



Título de la propuesta o iniciativa:

Caso de Negocio: Implementación de un Sistema Inteligente de Videovigilancia para la Detección Temprana de Amenazas

Vilma Alexis Olvera Limones^a y Ángel Alexis Recalde Naranjo^b bajo la dirección de Geovanny Romero^c

a Ingeniera en Sistemas Computacionales y Analista en Tecnologías de la Información en Armada del Ecuador. E-mail volvera@uees.edu.ec

b Ingeniero en Sistemas Computacionales y Jefe en Tecnologías Coop. Ahorro y Crédito Los Andes Latinos. E-mail arecalden@uees.edu.ec

c Ingeniero. Quim MSc, NPDP Profesor de Innovación en Postgrado Universidad Espíritu Santo, Ecuador. E-mail mrromeror@uees.edu.ec

| | |
|--|---|
| SÍNTESIS: | Diseño de una propuesta para implementar un sistema inteligente de videovigilancia basado en IA en la provincia del Guayas, orientado a orientado a mejorar la detección temprana de amenazas y fortalecer la seguridad en espacios urbanos, residenciales y comerciales mediante análisis automatizado y alertas en tiempo real. |
| DESCRIPCIÓN: | La solución integra analítica de video y modelos de IA para identificar armas, intrusiones y comportamientos anómalos, optimizando la vigilancia y complementando sistemas tradicionales de CCTV. Está dirigida a sectores con alta exposición al delito, como comercios, urbanizaciones, instituciones educativas y entidades financieras. |
| DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD: | El incremento de delitos violentos y las limitaciones del modelo de vigilancia reactivo en Guayas generan una oportunidad para adoptar tecnologías de IA que permitan prevención anticipada, priorización de incidentes y reducción de riesgos. |
| OBJETIVO RELEVANTE DEL NEGOCIO: | Diseñar una solución escalable que mejore la prevención del delito, optimice recursos operativos y genere valor para organizaciones y comunidades vulnerables. |
| ALTERNATIVAS DE ANÁLISIS ELEGIDA: | La alternativa seleccionada es la implementación de un sistema de videovigilancia inteligente basado en IA, que ofrece detección temprana, automatización de alertas y escalabilidad para reforzar la seguridad y reducir incidentes en sectores prioritarios del Guayas. |

I. Oportunidad o problema

1. Identificar la oportunidad/problema

Ecuador atraviesa una crisis de seguridad sin precedentes, con un aumento acelerado de homicidios, robos, extorsiones y delitos asociados al crimen organizado. En 2023 el país registró 7.878 muertes violentas, alcanzando una tasa de 47,2 por cada 100.000 habitantes, la más alta de su historia reciente. En 2024, la provincia del Guayas concentró cerca del 28% de todos los homicidios del país, con Guayaquil, Durán y Samborondón como principales zonas críticas. La situación se agrava en 2025, con reportes de continuas disputas territoriales y delitos violentos vinculados a estructuras criminales.

Esta realidad ha sobrepasado la capacidad de respuesta de los sistemas tradicionales de vigilancia, basados en CCTV pasivo, es decir, cámaras que únicamente graban o transmiten video, pero que no analizan contenido ni generan alertas automáticas, requiriendo que operadores humanos monitoreen constantemente las imágenes para detectar incidentes. Este modelo se complementa con monitoreo manual y acciones reactivas posteriores al delito, lo que limita la prevención y ralentiza la respuesta.

La dependencia del factor humano, la limitada capacidad operativa y la ausencia de tecnologías predictivas han generado una brecha tecnológica crítica que exige soluciones inteligentes y automatizadas.

En este contexto, la mayoría de comercios, urbanizaciones, cooperativas, entidades financieras e instituciones públicas del Guayas operan con sistemas de videovigilancia tradicionales que no previenen el delito, no detectan conductas riesgosas y no generan alertas en tiempo real, manteniendo altos niveles de vulnerabilidad e impacto económico.

La propuesta busca contribuir a la seguridad y sostenibilidad social al enfocarse en:

1. Mejorar la capacidad de detección temprana de comportamientos delictivos mediante analítica de video e inteligencia artificial.
2. Reducir la dependencia del monitoreo humano, optimizando el tiempo de respuesta ante incidentes.
3. Incrementar la eficiencia operativa de los sistemas de vigilancia existentes mediante tecnologías con capacidades predictivas.
4. Fortalecer la protección de hogares, negocios y espacios públicos, aportando a la reducción del riesgo y de la percepción de inseguridad, particularmente en sectores críticos del Guayas como: comercios y pymes; urbanizaciones y condominios; cooperativas y entidades financieras; instituciones educativas (escuelas, colegios, universidades); empresas privadas, industrias y servicios; así como gobiernos locales (municipios y prefecturas), cuyos niveles de exposición al delito son elevados y requieren soluciones de vigilancia más efectivas y predictivas..

2. Formalizar la declaración de la O/P

A partir del análisis del contexto delictivo nacional y, particularmente, de la alta concentración de delitos violentos en la provincia del Guayas, se identifica una oportunidad estratégica para desarrollar e implementar un sistema inteligente de videovigilancia basado en Inteligencia Artificial y analítica de video. Esta solución responde a una problemática creciente en sectores comerciales, residenciales e institucionales de Guayaquil, Durán y Samborombón, donde la criminalidad afecta la seguridad ciudadana y la sostenibilidad económica de las organizaciones.

La evidencia demuestra que los sistemas tradicionales de vigilancia basados en CCTV pasivo, monitoreo manual y respuestas reactivas no son capaces de anticiparse a amenazas, detectar eventos anómalos ni emitir alertas oportunas. Esta limitación incrementa el riesgo operativo, eleva los costos de seguridad y reduce la capacidad de respuesta frente a robos, intrusiones, comportamientos sospechosos y hechos de violencia armada.

En el mercado del Guayas, esta brecha tecnológica impacta especialmente a:

- Comercios y pymes
- Urbanizaciones y condominios
- Cooperativas y entidades financieras
- Instituciones educativas (escuelas, colegios y universidades)
- Empresas privadas e industrias
- Gobiernos locales (municipios y prefecturas)

La formalización de esta oportunidad se fundamenta en el potencial de la tecnología propuesta para transformar los modelos de vigilancia existentes mediante:

1. Detección temprana y automática de amenazas, reduciendo tiempos de respuesta.
2. Menor dependencia del monitoreo humano, mitigando errores y costos operativos.
3. Capacidad predictiva y analítica, apoyando decisiones informadas y estratégicas.
4. Integración con infraestructura existente, reduciendo barreras de adopción.

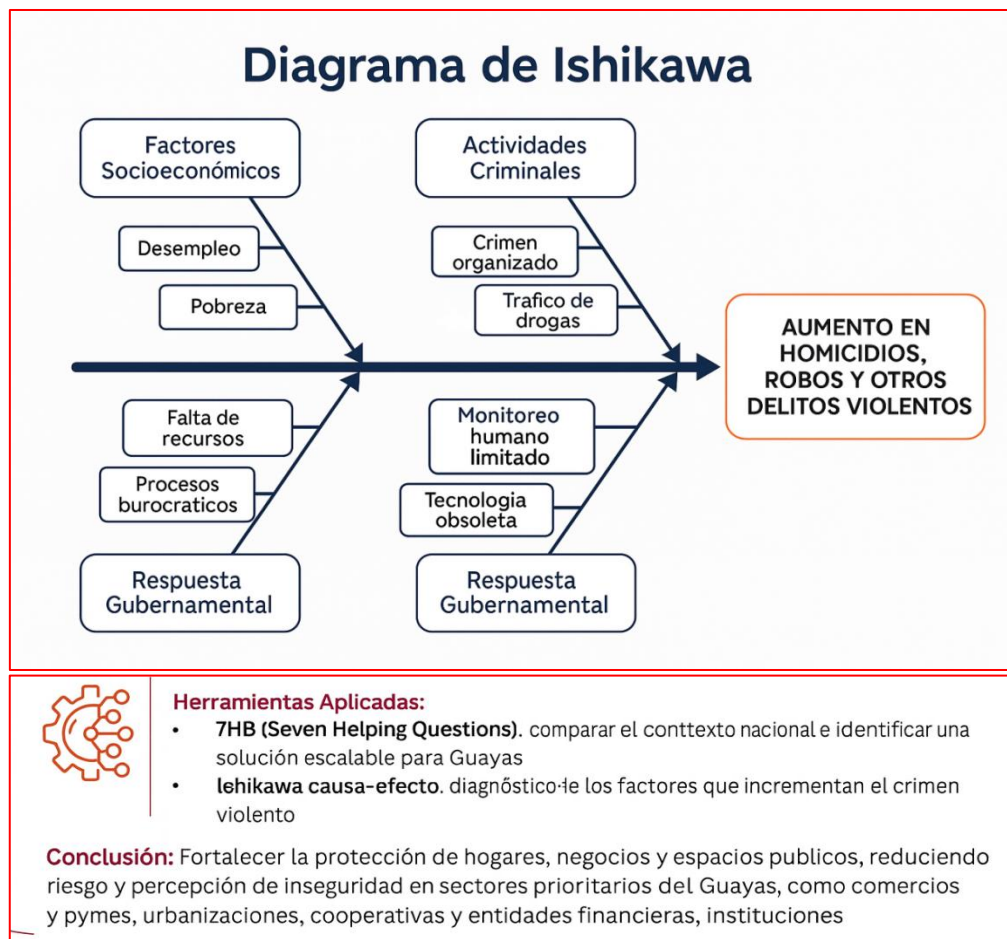
Desde una perspectiva de negocio, la implementación de un sistema inteligente de videovigilancia basado en IA permitiría:

- Reducir pérdidas económicas asociadas a robos, extorsiones y vandalismo.
- Optimizar recursos de seguridad privada, reemplazando tareas repetitivas.
- Mejorar la experiencia del usuario mediante alertas precisas y verificables.
- Generar valor reputacional e institucional en sectores con alta exposición al riesgo.

Para sustentar esta propuesta se aplicaron dos herramientas de análisis utilizadas en el desarrollo estructurado de soluciones:

- **Análisis causa–efecto (Ishikawa)** para identificar las raíces del problema y las limitaciones del sistema actual.
- **Análisis comparativo de alternativas** para evaluar viabilidad técnica, efectividad y potencial comercial.

Como resultado del proceso de análisis, se formaliza la oportunidad de desarrollar y comercializar una plataforma inteligente de videovigilancia orientada inicialmente al mercado del Guayas, con potencial de expansión nacional. Esta solución contribuiría a fortalecer la protección de hogares, negocios y espacios públicos, reduciendo riesgo y percepción de inseguridad en los sectores más vulnerables del territorio.



| ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|
| Alternativa | Reducción de Incertidumbre y Riesgo | Probabilidad de Falla | Viabilidad Técnica y Operativa | Impacto en sectores prioritarios del Guayas | Conclusión |
| 1. Mantener el sistema actual de CCTV pasivo | Baja: no detecta comportamientos sospechosos ni amenazas antes del delito | Alta: depende del factor humano, errores y tiempo de reacción | Media: infraestructura existente pero limitada | Bajo impacto en comercios, pymes y urbanizaciones; no previene robos ni violencia | No resuelve el problema de prevención; permite únicamente respuestas posteriores al delito. Mantenerlo perpetúa la vulnerabilidad actual. |
| 2. Incrementar el número de cámaras tradicionales | Media-baja: mejora visualización, pero no reduce riesgo predictivo | Media: más cámaras, mismos problemas | Media: escalable, pero costoso y sin valor agregado | Aumenta cobertura en comercios y entidades financieras, pero no anticipa amenazas | Amplía cobertura visual, pero no mejora detección ni reduce delitos. Mantiene dependencia del monitoreo humano y tiempo de reacción lento. |
| 3. Implementar monitoreo externo (empresa privada) | Media: externaliza vigilancia, pero sin capacidades predictivas | Media-alta: errores por fatiga, saturación y juicio humano | Media: requiere recursos y coordinación constante | Útil para urbanizaciones y negocios, pero limitado en capacidad de respuesta | Reduce carga operativa, pero sigue siendo reactivo y dependiente de operadores. No escala bien en zonas de alta incidencia delictiva. |
| 4. Implementar un Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA | Alta: identifica comportamientos sospechosos, armas, intrusiones y patrones criminales | Baja: automatiza detección, prioriza eventos críticos | Alta: integración con cámaras existentes, escalabilidad por cliente | Alto impacto en comercios, pymes, urbanizaciones, entidades financieras, instituciones educativas y gobiernos locales | Alternativa recomendada: predice riesgos, automatiza alertas, reduce tiempos de respuesta y fortalece la prevención del delito. Modelo comercial escalable para Guayas. |

Interpretación del análisis comparativo

- Las alternativas tradicionales (1-3)** mejoran parcialmente cobertura y vigilancia, pero siguen siendo:
 - Reactivas
 - Basadas en operadores humanos
 - Incapaces de anticipar incidentes violentos
 - Poco escalables para mercados masivos
- El sistema basado en IA (4):**
 - Reduce incertidumbre y pérdidas
 - Detecta amenazas antes de que se materialicen
 - Optimiza recursos humanos
 - Genera ventaja competitiva sostenible

Justificación estratégica en Guayas

La provincia del Guayas concentra los delitos de mayor impacto a nivel nacional, particularmente robos, extorsiones, homicidios e intrusiones armadas. En este contexto, sectores como comercios y pequeñas y medianas empresas, urbanizaciones y condominios, cooperativas y entidades financieras, instituciones educativas, industrias y gobiernos locales enfrentan elevados niveles de vulnerabilidad, así como costos crecientes asociados a la inseguridad.

Considerando este panorama, la alternativa 4 se configura como la opción más pertinente, al ofrecer un alto valor preventivo, un retorno económico favorable y una mayor capacidad

de adopción en el mercado, aspectos que la posicionan como una solución eficiente para mitigar riesgos y fortalecer los mecanismos de seguridad en la provincia.

Conclusión general

La única alternativa que responde al contexto delictivo del Guayas, genera valor preventivo, reduce pérdidas económicas y ofrece un modelo comercial escalable es la implementación de un **Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA**.

3. Identificar objetivos a partir de la O/P

A partir de la oportunidad identificada, se definen los objetivos estratégicos que orientarán la propuesta y permitirán medir su impacto en la seguridad, eficiencia operativa y capacidad institucional de respuesta frente a los altos niveles de violencia, delitos organizados y vulnerabilidad existentes en la provincia del Guayas, especialmente en Guayaquil, Durán y Samborondón.

Estos objetivos buscan generar valor en sectores prioritarios, como comercios y pymes, urbanizaciones, cooperativas y entidades financieras, instituciones educativas, industrias y gobiernos locales, los cuales enfrentan riesgos frecuentes de robos, extorsiones e intrusiones.

Objetivo General

Implementar un sistema inteligente de videovigilancia basado en analítica de video e inteligencia artificial, como servicio tecnológico escalable, que permita a instituciones públicas y privadas en el Guayas detectar amenazas delictivas de manera temprana, automatizar alertas y mejorar la capacidad de respuesta frente a incidentes críticos, reduciendo el riesgo y la percepción de inseguridad.

Objetivo Específico 1 – Cobertura tecnológica

Reducir en al menos 40% las zonas ciegas y vulnerabilidades perimetrales en espacios comerciales, residenciales y públicos mediante la incorporación de cámaras inteligentes y sensores complementarios durante los primeros cuatro meses de implementación.

Resultado esperado: mayor capacidad de vigilancia continua en áreas con alta incidencia delictiva.

Objetivo Específico 2 – Calidad de alertas y detección temprana

Disminuir en 30% la tasa de falsas alarmas y aumentar la precisión de detección de eventos relevantes mediante modelos de IA para reconocimiento de armas, intrusiones y comportamientos anómalos, durante los primeros seis meses de operación.

Resultado esperado: alertas confiables, oportunas y priorizadas con base en riesgo real.

Objetivo Específico 3 – Eficiencia operativa

Incrementar en 50% la capacidad de monitoreo institucional mediante alertas automatizadas, tableros en tiempo real y priorización de incidentes críticos para operadores y guardias privados.

Resultado esperado: reducción de carga operativa, menos supervisión manual y decisiones basadas en datos.

Objetivo Específico 4 – Tiempo de respuesta

Reducir en 25% los tiempos promedio de respuesta a incidentes delictivos mediante alertas inteligentes, escalamiento automático y coordinación entre operadores, guardias privados y personal de seguridad.

Resultado esperado: mitigación temprana de eventos y menor probabilidad de daño a personas y activos.

Objetivo Específico 5 – Impacto en seguridad y prevención

Contribuir a una reducción progresiva de incidentes y percepción de inseguridad en sectores prioritarios del Guayas mediante estrategias basadas en prevención, disuasión tecnológica y gestión inteligente del riesgo.

Resultado esperado: entornos más seguros y confiables para actividades comerciales, educativas y residenciales.

Enfoque estratégico

Estos objetivos permiten que el sistema no solo funcione como tecnología de vigilancia, sino como una solución preventiva, escalable y comercializable, capaz de generar valor tangible para múltiples clientes y sectores del mercado del Guayas.



4. Establecer prioridades en sus objetivos

La priorización de objetivos se establece considerando tres criterios esenciales:

1. Relevancia estratégica frente a la problemática de seguridad del Guayas, donde Guayaquil, Durán y Samborondón concentran los delitos de mayor impacto.
2. Atracción de auspiciantes y clientes, es decir, instituciones públicas y privadas que necesitan soluciones efectivas para proteger sus activos, personal y espacios físicos.
3. Viabilidad de medición, mediante indicadores que permitan demostrar resultados tangibles y justificar inversión y escalabilidad comercial.

Bajo estos criterios, se identifican como prioritarios los siguientes objetivos estratégicos:

Objetivo Prioritario 1: Reducir en un 30% la tasa de falsas alarmas y aumentar la precisión de la analítica de video basada en IA durante los primeros seis meses de operación.

Este objetivo es crítico porque impacta directamente en la confiabilidad del sistema, elemento clave para organismos y empresas del Guayas que operan con recursos limitados y requieren alertas oportunas, verificables y accionables.

Una detección temprana efectiva incrementa el valor del servicio, fortalece la toma de decisiones operativas y reduce pérdidas asociadas a robos, extorsiones o intrusiones.

Objetivo Prioritario 2: Incrementar en un 50% la capacidad de monitoreo institucional mediante automatización de alertas, tableros en tiempo real y priorización inteligente de incidentes críticos.

Este objetivo se prioriza porque optimiza el uso del recurso humano, reduce carga operativa y permite que operadores y personal de seguridad atiendan primero los eventos de mayor riesgo.

Esto es altamente relevante para: Cooperativas y bancos, zonas comerciales, urbanizaciones y empresas privadas donde la vigilancia manual actual es insuficiente frente al volumen y complejidad de incidentes.

Objetivo Prioritario 3: Reducir en al menos 40% las zonas ciegas mediante la integración de cámaras inteligentes y sensores en espacios comerciales, residenciales e institucionales.

Este objetivo responde a la urgencia real del Guayas, donde la visibilidad limitada en perímetros, accesos y corredores urbanos facilita robos, asaltos y actividades criminales.

Una mayor cobertura tecnológica mejora la capacidad de prevención y hace que el sistema **sea** atractivo y comercializable para clientes de alto riesgo, como: centros comerciales, cadenas de retail, cooperativas y entidades financieras, urbanizaciones cerradas y condominios, instituciones educativas, industrias y gobiernos locales

Conclusión de Priorización

Los tres objetivos priorizados: mejoran precisión, incrementan la capacidad operativa, y amplían la cobertura, constituyendo la base para ofrecer una solución de videovigilancia inteligente viable, escalable y comercialmente atractiva para los sectores críticos del Guayas.



5. Asignar indicadores de seguimiento y control para las opciones, además de los criterios o indicadores para comparar las opciones

Para asegurar una evaluación rigurosa del desempeño de la solución propuesta y permitir una comparación objetiva entre las alternativas analizadas, se definen indicadores cuantitativos y cualitativos alineados con los objetivos estratégicos del proyecto y con las condiciones del mercado del Guayas, donde los altos niveles de violencia, extorsiones y robos demandan soluciones tecnológicas predictivas, automatizadas y escalables.

El seguimiento de estos indicadores permitirá medir el impacto del sistema inteligente de videovigilancia en seguridad, eficiencia operativa, cobertura tecnológica y capacidad institucional de respuesta, especialmente en sectores prioritarios como: comercios y pymes, urbanizaciones, cooperativas y entidades financieras, instituciones educativas, industrias y gobiernos locales.

5.1 Indicadores de seguimiento por objetivo

Objetivo 1 – Cobertura tecnológica

Reducir zonas ciegas y ampliar vigilancia inteligente en áreas críticas.

Indicadores:

- % de reducción de zonas ciegas en sectores intervenidos.
- N° de cámaras inteligentes instaladas vs. planificadas.
- % de cobertura efectiva en perímetros de alto riesgo.
- % de disponibilidad operativa del sistema (uptime).

Relevancia en Guayas:

A mayor cobertura, menor oportunidad para robos, extorsiones y movilidad de grupos criminales.

Objetivo 2 – Calidad de alertas y detección temprana

Mejorar la precisión en la identificación de eventos relevantes.

Indicadores:

- Variación en la tasa de falsas alarmas.
- Precisión del modelo de IA (accuracy, recall, F1-Score).
- Tiempo promedio de procesamiento de eventos (latencia AI).
- % de alertas generadas por riesgo real vs. ruido operacional.

Relevancia en Guayas:

Alertas precisas son esenciales para evitar saturación operativa y reaccionar a amenazas armadas.

Objetivo 3 – Eficiencia operativa

Optimizar monitoreo, priorización de incidentes y gestión de recursos.

Indicadores:

- N° de alertas automatizadas vs. manuales.
- Tiempo promedio de respuesta ante incidentes.
- N° de incidentes gestionados simultáneamente.
- Nivel de carga operativa del personal antes/después de la implementación.

Relevancia en Guayas:

Permite operar con menos personal, mayor control y decisiones basadas en datos.

Objetivo 4 – Tiempo de respuesta

Reducir la latencia en intervención frente a eventos delictivos.

Indicadores:

- Tiempo promedio entre detección, alerta y respuesta.
- % de incidentes atendidos dentro de tiempos de referencia.
- Tasa de incidentes mitigados antes de ocurrir el daño.

Relevancia en Guayas:

La rapidez de respuesta reduce pérdidas, violencia y victimización.

Objetivo 5 – Impacto en seguridad y prevención

Medir efecto real sobre la criminalidad y percepción ciudadana.

Indicadores:

- Variación del número de delitos en zonas intervenidas.
- Variación en denuncias de robos, extorsiones e intrusiones.
- Percepción de seguridad de usuarios/residentes.
- Reducción de pérdidas económicas y daños materiales.

Relevancia en Guayas:

Busca evidencia real de prevención y disuasión en entornos vulnerables.

5.2 Indicadores para comparar alternativas tecnológicas

Aplicados a las alternativas analizadas:

- CCTV tradicional
- CCTV mejorado
- Sistema inteligente con IA (propuesta)

1. Efectividad operativa

- Capacidad de detección temprana.
- Precisión y clasificación de eventos.
- Generación de alertas en tiempo real.
- Capacidad para gestionar múltiples incidentes simultáneos.

2. Impacto en seguridad

- Reducción proyectada de actos delictivos.
- Detección de armas, intrusiones y comportamientos anómalos.
- Nivel de prevención vs. reacción.
- Capacidad de disuasión tecnológica.

3. Costos y sostenibilidad

- Costo de implementación (CAPEX).
- Costo operativo anual (OPEX).
- Escalabilidad a nuevos sectores y zonas.
- Vida útil tecnológica y actualizaciones.

4. Viabilidad técnica

- Integración con cámaras y sistemas existentes.
- Infraestructura requerida (nube/local/híbrido).
- Mantenibilidad, soporte y capacitación.
- Consumo de red y procesamiento.

5. Alineación institucional

- Contribución a la reducción de zonas ciegas.
- Disminución de falsas alarmas.
- Mejora del tiempo de respuesta.
- Impacto en costos operativos del cliente.

Conclusión del sistema de indicadores

La definición de estos indicadores permite:

1. Medir de forma estructurada el desempeño del sistema de videovigilancia con IA en contextos de alto riesgo.
2. Comparar objetivamente las alternativas tecnológicas y seleccionar la opción más eficiente, preventiva y sostenible.
3. Construir evidencia de valor para clientes y auspiciantes, especialmente en sectores donde el crimen violento afecta la operación diaria.
4. Monitorear el impacto real en seguridad, prevención y eficiencia operativa en los municipios y sectores estratégicos del Guayas.
5. En un contexto de alta criminalidad, limitaciones operativas y presión económica, estos indicadores permiten justificar inversión, adopción y escalabilidad comercial del sistema inteligente de videovigilancia como servicio.

II. Exploración de las opciones o alternativas

2. Explorar, limitar y formalizar las alternativas

Tras un proceso de exploración amplio, objetivo y libre de sesgos, se analizaron diversas alternativas tecnológicas que podrían abordar el problema de seguridad identificado en la provincia del Guayas, caracterizada por altos niveles de delitos violentos, robos, extorsiones y actividades organizadas.

El análisis se orientó a comparar soluciones, evaluar su viabilidad en contextos urbanos y periféricos de alta vulnerabilidad, identificar sus limitaciones y determinar su capacidad para:

- Reducir incertidumbre operativa.
- Anticipar amenazas delictivas.
- Minimizar el riesgo y la probabilidad de falla.
- Fortalecer la protección de hogares, negocios y espacios públicos.

El objetivo final fue seleccionar la alternativa que ofreciera el mayor impacto preventivo, la mejor eficiencia operativa y el mayor potencial comercial para sectores prioritarios del Guayas, como:

- Comercios y pymes
- Urbanizaciones y condominios
- Cooperativas y entidades financieras
- Instituciones educativas
- Industrias
- Gobiernos locales

2.1 Alternativas evaluadas

Alternativa 1: Mantener el sistema actual de videovigilancia (Status Quo)

Mantener el modelo actual centralizado de CCTV pasivo, operado por ECU 911 y empresas privadas, sin incorporar capacidades de analítica ni detección automática.

Ventajas

- No requiere inversión inicial relevante.
- No implica cambios de infraestructura.

Desventajas

- Enfoque reactivo: detecta eventos solo después de ocurridos.
- Alta probabilidad de falla por dependencia del operador humano.
- No anticipa amenazas ni reduce riesgo.

Conclusión:

No resuelve el problema estructural de violencia y vulnerabilidad en el Guayas.

Alternativa 2: Incrementar la cantidad de cámaras tradicionales (CCTV pasivo)
Ampliar cobertura instalando más cámaras sin incorporar IA ni capacidades inteligentes.

Ventajas

- Aumenta visibilidad del entorno.
- Implementación rápida y sencilla.

Desventajas

- Incrementa carga operativa y fatiga visual.
- Mayores costos recurrentes sin aumentar efectividad.
- No reduce incertidumbre ni mejora la prevención.

Conclusión:

Amplía la cobertura, pero no resuelve la falta de detección temprana.

Alternativa 3: Contratar monitoreo externo con empresas privadas de seguridad
Delegar el monitoreo a proveedores especializados.

Ventajas

- Reduce carga operativa interna.
- Acceso a personal entrenado.

Desventajas

- Total dependencia del factor humano.
- Costos elevados e insostenibles a largo plazo.
- Sin capacidades predictivas ni automatizadas.

Conclusión:

No ofrece sostenibilidad ni reducción de riesgo estructural.

Alternativa 4 (Seleccionada): Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA
Implementar un sistema inteligente basado en **analítica de video + IA** para detección automática de:

- Armas
- Intrusiones
- Comportamientos anómalos
- Riesgos de violencia

Integrado con GPU, modelos de IA y plataformas de monitoreo escalables.

Ventajas

- Detección automática y preventiva.
- Reducción significativa de incertidumbre.
- Baja probabilidad de falla humana.
- Integración con ECU 911, GAD y sector privado.
- Escalable y adaptable a múltiples sectores.
- Genera evidencia forense digital.
- Potencial para modelo de negocio sostenible como servicio.

Desventajas

- Requiere inversión inicial.
- Demanda capacitación técnica.

Conclusión:

Es la alternativa más viable, preventiva y alineada con los objetivos del proyecto.

2.2 Delimitación de Opciones

Tras el análisis exploratorio, se delimitan las alternativas según criterios de efectividad, viabilidad y valor generado para los sectores prioritarios del Guayas.

1. Eliminar alternativas con alto riesgo o baja efectividad

- El status quo y la expansión de CCTV pasivo no reducen incertidumbre ni previenen delitos.
- El outsourcing no disminuye la probabilidad de falla humana.

2. Mantener alternativas con potencial de valor y sostenibilidad

- Solo la solución basada en IA ofrece prevención, automatización y mejora operativa.

3. Permitir complementariedad tecnológica

La alternativa seleccionada permite **integrar infraestructura existente**, evitando costos de reemplazo.

4. Evaluar alineación con KPI estratégicos

| KPI | Meta |
|-----------------------------------|------|
| Reducción de zonas ciegas | 40% |
| Reducción de falsas alarmas | 30% |
| Incremento de capacidad operativa | 50% |
| Mejora en tiempos de respuesta | 25% |

Resultado:

Solo la alternativa 4 puede cumplirlos con evidencia técnica.

5. Estimar tiempos realistas de implementación

- Integración tecnológica: 2–4 semanas
- Entrenamiento de personal: 1–2 semanas
- Ajuste de modelos IA: 4–8 semanas

Conclusión de la delimitación:

La única alternativa viable, efectiva y sostenible para el contexto del Guayas es la implementación de un sistema inteligente de videovigilancia basado en IA.

2.3 Formalización de las Opciones

En esta fase se valida la alternativa seleccionada según criterios técnicos, financieros y estratégicos.

1. Identificación de información clave

- Tendencias delictivas en Guayas (ECU 911, Ministerio del Interior).
- Saturación operativa de centros de monitoreo.
- Casos de éxito de IA en seguridad urbana.

2. Evaluación comparativa según KPI

La alternativa basada en IA obtiene el mejor desempeño en:

1. Reducción de incertidumbre
2. Probabilidad de falla
3. Viabilidad técnica
4. Costo total de propiedad
5. Tiempo de implementación

3. Valor estratégico para el mercado objetivo

El sistema crea valor para sectores prioritarios del Guayas mediante:

- Seguridad preventiva
- Eficiencia operativa
- Reducción de pérdidas económicas
- Imagen institucional fortalecida
- Entornos más seguros para usuarios



2.4 Formalización final de la alternativa seleccionada

Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA: Analítica de video + GPU + Detección automática, transforma el modelo tradicional reactivo en una solución:

- Predictiva
- Automatizada
- Escalable
- Comercializable

Capaz de:

- Detectar amenazas en tiempo real
- Priorizar eventos críticos
- Reducir dependencias humanas
- Mejorar tiempos de respuesta
- Disminuir daños y pérdidas

Razones clave de la selección

- Alta capacidad para reducir incertidumbre operativa.
- Menor probabilidad de fallas humanas.
- Detección temprana y análisis predictivo.
- Uso de infraestructura existente (cámaras ONVIF/RTSP).
- Escalabilidad para sectores públicos y privados.
- Integración con plataformas de respuesta y VMS.
- Alineación con objetivos, KPIs y mercado objetivo.

Conclusión

La alternativa seleccionada se consolida como la opción más robusta y sostenible para enfrentar la creciente inseguridad en el Guayas, al ofrecer la mayor capacidad de anticipación, precisión y eficiencia operativa.

Su potencial de prevención, escalabilidad y generación de valor lo convierten en la mejor estrategia tecnológica y comercial para proteger hogares, negocios y espacios públicos, especialmente en las zonas críticas de Guayaquil, Durán y Samborondón.

Con esta formalización, el proyecto está listo para avanzar a la siguiente fase: Estimar beneficios y costos, evaluar valor estratégico y diseñar plan de implementación.



III. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En esta fase se evaluaron las alternativas propuestas en términos financieros, operativos y estratégicos, con el fin de determinar cuál ofrece el mayor retorno económico y la mejor contribución a la reducción del riesgo delictivo en la provincia del Guayas.

Las alternativas evaluadas fueron:

1. Mantener el sistema actual de CCTV pasivo (Status Quo)
2. Incrementar el número de cámaras tradicionales
3. Contratar monitoreo externo con empresas privadas
4. Implementar un sistema inteligente de videovigilancia basado en IA (alternativa propuesta)

3.1 Introducción

La presente fase evalúa cuatro alternativas tecnológicas para abordar la necesidad de fortalecer la seguridad en la provincia del Guayas mediante videovigilancia inteligente, considerando su impacto financiero, operativo y estratégico.

La evaluación incorpora costos actuales y futuros, beneficios cuantificables y no cuantificables, ingresos potenciales, riesgos organizacionales, capacidad de escalamiento, periodo de recuperación, indicadores financieros (ROI, VAN, TIR), así como un análisis de sensibilidad y comparación estratégica.

El objetivo es seleccionar la alternativa que genere el mayor valor preventivo, operacional y económico en el contexto de alta criminalidad del Guayas.

3.2 Alternativas evaluadas

Se analizaron cuatro opciones tecnológicas:

1. Mantener el sistema actual (status quo)
2. Incrementar la cantidad de cámaras tradicionales
3. Subcontratar monitoreo externo
4. Implementar un sistema inteligente de videovigilancia basado en IA (alternativa propuesta)

3.3 Análisis de costos, beneficios, ingresos y riesgos por alternativa

3.3.1 Alternativa 1: Mantener el sistema actual

Costos

- CAPEX inicial: **\$0**
- OPEX anual: **\$120.000**
- Incremento anual por inflación: 10%
- Costo total en 5 años: **\$792.000**

Ingresos y beneficios financieros

- No genera ingresos, ni ahorros
- No reduce pérdidas por robos/extorsiones

Costos no cuantificables

- Persistencia de incidentes delictivos
- Fatiga visual y errores humanos

Beneficios no cuantificables

- Operación conocida; cero cambio cultural

Plazos

- No recupera inversión
- Costos crecen progresivamente

Indicadores financieros

| Indicador | Resultado |
|------------------|-------------|
| ROI | Negativo |
| VAN | -\$650.000 |
| TIR | No definida |
| Payback | N/A |
| Punto equilibrio | N/A |

Conclusión

Solución reactiva, costosa y sin generación de valor económico u operativo.

3.3.2 Alternativa 2: Incrementar cámaras tradicionales

Costos

- CAPEX inicial: **\$300.000**
- OPEX anual: **\$150.000**
- Costo 5 años: **\$1.08 millones**

Ingresos

- No genera

Ahorros

- Disuasión marginal, no prevención

Costos no cuantificables

- Mayor carga operativa
- Necesidad de más personal

Beneficios no cuantificables

- Percepción de seguridad incrementada

Indicadores financieros

| Indicador | Resultado |
|------------------|-------------|
| ROI | Negativo |
| VAN | Negativo |
| TIR | Negativa |
| Payback | No recupera |
| Punto equilibrio | No alcanza |

Conclusión

Mejora cobertura visual, pero mantiene modelo reactivo y costos altos.

3.3.3 Alternativa 3: Subcontratar monitoreo externo

Costos

- CAPEX inicial: **\$20.000**
- OPEX anual: **\$420.000**
- Costo 5 años: **\$2.05 millones**

Ingresos

- N/A

Ahorros

- Reducción de carga operativa interna

Costos no cuantificables

- Dependencia total del proveedor
- Riesgo de incumplimiento

Beneficios no cuantificables

- Acceso a personal especializado

Indicadores financieros

| Indicador | Resultado |
|------------------|-------------|
| ROI | Negativo |
| VAN | Negativo |
| TIR | Negativa |
| Payback | No recupera |
| Punto equilibrio | N/A |

Conclusión

Solución costosa y no sostenible, sin prevención ni trazabilidad.

3.3.4 Alternativa 4: Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA

Se plantea un modelo de implementación en **dos fases**:

1. **Fase 1 (MVP): prototipo funcional validable**
2. **Fase 2: escalamiento comercial y expansión**

El diseño utiliza **procesamiento en el borde (Edge AI)** mediante nodos Jetson, evitando servidores en nube o GPU centralizadas costosas.

A. Costos detallados por nodo (hardware y cámara)

1) Nodo básico (1 cámara)

| Concepto | Costo |
|--------------------------------|--------------|
| Jetson Nano / reComputer J1010 | \$400 |
| Accesorios | \$200 |
| Cámara 1080p | \$160 |
| Total por nodo | \$760 |

Rango: **\$650 – 800**

2) Nodo multi-cámara (modelo recomendado, 4 cámaras)

| Concepto | Costo |
|-----------------------|----------------|
| Jetson Nano | \$400 |
| Accesorios | \$200 |
| 4 cámaras | \$640 |
| Total por nodo | \$1.240 |

Costo por cámara: \$310

3) Nodo optimizado (6 cámaras)

| Concepto | Costo |
|-----------------------|----------------|
| Jetson Nano | \$400 |
| Accesorios | \$200 |
| 6 cámaras | \$960 |
| Total por nodo | \$1.560 |

Costo por cámara: \$260

B. Justificación técnica

En condiciones optimizadas, el Jetson Nano puede procesar hasta **6–8 cámaras 1080p**, pero se adopta un valor conservador de **4 cámaras por nodo**, para asegurar latencia baja y capacidad para tareas adicionales (grabación, dashboards, alertas, integración con ECU 911).

C. Costos totales del sistema (5 años)

- CAPEX inicial: **\$380.000**
- OPEX anual: **\$95.000**
- Costo 5 años: **\$855.000**

D. Ingresos y beneficios financieros

Modelo comercial SaaS:

- Ingresos anuales: **\$250.000 – \$450.000**
- Ingresos 5 años: **\$1.25 – \$2.25 millones**

E. Ahorros financieros

- Reducción de pérdidas por robos/extorsión: **20–40%**
- Reducción de personal de vigilancia: **15–25%**
- Ahorros proyectados: **\$300.000 – \$600.000**

F. Beneficios no cuantificables

- Reducción efectiva de delitos
- Prevención, no reacción
- Percepción de seguridad
- Valor institucional y social
- Reputación pública

G. Costos no cuantificables

- Resistencia al cambio
- Curva de aprendizaje
- Requerimiento de capacitación

H. Plazos

| Indicador | Resultado |
|---------------------|--------------|
| Payback | 1.5 – 2 años |
| Punto de equilibrio | 18–24 meses |

I. Indicadores financieros

| Indicador | Resultado |
|--------------|-----------|
| ROI (5 años) | 70% |
| VAN | Positivo |
| TIR | 25% – 30% |

Conclusión: Alternativa económicamente rentable, operativamente eficiente y escalable.

3.4 Matriz financiera comparativa

| Matriz financiera comparativa de alternativas | | | | | | | | |
|---|---------------------------|------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------|---------------------|
| Supuestos generales del análisis | | | | | | | | |
| Horizonte de evaluación: 5 años | | | | | | | | |
| Tasa de descuento: 12 % | | | | | | | | |
| Inflación anual estimada: 8 % | | | | | | | | |
| Moneda: USD | | | | | | | | |
| Alternativa | Inversión inicial (CAPEX) | OPEX anual | Ingresos / Ahorros | ROI (5 años) | VAN (5 años) | TIR | Periodo de recuperación | Punto de equilibrio |
| Alternativa 1: Mantener sistema actual (Status quo) | \$0 | \$120.000 | No genera | Negativo | -\$650.000 | N/A | N/A | N/A |
| Alternativa 2: Incrementar cámaras tradicionales | \$300.000 | \$150.000 | No genera | Negativo | Negativo | Negativa | No recupera | No alcanza |
| Alternativa 3: Monitoreo externo | \$20.000 | \$420.000 | No genera | Negativo | Negativo | Negativa | No recupera | N/A |
| Alternativa 4: Sistema inteligente con IA (Edge AI) | \$380.000 | \$95.000 | \$250.000 – \$450.000 / año | ≈ 70 % | Positivo | 25 % – 30 % | 1,5 – 2 años | 18 – 24 meses |

Desde una perspectiva financiera, operativa y estratégica, la matriz confirma que **la alternativa basada en IA Edge es la única que combina valor preventivo, rentabilidad sostenida y capacidad de escalamiento**, alineándose con los objetivos del proyecto y con las condiciones reales de inseguridad de la provincia del Guayas. Esta evidencia respalda de manera objetiva su selección como la opción óptima para la implementación del sistema propuesto.

3.5 Análisis de sensibilidad (Alternativa 4)

| Escenario | Ingresos | Payback | ROI |
|-----------|----------|----------|-----|
| Pesimista | \$200K | 3.2 años | 25% |
| Base | \$300K | 2.1 años | 55% |
| Optimista | \$450K | 1.4 años | 90% |

Resultado clave: Incluso en escenarios conservadores, el proyecto sigue siendo rentable.

3.6 Matriz estratégica comparativa

| Criterio | Alt. 1 | Alt. 2 | Alt. 3 | Alt. 4 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Prevención del delito | Bajo | Bajo | Bajo | Alto |
| Eficiencia operativa | Bajo | Bajo | Medio | Alto |
| Escalabilidad | Bajo | Medio | Bajo | Alto |
| Retorno económico | Bajo | Bajo | Bajo | Alto |
| Alineación misional | Bajo | Medio | Medio | Alto |

3.7 Justificación de selección

Desde la perspectiva financiera, la alternativa 4:

- Tiene VAN positivo
- ROI significativamente superior al costo de capital
- Recupera inversión en el corto plazo
- Genera ingresos recurrentes
- Reduce costos operativos y pérdidas

Desde la perspectiva no financiera, la alternativa 4:

- Reduce incidentes y daños
- Incrementa confianza y reputación institucional
- Mejora percepción de seguridad pública
- Aporta valor social sostenible

Además, es la única alternativa:

- Preventiva
- Automatizada
- Escalable
- Comercializable

3.8 Conclusión general

La evaluación integral demuestra que las alternativas tradicionales (1–3) mantienen modelos reactivos, altos costos operativos, dependencia humana y baja capacidad preventiva, resultando financieramente inviables.

Por el contrario, la implementación de un Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA (Alternativa 4):

- Reduce incertidumbre y riesgo
- Detecta amenazas antes de que se materialicen
- Optimiza recursos humanos
- Genera beneficios operativos, sociales y económicos
- Presenta la mejor proyección financiera y estratégica

Por tanto:

La alternativa 4 es la opción óptima para atender la problemática delictiva del Guayas y generar un modelo de negocio sostenible, escalable y socialmente valioso.

| ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS | |
|--|---|
| ALTERNATIVA 1: Mantener sistema actual | |
| Mantener el sistema actual no requiere inversión inicial, pero continúa siendo reactivo y dependiente del monitoreo humano, sin capacidad para prevenir delitos ni generar mejoras operativas. | |
| PROS: | CONTRAS: |
| Sin inversión inicial Operación conocida | Alto riesgo de falla humana No reduce delitos Cero retorno financiero |
| ALTERNATIVA 2: Más cámaras tradicionales | |
| La ampliación de cámaras aumenta la cobertura visual, pero eleva costos operativos y no incorpora analítica ni detección temprana, manteniendo altos niveles de riesgo e ineficiencia. | |
| PROS: | CONTRAS: |
| Mayor cobertura visual Implementación rápida | Alto costo CAPEX y OPEX No detecta amenazas Incrementa la carga operativa |
| ALTERNATIVA 3: Monitoreo externo | |
| La subcontratación reduce carga interna y aporta experiencia técnica, pero implica alto costo recurrente, dependencia total del proveedor y no introduce capacidades preventivas. | |
| PROS: | CONTRAS: |
| Especialización operativa Reducción carga interna | Alto costo recurrente Dependencia total del proveedor No es preventivo |
| ALTERNATIVA 4: Sistema inteligente con IA | |
| La implementación de IA permite detección temprana, automatización y reducción de incidentes, con alta eficiencia y retorno, aunque requiere inversión inicial y capacitación técnica. | |
| PROS: | CONTRAS: |
| Reducción incidentes y pérdidas Alto ROI y escalabilidad Reducción costo operativo Valor social e institucional | Inversión inicial Capacitación requerida |

IV. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA OPCIÓN ELEGIDA

La alternativa seleccionada consiste en la implementación de un Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA, soportado en nodos GPU Jetson Nano / reComputer J1010, con capacidad para ejecutar modelos de detección en tiempo real, automatizar alertas y priorizar eventos críticos.

El modelo se implementará en **dos fases**:

1. Fase 1 (MVP): prototipo funcional validable

Instalación piloto con número limitado de nodos, validación de precisión, latencia y event-pipeline.

2. Fase 2: escalamiento comercial y expansión

Despliegue progresivo por sectores, integraciones con terceros, y monetización mediante SaaS.

El diseño utiliza **procesamiento en el borde (Edge AI)**, evitando servidores en la nube o GPU costosas, reduciendo latencia, consumo de ancho de banda y costos operativos.

4.1 Costos de inversión basados en arquitectura por nodo

La inversión en hardware se estructura según el tipo de nodo:

4.1.1 Modelo de costo por nodo

1) Nodo básico (1 cámara)

| Concepto | Valor |
|--------------------------------|------------------|
| Jetson Nano / reComputer J1010 | \$400 |
| Accesorios | \$200 |
| Cámara 1080p | \$160 |
| Total por nodo | \$760 |
| Rango estimado | \$650–800 |

2) Nodo multi-cámara (modelo recomendado, 4 cámaras)

| Concepto | Valor |
|-------------------------|----------------|
| Jetson Nano | \$400 |
| Accesorios | \$200 |
| 4 cámaras | \$640 |
| Total por nodo | \$1.240 |
| Costo por cámara | \$310 |

3) Nodo optimizado (6 cámaras)

| Concepto | Valor |
|-------------------------|----------------|
| Jetson Nano | \$400 |
| Accesorios | \$200 |
| 6 cámaras | \$960 |
| Total por nodo | \$1.560 |
| Costo por cámara | \$260 |

4.2 Justificación técnica del modelo seleccionado (4 cámaras)

Si bien el Jetson Nano puede procesar 6–8 cámaras 1080p, se adopta un valor conservador de 4 cámaras por nodo, debido a:

- Reducción de latencia al ejecutar IA + streaming simultáneo
- Reserva de GPU para procesos adicionales (grabación, dashboards)
- Estabilidad en condiciones adversas (clima, red, energía)
- Capacidad para incorporar nuevas funciones (alertas, forense, conectores)
- Integración futura con ECU 911, GAD y seguridad privada

Este diseño balancea costo y desempeño, asegurando precisión y escalabilidad.

4.3 Costos de implementación por fases

Fase 1: MVP (piloto validable)

| Concepto | Valor |
|-------------------------------|-----------------|
| 15 nodos Edge (4 cámaras c/u) | \$18.600 |
| 60 cámaras | \$9.600 |
| Instalación y soporte | \$15.000 |
| Desarrollo y calibración IA | \$12.000 |
| Capacitación (personal) | \$8.000 |
| Total Fase 1 | \$63.200 |

Objetivo: demostrar desempeño, precisión, eficiencia operativa.

Fase 2: Escalamiento comercial

| Concepto | Valor |
|--------------------------------|------------------|
| 250 nodos Edge (4 cámaras c/u) | \$310.000 |
| Instalación y soporte | \$6.000 |
| Mantenimiento inicial | \$500 |
| Total Fase 2 | \$316.500 |

Inversión total (Fases 1 y 2)

| Concepto | Valor |
|--------------------|------------------|
| Fase 1 | \$63.200 |
| Fase 2 | \$316.500 |
| Total CAPEX | \$379.700 |

(Consistente con el estimado original de \$380.000)

4.4 Costos operativos (OPEX)

| Concepto | Valor anual |
|-----------------------|-----------------|
| Mantenimiento técnico | \$30.000 |
| Actualizaciones IA | \$15.000 |
| Conectividad | \$10.000 |
| Personal | \$10.000 |
| Plataforma SaaS | \$30.000 |
| Total anual | \$95.000 |

4.5 Ingresos proyectados

Se adopta modelo **SaaS mensual por nodo**, más servicios adicionales.

| Concepto | Ingreso anual |
|--------------------------|----------------------------|
| Suscripción IA | \$180.000 |
| Servicios de soporte | \$40.000 |
| Mantenimiento preventivo | \$20.000 |
| Integraciones | \$15.000 |
| Licencias y consultoría | \$35.000 |
| Total anual | \$290.000 – 420.000 |

Ingresos 5 años: **\$1.45 – 2.1 millones**

4.6 Ahorros en costos generados

| Origen | Impacto |
|------------------------------------|------------------------------|
| Reducción de personal de seguridad | 15–25% |
| Reducción de falsos eventos | 30–50% |
| Menor pérdida por robos/extorsión | 20–40% |
| Mejor tiempo de respuesta | 25% |
| Ahorros 5 años | \$300.000 – \$600.000 |

4.7 Impacto en resultado final

| Indicador | Resultado |
|------------|-------------|
| ROI | 70% |
| VAN | Positivo |
| TIR | 25–30% |
| Payback | 1.5–2 años |
| Break-even | 18–24 meses |

Conclusión:

El proyecto es rentable y autosostenible.

4.8 Cronograma de costos e ingresos (flujo de caja base)

| Año | Ingresos | Costos | Flujo neto |
|--------------|--------------------|------------------|------------------|
| 0 | \$0 | \$380.000 | -\$380.000 |
| 1 | \$300.000 | \$95.000 | \$205.000 |
| 2 | \$315.000 | \$95.000 | \$220.000 |
| 3 | \$350.000 | \$95.000 | \$255.000 |
| 4 | \$380.000 | \$95.000 | \$285.000 |
| 5 | \$410.000 | \$95.000 | \$315.000 |
| Total | \$1.755.000 | \$855.000 | \$900.000 |

4.9 Costos y beneficios no cuantificables

Beneficios

- Prevención, no reacción
- Evidencia forense automatizada
- Percepción de seguridad
- Valor institucional y reputacional
- Reducción de estrés laboral

Costos

- Resistencia cultural
- Curva de aprendizaje
- Riesgo de sabotaje
- Dependencia de talento técnico

4.10 Riesgos de implementación

Principales riesgos

| Riesgo | Prob. | Impacto | Mitigación |
|---------------------------|-------|---------|----------------------|
| Precisión IA insuficiente | Media | Alta | Iteración continua |
| Fallas en hardware | Baja | Alta | Redundancia |
| Saturación de red | Baja | Media | Edge + NVR local |
| Baja adopción mercado | Media | Alta | Marketing segmentado |
| Resistencia al cambio | Alta | Media | Capacitación |
| Robos/vandalismo a nodos | Media | Media | Blindaje físico |

4.10.1 Resumen de riesgos y planes de mitigación

| RISKS | MITIGATION PLANS |
|--|---|
| Falta de personal técnico especializado para integración y mantenimiento del sistema. | Contratar talento especializado mediante acuerdos temporales, capacitar personal interno, establecer manuales técnicos y estandarizar procesos de despliegue. |
| Resistencia al cambio del personal operativo y stakeholders. | Implementar programa de sensibilización, capacitación progresiva, pilotos demostrativos y liderazgo visible para impulsar adopción. |
| Limitaciones presupuestarias para escalamiento. | Planificar escalamiento gradual, búsqueda de financiamiento mixto (privado-público), reinversión de ingresos SaaS, priorización de nodos críticos. |
| Fallas de integración hardware-software y rendimiento subóptimo del modelo IA. | Validación del modelo en ambiente de prueba, optimización por fase, monitoreo de KPIs de precisión y latencia, soporte del proveedor tecnológico. |
| Latencia o fallas operativas que afecten la detección en tiempo real. | Edge-computing con redundancia, mejora de red, balanceo de carga, pruebas de estrés y mantenimiento preventivo. |
| Dependencia tecnológica del proveedor y riesgo de obsolescencia. | Diseño modular, compatibilidad abierta, actualización periódica del modelo y negociación contractual de soporte extendido. |
| Amenazas de seguridad o sabotaje al sistema. | Hardening de red, control de accesos, auditorías de seguridad, cifrado de datos y políticas de respuesta a incidentes. |

4.11 Preguntas clave y respuestas

¿Se cuenta con personal adecuado?

Parcialmente.

Se requiere:

- Ingenieros IA
- Técnicos de campo
- Analistas SOC

Estrategia: formación + convenios + outsourcing selectivo

¿Se cuenta con recursos? ¿Cómo se obtendrán?

Sí, mediante:

- Capital inicial
- Comercialización SaaS
- Contratos recurrentes

Tiempo de consecución e implementación

| Fase | Tiempo |
|--------------|-------------|
| MVP | 3-4 meses |
| Escalamiento | 12-18 meses |

¿Qué ocurre si no se cumplen metas?

- Payback > 3 años
- Pérdida competitiva
- Menor impacto preventivo
- Riesgo financiero moderado

Cambios del entorno que afectan

- Regulaciones
- Crisis económica
- Crimen organizado
- Competidores globales
- Fallas energéticas

4.12 Análisis de sensibilidad (ligado a nodos Edge)

| Escenario | Ingresos/año | Payback | ROI |
|-----------|--------------|----------|-----|
| Pesimista | \$200.000 | 3.2 años | 25% |
| Base | \$300.000 | 2.1 años | 55% |
| Optimista | \$420.000 | 1.4 años | 90% |

Resultado clave:

Incluso con baja adopción comercial, el proyecto se mantiene rentable.

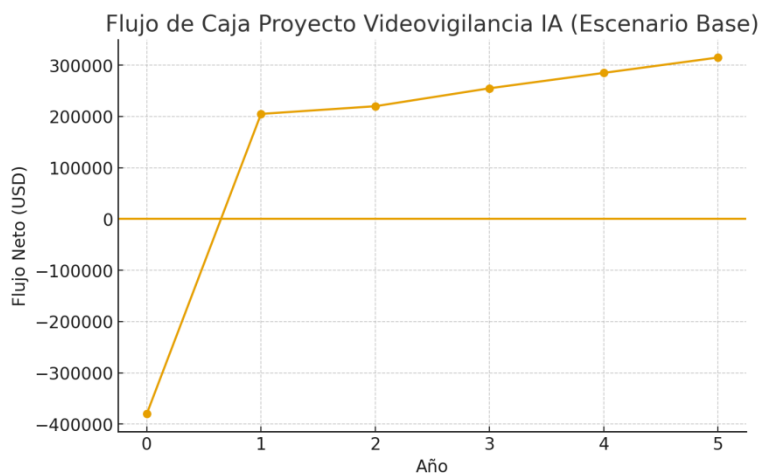
4.13 Conclusión general

La evaluación de riesgos confirma que la alternativa basada en Edge AI distribuido mediante nodos Jetson:

- Optimiza costos unitarios por cámara
- Reduce dependencias de infraestructura centralizada
- Escala mediante modelo SaaS
- Minimiza latencia y errores humanos
- Genera retornos financieros tempranos

La arquitectura multi-nodo, validada en un MVP y escalada progresivamente, constituye una estrategia técnica y comercialmente viable, rentable y sostenible en el contexto del Guayas.

El flujo de caja proyectado muestra una recuperación temprana de la inversión inicial y flujos positivos sostenidos desde el año 1, indicando que el modelo es financieramente viable y escalable. La tendencia creciente evidencia un adecuado balance entre ingresos recurrentes y costos operativos, lo que permite alcanzar el punto de equilibrio en el corto plazo y generar retornos atractivos en los años posteriores. En conjunto, estos resultados confirman que la alternativa de videovigilancia con IA representa una propuesta rentable, autosostenible y alineada con los objetivos estratégicos del proyecto.



Matriz de riesgos

| | | | | | |
|--------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Probabilidad | 5 Muy probab. | Insignificante 2 | 2 Bajo desempeño 12 | 4 Resistencia al cambio 12 | 5 Falta de recursos para escalamiento |
| | 4 | Fallo de hardware Jetson 12 | 3 Fallo en integración técnica | 6 Costos imprevistos 12 | 8 Falta de recursos 15 |
| | 3 | Fallo en integración técnica 12 | 6 Costos imprevistos 12 | Cambios normativos 9 | 11 Cambios en petrones delictivos |
| | 1 Muy improbable | Bajo interés de mercado 8 | Riesgo reputacional 8 | Bajo interés de mercado | 12 Riesgo reputacional |
| | | Muy improbable | Menora | | Catastrófica |

La matriz evidencia que la mayoría de riesgos son medios y operativos, asociados a fallas técnicas y costos imprevistos.

Destacan tres riesgos críticos (rojo): resistencia al cambio, falta de recursos y limitaciones para el escalamiento.

El proyecto tiene un perfil de riesgo controlable, pero requiere acciones tempranas de gestión del cambio y planificación de recursos.

V. Desarrollo del plan de implementación

El plan de implementación constituye el enlace entre el análisis estratégico-financiero desarrollado en las fases previas y la ejecución operativa del proyecto “Implementación de un Sistema Inteligente de Videovigilancia para la Detección Temprana de Amenazas en la provincia del Guayas”. En esta etapa se organiza una hoja de ruta clara y aplicable que orienta cómo se llevará el concepto a la práctica.

La alternativa seleccionada se basa en dispositivos de procesamiento local (nodos Edge), equipos compactos con capacidad de ejecutar modelos de IA directamente en el sitio donde se capturan los eventos. Este enfoque reduce la latencia, disminuye la dependencia de infraestructura externa y mejora la precisión de las detecciones. El proceso inicia con un prototipo demostrativo de bajo costo (USD 1.240 por nodo con 4 cámaras), que permite validar el funcionamiento del sistema antes de su expansión comercial.

El plan de implementación aborda:

1. Hitos y fases principales, desde el prototipo hasta la expansión progresiva en sectores prioritarios del Guayas.
2. Comunicación estratégica con los tomadores de decisiones, garantizando trazabilidad y gobernanza.
3. Identificación de recursos técnicos, humanos, financieros y logísticos, incluyendo proveedores internacionales y procesos de importación.
4. Clarificación de roles y responsabilidades mediante una matriz RACI, que asegura coordinación efectiva.
5. Estimación de la recuperación de la inversión, fundamentada en indicadores como ROI, VAN, TIR y punto de equilibrio.
6. Definición de indicadores de seguimiento (KPIs) que permiten evaluar desempeño e impacto preventivo.
7. Integración del plan de mitigación de riesgos, alineado con los análisis de fases anteriores.

En conjunto, este plan orienta una implementación realista, sostenible y técnicamente sólida, demostrando que el sistema propuesto es viable y administrable bajo estándares profesionales, acorde con las necesidades de seguridad en la provincia del Guayas.

5.1 Determinación de hitos del proyecto

Los hitos constituyen la secuencia ordenada de actividades críticas que permiten avanzar desde la validación inicial del sistema hasta su despliegue comercial en la provincia del Guayas. Cada hito responde a objetivos verificables y aporta insumos para la toma de decisiones técnicas, financieras y estratégicas.

Hito 1: Desarrollo del prototipo demostrativo (Nodo de 4 cámaras – USD 1.240, Año 0)

Este primer hito corresponde a la adquisición e instalación de un nodo de procesamiento local compuesto por un dispositivo Jetson Nano / reComputer J1010, accesorios técnicos y cuatro cámaras IP 1080p, con un costo aproximado de USD 1.240. Su propósito es:

- Validar la capacidad del modelo de IA para detectar eventos en tiempo real.
- Medir la latencia, estabilidad operativa y calidad de transmisión.
- Demostrar el funcionamiento del sistema a autoridades, potenciales clientes y actores clave del sector.
- Proveer evidencia técnica para fundamentar el avance hacia el siguiente nivel de implementación.

Hito 2: Implementación del MVP piloto (Meses 1–3)

Este hito contempla la instalación aproximada de **15 nodos (60 cámaras)** en entornos reales de la provincia del Guayas, tales como cooperativas de ahorro y crédito y urbanizaciones cerradas. El piloto permite:

- Evaluar el desempeño del sistema bajo condiciones operativas reales.
- Verificar la escalabilidad del modelo de negocio tipo SaaS.
- Ajustar configuraciones de red, parámetros de IA y procesos de operación en campo.

Hito 3: Validación integral y decisión de escalamiento (Meses 3–6)

En esta etapa se consolida información técnica, operativa y financiera proveniente del piloto, mediante indicadores estructurados:

- **KPIs técnicos:** precisión del modelo, latencia promedio, estabilidad, disponibilidad del servicio.
- **KPIs financieros:** costos reales de operación, ingresos iniciales, punto de equilibrio proyectado.
- **KPIs de percepción de valor:** satisfacción del usuario, sensación de seguridad y efectividad percibida.

Con base en los resultados obtenidos, los tomadores de decisiones determinan si se aprueba el escalamiento, si se realizan ajustes o si deben replantearse elementos del modelo operativo o comercial.

Hito 4: Escalamiento comercial en la provincia del Guayas (Meses 6–24)

Este hito marca la expansión progresiva del sistema hacia sectores prioritarios: comercios, urbanizaciones, pymes, cooperativas financieras, instituciones educativas e industrias. El ritmo de crecimiento depende de:

- Disponibilidad del proveedor internacional (NVIDIA, SeeedStudio) y tiempos de importación a través de courier.
- Capacidad de instalación y soporte de los equipos locales.
- Demanda efectiva en los sectores objetivos.

Durante este periodo se consolida el portafolio de servicios, se fortalecen acuerdos comerciales y se ajustan los parámetros del modelo SaaS.

Hito 5. Consolidación del servicio y expansión territorial (A partir del mes 24)

En esta fase se integran mejoras continuas al sistema, tales como:

- Nuevos modelos de IA para análisis forense, mapas de calor y conteo inteligente.
- Optimización del pipeline de eventos y automatización de alertas.
- Interoperabilidad con ECU 911, GADs e infraestructura de terceros.

Paralelamente, se evalúa la posibilidad de expansión hacia otras provincias con problemáticas similares en materia de seguridad.

| Hito | Descripción | Objetivo principal | Alcance / Componentes | Horizonte temporal |
|--|---|--|---|--------------------|
| H1. Prototipo demostrativo | Instalación del primer nodo de procesamiento local (4 cámaras). | Validar el funcionamiento técnico y demostrar el concepto. | Jetson Nano / reComputer J1010, accesorios, cámaras IP 1080p. Costo: USD 1.240. | Año 0 |
| H2. MVP piloto | Implementación de ~15 nodos (60 cámaras) en entornos reales del Guayas. | Evaluar desempeño operativo y refinar el modelo SaaS. | Instalación en cooperativas, urbanizaciones y pymes. | Meses 1–3 |
| H3. Validación integral y decisión de escalamiento | Evaluación técnica, operativa y financiera del MVP. | Determinar aprobación y ajustes del plan de escalamiento. | KPIs técnicos, financieros y de percepción de seguridad. | Meses 3–6 |
| H4. Escalamiento comercial (Guayas) | Expansión progresiva en sectores prioritarios. | Crecer comercialmente y fortalecer adopción del sistema. | Integración con proveedores internacionales y logística de importación. | Meses 6–24 |
| H5. Consolidación y expansión territorial | Mejora continua del sistema e incorporación de nuevas funciones IA. | Optimizar el servicio y abrir nuevos mercados. | IA avanzada, análisis forense, interoperabilidad con ECU 911 y GADs. | Mes 24 en adelante |

Los hitos descritos permiten trazar una evolución lógica desde la validación técnica inicial (prototipo de USD 1.240) hasta un modelo operativo y comercial plenamente escalado. Este esquema constituye la base estructural para la planificación financiera, la gestión de recursos, la evaluación de riesgos y el monitoreo continuo del proyecto

5.2 Comunicación con los tomadores de decisiones

La implementación de un sistema inteligente de videovigilancia basado en inteligencia artificial requiere un esquema de comunicación estructurado, continuo y estratégico. La naturaleza multisectorial del proyecto que involucra actores públicos, privados, tecnológicos y logísticos demanda mecanismos formales que aseguren trazabilidad, alineación de expectativas y capacidad de respuesta ante cambios operativos o de contexto. La comunicación se organiza en torno a dos pilares: identificación de actores clave y mecanismos formales de interacción, los cuales en conjunto fortalecen la gobernanza del proyecto y su sostenibilidad.

Actores clave:

1. Patrocinadores e inversionistas

Incluye a la dirección de la organización promotora, aliados institucionales y potenciales financiadores. Son responsables de la aprobación de recursos, la supervisión estratégica y la evaluación del retorno esperado.

2. Dirección tecnológica y de seguridad

Responsables de infraestructura TI, redes, integraciones, ciberseguridad y del funcionamiento del Centro de Operaciones (SOC). Su rol es fundamental para garantizar la compatibilidad y continuidad operacional del sistema.

3. Clientes institucionales

Comprende administradores de urbanizaciones, gerencias de pymes, cooperativas, instituciones educativas e industrias interesadas en adoptar la solución. Su retroalimentación es esencial para validar el valor preventivo y operativo del sistema.

4. Aliados públicos

Incluye ECU 911, el GAD del Guayas, Policía Nacional y otras entidades gubernamentales vinculadas a seguridad ciudadana y gobernanza. Su participación habilita integraciones de alto impacto y protocolos de respuesta coordinada.

5. Proveedor internacional y cadena logística

El proveedor tecnológico (NVIDIA / SeedStudio), el courier internacional (DHL, FedEx, UPS) y el agente de aduana son actores críticos para garantizar la disponibilidad de los nodos de procesamiento, cámaras y accesorios, así como el cumplimiento de los procesos SENA y los tiempos de importación.

6. Equipo de IA y desarrollo local

Encargados del ajuste, mantenimiento y actualización de los modelos de IA, asegurando la precisión, estabilidad y escalabilidad del sistema en su operación diaria.

Mecanismos de comunicación

1. Comité mensual del proyecto

Sesiones estructuradas para revisar el avance de hitos, la evolución del presupuesto, los riesgos operativos y el cumplimiento de acuerdos con el proveedor internacional y la cadena logística.

Este espacio constituye el núcleo formal de gobernanza del proyecto.

2. Mesas técnicas con actores públicos

Instancias de coordinación con ECU 911, GAD del Guayas y Policía Nacional para revisar protocolos de actuación, definir procesos de interoperabilidad y asegurar coherencia con las políticas cantonales y provinciales de seguridad.

3. Reportes trimestrales a inversionistas

Documentos ejecutivos que presentan el estado financiero del proyecto, evolución del flujo de caja, KPIs del sistema y análisis del avance del plan de escalamiento. Estos reportes garantizan transparencia y fortalecen la confianza entre las partes.

4. Canales de retroalimentación con clientes

Incluyen encuestas semestrales, revisiones de servicio y acceso a dashboards de desempeño. Estos mecanismos permiten identificar oportunidades de mejora y consolidar la percepción de valor del sistema.

5. Canales formales con el proveedor internacional y el agente de aduana

Establecen seguimiento continuo de órdenes de compra, tiempos de importación, variaciones de precios, acuerdos de garantía y necesidades de soporte técnico especializado.



Este sistema de comunicación proporciona una estructura robusta que facilita la coordinación interinstitucional, previene desviaciones operativas y permite ajustes ágiles frente a variaciones en la demanda, condiciones logísticas o cambios en la seguridad del entorno. En conjunto, constituye un componente esencial para asegurar la gobernanza y sostenibilidad del proyecto de videovigilancia con IA en la provincia del Guayas.

5.3 Identificación de recursos

La correcta identificación y planificación de recursos constituye un componente esencial para garantizar la viabilidad técnica, operativa y financiera del sistema inteligente de videovigilancia basado en IA. Los recursos descritos a continuación se encuentran alineados con los análisis de costos, proyecciones y supuestos establecidos en fases anteriores del proyecto y consideran las particularidades logísticas y tecnológicas asociadas a la operación en la provincia del Guayas.

5.3.1 Recursos técnicos

Los recursos técnicos representan la base operativa del sistema y se estructuran de acuerdo con el diseño funcional definido en las Fases 3 y 4:

Componentes tecnológicos principales

- **Nodo prototipo de 4 cámaras (USD 1.240):** Incluye un módulo Jetson Nano o reComputer J1010, accesorios de integración y cuatro cámaras IP 1080p. Este dispositivo opera como unidad demostrativa para validar la IA en tiempo real y sirve como referencia tecnológica para los nodos posteriores.
- **Nodos de procesamiento adicionales (MVP y escalamiento):** Siguen la misma arquitectura técnica del prototipo, con capacidad para procesar video en el sitio mediante modelos de IA. La configuración estándar se mantiene en **4 cámaras por nodo**, lo que asegura estabilidad, bajo nivel de latencia y capacidad de crecimiento modular.
- **Cámaras IP y sensores complementarios:** Compatibles con ONVIF/RTSP, preparados para ejecutar analítica de video en tiempo real y con resistencia adecuada para ambientes urbanos.
- **Infraestructura de red:** Enlaces de datos dedicados, segmentación por VLANs, políticas de Calidad de Servicio (QoS), redundancia y medidas de ciberseguridad perimetral.
- **Plataforma SaaS y tableros de monitoreo:** Incluyen gestión de eventos, reportería, auditoría y acceso multiusuario para operadores internos y clientes.
- **Sistemas de almacenamiento:** Soluciones locales (NVR o NAS) y almacenamiento en la nube para respaldo y custodia de evidencias forenses.

Rol del proveedor internacional y de la cadena logística

El suministro de nodos de procesamiento y componentes clave depende de una cadena logística internacional que incorpora:

- **Proveedor internacional (NVIDIA / SeedStudio):** Provee tarjetas Jetson, dispositivos reComputer J1010 y módulos especializados para IA embebida.
- **Courier internacional:** Gestiona el transporte seguro de los equipos desde el país de origen hasta Ecuador, con seguimiento de ruta y tiempos estimados de entrega.

- **Agente de aduana:** Supervisa el proceso de importación, clasificación arancelaria, pago de impuestos y nacionalización de la carga.

Debido a esta estructura logística, la planificación incluye:

- Tiempos de entrega (lead times) asociados a importaciones.
- Mantenimiento de inventario mínimo de seguridad.
- Evaluación de proveedores alternativos para garantizar continuidad operativa ante interrupciones globales.

5.3.2 Recursos humanos

La operación del sistema requiere perfiles multidisciplinarios que aseguren tanto el despliegue inicial como la escalabilidad del proyecto:

- **Director del proyecto / PMO:** Responsable de la planificación, ejecución y evaluación global del proyecto.
- **Arquitecto de IA y analítica de video:** Diseña, ajusta y valida los modelos de IA, garantizando precisión y eficiencia en los nodos de procesamiento.
- **Técnicos de instalación y mantenimiento:** Ejecutan la instalación física de nodos y cámaras, pruebas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo.
- **Operadores del Centro de Monitoreo (SOC):** Realizan supervisión en tiempo real, gestión de alertas y articulación con actores públicos.
- **Responsable comercial y de alianzas:** Encargado del relacionamiento con clientes institucionales y del crecimiento del modelo SaaS.
- **Especialista financiero:** Analiza el ROI, VAN, TIR y proyecciones del flujo de caja.
- **Punto focal para compras internacionales:** Coordina pedidos, gestiona interacciones con proveedor, courier y agente de aduana.

Estos perfiles permiten una ejecución ordenada del proyecto, reducen riesgos de implementación y aseguran sostenibilidad durante el escalamiento.

5.3.3 Recursos financieros

Con base en los escenarios calculados en las Fases 3 y 4, los recursos financieros se estructuran de la siguiente manera:

Inversión inicial (CAPEX): Aproximadamente USD 380.000

Incluye:

- Prototipo demostrativo (USD 1.240).
- Equipamiento del MVP (nodos, cámaras y red).
- Desarrollo, integración y pruebas de la plataforma SaaS.
- Costos logísticos asociados: flete internacional, seguros, aranceles, almacenaje temporal y servicios del agente de aduana.

Costos operativos anuales (OPEX): Aproximadamente USD 95.000

Cubren:

- Soporte técnico y mantenimiento de nodos.
- Servicios de conectividad y servidores.
- Actualización y recalibración de modelos de IA.
- Salarios del personal técnico y operativo.
- Licencias de software y costos administrativos.

Ingresos anuales proyectados

Dependiendo de la adopción del modelo SaaS en la provincia del Guayas:

- Entre **USD 290.000 y USD 420.000** al año.
Estos valores se basan en la proyección gradual de clientes institucionales y nodos instalados, manteniendo un modelo comercial escalable.

5.3.4 Recursos organizacionales

Los recursos organizacionales sostienen la operación continua del sistema y garantizan estándares adecuados de gobernanza, calidad y seguridad:

- **Políticas de seguridad de la información y protección de datos personales**, en concordancia con normativa ecuatoriana y buenas prácticas internacionales.
- **Manuales y procedimientos operativos estándar (SOP)**: Incluyen monitoreo, mantenimiento, manejo de incidentes y protocolos de comunicación.
- **Contratos comerciales y SLAs con clientes**: Establecen niveles de servicio, tiempos de respuesta y compromisos de disponibilidad.
- **Contratos marco con proveedor internacional, courier y agente de aduana**: Definen tiempos de entrega, garantías, soporte, reemplazos y condiciones logísticas.

Identificación de Recursos
Proyecto de Videovigilancia con IA (Guayas)

Recursos Técnicos

- Nódo prototipo (4 cámaras) — USD 1.240
- Nodos Edge Jetson / reComputer para MVP y escalamiento
- Cámaras IP 1080p ONVIF
- Accesorios, gabinetes, switches PoE
- Plataforma SaaS + dashboards
- Redes, VLANs, QoS

Recursos Humanos

- Líder de proyecto
- Arquitecto de IA
- Técnicos de campo
- Operadores SOC
- Responsable comercial

Recursos Organizacionales

- Políticas de seguridad de la información
- SOPs de monitoreo y respuesta
- SLAs y contratos
- Coordinación con ECU 911 y GADs

Cadena Logística Internacional

- Proveedor internacional: NVIDIA / SeeedStudio
- Courier internacional: DHL / FedEx / UPS
- Agencia de aduana — procesos SENAE
- Tiempos de importación 7-14 días

La correcta identificación de recursos permite dimensionar con precisión los requerimientos del proyecto, anticipar riesgos operativos y financieros, y asegurar una implementación eficiente y sostenible del sistema inteligente de videovigilancia en la provincia del Guayas

Tabla Ejecutiva de Recursos del Proyecto

Sistema Inteligente de Videovigilancia con IA – Provincia del Guayas

| Categoría de Recursos | Descripción Resumida | Componentes Clave | Relación con el Proyecto |
|--|---|---|--|
| 1. Recursos Técnicos | Infraestructura tecnológica necesaria para operar el sistema IA con nodos de procesamiento local. | • Nodo prototipo de 4 cámaras (USD 1.240). | Permiten el procesamiento en sitio, reducen latencia, sostienen el análisis en tiempo real y sirven de base para el modelo SaaS. |
| | | • Nodos de procesamiento para MVP y escalamiento. | |
| | | • Cámaras IP 1080p ONVIF/RTSP. | |
| | | • Redes: VLANs, QoS, conectividad dedicada. | |
| | | • Plataforma SaaS y dashboards. | |
| | | • Almacenamiento local/nube. | |
| Cadena logística internacional (Proveedor-Courier-Aduana) | Asegura el abastecimiento oportuno de nodos IA y accesorios. | • NVIDIA / SeeedStudio (hardware principal). | Impacta en tiempos de entrega, costos logísticos, niveles de inventario y continuidad del escalamiento. |
| | | • Courier internacional (transporte). | |
| | | • Agente de aduana (nacionalización, impuestos, trámites). | |
| 2. Recursos Humanos | Equipo multidisciplinario requerido para diseño, instalación, monitoreo y operación del sistema. | • Director del proyecto / PMO. | Sostienen la operación integral, garantizan calidad técnica, aseguran la atención al cliente y apoyan la expansión comercial. |
| | | • Arquitecto de IA y analítica de video. | |
| | | • Técnicos de instalación y mantenimiento. | |
| | | • Operadores del SOC. | |
| | | • Responsable comercial y de alianzas. | |
| | | • Especialista financiero. | |
| 3. Recursos Financieros | Inversión inicial y costos operativos basados en las Fases 3 y 4 del análisis financiero. | CAPEX (USD ~380.000): prototipo, MVP, red, plataforma SaaS, costos logísticos. | Determinan la viabilidad económica, el periodo de recuperación (1.5-2 años) y los retornos proyectados (ROI, VAN, TIR). |
| | | OPEX (USD ~95.000/año): soporte, conectividad, IA, salarios, licencias. | |
| | | Ingresos (USD 290.000-420.000/año): según adopción del modelo SaaS. | |
| 4. Recursos Organizacionales | Marcos normativos, operativos y contractuales que respaldan la gestión del sistema. | • Políticas de seguridad de la información y protección de datos. | Aseguran gobernanza, calidad operativa, cumplimiento legal y continuidad del servicio. |
| | | • Procedimientos SOP de monitoreo y mantenimiento. | |
| | | • Contratos comerciales y SLAs con clientes. | |
| | | • Contratos marco con proveedor internacional, courier y agente de aduana. | |

5.4 Aclaración de responsabilidades

Con el propósito de minimizar ambigüedades en la ejecución y fortalecer la rendición de cuentas, la implementación del proyecto se organiza mediante una estructura de responsabilidades basada en el modelo **RACI** (*Responsible, Accountable, Consulted, Informed*). Este enfoque permite delimitar funciones de manera clara, coordinar eficazmente los esfuerzos entre equipos multidisciplinarios y asegurar la trazabilidad de las decisiones en cada fase del proyecto. Su aplicación resulta especialmente relevante considerando la participación de actores nacionales e internacionales involucrados en la cadena tecnológica y logística del sistema.

A continuación, se presenta la Matriz RACI del Proyecto: Sistema Inteligente de Videovigilancia con IA para la Provincia del Guayas, que integra tanto los roles internos como los actores externos (proveedor internacional, courier y aliados públicos), debido a la dependencia tecnológica del hardware especializado (NVIDIA/SeedStudio) y los procesos de importación necesarios para el despliegue del MVP y las fases de escalamiento.

| Tareas del Proyecto | Patrocinador | Director del Proyecto | Líder Técnico IA | Líder SOC | Responsable Comercial | Finanzas | Compras Internacionales / Logística | Proveedor Internacional | Courier / Aduana | Aliados Públicos |
|---------------------------------|--------------|-----------------------|------------------|-----------|-----------------------|----------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| Prototipo demostrativo | A | R | C | I | I | C | I | C | R | I |
| Implementación MVP | I | R | A | R | C | C | I | I | I | C |
| Validación técnica/financiera | A | R | R | C | I | R | I | I | I | C |
| Decisión de escalamiento | A | C | C | I | C | R | I | I | I | C |
| Escalamiento comercial | I | R | C | R | A | I | R | I | R | C |
| Gestión logística internacional | I | I | I | I | I | C | A | R | R | I |
| Mantenimiento operativo | I | R | A | R | I | I | I | C | I | I |
| Actualizaciones IA | I | C | R | C | I | I | I | C | I | I |
| Medición de KPIs | A | R | C | C | I | R | I | I | I | C |
| Reportes a inversionistas | R | R | C | I | I | C | I | I | I | A |

- **R – Responsible (Responsable):** Ejecuta la tarea directamente y garantiza su desarrollo operativo.
- **A – Accountable (Aprobador):** Asume la responsabilidad final del resultado y valida entregables.
- **C – Consulted (Consultado):** Aporta criterio técnico, financiero u operativo especializado.
- **I – Informed (Informado):** Debe ser notificado del avance, hitos o resultados obtenidos.

La matriz muestra la asignación detallada de las responsabilidades para cada una de las tareas clave del proyecto, incluyendo el prototipo demostrativo, implementación del MVP, validación técnica y financiera, decisiones de escalamiento, operaciones, mantenimiento, actualizaciones de IA, KPIs y reportes a inversionistas. Esta estructura permite:

- Evitar duplicidades en la ejecución.
- Asegurar un flujo de información oportuno entre todos los participantes.
- Identificar claramente quién aprueba, quién ejecuta y quién debe ser consultado o informado.
- Facilitar la coordinación entre actores locales e internacionales, indispensable en proyectos que dependen de hardware importado y servicios logísticos externos.

Roles y responsabilidades clave

| Rol | Función principal | Responsabilidades clave |
|--|---|---|
| Patrocinador del proyecto | Responsable último de la iniciativa | Aprobar recursos; definir prioridades estratégicas; validar hitos críticos. |
| Director del proyecto | Responsable de la ejecución integral | Planificar y coordinar equipos; gestionar riesgos; reportar avances. |
| Líder técnico de IA / arquitectura | Diseño y calidad técnica | Definir arquitectura Edge/SaaS; supervisar calibración de modelos; asegurar cumplimiento de KPIs técnicos. |
| Líder de operaciones / SOC | Operación diaria del sistema | Administrar monitoreo; coordinar respuesta a incidentes; implementar SOP y capacitaciones. |
| Responsable comercial y de alianzas | Desarrollo de mercado | Diseñar ofertas; gestionar contratos; coordinar pilotos y expansión con clientes estratégicos en el Guayas. |
| Responsable financiero | Control presupuestario y análisis | Dar seguimiento a CAPEX/OPEX; actualizar flujos de caja; medir ROI, VAN, TIR y payback. |
| Coordinador de compras internacionales y logística | Gestión con proveedor internacional, courier y aduana | Planificar pedidos; negociar condiciones; supervisar envíos; coordinar con agente de aduana; asegurar disponibilidad oportuna de nodos y cámaras. |

La tabla de roles complementa la matriz RACI al describir la función principal de cada perfil y sus responsabilidades específicas dentro del proyecto:

- **Patrocinador del proyecto:** Responsable último de la iniciativa, aprueba recursos y valida hitos estratégicos.
- **Director del proyecto:** Supervisa la ejecución integral, coordina equipos, gestiona riesgos y reporta avances.
- **Líder técnico de IA / Arquitectura:** Diseña la arquitectura Edge/SaaS, calibra modelos y garantiza el cumplimiento de KPIs técnicos.
- **Líder de operaciones / SOC:** Gestiona la operación diaria, monitoreo, incidentes y protocolos operativos.
- **Responsable comercial y de alianzas:** Desarrolla mercado, coordina pilotos y lidera la expansión comercial en el Guayas.
- **Responsable financiero:** Controla el presupuesto, analiza CAPEX/OPEX y evalúa indicadores como ROI, VAN, TIR y periodos de recuperación.
- **Coordinador de compras internacionales y logística:** Gestiona pedidos, negociación, envíos, trámites con aduana y disponibilidad de nodos.

La combinación de la matriz RACI con la definición clara de roles permite establecer una estructura de gobernanza sólida para el proyecto. Esto contribuye a una gestión más eficiente, reduce riesgos de retrasos por falta de coordinación, y garantiza que cada fase desde el MVP hasta el escalamiento comercial cuente con responsables claramente definidos, tanto en el ámbito técnico como financiero, logístico y estratégico.

5.5 Estimación de fechas de recuperación de la inversión

La estimación de la recuperación de la inversión se fundamenta en los análisis financieros detallados en las Fases 3 y 4, los cuales incorporan los costos reales de equipamiento, logística internacional (proveedor, courier y aduana), operación, mantenimiento y proyección de ingresos del modelo SaaS. A partir de estos datos, se comparan las cuatro alternativas evaluadas y se determina cuál ofrece una combinación viable entre rendimiento financiero, escalabilidad técnica y capacidad de adopción en la provincia del Guayas.

5.5.1 Síntesis del análisis financiero por alternativa

A continuación, se presenta una comparación estructurada del desempeño financiero de las cuatro opciones evaluadas para mejorar el sistema de videovigilancia:

Alternativa 1 – Mantener el sistema actual

- ROI y VAN negativos.
- No existe TIR ni periodo de recuperación.
- Los costos operativos continúan incrementándose sin generar ingresos ni beneficios en detección temprana.

Alternativa 2 – Incrementar cámaras tradicionales

- CAPEX aproximado: USD 300.000.
- OPEX anual estimado: USD 150.000.
- Indicadores financieros (ROI, VAN, TIR) permanecen negativos.
- No genera innovación tecnológica ni nuevas fuentes de ingreso.

Alternativa 3 – Monitoreo externo

- OPEX anual elevado: cerca de USD 420.000.
- Alta dependencia del proveedor externo y ausencia de activos propios.
- ROI y VAN negativos; sin recuperación de la inversión.

Alternativa 4 – Sistema Inteligente basado en IA Edge (alternativa seleccionada)

Esta alternativa integra el **prototipo demostrativo de bajo costo** (USD 1.240 por nodo de 4 cámaras), los componentes del MVP y los costos logísticos asociados a la importación de hardware, consolidando un modelo técnico y financiero superior.

Costos e ingresos estimados

- **CAPEX total aproximado:** USD 380.000
Incluye: prototipo, nodos del MVP, infraestructura de red, plataforma SaaS y costos de importación (courier + aduana).
- **OPEX anual:** USD 95.000
Cubre soporte, mantenimiento, conectividad, actualizaciones de IA y licencias.
- **Ingresos anuales estimados:** USD 250.000 – USD 450.000
Basados en la expansión progresiva de nodos en sectores vulnerables del Guayas.

Indicadores financieros

- **ROI acumulado a 5 años:** $\approx 70\%$.
- **VAN:** positivo (tasa de descuento del 12 %).
- **TIR:** entre 25 % y 30 %, superior al costo promedio del capital.
- **Periodo de recuperación:** entre 1,5 y 2 años, incluso bajo supuestos conservadores.

| Tabla comparativa de las cuatro alternativas | | | | |
|--|---------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Indicador / Variable | Alternativa 1 Sistema actual | Alternativa 2 + Cámaras tradicionales | Alternativa 3 Monitoreo externo | Alternativa 4 (Seleccionada) IA con procesamiento local (nodos de 4 cámaras) |
| CAPEX inicial | \$0 | \$300.000 | \$0 | \$380.000 (incluye prototipo, MVP y logística internacional) |
| OPEX anual | \$180.000 | \$150.000 | \$420.000 | \$95.000 |
| Ingresos anuales | \$0 | \$0 | \$0 | \$250.000 – \$450.000 |
| ROI (5 años) | Negativo | Negativo | Negativo | $\approx 70\%$ |
| VAN (5 años) | $\approx -\$650.000$ | Negativo | Negativo | Positivo |
| TIR | No aplica | Negativa | No aplica | 25 % – 30 % |
| Payback | No existe | No se recupera | No se recupera | 1,5 – 2 años |
| Punto de equilibrio | No se alcanza | No se alcanza | No se alcanza | Meses 18 – 24 |
| Escalabilidad | Baja | Baja | Nula | Alta (modelo SaaS + nodos de procesamiento local) |
| Dependencia tecnológica | Operador humano | Equipos sin IA | Total del proveedor | Moderada: hardware importado + IA local |
| Impacto preventivo | Limitado | Bajo | Bajo | Alto: detección temprana + automatización |

5.5.2 Proyección fundamentada del número de nodos por año

La estimación del número de nodos de procesamiento instalados por año se sustenta en los hitos estratégicos definidos dentro del plan de implementación, así como en variables operativas y de mercado que inciden directamente en la capacidad de despliegue. Entre los elementos considerados destacan:

- **Los hitos del proyecto**, que establecen una ruta progresiva desde el prototipo demostrativo hasta la madurez comercial del sistema.
- **La capacidad logística**, determinada por los tiempos de importación, disponibilidad del proveedor internacional (NVIDIA/SeeedStudio) y eficiencia del courier y del agente de aduana.
- **La demanda efectiva** de sectores prioritarios de la provincia del Guayas, especialmente urbanizaciones, pymes, cooperativas, instituciones educativas e industrias con alta vulnerabilidad delictiva.
- **El crecimiento esperado del modelo SaaS**, que tiende a expandirse conforme se validan casos de éxito y aumenta la confianza institucional en soluciones basadas en IA.

Bajo estos criterios, se estructura la siguiente **proyección de instalación de nodos IA por año**, donde cada nodo corresponde a un dispositivo de procesamiento equipado con cuatro cámaras IP, con un costo unitario de **USD 1.240**. Esta proyección refleja un avance progresivo, técnicamente viable y comercialmente sustentado, alineado con el potencial de adopción en la provincia del Guayas.

A continuación, se presenta la tabla resumen:

| Tabla: Proyección de nodos IA instalados en la provincia del Guayas | | | | | |
|---|--|----------------------------|-----------------|----------------------------|--|
| Año | Descripción | Nodos instalados en el año | Total acumulado | Costo por nodo (USD 1.240) | Justificación técnica / comercial |
| Año 0 | Prototipo demostrativo | 1 | 1 | USD 1.240 | Validación técnica y de latencia; pruebas de rendimiento y demostración institucional; base para el MVP. |
| Año 1 | Implementación del MVP piloto | 15 nodos | 16 | USD 18.600 | Operar en ambientes reales (cooperativa, urbanización); calibrar IA; validar modelo SaaS. |
| Año 2 | Escalamiento inicial en sectores prioritarios | 30 nodos | 46 | USD 37.200 | Expansión en comercios, pymes, instituciones educativas y urbanizaciones con alta demanda. |
| Año 3 | Expansión comercial acelerada | 50 nodos | 96 | USD 62.000 | Crecimiento por adopción del modelo preventivo; mayor confianza del mercado. |
| Año 4 | Consolidación del modelo IA + analítica avanzada | 70 nodos | 166 | USD 86.800 | Integración con analítica forense, mapas de calor, heatmaps y monitoreo avanzado. |
| Año 5 | Madurez operativa y nuevas verticales | 90 nodos | 256 | USD 111.600 | Expansión hacia industrias, cooperativas grandes y operaciones mixtas público-privadas. |

5.5.3 Flujo de caja y punto de equilibrio

La proyección del flujo de caja se construye a partir de los supuestos financieros validados en las fases anteriores incluyendo el CAPEX inicial de aproximadamente USD 380.000, los OPEX recurrentes y los ingresos estimados según la adopción progresiva de nodos IA en la provincia del Guayas. Esta proyección permite evaluar la capacidad del proyecto para generar retornos positivos y recuperar la inversión inicial dentro de un horizonte temporal razonable.

Flujo proyectado a 5 años

El flujo neto anual considera:

- **Ingresos derivados del modelo SaaS**, que crecen conforme se incrementa el número de nodos instalados.
- **Costos operativos**, que incluyen soporte técnico, actualizaciones de IA, personal, conectividad y mantenimiento.
- **Reinversiones operativas necesarias para mantener y escalar el sistema.**

Los valores estimados son los siguientes:

- **Año 0:** flujo negativo inicial de **-USD 380.000**, correspondiente al CAPEX (prototipo, nodos del MVP, infraestructura tecnológica y costos logísticos internacionales).
- **Años 1 a 5:** flujos netos positivos que oscilan entre **USD 205.000** y **USD 315.000**, en función del crecimiento comercial y la instalación progresiva de nodos.
- **Flujo acumulado a 5 años:** aproximadamente **USD 900.000**, lo que evidencia una tendencia sostenida de recuperación y generación de valor.

Punto de equilibrio (Break-even Point)

De acuerdo con el comportamiento del flujo acumulado:

- El proyecto alcanza el **punto de equilibrio** entre los **meses 18 y 24**, momento en el cual los ingresos netos superan el valor inicial invertido.
- Este resultado está directamente relacionado con:
 - **El ritmo de instalación de nodos de procesamiento**, que determina la velocidad de adopción del servicio SaaS.
 - **La eficiencia logística del proveedor internacional y del courier**, cuya capacidad de entrega influye en el ritmo de despliegue en el territorio.
 - **La demanda creciente del sector privado y comunitario en el Guayas**, especialmente en urbanizaciones, pymes, cooperativas y entidades educativas.

El logro del punto de equilibrio antes del segundo año ratifica que el modelo seleccionado basado en procesamiento local (IA Edge) y monetización SaaS posee una estructura financiera saludable, con retornos progresivos y sostenibles en el tiempo.

| FLUJO DE CAJA PROYECTADA A 5 AÑOS | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|
| Año | Flujo Neto (USD) | Flujo Acumulado (USD) |
| Año 0 | -380000 | -380000 |
| Año 1 | 205000 | -175000 |
| Año 2 | 235000 | 60000 |
| Año 3 | 265000 | 325000 |
| Año 4 | 290000 | 615000 |
| Año 5 | 315000 | 930000 |

Conclusión

La combinación de un flujo de caja positivo desde el primer año, un periodo de recuperación reducido y un VAN favorable convierte a esta alternativa en **financieramente viable y adecuada para su implementación** en contextos de alta demanda de seguridad como la provincia del Guayas. La estructura del flujo demuestra que el proyecto no solo recupera su inversión con rapidez, sino que establece una base sólida para la expansión y diversificación del modelo a mediano y largo plazo.

5.5.4 Análisis de sensibilidad

Con el propósito de evaluar la robustez financiera del proyecto ante variaciones en las condiciones de mercado, se desarrolló un análisis de sensibilidad basado en tres escenarios: pesimista, base y optimista. Este análisis considera fluctuaciones en el ritmo de adopción comercial, posibles retrasos en la importación de nodos, variaciones en los costos logísticos internacionales e incertidumbre en los ingresos derivados del modelo SaaS.

Escenario pesimista

En este escenario, los ingresos anuales disminuyen a aproximadamente **USD 200.000**, debido principalmente a retrasos en la cadena logística (proveedor internacional, courier y aduana) o a una adopción más lenta por parte del mercado local. Los resultados estimados son:

- **Payback:** ~3,2 años
- **ROI:** ~25 %
- **VAN:** se mantiene positivo aunque reducido

Aun bajo estas condiciones desfavorables, el proyecto continúa siendo rentable, lo que evidencia una adecuada resiliencia financiera.

Escenario base

Corresponde al comportamiento esperado según la proyección de adopción progresiva de nodos IA en la provincia del Guayas, con ingresos anuales cercanos a **USD 300.000**.

Los resultados son:

- **Payback:** $\approx 2,1$ años
- **ROI:** $\approx 55\%$
- **VAN:** positivo bajo la tasa de descuento del 12%

Este escenario refleja la operación típica del proyecto y coincide con el flujo de caja proyectado en la Fase 5.

Escenario optimista

Aquí se considera una adopción acelerada gracias al valor preventivo del modelo, su capacidad de escalamiento y la expansión en sectores comerciales, industriales y cooperativas. Los ingresos anuales alcanzan aproximadamente **USD 420.000**.

Los resultados indican:

- **Payback:** $\approx 1,4$ años
- **ROI:** $\approx 90\%$
- **VAN:** fuertemente positivo

Este escenario confirma el potencial del proyecto para convertirse en un modelo sostenible y altamente rentable.

Tabla: Análisis de sensibilidad

| Variable / Métrica | Escenario pesimista | Escenario base | Escenario optimista |
|--|--|--|---|
| Ingresos anuales estimados | USD 200.000 | USD 300.000 | USD 420.000 |
| Flujo neto anual estimado | Bajo (afecta caja y ritmo de expansión) | Estable y sostenible | Alto, favorece expansión acelerada |
| Payback (recuperación de inversión) | $\approx 3,2$ años | $\approx 2,1$ años | $\approx 1,4$ años |
| ROI acumulado a 5 años | $\approx 25\%$ | $\approx 55\%$ | $\approx 90\%$ |
| Impacto de la cadena logística internacional | Alta probabilidad de retrasos en importación de nodos y accesorios | Tiempos de entrega dentro de rangos previstos | Cadena logística eficiente; disponibilidad plena de nodos |
| Demanda comercial | Menor adopción (urbanizaciones y pymes tardan en contratar SaaS) | Adopción moderada según proyección del Guayas | Alta adopción por percepción de seguridad y efectividad del MVP |
| Riesgo financiero | Medio – el proyecto sigue siendo viable | Bajo – rentabilidad clara | Muy bajo – márgenes amplios y expansión sostenible |
| Conclusión por escenario | El proyecto sigue siendo viable, aunque con recuperación más lenta | El proyecto es financieramente sólido y sostenible | El proyecto alcanza excelente rentabilidad y rápida expansión |

Conclusión del análisis de sensibilidad

La solución basada en IA Edge mantiene resultados financieros favorables incluso bajo variaciones críticas en ingresos y costos logísticos. Su rentabilidad depende principalmente del crecimiento del modelo SaaS y la expansión de nodos. En conjunto, la alternativa seleccionada se confirma como sólida, escalable y sostenible en distintos escenarios operativos.

5.6 Análisis comparativo de pros y contras de las alternativas

El análisis de pros y contras constituye un insumo clave para la toma de decisiones, pues permite contrastar no solo los resultados financieros, sino también los efectos operativos, tecnológicos y estratégicos de cada alternativa evaluada. A partir del estudio desarrollado en las fases previas que integran costos, beneficios, riesgos, dependencia tecnológica y capacidad de escalamiento se presenta una comparación estructurada que evidencia de manera clara las fortalezas y limitaciones de cada opción.

La siguiente tabla resume los principales hallazgos y permite visualizar el grado de alineación de cada alternativa con los objetivos del proyecto: reducir riesgos delictivos, mejorar la capacidad operativa, incorporar analítica avanzada y asegurar sostenibilidad financiera en la provincia del Guayas.

| Tabla de pros y contras de las alternativas | | |
|--|---|--|
| Alternativa | Principales pros | Principales contras |
| 1. Mantener sistema actual | No requiere inversión inicial. | Modelo reactivo; alta dependencia del operador humano; no reduce pérdidas; indicadores financieros negativos. |
| 2. Incrementar cámaras tradicionales | Mayor cobertura visual; implementación relativamente rápida. | Incremento de carga operativa y de personal; sin analítica; costos elevados a 5 años; ROI y VAN negativos. |
| 3. Monitoreo externo | Acceso a personal especializado. | Dependencia fuerte del proveedor externo; costos muy altos; no genera activos propios; sin IA ni capacidades predictivas. |
| 4. Sistema IA Edge (propuesta) | Detección temprana y automatizada; escalabilidad por modelo SaaS; integración con infraestructura existente; ROI y VAN positivos; payback en el | Requiere inversión inicial significativa; demanda talento técnico; depende de la coordinación con proveedor internacional y cadena logística para garantizar el suministro de nodos. |

La síntesis refuerza que solo la alternativa 4 combina valor preventivo, sostenibilidad económica y posibilidad real de escalamiento en el Guayas.

5.7 Plan de implementación: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Responsable? ¿Recursos? ¿KPI?

El plan de implementación constituye la hoja de ruta operativa que traduce la alternativa seleccionada Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA con nodos de procesamiento local en actividades concretas, calendarizadas y articuladas entre los diferentes actores del proyecto. Su estructura integra los principios de gestión de proyectos, las capacidades técnicas del sistema, los hitos previamente definidos y la dependencia logística inherente al suministro internacional de hardware especializado.

El objetivo es asegurar una ejecución ordenada, escalable y medible mediante KPIs, permitiendo la progresión desde un prototipo demostrativo hasta la consolidación comercial del modelo SaaS en la provincia del Guayas.

A continuación, se presenta el **Plan de Implementación resumido**, organizado en etapas, con sus respectivos mecanismos de ejecución, responsables y métricas de seguimiento.

| ¿Cuándo? | ¿Dónde? | Responsable principal | Recursos clave | KPI de control |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| Meses 0–1 | Oficina central y entorno de laboratorio. | Director del proyecto y líder técnico de IA, con apoyo del coordinador de compras internacionales. | Documento de requerimientos; diseño de arquitectura; estimaciones de costo y lead time de importación. | Documento de diseño aprobado; alcance funcional definido; cronograma y presupuesto preliminar validados. |
| Meses 1–3 | Sitio(s) piloto en la provincia del Guayas (p. ej., colegios, universidades urbanización). | Líder técnico / equipo de campo. | ~15 nodos de procesamiento local, 60 cámaras IP, conectividad, soporte del proveedor internacional y del courier para reposición de equipos. | % de nodos operativos; disponibilidad \geq 95 %; lead time de importación dentro del rango planificado. |
| Meses 3–4 | Centro de monitoreo y sitio piloto. | Líder de operaciones / SOC. | Datos de eventos; herramientas de analítica; instructores internos/externos. | Reducción \geq 30 % de falsas alarmas; satisfacción de usuarios piloto; cumplimiento de los KPIs técnicos definidos. |
| Meses 6–24 | Comercios, urbanizaciones, cooperativas e instituciones educativas de la provincia del Guayas. | Responsable comercial y PMO, con apoyo del coordinador logístico. | CAPEX para nuevos nodos; equipo de instalación y soporte; coordinación logística vigente con proveedor internacional, courier y agente de aduana. | Número de nodos instalados; ingresos anuales generados; porcentaje de entregas a tiempo de equipos importados; tasa de retención de clientes. |
| Desde el mes 24 en adelante | Provincia del Guayas y, potencialmente, otras provincias del país. | Dirección de TI y comité de innovación. | Presupuesto de I+D; equipo de IA y operaciones; relaciones de trabajo con proveedores tecnológicos y aliados públicos. | ROI acumulado; VAN actualizado; reducción de incidentes delictivos en zonas intervenidas; crecimiento del número de clientes y nodos en operación. |

Este plan mantiene un enfoque claro, a la vez que permite orientar la ejecución práctica del proyecto y su monitoreo.

5.8 Plan de mitigación de riesgos vinculados a la implementación

El proceso de mitigación de riesgos se fundamenta en los resultados de la matriz de riesgos desarrollada en la Fase 4 y se integra explícitamente en la planificación operativa del proyecto. Dado que la solución depende de equipamiento importado y de la estabilidad de la cadena logística internacional, el plan considera riesgos técnicos, organizacionales, financieros y logísticos, estableciendo acciones preventivas y correctivas que garantizan la continuidad del proyecto.

Riesgos y estrategias de mitigación

1. Falta de personal técnico especializado

Para asegurar la disponibilidad de talento adecuado durante la instalación, calibración y operación del sistema, se establecen las siguientes medidas:

- Implementación de programas de capacitación técnica y transferencia de conocimiento.
- Contratación temporal de especialistas para las fases críticas (MVP y escalamiento).
- Documentación exhaustiva de procedimientos operativos, configuraciones y manuales.

2. Resistencia al cambio del personal operativo

La adopción de un sistema basado en IA exige cambios culturales y procedimentales dentro de la organización. Para reducir fricciones:

- Desarrollo de campañas de sensibilización y socialización sobre beneficios y funcionamiento del sistema.
- Ejecución de pilotos demostrativos que evidencien mejoras reales en la operación.
- Participación visible de la alta dirección para fortalecer credibilidad y compromiso.

3. Limitaciones presupuestarias para el escalamiento

Para garantizar sostenibilidad financiera durante el crecimiento del sistema:

- Implementación de un escalamiento gradual en función de ingresos generados y demanda real.
- Priorización de nodos en zonas críticas con mayor impacto preventivo.
- Gestión de financiamiento mixto público–privado, según oportunidades institucionales.

4. Riesgos técnicos (latencia, fallas de integración, obsolescencia de hardware/IA)

Dado que el proyecto depende de modelos de IA y de dispositivos de procesamiento local:

- Utilización de arquitectura Edge con redundancia básica.
- Realización de pruebas de estrés y validación integral del MVP.
- Establecimiento de acuerdos de soporte técnico con el proveedor tecnológico y actualizaciones periódicas.

5. Riesgos logísticos (demoras del proveedor internacional, courier o procesos aduaneros)

Este es uno de los riesgos prioritarios del proyecto debido a la dependencia de dispositivos importados (Jetson Nano / reComputer J1010). Para mitigarlo se consideran:

- Diversificación de proveedores y distribuidores confiables.
- Compra anticipada de lotes claves y planificación semestral de abastecimiento.
- Mantenimiento de inventarios de seguridad de nodos y cámaras para evitar interrupciones.
- Seguimiento semanal a envíos internacionales y control documental aduanero.

Integración en la planificación

Estas acciones se incorporan directamente en el cronograma de la Fase 5 y en la estrategia de abastecimiento del proyecto, asegurando continuidad operativa incluso ante variaciones logísticas o presupuestarias.

| Tabla: Plan de mitigación de riesgos vinculados a la implementación | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Categoría de riesgo | Descripción del riesgo | Impacto potencial en el proyecto | Medidas de mitigación propuestas | Responsable principal |
| 1. Recursos humanos especializados | Falta de personal técnico calificado para instalación, calibración de IA y mantenimiento. | Retrasos en el MVP y en el escalamiento; errores en la configuración; dependencia excesiva de un pequeño equipo. | <ul style="list-style-type: none"> • Programas de capacitación interna. • Contratación temporal de expertos. • Elaboración de manuales y SOP técnicos. • Transferencia de conocimiento documentada. | Dirección del proyecto / Líder técnico de IA |
| 2. Resistencia al cambio (SOC y usuarios) | Operadores y personal operativo no adoptan el nuevo sistema o lo utilizan de forma incorrecta. | Baja efectividad del sistema; subutilización de capacidades; insatisfacción del usuario final. | <ul style="list-style-type: none"> • Talleres de sensibilización. • Capacitaciones progresivas. • Pilotos demostrativos para generar confianza. • Acompañamiento durante las primeras semanas. | Líder de operaciones / SOC |
| 3. Limitaciones presupuestarias para escalamiento | Fondos insuficientes para expansión anual planificada de nodos. | Reducción del ritmo de instalación; retrasos en el retorno financiero. | <ul style="list-style-type: none"> • Escalamiento gradual priorizando zonas críticas. • Optimización de CAPEX por lote de compra. • Exploración de financiamiento público-privado. • Revisión trimestral de flujos de caja. | Dirección financiera / PMO |
| 4. Riesgos técnicos | Latencia elevada, fallas de integración, incompatibilidad de cámaras, degradación del modelo IA. | Incidentes no detectados; falsas alarmas; pérdida de confianza del cliente; mayor carga operativa. | <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de estrés y validación en campo. • Arquitectura de procesamiento local (nodos IA) con redundancia. • Actualizaciones periódicas del modelo. • Plan de soporte con especialistas internos. | Líder técnico IA / Equipo de desarrollo |
| 5. Riesgos logísticos del proveedor internacional | Retrasos en despacho de Jetson Nano / reComputer J1010, variaciones en precios, falta de stock. | Demora en el MVP y en el escalamiento; imposibilidad temporal de instalar nuevos nodos. | <ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de proveedores internacionales. • Compra anticipada de lotes estratégicos. • Inventarios de seguridad para nodos y cámaras. • Seguimiento semanal de órdenes de compra. | Coordinador de compras internacionales |
| 6. Riesgos por courier y procesos aduaneros (SENAE) | Retenciones, demoras en aduana, cambios en aranceles, inspecciones prolongadas. | Aumento de costos, retrasos en proyectos críticos, incumplimiento de fechas comerciales. | <ul style="list-style-type: none"> • Elección de courier con trazabilidad confiable. • Envío de documentación anticipada. • Uso de agente de aduana experimentado. • Planificación con margen temporal para entregas. | Coordinador logístico / Agente de aduana |
| 7. Riesgos financieros globales | Variación del tipo de cambio, aumentos en fletes internacionales, inflación de hardware. | Incremento del CAPEX real y afectación en ROI, TIR y VAN. | <ul style="list-style-type: none"> • Actualización trimestral del modelo financiero. • Revisión de tarifas y contratos de transporte. • Negociación de tarifas por volumen por parte del proveedor. | Dirección financiera |
| 8. Riesgos operativos del cliente | Fallas en infraestructura local (red, energía, almacenamiento), baja calidad de instalación en sitio. | Caída del servicio, interrupción de transmisión, eventos no capturados. | <ul style="list-style-type: none"> • Estándares de instalación certificados. • Evaluación previa del sitio. • UPS y mejoras de red cuando sea necesario. • Manual de operación para el cliente. | Equipo de campo / Instaladores |
| 9. Ciberseguridad y protección de datos | Accesos no autorizados, ataques a cámaras o a nodos IA. | Exposición de datos sensibles; pérdida de integridad operativa; riesgos legales. | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentación de red y VLANs seguras. • Políticas de acceso Zero Trust. • Actualización regular de firmware. • Protocolos ONVIF con cifrado. | Departamento de TI / Seguridad informática |

El análisis demuestra que la implementación del sistema requiere una gestión preventiva que abarque riesgos técnicos, logísticos, financieros y operativos. Las medidas propuestas capacitación, redundancia tecnológica, planificación de importaciones e inventarios de seguridad fortalecen la estabilidad del proyecto. En su conjunto, estas acciones aseguran continuidad operativa y reducen la exposición a eventos críticos durante el despliegue en el Guayas.

5.9 Verificación con miembros de la empresa

Previo al inicio de las etapas críticas del proyecto particularmente la implementación del MVP (E2), entendida como la fase piloto donde se validan en campo el desempeño técnico y operativo del sistema, y el escalamiento comercial (E4), que corresponde a la expansión progresiva del servicio en la provincia del Guayas se realiza una verificación estructurada con los actores internos clave. Esta revisión garantiza que los recursos técnicos, logísticos y organizacionales estén disponibles, que las responsabilidades estén claramente definidas y que los KPIs puedan medirse adecuadamente antes de avanzar. Con ello, se asegura que las condiciones mínimas para ejecutar el piloto y su posterior expansión estén plenamente alineadas con los objetivos del proyecto y con la capacidad operativa de la organización.

Elementos clave de la verificación

1. Revisión de recursos técnicos disponibles

- Confirmación del stock de nodos, cámaras y accesorios necesarios para el MVP.
- Verificación de órdenes de compra abiertas y fechas de entrega confirmadas por proveedor internacional y courier.
- Comprobación de la infraestructura mínima de red para el sitio piloto.

2. Validación de responsabilidades y canales de comunicación

- Revisión de la matriz RACI para asegurar claridad en roles y coordinación operativa.
- Confirmación de los canales formales de comunicación entre equipos internos, proveedor internacional, courier y agente de aduana.
- Establecimiento de protocolos para resolución rápida de incidencias técnicas o logísticas.

3. Confirmación de la capacidad de medición de KPIs

Para dar seguimiento adecuado al avance del proyecto se revisa que la organización cuente con la información necesaria para medir:

- KPIs financieros: flujos netos, ROI, VAN, TIR y punto de equilibrio.
- KPIs técnicos: precisión del modelo, latencia, disponibilidad del sistema.
- KPIs logísticos: cumplimiento de tiempos de entrega e instalación.

4. Ajustes al cronograma de instalación

En función de:

- Restricciones de importación y tiempos de tránsito del courier.
- Disponibilidad del personal técnico.
- Temporadas de alta demanda o limitaciones operativas de clientes piloto.

Este proceso de verificación asegura que “todo lo necesario para la implementación está incluido”, reduce riesgos operativos y fortalece la participación de todos los actores involucrados, incrementando la probabilidad de éxito del MVP y del escalamiento progresivo en la provincia del Guayas.

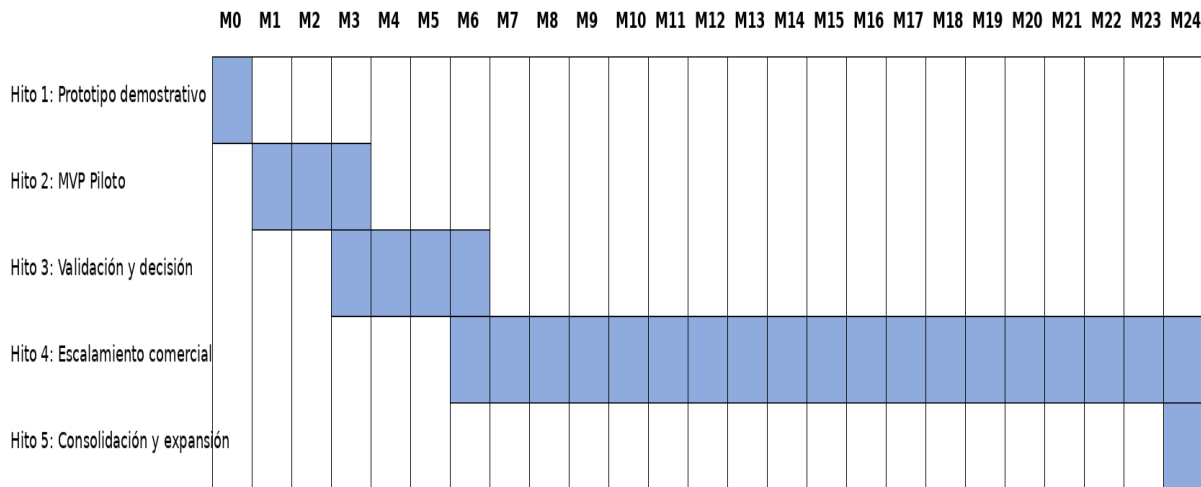


5.10 Cronograma de Implementación.

El cronograma de implementación organiza de manera ordenada las actividades esenciales que permiten avanzar desde el prototipo inicial hasta el despliegue comercial y la consolidación del sistema en la provincia del Guayas. La planificación distribuye los hitos según su complejidad técnica, los tiempos reales de importación de equipos, la ejecución del MVP piloto y las decisiones de escalamiento, lo que asegura coherencia entre las capacidades operativas y los objetivos estratégicos del proyecto.

Esta estructura temporal facilita una visión integral del proceso, identifica dependencias críticas y permite anticipar requerimientos de recursos, coordinaciones logísticas y validaciones técnicas. A continuación, se presenta el Cronograma General de Implementación, que resume las fases y el periodo estimado para cada hito.

Cronograma de Implementación - Sistema de Videovigilancia



Conclusión:

La Fase 5 consolida los resultados del análisis de alternativas y de la evaluación de riesgos, transformándolos en un plan integral de implementación del Sistema Inteligente de Videovigilancia basado en IA (Edge AI) para la provincia del Guayas. Este plan establece una secuencia progresiva de hitos, que inicia con un prototipo demostrativo de bajo costo orientado a la validación técnica y operativa, y avanza hacia un proceso de escalamiento comercial y consolidación del servicio, permitiendo reducir la incertidumbre y respaldar la toma de decisiones estratégicas antes de comprometer inversiones de mayor alcance.

Asimismo, esta fase articula los recursos técnicos, humanos, financieros y organizacionales necesarios, define responsabilidades mediante una matriz RACI y considera explícitamente la dependencia de proveedores tecnológicos internacionales y de la cadena logística de importación. El análisis financiero integrado (ROI, VAN, TIR y periodo de recuperación) sustenta la selección de la alternativa basada en Edge AI como la opción más viable, al demostrar su capacidad para generar valor preventivo, ingresos recurrentes y rentabilidad sostenida. En conjunto, la Fase 5 evidencia que el proyecto es técnica, financiera y operativamente implementable, y sostenible en el contexto complejo de la provincia del Guayas.