SIAM

Clúster Español
de Movilidad
Aérea Innovadora

ineco

Libro Blanco de Vertipuertos

Resumen ejecutivo

ÍNDICE

PREÁMBULO 4

1 Las aeronaves con capacidad de operación vertical 6

2 Visión de la actividad económica 8

3 Integración de la IAM en el espacio aéreo 12

4 El vertipuerto como infraestructura 14

5 Movilidad y planificación urbanística 16

6 Modo de operación en vertipuertos 18

7 Condicionantes y facilitadores 20

8 Aceptación social 22

9 Marco regulatorio de los vertipuertos 24

10 Retos y soluciones 26

PREÁMBULO

El camino hacia la integración de la movilidad aérea innovadora (IAM) no es una simple evolución:
es un salto cualitativo en la forma de concebir nuestras ciudades, conectividad y tecnología.
La hoja de ruta no solo apunta hacia metas claras, sino que impulsa al sector a transformar el futuro.

En el **corto plazo**, la prioridad será la creación de un ecosistema funcional. La regulación específica para vertipuertos avanzará rápidamente, habilitando operaciones iniciales y asegurando que las pruebas piloto sirvan como modelos prácticos de viabilidad. Estas primeras implementaciones serán vitrinas de confianza y eficacia para las autoridades y la sociedad, mostrando que la movilidad aérea no es un concepto futurista, sino una herramienta útil que comienza a integrarse.

El **medio plazo** marcará el paso hacia la expansión operativa. La consolidación del U-space permitirá integrar aeronaves tripuladas y autónomas en un sistema ágil y seguro, mientras las ciudades adoptarán vertipuertos como nodos estratégicos de transporte. En este periodo, los modelos de negocio diversificados comenzarán a tomar forma, con servicios logísticos, de pasajeros y de emergencias desplegándose en rutas más amplias. Será un momento de alianzas estratégicas: gobiernos, operadores y fabricantes trabajarán en sinergia para maximizar el impacto y la escalabilidad.

En el **largo plazo**, el sector deberá liderar la automatización completa de operaciones y redefinir los estándares globales de transporte. Los vertipuertos no serán solo puntos de conexión, sino infraestructuras inteligentes capaces de adaptarse dinámicamente a las demandas urbanas y tecnológicas. Las aeronaves autónomas configurarán redes de transporte aéreo interurbanas que reconfigurarán los flujos de personas y bienes, abriendo oportunidades inéditas en economía, comercio y accesibilidad.

Más que una hoja de ruta, este es un plan para transformar cómo vivimos y nos movemos. El sector tiene la oportunidad de construir no solo una nueva movilidad, sino una nueva manera de concebir el mundo.

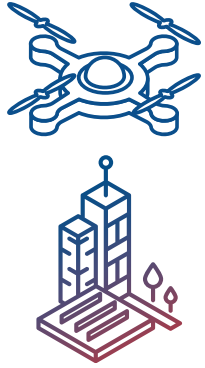
Las aeronaves con capacidad de operación vertical

La ciudad imaginada en tres dimensiones

Las aeronaves con capacidad de operación vertical (VCA) marcan el inicio de una nueva era en la movilidad aérea, redefiniendo cómo nos desplazamos en entornos urbanos y remotos. Con tecnologías como propulsión eléctrica, hidrógeno y sistemas híbridos, ofrecen alternativas sostenibles que reducen emisiones, ruido y congestión.

Su capacidad VTOL les permite operar en espacios reducidos, desde azoteas hasta vertipuertos estratégicamente ubicados, adaptándose tanto a necesidades urbanas como rurales. Además, la diversidad de diseños, desde los eVTOL hasta los tiltrotors, las posiciona como soluciones versátiles para transporte de pasajeros, logística y emergencias.

Integrando inteligencia artificial y sensores avanzados, las VCA garantizan seguridad operativa y eficiencia energética. Estos avances, junto con mejoras en autonomía y tiempos de recarga, consolidan su potencial como **una opción disruptiva en la movilidad aérea, transformando no solo el transporte, sino también el diseño de las ciudades y la conectividad global.**



Visión de la actividad económica

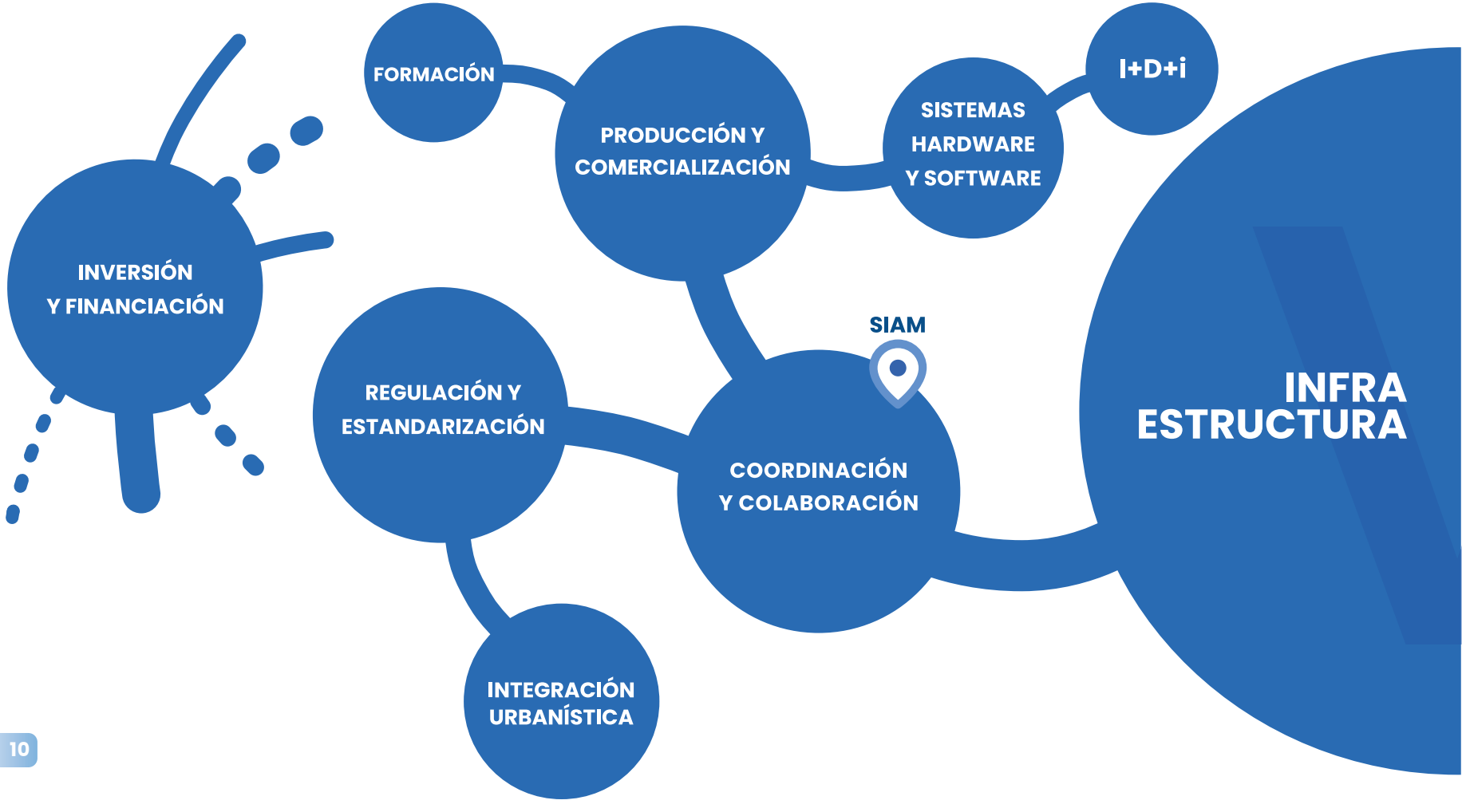
Se desplaza a miles de pasajeros, se mueve a millones de personas

Los vertipuertos no son solo infraestructuras de movilidad, sino catalizadores económicos que dinamizan sectores estratégicos e impulsan nuevos modelos de negocio. Su cadena de valor, en sus etapas estratégica, de producción, servicio y consumo, integra actividades económicas que generan empleo, promueven inversiones y fortalecen el tejido industrial local y regional. Actúan como puntos clave en un ecosistema que conecta sectores como transporte, turismo y logística, maximizando su impacto en el desarrollo económico sostenible.

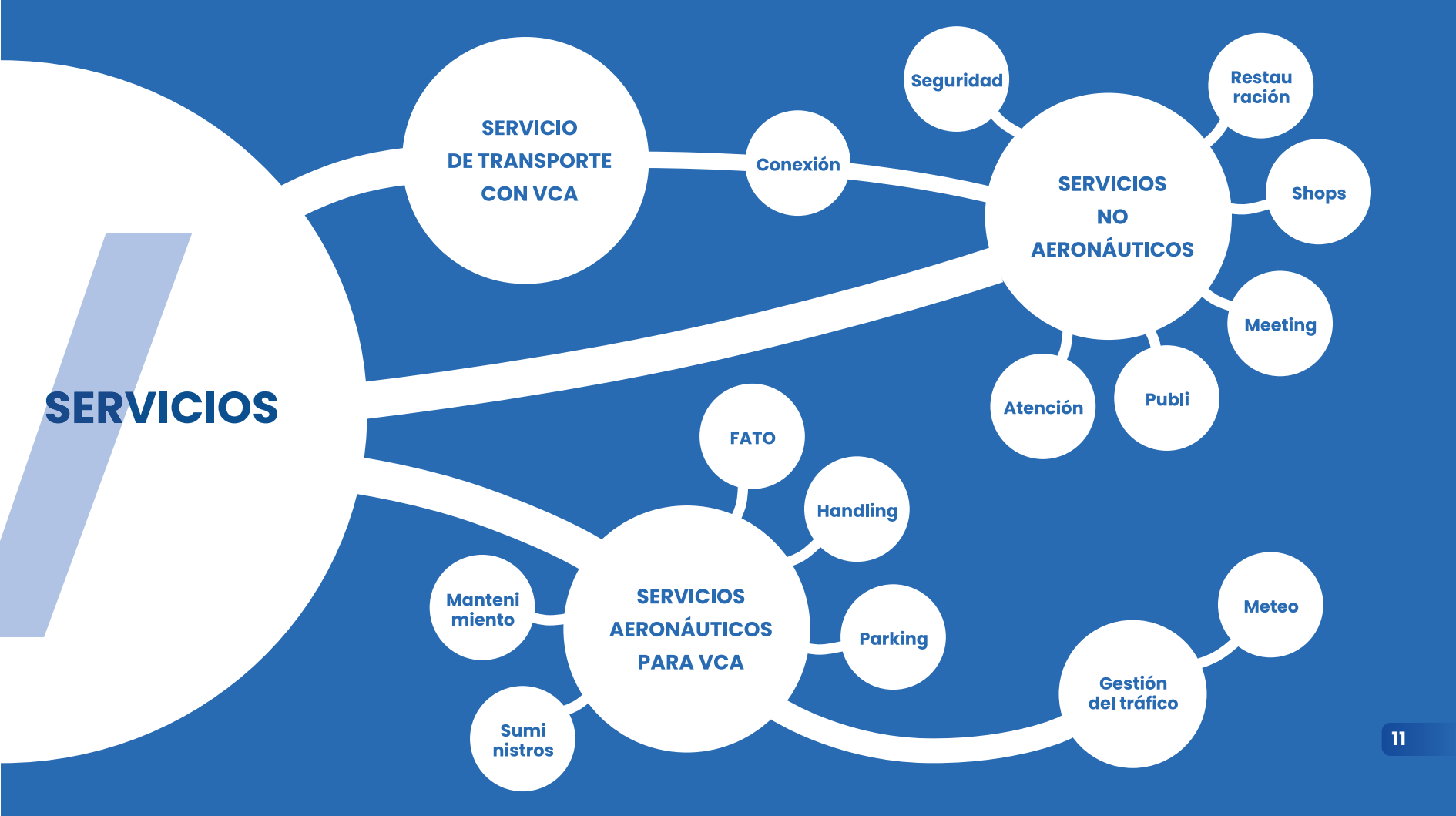
El potencial de la inversión en vertipuertos radica en su capacidad para diversificar fuentes de ingresos. Las tarifas operativas, el alquiler de espacios comerciales y la explotación de los datos asociados a los flujos de movilidad son solo algunas de las estrategias para monetizar su actividad. Los vertipuertos, además, fomentan la innovación tecnológica en áreas como sistemas de gestión de tráfico, energías limpias y diseño de infraestructuras aeronáuticas novedosas. Este enfoque permite adaptarse a demandas dinámicas y promover la competitividad económica.

Los vertipuertos no solo buscan cubrir costos operativos, sino convertirse en generadores netos de valor económico, promoviendo sinergias con otros sectores y atrayendo capital hacia proyectos alineados con un crecimiento económico inclusivo, resiliente y sostenible. Su financiación puede apoyarse en instrumentos públicos europeos, inversión privada y mecanismos innovadores como bonos verdes y alianzas público-privadas.

El nuevo espacio aéreo abre una oportunidad inédita en el sector logístico.

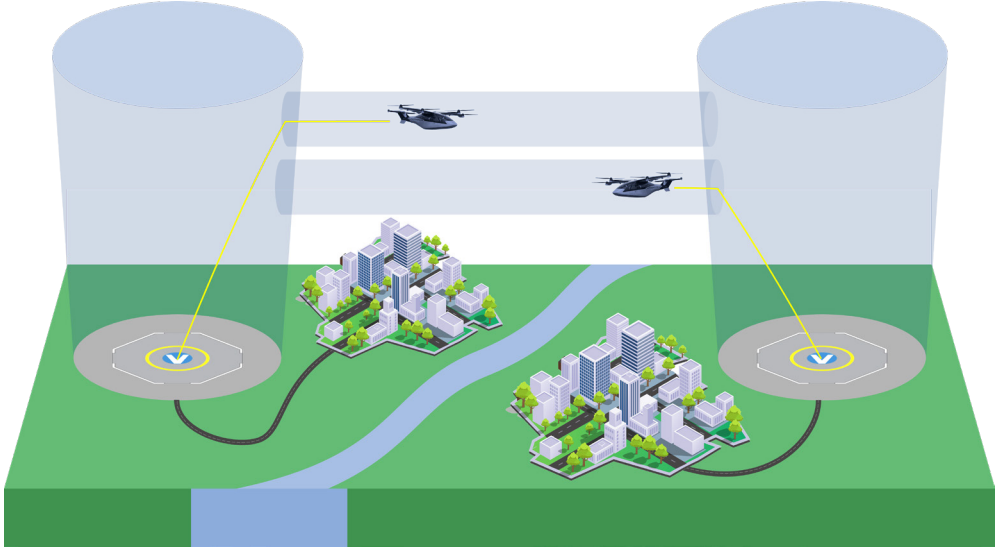

FORMACIÓN
PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
SISTEMAS HARDWARE Y SOFTWARE
I+D+i
INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN
REGULACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN
SIAM
COORDINACIÓN Y COLABORACIÓN
INFRA ESTRUCTURA
INTEGRACIÓN URBANÍSTICA

SERVICIOS


SERVICIO DE TRANSPORTE CON VCA
Conexión
SERVICIOS NO AERONÁUTICOS
Seguridad
Restau ración
Shops
Meeting
Publi
Atención
SERVICIOS AERONÁUTICOS PARA VCA
FATO
Handling
Parking
Manteni miento
Sumi nistros
Gestión del tráfico
Meteo

Integración de la IAM en el espacio aéreo

Se ampliará de forma gradual, minimizando los riesgos



Corredores aéreos: los primeros trazos de la Movilidad Aérea Innovadora (IAM)

El desarrollo de la Movilidad Aérea Innovadora (IAM) y, en particular, la Movilidad Aérea Urbana, sólo será posible mediante cambios significativos en algunas reglas de tráfico y estructuras de espacio aéreo existentes, para poder realizar estar operaciones de forma regular en zonas urbanas, por debajo de 1000 ft de altura.

Este entorno de operación supondrá un reto para minimizar el riesgo sobre la población de las ciudades, por lo que el diseño de las rutas urbanas deberá realizarse buscando minimizar el riesgo en tierra evitando sobrevolar aglomeraciones de personas y dando prioridad a zonas con menor densidad de edificaciones.

Un paso inicial hacia esta transformación es la implementación de corredores aéreos y estratificación del espacio, medidas temporales que facilitan la coexistencia de VCA, drones y tráfico convencional. Aunque necesarias en etapas tempranas, **estas estructuras evolucionarán hacia sistemas dinámicos, adaptativos y con mayor libertad, a medida que crezca la demanda**.

Otro gran reto será asegurar una adecuada separación en las aeronaves VCA respecto a aviación tripulada y drones. En la fase inicial, la solución consistirá en realizar operaciones VCA con piloto a bordo y en condiciones VFR y establecimiento de pasillos para segregar sus operaciones.

En fases más maduras, será necesario el establecimiento de sistemas de gestión de tráfico automatizados, como U-space y la obligación para todas las aeronaves de transmitir su posición de forma continua durante el vuelo, para garantizar una separación segura entre todas las aeronaves.

El vertipuerto como infraestructura

No suma, multiplica posibilidades

Los vertipuertos son piezas fundamentales de la IAM, concebidos como nodos estratégicos para integrar aeronaves eVTOL en sistemas de transporte avanzados. Su diseño combina eficiencia, seguridad y sostenibilidad, respondiendo tanto a necesidades actuales como futuras. Estas infraestructuras no se limitan a puntos de origen y destino, sino que **forman redes interconectadas que enlazan áreas urbanas, suburbanas e interurbanas y facilitan el transporte de pasajeros y mercancías**.

Las configuraciones de los vertipuertos son diversas: desde instalaciones mínimas, como los vertistops, hasta complejos hubs urbanos y regionales. Aparecen soluciones innovadoras,

como vertipuertos elevados, flotantes, móviles o interiores, que se adaptan a diferentes contextos y demandas operativas. Su capacidad para evolucionar y expandirse asegura la adecuación al crecimiento del tráfico aéreo, mientras que su modularidad y flexibilidad los posicionan como infraestructuras resilientes.

El área de movimiento, con elementos como las FATO, TLOF y calles de rodadura, estará diseñada para garantizar maniobras seguras y eficientes. Por otro lado, los edificios terminales ofrecerán servicios optimizados para pasajeros y logística, destacando por su integración tecnológica y adaptabilidad.

Además, las zonas auxiliares, como las de carga, abastecimiento energético y mantenimiento, reforzarán la funcionalidad de estas infraestructuras. La planificación y diseño de vertipuertos incorporará herramientas avanzadas, como los gemelos digitales, que ayudarán a optimizar operaciones y a prever necesidades futuras.

Puntos de conexión que transforman ciudades en redes de transporte más dinámicas.

Movilidad y planificación urbanística

Las conexiones intermedias que faltaban en la red

Aerotaxis: de puerta a puerta por el aire en diez minutos

La movilidad aérea innovadora promete revolucionar los sistemas de transporte, integrando los vertipuertos como nodos esenciales en redes intermodales que estarán mejor conectadas y serán más sostenibles y eficientes. Estos no solo facilitarán el despegue de las aeronaves eVTOL, **sino que redefinirán el paradigma del transporte al integrar con precisión las modalidades aérea y terrestre en un sistema coherente y fluido.**

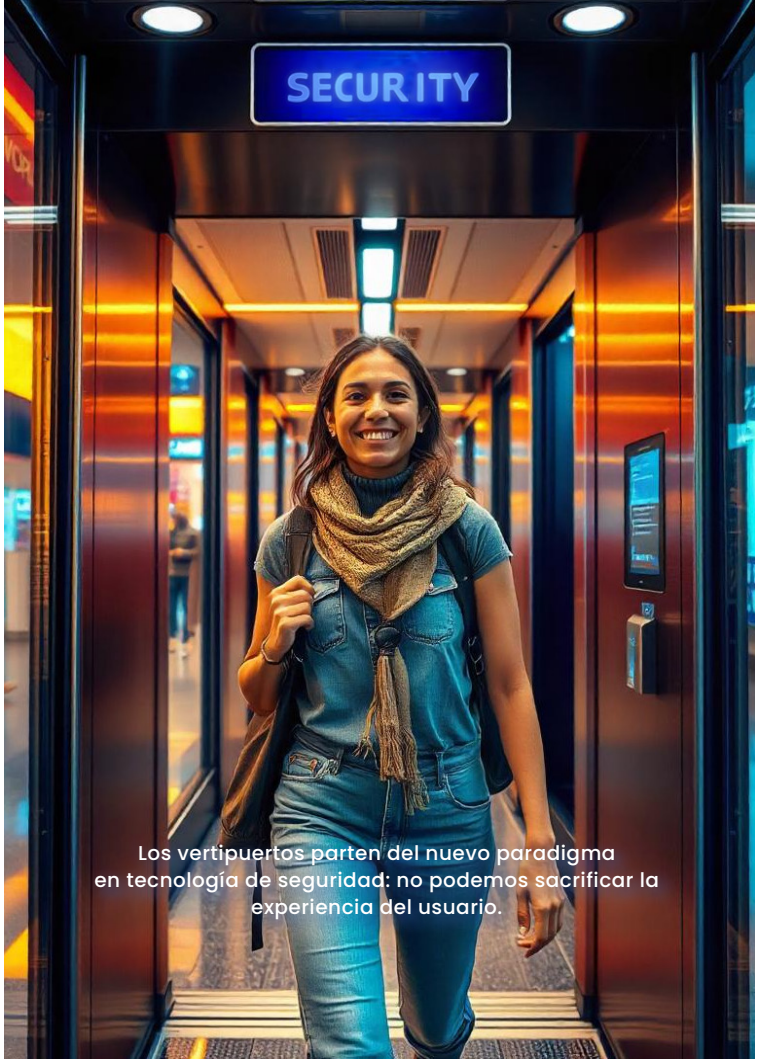
En el ámbito urbano, los vertipuertos postulan como puntos neurálgicos para conexiones rápidas y eficaces. Promueven una movilidad que reducirá significativamente los tiempos de desplazamiento y ofrecerá alternativas sostenibles frente a la saturación de las infraestructuras tradicionales, como aeropuertos, estaciones ferroviarias y terminales de autobuses. Su diseño y localización estratégica junto a estos nodos de transporte serán clave para una integración armónica que maximice la eficiencia operativa y minimice el impacto ambiental.

La tecnología desempeñará un papel determinante en este avance. El Mobility as a Service (MaaS) facilitará la planificación de trayectos multimodales en tiempo real, integrando de forma intuitiva las opciones de transporte aéreo y terrestre en una experiencia unificada. Además, los vertipuertos se consolidarán como piezas clave en las cadenas logísticas, transformando la entrega de última milla en un proceso más ágil y adaptable a las demandas del comercio electrónico.

Este cambio requiere algo más que planificación: exige visión, empeño y una coordinación estratégica que combine planificación urbanística, innovación tecnológica y normativas flexibles. Solo a través de una voluntad compartida será posible garantizar que los vertipuertos se conviertan en catalizadores de una nueva era de movilidad sostenible, interconectada y orientada hacia el futuro.

Modo de operación en vertipuertos

Seguro como un avión, fácil como un autobús



Los vertipuertos parten del nuevo paradigma en tecnología de seguridad: no podemos sacrificar la experiencia del usuario.

Los vertipuertos serán la base de la nueva movilidad aérea, con modos de operación diseñados para ofrecer una experiencia ágil, segura y eficiente. Desde la gestión de despegues y aterrizajes hasta la atención a pasajeros y carga, cada procedimiento estará optimizado para cumplir con los estándares más exigentes, mientras se adaptan a la diversidad de entornos y casos de uso.

El modo de operación debe representar un salto cualitativo en la forma de interactuar con la movilidad aérea. **La agilidad será un valor fundamental en este proceso, respaldado por nuevas tecnologías y métodos, como los sistemas biométricos, que permitirán un embarque más rápido, la gestión automatizada de carga, o las tecnologías de asistencia inteligente**. La flexibilidad, por otro lado, será esencial para poder concebir vertipuertos que operen en redes permanentes y temporales, adaptando la respuesta operativa a la demanda.

En cuanto a la seguridad, esta será irrenunciable. Los protocolos específicos para emergencias, como incendios de baterías o contingencias meteorológicas, irán de la mano de medidas de protección avanzada contra riesgos intencionados y no intencionados. La incorporación de herramientas como los drones de vigilancia o los gemelos digitales consolidará a los vertipuertos como nodos resilientes, capaces de responder ante cualquier escenario.

La operación eficiente no será solo un compromiso, sino un estándar que permitirá maximizar el rendimiento de cada vertipuerto, integrándolo en el ecosistema global de transporte. Los vertipuertos deberán ser la puerta de entrada a una nueva era en la que la movilidad aérea será sinónimo de dinamismo, innovación y excelencia operacional.

Condicionantes y facilitadores

Ser útil no es suficiente, debe poder crecer

El éxito de los vertipuertos trasciende a la infraestructura y a los avances tecnológicos. Determinados factores clave como la ubicación estratégica, la seguridad, la experiencia del usuario y la eficiencia operativa determinarán su relevancia en los ecosistemas de movilidad, así como su rentabilidad a largo plazo.

La ubicación no es una mera cuestión de accesibilidad, sino un pilar crítico para la viabilidad del modelo de negocio. **Optar por emplazamientos con alta densidad de demanda y cercanía a hubs estratégicos, como aeropuertos o zonas logísticas, maximiza la utilización y asegura un flujo constante de ingresos**. Al mismo tiempo, evaluar el potencial de desarrollo futuro y las sinergias con infraestructuras existentes puede marcar la diferencia entre un vertipuerto funcional y un motor de rentabilidad sostenible. La elección debe equilibrar factores como la competencia local, los costes de implementación y las restricciones regulatorias, asegurando la máxima agilidad en su despliegue.

La tecnología será un motor esencial. Los sistemas avanzados de gestión del tráfico aéreo, las operaciones automatizadas y las herramientas de supervisión, aumentarán la eficiencia operativa y garantizarán estándares de seguridad rigurosos. Las innovaciones reforzarán la confianza tanto de los usuarios como de los inversores, asegurando que los vertipuertos sean percibidos como nodos fundamentales en la red de movilidad futura.

La seguridad es un condicionante innegociables en la operación de vertipuertos. Para proteger, no solo a los usuarios y empleados, sino también a las infraestructuras críticas y datos sensibles, se requerirán protocolos rigurosos de gestión de riesgos fortuitos, planes de respuesta a incidentes intencionados y la implementación de sistemas robustos de ciberseguridad. La coordinación con organismos reguladores y la adopción de tecnologías de vigilancia y encriptación avanzadas garantizarán operaciones seguras, resilientes y alineadas con los estándares internacionales más exigentes.

Por último, los vertipuertos deberán adaptarse a las condiciones específicas de los entornos urbanos donde operarán. Deberán considerarse, desde el diseño inicial, aspectos como el microclima urbano, condicionando por los edificios que generan turbulencias variabilidad del viento. Gestionar estos desafíos con precisión no solo garantizará la seguridad, sino que también optimizará las operaciones, transformando los vertipuertos en activos resilientes y versátiles para las ciudades del futuro.

Aceptación social

El ciudadano, en el centro de la nueva movilidad aérea

La movilidad aérea innovadora no solo representa un avance tecnológico, sino también una oportunidad para transformar la sociedad en términos de conectividad, eficiencia y calidad de vida. Los vertipuertos y las aeronaves eVTOL aparecen como catalizadores para un transporte más ágil y diverso, liberando a las ciudades de la congestión terrestre y proporcionando alternativas rápidas y fiables, tanto para personas como para mercancías.

Este sector tiene el potencial de fomentar una sociedad más libre y dinámica, ofreciendo a los ciudadanos opciones de movilidad que se adapten a sus necesidades, eliminando barreras y conectando comunidades que antes quedaban aisladas. Asimismo, los vertipuertos pueden convertirse en motores económicos, generando empleo, atrayendo inversión y promoviendo nuevas oportunidades empresariales en los entornos en los que se integren.

Más allá de la tecnología, se trata de construir un futuro donde las ciudades estén mejor conectadas y las personas tengan más herramientas para decidir cómo, cuándo y dónde moverse. **La clave para alcanzar este objetivo radica en transmitir con claridad los beneficios de esta nueva movilidad**: tiempo ganado, mejor acceso a servicios, y una flexibilidad sin precedentes en los desplazamientos.

La IAM no busca imponer un cambio, sino ofrecer un nuevo horizonte que permita a las sociedades evolucionar hacia un modelo más eficiente, competitivo y conectado, donde los ciudadanos sean los principales beneficiarios de esta transformación.

Marco regulatorio de los vertipuertos

Por una legislación que libere un futuro próspero

El marco regulatorio de los vertipuertos, pieza clave en la nueva movilidad aérea, avanza para habilitar operaciones prácticas y seguras en un sector con enorme potencial. Aunque actualmente se aplican normativas diseñadas para aeródromos y helipuertos convencionales, como el Reglamento (UE) 139/2014 y el Real Decreto 862/2009, la evolución hacia un marco específico permitirá abrir nuevas posibilidades para los vertipuertos, especialmente en operaciones autónomas y urbanas.

La clasificación inicial en categorías como uso público, restringido o eventual establece una base sólida para iniciar operaciones, pero el futuro exige flexibilidad y precisión. Ya que, por ejemplo, los vertipuertos podrán acoger desde operaciones de aerotaxis en entornos urbanos hasta servicios logísticos en áreas rurales, siempre con garantías de seguridad y eficiencia.

A nivel global, la estandarización técnica es clave. OACI, EASA y otros organismos trabajan en guías que, más allá de armonizar regulaciones, potenciarán la competitividad y reducirán barreras para fabricantes y operadores. Este esfuerzo permitirá que las aeronaves eVTOL operen sin fronteras, apoyando un crecimiento ágil del sector.

Además, la integración con el entorno urbano y rural no es solo un requisito normativo, sino una oportunidad para que los vertipuertos lideren un desarrollo sostenible. Los diseños adaptados al paisaje, las soluciones para reducir el ruido, el uso de las cubiertas de edificios ya existentes y las estrategias urbanísticas modernas aseguran, no solo viabilidad técnica, sino también aceptación ciudadana.

El éxito del marco regulatorio no radica en cumplir con requisitos impuestos, sino en liderar un enfoque innovador y pragmático. Una regulación bien diseñada abrirá camino para que los vertipuertos sean una realidad funcional, eficiente y transformadora en la movilidad aérea del futuro.

Retos y soluciones

Esta vez lo haremos mejor

El desarrollo de vertipuertos no se limita a superar obstáculos; **se trata de aprovechar cada desafío como un catalizador de innovación**. Estos nodos de la movilidad aérea innovadora están llamados a redefinir no solo el transporte, sino también cómo diseñamos y vivimos nuestras ciudades. Los retos son el motor que impulsa soluciones visionarias, abriendo un nuevo horizonte.

Urbanismo vertical y conectividad total

La integración en entornos urbanos densos no es solo una cuestión de espacio, sino una invitación a pensar en altura. Vertipuertos en tejados o estructuras flotantes no solo liberan terreno, sino que ofrecen un modelo de movilidad ágil, sostenible y conectado. Con tecnología de simulación avanzada y planificación digital, se asegura una experiencia fluida para pasajeros y mercancías, eliminando barreras entre tierra y cielo.

Normativas que impulsan la innovación

Los marcos regulatorios tradicionales evolucionan hacia normativas modulables que abrazan la singularidad de los vertipuertos y las aeronaves eVTOL. Soluciones como la interoperabilidad entre sistemas de tráfico aéreo y terrestre o la regulación de operaciones autónomas aseguran no solo viabilidad, sino un modelo operativo que anticipa el futuro.

Sostenibilidad como estandarte

Los retos ambientales deben inspirar diseños que prioricen la eficiencia energética y el respeto al entorno. Desde rutas de vuelo optimizadas, que minimizan el ruido, hasta infraestructuras que integran fuentes de energía renovable, los vertipuertos no solo deben cumplir, sino exceder los estándares de sostenibilidad.

Seguridad en todas sus dimensiones

El concepto de seguridad evoluciona con herramientas que van más allá de la protección física. Sistemas de ciberseguridad avanzada, operaciones autónomas supervisadas y protocolos de emergencia inteligentes garantizarán que los entornos estén protegidos y sean confiables.

SIAM

lineco

AEDAE Asociación Española de Derecho Aeronáutico y Espacial

AERTEC

aicia

bluenest by globalvia

CATEC

Comunidad de Madrid

CRISALION MOBILITY

ELA AVIATION

EMT MADRID

ENAIRE

EUROCONTROL

Expodrónica

itg

MADRID

NTT DATA

Pinsent Masons

SENASA

tecnalia MEMBER OF BASQUE RESEARCH & TECHNOLOGY ALLIANCE

Telefónica

viarium Ingeniería y Tecnología

Este libro se ha impreso
con papel 100% reciclado