



Ángeles guardines en la seguridad perimetral de un sistema de transporte masivo en la ciudad de Bogotá

Modalidad:

Innovación organizacional

“Business case”

**Ángeles guardines en la seguridad perimetral de un sistema de transporte
masivo en la ciudad de Bogotá**

Astrid Andrea Villalobos Fuertes

José Mario Garzón Osorio

Giovanny Buitrago Beltrán

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magíster en Gobierno y Gestión Pública

Director:

JUAN CARLOS RIVERA RUEDA

Modalidad:
Innovación organizacional
“Business case”

Universidad EAN
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas
Maestría en Gobierno y Gestión Pública
Bogotá DC, Colombia
09/Octubre/2025

Agradecimientos

Este trabajo es un reflejo del apoyo de las personas y la institución que han marcado nuestro camino. A nuestras familias, les dedicamos este logro. Gracias por creer en nosotros y por ser el motor que nos impulsaron a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. También agradecemos profundamente a la Universidad Ean, institución que nos ha permitido fortalecer nuestras competencias.

Resumen ejecutivo

El proyecto Ángeles Guardianes propone un sistema integral de vigilancia con drones eléctricos para fortalecer la seguridad en el sistema de transporte masivo TransMilenio en Bogotá. A partir del análisis del contexto y las principales necesidades, se identificaron puntos críticos de inseguridad que demandan supervisión aérea con tecnología avanzada. La propuesta plantea el uso de drones eléctricos equipados con cámaras térmicas y software de inteligencia artificial para la detección temprana de incidentes, respaldada por simulaciones y pruebas técnicas preliminares que validan la viabilidad del sistema bajo escenarios controlados. Estos ejercicios permitieron proyectar su efectividad potencial en la identificación oportuna de riesgos y en la articulación de respuestas coordinadas con autoridades y operadores.

Los principales productos del proyecto incluyen la estimación de costos operativos y de inversión, la estructuración de una hoja de ruta para su implementación y la formulación de protocolos de coordinación con entidades de seguridad pública. Se propone una inversión inicial aproximada de 587 millones de pesos, destinados a la adquisición de drones, licencias de software y formación técnica del personal. Si bien el análisis financiero preliminar indica que el Valor Presente Neto (VPN) es negativo y el Retorno sobre la Inversión (ROI) estimado ronda el 12% sin recuperación total en los primeros cinco años, el proyecto genera un alto valor social y preventivo.

De este modo, Ángeles Guardianes se consolida como una propuesta propositiva y tecnológicamente viable para la modernización de la vigilancia urbana, fortaleciendo la colaboración institucional y ciudadana mediante innovación, capacitación y gestión proactiva. Su carácter replicable lo posiciona como un modelo transformador para la seguridad en el transporte público masivo de Bogotá.

Palabras clave: Vigilancia inteligente, drones de seguridad, innovación tecnológica, movilidad sostenible, seguridad ciudadana

Contenido

Agradecimientos 6

Resumen ejecutivo..... 7

1.Contexto y desafío de innovación..... 11

1.1 *Análisis del ecosistema de innovación del sector y de la solución propuesta 11*

1.2 *Entendimiento de las necesidades del área y/o unidad de negocio..... 12*

1.3. *Mapa de empatía del cliente/usuario: 15*

1.4. *Definición del problema utilizando "How Might We" (HMW):..... 17*

2.Solución Innovadora..... 18

2.1 *Solución innovadora:..... 18*

2.2 *Descripción de la solución (storyboard): 19*

2.3 *Prototipo conceptual 22*

2.4 *Propuesta de experiencia del usuario (journey map): 24*

3.Análisis de mercado y competencia 25

3.1. *Análisis de competidores y entorno de mercado: 25*

3.2. *Evaluación de la solución con las partes interesadas 26*

4.1 *Canvas de modelo de negocio..... 28*

4.2. *Propuesta de valor canvas..... 29*

4.3. *Estrategia de plataforma o ecosistema 30*

5.Plan de implementación bajo metodologías ágiles 31

5.1. *Roadmap de innovación y metodología de desarrollo..... 32*

5.2. *Equipo y recursos necesarios 33*

6. Análisis Financiero y de Impacto 34

6.1. *Proyecciones financieras y ROI de innovación:..... 34*

6.2. *Impacto social y ambiental: 35*

7.Gestión de riesgos y oportunidades..... 37

7.1 *Matriz de riesgos y estrategias de mitigación: 37*

8.Métricas de éxito y KPIs de Innovación 38

8.1. *OKRs (Objectives and Key Results) del proyecto 38*

8.2. *Métricas de innovación: 40*

9.Plan de gestión del cambio y adopción..... 41

9.1. *Estrategia de Comunicación y Audiencias Clave 41*

9.2. *Cronograma de Actividades de Comunicación y Responsables 42*

9.3. *Métricas para Evaluar la Efectividad de la Comunicación 42*

10.Cultura de innovación y mejora continua..... 42

Conclusiones y recomendaciones 43

Referencias 45

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Modelo de Ecosistema de Innovación Local	11
Figura 2. Matriz FODA	13
Figura 3. Mapa de empatía del cliente/usuario.....	15
Figura 4. Tablas y gráficos de la inseguridad en TransMilenio	16
Figura 5. Mapa How Might We_Ángeles Guardianes.....	17
Figura 6. Storyboard Ángeles Guardianes	20
Figura 7. Mockups Ángeles Guardianes.....	22
Figura 8. Dron DJI Mavic 3 Thermal Enterprise	23
Figura 9. Journey map Ángeles Guardianes	24
Figura 10. Imagen del cuestionario "Ángeles Guardianes" realizado	26
Figura 11.CANVAS Ángeles Guardianes	28
Figura 12. Diseño ideal de la propuesta.	29
Figura 13. Ecosistema y la estrategia del proyecto Ángeles Guardianes	30
Figura 14. Cronograma del proyecto "Ángeles Guardianes"	31
Figura 15. Roadmap con las fases del proyecto	32
Figura 16. Alineación de los ODS del proyecto Ángeles Guardianes	36
Figura 17. Matriz de Riesgos y Estrategias de Mitigación para el proyecto Ángeles guardianes	37
Figura 18. Resultados claves y métricas de éxito y KPIS para el proyecto Ángeles guardianes	38
Figura 19. Métricas de Innovación para el proyecto Ángeles guardianes	40
Figura 20. Estrategia de Comunicación y Audiencias Clave para el Proyecto Ángeles Guardianes....	41

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Proyectos y empresas de vigilancia con drones en México, Chile y China.....	25
Tabla 2. Entregables en cada etapa	33

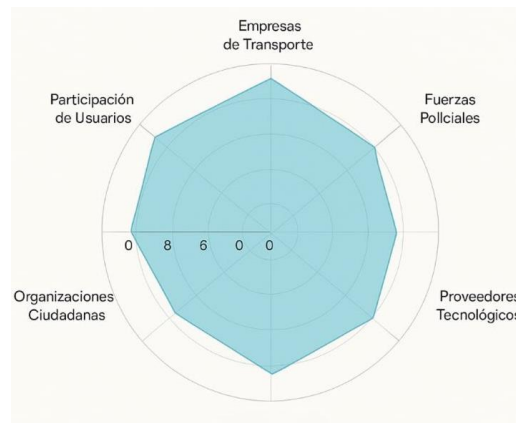
1. Contexto y desafío de innovación

1.1 Análisis del ecosistema de innovación del sector y de la solución propuesta

El sistema de transporte público de Bogotá, incluido TransMilenio, enfrenta grandes retos en materia de seguridad derivados de la alta densidad de pasajeros, la evasión del pasaje, el acoso y los robos. Esta problemática requiere soluciones con capacidad de respuesta inmediata y cobertura amplia. En este contexto, los drones y las herramientas digitales aportan un valor agregado objetivo al permitir vigilancia aérea en tiempo real, reducción de puntos ciegos y generación de alertas automáticas a partir del análisis de datos mediante inteligencia artificial. Estas ventajas fortalecen la capacidad operativa de las autoridades, optimizan los tiempos de reacción y fomentan la corresponsabilidad ciudadana, factores esenciales para mejorar la percepción de seguridad y la eficiencia del sistema de transporte. (Reyes, 2025)

La propuesta de Ángeles Guardianes se alinea con las tendencias de digitalización y seguridad inteligente presentes en ciudades latinoamericanas como Ciudad de México y Santiago de Chile, donde la integración de drones y plataformas analíticas ha demostrado impactos positivos en la gestión de la seguridad pública (Vásquez Stanescu et al., 2020),(Largo, 2025). Su incorporación en Bogotá contribuye a construir un modelo preventivo, automatizado y coordinado entre diferentes actores del ecosistema.

Figura 1. Modelo de Ecosistema de Innovación Local



Nota. Elaboración propia, (2025). Modelo de Ecosistema de innovación Local en donde nos muestra un radar que articula todos los actores que participan en la solución.

Lo expuesto en la Figura 1 representa el modelo de ecosistema de innovación local aplicado a la seguridad en el transporte masivo de Bogotá, el radar articula cinco dimensiones cruciales: política pública, institucional, entorno natural, infraestructura y talento. Todas estas dimensiones son fundamentales para el funcionamiento ético y regulado del sistema. En el

centro se encuentran actores como la Policía Metropolitana, los usuarios, TransMilenio, la Secretaría de Seguridad, las organizaciones ciudadanas, los proveedores tecnológicos, los operadores de emergencia y la Alcaldía; su cooperación es esencial. Este método integral posibilita el fortalecimiento de la vigilancia proactiva se refiere a un enfoque anticipativo en la supervisión y monitoreo del entorno, que busca identificar y prevenir incidentes antes de que ocurran mediante el uso de tecnologías avanzadas, análisis de datos en tiempo real y una operación coordinada entre las partes involucradas, la aceleración de la judicialización de crímenes y la mejora de la seguridad en el transporte público urbano, lo cual establece una propuesta sostenible y revolucionaria. (Largo, 2025). La aceleración en la judicialización no depende exclusivamente de las entidades mencionadas (Policía Metropolitana, Secretaría de Seguridad, TransMilenio, operadores de emergencia, Alcaldía), ya que la rama judicial tiene autonomía e injerencia directa en la aplicación e impartición de justicia. Sin embargo, el fortalecimiento de la vigilancia y la generación de evidencia oportuna mediante el sistema Ángeles Guardianes facilitan y agilizan los procesos judiciales al proveer datos claros y coordinados para las investigaciones. Por lo tanto, la propuesta contribuye de manera indirecta pero significativa a la aceleración de la judicialización, en estrecha colaboración con las autoridades correspondientes respetando la independencia judicial.

Este modelo se fundamenta en referencias teóricas de gestión de innovación (OCDE, 2019; Cassiolato & Lastres, 2022) y fue adaptado al contexto urbano de Bogotá para destacar la interacción dinámica entre instituciones y tecnología. El prefijo “eco” hace referencia a la noción de interdependencia sistémica: cada componente del ecosistema depende de los demás para generar valor público y sostenibilidad social. Esa articulación transversal convierte al sistema en un entramado cooperativo donde la innovación no está aislada, sino contextualizada en las políticas locales, la infraestructura y el talento humano disponible.

El respaldo político es reconocido como una fortaleza actual, aunque es cierto que puede fluctuar por los ciclos y cambios políticos propios de la administración pública. Por ello, el proyecto incluye estrategias para consolidar alianzas institucionales que trasciendan gobiernos y se apoyan en marcos normativos y compromisos formales que aseguren la continuidad del apoyo más allá de las variabilidades políticas. Se enfatiza la importancia de construir legitimidad social y técnica para mitigar riesgos derivados de cambios políticos futuros.

1.2 Entendimiento de las necesidades del área y/o unidad de negocio

La estructura organizacional del área encargada de “Ángeles Guardianes” se compone de un núcleo de coordinación interinstitucional que integra personal operativo, técnico y administrativo, articulado con Policía Metropolitana, Secretaría de Seguridad, TransMilenio y

proveedores tecnológicos. Este diseño en red facilita la toma de decisiones ágil y la respuesta inmediata ante incidentes. Desde el plano estratégico, la matriz FODA.

Figura 2. Matriz FODA



Nota. Elaboración propia, (2025). Matriz DOFA en donde nos muestra las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se presentan en el proyecto.

Como se muestra en la Figura 2 en donde se evidencia fortalezas como el respaldo político y la tecnología innovadora; oportunidades en el creciente interés ciudadano se fundamenta en la percepción elevada y creciente de inseguridad que manifiestan los usuarios del sistema TransMilenio y la disponibilidad de nuevas fuentes de financiamiento; debilidades vinculadas a la autonomía tecnológica y barreras legales; y amenazas relacionadas con la adaptación criminal y el clima. Los recursos disponibles abarcan: humanos (pilotos de drones, analistas de datos, operadores de centro de comando), tecnológicos (drones eléctricos, software de análisis en tiempo real, red de comunicación segura) y financieros (presupuesto público inicial con proyección a alianzas público-privadas).

Actualmente, los procedimientos de seguridad incluyen seguimiento perimetral, respuesta a incidentes y gestión de informes. Una cultura innovadora es clave, adoptando tecnologías emergentes y métodos ágiles, el objetivo principal es reducir los delitos, fortalecer la colaboración institucional y mejorar la percepción de seguridad de los ciudadanos. Para lograrlo, se impulsa una cultura de aprendizaje continuo y adaptación a las nuevas tecnologías. Entre los KPIs se incluyen la reducción porcentual de hurtos y acosos, el tiempo promedio de respuesta, la disponibilidad operativa de la flota de drones y los niveles de confianza y

satisfacción ciudadana. Todo ello se alinea plenamente con la estrategia general del sistema TransMilenio y las políticas públicas distritales, orientadas a garantizar un transporte masivo seguro, eficiente y tecnológicamente adaptado a las necesidades de Bogotá.(Rivera, 2023).

El cumplimiento normativo y la operación segura de drones en el proyecto Ángeles Guardianes exige la implementación de un Procedimiento Operativo Estándar (SOP) robusto y alineado con la regulación aeronáutica vigente en Colombia. Este SOP contempla la elaboración de una matriz de restricciones donde se especifican las zonas de exclusión definidas por las autoridades, las alturas máximas permitidas (habitualmente hasta 122 metros para operaciones urbanas), la determinación de horarios autorizados y la gestión de NOTAM para la notificación formal de vuelos. La estructura operativa asigna roles diferenciados, como piloto certificado, observador y jefe de misión, asegurando la custodia técnica y legal en cada misión.

El plan de vuelo incorporará prechequeo meteorológico y activación de geocercas para prevenir zonas prohibidas, además de la gestión integral de emergencias que distinga entre operaciones BVLOS (más allá del alcance visual) y VLOS (dentro del alcance visual). La privacidad de los ciudadanos es prioritaria: el SOP incluirá protocolos de minimización de datos, algoritmos de desenfoque de rostros o zonas sensibles en video, y políticas de retención/depuración conforme a la ley de protección de datos. Por último, todo incidente registrado será reportado y analizado sistemáticamente, favoreciendo la retroalimentación y el aprendizaje institucional.

Estas acciones no solo garantizan un funcionamiento técnico trazable y seguro, sino que permiten al proyecto operar bajo estándares internacionales de buen gobierno y responsabilidad social. De este modo, la innovación en vigilancia urbana se implementa con pleno respeto a los derechos ciudadanos y las exigencias regulatorias, asegurando transparencia, control y mejora continua del sistema

1.3. Mapa de empatía del cliente/usuario:

Figura 3. Mapa de empatía del cliente/usuario



Nota. Elaboración propia, (2025). Mapa de empatía del cliente/usuario de lo que dice, hace, ve, oye, piensa y los dolores que presentan los usuarios del transporte público de Bogotá.

El mapa de empatía, como muestra la Figura 3, de los usuarios del transporte público masivo en Bogotá muestran que la inseguridad, el miedo a los robos y la falta de confianza en las instituciones tienen un impacto directo sobre sus emociones y decisiones. La percepción de lugares inseguros, fortalecida por vivencias y narraciones próximas, fomenta comportamientos preventivos como evitar áreas de riesgo o recurrir a otros pasajeros. La ausencia de instrumentos tecnológicos para detectar zonas seguras, la respuesta tardía del gobierno y el robo son sus principales preocupaciones.

Esta percepción se sostiene en estudios y encuestas recientes como la Encuesta de Percepción Ciudadana “Bogotá Cómo Vamos” y reportes oficiales que muestran que el 48% de los habitantes se sienten inseguros en el sistema de TransMilenio y su entorno, cifra creciente especialmente entre mujeres, llegando al 74,5% de percepción de inseguridad.(CALIDAD DE VIDA EN BOGOTÁ, n.d.).Esta situación se agrava con la reducción significativa de la presencia policial que cayó en un 50% entre 2024 y 2025 dentro de TransMilenio generando una sensación generalizada de indefensión (Largo, 2025). Ante este panorama, se vuelve urgente implementar soluciones innovadoras, como la propuesta Ángeles Guardianes, orientadas a brindar seguridad real y mejorar la percepción ciudadana mediante vigilancia proactiva y coordinación interinstitucional. (Diana Diago Denunció Las 6 Estaciones de TransMilenio Más Peligrosas, 2024).

Figura 4. Tablas y gráficos de la inseguridad en TransMilenio



Nota. Elaborado por la concejal Diana Diago (2024). Informes sobre seguridad y percepción ciudadana en estaciones y portales de TransMilenio. Concejo de Bogotá, Partido Centro Democrático. Fuente: Policía Metropolitana de Bogotá, Encuesta de percepción ciudadana, (2024)

Como lo muestra la Figura 4. la inseguridad en TransMilenio es un problema crítico: en 2024 se reportaron 4.573 hurtos de celulares, el 59% dentro de los buses, y las estaciones Jiménez, Portal Norte y Calle 100 figuran como las más afectadas. La percepción de riesgo alcanzó niveles históricos, pues el 70,6% de los usuarios considera inseguro el sistema, según encuestas a más de 19.000 ciudadanos. A esto se suma el aumento de lesiones personales, que llegó a la cifra más alta de los últimos cinco años. Adicional se manifiesta en problemas económicos y sociales: la evasión masiva de pasajes, con más de 600.000 casos diarios, genera pérdidas superiores a 400.000 millones de pesos al año. A ello se suman la congestión provocada por vendedores informales y la vulnerabilidad de la población migrante, factores que intensifican los conflictos y la percepción de riesgo. Estas dinámicas demandan respuestas integrales que fortalezcan la operación. Estos datos, presentados por la concejal Diana Diago con base en reportes de la Policía Metropolitana y encuestas del Concejo de Bogotá, evidencian la magnitud del problema de seguridad en el transporte público masivo (*Diana Diago Denunció Las 6 Estaciones de TransMilenio Más Peligrosas*, 2024).

1.4. Definición del problema utilizando "How Might We" (HMW):

Figura 5. Mapa How Might We_Ángeles Guardianes



Nota. Elaboración propia, (2025). Mapa de la definición del problema del proyecto en donde están los criterios, los objetivos, entorno y enfoque del proyecto.

Como muestra la Figura 5 sintetiza la complejidad y urgencia de enfrentar la inseguridad en el transporte masivo de Bogotá desde una perspectiva sistémica, innovadora y centrada en el usuario. El gráfico pone en el centro la pregunta “¿Cómo podríamos prevenir los hurtos y delitos de mayor incidencia en el sistema de transporte masivo TransMilenio, garantizando una experiencia más segura y fortaleciendo la confianza del usuario?” el esquema sintetiza la complejidad y urgencia de enfrentar la inseguridad desde una perspectiva sistémica e innovadora, estructurando los elementos clave objetivos, subproblemas, criterios, entorno, actores, enfoque y resultados esperados y evidenciando cómo factores tecnológicos, sociales, normativos y operativos se articulan en el proyecto Ángeles Guardianes para anticipar y responder a los riesgos más críticos, priorizando la prevención y recuperación de la confianza ciudadana. Esta es una estrategia disruptiva se justifica porque los enfoques tradicionales de seguridad en el transporte masivo de Bogotá han resultado insuficientes para afrontar el incremento sostenido de incidentes y la complejidad de los riesgos actuales. Una estrategia disruptiva implica la adopción de tecnologías innovadoras como drones, inteligencia artificial y análisis en tiempo real que permiten superar las limitaciones de la vigilancia convencional, ofreciendo capacidad de anticipación, monitoreo proactivo y respuesta coordinada. Este tipo de innovación transforma los modelos existentes, haciendo obsoletos los métodos reactivos, e introduce cambios significativos y sostenibles en la gestión de la seguridad, alineándose con tendencias globales en el transporte y con la necesidad urgente de restaurar la confianza ciudadana, reducir incidentes y elevar los estándares de protección en sistemas complejos y de alto tráfico, como TransMilenio.

2. Solución Innovadora

Objetivos y alineación estratégica

Objetivo general

Diseñar un sistema integral de vigilancia con drones denominado Ángeles Guardianes para mejorar significativamente la seguridad y la percepción de seguridad en el sistema de transporte público masivo TransMilenio de Bogotá, garantizando una respuesta oportuna y eficiente a incidentes con una gestión proactiva de riesgos.

Objetivos específicos

- Estimar la población impactada y determinar la cantidad de drones necesarios para la vigilancia efectiva en el sistema TransMilenio de Bogotá.
- Construir la hoja de ruta para la implementación del sistema integral de seguridad con drones Ángeles Guardianes en TransMilenio.
- Determinar los costos financieros asociados a la puesta en marcha y operación del sistema de vigilancia con drones.
- Desarrollar los protocolos operativos y de respuesta para la coordinación con las autoridades e instituciones correspondientes.

2.1 Solución innovadora:

La solución innovadora propuesta en el proyecto “Ángeles Guardianes” se centra en resolver la creciente inseguridad en el transporte público de Bogotá. En sistemas como TransMilenio, los altos índices de hurtos y agresiones afectan la calidad de vida y la movilidad de millones de usuarios. (Barreto, 2020). Este proyecto busca superar la vigilancia insuficiente, los tiempos largos de respuesta y la falta de integración tecnológica entre las entidades responsables. La meta es crear una solución innovadora y completa que permita un monitoreo más efectivo, una respuesta más rápida y la recuperación de la confianza de los ciudadanos en el sistema.

Teniendo en cuenta tendencias emergentes, la solución incorpora tecnologías disruptivas para abordar los retos de seguridad, y supera las restricciones de la vigilancia convencional. El proyecto emplea drones eléctricos, inteligencia artificial para el análisis de video en tiempo real, plataformas digitales para comunicarse con los ciudadanos y sistemas

integrados de mando y control. Estas herramientas son una mejora importante en comparación con la vigilancia presencial y las cámaras fijas, que ya no resultan adecuadas para la extensa red de transporte público.

Ejemplos exitosos en otras partes del mundo incluyen la vigilancia aérea con drones en logística y seguridad urbana en ciudades como Shenzhen, China, donde el uso de drones ha reducido significativamente los tiempos de respuesta ante incidentes.(Yang, 2025) En América Latina, países como México y Chile han implementado con éxito drones en la seguridad pública urbana: en México, drones acompañan la vigilancia del tráfico y zonas de alta criminalidad en la Ciudad de México, apoyando la coordinación policial y la reacción rápida.(López y Carmina Lucía Carmina Jasso López, 2020) mientras en Chile, municipios como Las Condes utilizan drones con tecnología avanzada para monitorear espacios públicos y apoyar la labor policial, con respaldo jurídico que garantiza el respeto a derechos ciudadanos.(Leguina, n.d.)

La innovación consiste en combinar gobernanza pública y tecnología de vanguardia, sobrepasando las limitaciones de soluciones convencionales. Asimismo, cuenta con una aplicación interactiva para reportar alertas en el sistema TransMilenio, lo cual mejora la prevención y la reacción rápida. La utilización de drones se regirá por la normativa de la Aeronáutica Civil de Colombia, que determina pautas acerca de permisos, áreas, seguridad y privacidad.(Resolución 3034 de 2024, n.d.)

Según el ranking de estaciones con más hurtos en Bogotá, la avenida Caracas es la zona más crítica, por lo cual el proyecto iniciará con la implementación de 10 drones en esta área estratégica para aumentar la vigilancia y la seguridad de los usuarios.(Niño, 2025) Esta intervención busca impactar positivamente en la reducción de delitos, mejorar la percepción de seguridad y optimizar la eficiencia en la gestión operativa del transporte público masivo. La solución aspira a ser escalable y replicable, buscando consolidar un modelo de seguridad urbana innovador en Bogotá y otras ciudades con desafíos similares.

2.2 Descripción de la solución (storyboard):

El siguiente storyboard presenta una secuencia visual que ilustra el funcionamiento integral del sistema de vigilancia con drones Ángeles Guardianes en el transporte público masivo de Bogotá, específicamente en el sistema TransMilenio. Cada imagen representa un paso clave en el proceso, desde el despliegue inicial y monitoreo aéreo en tiempo real, hasta el análisis mediante inteligencia artificial, la interacción directa con los usuarios a través de aplicaciones móviles y la respuesta coordinada con autoridades. Esta narrativa visual facilita la comprensión del flujo operativo, destacando los momentos críticos de intervención y las características innovadoras que hacen que Ángeles Guardianes sea una solución disruptiva,

eficiente y centrada en mejorar la seguridad ciudadana. La decisión de emplear drones e inteligencia artificial en lugar de cámaras fijas con mayor radio de acción se fundamenta en varias ventajas técnicas y operativas. Los drones ofrecen cobertura dinámica y flexible sobre grandes áreas, acceden a zonas con limitaciones físicas donde las cámaras no pueden instalarse, y permiten patrullaje móvil en tiempo real, lo que resulta ideal para espacios complejos como TransMilenio. Además, la integración con inteligencia artificial potencia la detección automática de anomalías, el seguimiento de personas y la generación de alertas predictivas, reduciendo tiempos de reacción y facilitando la prevención efectiva de incidentes antes de su materialización. En comparación, las cámaras tradicionales limitan el monitoreo a puntos fijos y carecen de capacidad de reacción ante eventos móviles o imprevistos. Experiencias internacionales y nacionales en seguridad pública demuestran que el uso combinado de drones y IA incrementa la eficacia operativa, minimiza riesgos para el personal en terreno y optimiza el uso de recursos, lo que justifica su elección como estrategia innovadora y preventiva.

Figura 6. Storyboard Ángeles Guardianes



Nota. Elaboración propia, (2025). Descripción de la solución (Storyboard) donde se describe el inicio y el final de la solución propuesta.

Como se muestra en la Figura 6, se inicia con el despliegue del dron DJI Mavic 3 Enterprise Advanced en estaciones estratégicas de TransMilenio constituye la primera etapa del sistema de seguridad, esto asegura vigilancia aérea en tiempo real en áreas con alta incidencia de delitos.(Medina, 2019) Este equipo fue elegido debido a su tecnología avanzada, que integra una cámara de 20 MP con lente gran angular, un teleobjetivo y una cámara térmica de 12 MP con zoom híbrido de hasta 56x. Esto permite obtener imágenes nítidas y lecturas de temperatura muy precisas. Se añaden a eso una autonomía de 45 minutos, un sistema de evasión de obstáculos APAS 5,0 y la tecnología DJI O3, que permiten una transmisión de hasta 9 millas, cualidades que garantizan vuelos seguros, operación confiable y respuesta rápida en

contextos urbanos difíciles. Debido a estas características, el dron brinda una vigilancia eficaz y flexible para abarcar las áreas más sensibles del sistema de transporte masivo.(Empresa Da Jiang Innovations, 2021).

Durante la operación, el dron envía imágenes y datos al centro de comando, donde un equipo especializado utiliza inteligencia artificial para examinar el tránsito de vehículos y personas. Con este análisis automatizado se pueden identificar de forma temprana circunstancias como acosos, robos o emergencias, lo que permite emitir alertas inmediatas y mejorar así la capacidad de respuesta. La implementación de IA no solo disminuye la carga de trabajo del personal, sino que además mejora la calidad y exactitud del monitoreo, alcanzando una vigilancia enfocada en riesgos reales y proactiva.(Morales et al., 2022)

El sistema se complementa con una plataforma digital interactiva que permite a los usuarios reportar incidentes y recibir información en tiempo real, lo cual refuerza la participación ciudadana y la capacidad de reacción. Las alertas, ya sean generadas por la comunidad o por el sistema automático, permiten una coordinación eficiente entre operadores de seguridad, Policía Metropolitana y personal de TransMilenio, bajo la dirección del centro de mando. Asimismo, el registro continuo de datos facilita la elaboración de informes de desempeño y la evolución constante del sistema, asegurando su adaptación a nuevas demandas sociales y operativas.(Secretaría & Distrital, 2022)(Arias, 2021)

El storyboard que se presenta refleja un diseño innovador que, aunque presupone un flujo eficiente de reporte y respuesta, se basa en una estrategia que busca imitar la rapidez y eficacia de aplicaciones como Waze, donde los usuarios reportan incidentes en tiempo real y estos se gestionan inmediatamente. Sin embargo, es importante aclarar que esta estrategia no asume que la fuerza pública o los usuarios siempre estarán disponibles o atentos en el momento exacto del incidente, sino que se centra en crear un sistema proactivo que permita detectar, alertar y gestionar riesgos en tiempo real, aún en entornos donde la presencia humana no siempre sea constante. La incorporación de drones y tecnologías de inteligencia artificial en el diseño del sistema Ángeles Guardianes está específicamente orientada a reducir la dependencia de la atención humana continua, anticipando incidentes y actuando preventivamente, en línea con las mejores prácticas internacionales en seguridad urbana y transporte.

La solución innovadora que propone el proyecto Ángeles Guardianes se fundamenta tanto en la integración tecnológica avanzada como en principios éticos robustos. Se busca garantizar un uso responsable y transparente de los drones y la inteligencia artificial, estableciendo protocolos estrictos para la protección de datos personales y el respeto a los

derechos fundamentales de la ciudadanía. Se implementarán mecanismos de control humano para supervisar las decisiones automatizadas, auditorías recurrentes a los algoritmos y registros verificables de las actividades de vigilancia, minimizando la posibilidad de abusos o falsos positivos generados por la IA. Esta orientación no solo fortalece la confianza pública, sino que asegura que la innovación tecnológica esté alineada con los más altos estándares de integridad, legalidad y beneficio social, posicionando el proyecto como un modelo ético y replicable en seguridad urbana.

2.3 Prototipo conceptual

El prototipo conceptual de Ángeles Guardianes representa una integración avanzada entre tecnología de drones y sistemas digitales de monitoreo, aplicados estratégicamente en la troncal Caracas del sistema TransMilenio. Mediante imágenes y mockups, se ilustra cómo el sistema combina la supervisión aérea y el procesamiento automatizado de datos, permitiendo la vigilancia eficiente de estaciones críticas, la interacción en tiempo real entre operadores y usuarios, y la visualización clara de indicadores de seguridad, todo pensado para fortalecer la prevención y respuesta ante incidentes en el corredor prioritario de Bogotá.

Figura 7. Mockups Ángeles Guardianes



Nota. Elaboración propia con datos de TransMilenio, (2025). Prototipo de mockups de la solución de Ángeles Guardianes para la distribución y el monitoreo de los drones desde la central y los datos reportados.

La Figura 7 muestra una serie de imágenes que presenta el prototipo conceptual de la solución Ángeles Guardianes, integrando tanto componentes físicos como digitales para la vigilancia inteligente en la troncal Caracas del sistema TransMilenio de Bogotá. La primera imagen muestra mockups de los dashboards operativos inspirados en plataformas como Power BI, donde cada panel está adaptado para distintos perfiles de usuario: directivos, gerentes, jefes y supervisores. Los dashboards brindan una visualización comprensible y unificada de informes, alertas e indicadores relacionados con la seguridad. Incorporan mapas interactivos de las troncales de TransMilenio, los cuales describen puntos críticos y rutas, lo que permite tomar decisiones y hacer seguimiento.

Figura 8. Dron DJI Mavic 3 Thermal Enterprise



Nota. Imágenes tomadas de Dron DJI Mavic 3 Enterprise, (2025). Se muestra el kit completo de accesorios, el dron en estado plegado y desplegado, y diferentes ángulos en operación.

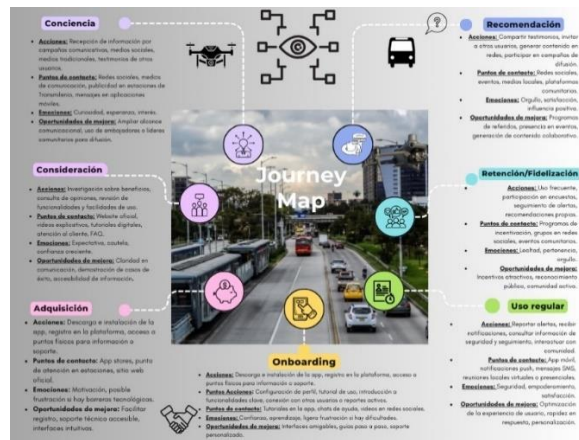
La Figura 8 muestra el diseño físico del dron seleccionado (DJI Mavic 3 Thermal o similar), de color gris metálico con detalles de alta visibilidad, incorpora cámara gran angular, teleobjetivo y sensor térmico. Sus dimensiones compactas y robustas aseguran movilidad y autonomía en entorno urbano denso, mientras los materiales resistentes favorecen la operación continua bajo condiciones cambiantes, la última imagen muestra la interfaz digital del dron en operación, donde el operador controla la visualización en vivo tanto en espectro visible como infrarrojo, permitiendo una detección precisa de anomalías y eventos de seguridad en la troncal.(Empresa Tecn Importaciones, n.d.). El rol principal de los drones en Ángeles Guardianes es la vigilancia dinámica y proactiva, que aumenta significativamente la capacidad de monitoreo y detección temprana de incidentes. Si bien no se puede garantizar una baja inmediata y directa en la prevalencia de delitos solo con la presencia de drones, estos actúan como una herramienta estratégica que contribuye a la prevención al facilitar la identificación rápida de riesgos, mejorar los tiempos de reacción y reducir la oportunidad para acciones delictivas. Además, la visibilidad y el uso de drones pueden tener un efecto disuasorio indirecto, ya que incrementan la percepción de vigilancia constante y dificultan la actuación impune de los infractores. Esta función preventiva está respaldada por experiencias internacionales y recomendaciones de expertos en seguridad pública, que resaltan el valor de drones integrados con inteligencia artificial para fortalecer la seguridad urbana y operacional, aunque complementados con otras medidas y presencia humana para lograr un impacto integral.

El Observatorio de Drones 2025, en el continente europeo, destaca iniciativas como las de Adif, Ineco y HelixNorth en España, que utilizan drones para la supervisión automatizada de ferrocarriles; al mismo tiempo, Volocopter y Jet Systems en Francia han creado vehículos aéreos no tripulados patrulleros y servicios de taxi aéreo dentro del área urbana, incorporándolos a plataformas para monitoreo remoto. Galicia, por su parte, sobresale con la

solución Vig-Sec Drone para manejar drones y aeronaves al mismo tiempo en situaciones de emergencia, todo ello coordinado con sistemas de análisis de datos en tiempo real y coordinación institucional. Estos sucesos demuestran la inclinación global hacia el uso de plataformas centralizadas, el monitoreo inteligente y la cooperación entre diferentes sectores como elementos fundamentales para una seguridad urbana innovadora. (Ministerio de Transportes y movilidad Sostenible, 2025).

2.4 Propuesta de experiencia del usuario (journey map):

Figura 9. Journey map Ángeles Guardianes



Nota. Elaboración propia con imágenes de TransMilenio, (2025). El journey map de usuario para el sistema Ángeles Guardianes, mostrando cada etapa desde la concienciación, adquisición y onboarding hasta el uso regular, retención y recomendación en la vigilancia inteligente de TransMilenio.

La Figura 9 muestra el journey map de usuario diseñado para el sistema Ángeles Guardianes, ilustrando el recorrido completo de los ciudadanos desde el primer contacto con la solución hasta su fidelización y recomendación. Las acciones, los sentimientos y los puntos de contacto en cada fase conciencia, consideración, compra, incorporación, uso frecuente, retención y recomendación son descritos con precisión. En cada etapa, se detectan oportunidades para mejorar, como personalizar el soporte, extender la comunicación y optimizar la experiencia del usuario. Los incentivos y la participación activa fortalecen el compromiso y la satisfacción a largo plazo, mientras que las acciones de onboarding y capacitación aseguran una incorporación intuitiva a la plataforma. El modelo muestra una táctica integral que se fundamenta en la comunicación digital, el soporte multicanal y la comunidad activa para cambiar la interacción de los usuarios con el monitoreo inteligente en TransMilenio. Adicional se enfoca en fortalecer los procesos de captura y generación de evidencia objetiva a través de drones equipados con inteligencia artificial, los cuales permiten obtener pruebas fidedignas y en tiempo real que mejoran la confianza y eficacia en los procesos judiciales. Este aporte tecnológico facilita la presentación de evidencia sólida ante

jueces, aumentando la probabilidad de condenas efectivas, y promueve la coordinación interinstitucional para superar la ausencia policial y mejorar la gestión operativa. Así, el sistema complementa la labor humana e institucional, logrando un valor agregado en condenas y en la calidad del servicio público, que va más allá del impacto económico inmediato y responde a la complejidad real del entorno social y judicial.

3. Análisis de mercado y competencia

3.1. Análisis de competidores y entorno de mercado:

El proyecto Ángeles Guardianes se distingue en el mercado de seguridad de transporte público en Bogotá al identificar y cubrir las deficiencias de los competidores. Aunque existen empresas que ofrecen soluciones de vigilancia con drones e inteligencia artificial en mercados internacionales (México, Chile, China), y proveedores tradicionales de videovigilancia fija. El proyecto utiliza drones eléctricos, inteligencia artificial y dashboards de control estratégico para la toma de decisiones. Además, su principal ventaja competitiva es la participación activa de los ciudadanos, quienes pueden generar alertas en tiempo real, un aspecto poco explotado por la competencia local.

Tabla 1. Proyectos y empresas de vigilancia con drones en México, Chile y China.

País	Empresa/ Iniciativa	Descripción	Enfoque	Aspecto Diferenciador
México	ThinkSafe	Empresa que ofrece soluciones de seguridad con robótica aérea (drones), robótica terrestre y videovigilancia IA para transporte, industria, seguridad pública. (ThinkSafe (2024). Drones de seguridad México.(Thinksafe Gtt NetCorp Group, n.d.)	Drones autónomos (Skydio, otros), IA predictiva, robótica terrestre e integración de plataformas de control unificado	No involucra participación ciudadana ni reporte comunitario en tiempo real
Chile	Ecodrones	Compañía chilena pionera en inspecciones con drones, certificada como operador aéreo (AOC) y parte del catálogo Enterprise de DJI. Enfocada en inspección visual, detección de fallas e IA aplicada a activos. (Ecodrones (2024). Servicios de inspección con drones.(Ecodrones_Chile, 2024)	Drones DJI, IA para detección de fallas, inspección técnica y automatización de reportes	Foco en inspección técnica; no integra mecanismos directos de reporte ciudadano en vigilancia pública
Chile (Gobierno/Regional)	Televigilancia con drones en Santiago, Chile (sic)	En Chile hay un plan de televigilancia con drones operado por el Ministerio del Interior y Seguridad Pública, con patrullaje preventivo, detención y monitoreo urbano. (Ministerio del Interior de Chile (2019). Vicepresidente entrega siete nuevos	Drones con cámaras de alta definición, monitoreo remoto a central de control, disuasión delictiva (similar a vigilancia en tránsito urbano)	Control y decisión centralizada, sin herramientas de alerta y reporte colaborativo ciudadano

drones para reforzar televigilancia.
(Ministerio del Interior y Seguridad
Pública de Chile, 2019)

China	China –	Automotrices como BYD y	Drones	Enfoque en
(General) BYD/ Lynk & Co con DJI	Proyectos de drones integrados en vehículos	Lynk & Co integran drones DJI en SUV, aunque orientados a filmación, con posible uso secundario en monitoreo o tráfico. (Lufkin, B. (2023). EVs with Built-In Camera Drones Have Already Landed in China. Wired. (Reid, 2024)	desplegables desde vehículos, enfoque inicial en filmación, potencial para vigilancia móvil urbana	movilidad/inteligencia de entorno, no en seguridad pública participativa

Nota. Elaboración Propia (2025). Tabla comparativa con proyectos de vigilancia o monitoreo mediante drones y tecnología avanzada en tránsito público (o seguridad urbana), en México, Chile y China. Incluye a ThinkSafe en México, Ecodrones en Chile, y proyectos gubernamentales de televigilancia con drones en China.

En la Tabla 1, se muestra una comparación del mercado internacional en donde existen ejemplos exitosos de uso de drones e inteligencia artificial para vigilancia y seguridad, como ThinkSafe en México, Ecodrones y proyectos estatales en Chile, y la integración de drones DJI en vehículos en China. Si bien estos casos demuestran la eficacia y diversificación de la tecnología a nivel global, ninguno de ellos incorpora la participación ciudadana de manera estratégica en el operativo de seguridad, aspecto innovador que distingue al proyecto en Bogotá y constituye su principal ventaja competitiva.

3.2. Evaluación de la solución con las partes interesadas

Figura 10. Imagen del cuestionario "Ángeles Guardianes" realizado



Nota. Elaboración Propia (2025). Para dirigirse a la encuesta hacer puede hacer click en el enlace: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSctzvCUDoueJ5ux687PhE2kfzkZbsL-QHk5z3K5VNvW3I4EA/viewform?usp=header>

La Figura 10 se muestra la encuesta realizada a las partes interesadas en el proyecto la cual respondieron 30 personas y de los resultados se realizó un gráfico que se presenta en un

enlace (Evaluación¹). Según los hallazgos de la encuesta sobre seguridad en TransMilenio y el análisis incluido en el proyecto "Ángeles Guardianes", que se presenta como anexo, existe una percepción elevada de inseguridad. Las inquietudes más comunes son las relacionadas con robos y las carencias en la vigilancia policial tradicional. Un 90% de los usuarios sostiene que las cámaras actuales no son suficientes para asegurar la seguridad.

Un dato adicional importante de la encuesta que respalda el proyecto Ángeles Guardianes es la minuciosa percepción de los ciudadanos sobre los obstáculos para reportar incidentes y obtener asistencia en el sistema TransMilenio. En este sentido, un 30% menciona la lentitud en las respuestas, un 26,7% señala la carencia de tecnología apropiada y un 20% hace referencia a una escasa presencia policial. Esta situación demuestra que es necesario contar con una solución tecnológica integrada para disminuir de manera significativa los tiempos de reacción y mejorar la coordinación entre usuarios, autoridades y operadores.

Para el futuro del proyecto Ángeles Guardianes, se sugieren cinco medidas fundamentales: i) Aumentar la cobertura de drones en cada uno de los tramos críticos del sistema TransMilenio para asegurar un monitoreo ininterrumpido y disminuir los puntos ciegos; ii) Mejorar la comunicación en tiempo real entre usuarios, autoridades y operadores al reforzar la integración tecnológica con las plataformas digitales; iii) Fomentar una cultura de respuesta coordinada y reporte activo mediante planes de capacitación continuos para los usuarios y la fuerza pública; iv) Para optimizar las operaciones e ilustrar resultados con cifras objetivas, implementar un sistema sólido de análisis y seguimiento de datos; v) Establecer alianzas estratégicas con organizaciones comunitarias, entidades gubernamentales y el sector privado para asegurar que el proyecto sea sostenible y esté a la vanguardia tecnológicamente.

El proyecto será de beneficio directo para varias partes interesadas, incluyendo a los pasajeros y usuarios del TransMilenio, así como a las autoridades judiciales y las fuerzas de seguridad. La Policía Metropolitana y el Distrito Capital observarán una disminución de la criminalidad y un incremento en la eficacia operativa, lo que generará beneficios sociales y financieros. Los usuarios, a su vez, experimentarán una mejoría palpable en su seguridad y percepción del riesgo. Para garantizar que el proyecto tenga éxito y que todos los actores importantes, como la sociedad civil, las autoridades locales, los operadores del sistema y las entidades judiciales estén incluidos, resulta esencial adquirir información directa y verificable.

¹ Enlace del resumen de las respuestas:

https://www.canva.com/design/DAGzLU8jF2c/FB9dhpY5Hbr5PKcvKnepfq/edit?utm_content=DAGzLU8jF2c&utm_campaign=design_share&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Por lo tanto, se sugiere el diseño de entrevistas que contengan preguntas concretas acerca de la percepción de seguridad y la confianza en la tecnología, así como un cálculo estadístico preciso para la muestra. Esto asegurará que los datos obtenidos sean válidos y útiles para tomar decisiones y ajustar continuamente el proyecto.

4. Modelo de negocio innovador

4.1 Canvas de modelo de negocio

Figura 11. CANVAS Ángeles Guardianes



Nota. Elaboración Propia (2025). El Canvas del modelo de negocio para el proyecto Ángeles Guardianes, detallando socios, actividades, recursos, propuesta de valor, relación con ciudadanos, canales, clientes, estructura de costos y fuentes de ingresos

En la Figura 11, se muestra un esquema tipo Canvas del modelo de negocio para el proyecto "Ángeles Guardianes", una solución integral de vigilancia inteligente con drones en el sistema de transporte masivo de Bogotá. Cada bloque del Canvas visualiza los componentes clave del proyecto: socios estratégicos (como TransMilenio, la Policía Metropolitana y proveedores de tecnología), actividades esenciales (monitoreo, análisis, coordinación y reporte), así como recursos tecnológicos y humanos fundamentales para la operación. La propuesta de valor que resalta es la que se enfoca en el monitoreo en tiempo real, la cobertura dinámica de áreas críticas y el aumento de la sensación de seguridad del usuario. El esquema

también presenta las tácticas de comunicación y relación con la ciudadanía, los diversos medios de interacción, los perfiles de clientes a los que se dirige, las fuentes de ingresos y la estructura de costos, mostrando, así como el sistema es capaz de cambiar la seguridad urbana y el manejo operativo del transporte público masivo en Bogotá en términos de viabilidad, sostenibilidad e impacto. Los casos de uso priorizados para el sistema Ángeles Guardianes incluyen la prevención de hurtos en estaciones, la gestión de emergencias y seguridad, la optimización del flujo de usuarios, la supervisión de infraestructuras y el reporte ciudadano colaborativo. Cada uno de estos escenarios cuenta con métricas de éxito específicas, como la reducción porcentual de hurtos, tiempos de respuesta frente a incidentes, satisfacción de usuarios, disminución de aglomeraciones y resolución de reportes. Este enfoque permite maximizar el impacto social y operativo del modelo de negocio, asegurando que la propuesta de valor se traduzca en resultados concretos, medibles y sostenibles para todos los actores del sistema.

4.2. Propuesta de valor Canvas

Figura 12. Diseño ideal de la propuesta.



Nota. Elaboración con IA (2025). Imagen del diseño ideal del proyecto Ángeles Guardianes junto a la propuesta de valor, una parada de TransMilenio con el diseño ideal de la propuesta.

La gestión de la seguridad en áreas urbanas complejas se ve transformada por la combinación de tecnologías avanzadas y la coordinación entre los actores principales. Un área de vigilancia remota, una zona de interacción para los usuarios y una visualización clara de las estaciones conectadas con medios de transporte muestran la manera en que una red inteligente hace posible prevenir y reaccionar rápidamente ante eventuales circunstancias. Esta perspectiva no solo mejora el funcionamiento, sino que además refuerza la participación y confianza de la comunidad, creando un entorno más seguro y conectado.

La Figura 12 resalta la manera en que la innovación tiene el potencial de mejorar la seguridad en infraestructuras críticas mediante el empleo estratégico de recursos humanos y tecnológicos. Enfocar la vigilancia en un área especializada y aislada optimiza la capacidad de

análisis y toma de decisiones fundamentadas en datos, mientras que acercar a los usuarios a un panel interactivo posibilita una vía directa para reportes y comunicación. Esta sinergia promueve una administración dinámica, proactiva y sostenible, la cual es imprescindible para afrontar los retos de la movilidad urbana en el presente y en el futuro.

4.3. Estrategia de plataforma o ecosistema

Figura 13. Ecosistema y la estrategia del proyecto Ángeles Guardianes



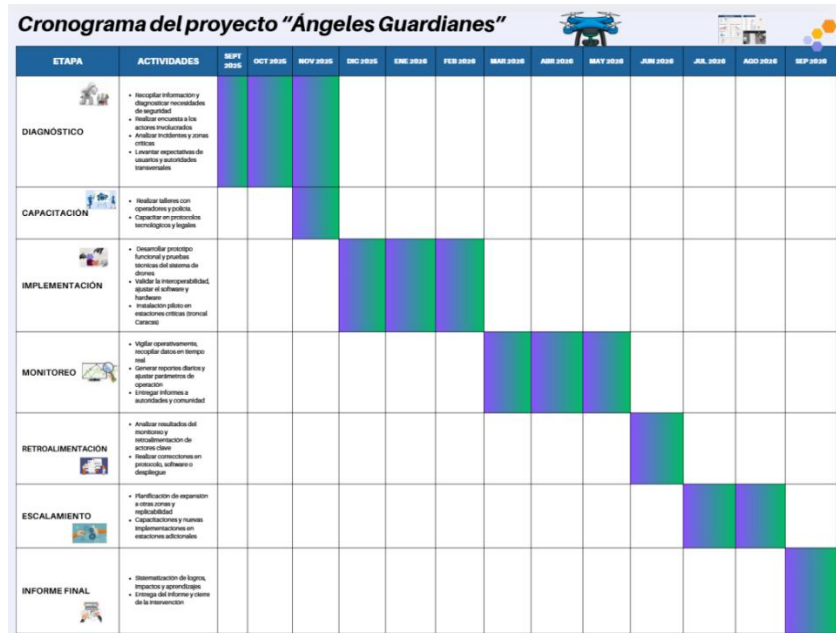
Nota. Elaboración con IA (2025). Imagen del ecosistema del proyecto y la estrategia, una parada de TransMilenio junto a los usuarios, el centro de control de monitoreo de los drones y la vinculación de los diferentes actores.

En la Figura 13 se ilustra la estrategia de plataforma que apoya la supervisión inteligente en el sistema de transporte masivo de forma minuciosa y dinámica. En la imagen se muestra la manera en que los drones térmicos y visuales funcionan de forma coordinada en las estaciones principales, lo cual permite una supervisión aérea continua y la transmisión al centro de mando remoto de información esencial. La interacción constante entre la comunidad, las autoridades y los operadores de transporte está simbolizada por líneas punteadas. Esta interacción se facilita a través de aplicaciones móviles que posibilitan reportes ciudadanos en tiempo real y retroalimentación directa.

Este ecosistema muestra una sólida red de colaboración que, mediante la integración tecnológica y humana, optimiza la seguridad. Los actores diversos comparten información y alertas a través de plataformas digitales seguras, lo que posibilita una toma de decisiones rápida y clara. La disposición espacial ilustra que esta interconexión asegura una respuesta rápida y bien coordinada frente a incidentes, al mismo tiempo que promueve la participación activa de los usuarios y robustece la confianza del público. Asimismo, el sistema es flexible y escalable, lo que le permite adecuarse a futuros retos e innovaciones en entornos urbanos. De esta manera, se convierte en un modelo eficaz y sostenible para la supervisión de contextos complejos.

5. Plan de implementación bajo metodologías ágiles

Figura 14. Cronograma del proyecto "Ángeles Guardianes"



Nota. Elaboración propia (2025). Cronograma del proyecto en donde se presenta cada etapa (Diagnóstico, capacitación, implementación, monitoreo, retroalimentación, escalamiento e Informe final) las actividades en cada etapa y el tiempo estimado para el proyecto.

El proyecto Ángeles Guardianes propone una visión integral y de transformación de la seguridad en el sistema TransMilenio, apostando por una estrategia a largo plazo enfocada en la gestión tecnológica y la coordinación interinstitucional. Mediante la aplicación de metodologías ágiles, cada fase desde la ideación y diagnóstico inicial, pasando por la capacitación, prototipado y validación, hasta la implementación, monitoreo, retroalimentación, escalamiento y cierre está acompañada de entregables específicos y puntos de control que permiten la evaluación, adaptación y mejora. Las dependencias entre etapas se gestionan con revisiones iterativas y la aplicación de métricas de éxito, como la reducción de incidentes, tiempos de respuesta, calidad de datos recolectados y nivel de satisfacción de los actores involucrados. El cronograma visual como se muestra en la Figura 14 respalda la claridad de la línea de tiempo, la existencia de hitos clave y la planificación ordenada de recursos y actividades, facilitando la integración de aprendizajes en cada ciclo y garantizando la sostenibilidad del modelo.

5.1. Roadmap de innovación y metodología de desarrollo

Figura 15. Roadmap con las fases del proyecto



Nota. Elaboración propia (2025). La imagen ilustra de manera clara y visual las fases y el recorrido estructurado del proyecto Ángeles Guardianes, segmentando el proceso en cinco fases secuenciales desde el diagnóstico estratégico hasta la sostenibilidad final.

El mapa² de ruta está diseñado para que cada participante (la comunidad, los operadores, las autoridades y el equipo técnico) desempeñe funciones específicas según la etapa en la que se encuentre, lo cual posibilita una participación activa y un reconocimiento constante de posibles riesgos. El trayecto del proyecto, como se muestra en la Figura 15, está segmentado en cinco etapas que son fácilmente identificables; desde el diagnóstico estratégico inicial hasta el escalamiento y la sostenibilidad. Cada fase está respaldada por iconografía y tareas concretas que guían a los responsables en cada momento. Los planes de mitigación comprenden formaciones específicas durante las primeras etapas, el desarrollo cíclico del prototipo y métodos para validar tanto la parte técnica como la operativa, lo que asegura un paso fluido entre los hitos.

La metodología utilizada favorece la flexibilidad para reaccionar a las variaciones y la claridad al tomar decisiones, garantizando la validación continua de los entregables antes del próximo ciclo. Las fases de monitoreo y optimización subrayan las oportunidades para mejorar continuamente, mostrando la retroalimentación sistemática que alimenta el desarrollo del ecosistema de seguridad. El diagrama visual proporciona detalles acerca de la secuencia en el tiempo y las dependencias, garantizando control y proactividad en cada fase; por otro lado, la

² Enlace con la imagen del mapa de ruta del proyecto:
https://www.canva.com/design/DAGzLh2ULHs/olX82K7HiBkRxcES0q7WxQ/edit?utm_content=DAGzLh2ULHs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

última etapa se enfoca en que el sistema sea sostenible y replicable, lo que fortalece el logro de los objetivos del proyecto Ángeles Guardianes a largo plazo.

Tabla 2. Entregables en cada etapa

Etapa	Entregables principales
Diagnóstico y diseño	Informe diagnóstico sobre necesidades y retos de seguridad; mapa de zonas críticas; levantamiento de expectativas.
Prototipado y validación	Prototipo funcional del sistema con drones y plataforma digital; reportes de pruebas técnicas y de aceptación piloto.
Desarrollo iterativo	Versiones mejoradas del prototipo; ciclos de retroalimentación documentados; reportes de ajuste y optimización.
Implementación piloto	Registro y análisis de indicadores operativos en estaciones piloto; reportes de impacto preliminar; protocolos.
Escalamiento y sostenibilidad	Plan de expansión y replicabilidad; capacitación extendida; reporte final de resultados y lecciones aprendidas.

Nota. Elaboración propia (2025). La tabla presenta de manera organizada los entregables principales para cada etapa del proyecto, destacando cómo cada fase produce resultados tangibles que facilitan la evaluación y seguimiento del avance.

La Tabla 2 resulta fundamental para estructurar y visualizar los entregables del proyecto en cada etapa, garantizando claridad y seguimiento en el cumplimiento de objetivos. Facilita la comunicación entre los equipos de trabajo y promueve la transparencia en la gestión, al especificar productos concretos en cada fase de desarrollo. Además, permite identificar avances y oportunidades de mejora, fortaleciendo la toma de decisiones y asegurando la alineación estratégica a lo largo del proyecto.

5.2. Equipo y recursos necesarios

El grupo de innovación debe tener una estructura fuerte y multidisciplinaria que esté compuesta por roles esenciales como analista de datos, líder de innovación, diseñador de experiencia del usuario, experto en negocios, desarrollador técnico y administrador de proyectos. Cada uno de estos roles tiene que contribuir con experiencias y habilidades particulares, desde la creatividad y la gestión estratégica hasta el análisis de resultados y la implementación técnica, asegurando así una cooperación eficaz que esté en línea con las metas del proyecto. Además, para garantizar el éxito del equipo, es esencial definir un plan de contratación o asignación interna bien definido, así como proporcionar capacitación continua para mejorar habilidades y disponer de tecnología avanzada, un laboratorio de innovación como espacio físico apropiado y un presupuesto detallado.

Junto al grupo y líderes del proyecto se debe poner en marcha un sistema de gestión del conocimiento, que favorezca la cooperación y el intercambio de información entre los miembros y actores externos (como proveedores o asesores especializados), para promover una cultura innovadora. Para determinar la eficacia del equipo, las métricas de rendimiento serán imprescindibles, asegurando que cada etapa esté enfocada en resultados que se puedan medir y ajustar a través de repeticiones. Esta perspectiva integrada posibilita no únicamente llevar a cabo el plan eficientemente, sino también adecuarlo de manera constante y desarrollarlo de forma sostenible, lo que garantiza la evolución y relevancia del proyecto en el futuro.

6. Análisis Financiero y de Impacto

6.1. Proyecciones financieras y ROI de innovación:

Las proyecciones ³ del proyecto Ángeles Guardianes muestran una inversión inicial de \$400,000,000 COP desglosada principalmente en la adquisición de drones, licencias de software de inteligencia artificial, equipamiento tecnológico y formación de operadores, todos ellos considerados dentro del CAPEX esencial con una vida útil prevista de cinco años para los activos principales. Los costos operativos (OPEX) ascienden a COP \$97.000.000 anuales e incluyen gastos en nómina para operadores y coordinadores por turno, mantenimiento y soporte tecnológico, conectividad, seguros, y otros servicios recurrentes. Para los primeros cinco años, se reportan ingresos esperados y costos operativos con un crecimiento anual del 5%, generando flujos de caja que permiten estimar indicadores clave como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Retorno sobre la Inversión (ROI) y el periodo de recuperación. El análisis de sensibilidad revela que, aunque los retornos económicos calculados no resultan positivos según los modelos tradicionales (VPN negativo y periodo de recuperación no alcanzado), el verdadero valor radica en el impacto social, la innovación y la contribución a la seguridad pública. Las métricas de innovación se reflejan en ingresos futuros por nuevos servicios vinculados a monitoreo inteligente y reducción de incidentes en el sistema de transporte, evidenciando una apuesta estratégica más allá de la rentabilidad financiera inmediata.

³ Enlace de la tabla de inversión del proyecto:

https://www.canva.com/design/DAGzz7KiUys/HOdyZosaGavQq4C_CVxvwiw/edit?utm_content=DAGzz7KiUys&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

El eje fundamental del proyecto es la disminución real de la inseguridad en las estaciones más críticas de TransMilenio mediante la integración de drones, inteligencia artificial y plataformas de reporte ciudadano. Las inversiones se concentran en recursos humanos altamente capacitados, infraestructuras tecnológicas avanzadas y acciones formativas, con costos operativos repartidos en nómina y mantenimiento de equipos. Lo esencial en la evaluación del ROI es entender que la innovación propuesta busca transformar el entorno y proteger a los usuarios más vulnerables, aportando valor social y mejorando la eficiencia de las operaciones públicas. Las proyecciones financieras, aunque prudentes, deben contextualizarse dentro de los beneficios no monetarios, justificando el uso de recursos estatales y la colaboración multisectorial en la lucha contra la criminalidad, criterio central para proyectos de alto impacto social como Ángeles Guardianes.

Los principales recursos⁴ humanos, tecnológicos, físicos y económicos requeridos para la implementación del proyecto Ángeles Guardianes. Destaca la articulación de personal especializado, equipamiento de última tecnología y una sólida infraestructura operativa, construyendo una solución integral para la seguridad en TransMilenio. Cada rubro responde estratégicamente al propósito de fortalecer la vigilancia y la respuesta ante incidentes en las estaciones más críticas, demostrando cómo la innovación se apoya tanto en el talento como en la inversión multidimensional para lograr el impacto social y operativo deseado.

El cálculo del SROI para el proyecto se realiza sumando los beneficios sociales ajustados, que en este caso incluyen la reducción de incidentes, la mejora en la percepción de seguridad, ahorros en costos judiciales y valor social intangible, y dividiéndolos entre la inversión total ajustada. Con base en los valores estimados, el resultado indica que por cada peso invertido se generan aproximadamente 3,328 pesos en valor social ajustado, evidenciando un retorno social significativo. Este resultado valida que la inversión en drones y IA no solo es viable económicamente, sino que también produce un impacto social positivo y sustentable.

6.2. Impacto social y ambiental:

Involucra a múltiples stakeholders clave, incluyendo usuarios del TransMilenio, autoridades de seguridad, operadores y técnicos encargados de la vigilancia con drones, así

⁴ Enlace de recursos del proyecto:

https://www.canva.com/design/DAGzz4U3d5M/xZjRaqq3AvhDCNjZ3sWDzQ/edit?utm_content=DAGzz4U3d5M&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

como instituciones gubernamentales y comunidades locales. Su impacto social se evidencia en la generación de empleo directo e indirecto, la mejora significativa en la calidad de vida de los usuarios al reducir la inseguridad en estaciones críticas, y la capacitación continua que fortalece las habilidades tecnológicas del personal. Además, contribuye positivamente a la salud y bienestar de la comunidad al disminuir la violencia y fomenta la inclusión y diversidad mediante la igualdad de oportunidades laborales y participación ciudadana. En cuanto al impacto ambiental, el proyecto adopta tecnologías que minimizan la huella de carbono, promueve el uso eficiente de recursos y la economía circular, además de incorporar buenas prácticas en la gestión de residuos y la protección de ecosistemas urbanos cuando sea aplicable. Esta integración⁵ general de aspectos sociales y ambientales demuestra un compromiso sólido con el desarrollo sostenible y el bienestar colectivo.

Figura 16. Alineación de los ODS del proyecto Ángeles Guardianes



Nota. Elaboración con IA (2025). El proyecto se alinea directamente con ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas), y ODS 13 (Acción por el clima).

Como lo muestra la Figura 16 el proyecto esta alineado con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En particular, contribuye al ODS 9, favoreciendo la industria, la innovación y la infraestructura mediante el uso de tecnología avanzada como drones e inteligencia artificial para la vigilancia pública. A la vez, fortalece el ODS 11 de ciudades y comunidades sostenibles, al mejorar la seguridad y accesibilidad en el sistema de transporte masivo, generando entornos urbanos más seguros y resilientes. Además, impulsa el ODS 16, que promueve la paz, la justicia y la construcción de instituciones sólidas mediante la colaboración entre autoridades, comunidad y tecnología para reducir la inseguridad. Por último, tiene un compromiso con el ODS 13, la acción por el clima, al implementar tecnologías con bajas emisiones y optimizar recursos para minimizar el impacto ambiental, posicionando el proyecto como un modelo de innovación social y ambiental integrado en la agenda global. Cuando se habla de un modelo de innovación social nos referimos a un enfoque que busca

⁵ Infografía con la información de los stakeholders involucrados en el Impacto social y ambiental: https://www.canva.com/design/DAGz0dPQ1c8/9z54DfhWgFZwLhMuTLhw/edit?utm_content=DAGz0dPQ1c8&utm_campaign=desigshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

desarrollar e implementar soluciones nuevas (productos, servicios, procesos o modelos) enfocadas en resolver problemas sociales de manera más efectiva, sostenible y justa que las alternativas existentes. Este modelo promueve la colaboración entre diversos actores como comunidades, sector público, privado y organizaciones civiles, asegurando la participación activa de las personas afectadas para cocrear soluciones adaptadas a sus necesidades reales. La innovación social se caracteriza por su orientación al impacto social positivo, la inclusión, la sostenibilidad económica y ambiental, y la capacidad de replicarse y escalar en diferentes contextos. En el proyecto Ángeles Guardianes, este modelo se traduce en el uso de tecnología avanzada para mejorar la seguridad pública de manera integral, generando un impacto que va más allá de lo económico, favoreciendo la cohesión social, la justicia y la calidad de vida de la comunidad.

Esta tabla⁶ facilita la presentación organizada de los elementos clave para la evaluación y gestión integral del proyecto Ángeles Guardianes, especialmente en términos de impacto social, ambiental y estrategias de sostenibilidad.

7. Gestión de riesgos y oportunidades

7.1 Matriz de riesgos y estrategias de mitigación:

Figura 17. Matriz de Riesgos y Estrategias de Mitigación para el proyecto Ángeles guardianes

Matriz de Riesgos y Estrategias de Mitigación							
Proyecto Ángeles Guardianes				Última actualización: 18 sept 2025			
Riesgo Potencial	Probabilidad	Impacto	Prioridad	Estrategia de Mitigación	Plan de Contingencia	Responsable de monitoreo	Proceso de revisión
Fallas tecnológicas en drones	Alta	Alto	Alta	Mantenimiento preventivo, actualización tecnológica frecuente	Implementación rápida de equipos de respaldo	Equipo Técnico IT	Revisión trimestral con reportes
Limitaciones presupuestales	Media	Alto	Alta	Búsqueda diversificada de fuentes de financiación, ajuste del presupuesto	Reducción temporal de operaciones no críticas	Gerencia Financiera	Evaluación semestral de presupuesto
Resistencia social a la tecnología	Media	Medio	Media	Campañas educativas y sensibilización comunitaria	Talleres participativos y diálogo abierto	Coordinación Social	Monitoreo continuo y retroalimentación
Cambios en regulaciones legales	Baja	Alto	Media	Acompañamiento legal continuo y cumplimiento normativo	Ajuste rápido a nuevas normativas	Asesoría Legal	Revisión anual de cumplimiento
Fallos en conectividad	Media	Medio	Media	Optimización de redes y contratistas alternos	Modo offline y soporte técnico inmediato	Equipo de Telecomunic.	Revisión mensual de infraestructura

Nota. Elaboración propia (2025). Matriz de Riesgos, probabilidad, impacto y prioridad junto a las estrategias de Mitigación para el proyecto.

⁶ Tabla de elementos claves para los ítems importantes de impacto social y ambiental: https://www.canva.com/design/DAGz0sVNVOs/uzSP6xMSTeCISBMfxKYMLw/edit?utm_content=DAGz0sVNVOs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Este esquema⁷ identifica riesgos clave, evalúa su probabilidad e impacto para priorizarlos y propone acciones concretas para mitigarlos, junto con planes de contingencia y responsables definidos. También incluye un proceso continuo de revisión para mantener la gestión vigente y adaptativa.

Este modelo ayuda al proyecto Ángeles Guardianes a anticipar y manejar posibles dificultades durante su despliegue y operación, asegurando un enfoque preventivo y proactivo en la gestión del riesgo. La Figura 17 muestra la Matriz de Riesgos y Estrategias de Mitigación del proyecto Ángeles Guardianes, un instrumento clave para la gestión proactiva de riesgos potenciales como fallas tecnológicas en drones, limitaciones presupuestales, resistencia social a la tecnología, cambios en regulaciones legales y fallos en conectividad. Se clasifican los riesgos por su probabilidad, impacto y prioridad, estableciendo para cada uno estrategias específicas de mitigación, planes de contingencia y responsables claros de monitoreo y revisión. Este enfoque sistemático garantiza una vigilancia constante y capacidad de adaptación efectiva, fortaleciendo la viabilidad y sostenibilidad operativa del proyecto en su entorno dinámico.

8. Métricas de éxito y KPIs de Innovación

8.1. OKRs (Objectives and Key Results) del Proyecto

Figura 18. Resultados claves y métricas de éxito y KPIS para el proyecto Ángeles guardianes

Objetivo General	Resultados Clave	Métricas Específicas	Plazos	Alineación Estratégica	Responsable	Revisión y Actualización	Indicador de evaluación
 <p>Diseñar sistema integral de vigilancia con drones para mejorar la seguridad y percepción en TransMilenio</p> 	1. Estimar población impactada	Número de usuarios beneficiados, cobertura geográfica	6 meses	Eficiencia operativa y mejora de seguridad	Equipo de planeación	Revisión trimestral	Cobertura poblacional (%): $\frac{\text{Número de usuarios beneficiados}}{\text{Total usuarios del sistema}} \times 100$
	2. Determinar cantidad de drones necesarios	Cantidad drones operativos instalados y funcionado	6 meses	Innovación tecnológica	Equipo Técnico	Revisión trimestral	Tasa de disponibilidad operacional de drones (%): $\frac{\text{Cantidad de drones funcionando}}{\text{Cantidad de drones instalados}} \times 100$
	3. Construir hoja de ruta para implementación	Hoja de ruta aprobada y etapas cumplidas	9 meses	Gestión de proyecto sostenible	Gerencia del proyecto	Revisión mensual	Avance de cronograma (%): $\frac{\text{Etapas cumplidas}}{\text{Total etapas planeadas}} \times 100$
	4. Determinar costos financieros de puesta en marcha y operación	Presupuesto definido, gastos controlados	9 meses	Control financiero del proyecto	Área financiera	Auditoría semestral	Desviación presupuestal (%): $\frac{\text{Presupuesto ejecutado} - \text{Presupuesto definido}}{\text{Presupuesto definido}} \times 100$
	5. Desarrollar protocolos operativos y de respuesta para coordinación interinstitucional	Protocolos implementados y utilizados en simulacros	12 meses	Coordinación interinstitucional	Coordinación operativa	Evaluación anual	Porcentaje de protocolos operativos implementados y utilizados en simulacros (%): $\frac{\text{Protocolos en uso en simulacros}}{\text{Total protocolos diseñados}} \times 100$

Nota. Elaboración propia (2025). Resultados claves por los objetivos y métricas de éxito y KPIS para el proyecto Ángeles guardianes

⁷ Figura 17 Matriz de riesgos y estrategias de mitigación: https://www.canva.com/design/DAGzz84PAYs/AvrW-hS-f5i3Lj8T_HbcqW/edit?utm_content=DAGzz84PAYs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Esta Figura 18 incluye los objetivos específicos con sus resultados clave, métricas para medir avances, tiempos de cumplimiento, responsabilidad asignada y mecanismos para revisión continua, alineándose con la estrategia general de mejorar la seguridad en el sistema público de transporte con innovación tecnológica. Para el proyecto Ángeles Guardianes se presenta la tabla de OKRs (Objectives and Key Results) que refleja de forma detallada tanto el objetivo general como los objetivos específicos, acompañados de resultados clave, métricas, responsabilidades, plazos y mecanismos de revisión para asegurar un seguimiento riguroso.

- **Reducción de hurtos (%)**

$$= \frac{\text{Hurtos reportados antes del sistema} - \text{Hurtos reportados después del sistema}}{\text{Hurtos reportados antes del sistema}} \times 100$$

- **Tiempo de respuesta (minutos/segundos)**

$$= \frac{\text{Sumatoria del tiempo desde alerta hasta intervención en todos los incidentes}}{\text{Total de incidentes atendidos}}$$

- **Precisión de alertas IA (%)**

$$= \frac{\text{Alertas acertadas (verdaderos positivos)}}{\text{Total de alertas generadas por IA}} \times 100$$

- **Disponibilidad de flota de drones (%)**

$$= \frac{\text{Número de drones operativos}}{\text{Total de drones instalados}} \times 100$$



- **Satisfacción usuaria (%)**

$$= \frac{\text{Usuarios satisfechos según encuesta}}{\text{Total de usuarios encuestados}} \times 100$$

Las fórmulas anteriores para los KPIs del proyecto Ángeles Guardianes permiten establecer indicadores cuantitativos, claros y comparables, esenciales para monitorear objetivamente el desempeño y el impacto del sistema de vigilancia con drones. Métricas como la reducción porcentual de hurtos, el tiempo promedio de respuesta ante incidentes, la precisión de las alertas basadas en IA, la disponibilidad operativa de la flota y el nivel de satisfacción de los usuarios proporcionan información directa y verificable sobre la eficacia técnica, institucional y social del proyecto. Su importancia radica en que permiten realizar seguimiento continuo, identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones informadas para asegurar que los objetivos estratégicos se cumplan y el sistema aporte valor real a la seguridad pública y la experiencia ciudadana en TransMilenio.

8.2. Métricas de innovación:

Figura 19. Métricas de Innovación para el proyecto Ángeles guardianes

Métrica	Descripción	Plazo	Responsable	Target esperado
Tiempo de lanzamiento	Cantidad de meses desde el inicio del desarrollo hasta la puesta en marcha del sistema de vigilancia	12 meses	Coordinador del Proyecto	100% lanzamiento en tiempo estimado 
Tasa de adopción	Porcentaje de estaciones y usuarios clave que utilizan el sistema Ángeles Guardianes regularmente	10 meses	Gestor de Innovación	80% adopción (usuarios y estaciones)
Satisfacción del cliente (NPS)	Medición de la satisfacción de autoridades y usuarios con el sistema mediante Net Promoter Score	12 meses	Área de operaciones	NPS ≥ 75 
Porcentaje de ingresos provenientes de nuevos servicios	Proporción de ingresos generados por monitoreo inteligente y nuevos paquetes de seguridad	12 meses	Gerencia Financiera	≥ 30% del ingreso total
Porcentaje de empleados involucrados en innovación	Porcentaje de personal en roles técnicos, operativos y de desarrollo asignados a innovación	8 meses	Líder de RRHH	≥ 50% de la plantilla

Nota. Elaboración propia (2025). Las Métricas de innovación con descripción, plazos y responsables del proyecto Ángeles guardianes

La Figura 19 muestra las métricas clave para el seguimiento y éxito del proyecto Ángeles Guardianes, detallando indicadores como el tiempo de lanzamiento, la tasa de adopción por parte de usuarios y estaciones, la satisfacción con el Net Promoter Score (NPS), el porcentaje de ingresos provenientes de nuevos servicios y la proporción de empleados involucrados en innovación. Cada indicador tiene su descripción, plazo de cumplimiento, responsable asignado y un objetivo cuantitativo claro, lo que asegura un monitoreo preciso del progreso, fomenta la coordinación entre áreas y orienta al equipo hacia metas ambiciosas y medibles que impulsan la eficiencia, la aceptación tecnológica y el crecimiento sostenible del proyecto la figura estandariza cada métrica, definición y objetivo para una valoración objetiva de la innovación en el proyecto Ángeles Guardianes, asegurando reporte claro, responsable y centrado en resultados concretos como en el modelo de BI de referencia.

9. Plan de gestión del cambio y adopción

9.1. Estrategia de Comunicación y Audiencias Clave

Figura 20. Estrategia de Comunicación y Audiencias Clave para el Proyecto Ángeles Guardianes

Objetivo	Audiencia	Mensaje Clave	Canales de Comunicación
Fomentar la comprensión 	Altos directivos y autoridades públicas	"La integración de drones permitirá mejorar la seguridad y la percepción ciudadana en TransMilenio."	Reuniones ejecutivas, boletines internos
Generar compromiso	Personal operativo y técnico	"El sistema fortalecerá la vigilancia y optimizará la respuesta ante incidentes críticos."	Capacitaciones, correos electrónicos
Apoyar la adopción	Usuarios y comunidad local	"Se garantizará una interacción segura y colaborativa en las estaciones monitoreadas."	Campañas informativas, redes sociales
Minimizar la resistencia	Proveedores tecnológicos, entes reguladores	"Ángeles Guardianes es innovación al servicio de la ciudad, bajo estrictos estándares éticos y legales."	Informes, reuniones con aliados estratégicos
Monitorear la efectividad 	Todas las audiencias involucradas	"Evaluaremos la efectividad de la comunicación y ajustaremos las estrategias según el avance del proyecto."	Encuestas, reuniones

Nota. Elaboración propia (2025). Los objetivos y la estrategia de Comunicación y Audiencias Clave para el Proyecto Ángeles Guardianes

La Figura 20 muestra la estrategia de comunicación y gestión de audiencias clave diseñada para el proyecto Ángeles Guardianes, segmentando mensajes y canales según objetivos y públicos. El enfoque integra acciones para fomentar la comprensión de los directivos, generar compromiso operativo, apoyar la adopción ciudadana, minimizar la resistencia de proveedores tecnológicos y regular la efectividad a través de la retroalimentación continua. Cada objetivo va acompañado de mensajes clave adaptados a cada audiencia y de canales de comunicación pertinentes, como reuniones, campañas informativas, boletines, capacitaciones y encuestas, lo que garantiza coherencia, claridad y participación activa en todas las fases del despliegue del sistema de vigilancia con drones y adicional permite una gestión organizada y transparente de la comunicación en el proceso de cambio, consolidando el compromiso y la aceptación del proyecto entre todos los actores clave, en línea con el ejemplo proporcionado.

9.2. Cronograma de Actividades de Comunicación y Responsables

Esta estructura⁸ facilita una gestión clara, continua y responsable de la comunicación, asegurando la participación de todos los actores claves en cada etapa crítica del despliegue y adopción de Ángeles Guardianes.

9.3. Métricas para Evaluar la Efectividad de la Comunicación

Con estas métricas⁹, el proyecto podrá medir objetivamente el éxito en la comunicación, adopción y mejora continua de Ángeles Guardianes, asegurando que el sistema cumpla con los estándares de efectividad y beneficio previstos.

10. Cultura de innovación y mejora continua

Fomenta una cultura de innovación y mejora continua basada en valores como la colaboración, la creatividad y la adaptabilidad, esenciales para enfrentar los retos del sistema de vigilancia con drones en TransMilenio. Se implementan programas de incentivos que reconocen y motivan las iniciativas innovadoras del personal, promoviendo el liderazgo y la participación activa en el desarrollo tecnológico. Las métricas para evaluar esta cultura incluyen la tasa de adopción de nuevas herramientas, el nivel de satisfacción del equipo con las prácticas de innovación y la frecuencia de propuestas de mejora implementadas. La estrategia¹⁰ para abordar la resistencia al cambio se adapta al contexto urbano y tecnológico de Bogotá, integrando la interoperabilidad con el Metro y el SITP, y asegurando que la plataforma incorpore alertas en tiempo real no solo para incidentes de seguridad, sino también para congestiones vehiculares, estaciones sobrepobladas y condiciones climáticas, generando así una gestión integral y colaborativa para la seguridad y movilidad sostenible de la ciudad.

⁸ Tabla de Cronograma de Actividades de Comunicación y Responsables: https://www.canva.com/design/DAGz1Hh3CJ8/g0-Zt5Ju4kpWqYu2_Ev34g/edit?utm_content=DAGz1Hh3CJ8&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

⁹ Tabla de Métricas para Evaluar la Efectividad de la Comunicación: https://www.canva.com/design/DAGz1L6rfeE/C9Mdde5yVe-qmvhgof54IA/edit?utm_content=DAGz1L6rfeE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

¹⁰ Tabla de Cultura de innovación y mejora continua: https://www.canva.com/design/DAGz1Jf_hq8/8w5EIEicavRmAS2DlIS9Og/edit?utm_content=DAGz1Jf_hq8&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Conclusiones y Recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones del proyecto Ángeles Guardianes adquieren mayor solidez al articularse con evidencias provenientes de modelos internacionales y con el marco normativo vigente relacionado con la vigilancia aérea en entornos urbanos, particularmente en ciudades como Bogotá. Este enfoque integrado permite reconocer que la implementación de un sistema integral de drones en el transporte público masivo, especialmente en el sistema TransMilenio, trasciende la mera adopción tecnológica: representa un avance significativo en términos de seguridad ciudadana, reducción efectiva de incidentes, fortalecimiento de capacidades institucionales, fomento de la colaboración comunitaria e impulso a la innovación en la gestión urbana.

Desde el punto de vista financiero, el proyecto presenta un análisis detallado y transparente, con una inversión estimada de COP \$587 millones. Este monto se distribuye en CAPEX, destinado a la adquisición de equipos y licencias, y OPEX, correspondiente a gastos de nómina, conectividad, mantenimiento y soporte técnico, garantizando así una vida útil de cinco años para el activo principal. El estudio de sensibilidad considera las posibles fluctuaciones en costos de insumos y personal, lo que permite anticipar escenarios y ajustar estrategias. Asimismo, los indicadores financieros VPN, TIR, ROI y SROI evidencian que, si bien los retornos económicos tradicionales pueden ser limitados, el verdadero valor público se encuentra en el impacto social generado, en la percepción de seguridad ciudadana, en la sostenibilidad de la iniciativa y en la capacidad de innovación que introduce en los servicios urbanos.

En términos estratégicos, se recomienda fortalecer el componente normativo mediante la adopción de procedimientos operativos estándar (SOP) que regulen aspectos clave como las zonas de exclusión, alturas de vuelo, gestión de NOTAM, definición clara de roles y cadena de custodia de datos y material audiovisual, todo conforme a la legislación colombiana. Paralelamente, es fundamental mantener un programa permanente de formación y capacitación especializada, así como promover una gestión flexible del cambio y realizar evaluaciones continuas sobre el impacto en los usuarios y en la comunidad. Estas acciones garantizarán la sostenibilidad del proyecto y facilitarán su replicabilidad en otras ciudades que enfrentan desafíos similares en materia de seguridad ciudadana.

La integración tecnológica entre drones, plataformas digitales y mecanismos de colaboración multi-actor ofrece una hoja de ruta replicable para la modernización del transporte público. Este modelo no solo contribuye al desarrollo de ciudades inteligentes, resilientes y socialmente responsables, sino que además se fundamenta en el respeto por los derechos fundamentales y en la incorporación de una visión prospectiva en las políticas de prevención y reacción frente a emergencias urbanas. De este modo, el proyecto Ángeles Guardianes se consolida como una propuesta estratégica, innovadora y con alto potencial de impacto social.

En cuanto a la visión a largo plazo, Ángeles Guardianes tiene el potencial de transformarse en un modelo replicable para otros sistemas de transporte masivo y contextos urbanos, no solo en Bogotá sino en otras ciudades con desafíos similares. La integración tecnológica de drones con plataformas digitales permitirá extender las funcionalidades del sistema para incluir alertas tempranas sobre congestiones vehiculares, estaciones sobrepobladas y condiciones climáticas, fomentando una movilidad más segura, eficiente y sostenible. Este enfoque integral posiciona al proyecto como una innovación clave en la modernización del transporte público, contribuyendo a ciudades más inteligentes y resilientes que priorizan la seguridad y el bienestar de sus ciudadanos.

Referencias

- Arias, J. (2021). *Observatorio de Movilidad de Bogotá se renovó para estar al alcance de todos*. <https://bogota.gov.co/en/node/48016>
- Barreto, L. (2020). *Distrito presenta plan refuerzo de seguridad en el transporte público*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/seguridad/plan-refuerzo-de-seguridad-en-el-transporte-publico>
- CALIDAD DE VIDA EN BOGOTÁ. (n.d.). Retrieved September 17, 2025, from <https://bogotacomovamos.org/productos/>
- Diana Diago denunció las 6 estaciones de TransMilenio más peligrosas. (2024). <https://concejodebogota.gov.co/diana-diago-denuncio-las-6-estaciones-de-transmilenio-mas-peligrosas/cbogota/2025-02-27/104319.php>
- Ecodrones_Chile. (2024). *INSPECCIÓN VISUAL TECNOLOGIZADA: IVT LA EVOLUCIÓN DE LAS INSPECCIONES PEDESTRES Y TREPADAS*. https://www.ecodrones.cl/?utm_source=chatgpt.com
- Empresa Da Jiang Innovations. (2021). *El nuevo Mavic 2 Enterprise Advanced ofrece visión térmica avanzada y precisión para operaciones dron críticas*. <https://www.dji.com/es/newsroom/news/el-nuevo-mavic-2-enterprise-advanced-ofrece-vision-termica-avanzada-y-precision-para-operaciones-dron-criticas>
- Empresa Tecn Importaciones. (n.d.). *DJI Mavic 3 Thermal*. Retrieved September 17, 2025, from <https://www.geodigital.com.co/product-page/dji-mavic-3thermal>
- Largo, J. (2025a). *Crisis de seguridad en TransMilenio por falta de policías: aumentó la delincuencia al interior del sistema por reducción en el pie de fuerza*. <https://www.infobae.com/colombia/2025/08/25/crisis-de-seguridad-en-transmilenio-por-falta-de-policias-aumento-la-delincuencia-al-interior-del-sistema-por-reduccion-en-el-pie-de-fuerza/>
- Largo, J. (2025b). *Propuesta para mitigar la inseguridad en Bogotá se basará en la implementación de más drones: así funcionará*. <https://www.infobae.com/colombia/2025/05/22/propuesta-para-mitigar-la-inseguridad-en-bogota-se-basara-en-la-implementacion-de-mas-drones-asi-funcionara/>
- Leguina, I. (n.d.). *SISTEMATIZACIÓN Y REGULACIÓN LEGAL*.
- López, J., & Carmina Lucía Carmina Jasso López, L. (2020). *Seguridad ciudadana y tecnología: uso, planeación y regulación de la videovigilancia en Latinoamérica**. In *Citizen Security and Technology: Use*.

- Medina, E. (2019). *Cinco drones de última tecnología ayudarán a cuidar la vida en Bogotá*. <https://bogota.gov.co/asi-vamos/drones-de-ultima-tecnologia-refuerzan-seguridad-de-bogota>
- Ministerio de Transportes y movilidad Sostenible. (2025). *OBSERVATORIO DE DRONES Febrero 2025 Fuente: Imagen obtenida con IA*.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública de Chile. (2019). *Vicepresidente entrega siete nuevos drones para reforzar televigilancia en la Región Metropolitana*. https://www.interior.gob.cl/noticias/2019/10/10/vicepresidente-entrega-siete-nuevos-drones-para-reforzar-televigilancia-en-la-region-metropolitana/?utm_source=chatgpt.com
- Morales, O. M., Fletscher Bocanegra, L. A., & Botero Vega, J. F. (2022). revista de Pensamiento estratégico y seguridad cisdela inteligencia artificial como apoyo a la gestión de la seguridad ciudadana: un estado del arte artificial intelligence as support for citizen security management: a state of the art. In *55 cisd journal* (Vol. 8, Issue 2). www.cisdejournal.com
- Niño, L. (2025). *Capturaron “con las manos en la masa” a ladrones en Transmilenio que usaban la modalidad del ‘cosquilleo’ contra sus víctimas*. <https://www.infobae.com/colombia/2025/08/09/capturaron-con-las-manos-en-la-masa-a-ladrones-en-transmilenio-que-usaban-la-modalidad-del-cosquilleo-contra-sus-victimas/#:~:text=La%20intervenci%C3%B3n%20de%20las%20autoridades%20se%20activ%C3%B3%20tras,la%20destreza%20y%20la%20discreci%C3%B3n%20de%20los%20delincuentes>.
- Reid, C. (2024). *EVs With Built-In Camera Drones Have Already Landed in China*. https://www.wired.com/story/evs-with-built-in-camera-drones-have-already-landed-in-china/?utm_source=chatgpt.com
- *Resolución 3034 de 2024*. (n.d.).
- Reyes, D. (2025). *Qué son los ‘Guardianes del Orden’, la estrategia del alcalde Carlos Fernando Galán para enfrentar crisis de seguridad en Bogotá*. <https://www.infobae.com/colombia/2025/03/13/alcalde-galan-implementara-a-los-guardianes-del-orden-para-enfrentar-crisis-de-seguridad-y-mejorar-la-convivencia-en-bogota/>

- Rivera, Yenifer. (2023). *Alcaldía Claudia López avanzó en movilidad sostenible y segura de Bogotá-Región*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/esta-alcaldia-avanzo-en-movilidad-sostenible-y-segura-de-bogota-region>
- Secretaría, L., & Distrital, J. (2022). *Página | 1 SEGUNDO INFORME DE ALERTAS TEMPRANAS 2022*. <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/28587410/34112007/Manual+Operativo+MIPG.pdf/ce5461b>
- Thinksafe Gtt NetCorp Group. (n.d.). *Robótica de Defensa*. Retrieved September 17, 2025, from https://www.thinksafe.com.mx/drones-de-seguridad-mexico.html?utm_source=chatgpt.com
- Vásquez Stanescu, C. L., Pérez Cedeño, R. O., Ramírez-Pisco, R., & Osal Herrera, W. J. (2020). Sistemas de Transporte Urbano en Latinoamérica. *TRIM. Tordesillas, Revista de Investigación Multidisciplinar*, 17, 31–44. <https://doi.org/10.24197/trim.17.2019.31-44>
- Yang, F. (2025). *City in the Sky: Drones, Shenzhen, and the ‘Low-Altitude Economy.’* <https://madeinchinajournal.com/2025/08/12/city-in-the-sky-drones-shenzhen-and-the-low-altitude-economy/>
- Cassiolato, J. E., & Lastres, H. M. M. (2022). *Sistemas de innovación y desarrollo económico local: Enfoques, aprendizajes y discusiones*. Ediciones Uninorte.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2019). *Innovación y ecosistemas de innovación: Un enfoque sistémico para políticas públicas*. OCDE Publishing.
- RAC 100: Regulación drone en Colombia. (2025). Disponible en: <https://idc.apddrones.com/regulacion/de-que-trata-el-rac-100/>
- Licencia para volar drones en Colombia: Lo nuevo del 2025. (2025). Disponible en: <https://iaerocol.co/blog/licencia-para-volar-drones-en-colombia-requisitos/>