



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

“Sistema de alerta basado en tecnología LoRaWAN para optimizar la respuesta de emergencias por violencia contra la mujer e integrantes del grupo familiar en Perú, 2025”

Curso: Construcción de Software I

Docente: Ing. Alberto Johnatan Flor Rodríguez

Integrantes:

Daleska Nicolle Fernandez Villanueva

(2021070308)

Tacna – Perú

2025

**Sistema de alerta basado en tecnología LoRaWAN para
optimizar la respuesta de emergencias por violencia
contra la mujer e integrantes del grupo familiar en
Perú, 2025**

Versión 1.0

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Motivo
1.0	DFV	DFV	DFV	29/10/2025	Versión Original

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción.....	5
1.1. Propósito.....	5
1.2. Alcance.....	6
1.3. Definiciones, Siglas y Abreviaturas.....	7
1.4. Visión General.....	8
2. Posicionamiento.....	9
2.1. Oportunidad de negocio.....	9
2.2. Definición del problema.....	10
3. Descripción de los interesados y usuarios.....	11
3.1. Resumen de los interesados.....	11
3.2. Resumen de los usuarios.....	11
3.3. Entorno de usuario.....	12
3.4. Perfiles de los interesados.....	13
3.5. Perfiles de los Usuarios.....	14
3.6. Necesidades de los interesados y usuarios.....	14
4. Vista General del Producto.....	15
4.1. Perspectiva del producto.....	15
4.2. Resumen de capacidades.....	15
4.3. Suposiciones y dependencias.....	15
4.4. Costos y precios.....	16
4.5. Licenciamiento e instalación.....	16
5. Características del producto.....	16
6. Restricciones.....	17
7. Rangos de calidad.....	17
8. Precedencia y Prioridad.....	17
9. Otros requerimientos del producto.....	17
CONCLUSIONES.....	18
RECOMENDACIONES.....	18

Informe de Visión

1. Introducción

1.1. Propósito

El propósito del proyecto MovUni es diseñar e implementar una aplicación móvil que permita a los estudiantes de la universidad acceder de manera rápida y sencilla a la información relacionada con el transporte institucional nocturno. La iniciativa surge a partir de la necesidad de optimizar el uso de los buses que la universidad pone a disposición en horarios establecidos, considerando que un número importante de alumnos permanece en el campus hasta altas horas de la noche y, en muchos casos, enfrenta dificultades para coordinar sus traslados de regreso a casa debido a la falta de información actualizada sobre la ubicación y disponibilidad de las unidades.

Con la implementación de MovUni, se busca proporcionar una herramienta tecnológica confiable que integre en tiempo real la localización de los buses mediante la API de Google Maps, así como la consulta de horarios y la recepción de notificaciones inmediatas sobre cambios o eventualidades en el servicio. De esta forma, el proyecto no solo pretende mejorar la seguridad de los estudiantes en sus traslados nocturnos, sino también contribuir a la gestión eficiente del tiempo académico y personal de los usuarios.

El propósito de MovUni trasciende la mera digitalización de la información, ya que apunta a fortalecer el vínculo entre la institución y sus estudiantes mediante el uso de tecnologías modernas como Flutter para el desarrollo multiplataforma y Firebase para la gestión de datos en la nube. De esta manera, la universidad demuestra su compromiso con la innovación y el bienestar estudiantil, brindando soluciones prácticas y sostenibles a las problemáticas cotidianas de su comunidad.

1.2. Alcance

El sistema se encargará de las siguientes funcionalidades y módulos principales:

Gestión del Dispositivo Autónomo de Alerta Personal:

- Implementar el firmware optimizado en C++ para la gestión eficiente de energía mediante modos de deep sleep, activación del GPS solo durante eventos de alerta y construcción de payload binario (Device ID, coordenadas GPS, nivel de batería, timestamp) transmitido vía LoRaWAN.
- Controlar LEDs RGB en el dispositivo para indicar estados de alerta: rojo durante el envío, verde al confirmar recepción de la alerta y ámbar para batería baja, proporcionando retroalimentación visual inmediata.
- Garantizar autonomía energética superior a 30 días mediante optimización de consumo y control de activación de módulos.

Conectividad y Reenvío de Datos LoRaWAN:

- Utilizar gateways LoRaWAN (RAK7248) para recepción de datos en distancias de 3–10 km según entorno urbano o rural.
- Emplear The Things Stack para la deduplicación, desencriptación (AES-128) y reenvío seguro de paquetes hacia el backend.
- Configurar webhooks para entrega de datos en tiempo real al backend y a la plataforma de monitoreo, asegurando integración sin necesidad de conectividad móvil convencional.

Procesamiento Central de Alertas:

- Desarrollar backend en ASP.NET Core que reciba y procese los datos enviados por TTS, incluyendo decodificación de payload y consulta de perfiles de víctimas en Firestore.
- Implementar lógica de asignación automática de alertas a la patrulla o unidad más cercana mediante cálculo de distancias Haversine.
- Controlar el ciclo de vida de las alertas (PENDIENTE, ASIGNADA, EN RUTA, EN SITIO, RESUELTA) y notificar en tiempo real a las aplicaciones móviles y dashboard web mediante SignalR.

Almacenamiento y Gestión de Datos (Firestore):

- Establecer base de datos Firestore en tiempo real para perfiles de víctimas, historial de alertas, ubicación de patrullas (actualización cada 15 s) y registros de operaciones.
- Facilitar sincronización inmediata de información entre dashboard web y aplicaciones móviles, asegurando que operadores y patrullas reciban datos actualizados en tiempo real.

Interfaz y Gestión para Unidades de Respuesta (Aplicación Móvil/Tablet):

- Desarrollar aplicación móvil Flutter para patrullas con visualización de alertas en mapas interactivos (API Google Maps), mostrando ubicación de la víctima, patrulla y otras unidades cercanas.
- Permitir actualización del estado de la alerta (aceptar, en ruta, resuelto) y envío automático de ubicación GPS de la patrulla cada 15 segundos.
- Notificar instantáneamente nuevas alertas, confirmaciones y cambios de estado en tiempo real.

Validación y Pruebas del Sistema:

- Realizar pruebas de laboratorio y simulaciones de campo para evaluar latencia de extremo a extremo (≤ 20 s), precisión de geolocalización, cobertura efectiva (3–10 km), eficiencia de consumo energético y efectividad del despacho automático.
- Generar reportes de desempeño y Open Data con métricas de alertas, tiempos de respuesta y cobertura, excluyendo datos sensibles de las víctimas, para análisis operativo y social.

1.3. Definiciones, Siglas y Abreviaturas

- **LoRaWAN (Long Range Wide Area Network):** Protocolo de comunicación inalámbrica de largo alcance y bajo consumo de energía, utilizado en IoT para transmitir datos de sensores y dispositivos remotos.
- **Gateway:** Dispositivo que recibe datos de los nodos finales (sensores) y los envía al servidor central o backend.
- **Backend / Procesamiento Central de Alertas:** Sistema encargado de recibir, procesar, almacenar y gestionar alertas generadas por los dispositivos, así como de notificar a los usuarios y patrullas responsables.
- **Payload:** Conjunto de datos transmitidos por un dispositivo, incluyendo información como ID de dispositivo, ubicación GPS, nivel de batería y hora de envío.
- **Dashboard:** Interfaz gráfica que permite monitorear el estado del sistema, visualizar alertas, patrullas y estadísticas operativas en tiempo real.
- **TTN / The Things Network:** Plataforma que gestiona redes LoRaWAN públicas o privadas, facilitando la comunicación de dispositivos IoT con servidores centrales.
- **API (Application Programming Interface):** Conjunto de protocolos y herramientas que permite que diferentes sistemas o aplicaciones se comuniquen e intercambien información.
- **AES (Advanced Encryption Standard):** Estándar de cifrado utilizado para proteger datos y comunicaciones en sistemas electrónicos.

1.4. Visión General

La implementación del Sistema de Alerta Basado en Tecnología LoRaWAN busca optimizar la respuesta ante emergencias relacionadas con casos de violencia contra la mujer e integrantes del grupo familiar en Perú.

El sistema está diseñado para proporcionar alertas inmediatas a las autoridades y familiares de la víctima mediante dispositivos portátiles y

sensores distribuidos en áreas estratégicas, garantizando una intervención rápida y efectiva.

Con esta solución, se espera:

- Mejorar la seguridad y protección de las víctimas de violencia familiar.
- Reducir los tiempos de respuesta de las autoridades y equipos de emergencia.
- Generar confianza en la comunidad al contar con un sistema confiable, discreto y accesible.
- Proporcionar datos valiosos para la planificación de políticas de prevención y gestión de emergencias.

2. Posicionamiento

2.1. Oportunidad de negocio

En Perú, los casos de violencia contra la mujer y miembros del grupo familiar representan un problema crítico, y la respuesta inmediata de las autoridades a menudo se ve limitada por la falta de comunicación efectiva y sistemas de alerta confiables. Este escenario constituye una oportunidad para implementar una solución tecnológica innovadora, que permita una intervención rápida, eficiente y segura.

Las principales oportunidades que ofrece el Sistema de Alerta LoRaWAN son:

- **Optimización de la respuesta ante emergencias:** los dispositivos portátiles y sensores conectados a la red LoRaWAN permiten enviar alertas inmediatas a la policía, centros de salud y familiares de la víctima.
- **Incremento en la seguridad de las víctimas:** al garantizar una alerta rápida y discreta, se reducen los riesgos asociados a la violencia familiar.
- **Fortalecimiento de la imagen institucional:** la implementación de tecnología avanzada refleja un compromiso del Estado y las instituciones con la protección de la ciudadanía.

- **Escalabilidad tecnológica:** la plataforma puede integrar en el futuro funcionalidades adicionales, como monitoreo geoespacial, análisis de patrones de riesgo o integración con servicios de asistencia social.
- **Eficiencia administrativa:** al centralizar los datos de incidentes y alertas en un sistema digital, se facilita la coordinación entre instituciones y la planificación de medidas preventivas.

Este proyecto no solo responde a una necesidad urgente de protección y seguridad, sino que también abre la puerta a un modelo más eficiente, innovador y escalable de gestión de emergencias por violencia familiar en Perú.

2.2. Definición del problema

La violencia contra las mujeres y los integrantes del grupo familiar representa una problemática social de grave incidencia en el Perú, con un impacto significativo también en la provincia de Tacna. Según datos del Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP), se ha evidenciado una tendencia alarmante. Entre enero y junio de 2025, la Línea 100 y los Centros de Emergencia Mujer (CEM) registraron un total de 6,948 atenciones por violencia familiar en la región Tacna, lo que subraya la prevalencia de este flagelo. De estas atenciones, un 84% correspondió a mujeres, con la violencia psicológica como la forma más recurrente (76%). Estas cifras confirman la necesidad imperante de reforzar los mecanismos de protección para las víctimas.

Actualmente, las herramientas digitales implementadas, como la versión más reciente del Servicio Judicial de Alerta: Botón de Pánico, si bien representan un avance importante, presentan ciertas limitaciones. Al ser una aplicación móvil, su funcionamiento depende de la cobertura de red celular y de la autonomía de la batería de los teléfonos, lo que compromete su confiabilidad en entornos de baja conectividad o cuando el dispositivo de la víctima se queda sin energía. Además, el flujo de alerta actual se basa en un proceso semi-manual que, aunque mejorado, aún incorpora un tiempo de procesamiento humano en el centro de monitoreo, con etapas de comunicación por radio que pueden introducir demoras críticas y errores.

Esta realidad crea una dicotomía entre la necesidad de una respuesta inmediata y las limitaciones tecnológicas y operativas de los sistemas existentes. Se identifica

una brecha de investigación y desarrollo en la creación de una solución que sea verdaderamente autónoma, confiable y con una latencia de transmisión mínima para garantizar que la alerta llegue a las autoridades en segundos, sin depender de la infraestructura de telecomunicaciones comercial ni de la intervención manual del personal. La ausencia de un sistema de alerta que aborde estas deficiencias representa un riesgo continuo para la seguridad de las víctimas.

Por consiguiente, el problema se centra en cómo desarrollar un sistema de alerta que, a través de la implementación de tecnología de vanguardia y un diseño enfocado en la fiabilidad, pueda mitigar los riesgos inherentes a los sistemas actuales y proporcionar una protección efectiva a los ciudadanos en situación de vulnerabilidad en la provincia de Tacna.

3. Descripción de los interesados y usuarios

3.1. Resumen de los interesados

Los interesados son aquellas personas, organizaciones o instituciones que tienen un interés directo o indirecto en la implementación y funcionamiento del sistema. Para este proyecto, los principales interesados incluyen:

- **Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP):** responsable de la protección de mujeres y grupos familiares en situación de riesgo.
- **Policía Nacional del Perú (PNP):** encargada de recibir y atender las alertas de emergencia.
- **Gobiernos locales y municipales:** colaboran en la protección y monitoreo de zonas de riesgo.
- **Organizaciones no gubernamentales (ONGs) de protección a la mujer:** asesoran, reciben datos y coordinan con víctimas y familias.
- **Familiares de las víctimas:** interesados en la seguridad y bienestar de las víctimas.
- **Poder Judicial del Perú:** asegura la aplicación de medidas de protección y la tramitación legal de denuncias.

3.2. Resumen de los usuarios

Los usuarios son los individuos que interactúan directamente con el sistema, ya sea para enviar alertas de emergencia o para recibir información que les permita actuar frente a situaciones de violencia. Comprender quiénes son los usuarios y cómo interactúan con la tecnología es crucial para diseñar una solución efectiva y adaptada a sus necesidades.

Los principales usuarios son:

- **Víctimas potenciales de violencia familiar:**

Personas que pueden estar en riesgo y requieren un medio seguro y confiable para enviar alertas discretas. Su interacción con el sistema es constante y activa, y depende de dispositivos portátiles, pulseras o aplicaciones móviles conectadas a la red LoRaWAN.

- **Autoridades y operadores de emergencia:**

Personal capacitado para recibir y gestionar las alertas. Ellos utilizan el sistema como herramienta central de coordinación para despachar unidades de respuesta, priorizar incidentes y mantener comunicación con los distintos actores involucrados en la protección de la víctima.

- **Personal de seguimiento y asistencia social:**

Profesionales que monitorizan los incidentes de violencia, brindan asistencia psicológica, orientación y seguimiento a largo plazo. Su interacción con el sistema permite generar informes, evaluar riesgos y apoyar de manera integral a las víctimas y sus familias.

3.3. Entorno de usuario

El sistema operará en múltiples entornos, adaptándose a las condiciones de vida y movilidad de los usuarios:

- **Hogares y espacios personales:**

Las víctimas portarán dispositivos discretos conectados a la red LoRaWAN que permiten enviar alertas de manera inmediata y segura. Esto asegura que, incluso en áreas donde la conectividad a internet es limitada, se

puedan transmitir las señales de emergencia.

- **Centros de monitoreo de emergencias:**

Espacios donde los operadores recibirán y gestionarán las alertas. Estos centros estarán equipados con sistemas de visualización en tiempo real, mapas georreferenciados y herramientas de coordinación que faciliten la rápida intervención.

- **Dispositivos móviles y computadoras de autoridades:**

Para notificaciones y seguimiento en tiempo real de las alertas para patrulleros y para operadores, asegurando que las acciones de protección y asistencia puedan realizarse de manera inmediata y coordinada.

- **Áreas urbanas y rurales del país:**

La tecnología LoRaWAN permite la cobertura en zonas con conectividad limitada, lo que garantiza que las víctimas puedan enviar alertas sin importar su ubicación geográfica, aumentando la efectividad del sistema en todo el territorio nacional.

3.4. Perfiles de los interesados

Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP):

- Nivel de participación: alto
- Interés: coordinar políticas y programas de protección a mujeres y familias
- Necesidad: contar con datos precisos y oportunos para la toma de decisiones, seguimiento de casos y planificación de programas de prevención

Policía Nacional del Perú (PNP):

- Nivel de participación: alto
- Interés: responder rápidamente a emergencias de violencia familiar
- Necesidad: recibir alertas inmediatas con ubicación exacta y detalles del incidente, optimizando el tiempo de respuesta y la eficacia de las

intervenciones

Gobiernos locales y municipales:

- Nivel de participación: medio
Interés: asegurar la protección de sus ciudadanos
- Necesidad: información georreferenciada y coordinación efectiva con autoridades locales y nacionales

ONGs de protección a la mujer:

- Nivel de participación: medio
Interés: asistir, prevenir y dar seguimiento a casos de violencia
- Necesidad: acceder a datos confiables de incidentes para elaborar planes de acción, apoyo psicológico y legal

Familiares de las víctimas:

- Nivel de participación: medio
- Interés: garantizar la seguridad de sus seres queridos
- Necesidad: recibir notificaciones en tiempo real y contar con información que les permita actuar rápidamente

Poder Judicial del Perú:

- Nivel de participación: medio-alto
- Interés: asegurar la aplicación de medidas de protección y sanciones legales
- Necesidad: recibir información confiable y oportuna para intervenir legalmente, tramitar denuncias y garantizar la protección judicial de las víctimas

3.5. Perfiles de los Usuarios

Víctimas de violencia familiar:

- Nivel de participación: activo
- Características: personas que requieren protección inmediata y confidencialidad
- Necesidad: enviar alertas discretas y recibir asistencia rápida sin depender de terceros

Operadores de emergencia:

- Nivel de participación: activo
- Características: personal capacitado en respuesta a incidentes, con formación en manejo de crisis y protocolos de emergencia
- Necesidad: recibir alertas claras con ubicación exacta y detalles del incidente para actuar de manera eficiente

Familiares y responsables de la víctima:

- Nivel de participación: activo
- Características: familiares que supervisan la seguridad de la víctima y buscan apoyo inmediato en situaciones críticas
- Necesidad: recibir notificaciones en tiempo real y tener acceso a información confiable sobre la situación de la víctima

4. Vista General del Producto

4.1. Perspectiva del producto

El Sistema de Alerta Basado en Tecnología LoRaWAN es una solución integral diseñada para proteger a mujeres e integrantes del grupo familiar en situación de riesgo mediante la generación de alertas inmediatas y la coordinación eficiente de las autoridades competentes.

El sistema combina dispositivos portátiles discretos, aplicaciones móviles y centros de monitoreo centralizados para garantizar que las víctimas puedan enviar alertas de manera rápida, confiable y segura, incluso en zonas con conectividad limitada.

Su enfoque es preventivo y reactivo: permite actuar ante incidentes de violencia en tiempo real, generar información estadística para políticas públicas y fortalecer la comunicación entre instituciones de seguridad, asistencia social y judicial.

La solución se integra dentro del ecosistema nacional de protección a la mujer, interactuando con entidades como el Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP), la Policía Nacional del Perú, gobiernos locales, ONGs de asistencia y el Poder Judicial, facilitando una respuesta coordinada y eficiente.

4.2. Resumen de capacidades

El sistema ofrece un conjunto de funcionalidades orientadas a la prevención, alerta y seguimiento de incidentes de violencia:

- **Generación de alertas discretas:** las víctimas pueden enviar señales de emergencia mediante dispositivos portátiles o aplicaciones móviles conectadas a la red LoRaWAN, sin ser detectadas por los agresores.
- **Recepción y gestión de alertas por autoridades:** operadores capacitados reciben información en tiempo real, incluyendo ubicación georreferenciada, tipo de incidente y nivel de urgencia.
- **Notificaciones a familiares y responsables:** los familiares reciben alertas instantáneas para colaborar en la protección de la víctima.
- **Panel de monitoreo centralizado:** permite visualizar todas las alertas, incidentes y su evolución en tiempo real, con mapas interactivos y estadísticas.
- **Registro histórico y generación de reportes:** el sistema almacena información para análisis de patrones de riesgo y elaboración de políticas

preventivas.

- **Integración con instituciones de apoyo:** coordinación automatizada con MIMP, PNP, ONGs y Poder Judicial para optimizar la respuesta y seguimiento de casos.
- **Sistema de seguridad y privacidad:** asegura la confidencialidad de los datos personales y ubicación de las víctimas mediante protocolos de encriptación y autenticación.
- **Interfaz diferenciada:** adaptada para víctimas, operadores, familiares y autoridades, cada perfil con funcionalidades específicas según sus necesidades.

4.3. Suposiciones y dependencias

El correcto funcionamiento del sistema depende de ciertos supuestos y condiciones:

- **Disponibilidad de dispositivos portátiles o móviles:** las víctimas deben contar con dispositivos que puedan enviar alertas discretas a la red LoRaWAN.
- **Cobertura de red LoRaWAN:** se asume que la infraestructura de la red cubre las áreas de riesgo identificadas, incluyendo zonas urbanas y rurales con conectividad limitada.
- **Participación activa de las instituciones involucradas:** MIMP, PNP, ONGs, gobiernos locales y Poder Judicial deben colaborar continuamente para recibir y gestionar las alertas.
- **Conexión a Internet en centros de monitoreo:** los operadores requieren acceso estable a la red para recibir alertas en tiempo real y coordinar la respuesta.

- **Capacitación de los operadores y usuarios:** se asume que todos los perfiles han recibido entrenamiento en el uso del sistema y protocolos de seguridad y emergencia.
- **Cumplimiento de normativas de privacidad y protección de datos:** el manejo de información personal y georreferenciada de las víctimas debe respetar las leyes y regulaciones vigentes en el país.

4.4. Costos y precios

Categoría	Costos Total
Costos generales	\$5080
Costos operativos	\$4362.88
Costos del ambiente	\$1380
Costos de personal	\$21600
Total	\$32,422.88

Tabla 01. Tabla de los costos totales para el desarrollo del Sistema de alerta basado en tecnología LoRaWAN para optimizar la respuesta de emergencias por violencia contra la mujer e integrantes del grupo familiar.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El proyecto demuestra que la implementación de un sistema de alerta basado en LoRaWAN constituye una herramienta eficaz y confiable para la protección de mujeres e integrantes del grupo familiar frente a situaciones de violencia. Gracias a su diseño, que combina dispositivos discretos, aplicaciones móviles y centros de monitoreo centralizados, se logra una respuesta rápida y coordinada, reduciendo los riesgos y aumentando la seguridad de las víctimas. Además, el sistema genera información valiosa para la planificación de políticas preventivas y estrategias de intervención, fortaleciendo la capacidad de las instituciones encargadas de la protección social y judicial. Finalmente, la solución representa un avance significativo hacia la tecnología al servicio de la seguridad ciudadana, demostrando que la innovación tecnológica puede integrarse efectivamente con la gestión pública para mejorar la calidad de vida y la protección de la población vulnerable.

RECOMENDACIONES

Para garantizar el éxito del Sistema de Alerta Basado en Tecnología LoRaWAN, se recomienda fortalecer la capacitación continua de los operadores y personal de las instituciones involucradas, asegurando que puedan gestionar de manera eficiente las alertas y coordinar las acciones de emergencia. Asimismo, se sugiere mantener y ampliar la cobertura de la red LoRaWAN, priorizando zonas de alto riesgo y áreas rurales donde la conectividad es limitada, para asegurar que ninguna víctima quede desprotegida. Es fundamental también implementar protocolos claros de protección de datos y privacidad, garantizando que la información personal y de ubicación de las víctimas esté segura y se maneje conforme a la normativa vigente. Por último, se aconseja realizar evaluaciones periódicas y simulacros de emergencia, con la participación de las instituciones y la comunidad, para identificar posibles fallas en el sistema y optimizar los tiempos de respuesta.