

Protección y cuidado de menores mediante geolocalización y una red colaborativa para la prevención de secuestros a través de alertas inteligentes

Protection and care of minors through geolocation and a collaborative network for kidnapping prevention using intelligent alerts

Allan Rene Ordoñez-Rodríguez¹, Kaira Zurilay Pitty-Torres², Angel David Candanedo-Delgado³, Yuraisma Moreno⁴, Juan Jose Saldana-Barrios⁵

Ordoñez-Rodríguez, A.R; Pitty-Torres, K.Z; Candanedo-Delgado, A.D; Moreno, Y; Saldana-Barrios, J.J. Protección y cuidado de menores mediante geolocalización y una red colaborativa para la prevención de secuestros a través de alertas inteligentes. *Tecnología en Marcha*. Vol. 39 N° especial. Junio, 2026. VIII Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 72-78.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v39i7.8743>

- 1 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá.
 allan.ordonez@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0009-0001-4661-4038>
- 2 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá
 kaira.pitty@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0009-0008-9123-3884>
- 3 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá
 angel.candanedo@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0009-0006-1678-3734>
- 4 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá.
 juan.saldana@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0002-5478-4539>
- 5 Facultad de ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá
 juan.saldana@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0001-8119-4000>



Palabras clave

Aplicación móvil; colaboración ciudadana; monitoreo; prevención de secuestro; seguridad infantil.

Resumen

En Chiriquí se registra 267 de las 628 denuncias nacionales por privación de libertad en 2024 (57 casos por cada 100,000 habitantes), con la Alerta Amber limitada solo a redes sociales sin notificaciones masivas. Se desarrolló un prototipo de aplicación para monitoreo colaborativo de menores usando Diseño Centrado en el Usuario, con funciones de rastreo en tiempo real, mapas y botón SOS. Los usuarios evaluaron positivamente el prototipo (4.7/5), estableciendo bases para futuras mejoras como integración con dispositivos wearables independientes.

Keywords

Mobile application; citizen collaboration; monitoring; kidnapping prevention; child safety.

Abstract

Chiriquí registers 267 of the 628 national reports of deprivation of liberty in 2024 (57 cases per 100,000 inhabitants), with Amber Alert limited only to social media without mass notifications. A collaborative minor monitoring application prototype was developed using User-Centered Design, featuring real-time tracking, maps, and SOS button functions. Users positively evaluated the prototype (4.7/5), establishing foundations for future improvements such as integration with independent wearable devices.

Introducción

La privación de libertad mantiene una tendencia creciente en Panamá, con 628 detenciones y 148 desapariciones de menores en 2024. Chiriquí registra la mayor cantidad de casos (267), evidenciando corredores fronterizos de organizaciones de trata [1].

La geolocalización precisa durante desplazamientos cotidianos es vital para la seguridad infantil. Los padres dependen de llamadas o mensajes, método insuficiente en escenarios críticos donde cada minuto cuenta. Panamá cuenta con aplicaciones de seguridad limitadas (Proteger y Servir, Alerta Amber Pma, SINAPROC Alerta), pero ninguna diseñada específicamente para prevenir secuestros en tiempo real [2] [3] [4].

SafeRoute propone zonas de seguridad dinámicas por GPS que alertan cuando menores se alejan de rutas habituales. Incorpora botón SOS activable por gesto que envía alertas simultáneas a contactos de emergencia, policía y usuarios cercanos, iniciando grabación audiovisual para capturar evidencia [5]. SafeRoute integra geolocalización, respuesta comunitaria y recolección automática de pruebas, cubriendo vacíos funcionales actuales y contribuyendo al cumplimiento de los ODS 3, 11 y 16.

Marco teórico

Los sistemas de protección infantil integran tecnologías móviles, satelitales y ciudadanas con normativa legal [6]. La geolocalización en dispositivos inteligentes combinada con redes celulares permite ubicación en tiempo real, mientras el geofencing define zonas seguras y notifica al cruzar límites [7].

Estas herramientas, junto con botones SOS y grabación multimedia, crean sistemas de alertas automáticas y coordinación entre tutores, colaboradores y autoridades [8]. El diseño requiere enfoques centrados en el usuario (ISO 9241-210) para maximizar usabilidad mediante iteraciones basadas en necesidades específicas [9].

Las plataformas móviles exigen integrar privacidad por diseño: cifrado, minimización de datos y retención controlada, enmarcados en la Ley 81 de Protección de Datos Personales de Panamá (Decreto 285).

Las limitaciones técnicas justifican fusionar múltiples fuentes de localización y métricas de confianza para reducir falsas alarmas. La integración de wearables con conectividad NB-IoT o LTE-M extiende cobertura y reduce consumo energético, estableciendo marcos comprensivos para aplicaciones de seguridad infantil colaborativas y legalmente sólidas [10].

Materiales y métodos

En esta sección se detallan las tecnologías empleadas y se describe la metodología adoptada para el desarrollo del prototipo. Como herramientas de diseño se utilizaron las siguientes: Figma [11] y Canva [12]. Google Forms [13] para la recolección de datos en análisis de usuarios y validación; Para el desarrollo se planteó React Native [14] como tecnología multiplataforma, Firestore [15] como base de datos NoSQL en tiempo real para usuarios y alertas, Firebase Authentication [16] para gestión segura de roles (tutor, menor, colaborador), Firebase Cloud Messaging [17] para notificaciones push, Google Maps SDK [18] para visualización de mapas y ubicaciones en tiempo real, APIs nativas de cámara y micrófono [19] para grabación automática al activar SOS, y Twilio [20] para envío de mensajes SMS automáticos.

Para el desarrollo del prototipo se empleó la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), ya que nuestro enfoque se orienta en garantizar que la experiencia del prototipo responda de forma adecuada a las necesidades de los usuarios finales.

Etapa 1: Comprensión del contexto de uso

Se investigó el entorno de uso y los públicos impactados por el prototipo para identificar necesidades, limitaciones y patrones de comportamiento. Se definieron como usuarios principales a padres de familia o tutores legales de menores y personas interesadas en prevenir secuestros mediante la aplicación. Esta información sirvió como base para el levantamiento de requisitos funcionales y diseño de interfaces.

Etapa 2: Especificación de requisitos del usuario

Se procedió a la documentación de los requisitos mediante la elaboración de historias de usuario, la cual se obtuvo mediante una encuesta aplicada por medio de Google Forms. Esta fue dirigida a la audiencia objetivo de forma presencial y manteniendo el anonimato durante todo el proceso [21].

Etapa 3: Diseño de soluciones

Se desarrollaron prototipos en diferentes niveles de fidelidad como parte del proceso iterativo de DCU, inicialmente, se realizaron bocetos a mano alzada. Posteriormente, se elaboraron wireframes de media fidelidad, digitalizados y organizados en flujos de navegación para validar la disposición de elementos y jerarquía de información. Finalmente, se construyó un prototipo de alta fidelidad.

Etapa 4: Evaluación del diseño con usuarios

En esta etapa se llevó a cabo la evaluación del prototipo desarrollado en Figma, con el propósito de valorar su funcionalidad y usabilidad. Esta evaluación fue aplicada a los mismos participantes que respondieron la encuesta inicial del mismo modo, con el objetivo de medir su nivel de satisfacción al interactuar con el prototipo y recopilar comentarios y sugerencias para futuras mejoras. La encuesta utilizó una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 indicaba una experiencia deficiente y 5 una experiencia excelente.

Resultados y discusión

En esta sección se analizarán los resultados de las encuestas, que permiten definir los requisitos funcionales del sistema por medio de historias de usuario, se describe el proceso de desarrollo del prototipo y, por último, se analizará la evaluación recibida por los usuarios objetivo.

Se aplicó una encuesta a 20 personas del público objetivo por medio de la plataforma de Google Forms, de la cual se destacan las siguientes historias de usuario.

- Historia 1: Como padre/tutor, quiero monitorear en tiempo real la ubicación de mi hijo/a mediante geolocalización, para saber siempre dónde está y actuar rápido si ocurre algo extraño.
- Historia 2: Como peque, quiero tener un botón SOS fácil de usar en la app o con un gesto rápido, para pedir ayuda rápidamente si me siento en peligro o me pierdo.
- Historia 3: Como colaborador, quiero recibir alertas si un menor cercano activa el botón SOS, para ayudarlo rápidamente o notificar a la policía si algo pasa.

Para respaldar el funcionamiento del prototipo, se diseñó un modelo de datos relacional orientado a garantizar la integridad de las relaciones entre usuarios, menores y los distintos eventos registrados dentro de la aplicación. Este modelo, ilustrado en la “Fig. 1”, se contempla las siguientes entidades principales:

- Usuario: Almacena la información de los distintos roles registrados en el sistema, incluyendo tutores, menores (vinculados mediante el campo id_tutor) y colaboradores.
- Menor: Representa a cada niño o adolescente bajo monitoreo.
- Ruta: Registra los trayectos realizados por cada menor, identificando la fecha, hora de inicio y hora de fin, junto con el detalle de puntos geográficos.
- PuntoRuta: Contiene los puntos georreferenciados que conforman cada ruta, almacenando latitud, longitud y timestamp para reconstruir el desplazamiento del menor en el tiempo.
- ZonaSegura: Permite definir áreas seguras personalizadas para cada usuario (como hogar o escuela), especificando coordenadas y radio de cobertura.
- AlertaSOS: Gestiona los eventos críticos generados al activar el botón SOS, almacenando ubicación, fecha, estado y las URLs de audio o video capturados durante la emergencia.
- Notificación: Registra los avisos enviados a los usuarios.

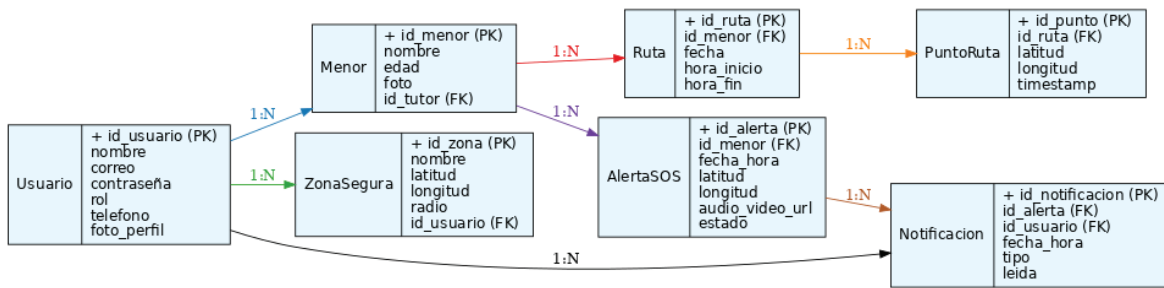


Figura 1. Modelo de datos del prototipo.

Este modelo asegura trazabilidad de rutas, seguimiento de alertas y notificación a actores involucrados, constituyendo la base para funcionalidades de geolocalización, alertas colaborativas y recolección de evidencia.

Tras las etapas iniciales, se inició el diseño de soluciones elaborando un bosquejo que representara las funcionalidades identificadas por investigaciones y encuestados. Se desarrolló un mockup para simular la experiencia de la aplicación, diseñado para representar visualmente la estructura funcional y validar usabilidad antes del desarrollo técnico, mostrando los principales flujos de usuario diferenciados por tipo de acceso (tutor o colaborador).

La “Fig. 2” muestra el prototipo de alta fidelidad final de SafeRoute, representando el flujo desde el ingreso hasta la activación de alertas de emergencia. Las pantallas incluyen inicio de sesión con selección de rol, panel principal con acceso a historial y configuración, activación del botón SOS y sistema de verificación de códigos entre usuarios.

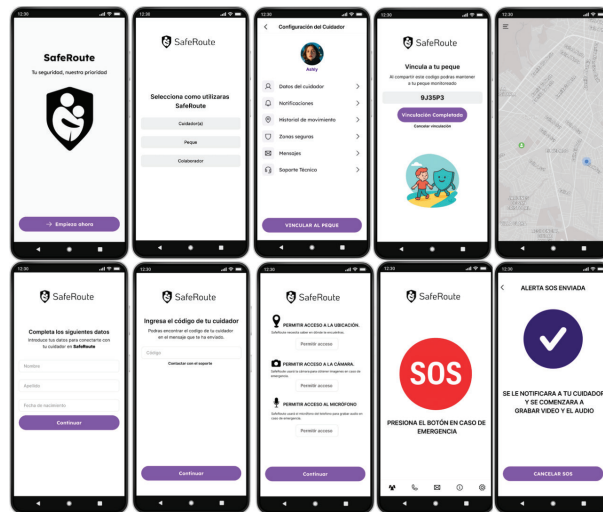


Figura 2. Ventanas del prototipo de alta fidelidad.

El prototipo fue presentado al público objetivo, a quienes se les solicitó evaluar su experiencia a través de una nueva encuesta. Esta evaluación arrojó una calificación promedio de 4.7 sobre 5, lo que refleja una alta aceptación del prototipo. En la “Fig. 3” se presenta el promedio de respuestas recibidas para cada ítem evaluado.

Entre los comentarios más destacados como oportunidades de mejora se encuentran la inclusión de dispositivos wearables, la opción de compartir alertas en redes sociales y la posibilidad de establecer vínculos de colaboración con entidades de seguridad o medios de difusión de información.

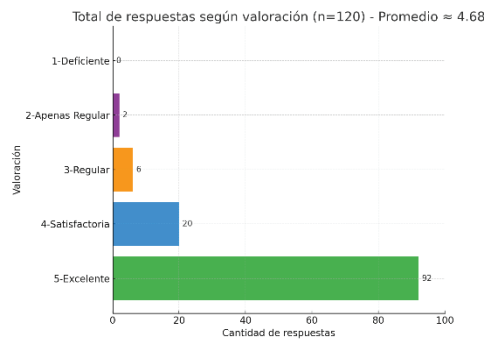


Figura 3. Total de respuestas por nivel de satisfacción (1–5).

Conclusiones

El prototipo demostró aceptación y viabilidad para monitoreo infantil en tiempo real, integrando botón SOS para notificación a cuidadores y colaboración de usuarios cercanos. Esta propuesta atiende necesidades del contexto panameño fortaleciendo la prevención de secuestros y contribuyendo al cumplimiento de los ODS.

Las principales ventajas incluyen interfaz intuitiva sin requerimientos técnicos avanzados y notificaciones inmediatas por emergencia. Los prototipos permitieron iteraciones eficientes durante el diseño. Se recomienda evaluar el sistema con más usuarios voluntarios para generalizar resultados e integrar con plataformas de seguridad y servicios de emergencias.

Como trabajo futuro se sugiere incorporar tutorial interactivo, ampliar pruebas de campo, aprovechar datos históricos para generar patrones de riesgo y predicciones proactivas, e integrar dispositivos wearables con conectividad independiente. Este trabajo sienta bases para investigaciones futuras en seguridad colaborativa móvil con alto potencial de escalabilidad.

Referencias

- [1] Ministerio de Seguridad Pública, Sistema Nacional Integrado de Estadísticas Criminales (SIEC), Informe de Criminalidad: Año 2021, 2022. Disponible en: https://siec.minseg.gob.pa/wp-content/uploads/2023/07/INFORME_DE_CRIMINALIDAD-2021-COMP.pdf
- [2] J. Briceño, “App Proteger y Servir fortalece la seguridad ciudadana,” Destino Panamá, 19-dic-2018. Disponible en: <https://www.destinopanama.com.pa/2018/12/protoger-y-servir-fortalece-la-seguridad-ciudadana/>
- [3] Alerta AMBER Panamá, “Funcionamiento de la Alerta AMBER,” 2025. Disponible en: https://alertaamber.gob.pa/funcionamiento_amber/
- [4] Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), “‘Sinaproc Alerta’, la nueva aplicación móvil de emergencias y geolocalización,” 19-ene-2021. Disponible en: <https://www.sinaproc.gob.pa/sinaproc-alerta-la-nueva-aplicacion-movil-de-emergencias-y-geolocalizacion/>
- [5] M. Morales Hernández, A. E. Wong Díaz, R. T. Castellanos Baltazar, L. M. Mingüer Allec y H. Castellanos Velásquez, “Propuesta de aplicación del IoT para monitoreo de niños de primaria basado en un sistema ciber físico,” Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, vol. 7, no. 6, pp. 8046–8053, 2023. doi: 10.37811/cl_rcm.v7i6.9335.
- [6] R. A/L Sundarajoo, C. G. Chin, P. W. Leong y T. S. Fun, “A remote baby surveillance system with RFID and GPS tracking,” International Journal of Engineering Trends and Technology, vol. 70, no. 11, pp. 81–92, 2022. doi: 10.14445/22315381/IJETT70I11P208.
- [7] J. C. Leclercq Gómez, “Vigilancia y monitoreo de niños con generación de alertas en tiempo real,” Tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja, Bogotá, Colombia, feb. 2014.
- [8] S. F. Añazco Wilches y M. S. Sánchez Merchán, “Diseño e implementación de un sistema de alerta de emergencia con ubicación GPS,” Tesis de licenciatura, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador, 2023.

- [9] International Organization for Standardization (ISO), ISO 9241-210:2019 Ergonomics of Human-System Interaction—Part 210: Human-Centred Design for Interactive Systems. Ginebra, Suiza: ISO, 2019.
- [10] M. Jutila, H. Rivas, P. Karhula y S. Pantsar Syväniemi, “Implementation of a wearable sensor vest for the safety and well being of children,” *Procedia Computer Science*, vol. 32, pp. 888–893, 2014. doi: 10.1016/j.procs.2014.05.507.
- [11] Figma Inc., “Figma – the collaborative interface design tool.” Disponible en: <https://www.figma.com/>
- [12] Canva Pty Ltd., “Visual Suite for Everyone.” Disponible en: <https://www.canva.com/>
- [13] Google LLC, “Google Forms – online form builder,” Google Workspace. Disponible en: <https://workspace.google.com/products/forms/>
- [14] Meta Platforms, Inc., “React Native – learn once, write anywhere.” Disponible en: <https://reactnative.dev/>
- [15] Google Cloud, “Cloud Firestore,” Firebase Documentation. Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/firestore>
- [16] Google Cloud, “Firebase Authentication,” Firebase Documentation. Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/auth>
- [17] Google Cloud, “Firebase Cloud Messaging (FCM),” Firebase Documentation. Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>
- [18] Google LLC, “Maps SDK for Android overview,” Google Developers. Disponible en: <https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/overview>
- [19] Google LLC, “Camera API,” Android Developers. Disponible en: <https://developer.android.com/media/camera/camera-deprecated/camera-api>
- [20] Twilio Inc., “Programmable Messaging API.” Disponible en: <https://www.twilio.com/docs/messaging>
- [21] M. A. Kuhail y S. Lauesen, “User story quality in practice: A case study,” *Software*, vol. 1, no. 3, pp. 223–243, 2022. doi: 10.3390/software1030010.

Declaración sobre uso de Inteligencia Artificial (IA)

En este estudio, se utilizó la herramienta de IA *ChatGPT* para generación de gráficos e imágenes. Las imágenes se emplearon para ilustrar ciertos conceptos del estudio. Hemos verificado que las imágenes sean precisas y representativas de los datos y teorías discutidos en el artículo.