</i>	'I declare compliance.'

Figura 8. Ejemplo modelo de PDRA.

CATEGORÍA CERTIFICADA



La categoría certificada engloba a operaciones que presentan un nivel de riesgo elevado, como los futuros vuelos de drones con pasajeros a bordo o taxis aéreos. En estos casos, se aplicará un enfoque similar al utilizado en la aviación tripulada para garantizar la seguridad de los vuelos, garantizando un alto nivel técnico y formativo.

Para llevar a cabo estas operaciones, las aeronaves deben poseer un certificado de tipo y un certificado de aeronavegabilidad. Además, el operador del UAS deberá obtener una aprobación de operador aéreo de la autoridad competente y el piloto a distancia deberá poseer la correspondiente licencia de piloto [33].

Figura 9. Categoría Certificada

La categoría certificada actualmente está reservada para operaciones que impliquen:

- Sobrevolar concentraciones de personas con UAS mayores de 3 m de dimensión.
- Transportar personas.
- Transportar mercancías peligrosas.

Para la categoría certificada, la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) ha optado por definir diferentes etapas y enfocarse inicialmente en tres tipos de operaciones:

1. Vuelo internacional de drones de carga certificados siguiendo las regulaciones de vuelo instrumental (IFR) en el espacio aéreo controlado, con despegue y aterrizaje en aeródromos que estén bajo el alcance de EASA.
2. Operaciones que involucran drones en entornos urbanos o rurales utilizando rutas predefinidas en espacios aéreos donde se presta servicio U-space. Esto puede incluir drones no tripulados que transportan pasajeros o carga, como servicios de taxi aéreo o entregas de paquetes que llegan directamente a una vivienda.

3. Operaciones similares al tipo 2 descrito anteriormente. Se espera que esto cubra las operaciones iniciales de taxi aéreo donde el piloto estará a bordo de la aeronave. En una segunda fase, se permitirá que la aeronave sea pilotada de manera remota, lo que se correspondería con el tipo de operación 2 mencionado anteriormente.

Sin embargo, la regulación de la UAM aún no está completamente establecida, quedando algunos aspectos importantes a considerar, entre los que destacan:

- Publicación de zonas geográficas designadas como espacio aéreo UAM.
- Diseño de reglas para garantizar la separación segura entre aeronaves.
- Regulación de la gestión del tráfico aéreo y de la carga.
- Limitación de las operaciones y mantenimiento en condiciones climáticas adversas.
- Especificación de medidas de seguridad para la protección de pasajeros y pilotos.
- Implementación de estaciones de carga de baterías, vertipuertos de despegue y aterrizaje, y estaciones de pasajeros.
- Regulación total de la privacidad y la seguridad de los datos.

2.2.4. Modelos comerciales

En la actualidad, la UAM se ha consolidado como un mercado emergente de gran potencial, con múltiples oportunidades de inversión y crecimiento económico. Este nuevo enfoque ofrece soluciones innovadoras para abordar los desafíos de la congestión y la movilidad en entornos urbanos densamente poblados.

La aplicación de la UAM no solo tiene el potencial de transformar el transporte en las ciudades, sino que también puede generar un impacto significativo en otros mercados y sectores ya existentes. La integración de la UAM puede potenciar y aumentar la actividad de industrias como el transporte, el turismo, la publicidad y el entretenimiento, entre otros, aprovechando las ventajas de los UAS en entornos urbanos. A medida que se desarrollen y se implementen los servicios de UAM, se espera que emerjan nuevos mercados y negocios basados en la aplicación de UAS, lo que brinda una amplia gama de oportunidades económicas y empresariales.

2.2.4.1. Mercados potenciales

TAXIS AÉREOS

Se estima que el mercado más grande y de mayor crecimiento dentro del sector de UAM sea el servicio de taxi aéreo con UAS [34]. Se trata de un servicio de transporte de pasajeros mediante drones equipados con tecnología avanzada de navegación y control, que realizan desplazamientos cortos en áreas urbanas y periurbanas.

Los taxis aéreos con UAS tienen un gran potencial, ya que pueden ofrecer una alternativa rápida, eficiente y segura para el transporte en áreas urbanas y suburbanas. Además, el uso de drones puede reducir significativamente los costes de operación y mantenimiento en comparación con los servicios actuales. No obstante, es importante tener en cuenta que la regulación varía de un país a otro y puede ser bastante restrictiva. Además, el desarrollo de la infraestructura necesaria para apoyar este tipo de servicio, como estaciones de carga de baterías y áreas de despegue y aterrizaje designadas, también puede ser costoso.

Para este servicio se establecerán corredores de vuelo delimitados, con el objetivo de garantizar la seguridad de las aeronaves y pasajeros a bordo, así como de las personas y sus bienes en tierra. Además, estarán diseñados para mantener al mínimo las emisiones ambientales y el ruido para obtener un transporte eficiente.

Existen pruebas realizadas con éxito por empresas desarrolladoras del sector. El pasado 14 de febrero de 2023, las empresas estadounidenses Blade Air Mobility y Beta Technologies volaron por primera vez un vehículo de servicio de taxi sobre la ciudad de Nueva York [35]. La aeronave ALIA-250 EVA transportó a seis pasajeros desde el aeropuerto de Westchester, siendo acompañada por un helicóptero y demostrando que es diez veces menos ruidosa que este. El potencial del mercado ya ha sido notorio, dado que las empresas ya tienen firmados varios contratos con operadores comerciales para construir otras 20 aeronaves de este tipo, diseñadas para el transporte de pasajeros y de carga.

En España, el Instituto Tecnológico de Galicia (ITG) presentó en septiembre de 2022 el primer aerotaxi no tripulado de fabricación española, coordinando parte del proyecto europeo H2020 para promover la integración segura de drones en entornos urbanos [36]. El vuelo fue gestionado con AIRUS, uno de los sistemas más avanzados de gestión de tráfico de drones en ciudades de Europa, desarrollado en Galicia por el ITG y la empresa NTT DATA, contando así con tecnología avanzada de sensores, navegación y control para operar de manera segura y eficiente.

Para la puesta en funcionamiento de forma definitiva del mercado de taxi aéreo, es necesaria la implementación total del *U-Space* (definido con posterioridad) junto a una normativa regulatoria aplicable a este servicio.

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

La entrega de paquetes a través de aeronaves no tripuladas es otro mercado en crecimiento que ha atraído el interés de empresas de logística y comercio electrónico. Se trata de utilizar drones equipados con cámaras y sensores avanzados para transportar paquetes y mercancía de un lugar a otro de manera rápida y eficiente.

Como negocio, el transporte de mercancías con drones ofrece muchas ventajas. En primer lugar, permite una entrega más rápida de los productos, lo que puede mejorar la satisfacción del cliente y reducir los costes de almacenamiento. Además, los UAS pueden llegar a áreas remotas o de difícil acceso, lo que los convierte en una alternativa viable para la entrega de productos en zonas rurales o en países en desarrollo. Sin embargo, al igual que con los taxis aéreos, la regulación puede ser restrictiva en algunos países y la infraestructura necesaria para apoyar este tipo de servicio puede ser costosa. Además, el transporte de mercancías con aeronaves no tripuladas requiere un alto nivel de automatización y seguridad para garantizar la entrega de manera segura y efectiva.

Existen varias empresas que ya se están introduciendo en este mercado, entre las que destacan:

- Amazon ha estado realizando pruebas de entrega con drones en varias partes del mundo con su proyecto Amazon Prime Air, un servicio de entrega de paquetes que utiliza drones para entregar productos en 30 minutos o menos [37].
- UPS recibió en 2019 la aprobación de la Administración Federal de Aviación (FAA) de Estados Unidos para operar una flota de drones de entrega mediante su subsidiaria UPS Flight Forward [38].
- Zipline, una empresa que utiliza drones para entregar suministros médicos en países en desarrollo, ha estado operando en Ruanda desde 2016 y también tiene operaciones en Ghana [39].
- DHL ha estado realizando pruebas con su aeronave Parcelcopter en Alemania, con uso de tecnología de control remoto y navegación, desde 2013. Actualmente opera entregando suministros médicos a hospitales de África [40].

SEGURIDAD URBANA

En los últimos años, el uso de drones en la seguridad y salud pública ha experimentado un notable aumento, ya que estos dispositivos ofrecen una perspectiva única y una capacidad de respuesta rápida en situaciones de emergencia. Dentro de la UAM, el uso de drones en seguridad urbana puede ser de interés en rescates, vigilancia y seguridad en áreas urbanas, monitorización del tráfico, seguridad de las infraestructuras, rastreo de personas y detección de actividades ilegales, entre otras actividades [41].

Aunque inicialmente los drones tenían un enfoque principalmente militar, la evolución tecnológica ha permitido su amplia utilización en aplicaciones de seguridad urbana y su consecuente crecimiento en zonas urbanas. Ya existen casos de UAS aplicados a la seguridad en distintos países. Por ejemplo, la policía de Dubái ha estado utilizando drones para patrullar las calles de la ciudad y detectar violaciones de tráfico; la Oficina de Aduanas y Protección Fronteriza de Estados Unidos utiliza drones para patrullar la frontera con México; o el Festival de la Canción de Eurovisión 2019 en Tel Aviv, Israel, en el que los drones fueron utilizados para detectar posibles amenazas y garantizar la seguridad del evento.

Policía Nacional Sueca	Policía de Essex (Inglaterra)	State Police St. Gallen (Suiza)	Policía de Devon y Cornwall (Inglaterra)
Inicio: 2017 Pilotos: >200 Flota: >350	Inicio: 2016 Pilotos: 35 Flota: 25	Inicio: 2018 Pilotos: 20 Flota: 30	Inicio: 2015 Pilotos: 35 Flota: 35
Servicio de Rescate de Montaña de Croacia (HGSS)	Policía Nacional de Noruega	Departamento Nacional de Bomberos de Italia	Sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal de Madrid
Inicio: 2013 Pilotos: 42 Flota: 60	Inicio: 2019 Pilotos: 40 Flota: 45	Inicio: 2016 Pilotos: >100 Flota: 60	Inicio: 2020 Pilotos: 26 Flota: 23

Tabla 3. Principales programas de drones de seguridad urbana en Europa en 2023.

La actuación en zonas catastróficas puede ser una oportunidad de negocio en la industria de Urban Air Mobility, dado que los UAS son una herramienta útil para realizar búsquedas y rescates, evaluaciones de daños y vigilancia después de desastres naturales o situaciones de emergencia [42]. En estos casos, los UAS pueden proporcionar una perspectiva aérea rápida y detallada de la situación, lo que permite una respuesta más veloz y eficaz. Las aeronaves no tripuladas también pueden ser utilizadas para buscar y localizar a personas desaparecidas, realizar evaluaciones de daños y ayudar a coordinar las operaciones de rescate y recuperación. Además, se puede cooperar con los servicios de entrega de suministros médicos, alimentos y otros bienes necesarios en situaciones de emergencia. Esto es particularmente útil en zonas de difícil acceso, donde las carreteras pueden estar bloqueadas o dañadas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la actuación en zonas catastróficas con drones puede ser peligrosa y debe realizarse con precaución y cumpliendo con todas las regulaciones y normas de seguridad. Es necesario tener experiencia y capacitación en la operación de drones en situaciones de emergencia y trabajar en estrecha colaboración con los equipos de rescate y las autoridades locales.

EMERGENCIAS MÉDICAS

El uso de UAS en emergencias médicas es una tendencia en crecimiento, ya que estos dispositivos pueden proporcionar una ayuda rápida y segura, que puede aumentar considerablemente en zonas urbanas debido a la implementación del UAM.

De este modo, sería posible el transporte de órganos, de equipo médico o fármacos, vigilancia e identificación en accidentes, y muchos otros servicios.

Actualmente este servicio se está utilizando para la entrega y recogida de suministros médicos como consecuencia de la pandemia de COVID-19, ya que produjo un despliegue del mercado de entregas con drones, siendo necesario para la entrega sin contacto de paquetes, suministros médicos y otros artículos en áreas remotas y de difícil acceso, a mayor velocidad.

2.2.4.2. Clientes potenciales

La movilidad aérea urbana aún se encuentra en una etapa inicial, y la demanda y los clientes potenciales pueden cambiar a medida que se la industria madura, se desarrolla la tecnología y se resuelven los desafíos regulatorios y de seguridad.

Las empresas de transporte y logística, junto a los viajeros individuales, son unos de los principales clientes detectados para la UAM, ya que pueden encontrar en ella una forma rápida y eficiente de transportar personas, productos o suministros a través de áreas urbanas congestionadas. No obstante, no se pueden obviar otros usuarios con futura operación, como lo son las empresas de turismo, empresas de construcción y mantenimiento, empresas de emergencias y servicios públicos, autoridades, etc.

2.2.5. Infraestructura

La infraestructura de la UAM es un factor clave para el desarrollo y la adopción de la movilidad aérea urbana en las ciudades del futuro. Las autoridades y los planificadores urbanos deberán trabajar en estrecha colaboración con los proveedores de tecnología, así como con los futuros usuarios, para desarrollar la infraestructura necesaria y hacer posible una integración eficaz y segura en las ciudades.

Es sustancial que la infraestructura de la UAM se integre con la infraestructura terrestre existente, incluyendo el transporte público, las carreteras, el estacionamiento y otros servicios, tanto para la comodidad y eficiencia del servicio como para la aceptación pública.

VERTIPUERTOS

Según EASA un vertipuerto se define como “área de tierra, agua o estructura utilizada o destinada a ser utilizada para el despegue de aterrizaje de aviones con capacidad VTOL”.

En otras palabras, los vertipuertos son zonas específicas que brindan la infraestructura necesaria para el transporte aéreo comercial seguro de pasajeros o cargas mediante aeronaves VTOL. Para lograr una UAM óptima, es fundamental que los vertipuertos sean de fácil acceso y cuenten con buenos servicios de conexión a calles, estaciones de tren, autobuses y otros medios de transporte.

Es de vital importancia para la UAM el desarrollo de una red de vertipuertos. Estos pueden ser estructuras elevadas, como helipuertos, o áreas en tierra específicas que han sido diseñadas para esta función.

En marzo de 2022, EASA publicó una guía no vinculante, no sujeta por lo tanto a disposiciones legislativas y reglamentarias adoptadas oficialmente o futuras, para el diseño de vertipuertos [43]. Esta documentación se realizó en cooperación con las principales empresas de vertipuertos y fabricantes de VTOL del mundo, y con el apoyo de expertos de los Estados miembros europeos.

Patrick Ky, Director Ejecutivo de EASA detalla:

“Con la primera guía del mundo para operaciones seguras de vertipuertos, la ambición de EASA es proporcionar a nuestras partes interesadas el 'estándar de oro' cuando se trata de marcos operativos y diseño de vertipuertos seguros. Al armonizar el diseño y los estándares operativos para los vertipuertos, apoyaremos a la industria europea, que ya está comenzando a embarcarse en proyectos emocionantes en Europa y en todo el mundo para hacer realidad la nueva movilidad aérea urbana” [44].

Dado que numerosos vertipuertos serán edificados en el interior o en las cercanías de las zonas urbanas, la guía proporciona soluciones novedosas y originales, diseñadas específicamente para abordar los desafíos que plantean estos entornos con alta congestión.

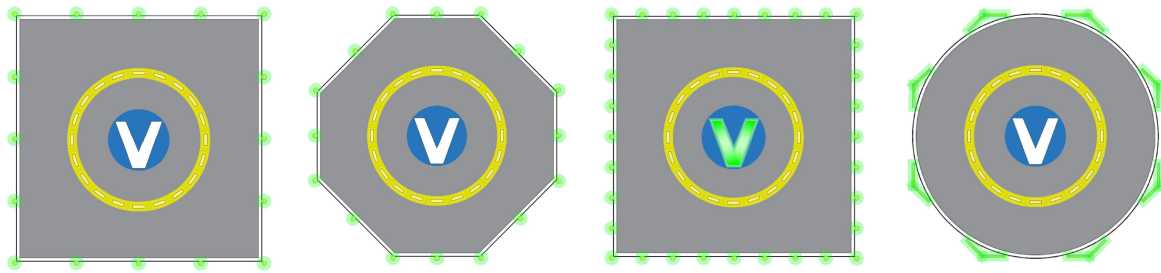


Figura 10. Ejemplos diseños de vertipuertos guía EASA.

El siguiente paso necesario es una regulación a gran escala, en la que EASA está trabajando, que desarrollará un amplio espectro de requisitos regulatorios para garantizar la seguridad de las operaciones de los vertipuertos. Estos requisitos comprenderán no solo especificaciones de diseño, sino también requisitos para que las autoridades supervisen las operaciones. Además, se incluirán detalles organizativos y operativos, tales como las especificaciones de las instalaciones necesarias para la carga y descarga de pasajeros y mercancías, así como para la recarga de las baterías de los UAVs.

SISTEMAS DE NAVEGACIÓN Y CONTROL DEL TRÁFICO AÉREO

Los sistemas de navegación y control de tráfico aéreo son otro aspecto clave para la operación segura y eficiente de los vehículos de la UAM. Estos sistemas facilitan el monitoreo y control del tráfico aéreo, coordinando las rutas de vuelo y los horarios de despegue y aterrizaje. Su función es coordinar el tráfico aéreo entre los diferentes vehículos de la UAM y otros usuarios del espacio aéreo, como aviones comerciales y helicópteros, teniendo siempre en cuenta el entorno urbano. Para su correcto desempeño pueden ser necesarios nuevos procedimientos y reglas de tráfico aéreo.

Adicionalmente, será fundamental la disposición de infraestructura de soporte como servicios de mantenimiento, reparación y reabastecimiento de combustible o baterías.

2.2.6. Aceptación pública

La aceptación pública de la movilidad aérea urbana es un factor crítico para su viabilidad y éxito a largo plazo. Dado que la UAM es una tecnología emergente, es posible que algunas personas tengan preocupaciones o incertidumbres sobre su seguridad, privacidad y otros aspectos. Para fomentar la aceptación pública de la UAM, es importante involucrar a la comunidad y a los interesados en el diseño, planificación y despliegue de los sistemas. También es necesario educar al público sobre los beneficios y las limitaciones de la UAM, y abordar sus preocupaciones y preguntas. La transparencia y la comunicación efectiva pueden ayudar a aumentar la confianza del público.

Los ciudadanos desconfían de las tecnologías que no comprenden y, por tanto, de los vehículos que no están pilotados por personas. Por ello, es importante garantizar que los sistemas de la movilidad aérea urbana sean seguros y eficientes en la práctica.

Algunos colectivos muestran preocupación por la privacidad, debido a una mala interpretación sobre cómo se usan las cámaras y la legislación al respecto. La reglamentación resuelve satisfactoriamente este aspecto, siendo ilegal la intrusión dentro de la vida privada sin consentimiento y el seguimiento de una persona convirtiéndola en el objetivo.

Otro de los puntos de controversia es el trabajo. Existe la preocupación de que la tecnología autónoma haga obsoletos algunos puestos de trabajo en diferentes sectores, pero bien es cierto que la UAM creará muchos otros nuevos puestos de trabajo como ingenieros aeronáuticos y mecánicos, pilotos y operadores, desarrolladores de software, analistas de datos, especialistas en seguridad y políticas públicas, e incluso otros por ahora inexistentes.

Finalmente, cabe destacar el impacto en el medio ambiente. Es probable que exista un cierto rechazo a la presencia de aeronaves, debido a posibles perturbaciones auditivas y visuales en los vecindarios residenciales. No obstante, a su vez, los ciudadanos perciben una gran cantidad de otros beneficios. La UAM podría ayudar a reducir la congestión del tráfico y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el tráfico urbano terrestre, lo que podría mejorar la calidad del aire y reducir el cambio climático. Para maximizar los beneficios ambientales, es importante que se desarrolle y opere de manera sostenible, incluyendo medidas para minimizar el ruido y la contaminación visual. Además, se debe tener en cuenta la ubicación de las rutas de vuelo y las infraestructuras de la UAM para minimizar su impacto en la vida silvestre y la biodiversidad.

2.3. U-space

U-Space es, según el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España:

“un sistema de gestión del tráfico aéreo de drones (UTM- Gestión de Tráfico de UAS), en ciertas localizaciones geográficas, basado en un conjunto de servicios y procedimientos designados para conseguir el acceso de los drones al espacio aéreo actual, principalmente a bajas altitudes, de una forma eficaz y segura. Estos servicios están apoyados en la digitalización y automatización de ciertas funciones que facilitan la integración de los drones en el espacio aéreo actual, incluso con la posibilidad de convivencia con las aeronaves tripuladas” [41].

AESA también ha definido el concepto U-Space, estableciéndolo como “el conjunto de servicios y procedimientos que se está desarrollando de forma coordinada para posibilitar un alto número de operaciones con aeronaves no tripuladas, especialmente las de mayor complejidad, de una manera ordenada, fluida, segura y asequible”.

El desarrollo del proyecto U-Space está liderado en Europa por La Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea (EASA), que junto con la colaboración de autoridades reguladoras, proveedores de servicios y partes interesadas de la industria, forman parte de progresos en países y regiones para sus propios marcos U-Space.

2.3.1. Evolución històrica

La historia del U-Space se remonta a noviembre del año 2000, cuando con el fin de superar la fragmentación en la gestión del control aéreo, mejorar la capacidad de vuelo en Europa y estructurar el espacio aéreo y los servicios de navegación aérea, se redactó la legislatura del Cielo Único Europeo (SES) de la Unión Europea.

Para dar soporte al desarrollo tecnológico del SES, en 2004 se inició el proyecto Single European Sky ATM Research (SESAR). SESAR, encargado de coordinar las investigaciones y desarrollos para la creación de una nueva generación de gestión de tráfico aéreo (ATM) a nivel europeo, representa uno de los proyectos de infraestructura más innovadores lanzados por la Unión Europea. Su objetivo a lo largo de los años ha sido definir, desarrollar e implementar estrategias para mejorar el rendimiento del ATM y construir un sistema de transporte aéreo inteligente en Europa.

En 2017, la evolución de SESAR condujo a la creación del *U-Space*, un proyecto de gestión del espacio aéreo específicamente para el tráfico de drones en Europa. Este conjunto de nuevos servicios y procedimientos está diseñado para apoyar un acceso seguro, eficiente y protegido al espacio aéreo para un gran número de drones. El *U-Space* se rige por principios clave que incluyen la seguridad de todos los usuarios del espacio aéreo, la capacidad de responder y gestionar la interfaz con la aviación tripulada, y la posibilidad de llevar a cabo operaciones de alta densidad con drones automatizados.

La implementación del *U-Space* se divide en cuatro fases. La primera fase, conocida como U1, ya se ha completado y se centró en la definición y el diseño del concepto de *U-Space*. Durante esta fase, se desarrollaron prototipos de servicios, se definieron los requisitos técnicos y operativos del sistema, se identificaron los servicios necesarios, y se evaluaron las tecnologías disponibles.

La siguiente fase, U2, se enfoca en el desarrollo, integración y validación de los servicios de *U-Space* en un entorno operativo real. En 2022, los miembros del proyecto Concept of Operation for EuRoPeaN UTM Systems (CORUS) anunciaron la versión finalizada del primer Concepto de Operaciones (CONOPS) para UTM en el espacio aéreo de muy bajo nivel en Europa, un paso importante dentro de esta fase. Este CONOPS adopta un diseño del espacio aéreo que comprende tres niveles de complejidad, denominados X, Y y Z, cada uno con sus propias características y requisitos. Además, esta fase se centra en las pruebas y validaciones de los servicios de *U-Space*, incluyendo la interoperabilidad de los diferentes servicios y la capacidad del sistema para gestionar un gran número de UAS en el espacio aéreo de baja altitud. Los resultados de estas pruebas y validaciones indicaron un sólido progreso y resultado.

La fase U3, todavía por ejecutar, se refiere a la fase de implementación de mejoras de servicios *U-space*, en la que se espera que se establezcan plenamente las capacidades operativas de resolución táctica de conflictos y de geoconciencia. Se estima que la fase U3 se implemente gradualmente a lo largo de los próximos años, y que tenga un impacto significativo en la capacidad de la industria de UAS para operar de manera segura y eficiente en entornos urbanos.

Como fase final, la U4 hace referencia a la integración completa de los protocolos de *U-Space* dentro de las operaciones aéreas civiles, y termina lo ya comenzado en la integración U3, con el objetivo de ofrecer un sistema de comunicación activo entre todas las aeronaves. La fase U4 se centra en la integración completa de *U-space* en el sistema de gestión del tráfico aéreo (ATM) existente, así como en el despliegue de servicios avanzados e infraestructura necesaria.

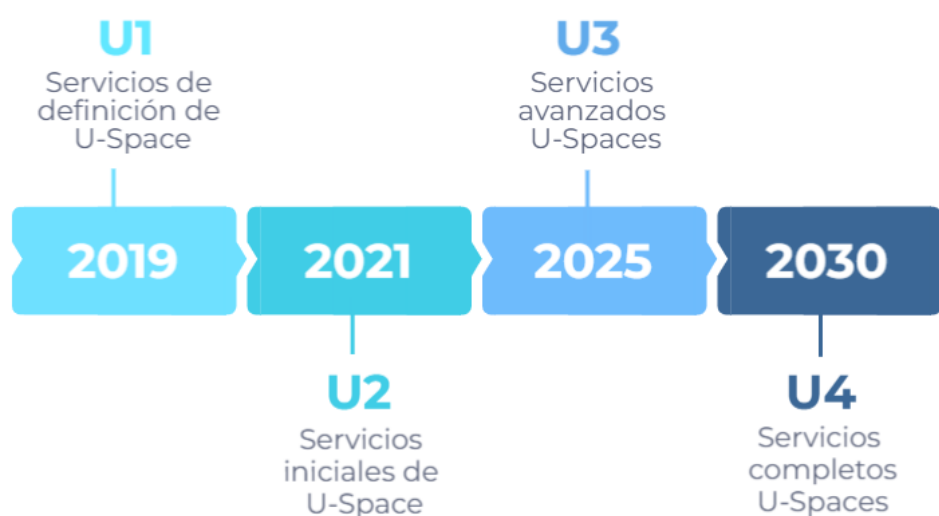


Figura 11. Evolución temporal del U-Space [45].

2.3.2. Regulación y normativa

Para la regulación específica del U-Space, es de aplicación un paquete normativo constituido por el Reglamento de Ejecución (EU) 2021/664 sobre el marco regulador de U-Space, el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/665 sobre los requisitos y obligaciones de los proveedores de servicios de Navegación Aérea, y el Reglamento de Ejecución (EU) 2021/666 sobre los requisitos para la aviación tripulada en contexto U-Space.

El Reglamento europeo sobre *U-Space*, desarrollado por EASA, deja en manos de los Estados miembros decisiones de gran relevancia como la configuración del sistema para la prestación del servicio, la definición de los espacios aéreos *U-Space*, el reparto de competencias entre las autoridades o la certificación de los proveedores de servicios. La regulación en España está a cargo de varios organismos [46]:

- la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) en calidad de órgano regulador.
- la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) como responsable de garantizar la seguridad en la operación y supervisar a los proveedores de servicios.
- ENAIRE, por su parte, como proveedor de servicios de navegación aérea e información aeronáutica y proveedor de servicios comunes de información (CISP).
- el Ministerio de Defensa (MINDEF) como Autoridad Competente militar, proveedor de servicios aeronáuticos, operador de drones y encargado de la ejecución del Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-space.
- la Comisión Interministerial entre el Ministerio de Defensa y el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (CIDETMA) como encargada de la evaluación, definición y designación de las zonas U-Space en España.

Este paquete normativo no es aplicable para actividades NO EASA, a excepción de aquellas a las que el Estado miembro haya decidido adherir a la normativa. En España, las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado podrán también ser usuarios de los servicios de U-space y quedan englobados en la normativa.

Para la implantación efectiva del U-space en España deben evaluarse, definirse y designarse por CIDETMA, las zonas consideradas espacios aéreos *U-Space*, sus restricciones y los servicios que se prestarán en dicho espacio aéreo. El desarrollo de las zonas geográficas se llevará a cabo por parte del Grupo de

Trabajo Nacional de Zonas Geográficas de asistencia técnica a CIDETMA, con el que deberán coordinarse las administraciones nacionales, regionales y locales, según el artículo 18(f) del Reglamento europeo de *U-Space*. Se evitarán en todo momentos los espacios aéreos con frecuencia de tráfico tripulados para evitar reconfiguraciones del espacio aéreo.

Actualmente, el reglamento europeo establece cuatro servicios obligatorios para la operación *U-Space*:

- **Servicio de Identificación de Red:** proporciona la información de número de serie, ubicación, rumbo, trayectoria de la aeronave, registro y posición del operador durante la operación.
- **Servicio de Geoconsciencia:** limita el espacio aéreo disponible, informa sobre las condiciones operacionales o restricciones temporales durante la operación.
- **Servicio de Autorización de Vuelo:** asegura que la aeronave y las de su entorno no presenten ningún conflicto, y facilita la autorización de vuelo a cada operación.
- **Servicio de Información de Tráfico:** informa a los operadores sobre otros tráfico alrededor de sus aeronaves, tripulados o no.

Existen otros dos servicios adicionales, de obligación dependiendo del riesgo de determinados espacios aéreos de acuerdo al estudio de seguridad elaborado conforme al Reglamento (UE) 664/2021 [46]:

- **Servicio de Información Meteorológica:** detalla la información meteorológica necesaria para las fases de planificación y ejecución de las operaciones.
- **Servicio de Supervisión de la Conformidad:** avisa al operador, servicios de tránsito aéreo, así como a otros operadores cercanos, en caso de que esté incumpliendo o desviándose de las actividades detalladas en la autorización de vuelo obtenida.

Atendiendo a la normativa, con la implementación del *U-Space* también deberán implantarse dos nuevos proveedores de servicios: los proveedores de servicios de información (CISP) y proveedores de servicios de *U-Space* (USSP).

Por un lado, los proveedores de servicios comunes de información (CISP) serán los encargados de difundir la información común necesaria para permitir la debida gestión del tráfico en cada espacio aéreo *U-Space*. El proveedor CISP será un servicio único y común para la interconexión de información de sistemas de control de tráfico aéreo, así como entre los proveedores de servicios de

U-space para el intercambio de datos operativos estáticos y dinámicos, asegurándose de que toda la información llegue a todos los agentes involucrados.

Por otro lado, los proveedores de servicios de U-space (USSP) certificados ofrecen el resto de servicios necesarios durante la operación. Existen dos modelos de prestación de servicios según el Reglamento de U-space: centralizado o distribuido. En el primer caso, con un modelo de prestación de servicios centralizado será un único proveedor actuará como punto focal único de información común y coordinación entre USSPs y proveedores ATS. En cambio, con el modelo de prestación de servicios distribuido existe la figura del proveedor CIS. Su función recae sobre los Estados mediante una coordinación directa y sin intermediarios.

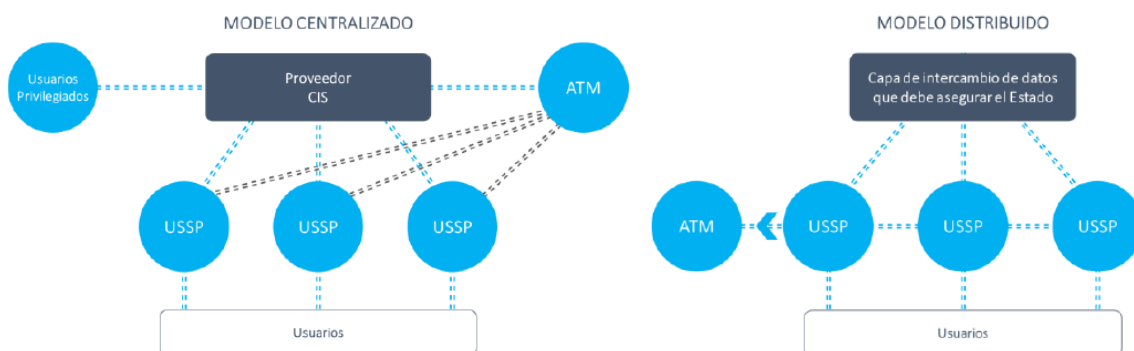


Figura 12. Modelos existentes de prestación de servicios U-Space [46].

Estos dos nuevos proveedores de servicios se integran en el marco del *U-Space* con el resto de actores que participan en el de gestión del tráfico aéreo no tripulado: administraciones públicas; Proveedores de servicios de tráfico aéreo (ATSPs); Ministerio de Defensa/Ejército del Aire, Operadores de UAS; Pilotos a distancia de UAS; Propietarios de UAS; Fabricantes de UAS; Operadores aeroportuarios; Fuerzas y Cuerpos de Seguridad; Usuarios de la aviación; entre otros.

El pasado 21 de diciembre de 2022, EASA publicó los Medios Aceptables de Cumplimiento y Material Guía, los cuales ayudarán a implementar el *U-Space* de manera armonizada, segura y eficiente en la Unión Europea. AESA ha anunciado en su sitio web la publicación del formulario de solicitud y del cuestionario correspondiente para demostrar el cumplimiento de los requisitos de certificación como proveedor USSP acorde al material de EASA. ENAIRE, una entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, desempeñará la función de CISP y proveedor USSP para actividades específicas del sector público en España, mediante un modelo de prestación de servicios centralizado [46]. Los USSP no serán necesariamente agencias estatales.

2.3.3. Tecnología de gestión del tráfico aéreo

Para conseguir una integración segura y eficiente de vehículos no tripulados en el espacio aéreo compartido se requieren sistemas de gestión del tráfico aéreo que permitan la coordinación de múltiples vehículos a la vez. Esta tecnología incluye sistemas de seguimiento y detección, sistemas de comunicación y sistemas de gestión de riesgos, esenciales para permitir el crecimiento y la expansión de las operaciones, al mismo tiempo que se garantiza la seguridad de las personas en tierra y en el aire.

Los sistemas de comunicación y enrutamiento en *U-Space* son sistemas diseñados para permitir la comunicación bidireccional entre las aeronaves y los controladores de tráfico aéreo. Estos sistemas permiten que se envíe y reciba información importante, como ubicación, velocidad, dirección de vuelo, estado de la batería, y otra información necesaria para la gestión segura y eficiente.

Los sistemas de control y monitorización del tráfico aéreo en *U-Space* son similares a los sistemas utilizados en la gestión del tráfico aéreo convencional, pero están específicamente diseñados para la gestión del tráfico de vehículos aéreos no tripulados. Mediante sistemas de geoposicionamiento, una tecnología complementaria de gran utilidad, se establecen zonas de exclusión aérea y corredores de vuelo, a la vez que se obtiene la localización precisa de aeronaves no tripuladas en el espacio aéreo y su seguimiento en tiempo real. Entre las tecnologías utilizadas destacan los radares, sistemas de transmisión de información sobre ubicación, velocidad, altitud y otros datos importantes, cámaras de alta definición, sensores de movimiento y otros dispositivos que se utilizan para detectar la presencia y ubicación de la aeronave en el espacio aéreo.

En *U-Space* también se está trabajando en sistemas de seguridad y gestión de emergencias, diseñados para hacer frente a situaciones críticas, como fallos de hardware o colisiones, con el fin de garantizar la seguridad de los vehículos y de las personas en tierra.

Entre otras de las tecnologías en desarrollo podemos encontrar servicios de autorización y registro que permiten a los operadores obtener permisos para volar en áreas específicas y cumplir con las regulaciones de seguridad aérea, o algoritmos para la planificación de rutas que permiten optimizar la trayectoria, minimizar el consumo de energía y evitar obstáculos.

2.3.4. Integración de aeronaves no tripuladas

La integración de las aeronaves no tripuladas en el espacio aéreo urbano, junto con otros vehículos aéreos y con el tráfico terrestre, va estrechamente relacionado con el desarrollo de regulaciones claras y coherentes que aborden la operación en los entornos urbanos. Las regulaciones deben abordar aspectos como la seguridad, la interoperabilidad entre aeronaves, la privacidad, la gestión del tráfico aéreo y terrestre, la responsabilidad y el seguro.

Adicionalmente, es necesario el desarrollo de la tecnología expuesta de forma robusta, escalable y capaz de integrarse con los sistemas existentes de gestión del tráfico aéreo y terrestre, ya que para una correcta integración son vitales los sistemas de detección y seguimiento avanzados para detectar y evitar obstáculos, así como sistemas de comunicación y enrutamiento para interactuar con otros vehículos aéreos y con el tráfico terrestre.

Es fundamental que se establezca una colaboración cercana entre las autoridades reguladoras, los proveedores de servicios de gestión del tráfico aéreo y terrestre, los operadores y otros vehículos aéreos, así como las autoridades locales y los ciudadanos. La colaboración debe incluir una comunicación abierta y transparente y la cooperación en la identificación de riesgos y la implementación de soluciones para garantizar la seguridad y la privacidad de las personas y las propiedades en el suelo.

3. ESTUDIO DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO UAM

3.1. Introducción

A medida que las ciudades se adaptan a la era digital y se transforman en entornos más inteligentes y eficientes, emerge un nuevo horizonte de posibilidades comerciales que deben explorarse para diseñar un plan de negocio idóneo. En este capítulo del Trabajo Final de Grado, se realiza un estudio exhaustivo de las oportunidades de negocio en el ámbito de la Movilidad Aérea Urbana, dentro del contexto de una *Smart City* española, con el objetivo de hallar el negocio más apropiado para su desarrollo.

El análisis se centra en cuatro aplicaciones con UAS, de gran potencial comercial, en el sector de la UAM: los taxis aéreos, el transporte de mercancías, la seguridad urbana y las emergencias médicas. Cada una de estas áreas ofrece un conjunto único de amenazas y oportunidades que necesitan ser evaluados detenidamente.

Sin embargo, previo al estudio de estas ideas de negocio, se detalla un análisis comparativo de las principales *Smart Cities* de España, identificando aquellas ciudades que presentan las condiciones más favorables para la implementación de soluciones UAM. La ciudad seleccionada permitirá ubicar el análisis de ideas de negocio dentro de un contexto real y específico, lo que permitirá una evaluación más precisa y relevante. En este análisis comparativo, se considerarán factores clave como la infraestructura existente, la capacidad tecnológica, la normativa local y la densidad de población.

Una vez seleccionada la ubicación óptima y exploradas en profundidad las ideas de negocio, se emplea una matriz de valoración para discernir cuál de estas ideas presenta un mayor potencial de éxito. Este enfoque metodológico permite tomar decisiones informadas y estratégicas basadas en datos, proporcionando así una base sólida para el posterior plan de negocio.

3.2. Análisis Smart Cities España

Para la realización de un análisis de mercado más preciso y detallado, se ha analizado el potencial de diversas ciudades españolas, con el fin de identificar la ubicación óptima que brinde las mejores condiciones y oportunidades en su respectivo entorno.

En este contexto, se ha optado por considerar las cuatro ciudades españolas clasificadas como las principales Smart Cities, según el *Smart City Index 2023* publicado por el *International Institute for Management Development (IMD)*: Barcelona, Madrid, Bilbao y Zaragoza [47].

Factor	Barcelona	Madrid	Bilbao	Zaragoza
Posición IMD Smart City Index 2023	75	37	27	54
Población y tamaño del mercado	2ª ciudad más poblada de España (1,6 millones)	Ciudad más poblada de España (3,3 millones)	(345.000)	(700.000)
PIB per cápita y crecimiento económico (2021)	2º mayor PIB per cápita en España (32.469)	Mayor PIB per cápita en España (37.271)	Crecimiento económico en el País Vasco (30.758)	Crecimiento económico en Aragón (29.946)
Concentración de empresas y oportunidades	Dinamismo empresarial y ecosistema de startups	Capital y centro financiero	Crecimiento en el sector tecnológico	Enfoque en logística y desarrollo tecnológico
Infraestructura y conectividad	Buena infraestructura y conectividad	Buena infraestructura y conectividad	Buena infraestructura y conectividad	Buena infraestructura y conectividad
Desarrollo tecnológico e innovación	Centros de investigación y parques tecnológicos	Importante centro de innovación	Crecimiento en el ámbito tecnológico	Presencia de universidades y centros de investigación
Regulación y legislación	AESA y la Unión Europea	AESA y la Unión Europea	AESA y la Unión Europea	AESA y la Unión Europea
Cultura empresarial y aceptación social	Enfoque en la innovación y Smart City	Receptividad a tecnologías emergentes	Transformación y modernización	Tendencia positiva hacia tecnologías emergentes
Competencia	Competencia alta	Competencia alta	Competencia moderada	Menor competencia

Tabla 4. Análisis principales Smart Cities España [47][48].

La selección de la ciudad de Madrid como ubicación para el análisis de las ideas de negocio se justifica por diversas razones socioeconómicas y demográficas, en comparación con otras ciudades como Barcelona, Bilbao y Zaragoza.

Madrid destaca debido a su gran población y tamaño de mercado, siendo la ciudad más poblada de España y ofreciendo en consecuencia una mayor demanda potencial de servicios y aplicaciones relacionadas con UAS. Además, su posición como la ciudad con el mayor PIB per cápita en España muestra una economía fuerte y un entorno propicio para el crecimiento y la expansión de negocios.

Como capital y centro financiero de España, Madrid alberga una alta concentración de empresas de diversos sectores, lo que brinda múltiples oportunidades de negocio y colaboración. Además, la excelente infraestructura y conectividad de la ciudad, así como innovación y tecnología con numerosas instituciones académicas, centros de investigación y parques tecnológicos, permiten el acceso a recursos y conocimientos técnicos en el campo de los UAS.

Por último, aunque la ciudad, al igual que las otras analizadas, está sujeta a las regulaciones de AESA y la Unión Europea en cuanto a drones, su ubicación como capital podría facilitar el acceso a la información actualizada sobre la regulación y el contacto con organismos reguladores.

3.3. Análisis ideas de negocio UAM

3.3.1. Taxis aéreos

DETECCIÓN DEL PROBLEMA

El negocio de taxis aéreos con UAS ofrece una solución innovadora para resolver problemas actuales relacionados con la congestión del tráfico en las ciudades, la inaccesibilidad de ciertas áreas remotas, la contaminación del aire y la pérdida de tiempo y productividad en los desplazamientos.

La congestión del tráfico es un problema cada vez más relevante en muchas ciudades alrededor del mundo, y puede tener efectos negativos en la productividad, el medio ambiente, la salud y la economía.

Según el informe *TomTom Traffic Index* realizado por la empresa de tecnología de tráfico *TomTom*, en 2022, los conductores de la ciudad de Madrid perdieron un promedio anual de 4 horas por kilómetro, debido a la congestión de tráfico, con un índice de congestión del 27% durante las horas pico [49][50]. Este periodo de tiempo es equivalente a los siguientes datos:

	Tiempo de viaje perdido	Emisiones	Precio de combustible
Congestión por km	4 h	17 kg de CO ₂	13 €

Tabla 5. Equivalencia a la pérdida de 4 horas por kilómetro de un vehículo gasolina.

Esta pérdida de tiempo puede afectar negativamente a la productividad de las personas y aumentar el estrés. Asimismo, la congestión del tráfico también puede tener un impacto económico significativo. Según un estudio realizado por el *Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid*, el coste de la congestión del tráfico en la ciudad asciende a unos 1.600 millones de euros anuales [51]. Este coste se debe a la disminución de la productividad laboral, el aumento de los costes de transporte y el impacto negativo en el medio ambiente.

Por otra parte, el problema de inaccesibilidad de ciertas áreas con ciudades como Madrid afecta a muchas regiones debido a factores como la topografía, la geografía, la infraestructura, la tecnología y los recursos financieros. Estas limitaciones pueden tener consecuencias significativas en términos de desarrollo económico, social y humano. Según el *Banco Mundial*, en 2021, aproximadamente el 15% de la población mundial vivía en zonas rurales remotas, y muchas de estas personas enfrentan barreras significativas para acceder a los servicios básicos, como la atención médica, la educación y el transporte [52]. En España, según el *Instituto Nacional de Estadística (INE)* en 2021, este porcentaje correspondía a un 16% [53].

Además, la contaminación del aire relacionada con el transporte es otro problema importante en muchas ciudades del mundo, y puede tener graves consecuencias para la salud humana y el medio ambiente. Según el informe de la *Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)* sobre la calidad del aire en Europa, publicado en 2021, la contaminación del aire es la principal causa ambiental de mortalidad en Europa, y se estima que causa más de 400.000 muertes prematuras cada año, ascendiendo a 4,2 millones en todo el mundo según el informe de la *Organización Mundial de la Salud (OMS)* [54]. La exposición a partículas finas y otros contaminantes del aire relacionados con el tráfico puede aumentar el riesgo de enfermedades y problemas de salud.

En España, según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en 2020, el transporte fue responsable del 26% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, y del 50% de las emisiones de óxidos de nitrógeno en las ciudades. En este mismo año, la ciudad de Madrid registró un promedio anual de $22,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas $\text{PM}_{2,5}$, lo que la sitúa por encima del límite recomendado por la *Organización Mundial de la Salud (OMS)* de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Además, el tráfico rodado es la principal fuente de emisiones de partículas $\text{PM}_{2,5}$ en la ciudad [55].

PROPUESTA DE VALOR

El servicio de taxi aéreo con UAS ofrece una serie de beneficios únicos que lo hacen atractivo para los clientes:

- Rapidez y eficiencia: Los UAS pueden viajar a mayor velocidad que los vehículos terrestres y evitan la congestión de tráfico, lo que permite a los pasajeros llegar a su destino en un menor periodo de tiempo.
- Seguridad: Los UAS pueden evitar peligros potenciales en la carretera, como accidentes de tráfico y condiciones peligrosas. Asimismo, están equipados con tecnología avanzada de detección y prevención de colisiones, lo que aumenta la seguridad del transporte.

- **Accesibilidad:** Los UAS pueden operar en áreas remotas y de difícil acceso, lo que les permite llegar a destinos a los que los vehículos terrestres no pueden acceder.
- **Reducción de costes:** Los UAS son más económicos que los aviones o helicópteros convencionales y requieren menos mantenimiento, personal y superficie de despegue o aterrizaje.
- **Comodidad:** Los UAS, tal y como se detalla en el *Estado del Arte*, son más silenciosos que los helicópteros convencionales, lo que significa que los pasajeros, y el entorno, pueden disfrutar de un viaje más tranquilo y relajado mientras opera a diferentes alturas, ofreciendo a los pasajeros unas vistas panorámicas únicas de los paisajes. Además, los drones son más pequeños, pueden aterrizar en lugares más cercanos al destino del pasajero y pueden ser operados de forma remota, lo que aumenta la privacidad y la comodidad del cliente.
- **Sostenibilidad:** El uso de UAS eléctricos para el transporte reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los vehículos terrestres o aéreos convencionales.
- **Innovación:** El uso de drones para el transporte es una tecnología innovadora y emergente, lo que puede generar interés y atracción en los clientes potenciales.

PÚBLICO OBJETIVO

El público objetivo de este negocio de taxi aéreo puede variar según el enfoque y los servicios específicos que se ofrezcan. Sin embargo, en general, se puede considerar que el público objetivo se compone de:

- Personas que necesitan viajar rápidamente dentro de una ciudad con alto tráfico y que desean evitar los retrasos y las congestiones de las carreteras.
- Personas que necesitan viajar a áreas remotas o de difícil acceso, como zonas rurales, o islas, donde los vehículos terrestres no son viables.
- Empresas que necesitan transportar a sus empleados o bienes en tiempos ajustados y de manera eficiente.
- Turistas que quieren disfrutar de vistas panorámicas únicas de la ciudad y que buscan una experiencia de transporte diferente e innovadora.
- Personas que valoran la sostenibilidad y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte.
- Personas que buscan una experiencia de transporte cómoda y segura con tecnología avanzada.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El mercado potencial de taxis aéreos con UAS es una industria emergente que está experimentando un crecimiento significativo debido a la creciente demanda de transporte rápido y eficiente en entornos urbanos.

Según un informe de *MarketsandMarkets*, se espera que el mercado global de drones para pasajeros crezca de 80 millones de euros en 2019 a 4 mil millones para 2030, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 34,54% durante el período de pronóstico de 2025 a 2030 [56]. Según otro informe de la consultora *Morgan Stanley*, el mercado global de taxis aéreos podría alcanzar un valor de 1.37 billones de euros para el año 2040 [57].

En cuanto a la geografía, la industria está experimentando un crecimiento significativo en América del Norte, y se espera que sea el mercado más grande inicialmente para taxis aéreos con drones, debido a la presencia de una infraestructura sólida y una amplia adopción de la tecnología. Europa y Asia-Pacífico también se espera que sean regiones importantes en términos de crecimiento del mercado debido a la presencia de grandes ciudades con problemas de congestión de tráfico.

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Existen varios fabricantes de drones y proveedores de servicios que han invertido en el desarrollo de taxis aéreos con drones en diferentes partes del mundo. Entre los principales fabricantes o proveedores próximos a la ciudad de Madrid se encuentran:

- Archer Aviation: Compañía estadounidense que ha anunciado planes para lanzar servicios de taxis aéreos con drones eléctricos en España en colaboración con la firma española Grupo Ribera Salud.
- Airbus: Empresa aeronáutica europea con un VTOL, *CityAirbus*, con capacidad para transportar hasta cuatro pasajeros. La empresa también ha estado trabajando en el desarrollo de su proyecto de taxi aéreo autónomo *Vahana*, que tiene como objetivo ofrecer un servicio de transporte personalizado y completamente automatizado.
- Boeing: Fabricante de aviones y drones que ha creado la unidad de negocio Boeing NeXt, dedicada a desarrollar tecnología de movilidad aérea urbana, incluyendo drones de transporte de pasajeros.
- Uber: La compañía de transporte compartido ha invertido en proyectos de taxis aéreos, como Uber Air, que planea lanzar servicios de taxis aéreos en Los Ángeles, Dallas y Melbourne, y ha manifestado su intención de expandirse a otras ciudades en el futuro.

- Drone Hopper: Empresa española que ofrece soluciones de transporte con drones para diversos sectores, como la agricultura, la industria y el transporte de mercancías, y que está trabajando en proyectos de taxis aéreos en colaboración con empresas del sector aeronáutico.
- Alpha Unmanned Systems: Fabricante español de drones comerciales y servicios relacionados, incluyendo soluciones de transporte aéreo y vigilancia.
 - Ehang
 - Lilium
 - Volocopter
 - EHang
 - Bell
 - Vertical Aerospace
 - Kitty Hawk
 - UMILES

ACEPTACIÓN DEL PÚBLICO

La mentalidad de los consumidores está cambiando hacia soluciones de transporte más eficientes y sostenibles. Según una encuesta de *Deloitte* en 2020, aproximadamente el 60% de los consumidores estarían dispuestos a utilizar taxis aéreos con drones [58].

COSTE

El coste de un servicio de taxi aéreo con drones depende de muchos factores, como la distancia y duración del viaje, el coste de la energía, el mantenimiento de la aeronave, la infraestructura, entre otros. Inicialmente, se prevén unos costes comerciales de los servicios de taxis aéreos con UAS elevados, similares a los helicópteros, debido a la tecnología involucrada y a la infraestructura requerida para su operación. No obstante, se espera que los precios disminuyan en el futuro a medida que crezca la demanda y la tecnología y las regulaciones mejoren.

Como referencia podríamos establecer a la compañía NextNorth, quien, después de su exitosa participación en el Mundial de Qatar, está a la espera de la aprobación de EASA para iniciar operaciones de taxis aéreos en las Islas Baleares. Los vuelos estarían previstos para 2024, tanto dentro de cada isla como entre ellas, ofreciendo pasajes a un precio estimado de 90 euros [59].

REGULACIÓN Y LIMITACIONES

En 2022, la Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea (EASA) publicó un marco regulatorio inicial para el funcionamiento de taxis aéreos pilotados a bordo en zonas urbanas. La propuesta establece directrices para aspectos cruciales como la emisión de licencias para la tripulación y el operador, la seguridad de la aeronave y su mantenimiento, y las normas para las operaciones aéreas [60].

El director ejecutivo de EASA, Patrick Ky, detalla:

“Con esto, EASA se convierte en el primer regulador de aviación del mundo en publicar un marco regulatorio integral para las operaciones de aeronaves con capacidad eVTOL, que ofrecerá taxi aéreo y servicios similares. La publicación refuerza el liderazgo que EASA tiene mostrando en esta área de innovación. Al mismo tiempo, hemos hecho todo lo posible para abordar las preocupaciones generales de la sociedad y las expectativas de los ciudadanos de la UE con respecto a la seguridad, la privacidad, el medio ambiente y el ruido” [61].

A pesar del nuevo marco regulatorio presentado por EASA, el negocio de taxis aéreos con UAS presenta varias limitaciones importantes en la actualidad. La limitación más notoria es la necesidad de disponer de una infraestructura adecuada, como plataformas de despegue y aterrizaje para el transporte de pasajeros, estaciones de carga de baterías y sistemas de gestión del tráfico aéreo. La falta de esta infraestructura en zonas urbanas limita las operaciones, reduciendo el alcance y la efectividad de estas.

Sin embargo, a pesar de que todavía hay muchos desafíos que deben superarse antes de que estos vehículos puedan operar a gran escala, actualmente, algunas de las empresas líderes en el desarrollo de taxis aéreos con UAS se encuentran en la etapa de certificación de sus aeronaves VTOL.

TENDENCIAS Y DESARROLLOS FUTUROS

El negocio de taxis aéreos es un mercado emergente y en constante evolución, por lo que algunas tendencias y desarrollos futuros podrían influir en el mercado.

- La mejora de la tecnología y el desarrollo de baterías más eficientes y con mayor capacidad puede ser una ventaja para el negocio de taxis aéreos en un futuro.
- El establecimiento de regulaciones y marcos legales claros y estables puede afectar al negocio tanto positivamente como negativamente. Dependiendo de la regularización puede proporcionar una mayor certeza y seguridad a los inversores y operadores, o de lo contrario, limitar demasiado el negocio y restringir su crecimiento.
- La construcción de infraestructura adecuada, como plataformas de despegue y aterrizaje, estaciones de carga y sistemas de gestión del tráfico aéreo, es fundamental para el éxito del negocio de taxis aéreos y su correcta implementación afectará consecuentemente al mercado.

CONCLUSIONES

El negocio de taxis aéreos utilizando UAS representa una nueva frontera en el campo de la movilidad urbana, no obstante, todavía está en su fase de desarrollo y no se espera que comience a operar hasta aproximadamente 2025. Varias empresas ya están trabajando en el diseño de modelos y prototipo, sin embargo, para que estos servicios puedan operar eficazmente, es esencial la creación de una red de vertipuertos. Estas infraestructuras, actualmente inexistentes en la ciudad de Madrid, permitirían el despegue, aterrizaje y recarga de los taxis aéreos, facilitando un servicio fluido y continuo.

En la actualidad, los helicópteros ofrecen el servicio más cercano a lo que se espera de los taxis aéreos. Sin embargo, los helicópteros están limitados por su ruido, coste y necesidad de infraestructuras de gran tamaño, lo que dificulta su uso masivo en entornos urbanos. Además, cabe destacar la presencia de otras alternativas a la congestión de tráfico, como el metro y el autobús, que pueden cubrir algunas de las necesidades de movilidad de la población.

3.3.2. Transporte de mercancías

DETECCIÓN DEL PROBLEMA

El negocio de transporte de mercancías con UAS puede ser especialmente útil para solucionar problemas de costes logísticos, tiempos de entrega y acceso a lugares remotos de manera más efectiva y sostenible.

El transporte de mercancías por carretera, tren o avión puede ser costoso debido a los gastos de combustible, mantenimiento y personal. Estos valores pueden verse afectados por diversos factores como la inflación, las fluctuaciones de los precios del combustible, y el tipo de mercancía, entre otros.

La ciudad de Madrid ha presentado desde 2019, según un estudio realizado por la consultora KPMG, unos costes logísticos de transporte de mercancías significativamente más altos que en otras ciudades españolas debido a la alta demanda, la congestión y la infraestructura. El coste promedio de transporte de mercancías por carretera en Madrid era, en 2019, de 1,11 euros por kilómetro, mientras que en Barcelona era de 0,98 euros por kilómetro y en Valencia de 0,94 euros por kilómetro [62].

Además del transporte por carretera, los costes logísticos de otros modos de transporte en Madrid también son elevados. Según un informe de la Asociación para el Desarrollo de la Logística, publicado en mayo de 2021, el coste logístico medio por tonelada/kilómetro en Madrid era de 0,60 euros, mientras que en otras ciudades como Barcelona era de 0,52 euros y en Valencia de 0,48 euros [63].

En los últimos años se ha producido una creciente demanda de entregas rápidas y flexibles en el sector del transporte de mercancías, impulsada principalmente por el auge del comercio electrónico y las nuevas formas de consumo. Según un informe de la consultora Accenture, en 2020 el 61% de los consumidores españoles afirmaron haber utilizado servicios de entrega rápida, y el 38% afirmó haber utilizado servicios de entrega en el mismo día. Además, el mismo informe señala que el 80% de los consumidores considera importante que se les ofrezcan opciones de entrega flexibles [64]. Esta tendencia ha llevado a las empresas de transporte de mercancías a desarrollar nuevos modelos de negocio y a invertir en tecnología y sistemas de gestión logística más rápidos y flexibles.

El transporte de mercancías por carretera o ferrocarril puede ser más lento que el transporte aéreo, pudiendo verse afectado por factores externos, como la congestión de tráfico, restricciones de circulación, tiempos de carga y descarga, entre otros; siendo uno de los principales problemas del transporte de mercancías actualmente [65].

El presente negocio comparte de igual forma algunos de los problemas mencionados en el negocio de taxis aéreos. Son notables los problemas de inaccesibilidad de ciertas áreas remotas o de difícil acceso y conexión con ciudades como Madrid, así como los problemas de contaminación, detallados y analizados con anterioridad.

PROPUESTA DE VALOR

El servicio de transporte de mercancías con UAS ofrece una serie de beneficios únicos que lo hacen atractivo para los clientes:

- Reducción de tiempos de entrega: Los UAS pueden transportar mercancías de forma mucho más rápida que los medios de transporte terrestres, lo que permite reducir significativamente los tiempos de entrega y mejorar la satisfacción del cliente.
- Reducción de costes: El uso de UAS para el transporte de mercancías puede ser más económico que otros medios de transporte, como camiones o aviones, en algunos casos, lo que puede permitir a las empresas reducir sus costes logísticos hasta un 50% según un informe de PwC.
- Accesibilidad: Los UAS pueden llegar a lugares remotos o de difícil acceso, lo que puede permitir a las empresas transportar mercancías a puntos de entrega donde sería difícil llegar con otros medios de transporte.
- Reducción de emisiones: Al utilizar UAS en lugar de camiones u otros medios de transporte terrestres, se pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la sostenibilidad ambiental del sector.

PÚBLICO OBJETIVO

El público objetivo de un negocio de transporte de mercancías con UAS puede variar en función del tipo de productos que se transporten y los servicios que se ofrezcan. Sin embargo, en general, se puede identificar a varios grupos de interés:

- Empresas de comercio electrónico para ofrecer entregas rápidas y flexibles a sus clientes.
- Empresas de logística y transporte, para la entrega de productos en zonas remotas, o para la entrega de productos en entornos urbanos donde la gestión del tráfico es un problema.
- Industrias manufactureras para la entrega de componentes y piezas en el proceso de producción.
- Empresas de suministros de construcción para la entrega de materiales a las obras en construcción.
- Empresas de suministros de alimentos para la entrega de alimentos frescos y perecederos, como frutas y verduras, a los supermercados y restaurantes.

En general, cualquier cliente que necesite realizar entregas rápidas, eficientes y seguras de mercancías puede ser un público objetivo potencial para el negocio analizado.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El transporte de mercancías con UAS es un mercado en crecimiento con una gran demanda potencial. El crecimiento del mercado, el aumento del comercio electrónico, la reducción de costes y el potencial para mejorar la eficiencia son algunos de los factores que impulsan la demanda de este negocio.

Según un informe de *ResearchAndMarkets*, se espera que el mercado global de UAS de transporte y carga crezca alcanzando aproximadamente 700 millones de euros en 2027, con las entregas rápidas y eficientes como uno de los principales impulsores del crecimiento del mercado [66]. *MarketsandMarkets*, otra plataforma de inteligencia competitiva e investigación de mercado, afirma que se espera que el mercado de servicios de UAS de transporte y carga para la logística crezca a una tasa compuesta anual del 60% durante el período de pronóstico de 2021 a 2026 [67].

Por otro lado, el aumento en las compras en línea durante la pandemia de COVID-19 ha llevado a un aumento en la demanda de servicios de entrega a domicilio en todo el mundo. En España, el comercio electrónico sigue creciendo a

un ritmo acelerado, y este hecho queda reflejado en los últimos datos disponibles en CNMCDData. Según este portal, la facturación del comercio electrónico en el segundo trimestre de 2022 aumentó un 33,1% interanual, alcanzando una cifra de 18.190 millones de euros [64]. Este dato muestra cómo cada vez son más los consumidores que optan por realizar sus compras en línea, aumentando las entregas a domicilio en lugar de acudir a tiendas físicas, convirtiendo el comercio electrónico en un sector clave en la economía española.

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Existen varios fabricantes de drones y proveedores de servicios que han invertido en el desarrollo de UAS para el transporte de mercancías. Algunas de estas empresas incluyen:

- **Aerocamaras:** Esta empresa ofrece servicios de transporte de mercancía con drones para empresas de diversos sectores, como la agricultura, la construcción y la energía, en todo el territorio español, incluyendo Madrid y sus alrededores.
- **Airobotics:** Airobotics ofrece soluciones de transporte de mercancía con drones para empresas de logística, inspección y seguridad, mediante drones con un sistema de mantenimiento y carga automático.
- **Flyox:** Flyox ofrece servicios de transporte de mercancía con drones para empresas de logística, agricultura y medio ambiente. También proporcionan soluciones de software y hardware personalizadas para adaptarse a las necesidades específicas de la empresa.
- **Drone Hopper:** Esta empresa con sede en Madrid ofrece soluciones de transporte de mercancía con drones para empresas de agricultura, ganadería y medio ambiente. Sus drones cuentan con un sistema de carga y descarga automatizado y pueden operar en zonas remotas y difíciles de acceder.
- **Dronak:** Esta empresa con sede en Toledo, a unos 70 km de Madrid, ofrece servicios de transporte de mercancías con drones para empresas de diversos sectores, incluyendo agricultura, energía y construcción. Sus drones cuentan con una capacidad de carga de hasta 25 kg y pueden transportar mercancías a una distancia de hasta 50 km.

ACEPTACIÓN DEL PÚBLICO

La mentalidad de los consumidores está cambiando hacia las entregas rápidas de mercancías. Según una encuesta realizada por la consultora PwC en 2018, el 70% de los consumidores en España estaban dispuestos a utilizar servicios de entrega de paquetes con drones. Sin embargo, la misma encuesta también reveló que el 67% de los encuestados tenían preocupaciones sobre su seguridad y privacidad.

COSTE

El coste del negocio de transporte de mercancías con UAS puede variar según varios factores, como el tipo de drones utilizados, la distancia y la ubicación de entrega, y los requisitos de seguridad y regulación.

En general, los costes pueden incluir la adquisición y mantenimiento de los drones, el salario y entrenamiento de los pilotos, el seguro, los costes de energía y carga de batería, y los costes de infraestructura para el almacenamiento y carga de los paquetes. Según un informe de la consultora *McKinsey*, el coste total por entrega utilizando drones puede oscilar entre los 0,70 euros y los 3,30 euros por kilómetro, dependiendo de los factores mencionados anteriormente [69]. Es importante tener en cuenta que, aunque en algunos casos los costes de entrega de drones puedan ser más altos que los de la entrega tradicional, estos pueden ofrecer una mayor eficiencia y velocidad de entrega en ciertos escenarios, lo que puede compensar el coste adicional.

REGULACIÓN Y LIMITACIONES

En la actualidad, las empresas que brindan servicios de entregas con drones todavía se enfrentan a barreras legislativas que limitan el desarrollo completo de sus funciones. A pesar de que se han establecido regulaciones para el uso de drones en muchos países, estas regulaciones aún no son lo suficientemente flexibles para permitir la operación completa y eficiente de estos servicios.

En muchos países, los drones solo pueden transportar una cantidad determinada de peso, limitando la capacidad de las empresas de entrega de paquetería para transportar grandes cargas. Además, los drones también están limitados en tamaño, lo que limita la cantidad de paquetes que pueden transportar.

En España, el uso comercial de drones está regulado por AESA, que establece limitaciones de altura, peso de las cargas, así como restricciones en cuanto a la distancia y la ubicación de entrega. Por ejemplo, en España, los drones solo pueden volar a una altura máxima de 120 metros y no pueden operar en áreas urbanas densamente pobladas sin una autorización especial. Otras regulaciones importantes son las licencias de operador, los requisitos técnicos y el mantenimiento de la aeronave.

TENDENCIAS Y DESARROLLOS FUTUROS

El negocio del transporte de mercancías con UAS está produciendo nuevas tendencias y desarrollos tecnológicos. Se espera que la tecnología mejore, de modo que se integre con la inteligencia artificial, se desarrollen UAS de mayor tamaño y se establezcan regulaciones más claras y favorables para permitir una operación más eficiente y segura. Algunas de las tendencias y desarrollos futuros más relevantes son:

- Drones más potentes y eficientes, con una mayor capacidad de carga y alcance.
- Integración con la inteligencia artificial para mejorar su eficiencia, automatización y precisión en la entrega.
- Desarrollos de UAS de mayor tamaño para el transporte de cargas más pesadas y voluminosas.
- Regulaciones más claras y favorables.
- Mayor adopción del comercio electrónico y aumento en la demanda de soluciones de entrega más rápidas y eficientes.
- Construcción de infraestructura adecuada, como plataformas de despegue y aterrizaje, estaciones de carga y sistemas de gestión del tráfico aéreo.

CONCLUSIONES

El negocio de transporte de mercancías utilizando UAS se perfila como una alternativa eficiente e innovadora en el sector logístico. Sin embargo, aún existen desafíos significativos que deben abordarse antes de que pueda ser completamente operativo.

Al igual que en el caso de los taxis aéreos, algunos de los desafíos destacados son la falta de una red de vertipuertos que permita el despegue y aterrizaje de estos drones, tal y como se detalla en el *Estado del Arte*, y la flexibilización de la normativa para poder desarrollar estas operaciones.

Aunque los drones se presentan como una opción prometedora para el transporte de paquetes pequeños, todavía hay ciertas limitaciones técnicas que deben superarse. Entre ellas se encuentran la duración de la batería y el alcance máximo de los drones, factores que limitan su utilidad en largas distancias. Asimismo, se deben abordar cuestiones relacionadas con la privacidad y la seguridad para garantizar la confianza del cliente.

3.3.3. Seguridad urbana

DETECCIÓN DEL PROBLEMA

La seguridad urbana es un tema de vital importancia a nivel mundial, especialmente en áreas urbanas, donde las agencias encargadas de mantenerla se enfrentan a diversos desafíos. Uno de los problemas más significativos es la limitada capacidad para monitorear extensas áreas y responder de manera eficiente a una amplia gama de situaciones, que van desde eventos multitudinarios hasta emergencias y desastres.

En las zonas urbanas y suburbanas, estos desafíos se vuelven aún más complejos. La densidad de la población en estas áreas conlleva un incremento en la actividad delictiva y una mayor posibilidad de eventos caóticos. Los edificios de gran altura y la complejidad de la infraestructura pueden dificultar el acceso y la navegación para los servicios de seguridad, y, además, la presencia de obstáculos como líneas de energía y cables puede representar un riesgo adicional para las operaciones de respuesta y rescate.

Recientemente, el Ministerio del Interior ha publicado el Balance de Criminalidad correspondiente al cuarto trimestre de 2022, revelando datos alarmantes sobre la tasa de criminalidad en la Comunidad de Madrid [70]. En comparación con la media nacional, la región experimentó un aumento significativo, situándose casi diez puntos por encima. Según el informe, la tasa de criminalidad en la Comunidad de Madrid alcanzó los 59.7 delitos por cada mil habitantes, superando considerablemente la media nacional de 49 delitos por cada mil habitantes. Estos datos, junto con el registro total anual de 402.961 hechos delictivos, subrayan la urgencia de abordar de manera efectiva los problemas de seguridad urbana en la región [71].

En este contexto, los UAS ofrecen soluciones innovadoras para los desafíos existentes en la seguridad urbana, brindando la capacidad de realizar patrullajes eficientes en áreas extensas, facilitar tareas de búsqueda y rescate mediante el uso de sensores avanzados, intervenir en zonas catastróficas, supervisar eventos multitudinarios y playas, proporcionar alertas de robos en tiempo real, ofrecer iluminación durante apagones, transmitir mensajes mediante altavoces, asistir en la extinción de incendios, controlar plagas, inspeccionar infraestructuras y entregar equipos salvavidas, entre otras aplicaciones. Además, es importante mencionar que los drones pueden trabajar en conjunto con otros sistemas de seguridad, como cámaras de vigilancia, sistemas de reconocimiento facial y análisis de datos, para proporcionar una respuesta más integral y precisa ante situaciones de emergencia.

PROPUESTA DE VALOR

Los drones pueden proporcionar una serie de beneficios importantes en el contexto de la seguridad urbana. Algunas de las propuestas de valor de los UAS en estas áreas incluyen:

- Vista aérea en tiempo real: Los drones proporcionan una visión aérea de la situación en tiempo real, permitiendo a los equipos de seguridad urbana y búsqueda y rescate identificar áreas de peligro, localizar personas atrapadas y evaluar la magnitud de una catástrofe o emergencia.

- Respuesta rápida: Los drones pueden desplegarse rápidamente en situaciones de emergencia, acortando los tiempos de respuesta de las agencias de seguridad y facilitando una acción inmediata.
- Acceso a áreas difíciles de alcanzar: Los drones pueden acceder a áreas que son difíciles de alcanzar para los equipos de búsqueda y rescate, como edificios altos, puentes y áreas montañosas. Esto puede ayudar a acelerar la respuesta y reducir el riesgo de daños a la propiedad y la vida humana.
- Detección de víctimas: Los drones equipados con cámaras térmicas pueden detectar la presencia de personas atrapadas o heridas en áreas afectadas por una catástrofe o emergencia. Esta capacidad mejora la eficiencia de los equipos de búsqueda y rescate al localizar a las víctimas de manera más rápida y precisa.
- Monitoreo continuo: Los drones pueden proporcionar una vista continua de la situación, lo que puede ayudar a los equipos de seguridad urbana y búsqueda y rescate a monitorear la situación y evaluar la efectividad de las operaciones.
- Reducción de costes: El uso de drones puede ser una alternativa más económica en términos de coste operativo y mantenimiento en comparación con otros medios tradicionales de vigilancia aérea, como helicópteros o aviones tripulados.
- Prevención y disuasión de delitos: La presencia visible de drones en áreas urbanas puede actuar como un elemento disuasorio para actividades delictivas. Además, los drones pueden proporcionar una vigilancia continua y capturar pruebas visuales que respalden las investigaciones posteriores.

PÚBLICO OBJETIVO

El público objetivo para un negocio relacionado con la seguridad urbana con UAS puede incluir a cualquier organización o empresa que necesite mejorar la eficacia y eficiencia de sus operaciones, incluyendo a:

- Agencias gubernamentales a nivel local, estatal o federal responsables de la seguridad urbana y la respuesta a emergencias.
- Organizaciones de búsqueda y rescate para ayudar en la búsqueda y rescate de personas en situaciones de emergencia.
- Compañías de seguros interesadas en el uso de drones para evaluar los daños causados por catástrofes naturales o eventos impredecibles.

- Empresas de seguridad privada que brindan servicios de protección, vigilancia de instalaciones industriales, comerciales o residenciales, así como la detección temprana de amenazas y actividades sospechosas.
- Organizadores de eventos multitudinarios, como conciertos, festivales y eventos deportivos, pueden utilizar drones para garantizar la seguridad de los asistentes, monitorear áreas de alto riesgo, proporcionar imágenes aéreas en tiempo real y supervisar el flujo de personas.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Los servicios de seguridad urbana con UAS en áreas urbanas es un mercado en crecimiento debido a la necesidad de una respuesta rápida y efectiva ante emergencias y desastres. La tecnología de drones y la conciencia pública sobre la seguridad y la prevención de desastres pueden impulsar aún más la demanda de estos servicios en el futuro.

En las ciudades predominan las emergencias urbanas como incendios, accidentes de tráfico, deslizamientos de tierra, y colapsos de infraestructuras. En Madrid, la *Agencia de Seguridad y Emergencias Madrid 112* es la encargada de coordinar y gestionar las emergencias en la ciudad. Según datos de esta agencia, en el año 2021 se atendieron un total de 1.262.284 llamadas, de las cuales el 70% (882.822) correspondieron a emergencias sanitarias y el 30% restante (379.462) a emergencias de otro tipo, entre las que se incluyen emergencias urbanas [72].

En el caso específico de las emergencias urbanas, el Ayuntamiento de Madrid publica anualmente un informe sobre la siniestralidad en la ciudad, que incluye datos sobre accidentes de tráfico, incendios en edificios, colapsos de infraestructuras, y otros tipos de emergencias urbanas. Según el informe correspondiente al año 2021, se registraron un total de 44.239 incidentes de este tipo en la ciudad, lo que representa un aumento del 3,8% con respecto al año anterior. De estos incidentes, el 57,8% (25.549) correspondieron a accidentes de tráfico, el 26,6% (11.771) a incendios y explosiones, y el 15,6% (6.919) a otros tipos de emergencias urbanas [73].

Cabe destacar el notable crecimiento en los últimos años de eventos multitudinarios, como conciertos, manifestaciones o festivales en la ciudad de Madrid, aumentando en consecuencia el potencial del negocio de los UAS en seguridad urbana. La vigilancia de infraestructuras críticas en la capital también impulsa la demanda de servicios de seguridad urbana con drones, debido a la variedad de infraestructuras como puentes, túneles o estaciones de transporte público.

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Existen diversas empresas y proveedores que ofrecen soluciones de drones para la seguridad urbana en Madrid. Estas empresas compiten en el mercado ofreciendo una variedad de productos y servicios que se adaptan a las necesidades específicas de las agencias de seguridad y emergencias. Algunos de los principales actores en este mercado incluyen:

- Airbus: Empresa multinacional que ofrece soluciones completas de seguridad urbana con drones. Sus productos incluyen drones de vigilancia, plataformas de comando y control, y sistemas de análisis de datos para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.
- DJI: Marca de drones a nivel mundial y ofrece una amplia gama de productos para aplicaciones de seguridad urbana.
- Mars Drone: Empresa especializada en seguridad urbana con drones de vigilancia con cámaras de alta resolución, sistemas de transmisión en tiempo real y capacidades de detección y seguimiento avanzadas.
- Aeromedia: Empresa especializada en servicios de seguridad y vigilancia con drones. Ofrecen soluciones personalizadas para agencias de seguridad urbana, incluyendo patrullaje aéreo, monitoreo de eventos y detección de intrusos.
- Alpha Drones: Se enfoca en brindar servicios de seguridad urbana con drones, como la vigilancia aérea en áreas urbanas, apoyo en operativos policiales y respuesta a emergencias.
- Indra: Indra ofrece soluciones de seguridad urbana con drones. Su enfoque incluye el desarrollo de sistemas de vigilancia y detección, así como el análisis de datos para la generación de información inteligente.

Además, el mercado de drones para seguridad urbana en Madrid cuenta con el apoyo de las autoridades locales y nacionales, que han impulsado iniciativas y proyectos para el uso de drones en diversas áreas de la seguridad. Por ejemplo, el Ayuntamiento de Madrid ha puesto en marcha proyectos de vigilancia aérea con drones en zonas urbanas, mientras que la Policía Nacional y la Guardia Civil utilizan drones para la vigilancia de eventos públicos y la investigación de delitos. Según los datos de AESA, en el año 2021 se registraron un total de 1.613 operadores de drones en España, de los cuales el 3,4% eran operadores dedicados a la seguridad urbana [41].

ACEPTACIÓN DEL PÚBLICO

La aceptación del público en cuanto al uso de drones en seguridad urbana puede variar según diferentes factores, como la percepción del público sobre la seguridad y privacidad, la educación y conciencia sobre el uso de drones, y la

experiencia previa con esta tecnología en situaciones de emergencia. La sociedad reconoce la importancia de contar con herramientas modernas y eficientes para hacer frente a emergencias y proteger la vida y la propiedad.

En general, el negocio puede ser bien recibido por la población si se enfoca en la protección y seguridad de los ciudadanos y se realiza de manera transparente y responsable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que algunos sectores de la población pueden tener preocupaciones en cuanto a la privacidad y el posible uso indebido de la tecnología de drones. Por lo tanto, es importante que las instituciones y empresas que utilicen drones en seguridad urbana se comuniquen de manera clara y efectiva con la población, proporcionando información sobre los propósitos y alcances del uso de drones, y garantizando el cumplimiento de las leyes y regulaciones vigentes.

COSTE

El coste del negocio de drones para seguridad urbana puede variar dependiendo de varios factores, como el tipo de operaciones, el tamaño de la flota de drones, la tecnología utilizada, la capacitación y salario de los operadores, el mantenimiento y reparación de los equipos, y otros gastos indirectos.

REGULACIÓN Y LIMITACIONES

El uso de drones para seguridad urbana en España está regulado por AESA y la Agencia Española de Protección de Datos, entre otras instituciones.

Para operar, las autoridades de seguridad urbana que deseen utilizar drones en sus operaciones deben obtener una licencia de la AESA, además de autorizaciones especiales para vuelos en áreas urbanas y en lugares concurridos, respetando en todo momento los límites de altura y distancia establecidos.

Adicionalmente, debe cumplirse la normativa establecida por AESA relativa a protección de datos y privacidad de las personas, de seguridad, limitaciones técnicas en cuanto a la duración del vuelo y la resistencia a las condiciones climáticas adversas. Estos factores deben ser considerados al planificar las operaciones de seguridad urbana.

TENDENCIAS Y DESARROLLOS FUTUROS

El uso de drones en seguridad urbana es una tendencia en aumento y se espera que siga creciendo en el futuro cercano. A continuación, se presentan algunas de las tendencias y desarrollos futuros del negocio:

- Uso de la inteligencia artificial y el análisis de datos para mejorar la eficacia de las operaciones. Esto permitiría a los drones detectar patrones en los datos recopilados y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones.

- Drones cada vez más autónomos, lo que les permitiría realizar tareas de forma independiente y mejorar la eficiencia de las operaciones.
- Amplia variedad de aplicaciones, como la detección de drogas y explosivos, el seguimiento de vehículos y personas, la monitorización de multitudes y la evaluación de daños en situaciones de emergencia.
- Mejora de la capacidad de carga y la duración de la batería, así como la resistencia a las condiciones climáticas adversas.
- Mayor colaboración con las autoridades locales para una mayor coordinación y eficacia en las operaciones de seguridad urbana.

CONCLUSIONES

En conclusión, el negocio de seguridad urbana con drones representa una oportunidad prometedora en el ámbito de la respuesta rápida y efectiva ante emergencias y desastres en áreas urbanas. La creciente necesidad de soluciones de vigilancia y apoyo en situaciones de crisis, combinada con los avances en tecnología de drones, ha impulsado el desarrollo de este mercado en constante crecimiento.

El mercado en Madrid cuenta con un entorno propicio para el desarrollo de este negocio, ya que se registra un alto volumen de emergencias urbanas y un crecimiento notable de eventos multitudinarios. Además, se pueden encontrar empresas operando actualmente en el ámbito de la seguridad urbana con drones, así como proveedores que ofrecen una amplia variedad de productos y servicios diseñados específicamente para satisfacer las necesidades de las agencias de seguridad y emergencias.

Además, es importante destacar que, en muchas de las operaciones realizadas en el contexto de la seguridad urbana, no es necesario que los drones aterricen y, en consecuencia, de vertipuertos. Esta característica se alinea con la normativa actual y simplifica la implementación de los drones, reduciendo así las barreras legales asociadas.

3.3.4. Emergencias médicas

DETECCIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas principales de las emergencias médicas en áreas urbanas incluyen congestión del tráfico, dificultad para encontrar estacionamiento, accesibilidad limitada, mayor riesgo de delitos y un mayor número de llamadas de emergencia. Estos problemas pueden afectar la capacidad de los equipos de emergencias médicas para brindar atención médica de emergencia en tiempo y forma.

En áreas urbanas con mucho tráfico, las ambulancias pueden tener dificultades para llegar a las ubicaciones de emergencia a tiempo, debido a la congestión del tráfico. Como se ha detallado en uno de los análisis anteriores, Madrid es la ciudad con más congestión de tráfico de España según el informe *TomTom Traffic Index 2022* [49]. Esto también se puede traducir en dificultades para las ambulancias de encontrar estacionamiento cerca de la ubicación de la emergencia, lo que puede retrasar el tiempo de respuesta.

Según los datos proporcionados por el Servicio Madrileño de Salud y el Servicio de Urgencias Médicas de Madrid, en 2021 se realizaron un total de 1.485.679 asistencias médicas de emergencia en la Comunidad de Madrid. De estas asistencias, el 61% se realizaron en el hogar del paciente, el 16% en la vía pública, el 14% en residencias y el 9% en otros lugares, como lugares de trabajo o eventos públicos. En cuanto a los tiempos de respuesta, el 81,3% de las llamadas fueron atendidas en un plazo de 30 segundos y el tiempo medio de respuesta para enviar una ambulancia fue de 7,5 minutos [74]. En algunos casos, debido al gran número de llamadas de emergencia, se pudo llegar a la sobrecarga del sistema, aumentando estos tiempos de respuesta.

PROPUESTA DE VALOR

El uso de drones en emergencias médicas puede ayudar a solucionar diversos problemas, mejorando la capacidad de los equipos de emergencias médicas para proporcionar una respuesta rápida y eficiente en situaciones críticas. Entre los principales beneficios se incluyen:

- Entrega rápida de suministros médicos: Los drones pueden llegar rápidamente a la ubicación de la emergencia, incluso en áreas urbanas donde el tráfico puede retrasar la llegada de las ambulancias, con capacidad de transportar suministros médicos críticos.
- Accesibilidad: En muchas áreas urbanas, las ambulancias pueden tener dificultades para acceder a ciertas calles y edificios. Los drones pueden superar estos obstáculos y llegar directamente a la ubicación del paciente.
- Información en tiempo real: Los drones pueden proporcionar información valiosa a los equipos de emergencias médicas, como la ubicación exacta del paciente, las condiciones del tráfico y la naturaleza de la emergencia. Esto permite a los equipos de emergencias médicas tomar decisiones más informadas y responder de manera más efectiva.
- Suministros médicos y equipos de diagnóstico: Los drones pueden transportar suministros médicos y equipos de diagnóstico a la ubicación del paciente, lo que puede ser especialmente útil en situaciones en las que la ambulancia no puede llegar o necesita ayuda adicional.

- Vista aérea: Los drones pueden proporcionar una vista aérea de la escena de la emergencia, lo que puede ayudar a los equipos de emergencias médicas a planificar la mejor forma de abordar la situación.
- Reducción de los tiempos de espera: La respuesta rápida de los drones puede ayudar a reducir los tiempos de espera para el tratamiento de emergencia, lo que puede mejorar los resultados para los pacientes, optimizar el uso de los recursos disponibles y mejorar la coordinación en situaciones de emergencia.
- Transporte de pacientes: Los drones también pueden ser utilizados para transportar pacientes a hospitales cercanos en situaciones de emergencia, especialmente en áreas donde los vehículos de emergencia terrestre no pueden llegar.

PÚBLICO OBJETIVO

El público objetivo del negocio de emergencias médicas con UAS incluye a organizaciones de servicios de emergencias médicas que busquen mejorar la calidad y rapidez de los servicios que ofrecen a sus clientes y ciudadanos, entre los que destacan:

- Hospitales, clínicas y servicios médicos de emergencia que busquen mejorar la calidad y rapidez de los servicios que ofrecen a sus pacientes en áreas urbanas.
- Compañías de seguros médicos para mejorar la calidad de los servicios que ofrecen a sus clientes y reducir los costes asociados con las emergencias médicas.
- Entidades gubernamentales para mejorar la respuesta a emergencias médicas en áreas urbanas y proporcionar un servicio más efectivo a los ciudadanos.
- Empresas privadas operan en áreas urbanas para proteger a sus empleados y clientes en caso de emergencia médica.
- Población en general, si estos servicios están disponibles para todos los ciudadanos de una zona urbana y se les informa sobre su existencia y cómo utilizarlos en caso de emergencia médica.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda actual del negocio de emergencias médicas con UAS en áreas urbanas es un sector en constante evolución y que se está desarrollando rápidamente en todo el mundo.

En España, el uso de drones en emergencias médicas es aún incipiente, pero hay varios proyectos piloto en marcha. Por ejemplo, en la Comunidad de Madrid, el Servicio de Urgencias Médicas de Madrid ha puesto en marcha un proyecto piloto para el uso de UAS en emergencias médicas, con el objetivo de mejorar la respuesta en situaciones de emergencia y reducir el tiempo de llegada de los servicios de emergencias médicas a zonas remotas o de difícil acceso.

A nivel internacional, algunos países y ciudades ya han implementado el uso de drones en emergencias médicas. Por ejemplo, en Ruanda, los drones están siendo utilizados para entregar suministros médicos en zonas remotas y de difícil acceso. En otros países, como Australia, la organización Ambulance Victoria está probando el uso de drones para responder a emergencias médicas en zonas rurales y remotas.

Según un informe de *MarketsandMarkets*, se espera que el mercado global de servicios de emergencias médicas con drones crezca a una tasa compuesta anual del 23,8% entre 2020 y 2025 [75]. Además, se espera que la demanda aumente en los próximos años debido a varios factores, incluyendo la creciente popularidad y accesibilidad de los drones, el envejecimiento de la población, y la mayor conciencia sobre la importancia de la atención médica de emergencia rápida y eficaz.

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

La competencia actual de servicios de emergencias médicas con drones en Madrid es limitada, y se encuentra en fase de desarrollo y prueba. Algunos de los competidores más destacados son:

- SUMMA 112: El Servicio de Urgencias Médicas de Madrid ha desarrollado un proyecto piloto para el uso de drones en emergencias médicas en áreas urbanas. El proyecto cuenta con un equipo especializado y un dron equipado con cámaras de alta resolución y un desfibrilador para la atención de paradas cardiorrespiratorias.
- Alpha Unmanned Systems: Esta empresa española está desarrollando drones equipados con cámaras térmicas y desfibriladores para la atención de emergencias médicas en áreas urbanas. Estos drones tienen la capacidad de sobrevolar zonas urbanas de difícil acceso y llegar rápidamente a los pacientes en situaciones de emergencia.
- Droniberia: Esta empresa ofrece servicios de drones para emergencias médicas en áreas urbanas, incluyendo la atención de paradas cardiorrespiratorias, la entrega de medicamentos y la monitorización de pacientes.

- DroniXtreme: Es una empresa española que ofrece drones equipados con desfibriladores para la atención de emergencias médicas. Estos drones tienen una autonomía de vuelo de 30 minutos y pueden ser controlados por un operador remoto.

ACEPTACIÓN DEL PÚBLICO

La aceptación del público sobre el negocio de UAS en emergencias médicas puede variar según diversos factores, como la percepción de seguridad, la confianza en la tecnología, la eficacia en la atención de emergencias, entre otros.

A pesar de que los drones con equipamiento médico son relativamente nuevos en el mercado, la aceptación del público en general está aumentando, ya que cada vez son más conocidas sus capacidades y su potencial para salvar vidas en situaciones de emergencia. Según un estudio realizado por la *Fundación MAPFRE*, el 84% de los encuestados estaría dispuesto a utilizar un dron con equipo médico para recibir atención en situaciones de emergencia, siempre y cuando se garantice la calidad de la atención y la seguridad en el uso de los equipos [76].

COSTE

El coste del negocio de UAS en emergencias médicas puede variar en función de varios factores, como el tipo y modelo de dron utilizado, el equipamiento del dron y su carga, la formación y capacitación del personal, los costes de mantenimiento y reparación, entre otros.

REGULACIÓN Y LIMITACIONES

El negocio de drones en emergencias médicas está sujeto a regulaciones y limitaciones que pueden variar según la región y las circunstancias específicas de cada situación.

En España, el uso comercial de drones está regulado por AESA, que establece limitaciones en cuanto a la altura y el peso de las cargas que se pueden transportar en drones, así como restricciones en cuanto a la distancia y la ubicación de las operaciones.

Las principales limitaciones que presenta el negocio son limitaciones técnicas y geográficas. Las limitaciones técnicas se basan en la autonomía de vuelo, alcance y capacidad de carga, pudiendo afectar a la capacidad de los drones para llevar a cabo misiones de emergencias médicas. Las características geográficas, como la presencia de edificios altos o áreas urbanas densamente pobladas también pueden ser limitaciones para las operaciones.

TENDENCIAS Y DESARROLLOS FUTUROS

El uso de UAS en emergencias médicas sigue evolucionando y mejorando con el tiempo, y se espera que esta tecnología siga creciendo y desarrollándose en el futuro. A continuación, se presentan algunas de las tendencias y desarrollos más destacables:

- Mejoras en la tecnología que permitan operar por períodos de tiempo más largos, a mayores altitudes y velocidades, y realizar misiones más complejas.
- Integración con la inteligencia artificial para procesar información y tomar decisiones en tiempo real durante las misiones de emergencias médicas.
- Mayor precisión en el diagnóstico remoto.
- Desarrollo de infraestructura de apoyo, centros de control y sistemas de comunicación, para garantizar una operación eficiente y segura.
- Regulaciones y políticas más claras para garantizar la seguridad y la eficacia de las operaciones de drones en este ámbito. Se espera que estos marcos regulatorios fomenten la adopción de drones en emergencias médicas y mejoren la seguridad y la eficiencia de los servicios de emergencias médicas en general.

CONCLUSIONES

Actualmente, existen servicios de emergencias médicas en funcionamiento que operan con UAS, aunque se aplican únicamente en áreas remotas o rurales. En los entornos urbanos, el equivalente más cercano a este tipo de servicio lo ofrecen los helicópteros, que ya han demostrado su eficacia para el traslado rápido de pacientes y personal médico.

No obstante, es importante destacar que los UAS representan un complemento que puede mejorar la eficiencia y el alcance de los servicios de emergencias médicas, especialmente en situaciones o áreas donde los medios convencionales pueden no ser suficientes o no estar disponibles. Además, en determinados escenarios, el uso de drones no requiere de su aterrizaje, lo que obvia la necesidad de vertipuertos para su operación.

3.3.5. Matriz de valoración

A continuación se elabora una matriz de valoración como herramienta para evaluar los diferentes aspectos recogidos en el análisis. Cada uno de estos factores se valoran en una escala del 1 al 5, donde 1 representa una situación poco favorable y 5 indica una situación altamente favorable. Al utilizar esta matriz de valoración, se obtiene una visión general de la viabilidad y las oportunidades de negocio.

Aspecto	Definición	1	2	3	4	5
---------	------------	---	---	---	---	---

Soluciona un problema	¿Soluciona un problema real en el mercado?	No soluciona un problema real en el mercado.	Soluciona un problema poco relevante en el mercado.	Soluciona un problema relevante en el mercado.	Soluciona un problema muy importante.	Soluciona un problema crítico en el mercado.
Propuesta de valor con beneficios	¿Tiene una propuesta de valor clara y beneficios tangibles para el cliente?	No está clara y no ofrece beneficios tangibles para el cliente.	Está poco clara y ofrece pocos beneficios tangibles para el cliente.	Está clara y ofrece beneficios tangibles para el cliente.	Está muy clara y ofrece beneficios tangibles y diferenciados.	Está muy clara y ofrece beneficios tangibles y únicos para el cliente.
Público objetivo	¿Tiene un público objetivo claro y bien definido?	Está claro y no está bien definido.	Está poco claro y está poco definido.	Está claro y está definido.	Está muy claro y está bien definido.	Está muy claro y perfectamente definido.
Análisis de la demanda	¿La demanda actual y futura del mercado es suficiente para sustentar el negocio?	La demanda actual y futura del mercado no es suficiente.	La demanda actual y futura del mercado es insuficiente.	La demanda actual y futura del mercado es justa.	La demanda actual y futura del mercado es suficiente.	La demanda actual y futura del mercado es mayor de lo necesario.
Análisis de la competencia	¿La competencia actual afecta o afectará al negocio?	La competencia es demasiado alta y afectará el negocio.	La competencia es moderada y puede afectar el negocio.	La competencia es baja y no afectará el negocio.	La competencia es muy baja y no afectará al negocio.	No existe competencia y no afectará el negocio.
Aceptación del público	¿El público está dispuesto a utilizar el servicio?	Está dispuesto a utilizar el servicio.	Está poco dispuesto a utilizar el servicio.	Está dispuesto a utilizar el servicio.	Está muy dispuesto a utilizar el servicio.	Está totalmente dispuesto a utilizar el servicio.
Aceptación del coste	¿El precio del servicio es aceptable para el público objetivo?	Es demasiado alto y no es aceptable para el público.	Es un poco alto y puede no ser aceptable para el público.	Es aceptable para el público.	Es bastante aceptable y atractivo para el público.	Es muy atractivo y aceptable para el público.
Normativa o regulación aplicable	¿Existen regulaciones y normativas aplicables?	Muchas regulaciones y normativas dificultan la viabilidad.	Algunas regulaciones y normativas pueden dificultar la viabilidad.	Pocas regulaciones y normativas que afecten al negocio.	Muy pocas regulaciones y normativas que afecten al negocio.	No existen regulaciones o normativas que afecten al negocio.
Tendencias y desarrollos futuros	¿Existen tendencias y desarrollos que puedan afectar al negocio?	Muchas tendencias y desarrollos pueden afectar negativamente.	Algunas tendencias y desarrollos pueden afectar negativamente.	Algunas tendencias y desarrollos pueden afectar positivamente.	Muchas tendencias y desarrollos pueden afectar positivamente.	Muchas tendencias y desarrollos pueden afectar positivamente de manera significativa.

Tabla 6. Definición criterio de puntuación de matriz de valoración.

Tras detallar el criterio de evaluación de la matriz de valoración se procede a su ponderación para las categorías de Taxis Aéreos, Transporte de Mercancías,

Seguridad Urbana y Emergencias Médicas. Al finalizar las valoraciones se obtiene una puntuación total para cada uno de los negocios, reflejando la evaluación global de cada servicio en términos de viabilidad y oportunidades.

	Taxis aéreos	Transporte de mercancías	Seguridad urbana	Emergencias médicas
Soluciona un problema	4	4	4	3
Propuesta de valor con beneficios	4	4	4	3
Público objetivo	4	4	4	4
Análisis de la demanda	3	4	3	3
Análisis de la competencia	2	2	3	3
Aceptación del público	3	4	5	5
Aceptación del coste	3	4	4	4
Normativa o regulación aplicable	1	1	5	4
Tendencias y desarrollos futuros	3	3	4	4

TOTAL

3,00

3,33

4,00

3,67

Contribución a
la Smart City

Smart Mobility


Smart
Environment


Smart Mobility


Smart
Environment


Smart Living


Smart
Environment


Smart Living


Smart
Environment


Tabla 7. Matriz de valoración.

Atendiendo a los resultados de la tabla de valoración, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- **Taxis aéreos:** Con una puntuación total de 3,00, se observa que aunque soluciona un problema y presenta una propuesta de valor con beneficios, existe una baja aceptación por parte del público y limitaciones en cuanto a la normativa y regulación aplicable. Estos factores pueden afectar su viabilidad y adopción en el mercado.
- **Transporte de mercancías:** Con una puntuación total de 3,33, se destaca por su capacidad de solucionar problemas y ofrecer una propuesta

de valor con beneficios tangibles. Además, cuenta con un público objetivo definido y una aceptación del público y del coste adecuados. Sin embargo, se debe considerar el análisis de la competencia y las limitaciones en cuanto a la normativa y regulación aplicable.

- **Seguridad urbana:** Con una puntuación total de 4,00, se posiciona como el negocio con mayor viabilidad del análisis. Se destaca por solucionar problemas relevantes y contar con una propuesta de valor atractiva para los clientes. Además, existe un público objetivo claro y una aceptación positiva del público. La normativa y regulación aplicable también son favorables, lo que impulsa su viabilidad.
- **Emergencias médicas:** Con una puntuación total de 3,67, se presenta como un servicio con potencial. Aunque soluciona problemas y tiene una propuesta de valor con beneficios, se requiere una mayor demanda y claridad en la aceptación del coste. Sin embargo, las tendencias y desarrollos futuros son favorables, lo que puede generar oportunidades en el futuro.

Una vez analizados los resultados de la tabla de valoración, se concluye que el negocio de seguridad urbana presenta un gran potencial y es el más prometedor para la elaboración del plan de negocio.

4. PLAN DE NEGOCIO

4.1. Introducción

La seguridad urbana representa una preocupación constante en las ciudades modernas, ya que enfrentan desafíos cada vez más complejos en términos de vigilancia, prevención y respuesta ante situaciones de emergencia. En este contexto, el uso de aeronaves no tripuladas ha surgido como una solución prometedora para mejorar la eficiencia y efectividad de las operaciones de seguridad urbana.

El presente plan de negocio tiene como objetivo desarrollar una propuesta sólida (con las lógicas limitaciones de alcance que impone el marco de desarrollo de un TFG) para la implementación de servicios de seguridad urbana con UAS en Madrid. Este plan se basa en la creciente demanda de soluciones tecnológicas innovadoras en el ámbito de la seguridad urbana, así como en los avances tecnológicos en el campo de los drones y la normativa vigente que los regula.

La visión es establecer una empresa competitiva en el mercado de seguridad urbana, ofreciendo soluciones integrales y personalizadas para atender las necesidades específicas de las fuerzas del orden y los equipos de respuesta de emergencias, entre otros clientes. Aprovechando las ventajas únicas que ofrecen los UAS, se pretende potenciar y mejorar las operaciones de seguridad, maximizando la eficiencia y la efectividad de los recursos disponibles. Además, se busca garantizar en todo momento el cumplimiento de las regulaciones y normativas vigentes en materia de seguridad y privacidad, junto con los valores fundamentales de la integridad y la ética, contribuyendo al bienestar de la ciudad de Madrid.

4.2. Análisis del mercado

4.2.1. Descripción del mercado

El mercado de seguridad urbana experimenta un crecimiento constante, enfocándose en la implementación de UAS para garantizar la protección, seguridad y cumplimiento de la ley en diversas situaciones. En 2022 se valoró el mercado mundial de drones de seguridad urbana en 1.173 millones de euros, y se estima que experimentará un crecimiento constante, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 31,6 %, hasta alcanzar aproximadamente los 17.063 millones de euros para 2032 [78].

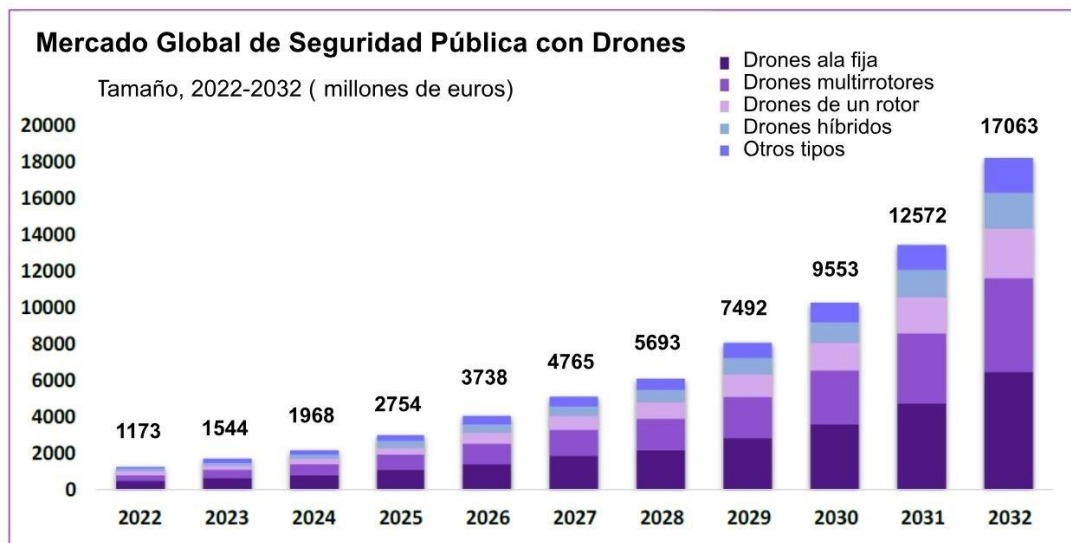


Figura 13. Mercado global de seguridad urbana con Drones [78].

Este crecimiento del mercado se atribuye, principalmente, a la capacidad de los UAS para proporcionar conciencia situacional y mejorar el tiempo de respuesta en situaciones de emergencia. Estos drones están especialmente equipados con cámaras de alta resolución, sensores térmicos y otros dispositivos avanzados, que permiten capturar imágenes y transmitir datos en tiempo real, proporcionando un entorno más seguro para el personal y una visión más clara y detallada de las situaciones. Además, se espera que la creciente adopción de vehículos aéreos no tripulados por parte de los militares en todo el mundo tenga un impacto significativo en el crecimiento del mercado de drones de seguridad urbana en los próximos años.

La aplicación de UAS en seguridad abarca una amplia gama de áreas, incluyendo la vigilancia, investigación y supervisión de eventos multitudinarios, entre los que destacan Cabalgatas de Reyes, maratones, dispositivos por partidos de fútbol, procesiones de Semana Santa, manifestaciones, festivales, fiestas de los distritos, campanadas de fin de año, entre otros.



Figura 14. Aplicaciones de Drones en seguridad urbana.

La aplicación de UAS en seguridad abarca una amplia gama de áreas, incluyendo la vigilancia, investigación y supervisión de eventos multitudinarios, entre los que destacan Cabalgatas de Reyes, maratones, dispositivos por partidos de fútbol, procesiones de Semana Santa, manifestaciones, festivales, fiestas de los distritos, campanadas de fin de año, entre otros.

En el ámbito de la vigilancia y el control del tráfico, los drones pueden monitorear el flujo de vehículos, identificar infracciones y ayudar en la detección de accidentes de manera más rápida y eficiente. Asimismo, durante situaciones de búsqueda y rescate, los drones pueden explorar terrenos difíciles de alcanzar, buscar a personas y proporcionar información vital para coordinar las operaciones.

Además, los drones son muy valiosos en la prevención y respuesta a desastres naturales. Estos dispositivos pueden realizar inspecciones de infraestructuras críticas, evaluar daños y riesgos en zonas afectadas por terremotos, inundaciones u otros eventos catastróficos, pudiendo ayudar con tareas de extinción de incendios.

Los drones también son eficaces en el control de plagas, permitiendo el monitoreo y mapeo de áreas afectadas por infestaciones, permitiendo una identificación temprana de focos, una respuesta oportuna y la aplicación de tratamientos precisos y dirigidos, minimizando el uso de productos químicos y reduciendo el impacto ambiental.

Debido al constante crecimiento del mercado, resulta fundamental comprender las tendencias actuales y futuras antes de incorporarse a él. Estas tendencias brindarán una visión clara sobre la dirección que está tomando el mercado, permitiendo identificar posibles oportunidades y desafíos.

4.2.2. Tendencias y oportunidades del mercado

El sector de seguridad urbana con drones se encuentra en un período de expansión y evolución, caracterizado por una serie de tendencias emergentes que están forjando nuevas oportunidades para los actores de este sector en crecimiento.

La integración de la inteligencia artificial se destaca como una de las corrientes más importantes en el mercado. La combinación de drones y tecnología de IA permite un procesamiento más rápido de los datos recopilados, lo que mejora la detección de amenazas, la clasificación de objetos y el análisis de situaciones en tiempo real. Estas mejoras brindan a los operadores de drones una mayor capacidad para tomar decisiones rápidas y efectivas.

Otra tendencia destacada es el diseño y fabricación de drones personalizados para satisfacer necesidades específicas en seguridad urbana. Estos drones están diseñados con características especiales, como capacidad de carga útil adicional, resistencia a condiciones climáticas adversas, sensores especializados (como químicos o biológicos) y capacidades de vuelo autónomo.

Las regulaciones y normativas también están evolucionando en el mercado de seguridad urbana con drones. Con el desarrollo del *U-Space* las autoridades reguladoras están estableciendo directrices más claras y específicas para garantizar la seguridad, la privacidad y el cumplimiento normativo, y se esperan nuevas normativas y limitaciones en zonas urbanas. Comprender y mantenerse actualizado con estas regulaciones es esencial para operar de manera legal y ética en este mercado en constante evolución.

La colaboración público-privada es otra tendencia importante en el mercado. Las organizaciones gubernamentales y las fuerzas de seguridad están buscando asociaciones con proveedores de servicios de drones para aprovechar su experiencia y tecnología. Esta colaboración permite una mejor integración de los drones en los sistemas existentes de seguridad urbana y fomenta la innovación conjunta para abordar desafíos específicos.

Por último, los avances en el análisis de datos desempeñan un papel crucial en el mercado de seguridad urbana con drones. La capacidad de recopilar y analizar grandes volúmenes de datos es cada vez más relevante. Las soluciones de análisis de datos avanzadas, como el aprendizaje automático y la visualización de datos, permiten extraer información valiosa y patrones ocultos de los datos capturados por los drones. Esto mejora la toma de decisiones, la identificación temprana de amenazas y la optimización de recursos en las operaciones.

Estas tendencias presentan numerosas oportunidades en el mercado de seguridad con drones, de modo que las empresas y profesionales que puedan adaptarse a ellas podrán disponer de un mejor posicionamiento. A medida que el sector continúa evolucionando, con la adaptación a las nuevas tendencias, no sólo se posicionan las empresas y profesionales para el éxito, sino que también se abre la puerta a una gama más amplia de clientes potenciales.

4.2.3. Análisis de la demanda y clientes potenciales

La ciudad de Madrid presenta un entorno propicio para la implementación de servicios de seguridad urbana con drones debido a su tamaño, densidad de población y la diversidad de eventos y actividades que tienen lugar en ella. Existe una demanda creciente de soluciones innovadoras que mejoren la eficacia de las operaciones de seguridad y protección en la ciudad. Los clientes potenciales para el presente negocio incluyen:

- **Ayuntamiento de Madrid:** El Ayuntamiento de Madrid es responsable de la seguridad y el bienestar de la ciudad y puede ser un cliente clave en la implementación de soluciones de drones para la vigilancia en áreas urbanas, la supervisión de eventos y la gestión de emergencias.
- **Policía Municipal de Madrid:** La Policía Municipal desempeña un papel crucial en el mantenimiento del orden y la seguridad en la ciudad. Pueden requerir drones para tareas de vigilancia, monitoreo del tráfico, búsqueda y rescate, y apoyo en operativos policiales.
- **Policía Nacional:** La Policía Nacional también puede ser un cliente potencial para soluciones de drones en seguridad urbana. Pueden utilizar drones para la vigilancia de eventos masivos, investigaciones de delitos y apoyo en operaciones especiales.
- **Guardia Civil:** La Guardia Civil, como fuerza de seguridad del Estado, tiene competencias en áreas próximas a la capital y también puede beneficiarse del uso de drones para la vigilancia y el control del territorio, así como para el apoyo en operativos especiales.
- **Servicios de emergencia:** Los servicios de emergencia, como los equipos de bomberos y servicios médicos de urgencia, pueden utilizar drones en la respuesta a emergencias y en la evaluación de situaciones peligrosas, como incendios o accidentes de tráfico.
- **Compañías de seguros:** Compañías de seguros interesadas en el uso de drones para evaluar los daños causados por catástrofes naturales o eventos impredecibles.
- **Empresas de seguridad privada:** Las empresas de seguridad privada en Madrid pueden ser clientes potenciales, ya que pueden requerir drones para reforzar la seguridad en instalaciones comerciales, comunidades residenciales o eventos corporativos.
- **Organizadores de eventos:** Los organizadores de eventos públicos, como festivales, citas deportivas, conciertos y manifestaciones, pueden beneficiarse del uso de drones para la seguridad y la gestión de multitudes, asegurando la protección de los asistentes y la prevención de incidentes.

4.2.4. Análisis de la competencia

El análisis de la competencia desempeña un papel fundamental en la elaboración de cualquier plan de negocio, y en el ámbito de la seguridad urbana con aeronaves no tripuladas existen diversos competidores, cada uno con sus fortalezas y áreas de especialización propias. Por consiguiente, resulta esencial identificar y aprovechar las propias fortalezas únicas con el fin de diferenciarse de estos competidores y consolidar la presencia en el mercado.

Con el propósito de comprender mejor el impacto de la competencia en el sector, se ha realizado un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para cada uno de los principales competidores. Esta herramienta brinda una visión detallada de las ventajas y desafíos que se enfrentan en comparación con los competidores ya establecidos, lo que permite tomar decisiones estratégicas informadas. Las conclusiones obtenidas a través de este análisis servirán como base para la realización de un análisis DAFO posterior.

POLICÍA MUNICIPAL DE MADRID

La Policía Municipal de Madrid representa una competencia directa en el ámbito de la seguridad urbana. El uso de drones en sus operaciones, estableciendo una Unidad de Medios Aéreos compuesta por siete miembros, todos pilotos profesionales, demuestra un compromiso gubernamental con la adopción de tecnología de drones para la seguridad urbana, así como la viabilidad y demanda de tales servicios [43]. Sin embargo, al operar en un contexto gubernamental y no comercial, limita su capacidad para expandirse y competir en un mercado más amplio.



Figura 15. Logo Policía Municipal de Madrid.

Sanz, delegada y portavoz municipal de Madrid, ha explicado:

“Los drones de la Sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal participan activamente en los grandes eventos de la ciudad, en sucesos relevantes, para reconstruir e investigar siniestros, en desalojos y un larguísimo etcétera, demostrando una alta eficacia, y la demanda de sus servicios va en aumento, año tras año; en este 2023 la previsión es que continúe al alza”.

Análisis DAFO de la empresa respecto a la Policía Municipal de Madrid			
Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
- Menor apoyo gubernamental - Menor experiencia en el sector	- Posible expansión de la Unidad de Medios Aéreos	- Mayor flexibilidad de adaptación a las necesidades y tecnologías actuales del mercado	- Posibles colaboraciones con ellos y con otras entidades gubernamentales

Tabla 8. Análisis DAFO de la empresa respecto a la Policía Municipal de Madrid [79]

PROSEGUR

Prosegur es uno de los principales competidores en el mercado, ofreciendo un completo servicio de vigilancia mediante el uso de drones llamado "*Drone Services*". Estos drones realizan diversas tareas de seguridad, como rondas de patrullaje, y otras funciones especializadas utilizando sensores térmicos y ambientales. El servicio "*Drone Services*" combina la vigilancia aérea con otros recursos adicionales que son gestionados de manera remota desde el Centro de Operaciones de Seguridad de Prosegur [80].



Figura 16. Logo Prosegur.

Además de la vigilancia básica, los drones de Prosegur brindan numerosas posibilidades para actividades auxiliares y empresariales, como la detección de fugas de fluidos, el control de temperatura, la calidad del aire, las inspecciones y la fotogrametría. Estos drones pueden ser de diferentes tipos, adaptándose a tareas específicas y diversos entornos.

Cabe destacar el uso de algoritmos de inteligencia artificial desarrollados por su equipo por parte de Prosegur, para analizar las imágenes capturadas por los drones. Esto les permite preprocesar la información y transmitir únicamente los eventos e informaciones relevantes, convirtiendo así al dron en una valiosa fuente adicional de datos para mejorar la seguridad y el rendimiento empresarial del cliente.

Análisis DAFO de la empresa respecto a Prosegur			
Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
- Menor gama de servicios y menor experiencia y nombre en el sector	- Posible expansión de su oferta de servicios y su especialización	- Posibilidad de ofrecer una mayor especialización	- Posibilidad de aprovechar nichos de mercado o servicios no cubiertos

Tabla 9. Análisis DAFO de la empresa respecto a Prosegur

MARS DRONE

Por otro lado, Mars Drone es una operadora de drones que se define como empresa líder en soluciones innovadoras, integración de sistemas y servicios de UAS para la seguridad urbana y privada. La empresa cuenta con una flota de drones de vigilancia equipados con cámaras de alta resolución, sistemas de transmisión en tiempo real y capacidades avanzadas de detección y seguimiento [81]. Su enfoque en la tecnología de vanguardia les permite ser un competidor sólido en el mercado, ofreciendo una amplia gama de servicios.



Figura 17. Logo Mars Drone.

Entre los servicios que Mars Drone proporciona se encuentran el apoyo a unidades de emergencias y a las fuerzas y cuerpos de seguridad, la asistencia en la planificación operativa de seguridad, la verificación de alarmas o incidencias, tareas de vigilancia y seguridad privada. También brindan seguridad en eventos y espectáculos, protección de infraestructuras y la venta de drones adaptados a las necesidades específicas de cada cliente.

Con su amplio abanico de servicios y especialización en seguridad, Mars Drone se posiciona como un competidor sólido en el mercado.

Análisis DAFO de la empresa respecto a Mars Drone			
Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
- Menor gama de servicios especializados y menor experiencia	- Posibilidad de expandir su oferta de servicios y su especialización	- Mayor flexibilidad de adaptación a las necesidades y tecnologías actuales del mercado	- Posibilidad de aprovechar nichos de mercado o servicios no cubiertos

Tabla 10. Análisis DAFO de la empresa respecto a Mars Drone

VISUAIR

Visuair es una empresa de servicios profesionales con drones con sede en León y que opera para toda España. La empresa cuenta con varios años de experiencia en el sector y maneja una flota de drones completamente equipados. Esta tecnología punta les permite tener una presencia sólida en el mercado, aportando una diversidad de servicios.



Figura 18. Logo VISUAIR

Visuair ofrece una variedad de servicios, que incluyen colaboraciones con Cuerpos y Fuerzas de Seguridad, Protección Civil y Bomberos para tareas aéreas de vigilancia, búsqueda y rescate. Además, proporcionan servicios de control de plagas, inspecciones aéreas, y vigilancia y seguridad aérea. Su capacidad para transmitir en vivo desde el aire y la búsqueda de personas u objetos en movimiento gracias a las cámaras digitales térmicas son dos de sus servicios más distintivos.

Con su extenso rango de servicios y especialización en seguridad y rescate aéreo, VisuAir se posiciona como un competidor fuerte en el mercado de drones.

Análisis DAFO de la empresa respecto a VISUAIR			
Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
- Menor gama de servicios especializados y experiencia	- Posibilidad de expandir su oferta de servicios y su especialización	- Mayor cercanía a Madrid	- Posibilidad de aprovechar nichos de mercado o servicios no cubiertos

Tabla 11. Análisis DAFO de la empresa respecto a VISUAIR

AEROMEDIA

Aeromedia son competidores notables en el campo de servicios operativos en seguridad urbana en el ámbito de competencias del SEPA del Principado de Asturias, AXEGA en Galicia o en el apoyo de Vigilancia en playas en la Costa del Sol. En la compañía disponen de drones de todas las categorías de peso, con sensores térmicos, cámaras, altavoces y capacidad de transporte de equipamiento. Mediante estas aeronaves ofrecen los siguientes servicios: conteo y control en todo tipo de entorno, vigilancia y aviso por megafonía; ayuda a los Servicios de Salvamento; vigilancia; control de incendios; búsqueda y rescate; entre otros.

Aeromedia únicamente realiza operaciones en Madrid vinculadas a otros servicios como son los de inspección industrial, audiovisual o relacionados con inspecciones de carácter ambiental, pero su experiencia en el sector puede permitirles diversificarse y operar en el mercado de seguridad urbana si lo desean.



Figura 19. Logo Aeromedia

Análisis DAFO de la empresa respecto a AEROMEDIA			
Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
- Menor experiencia en seguridad	- Presentan la capacidad para diversificarse y operar en Madrid	- Posibilidad de ofrecer una mayor especialización	- Posibilidad de aprovechar nichos de mercado o servicios no cubiertos

Tabla 12. Análisis DAFO de la empresa respecto a Aeromedia

OTROS COMPETIDORES

AERIAL PRODUCTIONS, S.C.P., Dronaire Vuelos y Easy Drones son empresas más pequeñas y especializadas en el uso de drones para una gran variedad de aplicaciones. Entre sus servicios ofrecen tareas de inspección, vigilancia y seguridad privada, sin embargo, su enfoque más generalizado y su diversidad de operaciones demuestran un alto grado de versatilidad y experiencia en el campo, pero pueden no permitirles ser tan ágiles y enfocados como una empresa especializada en seguridad urbana con drones.



Figuras 20, 21 y 22. Logos Aerial Productions, Dronaire y Easy Drones.

El mercado de seguridad urbana con drones en Madrid es un mercado de competencia monopolística. En un mercado de competencia monopolística, hay muchos productores o proveedores que ofrecen productos o servicios similares pero no idénticos. Cada empresa tiene cierto grado de control de mercado debido a la diferenciación de productos, pero aún enfrenta una competencia significativa de otras empresas.

En el caso del mercado de seguridad urbana con drones, hay varias empresas que ofrecen servicios de seguridad con drones, pero hay diferencias en términos de tecnología de drones, servicios específicos ofrecidos, experiencia en el sector, ubicación, etc. Estas diferencias permiten a cada empresa tener cierto grado de control sobre su propio segmento de mercado, pero aún deben competir con las demás.

Es importante mencionar que este tipo de mercado puede cambiar rápidamente debido a factores como los avances tecnológicos, los cambios regulatorios y la entrada de nuevos competidores. Por lo tanto, es crucial mantenerse al tanto de las tendencias del mercado y adaptarse a medida que cambia el entorno competitivo.

	Policía Municipal Madrid	Prosegur	Mars Drone	VISUAIR	Aeromedia
Vigilancia	x	x	x	x	x
Búsqueda y rescate	x			x	x
Desastres naturales				x	x
Supervisión de eventos multitudinarios	x		x		
Control de plagas				x	
Inspección de infraestructuras		x	x	x	x
Cumplimiento de la ley	x		x	x	
Seguridad Privada		x	x		

Tabla 13. Comparación de servicios ofrecidos por la competencia.

4.3. Propuesta de valor



Figura 22. Propuesta de valor.

La propuesta de valor se centra en ofrecer soluciones de vanguardia con el uso de tecnología avanzada, garantizando versatilidad y adaptabilidad para satisfacer las necesidades específicas de cada cliente. Se complementan estas características con precios y ofertas personalizadas, una amplia gama de servicios y el análisis de datos en tiempo real, brindando a los clientes las herramientas necesarias para tomar decisiones ágiles e informadas. Todo esto, manteniendo un compromiso firme con la sostenibilidad y creyendo en el compromiso con un mundo más respetuoso con el medio ambiente. A continuación, se desarrollan en detalle el conjunto de componentes para comprender mejor cómo contribuyen a la oferta única.

4.3.1. Descripción de los servicios y soluciones ofrecidas

Se ofrece una gama de servicios de seguridad urbana basada en la tecnología avanzada de drones para proporcionar soluciones eficientes, efectivas y personalizadas a las necesidades de los clientes. El principal objetivo es mejorar la seguridad y el bienestar de la comunidad a través de la innovación y la tecnología, presentando una propuesta de valor única que se centra en la capacidad de adaptación a cualquier escenario, proporcionando soluciones de seguridad en tiempo real en una variedad de entornos.

Para la realización de las operaciones se utilizarán drones multirrotor, específicamente el DJI Mavic 2 Enterprise Advanced. Su alta maniobrabilidad y versatilidad permite navegar con precisión en espacios reducidos y áreas urbanas densas, mientras que su capacidad para realizar vuelos estacionarios es invaluable para observar áreas u objetos específicos durante períodos prolongados.



Figura 23. DJI Mavic 2 Enterprise Advanced.

Estos drones presentan posicionamiento de precisión RTK, cámara térmica, cámara visual, zoom digital 32x, vídeo HD hasta 10 km y detección de obstáculos omnidireccional incorporado. Además, pueden estar equipados con sensores de movimiento, micrófonos, altavoces y otros equipos adicionales orientados a maximizar la eficiencia y efectividad de las operaciones.

La versatilidad y capacidad de estos drones para operar en diversas condiciones y entornos permiten la adaptación del negocio a cualquier escenario, pudiendo ofrecer una amplia gama de servicios de seguridad urbana, con especialización en servicios de vigilancia, búsqueda y rescate, seguridad privada, cumplimiento de la ley, así como inspección de infraestructuras y supervisión de eventos.

Servicio de VIGILANCIA

En servicios de vigilancia, los drones ofrecen beneficios significativos, proporcionando una solución de seguridad proactiva y reactiva. Los drones pueden realizar patrullas regulares y monitorear áreas de interés desde el aire, permitiendo una detección temprana de actividades sospechosas o amenazas potenciales, proporcionando una respuesta rápida a los incidentes de seguridad. Además, los drones pueden patrullar áreas extensas y de difícil acceso para el personal de seguridad en tierra, proporcionando una cobertura de seguridad más completa.

Servicio de BÚSQUEDA Y RESCATE

En situaciones de búsqueda y rescate, los drones desempeñan un papel crucial. Equipados con cámaras térmicas y sensores especializados pueden cubrir grandes áreas de terreno rápidamente, localizando y rastreando a personas desaparecidas o en peligro. Los drones también pueden operar en condiciones climáticas adversas y en terrenos difíciles, lo que permite a los equipos de rescate localizar y llegar a las personas en peligro de manera más eficiente.

Servicio de INSPECCIÓN

Mediante los servicios de inspección con drones se ofrece una forma segura y eficiente de evaluar la infraestructura pública y privada. Los drones pueden realizar evaluaciones visuales detalladas de puentes, edificios, líneas eléctricas, torres de comunicación, y otras estructuras para detectar daños, anomalías o problemas de seguridad antes de que se conviertan en desastres. Esto no solo mejora la seguridad, sino que también puede reducir los costes al identificar problemas antes de que se conviertan en reparaciones costosas, facilitando la planificación y el mantenimiento adecuado de las infraestructuras.

Servicio de SUPERVISIÓN DE EVENTOS

La especialización en la supervisión de eventos multitudinarios ofrece un servicio de drones para monitorear grandes aglomeraciones de personas. Los drones pueden proporcionar una perspectiva aérea adicional en tiempo real de la multitud y ayudar a los organizadores del evento y a las fuerzas de seguridad a gestionar el flujo de personas. Equipados con altavoces pueden transmitir mensajes o instrucciones a los asistentes, mientras que las cámaras permiten detectar comportamientos problemáticos y responder a incidentes de seguridad de manera inmediata.

Servicio de CUMPLIMIENTO DE LA LEY

En el ámbito del cumplimiento de la ley con drones se ofrece la monitorización del tráfico, realización de patrullas de seguridad, mediciones aéreas, y recopilación de pruebas audiovisuales en tiempo real para investigaciones posteriores. Los sensores y dispositivos especializados permiten un despliegue rápido y eficiente en operaciones de cumplimiento de la ley.

Servicio de SEGURIDAD PRIVADA

El servicio de seguridad privada incluye la utilización de drones altamente equipados para patrullar áreas específicas, detectar intrusiones y responder rápidamente a incidentes de seguridad en parques industriales, complejos residenciales u otras áreas delimitadas. Además, mediante este servicio también se ofrece tranquilidad y garantías, sabiendo que la seguridad está en manos de la tecnología más avanzada.

4.3.2. Ventajas competitivas y diferenciación

Las soluciones de seguridad urbana con UAS ofrecidas presentan ventajas competitivas y elementos de distinción que buscan el posicionamiento como competidores sólidos en el mercado. La diferenciación se basa en la tecnología, alcance y versatilidad, tiempo de respuesta rápido, eficiencia de costes y compromiso con la sostenibilidad.

Un aspecto clave de diferenciación es la calidad superior y la versatilidad de los drones DJI Mavic 2 Enterprise Advanced, equipados con la última tecnología de vanguardia, como cámaras de alta resolución y sistemas de detección avanzados. Además, estos drones tienen un gran alcance y versatilidad, lo que los distingue de la competencia y permite ofrecer a los clientes un nivel de seguridad más completo en comparación con las soluciones tradicionales.

Una ventaja competitiva clave es el enfoque en la personalización, buscando entender las necesidades de seguridad únicas de cada cliente y adaptar los servicios en consecuencia. Esto significa que se pueden proporcionar soluciones de seguridad a medida que se ajusten exactamente a lo que los clientes necesitan.

Otra de las ventajas clave es el desarrollo de la tecnología de drones, particularmente en el uso de inteligencia artificial, que permite el análisis de datos en tiempo real. Esta tecnología permite a los drones identificar patrones y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones, mejorando así la eficacia de las operaciones de seguridad urbana y ofreciendo soluciones que no solo responden a las necesidades actuales de los clientes, sino que también anticipan los desafíos futuros.

Por último, a diferencia de algunos de los competidores, estos drones utilizan energía eléctrica, lo que reduce las emisiones de carbono y contribuye a los esfuerzos de sostenibilidad. Este compromiso con la sostenibilidad, junto con la política de responsabilidad ambiental detallada más adelante, sirve de distintivo en el mercado y puede ser un factor de decisión importante para los clientes de seguridad urbana conscientes del medio ambiente.

Aspecto	Nueva Empresa	Policía Municipal de Madrid	Prosegur	Mars Drone	Visuair	Aeromedía
Tecnología de los drones*	Alta	Alta	Media	Alta	Media	Media
Experiencia en el sector**	Baja (2023)	Baja (2020)	Media (2015)	Baja (2019)	Media (2015)	Alta (2012)
Ubicación	Madrid	Madrid	Global	Madrid	León	A Coruña

Tabla 14. Comparación directa con competencia.

*Tecnología de los drones: "Alta" < 2 años < "media" < 5 años < "baja".

**Experiencia en el sector: "Alta" > 10 años > "media" > 5 años > "baja".

4.3.3. Propuesta de precios y modelos de negocio

Los servicios se establecen bajo un modelo de negocio de tarifa por hora, ofreciendo a los clientes un servicio de seguridad aérea de alta calidad y eficiencia a un precio competitivo. La tarifa base por hora es de 150 euros, que incluye el despliegue de un dron DJI Mavic 2 Enterprise Advanced y las operaciones de vuelo realizadas por un piloto de drones profesional.

Cada misión y cada cliente son únicos y, por lo tanto, se ofrecen diferentes precios en función del nivel de riesgo de la operación:

- **Nivel de Riesgo 1: Bajo Riesgo** - Este nivel de riesgo es aplicable a situaciones y eventos que generalmente tienen una densidad de población baja o moderada y/o un nivel de riesgo de seguridad bajo. Entre los ejemplos de estos escenarios se incluyen días normales en áreas urbanas, obras de construcción e infraestructuras. Este nivel de riesgo conlleva un precio de 1.200 euros, que incluye la correspondiente tramitación de permisos, la evaluación de riesgos, estudio de la ubicación, el desarrollo de planes de contingencia y respuesta a emergencias así como el coste de equipamiento, coordinación con autoridades y exposición al riesgo.
- **Nivel de Riesgo 2: Riesgo Moderado** - Este nivel de riesgo es aplicable a situaciones y eventos que pueden tener una densidad moderada de población y/o un nivel de riesgo de seguridad medio. Entre los ejemplos más claros de este tipo de escenario se incluyen algunos eventos deportivos, calles comerciales concurridas y días festivos. Este nivel de riesgo conlleva un precio de 5.000 euros, que incluye tramitación de permisos, una evaluación de riesgos más compleja, estudio de la ubicación, el desarrollo de planes de contingencia y respuesta a emergencias más detallados, la elaboración de STS y el coste de equipamiento y una mayor exposición al riesgo.
- **Nivel de Riesgo 3: Alto Riesgo** - Este nivel de riesgo se aplica a situaciones y eventos que, por su naturaleza, tienen una alta densidad de población y/o pueden tener un potencial elevado de conflicto o problemas de seguridad. Entre los ejemplos de este tipo de escenarios se incluyen conciertos, manifestaciones y eventos políticos. Este nivel de riesgo conlleva un precio de 7.000 euros, que incluye un estudio de seguridad debido a la alta densidad de población y al potencial de conflictos, planes de contingencia y respuesta a emergencias más complejos, la tramitación de permisos y coordinación con AESA, equipo de seguridad de alta gama y posiblemente equipo adicional para manejar situaciones de alto riesgo.

Para misiones que requieran desplazamientos fuera de la ciudad de Madrid, se añade una tarifa de 0,25 euros por kilómetro. Esto cubre los costes asociados con el transporte de equipos y personal en operaciones.

Además, se ofrece un servicio de análisis de datos por una tarifa de 450 euros. Este servicio utiliza inteligencia artificial para analizar los datos recopilados durante las operaciones de vuelo, proporcionando a los clientes un informe con información valiosa que puede mejorar su seguridad y eficiencia.

En situaciones de emergencia que requieran una respuesta inmediata, se aplicará una tarifa de emergencia de 185 euros por hora, debido a la necesidad de movilizar recursos rápidamente y, a menudo, fuera del horario de trabajo.

Como estrategia de promoción y descuento se ofrece un descuento del 10% para los clientes a partir de las 100 horas de vuelo anuales, y del 20% en caso de superar las 150 horas anuales, en reconocimiento a su lealtad y al volumen de negocio que aportan.

Es importante señalar que estos precios son una guía y cada solución es personalizada. Se trabaja estrechamente con los clientes para entender sus necesidades y desarrollar un presupuesto que se adapte a sus requerimientos específicos. El principal objetivo es proporcionar un servicio óptimo que aporte valor a los clientes, siendo transparentes y justos en la estructura de precios.

Precio/ud.	
Tarifa Básica	
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	150,00 € /h
Tarifa Emergencia	
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	185,00 € /h
Nivel de Riesgo	
Riesgo nivel 1	1.200,00 €
Riesgo nivel 2	5.000,00 €
Riesgo nivel 3	7.500,00 €
Suplementos	
Desplazamiento (Al salir de Madrid)	0,25 € / km
Análisis de datos recopilados (Informes, etc.)	350,00 €
Descuentos aplicables	
A partir de 100 horas de vuelo anuales	10 %
A partir de 150 horas de vuelo anuales	20 %
Para concretar precio	
Contactar con la empresa	

Tabla 15. Tarifas de precios.

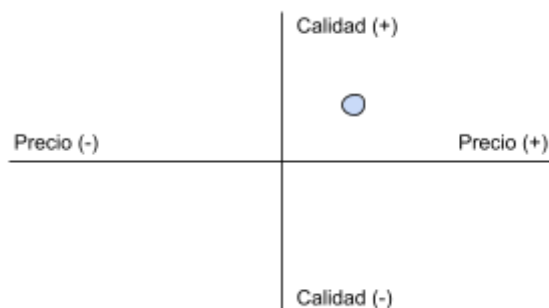


Figura 24. Tabla de posicionamiento objetivo.

4.3.4. Análisis DAFO

A continuación se presenta un análisis DAFO para identificar y evaluar los factores internos y externos que pueden influir en el desarrollo del negocio. En el ámbito de las debilidades y amenazas existen desafíos inherentes a un sector tecnológicamente dependiente, incluyendo la vulnerabilidad a ataques cibernéticos, la necesidad de personal capacitado, limitaciones técnicas, y la competencia establecida. Por otro lado, se presentan fortalezas que se centran en un enfoque innovador, la utilización de tecnología avanzada, la especialización y un equipo altamente cualificado. Estas fortalezas pretenden aprovechar las oportunidades emergentes, como una demanda en alza, la posibilidad de asociaciones estratégicas, avances tecnológicos y el apoyo gubernamental.

Debilidades	Amenazas
Dependencia de la tecnología Vulnerabilidad a ataques cibernéticos Necesidad de personal capacitado Limitaciones de batería Preocupaciones sobre privacidad Competidores establecidos Recursos limitados Dependencia de proveedores de tecnología Necesidad de formación continua	Cambios hacia regulaciones más estrictas Mayor competencia Percepción pública negativa Problemas de seguridad Avances tecnológicos de los competidores Problemas de privacidad
Fortalezas	Oportunidades
Negocio innovador Demanda en alza Tecnología avanzada Reducción de riesgos Especialización en seguridad urbana Equipo altamente cualificado Ubicación en Madrid	Avances tecnológicos Apoyo gubernamental Posibilidad de asociaciones estratégicas Desarrollo de nuevas tecnologías Expansión a nuevas áreas geográficas Menor competencia en seguridad privada y supervisión de eventos

Tabla 16. Análisis DAFO.

4.4. Estrategia de marketing

4.4.1. Estrategias de promoción y publicidad

El principal enfoque de la estrategia de promoción y publicidad se basa en el marketing digital. Se planea establecer una presencia sólida en línea a través de la creación de un sitio web profesionalmente diseñado y la utilización de estrategias de SEO (optimización de motores de búsqueda) para mejorar la visibilidad del negocio en los resultados de búsqueda de Internet. Dentro de la página web corporativa se recopilarán testimonios de clientes satisfechos y casos de éxito, buscando generar así confianza y credibilidad en los servicios.



Figuras 25 y 26. Ejemplos publicidad en redes sociales.

Además, se utilizarán activamente las redes sociales, en particular Instagram, TikTok y YouTube, como plataformas para promocionar los diferentes servicios. A través de estas, se compartirá contenido relevante y atractivo sobre seguridad urbana, operaciones realizadas, beneficios de los servicios, eventos, y otras posibles informaciones de interés.

Se buscará establecer colaboraciones estratégicas con empresas o proveedores de seguridad existentes que ya trabajen con entidades públicas, permitiendo aprovechar sus redes de clientes y crear oportunidades de colaboración conjunta para ofrecer soluciones completas de seguridad urbana.

Dentro de la estrategia publicitaria, se incluye la colocación de anuncios y la publicación de artículos en medios de comunicación enfocados en seguridad urbana y tecnología, permitiendo llegar directamente al público objetivo.

Finalmente, se participará en eventos y conferencias relacionados con la seguridad urbana y la tecnología de drones, con el fin de promocionar los servicios y establecer contactos con profesionales del sector, distribuyendo folletos, catálogos y tarjetas de presentación de alta calidad que destaquen los beneficios del negocio.

4.4.2. Estrategias de ventas y distribución

Las estrategias de ventas y distribución para el negocio de seguridad con drones seguirán un enfoque tanto directo como indirecto, para maximizar la penetración en el mercado y alcanzar una amplia base de clientes potenciales. A través de estas estrategias, se busca no solo vender los servicios, sino también construir relaciones sólidas y duraderas con los clientes, para conseguir un posicionamiento de confianza.

La presencia en línea será la estrategia principal de ventas. El sitio web permitirá a los clientes potenciales obtener información detallada sobre los servicios, solicitar cotizaciones, e incluso contratar directamente. Para ello, se implementarán estrategias de marketing digital, dirigiendo al público hacia el sitio web y convirtiendo visitantes en clientes.

La venta directa a los clientes será también una plataforma clave para las ventas. Esto se logrará a través de la identificación y el contacto con entidades que puedan necesitar los servicios, como agencias gubernamentales, empresas de seguridad privada, y organizaciones involucradas en eventos masivos. Mediante una combinación de telemarketing, correo electrónico, y visitas presenciales se buscará introducir los servicios y negociar posibles contratos.

Además, se buscará establecer una alianza con una empresa de seguridad existente, permitiendo ofrecer los servicios de drones como una adición valiosa a sus paquetes de seguridad existentes. De esta manera, se podrá obtener un beneficio de su base de clientes y proporcionar un valor añadido a sus operaciones.

Dado que el negocio implica la prestación de un servicio, la "distribución" se llevará a cabo a través de la implementación de los servicios en los lugares requeridos por los clientes. El equipo de operadores de drones estará listo para desplegarse, y se planificará y coordinará cuidadosamente para asegurar una respuesta rápida y eficiente.

Finalmente, para garantizar que los clientes obtengan el máximo valor de los servicios, se ofrecerá capacitación y soporte continuo. Esto incluirá demostraciones de cómo los servicios de drones pueden ser utilizados para mejorar la seguridad, así como soporte técnico y operativo para asegurar una integración sin problemas con las operaciones de seguridad existentes del cliente.

4.4.3. Marketing Mix

El presente apartado aborda el Marketing Mix, también conocido como las 4P's: Producto, Precio, Punto de Venta y Promoción. Esta herramienta estratégica permite detallar cómo se planea ofrecer y comunicar el valor de los productos al mercado objetivo. Cada elemento del Marketing Mix se ha diseñado cuidadosamente para alinearse con las metas y la propuesta de valor del negocio.



Figura 27. Marketing-Mix

4.5. Plan financiero

El plan financiero es una parte esencial de cualquier plan de negocio, ya que proporciona una visión cuantitativa y detallada de las proyecciones de ingresos, costes y rentabilidad del negocio. Esta sección tiene como objetivo demostrar la viabilidad financiera del modelo de negocio propuesto en este plan.

En este apartado, se presentan proyecciones de ingresos basadas en las tarifas propuestas y la demanda estimada para los servicios. Los costes, tanto fijos como variables, se han detallado cuidadosamente para reflejar todas las operaciones del negocio, desde los costes operativos directos como la adquisición y mantenimiento de drones, hasta costes indirectos como administración, marketing y personal.

Se han realizado análisis de punto de equilibrio, flujo de caja y proyecciones de beneficio neto para dar una visión clara de las perspectivas financieras del negocio a corto y largo plazo. Es importante destacar que, aunque las proyecciones financieras se basan en datos y supuestos razonables, siempre existe un grado de incertidumbre en cualquier predicción financiera.

4.5.1. Recursos necesarios

El lanzamiento del negocio de seguridad urbana con UAS requiere una inversión inicial en equipos de vanguardia y alta calidad. Inicialmente se adquirirán dos drones DJI Mavic 2 Enterprise Advanced, dado que están especialmente diseñados para ofrecer una amplia gama de servicios de seguridad. Para mejorar y ampliar la funcionalidad de estos drones, se obtendrán una serie de accesorios y equipos adicionales.

El personal es otro recurso fundamental del negocio. En la etapa inicial, el equipo estará compuesto por un administrativo, dos pilotos de drones altamente cualificados, y un gestor de proyectos para supervisar y coordinar las operaciones. Este equipo diverso permitirá llevar a cabo las operaciones de manera eficiente y efectiva, al mismo tiempo que asegura un servicio de alta calidad a los clientes.

Algunas áreas de la operación se beneficiarán de la experiencia y habilidades especializadas de profesionales externos. Para ello, se delegarán ciertas labores a servicios de gestión externos, como las tareas de recursos humanos, asesoramiento legal y fiscal, y marketing y publicidad. Esta estrategia permitirá una mayor concentración del equipo en las competencias clave.

Además de los equipos y el personal, también se hará uso de tecnología avanzada para apoyar las operaciones. Esto incluye un software de procesamiento de datos y análisis de imágenes, que permitirá extraer información valiosa de los datos recogidos por los drones, delegado a personal técnico e informático externo.

En cuanto a infraestructura, se hará uso de un almacén para el depósito y mantenimiento de los drones y equipos. Las instalaciones para las operaciones administrativas y de gestión no quedan recopiladas en este análisis económico, variando dependiendo de diferentes factores y pudiendo ser presencial o a distancia.

Mirando hacia el futuro, si el negocio experimenta crecimiento y expansión a nivel nacional, se buscará escalar adecuadamente los recursos para satisfacer la demanda. Esto implicaría la expansión de la plantilla para asegurar el mantenimiento de un alto nivel de servicio. Asimismo, se procedería a la mejora continua de la tecnología y equipos. Un ejemplo de ello es la consideración de la adquisición de la tecnología *DroneSafeBox*, que permite ubicar los drones en múltiples localizaciones y volar de forma desatendida y autónoma cuando la legislación lo permita, proporcionando así soluciones innovadoras y eficientes [83]. Este enfoque proactivo y escalable pretende aprovechar las oportunidades de crecimiento y expansión, manteniendo siempre la calidad y eficiencia de los servicios de seguridad con drones.

4.5.2. Estimación de costes iniciales y de operación

Para el primer año, se han considerado tanto los costes iniciales como los operativos, sumando un total de 233.541,35 €.

PRIMER AÑO		Ud.	Precio/ud.	Total
Costes iniciales	Adquisición de drones			8.180,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced	2,00	4.090,00 €	8.180,00 €
	Equipo adicional y accesorios			4.940,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced - Altavoz	2,00	89,00 €	178,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced - Batería	6,00	180,00 €	1.080,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced - Baliza	2,00	69,00 €	138,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced - Foco	2,00	125,00 €	250,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced - Módulo RTK	2,00	500,00 €	1.000,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced - Fly More Kit	2,00	379,00 €	758,00 €
	DJI Mavic 2 Enterprise Advanced - Smart Controller	2,00	649,00 €	1.298,00 €
	Estuche de transporte	2,00	119,00 €	238,00 €
Costes operativos anuales	Seguro			270,00 €
	Seguro de responsabilidad civil	1,00	270,00 €	270,00 €
	Operacionales			5.400,00 €
	Desplazamiento	1,00	3.000,00 €	3.000,00 €
	Almacenaje	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €
	Electricidad	1,00	400,00 €	400,00 €
	Personal (Convenio Colectivo Nacional de Empresas de Seguridad)			172.800,00 €
	Administrativo	1,00	22.500,00 €	22.500,00 €
	Pilotos	2,00	54.000,00 €	108.000,00 €
	Gestores de proyectos	1,00	42.300,00 €	42.300,00 €
	Servicios externos			38.500,00 €
	Gestoría (Recursos humanos, Declaración de Impuestos, etc.)	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
	Empresa de Marketing y publicidad (Página web y redes)	1,00	6.000,00 €	6.000,00 €
	Servicio técnico e informático	1,00	30.000,00 €	30.000,00 €
	Reserva de contingencia			3.451,35 €
	Reserva de contingencia (1,5%)			3.451,35 €
TOTAL COSTES				233.541,35 €

Tabla 17. Costes iniciales y de operación primer año.

Los costes iniciales, de 13.120,00 €, vienen derivados de la adquisición de la tecnología necesaria para las operaciones de la empresa. Se han estimado 8.180,00 € para la adquisición de dos drones DJI Mavic 2 Enterprise Advanced, con capacidades específicas para ofrecer una amplia gama de servicios de seguridad. Además, se han asignado 4.940,00 € para obtener equipo adicional y accesorios para los drones, incluyendo altavoces, varias baterías adicionales, balizas, focos, módulos RTK para una precisión de navegación superior, Fly More Kits para aumentar el tiempo de vuelo, Smart Controllers para un control avanzado, y estuches de transporte para proteger y transportar los equipos de forma segura.

Los costes operativos anuales vienen producidos por la propia operación de los servicios, y se estiman en 220.421,35 €. Esto incluye el seguro de responsabilidad civil y los gastos de desplazamiento, el almacenamiento y los costes de electricidad. Los gastos de personal constituyen una parte significativa de los costes operativos, con un total de 172.800,00 € para el primer año. Este precio cubre los costes empresariales de contratar a un administrativo, dos pilotos de drones y un gestor de proyectos.

Además, se han presupuestado 38.500,00 € para servicios externos. Este monto cubrirá los costes de una gestoría que se encargará de los recursos humanos y la declaración de impuestos, una empresa de marketing y publicidad que se hará cargo de la página web y las redes sociales del negocio, y personal técnico e informático externo para el desarrollo y mantenimiento de software y tecnología.

Finalmente, se ha establecido una reserva de contingencia del 1,5% del total de costes, que asciende a 3.451,35 €. Esta cantidad se ha reservado para cubrir cualquier gasto inesperado que pueda surgir durante el primer año de operación, garantizando así la estabilidad financiera de la empresa en su etapa inicial.

Una vez iniciado el servicio, los costes anuales se verán reducidos a 181.365,55 €, dado que ya se dispondrá del equipo de UAS y complementos necesarios, así como el software de proceso de datos.

SIGUIENTES AÑOS		Ud.	Precio/ud.	Total
Costes operativos anuales	Seguro			270,00 €
	Seguro de responsabilidad civil	1,00	270,00 €	270,00 €
	Operacionales			5.400,00 €
	Desplazamiento	1,00	3.000,00 €	3.000,00 €
	Almacenaje	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €
	Electricidad	1,00	400,00 €	400,00 €
	Personal (Convenio Colectivo Nacional de Empresas de Seguridad)			172.800,00 €
	Administrativo	1,00	22.500,00 €	22.500,00 €
	Pilotos	2,00	54.000,00 €	108.000,00 €
	Gestores de proyectos	1,00	42.300,00 €	42.300,00 €
	Servicios externos			14.500,00 €
	Gestoría (Recursos humanos, Declaración de Impuestos, etc.)	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
	Empresa de Marketing y publicidad (Página web y redes)	1,00	6.000,00 €	6.000,00 €
	Servicio técnico e informático	1,00	6.000,00 €	6.000,00 €
	Reserva de contingencia			2.894,55 €
	Reserva de contingencia (1,5%)			2.894,55 €
TOTAL COSTES				181.365,55 €

Tabla 18. Costes operativos siguientes años.

4.5.3. Proyección de ingresos, flujo de efectivo y análisis de la rentabilidad

Para la realización de la proyección de ingresos y el consecuente flujo de efectivo se han establecido tres posibles escenarios: pesimista, realista y optimista.

Mediante los precios recogidos en el apartado 4.3.3 del presente plan de negocio se han realizado las siguientes estimaciones para el primer año de servicio, basadas en el hecho de que se acaba de entrar en el mercado y todavía no se ha dado a conocer el negocio por completo. Al ser una nueva empresa en el sector, es comprensible que tomará tiempo y esfuerzo establecer presencia y construir una base sólida de clientes.

<i>ESCENARIO PESIMISTA</i>	Ud.	Precio/ud.	Total
Tarifa Básica			9.600,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	64,00	150,00 €	9.600,00 €
Tarifa Emergencia			740,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	4,00	185,00 €	740,00 €
Nivel de Riesgo			49.500,00 €
Riesgo nivel 1	10,00	1.200,00 €	12.000,00 €
Riesgo nivel 2	6,00	5.000,00 €	30.000,00 €
Riesgo nivel 3	1,00	7.500,00 €	7.500,00 €
Suplementos			2.850,00 €
Desplazamiento (Al salir de Madrid)	200,00	0,25 €	50,00 €
Análisis de datos recopilados (Informes, etc.)	8,00	350,00 €	2.800,00 €
TOTAL INRGESOS			62.690,00 €

Tabla 19. Proyección de ingresos primer año en escenario pesimista.

En el escenario pesimista se estima un total de 17 operaciones anuales, con 68 horas totales de vuelo. El total de ingresos asciende a 62.690,00 €.

ESCENARIO REALISTA	Ud.	Precio/ud.	Total
Tarifa Básica			13.200,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	88,00	150,00 €	13.200,00 €
Tarifa Emergencia			1.480,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	8,00	185,00 €	1.480,00 €
Nivel de Riesgo			71.800,00 €
Riesgo nivel 1	14,00	1.200,00 €	16.800,00 €
Riesgo nivel 2	8,00	5.000,00 €	40.000,00 €
Riesgo nivel 3	2,00	7.500,00 €	15.000,00 €
Suplementos			6.387,50 €
Desplazamiento (Al salir de Madrid)	350,00	0,25 €	87,50 €
Análisis de datos recopilados (Informes, etc.)	18,00	350,00 €	6.300,00 €
TOTAL INGRESOS			92.867,50 €

Tabla 20. Proyección de ingresos primer año en escenario realista.

En el escenario realista se estima un total de 24 operaciones al mes, con 96 horas totales de vuelo. El total de ingresos alcanza los 92.867,50 €.

ESCENARIO OPTIMISTA	Ud.	Precio/ud.	Total
Tarifa Básica			17.100,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	114,00	150,00 €	17.100,00 €
Tarifa Emergencia			1.850,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	10,00	185,00 €	1.850,00 €
Nivel de Riesgo			94.100,00 €
Riesgo nivel 1	18,00	1.200,00 €	21.600,00 €
Riesgo nivel 2	10,00	5.000,00 €	50.000,00 €
Riesgo nivel 3	3,00	7.500,00 €	22.500,00 €
Suplementos			12.375,00 €
Desplazamiento (Al salir de Madrid)	500,00	0,25 €	125,00 €
Análisis de datos recopilados (Informes, etc.)	35,00	350,00 €	12.250,00 €
TOTAL INGRESOS			125.425,00 €

Tabla 21. Proyección de ingresos primer año en escenario optimista.

En el escenario optimista se estima un total de 31 operaciones al mes, con 124 horas totales de vuelo. El total de ingresos asciende a los 125.425,00 €.

Una vez realizadas y analizadas las estimaciones de costes e ingresos para el primer año, es posible obtener el flujo de efectivo resultante, así como las predicciones para los años siguientes. Este proceso de evaluación brinda una visión clara de la situación financiera de la empresa a corto y largo plazo, permitiendo tomar decisiones informadas y planificar estratégicamente el crecimiento y desarrollo del negocio.

Las tablas proporcionadas muestran la proyección del flujo de efectivo anual para el negocio a lo largo de cinco años, presentando escenarios pesimistas, realistas y optimistas.

AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	
PESIMISTA	Flujo de efectivo	PESIMISTA	Flujo de efectivo	PESIMISTA	Flujo de efectivo
Ingresos totales	62.690,00 €	Ingresos totales	125.380,00 €	Ingresos totales	188.070,00 €
Gastos totales	233.541,35 €	Gastos totales	188.620,17 €	Gastos totales	196.164,98 €
	-170.851,35 €		-63.240,17 €		-8.094,98 €
REALISTA	Flujo de efectivo	REALISTA	Flujo de efectivo	REALISTA	Flujo de efectivo
Ingresos totales	92.867,50 €	Ingresos totales	185.735,00 €	Ingresos totales	278.602,50 €
Gastos totales	233.541,35 €	Gastos totales	188.620,17 €	Gastos totales	196.164,98 €
	-140.673,85 €		-2.885,17 €		82.437,52 €
OPTIMISTA	Flujo de efectivo	OPTIMISTA	Flujo de efectivo	OPTIMISTA	Flujo de efectivo
Ingresos totales	125.425,00 €	Ingresos totales	250.850,00 €	Ingresos totales	376.275,00 €
Gastos totales	233.541,35 €	Gastos totales	188.620,17 €	Gastos totales	196.164,98 €
	-108.116,35 €		62.229,83 €		180.110,02 €
AÑO 4		AÑO 5			
PESIMISTA	Flujo de efectivo	PESIMISTA	Flujo de efectivo		
Ingresos totales	244.491,00 €	Ingresos totales	366.736,50 €		
Gastos totales	204.011,58 €	Gastos totales	212.172,04 €		
	40.479,42 €		154.564,46 €		
REALISTA	Flujo de efectivo	REALISTA	Flujo de efectivo		
Ingresos totales	362.183,25 €	Ingresos totales	452.729,06 €		
Gastos totales	204.011,58 €	Gastos totales	212.172,04 €		
	158.171,67 €		240.557,02 €		
OPTIMISTA	Flujo de efectivo	OPTIMISTA	Flujo de efectivo		
Ingresos totales	489.157,50 €	Ingresos totales	611.446,88 €		
Gastos totales	204.011,58 €	Gastos totales	212.172,04 €		
	285.145,92 €		399.274,83 €		

Tabla 22. Proyección flujo anual de efectivo a 5 años.

Durante el primer año, se consideran los costes iniciales, detallados en el apartado anterior, junto a los costes operativos. Posteriormente, para proyecciones de los costes futuros, se ha estimado un aumento anual del 4% en relación con el año anterior, teniendo en cuenta factores como el Índice de Precios al Consumidor u otros incrementos relevantes.

En relación a los ingresos, se han ido analizando los resultados obtenidos año a año. Después de obtener resultados negativos en el primer año, con un promedio de actividad de 8 horas mensuales, se ha supuesto que el negocio tomará medidas proactivas para promocionarse y mejorar su desempeño, logrando duplicar sus cifras hasta la fecha. Esta suposición se basa en la creencia de que la empresa ha aprendido de su experiencia inicial y ha implementado estrategias efectivas de marketing y promoción, lo que ha llevado a un aumento significativo en la demanda de los servicios de seguridad con UAS. A medida que se logra expandir la presencia del negocio en el mercado y generar mayor reconocimiento de marca, se estima que la tendencia de crecimiento positivo continúe en los años siguientes, viéndose reflejado en la estimación de ingresos.

El escenario pesimista del primer año resulta en un flujo de efectivo anual negativo de -170.851,35 €. A medida que avanza los años, los ingresos aumentan gradualmente hasta alcanzar los 366.736,50 € en el quinto año. Estos ingresos son equivalentes a aproximadamente 7 horas de trabajos de Riesgo 1 por piloto a la semana, lo que muestra que se puede satisfacer la demanda utilizando los recursos iniciales disponibles. En el cuarto año, se logra un flujo de efectivo anual positivo.

En el escenario realista, se genera un flujo de efectivo anual negativo de -140.673,85 € en el primer año. A medida que avanza los años, los ingresos aumentan gradualmente hasta alcanzar los 452.729,06 € en el quinto año. Estos ingresos corresponden aproximadamente a 9 horas de trabajos de Riesgo 1 por piloto a la semana, lo que indica que se puede seguir satisfaciendo la demanda con los recursos iniciales disponibles. Finalmente, se alcanza un flujo de efectivo anual positivo en el tercer año.

En el escenario optimista, se proyecta un crecimiento aún mayor en los ingresos totales, alcanzando los 125.425,00 € en el primer año y aumentando hasta alcanzar los 611.446,88 € en el quinto año. Estos ingresos corresponden aproximadamente a 12 horas de trabajos de Riesgo 1 por piloto a la semana, lo que indica que se puede seguir satisfaciendo la demanda con los recursos iniciales disponibles. Se logra un flujo de efectivo anual positivo en el segundo año del negocio.

En cuanto al flujo de efectivo total del negocio proyectados para cada escenario, se obtienen los siguientes resultados:

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PESIMISTA	-170.851,35 €	-234.091,52 €	-242.186,50 €	-201.707,08 €	-47.142,62 €
REALISTA	-140.673,85 €	-143.559,02 €	-61.121,50 €	97.050,17 €	337.607,19 €
OPTIMISTA	-108.116,35 €	-45.886,52 €	134.223,50 €	419.369,42 €	818.644,25 €

Tabla 23. Proyección flujo total de efectivo a 5 años.

Escenario Pesimista: En el primer año, el flujo de efectivo es negativo con un valor de -170.851,35 €. A medida que avanzan los años, el flujo de efectivo continúa siendo negativo, aunque muestra una tendencia decreciente hasta llegar al quinto año, donde se registra una pérdida más pequeña de -47.142,62 €. Esto indica que en el escenario pesimista, el negocio enfrenta desafíos financieros significativos durante los primeros años, mostrando una leve mejoría hacia el final del período proyectado.

Escenario Realista: En el primer año, el flujo de efectivo es negativo con un valor de -140.673,85 €. Sin embargo, a medida que avanzan los años, el flujo de efectivo muestra una tendencia positiva, alcanzando valores positivos en el cuarto y quinto año (97.050,17 € y 337.607,19 €, respectivamente). Esto indica que, en el escenario realista, el negocio experimenta dificultades financieras iniciales, pero muestra una mejora gradual y logra obtener un flujo de efectivo positivo hacia el final del período proyectado.

Escenario Optimista: En el primer año, el flujo de efectivo es negativo con un valor de -108.116,35 €. A partir del segundo año, el flujo de efectivo se vuelve positivo y muestra un crecimiento significativo en los años posteriores. En el quinto año, el negocio alcanza un flujo de efectivo positivo de 818.644,25 €. Esto indica que, en el escenario optimista, el negocio supera rápidamente las dificultades financieras iniciales y logra un crecimiento significativo, obteniendo un flujo de efectivo positivo considerable hacia el final del período proyectado.

Mediante el análisis de la rentabilidad se puede hacer una evaluación de la eficiencia y viabilidad económica de las operaciones. En este sentido, se ha realizado un detallado estudio de los ingresos y gastos proyectados a lo largo de 5 años, con el objetivo de determinar la rentabilidad del negocio en el escenario realista.

AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	
	Beneficio neto		Beneficio neto		Beneficio neto
Ingresos totales	92.867,50 €	Ingresos totales	185.735,00 €	Ingresos totales	278.602,50 €
-		-		-	
Gastos totales	233.541,35 €	Gastos totales	188.620,17 €	Gastos totales	196.164,98 €
	-140.673,85 €		-2.885,17 €		82.437,52 €
Análisis de la rentabilidad		Análisis de la rentabilidad		Análisis de la rentabilidad	
Beneficio neto	-140.673,85 €	Beneficio neto	-2.885,17 €	Beneficio neto	82.437,52 €
÷		÷		÷	
Ingresos totales	92.867,50 €	Ingresos totales	185.735,00 €	Ingresos totales	278.602,50 €
	-151,48%		-1,55%		29,59%
AÑO 4		AÑO 5			
	Beneficio neto		Beneficio neto		
Ingresos totales	362.183,25 €	Ingresos totales	452.729,06 €		
-		-			
Gastos totales	204.011,58 €	Gastos totales	212.172,04 €		
	158.171,67 €		240.557,02 €		
Análisis de la rentabilidad		Análisis de la rentabilidad			
Beneficio neto	158.171,67 €	Beneficio neto	240.557,02 €		
÷		÷			
Ingresos totales	362.183,25 €	Ingresos totales	452.729,06 €		
	43,67%		53,13%		

Tabla 24. Análisis de la rentabilidad en escenario realista.

En el primer año, se presenta una rentabilidad negativa del -151,48%. Esto indica que en el primer año se registra una pérdida significativa en relación con los ingresos generados.

En el segundo año, el beneficio neto mejora considerablemente alcanzando una rentabilidad negativa del -1,55%. Aunque la rentabilidad sigue siendo negativa, la pérdida se reduce significativamente en comparación con el año anterior.

En el tercer año, se logra una rentabilidad positiva del 29,59% mostrando una mejora sustancial en la rentabilidad del negocio.

En el cuarto año, la rentabilidad continúa creciendo hasta un 43,67%. Este aumento en la rentabilidad demuestra un mayor éxito en la gestión financiera del negocio.

En el quinto año, se registra una rentabilidad positiva del 53,13%. Esto indica un crecimiento continuo en la rentabilidad del negocio, mostrando una gestión financiera exitosa y una mejora constante en la generación de beneficios en relación con los ingresos generados.

El conjunto de datos recogidos en este apartado brindan una visión general de cómo podrían desarrollarse las finanzas del negocio en diferentes escenarios. Es importante tener en cuenta que estas proyecciones están sujetas a diversas variables y que es fundamental tomar medidas activas para promocionar y mejorar el negocio a fin de alcanzar resultados más favorables.

4.5.4. Análisis de viabilidad y punto de equilibrio

Para la estimación del punto de equilibrio y del análisis de viabilidad se han concretado 3 casos de uso:

Caso de uso Riesgo 1: Un propietario que a menudo tiene que ausentarse por periodos prolongados debido a compromisos de trabajo y viajes. Durante estos periodos, la propiedad permanece desatendida y vulnerable por lo que el propietario decide contratar los servicios de seguridad con UAS para realizar una ronda de vigilancia diaria a la propiedad. Al inicio del servicio, el equipo realiza un análisis detallado de la propiedad para determinar los puntos críticos y las rutas de vuelo óptimas para los drones. Una vez establecido este plan, se despliegan los drones para realizar patrullas regulares de vigilancia durante la ausencia del propietario.

CASO DE USO RIESGO 1	Ud.	Precio/ud.	Total
Tarifa Básica			600,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	4,00	150,00 €	600,00 €
Nivel de Riesgo			1.200,00 €
Riesgo nivel 1	1,00	1.200,00 €	1.200,00 €
Suplementos			357,50 €
Desplazamiento (Al salir de Madrid)	30,00	0,25 €	7,50 €
Análisis de datos recopilados (Informes, etc.)	1,00	350,00 €	350,00 €
TOTAL			2.157,50 €

Tabla 25. Precio servicio caso de uso riesgo 1.

Caso de uso Riesgo 2: Una autoridad local está buscando una solución eficaz para supervisar y garantizar la seguridad en una calle comercial muy concurrida durante los días festivos. Las autoridades están especialmente preocupadas por la posibilidad de robos y altercados en estos días de alta afluencia de personas. Para abordar esta situación, deciden contratar los servicios de seguridad con

drones. En la fase de preparación, el equipo lleva a cabo un análisis detallado del área, identificando los puntos de interés como las tiendas de alto valor, las áreas de alta congestión de personas, y posibles puntos ciegos en la vigilancia existente. Con esta información, se establecen las rutas de patrulla para los drones.

CASO DE USO RIESGO 2	Ud.	Precio/ud.	Total
Tarifa Básica			600,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	4,00	150,00 €	600,00 €
Nivel de Riesgo			5.000,00 €
Riesgo nivel 2	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
Suplementos			350,00 €
Desplazamiento (Al salir de Madrid)	0,00	0,25 €	0,00 €
Análisis de datos recopilados (Informes, etc.)	1,00	350,00 €	350,00 €
TOTAL			5.950,00 €

Tabla 26. Precio servicio caso de uso riesgo 2.

Caso de uso Riesgo 3: Una autoridad local decide organizar un evento público en un parque. El evento atraerá a miles de visitantes y la seguridad de los asistentes y la supervisión del evento son una prioridad para la autoridad local. Para manejar este desafío, deciden contratar los servicios de seguridad con UAS. En la fase inicial, el equipo realiza un análisis exhaustivo del lugar del evento, identificando las áreas de alta concentración de personas, las posibles rutas de evacuación, los puntos de entrada y salida, y otras áreas de interés. Con esta información, se planifican las rutas de vuelo y las zonas de patrulla para los drones.

CASO DE USO RIESGO 3	Ud.	Precio/ud.	Total
Tarifa Básica			600,00 €
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced + Piloto	4,00	150,00 €	600,00 €
Nivel de Riesgo			7.500,00 €
Riesgo nivel 3	1,00	7.500,00 €	7.500,00 €
Suplementos			350,00 €
Desplazamiento (Al salir de Madrid)	0,00	0,25 €	0,00 €
Análisis de datos recopilados (Informes, etc.)	1,00	350,00 €	350,00 €
TOTAL			8.450,00 €

Tabla 27. Precio servicio caso de uso riesgo 3.

Una vez establecidos los precios para cada caso de uso se puede obtener el punto de equilibrio para cada uno de ellos:

COSTES TOTALES		181.365,55
Punto de equilibrio		
Servicios Riesgo 1		84
Servicios Riesgo 2		30
Servicios Riesgo 3		21

Tabla 28. Punto de equilibrio para cada caso de uso.

En base a los costes totales de 181.365,55 €, se puede determinar cuántos servicios de cada tipo deben realizarse para cubrir los gastos y alcanzar el equilibrio financiero.

Para los servicios únicamente del caso de uso de Riesgo 1, se necesitan realizar aproximadamente 84 servicios para cubrir los costes totales y alcanzar el punto de equilibrio. En el caso de los servicios del caso de uso de Riesgo 2, se requerirían alrededor de 30 servicios para cubrir los costes y alcanzar el equilibrio financiero. Por último, para los servicios únicamente del caso de uso de Riesgo 3, se estiman 21 servicios necesarios para cubrir los costes totales y llegar al punto de equilibrio.

Estos números proporcionan una guía sobre el volumen de servicios que se necesitaría para alcanzar el equilibrio financiero en cada caso de uso. Es importante tener en cuenta que estos cálculos se basan en las estimaciones y costes proporcionados, y podrían variar en función de otros factores.

4.5.5. Fuentes de financiamiento y retorno de la inversión

Para asegurar la viabilidad y el crecimiento del negocio en los primeros años, se estima que se requiere un presupuesto inicial aproximado de 350.000 euros. Este capital inicial se destinará a cubrir los costes operativos, adquirir los equipos necesarios y respaldar las operaciones durante los tres primeros años, los cuales se proyectan con pérdidas, como se detalla en la tabla número 23.

La inversión realizada comenzará a generar un retorno significativo a partir del cuarto año. Con base en el análisis financiero, se estima que se logrará recuperar la inversión inicial total en el quinto año. Esta proyección demuestra la importancia de tener una visión a largo plazo y estar preparado para enfrentar pérdidas en los primeros años, con la confianza de que el negocio logrará alcanzar la rentabilidad en un período razonable.

Además de la inversión inicial, se buscará obtener apoyo adicional a través de ayudas o subvenciones. Se explorarán diversas opciones de financiamiento público y privado para fortalecer la estructura financiera del negocio y asegurar su continuidad. Estas ayudas o subvenciones permitirán reducir la carga financiera inicial y brindarán un respaldo adicional para superar los desafíos económicos durante los primeros años de operación.

4.6. Consideraciones éticas y legales

4.6.1. Responsabilidad social: Privacidad y protección de datos

El objetivo del negocio es garantizar que las operaciones no solo sean efectivas en términos de seguridad urbana, sino también respetuosas con los derechos y libertades individuales de privacidad y protección de datos.

En el desarrollo de todas las operaciones de la empresa, se mantendrá un compromiso inquebrantable con la privacidad y la protección de datos. Este compromiso se traduce en la adopción de medidas preventivas para evitar la infracción de la privacidad de los individuos, mediante tecnología de anonimización específicas como el desenfoque y la pixelación en las imágenes y videos capturados por los drones, excluyendo explícitamente el seguimiento sistemático y constante de cualquier persona. Este enfoque está en plena conformidad con las regulaciones establecidas por la AESA en España, que dicta las normas de privacidad y protección de datos en el uso de drones.

Se desarrollará una política clara y detallada sobre privacidad y protección de datos, publicada en el sitio web de la organización, y dando cumplimiento en todo momento al Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea, la ley principal que rige la protección de datos en España. En esta política se describirá cómo se recopilan, almacenan, utilizan y protegen los datos personales obtenidos mediante imágenes o vídeos. También incluirá procedimientos para obtener el consentimiento de las personas cuando sea necesario, incluyendo la utilización de formularios de consentimiento explícito en situaciones donde los drones estén operando en áreas residenciales o privadas.

Para asegurar los datos recopilados en las operaciones, se implementarán medidas de seguridad específicas, incluyendo el uso de encriptación, firewalls, sistemas de detección de intrusiones y otras tecnologías de seguridad. Además, se desarrollarán planes de contingencia detallados que describan las acciones a seguir en caso de producirse una violación de seguridad, incluyendo la notificación a las autoridades pertinentes y a las personas afectadas en un plazo adecuado.

Es importante que todos los empleados de la empresa estén formados y sean conscientes de las leyes y regulaciones relativas a la privacidad, la protección de datos y el uso de drones. Por ello, se les proporcionará formación específica al respecto, impartida por expertos en el campo de la protección de datos y la seguridad de drones, y se llevarán a cabo evaluaciones regulares para asegurar que la formación es efectiva y actualizada.

Finalmente, se realizarán auditorías y revisiones periódicas, llevadas a cabo por una tercera parte independiente, para asegurar el correcto cumplimiento de todas las leyes, regulaciones y políticas pertinentes. Si se descubre que no se cumplen las políticas o regulaciones, se implementarán medidas correctivas inmediatas para resolver el problema y prevenir futuras violaciones.

4.6.2. Factores legales y regulatorios

Las barreras de entrada en el mercado de seguridad urbana con drones incluyen regulaciones gubernamentales estrictas, la necesidad de tecnología avanzada y formación especializada, además de la competencia ya detallada. A pesar de estos desafíos, la empresa tiene la capacidad para superar estas barreras gracias a un equipo altamente cualificado, acceso a tecnología de vanguardia, y una estrategia de diferenciación respecto a los competidores.

En cuanto a los factores legales, las operaciones de vuelo con UAS, así como las licencias y certificaciones requeridas, limitaciones de vuelo, distancias de seguridad, actuaciones nocturnas y en áreas urbanas, cumplirán con la normativa vigente en materia de UAS establecida por AESA y EASA.

Para operar aeronaves no tripuladas en situaciones de seguridad urbana, es necesaria la coordinación con los gestores del tráfico aéreo y otras infraestructuras aeronáuticas existentes. También puede requerirse la coordinación con la Delegación de Gobierno para la toma de imágenes relacionadas con la seguridad ciudadana. Por ello, se establecerá una coordinación estrecha y una comunicación fluida con los organismos de seguridad pertinentes, como la Policía Municipal, Policía Nacional, Guardia Civil y servicios de emergencia. Esto garantizará la colaboración efectiva, el cumplimiento de los protocolos de actuación y la prevención de interferencias en sus operaciones.

Antes de iniciar con la actividad laboral, se asegurará de disponer de todas las autorizaciones específicas necesarias en función de la operación, como permisos de vuelo, autorizaciones para operar en eventos o licencias especiales para tareas de búsqueda y rescate. Asimismo, se obtendrá un seguro de responsabilidad civil adecuado derivado de las operaciones con aeronaves no tripuladas, que cubra los posibles daños o accidentes que puedan ocurrir durante las operaciones.

Además de las regulaciones específicas para UAS, el negocio dará cumplimiento a todas las leyes y regulaciones generales relacionadas con la seguridad, protección civil, derechos humanos y otras normativas aplicables en el ámbito de la seguridad urbana.

Dentro de la empresa, se trabajará en estrecha colaboración con asesores legales y autoridades competentes para garantizar el cumplimiento de todas las regulaciones, dado que el incumplimiento de estas puede tener consecuencias legales y poner en riesgo la reputación y la viabilidad del negocio.

4.6.3. Responsabilidad ambiental

La empresa reconoce su responsabilidad de minimizar su impacto en el medio ambiente y se compromete a realizar una planificación cuidadosa y mantener una comunicación abierta con el público y los reguladores en este respecto.

Los drones pueden perturbar a la fauna, especialmente a las aves y otros animales voladores. Para minimizar este impacto, se implementarán protocolos específicos que incluyen evitar áreas sensibles conocidas, como las zonas de anidación de aves, y limitar los vuelos durante las épocas críticas de cría y migración.

Por otro lado, los drones, como cualquier tecnología, requieren energía para operar, por lo que es importante que las operaciones sean lo más eficientes posible. En este caso se procederá al uso de baterías recargables de alta eficiencia y, siempre que sea posible, a cargar estas baterías utilizando energía proveniente de fuentes renovables. Además, se optimizarán las rutas de vuelo para minimizar las emisiones de CO₂ y el consumo de energía, utilizando software de planificación de rutas y técnicas de pilotaje eficiente.

En todo momento se trabajará con fabricantes de drones que demuestren un compromiso con la eficiencia energética y la sostenibilidad. Esto incluye seleccionar drones que estén diseñados para minimizar la contaminación acústica y que utilicen materiales sostenibles en su construcción siempre que sea posible. Al final de la vida útil de los drones, se reciclarán los componentes de manera responsable para reducir su impacto ambiental, trabajando con proveedores de servicios de reciclaje electrónico certificados.

Finalmente, como parte del compromiso con la sostenibilidad, se evaluarán periódicamente las emisiones de carbono y se considerarán estrategias para compensar cualquier impacto ambiental negativo. Esto puede incluir la compra de créditos de carbono o la inversión en proyectos de conservación y reforestación locales para ayudar a mitigar el cambio climático.

5. **CONCLUSIONES**

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas de la ejecución de este Trabajo de Fin de Grado. El objetivo de estas conclusiones es realizar una introspección sobre todos los elementos vinculados con la realización del proyecto, así como los nuevos conocimientos adquiridos en el proceso.

Este Trabajo de Fin de Grado ha abordado la evaluación de la viabilidad de diversos modelos de negocio basados en drones, en el contexto de la Movilidad Aérea Urbana dentro de una ciudad inteligente. A través de un estudio exhaustivo del estado del arte sobre las ciudades inteligentes, la UAM y el *U-Space*, se ha buscado identificar las necesidades específicas de las ciudades y los desafíos que conlleva la integración de UAS en estos entornos urbanos.

El análisis de viabilidad para los diversos modelos de negocio ha permitido discernir cuáles son las propuestas más prometedoras y viables en el actual panorama de la UAM. A pesar de las diferencias inherentes a cada uno de estos modelos, se ha detectado una limitación común en términos de normativa y regulación establecida, así como en lo que respecta a la infraestructura de la Movilidad Aérea Urbana. Esta observación subraya la necesidad de un marco regulatorio, del desarrollo completo del *U-Space* y de una infraestructura establecida para permitir el crecimiento y la evolución de la UAM. Además, se ha llevado a cabo una evaluación de las principales ciudades inteligentes de España, con el objetivo de identificar las mejores oportunidades de mercado. Como resultado de esta investigación, se ha identificado que el modelo de negocio de seguridad urbana tiene un alto potencial de éxito dada la situación actual, especialmente en el contexto de Madrid, una de las ciudades inteligentes líderes en España.

El resultado de esta investigación ha culminado en la creación de un plan de negocio detallado y ajustado para la seguridad urbana con UAS. El plan presentado destaca un mercado emergente con una amplia gama de posibles aplicaciones, y a pesar de la presencia de competidores establecidos, se identifican oportunidades significativas. En este contexto, se propone un negocio de seguridad con UAS, cuya propuesta de valor se fundamenta en la tecnología de vanguardia, la personalización de servicios, una política de precios competitiva y un firme compromiso con la sostenibilidad. Los servicios ofrecidos abarcan desde vigilancia y búsqueda y rescate, hasta supervisión de eventos, inspecciones, cumplimiento de la ley y seguridad privada.

El inicio del negocio demandará una inversión inicial considerable en equipos de alta calidad, personal cualificado y tecnología avanzada, además de servicios de gestoría externos. Se han proyectado tres escenarios de ingresos y flujo de efectivo, todos los cuales anticipan pérdidas iniciales antes de alcanzar un flujo de efectivo positivo. Se estima que se necesita un presupuesto inicial de 350.000 euros para respaldar las operaciones durante los primeros tres años. A pesar de los desafíos financieros iniciales, las proyecciones sugieren que el negocio es viable a largo plazo, aunque estas proyecciones están sujetas a diversas variables y requerirán esfuerzos activos para promocionar y mejorar el negocio.

El negocio se basa en un producto adaptado y variado, que incorpora las últimas tecnologías y demuestra un compromiso con la sostenibilidad. Una política de precios que ofrece tarifas adaptadas y descuentos para atraer a una amplia gama de clientes. Finalmente, se hace un uso intensivo de las redes sociales y la página web, asegurando una fuerte presencia en línea para maximizar la visibilidad y el alcance del negocio.

En base a todo lo expuesto, se puede afirmar que los objetivos de este Trabajo de Fin de Grado se han cumplido satisfactoriamente. Se ha realizado un análisis detallado de las ciudades inteligentes y se ha seleccionado Madrid como el entorno ideal para el establecimiento de un negocio de Movilidad Aérea Urbana. Se ha evaluado el potencial de la UAM, identificando oportunidades y desafíos, y seleccionando el modelo de seguridad urbana con UAS como el más adecuado. A través de un análisis de viabilidad, se ha demostrado que el negocio es viable a largo plazo, a pesar de los desafíos financieros iniciales. Finalmente, se ha desarrollado un plan de negocio detallado y que incluye una propuesta de valor sólida, una política de precios competitiva, y una estrategia de marketing efectiva.

En conclusión, este Trabajo de Fin de Grado ha demostrado que, a pesar de los desafíos que presenta la integración de aeronaves no tripuladas en las ciudades inteligentes, existen oportunidades significativas para desarrollar modelos de negocio viables y valiosos en este espacio.

GLOSARIO

- **AEMA** Agencia Europea de Medio Ambiente
- **AESA** Agencia Estatal de Seguridad Aérea
- **ATM** Air Traffic Management
- **ATSPs** Air Traffic Service Providers
- **BVLOS** Beyond Visual Line of Sight
- **CIDETMA** Comisión Interministerial entre el Ministerio de Defensa y el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
- **CISP** Common Information Service Provider
- **CONOPS** Concept of Operations
- **CORUS** Concept of Operation for European UTM Systems
- **DGAC** Dirección General de Aviación Civil
- **EASA** Agencia Europea de Seguridad Aérea
- **EVLOS** Extended Visual Line of Sight
- **FCSE** Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado
- **FPV** First Person View
- **IFR** Instrumental Flight Rules
- **IMD** International Institute for Management Development
- **INE** Instituto Nacional de Estadística
- **ISE** Integrated Systems Europe
- **ITG** Instituto Tecnológico de Galicia
- **LCI** Lucha Contra Incendios
- **LUC** Light UAS operator Certificate
- **MINDEF** Ministerio de Defensa
- **MTOM** Maximum Take-Off Weight
- **MWC** Mobile World Congress
- **NAA** National Aeronautical Authority
- **OMS** Organización Mundial de la Salud
- **PDRA** Predefined Risk Assessment
- **PIB** Producto Interior Bruto
- **SAR** Search and Rescue
- **SCEWC** Smart City Expo World Congress
- **SES** Single European Sky
- **SESAR** Single European Sky ATM Research
- **STS** Standard Scenario
- **TFG** Trabajo de Fin de Grado
- **TIC** Tecnologías de la Información y la Comunicación
- **UAM** Urban Air Mobility
- **UAS** Unmanned Aircraft System
- **USSP** U-space Service Provider
- **UAV** Unmanned Aerial Vehicle
- **VTOL** Vertical Takeoff and Landing
- **VLOS** Visual Line of Sight

REFERENCIAS

- [1] *Urban Air Mobility Market Size, Share, Industry Report, Revenue Trends and Growth Drivers*. (s. f.). MarketsandMarkets. Consultado el 27 de febrero de 2023. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/urban-air-mobility-market-251142860.html?utm_source=prnewswire&utm_medium=referral&utm_campaign=paidpr
- [2] Asale, R.-. (s. f.). *ciudad* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Consultado el 27 de febrero de 2023. <https://dle.rae.es/ciudad?m=form#GtBU2mI>
- [3] *Smart City: qué es, características, conoce el top 7 del mundo*. (2022, septiembre). Ferrovial. Consultado el 27 de febrero de 2023. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/smart-city/>
- [4] Corporación Internacional de Datos (IDC). (2011, septiembre). *Análisis de las Ciudades Inteligentes en España: White Paper. Aeiciberseguridad*. Consultado el 03 de marzo de 2023. <https://www.aeiciberseguridad.es/descargas/categoria6/8883484.pdf>
- [5] Redacción. (s. f.). *Barcelona y Madrid, entre las 12 principales ciudades tecnológicas en Europa*. Inmodiario. Consultado el 03 de marzo de 2023. <https://inmodiario.com/197/65096/barcelona-y-madrid-entre-las-12-principales-ciudades-tecnologicas-en-europa/>
- [6] *smart cities index report 2022*. (s. f.). smart cities index report 2022. Consultado el 03 de marzo de 2023. <https://smartcitiesindex.org/smartcitiesindexreport2022>
- [7] Expansión. (2022). *Barcelona: la ciudad inteligente que impulsa la transformación*. Expansión. Consultado el 03 de marzo de 2023. <https://expansion.mx/vida-arte/2022/10/06/barcelona-la-ciudad-inteligente-que-impulsa-la-transformacion>
- [8] Mayte. (2021, 13 octubre). *Paneles solares para las pantallas de información de las paradas de autobuses - CARRIL BUS*. CARRIL BUS. Consultado el 03 de marzo de 2023. <https://carrilbus.com/paneles-solares-para-las-paradas-de-autobuses>
- [9] Metalesa. (2022). *Smart Cities, un ecosistema lleno de oportunidades*. Metalesa. Consultado el 03 de marzo de 2023. <https://metalesa.com/tendencias-smart-cities-un-ecosistema-lleno-de-oportunidades/>
- [10] LA VANGUARDIA. (2023, mayo). *Un nuevo sistema gestiona el alumbrado público con Inteligencia Artificial*. Consultado el 03 de junio de 2023. <https://www.lavanguardia.com/vida/20230505/8945247/nuevo-sistema-gestiona-alumbrado-publico-inteligencia-artificial.html>
- [11] *Seúl recibe el premio a la Smart City de 2022 en Smart City Expo World Congress - IndustriAmbiente*. (s. f.). Consultado el 05 de marzo de 2023. <https://www.industriambiente.com/noticias/20221121/Seul-recibe-premio-Smart-City-2022-Smart-City-Expo-World-Congress>
- [12] Morningstar, M. (2023). *Seoul. About Smart Cities*. Consultado el 05 de marzo de 2023. <https://www.aboutsmartcities.com/smart-city-seoul/>
- [13] Smartlighting. (2023). *Shanghái lidera el ranking de ciudades inteligentes de Juniper Research gracias a su innovadora plataforma de datos ciudadana*. Consultado el 05 de marzo de 2023. <https://smart-lighting.es/shanghai-lidera-ranking-ciudades-inteligentes-juniper-research/>
- [14] País, E. E. (2021, 31 mayo). *Shanghai, ciudad inteligente* | ChinaWatch. EL PAÍS. Consultado el 05 de marzo de 2023. <https://chinawatch.elpais.com/tecnologia/shanghai-ciudad-inteligente/>
- [15] Corporativa, I. (s. f.). *«Smart cities»: la revolución tecnológica llega a las ciudades*. Iberdrola. Consultado el 10 de marzo de 2023. <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-cities>

- [16] Esmartcity. (2017, 8 enero). *Herramienta de diagnóstico para evaluar Smart Cities*. ESMARTCITY. Consultado el 10 de marzo de 2023. <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/herramienta-diagnostico-evaluar-smart-cities>
- [17] GmbH, B. S. C. (2022). *Smart City Indicators: Six Fields of Action for Success*. bee smart city GmbH. Consultado el 10 de marzo de 2023. <https://www.beesmart.city/en/smart-city-indicators>
- [18] Tarazona, C. (2020). En UOC. Consultado el 10 de marzo de 2023. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/118547/6/ctarazona0TFM0620memoria.pdf>
- [19] Cidade das TIC. (2021, 25 mayo). *Inicio EN | Cidade das TIC*. Consultado el 11 de marzo de 2023. <https://www.cidadedastic.gal/>
- [20] Carneiro, M. (2022, 4 mayo). La Cidade das TIC de A Coruña, de la idea al hecho: comienza la obra del primer edificio. La Voz de Galicia. Consultado el 11 de marzo de 2023. <https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/coruna/2022/05/04/cidade-tic-coruna-plano-realidad/0031651663368260787749.htm>
- [21] Redacción. (2023, 22 febrero). El laboratorio de Inteligencia Artificial para drones de la Ciudad de las TIC estará en marcha este año. *El Ideal Gallego*. Consultado el 11 de marzo de 2023. <https://www.elidealgallego.com/articulo/a-coruna/laboratorio-inteligencia-artificial-drones-ciudad-tic-estara-marcha-ano-4186392>
- [22] EASA. (s. f.). *Movilidad aérea urbana*. Consultado el 24 de marzo de 2023. <https://www.easa.europa.eu/es/light/topics/urban-air-mobility-uam>
- [23] EASA publica los resultados del primer estudio de la UE sobre movilidad aérea urbana | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento. (s. f.). Consultado el 24 de marzo de 2023. <https://www.seguridadaerea.gob.es/es/noticias/easa-publica-los-resultados-del-primer-estudio-de-la-ue-sobre-movilidad-a%C3%A9rea-urbana>
- [24] Howe, S. (2022). ¿Cómo definirán el futuro del espacio aéreo los ecosistemas AAM/UAM? *Commercial UAV News*. Consultado el 24 de marzo de 2023.
- [25] AERTEC. (s. f.). *Infographic / Advanced Air Mobility*. Consultado el 24 de marzo de 2023. <https://aertecsolutions.com/en/multimedia/infographic-urban-air-mobility/>
- [26] Javi. (2023). Tipos de Drones. Clasificación por uso y características. *UMILES Group*. Consultado el 26 de marzo de 2023. <https://umilesgroup.com/tipos-de-drones/>
- [27] Rodríguez, A. (2020). Vuelos VLOS, EVLOS y BVLOS con drones. *Iberfdrone*. Consultado el 26 de marzo de 2023. <https://iberfdrone.es/vuelos-vlos-evlos-bvlos-drones/>
- [28] EUR-Lex - 32019R0947 - EN - EUR-Lex. (s. f.). Consultado el 26 de marzo de 2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0947&qid=1687896729099>
- [29] Dron - Dron Formación. (2023, 26 mayo). Dron Formación. Consultado el 26 de marzo de 2023. <https://dronformacion.com/>
- [30] Rodríguez, A. (2020). Clases de UAS tras la nueva normativa de drones. *Iberfdrone*. Consultado el 26 de marzo de 2023. <https://iberfdrone.es/clases-rpas-tras-nueva-normativa-drones/>
- [31] Drones | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento. (s. f.). Consultado el 26 de marzo de 2023. <https://www.seguridadaerea.gob.es/es/ambitos/drones/operaciones-uas-drones/operaciones-con-uas-drones---categoria-abierta-subcategorias-a1-a2-y-a3>
- [32] Specific Category - Civil Drones | EASA. (s. f.). EASA. Consultado el 2 de abril de 2023. <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/specific-category-civil-drones>

[33] *Operaciones UAS/drones - Categoría certificada* | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento. (s. f.). Consultado el 11 de abril de 2023
<https://www.seguridadaerea.gob.es/es/ambitos/drones/operaciones-uas-drones/operaciones-con-uas-drones---categoria-certificada>

[34] Vijayakumar, J. P. (2020). Global Urban Air Mobility Market Heads for Takeoff, Powered by Air Taxi Services. *Frost & Sullivan*. Consultado el 11 de abril de 2023.
<https://www.frost.com/frost-perspectives/global-urban-air-mobility-market-heads-for-takeoff-powered-by-air-taxi-services/>

[35] World Energy Trade. (2023). El primer taxi aéreo eléctrico vuela alrededor de Nueva York Please enable JavaScript to view the comments pow. *worldenergytrade*. Consultado el 11 de abril de 2023.
<https://www.worldenergytrade.com/innovacion/movilidad/primer-taxi-aereo-electrico-nueva-york>

[36] *ITG trae a Galicia el vuelo del primer aerotaxi no tripulado de fabricación española* – ITG – Instituto Tecnológico de Galicia. (s. f.). ITG - Instituto Tecnológico de Galicia. Consultado el 11 de abril de 2023.
<https://itg.es/itg-trae-a-galicia-el-vuelo-del-primer-aerotaxi-no-tripulado-de-fabricacion-espanola/>

[37] Hernández, R. J. (2022, 30 diciembre). La entrega de mercancías con drones en Europa sigue la senda exitosa de Estados Unidos. *Logística - CdeComunicacion.es*. Consultado el 16 de abril de 2023.
<https://logistica.cdecomunicacion.es/noticias/sectoriales/54509/entrega-mercancias-drones-europa-estados-unidos>

[38] Josephs, L. (2019, 1 octubre). UPS wins first broad FAA approval for drone delivery. *CNBC*. Consultado el 16 de abril de 2023.
<https://www.cnbc.com/2019/10/01/ups-wins-faa-approval-for-drone-delivery-airline.html>

[39] De León, R. (2019, 26 abril). Zipline takes flight in Ghana, making it the world's largest drone-delivery network. *CNBC*. Consultado el 16 de abril de 2023.
<https://www.cnbc.com/2019/04/24/with-ghana-expansion-ziplines-medical-drones-now-reach-22m-people.html>

[40] De León, R. (2019, abril 26). Zipline takes flight in Ghana, making it the world's largest drone-delivery network. *CNBC*. Consultado el 16 de abril de 2023.
<https://www.cnbc.com/2019/04/24/with-ghana-expansion-ziplines-medical-drones-now-reach-22m-people.html>

[41] Ministerio de la presidencia relaciones con las cortes y memoria democrática. (2022). *DRONES Y SEGURIDAD NACIONAL: Un estudio multidimensional*. Consultado el 20 de abril de 2023.
<https://www.dsn.gob.es/sites/dsn/files/Drones%20y%20Seguridad%20Nacional%20ACCESIBLE.pdf>

[42] *Empleo de UAS por parte de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad y organismos investidos de autoridad pública*. (s. f.). Interempresas. Consultado el 20 de abril de 2023.
<https://www.interempresas.net/Seguridad/Articulos/385341-Empleo-UAS-parte-Fuerzas-Cuerpos-Seguridad-organismos-investidos-autoridad-publica.html>

[43] *Los vertipuertos en entornos urbanos* | EASA. (2022, 24 marzo). EASA. Consultado el 20 de abril de 2023. <https://www.easa.europa.eu/es/light/topics/vertiports-urban-environment>

[44] Araos, I., & Araos, I. (2022, 16 noviembre). EASA publica la primera guía para el diseño de vertipuertos - U-SPACE. *U-SPACE - Proyecto U-Space Chile*. Consultado el 20 de abril de 2023.
<https://www.u-space.cl/internacional/easa-publica-la-primera-guia-para-el-diseno-de-vertipuertos/>
L

- [45] Asociados, A. (s. f.). *U-Space*. ampell consultores asociados. Consultado el 27 de abril de 2023. <https://www.droneuropa.com/U-Space/>
- [46] Ministerio de transporte, movilidad y agenda urbana. (2022). *PLAN DE ACCIÓN NACIONAL PARA EL DESPLIEGUE DEL U-SPACE*. Consultado el 27 de abril de 2023. https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/aviacion/220208_plan_de_despliegue_u-space_vfinal_acordada.pdf
- [47] *IMD Smart City Index Report 2023*. (s. f.). Consultado el 29 de abril de 2023. <https://imd.cld.bz/imd-smart-city-index-report-2023>
- [48] INE - Instituto Nacional de Estadística. (s. f.). *INEbase / Economía / Cuentas económicas / Contabilidad regional de España / Resultados*. INE. Consultado el 29 de abril de 2023. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736167628&menu=resultados&idp=1254735576581
- [49] *Madrid traffic report | TomTom Traffic Index*. (s. f.). Madrid traffic report | TomTom Traffic Index. Consultado el 29 de abril de 2023. <https://www.tomtom.com/traffic-index/madrid-traffic/>
- [50] Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. (2016). *OBSERVATORIA de la Movilidad Metropolitana*. Consultado el 30 de abril de 2023. http://femp.femp.es/files/566-1429-archivo/informe_OMM2014.pdf
- [51] Redacción. (2015, 31 diciembre). IMP: Coste de la congestión del tráfico urbano. *Logística Profesional» La revista del sector logístico*. Consultado el 30 de abril de 2023. <https://www.logisticaprofesional.com/texto-diario/mostrar/1581316/imp-coste-congestion-trafico-urbano>
- [52] *World Bank Open Data*. (s. f.). World Bank Open Data. Consultado el 30 de abril de 2023. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS>
- [53] Europa Press. (s. f.). *La población de áreas rurales en España supera los 7,5 millones de personas, el 16% de la población española*. europapress.es. Consultado el 30 de abril de 2023. <https://www.europapress.es/economia/noticia-poblacion-areas-rurales-espana-supera-75-millones-personas-16-poblacion-espanola-20211227123103.html>
- [54] *Informe del Estado de la calidad del aire en Europa - EEA | Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030*. (s. f.). Consultado el 30 de abril de 2023. <https://esmovilidad.mitma.es/noticias/informe-del-estado-de-la-calidad-del-aire-en-europa-eea>
- [55] *En 2020 descendieron las emisiones de gases de efecto invernadero y de los principales contaminantes atmosféricos, excepto el amoníaco*. (s. f.). Consultado el 30 de abril de 2023. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/en-2020-descendieron-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-y-de-los-principales-contaminantes-atmosf%C3%A9ricos-excepto-el-amoniaco/tcm:30-534540>
- [56] *Drone Taxi Market Outlook: Size, Share, Industry Analysis, Companies, Growth 2030*. (s. f.). MarketsandMarkets. Consultado el 30 de abril de 2023. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/drone-taxi-market-39967417.html>
- [57] Jonas, A. (s. f.). *Are Flying Cars Preparing for Takeoff?* | Morgan Stanley. Morgan Stanley. Consultado el 30 de abril de 2023. <https://www.morganstanley.com/ideas/autonomous-aircraft>
- [58] Pitchers, C. (2023, 10 enero). ¿Estamos listos para usar taxis voladores? *euronews*. Consultado el 30 de abril de 2023. <https://es.euronews.com/my-europe/2023/01/09/estamos-listos-para-usar-taxis-voladores>
- [59] Vicens, M. (2023, 9 mayo). La primera compañía de taxis aéreos eléctricos se implanta en Baleares para empezar a volar en 2024 a 90 euros el pasaje. *Diario de Mallorca*. Consultado el 30 de abril de 2023.

<https://www.diariodemallorca.es/mallorca/2023/05/09/primera-compania-taxis-aereos-electricos-i-mplanta-baleares-empieza-volar-2024-90-euros-pasaje-87116881.html>

[60] Embention. (2022, 29 julio). *EASA publica la normativa para los primeros taxis voladores* -. Embention. Consultado el 05 de mayo de 2023.

<https://www.embention.com/es/news/easa-normativa-taxi-aereo/>

[61] Drone, D. B. (2022, 7 julio). *La Agencia de Seguridad Aerea de la Union Europea (EASA) ha publicado reglas para la operacion de taxis aereos en las ciudades. La primera propuesta integral en todo el mundo*. Consultado el 05 de mayo de 2023.

<https://www.dronebydrone.com/noticias/662/la-agencia-de-seguridad-aerea-de-la-union-europea-easa-ha-publicado-reglas-para-la-operacion-de-taxis-aereos-en-las-ciudades-la-primera-propuesta-integral-en-todo-el-mundo.html>

[62] Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana. (2022). *Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera*. Consultado el 05 de mayo de 2023.

https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/listado/recursos/observatoriocostesmercanciasabril2022.pdf

[63] Del Transporte, R. R. (2022, 20 diciembre). *Todos los costes del transporte aumentaron en el tercer trimestre, salvo el combustible. Ruta del Transporte*. Consultado el 05 de mayo de 2023.

https://www.rutadeltransporte.com/noticias-transporte/costes-transporte-subieron-trimestre-combustible_0_1722427778.html#:~:text=El%20coste%20unitario%20por%20kil%C3%B3metro,el%20tercer%20trimestre%20de%202022

[64] El comercio electrónico supera en España los 18.190 millones de euros en el segundo trimestre de 2022, un 33% más que el año anterior. (2023, enero). *CNMC*. Consultado el 06 de mayo de 2023. <https://www.cnmc.es/prensa/ecommerce-2T-20230105>

[65] Domínguez, A. (2021, 21 mayo). *Drones para envíos: ¿alternativa para empresas de envío de paquetería?* *Marketing Insider Review*. Consultado el 06 de mayo de 2023.

<https://marketinginsiderreview.com/drones-envios-ventajas-desventajas/>

[66] Ltd, R. A. M. (s. f.). *Drone Logistics and Transportation Market Share, Size, Trends, Industry Analysis Report, By Application; User; By Product; By Range; By Region; Segment Forecast, 2022 - 2030*. Research and Markets Ltd 2023. Consultado el 06 de mayo de 2023.

<https://www.researchandmarkets.com/reports/5707010/drone-logistics-and-transportation-market-share>

[67] *Drone Package Delivery Market: Size, Share, Industry Insights, Companies, Growth Analysis 2030*. (s. f.). MarketsandMarkets. Consultado el 06 de mayo de 2023.

https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/drone-package-delivery-market-10580366.html?gclid=CjwKCAjwkeqkBhAnEiwA5U-uM2Bd-yEMKOL1fcjsDyRUR7HXa5TFItogGV4fXiD4PwIiNDJpbSK6BoCI3kQAvD_BwE

[68] PricewaterhouseCoopers. (s. f.). *Delivery implications - 2018 Global Consumer Insights Survey*. PwC. Consultado el 07 de mayo de 2023.

<https://www.pwc.es/es/retail-consumo/2018-global-consumer-insights-survey/delivery-implications.html>

[69] Castellano, F. (2017). *Los Drones Comerciales están Revolucionando las Operaciones Comerciales*. *Toptal Finance Blog*. Consultado el 07 de mayo de 2023.

<https://www.toptal.com/finance/market-research-analysts/los-drones-comerciales-estan-revolucionando-las-operaciones-comerciales>

[70] Martínez, R. M. (2023, 22 marzo). *Ranking de criminalidad 2022 en la Comunidad de Madrid: estos fueron los municipios más seguros*. *ZIGZAGdigital Información de Pinto, Ciempozuelos, Valdemoro, San Martín de la Vega y sur de Madrid*. Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://zigzagdigital.com/art/26377/ranking-de-criminalidad-2022-en-la-comunidad-de-madrid-estos-fueron-los-municipios-mas-seguros>

[71] *Madrid - Crimen: asesinatos, robos, secuestros y otros delitos registrados en cada municipio.* (s. f.). Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://www.epdata.es/datos/crimen-asesinatos-robos-secuestros-otros-delitos-registrados-cada-municipio/6/madrid/4245#:~:text=Datos%20actualizados%20el%2017%20de%20marzo%20de%202023&text=Crimen%20La%20criminalidad%20en%20Madrid,Criminalidad%20del%20Ministerio%20del%20Interior>

[72] *Memoria de la Agencia de Seguridad y Emergencias Madrid 112.* (2023, 1 junio). Portal de Transparencia. Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://www.comunidad.madrid/transparencia/memoria-agencia-seguridad-y-emergencias-madrid-112>

[73] *Delitos por ubicación y tipología (PARCIALMENTE PUBLICADA / PROGRAMADA) - Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid.* (s. f.). Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.3efdb29b813ad8241e830cc2a8a409a0/?vgnextoid=ff595ace48154510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnextchannel=102612b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnextfmt=default>

[74] *Observatorio de resultados del Servicio Madrileño de Salud.* (2022, 10 junio). Comunidad de Madrid. Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/observatorio-resultados-servicio-madrileno-salud>

[75] *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market Trends & Growth Drivers | MarketsandMarkets™.* (s. f.). MarketsandMarkets. Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-aerial-vehicles-uav-market-662.html>

[76] Vaquero, R. C. (2021). *Cómo contribuye la tecnología de drones a la mejora de la toma de decisiones basada en datos de MAPFRE.* MAPFRE Global Risks. Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://www.mapfreglobalrisks.com/gerencia-riesgos-seguros/articulos/como-contribuye-la-tecnologia-de-drones-a-la-mejora-de-la-toma-de-decisiones-basada-en-datos-de-mapfre/>

[77] *Sanz subraya la labor de los drones de la Sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal, creada en este mandato y cada vez más demandada.* (s. f.). Diario de Madrid. Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://diario.madrid.es/blog/notas-de-prensa/sanz-subraya-la-labor-de-los-drones-de-la-seccion-de-apoyo-aereo-de-la-policia-municipal-creada-en-este-mandato-y-cada-vez-mas-demandada/>

[78] Dataintel. (2023, 23 marzo). *Public Safety Drones Market Report | Global Forecast From 2022 To 2030.* Consultado el 12 de mayo de 2023.

<https://dataintel.com/report/global-public-safety-drones-market/>

[79] *Drones: ventajas y usos potenciales para la Policía, Seguridad Privada, Emergencias y Bomberos.* (s. f.). LISA Institute. Consultado el 29 de mayo de 2023.

<https://www.lisainstitute.com/blogs/blog/drones-usos-policia-seguridad-emergencias-bomberos>

[80] Pyme, E. Z. (2023). *Vigilancia y drones: la tecnología al servicio de la seguridad.* zonapyme.prosegur.es. Consultado el 29 de mayo de 2023.

<https://zonapyme.prosegur.es/vigilancia-drones>

[81] Mars Intelligence. (2023). *MARS INTELLIGENCE.* Consultado el 29 de mayo de 2023.

<https://mars-intelligence.com/>

[82] Minutos. (2023, 2 marzo). *Vigilancia desde el aire: así son los 23 drones de la sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal de Madrid.* www.20minutos.es - Últimas Noticias. Consultado el 29 de mayo de 2023.

<https://www.20minutos.es/noticia/5106229/0/drones-policia-municipal-madrid-apoyo-aereo/>

[83] *ITG prueba con éxito la tecnología DroneSafeBox que permite vuelos autónomos controlados desde ubicaciones remotas – ITG – Instituto Tecnológico de Galicia.* (s. f.). ITG - Instituto Tecnológico de Galicia. Consultado el 29 de mayo de 2023.

<https://itg.es/hangar-robotizado-drone-safe-box-vuelos-autonomos/>

Sabadell, Junio de 2023

QUILEZ
GARCIA SARA
- 25373242X

Firmado digitalmente
por QUILEZ GARCIA
SARA - 25373242X
Fecha: 2023.06.28
21:01:51 +02'00'

Firmado: ***Sara Quílez Garcia***