











Gestión de creación del sistema de Asistencia Inteligente de Emergencia y Monitoreo para la seguridad de personas vulnerables, 2025

Carolina Izanie Flores-Mozombite, Ing.¹; Pedro Carranza-Escobedo, Ing.¹; Elizabeth Kristina Bravo-Huivin, Doctora¹; Cesia Elizabeth Boñon-Silva, Magíster¹; Candy Vanessa Veneros-Castro, Magíster¹;
¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00305223@upn.pe, N00344591@upn.pe, Kristina.bravo@upn.edu.pe,
Cesia.bonon@upn.pe, candy.veneros@upn.pe

Abstract– *This study addresses the conceptual design and projective validation of an intelligent assistance and monitoring system aimed at vulnerable people in Trujillo, Peru. This project is aimed at improving safety and emergency response for older adults, at-risk women, and people with disabilities. We worked with a representative sample of 367 people, selected from a base population of 18,600 older adults, applying surveys and functional simulations, and with the support of specialists in health and citizen safety. The results demonstrate a high acceptance and viability of the technological solution, as well as its potential to strengthen the autonomy and protection of users in urban environments. The study lays the groundwork for future real implementations and the development of accessible assistive technologies in the Peruvian context.*

Keywords: *Smart assistance, emergency monitoring, vulnerable people, wearable technology, personal safety.*

Gestión de creación del sistema de Asistencia Inteligente de Emergencia y Monitoreo para la seguridad de personas vulnerables, 2025

Carolina Izanie Flores-Mozombite, Ing.¹; Pedro Carranza-Escobedo, Ing.¹; Elizabeth Kristina Bravo-Huivin, Doctora¹; Cesia Elizabeth Boñon-Silva, Magister¹; Candy Vanessa Veneros-Castro, Magister¹;
¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00305223@upn.pe, N00344591@upn.pe, Kristina.bravo@upn.edu.pe,
Cesia.bonon@upn.pe, candy.veneros@upn.pe

Resumen– El presente estudio aborda el diseño conceptual y la validación proyectiva de un sistema inteligente de asistencia y monitoreo dirigido a personas vulnerables en Trujillo, Perú. Este proyecto está orientado a mejorar la seguridad y la respuesta ante emergencias de adultos mayores, mujeres en riesgo y personas con discapacidad. Se trabajó con una muestra representativa de 367 personas, seleccionadas de una población base de 18,600 adultos mayores, aplicando encuestas y simulaciones funcionales, y contando con el respaldo de especialistas en salud y seguridad ciudadana. Los resultados demuestran una alta aceptación y viabilidad de la solución tecnológica, así como su potencial para fortalecer la autonomía y protección de los usuarios en entornos urbanos. El estudio sienta las bases para futuras implementaciones reales y el desarrollo de tecnologías de asistencia accesibles en el contexto peruano.

Palabras clave– Asistencia inteligente, monitoreo de emergencias, personas vulnerables, tecnología portátil, seguridad personal.

I. INTRODUCCIÓN

La protección de personas vulnerables, como adultos mayores, pacientes con enfermedades crónicas, personas con discapacidad o ciudadanos en situación de riesgo, es una prioridad creciente en las agendas sanitarias y sociales a nivel internacional y nacional. Si bien las tecnologías aplicadas a la salud han avanzado, persisten importantes brechas en el acceso a soluciones de monitoreo permanente, detección temprana de emergencias y activación automática de alertas. Esta problemática se observa incluso en países desarrollados, donde la integración de dispositivos inteligentes para asistencia inmediata y personalizada enfrenta desafíos de accesibilidad, infraestructura y adopción social.

A nivel global, el envejecimiento de la población y la dependencia de cuidadores tradicionales han evidenciado la necesidad de nuevas soluciones tecnológicas. Por ejemplo, en China y Japón, el rápido crecimiento de la población mayor ha impulsado el desarrollo de sensores inteligentes y robots asistenciales; sin embargo, su acceso masivo es aún limitado por factores económicos y culturales [1][2].

La OMS estima que el 90% de quienes requieren tecnologías asistivas aún no pueden acceder a ellas. Casos como Corea del Sur y Estados Unidos muestran que, a pesar de avances en inteligencia artificial y dispositivos portátiles,

la cobertura sigue siendo insuficiente y existe una brecha de equidad en el acceso a estas herramientas [3][4].

En Perú, la situación es más compleja por la limitada infraestructura tecnológica, el financiamiento insuficiente y la falta de integración con los sistemas de salud. Problemas como la ausencia de sistemas unificados de emergencia, el escaso uso de monitoreo remoto y la débil capacidad de respuesta ante crisis afectan gravemente a adultos mayores y personas en situación de vulnerabilidad [5][6]. Además, la creciente incidencia de enfermedades crónicas, junto con la falta de seguimiento médico continuo y herramientas de control domiciliario, agravan la situación y ponen en riesgo la autonomía y seguridad de miles de ciudadanos.

En la región La Libertad, la problemática se acentúa debido a la dispersión geográfica y a la gestión manual de emergencias y atenciones, lo que genera retrasos, errores y falta de transparencia en la protección de los usuarios. Las instituciones y familias enfrentan dificultades para implementar soluciones efectivas de monitoreo y respuesta, afectando tanto la productividad de los cuidadores como la experiencia y seguridad de los usuarios.

La implementación de sistemas inteligentes de asistencia y monitoreo representa una solución prometedora. Estos sistemas automatizan tareas críticas, centralizan la información y mejoran la capacidad de respuesta ante emergencias, contribuyendo a la seguridad, autonomía y bienestar de las personas vulnerables. Estudios recientes han demostrado que la adopción de tecnologías accesibles y conectadas puede reducir significativamente los tiempos de reacción, optimizar recursos y fortalecer la atención oportuna [7].

Este estudio analiza el diseño y la validación proyectiva de un sistema de asistencia inteligente para personas vulnerables en Trujillo, Perú. Mediante la evaluación de dispositivos como pulseras inteligentes y mini robots asistentes, se busca demostrar cómo la digitalización puede transformar la protección y autonomía de los usuarios en contextos urbanos. La investigación contribuye a la comprensión de los beneficios de la tecnología en la atención de poblaciones vulnerables, sirviendo de base para futuras implementaciones en el ámbito local y nacional.

II. ESTADO DEL ARTE

A. Asistencia inteligente

La asistencia inteligente, o Vida Asistida por el Entorno, se aleja de los sistemas de alarma pasivos al usar el Internet de las Cosas (IoT) y sensores para ofrecer un soporte proactivo [8]. Su fin es reaccionar de forma autónoma ante eventos críticos sin requerir la intervención del usuario, garantizando así una respuesta más rápida.

B. Monitoreo de emergencia

El monitoreo de emergencias es clave en la asistencia inteligente, integrando sensores para detectar eventos adversos, como caídas o anomalías en la frecuencia cardíaca. Estos sistemas procesan datos en tiempo real para activar alertas solo cuando se detectan anomalías genuinas [9].

C. Personas vulnerables

Las personas vulnerables incluyen a aquellos con condiciones físicas, de salud o sociales que incrementan su riesgo. A nivel mundial, existe una brecha en el acceso a tecnologías de asistencia que mejoren su autonomía y seguridad, problemática que en Perú se agrava por la falta de un sistema de emergencias eficiente [10][11].

D. Tecnología portátil

La tecnología portátil ha evolucionado para convertirse en una herramienta de seguridad personal. La integración de módulos GPS para geolocalización y GSM para la comunicación de alertas en dispositivos como pulseras ha demostrado ser una solución efectiva para crear una línea de vida móvil [12].

E. Seguridad personal

La seguridad personal se ha visto fortalecida por la tecnología, permitiendo a los usuarios gestionar su seguridad mediante dispositivos como botones de pánico y geolocalización automática, lo que proporciona tranquilidad tanto a los usuarios como a sus familias [13].

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Diseñar y validar proyectivamente un sistema inteligente de asistencia y monitoreo para la protección de personas vulnerables en la ciudad de Trujillo.

B. Objetivo Específicos

- Analizar las necesidades y riesgos de las personas vulnerables en Trujillo respecto a situaciones de emergencia.
- Diseñar una propuesta tecnológica basada en dispositivos inteligentes orientada a la detección y respuesta oportuna ante emergencias.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es de tipo aplicada y tiene un diseño proyectivo y no experimental, enfocado en desarrollar una solución tecnológica para personas vulnerables en Trujillo.

23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering, Artificial Intelligence, and Sustainable Technologies in service of society". Hybrid Event, Mexico City, July 16 - 18, 2025

Para el análisis de mercado, se realizó un estudio exploratorio con una encuesta validada por expertos, aplicada a 66 residentes locales. También se consultó con especialistas en ingeniería electrónica y de sistemas para mejorar la base técnica del proyecto. Los datos se recolectaron enfocándose en la percepción de seguridad, aceptación de la tecnología y las preferencias de los usuarios.

El sistema de Asistencia Inteligente de Emergencia y Monitoreo para la seguridad de personas vulnerables, para validar el concepto, se utilizaron herramientas de gestión de calidad y toma de decisiones en el desarrollo de productos. Además, el diseño cumplirá con la Ley de Protección de Datos Personales del Perú (Ley N.º 29733) para manejar la información sensible de los usuarios [14-Securiti.ai, 2022].

La selección de los dispositivos para medir funciones cardiovasculares se basó en guías prácticas recomendadas en investigaciones previas sobre wearables (tecnología de apoyo) [15]. También se consideró el impacto del mercado de tecnología wearable, enfocándose en la experiencia del consumidor [16].

En cuanto a las herramientas tecnológicas, se definió la arquitectura del sistema.

Tabla 1.
Esquema general de arquitectura del Sistema

COMPONENTE	ROL EN LA ARQUITECTURA	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL
Dispositivo embebido	Cliente	Recolecta datos biométricos y de movimiento mediante sensores; ejecuta la lógica de emergencia localmente.
Servidor en la nube (Firebase u otro)	Servidor	Plataforma remota que recibe, almacena y procesa datos; permite monitoreo y configuración desde la aplicación o web.
Aplicación móvil / web	Cliente	Interfaz utilizada por el cuidador o familiar. Accede a la nube para visualizar alertas, ubicación, historial y estado del usuario.
Canal de comunicación	Middleware / puente de datos	Conexión GSM, Wi-Fi o Bluetooth entre los dispositivos cliente y el servidor; asegura sincronización en tiempo real.
Edge computing (en robot)	Cliente con procesamiento local	Permite respuestas rápidas sin depender de la nube: interpretación de voz, alertas inmediatas, interacción offline.

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 1, se presenta la arquitectura del sistema, que incluye un dispositivo embebido para captar datos y ejecutar emergencias localmente, un servidor en la nube para procesar y almacenar información, una aplicación móvil para el acceso del cuidador, un canal de comunicación que sincroniza datos en tiempo real, y procesamiento local en el robot para respuestas rápidas sin depender de la nube.

V. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE ASISTENCIA INTELIGENTE

Para el desarrollo del sistema se implementó una metodología estructurada en cinco etapas secuenciales, diseñada para garantizar un enfoque sistemático. En el cual, esta metodología permite minimizar los riesgos inherentes al

desarrollo, optimizar los recursos disponibles y asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

En la Tabla 1 se detallan las etapas metodológicas y sus correspondientes actividades, abarcando desde el análisis inicial del mercado hasta el diseño industrial y ambiental.

Tabla 2.
Etapas de desarrollo del sistema

Ítem	Etapas	Actividades
Etapas 1	Análisis de mercado	Segmentación del mercado
		Métodos Cuantitativos
		Estudio exploratorio de mercado
Etapas 2	Ingeniería simultánea y desarrollo de nuevos productos	Desarrollo del concepto
		Filtrado de concepto
Etapas 3	Gestión de la calidad	Voz del cliente
		Cuadro crítico para la calidad
		Función de la calidad
Etapas 4	Gestión de la Innovación	Características Intrínsecas
		Cálculo de las curvas de difusión de Rogers
		Gráficos de la curva de difusión de Rogers
Etapas 5	Diseño industrial y ambiental	Diseño para el ambiente DPA
		Diseño Industrial

Nota: Elaboración propia de los autores

A. Etapa 1: Análisis del mercado

Se realizó un modelo canvas y benchmarking de productos similares, lo que permitió validar la demanda y orientar el diseño del sistema hacia un enfoque funcional, accesible y centrado en el usuario.

SOCIOS CLAVES	ACTIVIDADES CLAVES	PROPUESTA DE VALOR	RELACIÓN CON LOS CLIENTES	SEGMENTOS DE CLIENTES
Proveedores de tecnología: Empresas de telecomunicaciones. Materiales para construcción. Instituciones educativas y gubernamentales: Puntaje y distribución. Inversoras: Trabajo en red para producción y expansión. Familiares y amigos: Apoyo técnico en instalación y mantenimiento.	Desarrollo y mejora tecnológica: Investigación y desarrollo, consultoría de hardware y software. Producción y distribución: Fabricación y gestión de la cadena de suministro. RECURSOS CLAVES Tecnología de geolocalización y sensores: Para hardware y software del producto. Equipo de desarrollo e ingeniería: Programación y seguridad.	Seguridad personal: Atención personalizada: Atención personalizada por el cliente. Tecnología avanzada: Calidad de servicio en tiempo real y acceso a internet. Accesibilidad: Soluciones de uso para personas con discapacidad por la seguridad. Confianza y tranquilidad: Visión clara y control de la información.	Atención personalizada: Atención personalizada por el cliente. Soporte continuo: Servicio al cliente. CANALES Tienda en línea: Página web y redes sociales. Redes sociales: Presencia y comunicación. Instituciones educativas: Alumnos para usar el sistema en emergencias y seguridad.	Padres y familias: Atención personalizada por la seguridad de sus hijos. Escuelas de sus hijos: Instituciones para la seguridad de sus hijos. Instituciones gubernamentales: Atención personalizada por la seguridad de sus hijos. Seguridad personal: Atención personalizada por la seguridad de sus hijos.
ESTRUCTURA DE COSTOS	FUENTES DE INGRESOS			
Desarrollo del hardware: Investigación, desarrollo y producción. Marketing y distribución: Marketing, promoción y distribución. Soporte técnico y mantenimiento: Atención al cliente. Plataforma de Software: Mantenimiento y actualización.	Venta del producto: Venta por la tienda en línea. Suscripciones mensuales: Servicio de personalización y atención. Mantenimiento y actualización: Servicio de atención al cliente.			

Fig. 1 Modelo Cnavas del sistema
Elaboración propia de los autores

En la Figura 1, se visualiza el modelo canvas para la necesidad de una solución tecnológica para personas vulnerables frente a situaciones de emergencia.

SISTEMA DE ASISTENCIA INTELIGENTE DE EMERGENCIA Y MONITOREO

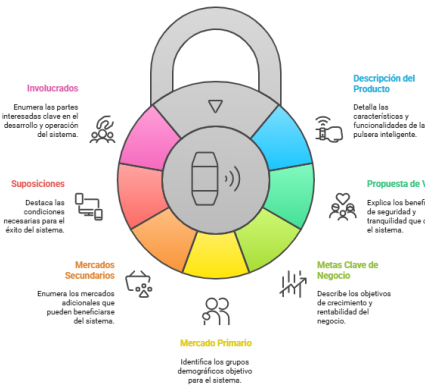


Fig. 2 Benchmarking del sistema
Elaboración propia de los autores

En la Figura 2, se proporciona un análisis estructurado del sistema de asistencia inteligente de emergencia y monitoreo, identificando los elementos clave que influyen en su desarrollo y funcionamiento, así como los aspectos que determinan su viabilidad en el mercado y su impacto en los usuarios.

A.1) Segmentación del mercado

La segmentación permitió enfocar el diseño y validación del producto en usuarios con alta predisposición a adoptar tecnologías de seguridad personal.



Fig. 3 Benchmarking del sistema
Elaboración propia de los autores

En el Figura 3, esta segmentación permitió enfocar el diseño y validación del producto en usuarios con alta predisposición a adoptar tecnologías de seguridad personal.

A continuación, se mostrará en la tabla, la segmentación específica aplicada.

Tabla 3.
Segmentación específica aplicada

TIPO	DESCRIPCIÓN
Geográfica	Trujillo (urbano y periurbano), con posibilidad de expansión a Chiclayo y Lima.

Demográfica	Personas de 18 a 65+ años, principalmente mujeres y adultos mayores.
Socioeconómica	Clase media y media-alta con acceso a smartphones y servicios móviles.
Conductual	Usuarios con alta preocupación por la seguridad y predisposición al uso de tecnología.

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 3, se presenta la segmentación específica aplicada para el sistema de asistencia inteligente, centrada en usuarios preocupados por la seguridad y predispuestos a adoptar tecnología.

A.2) Método cuantitativos

Se utiliza para analizar variables mediante la recolección y análisis de datos numéricos, permitiendo medir y evaluar aspectos específicos de un fenómeno. En este caso, se aplicó el análisis de fiabilidad con el Alfa de Cronbach y correlaciones.

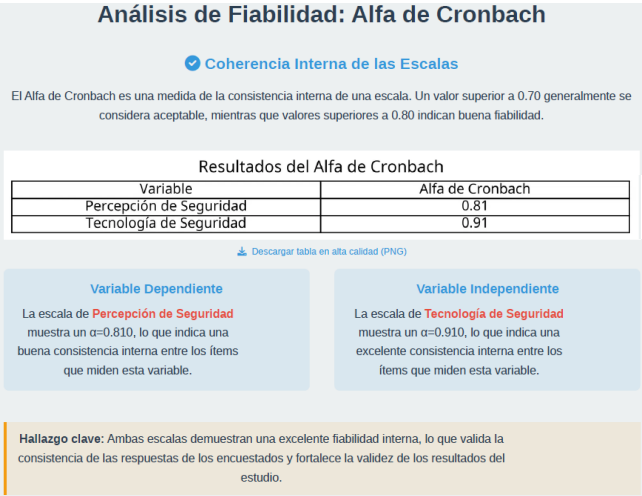


Fig. 4 Análisis de fiabilidad de ambas variables
Elaboración propia de los autores

En la Figura 4, muestra los resultados indican una excelente consistencia interna para ambas variables, con valores de 0.81 y 0.91 respectivamente, lo que refleja una alta fiabilidad en las escalas utilizadas para medir estas variables.

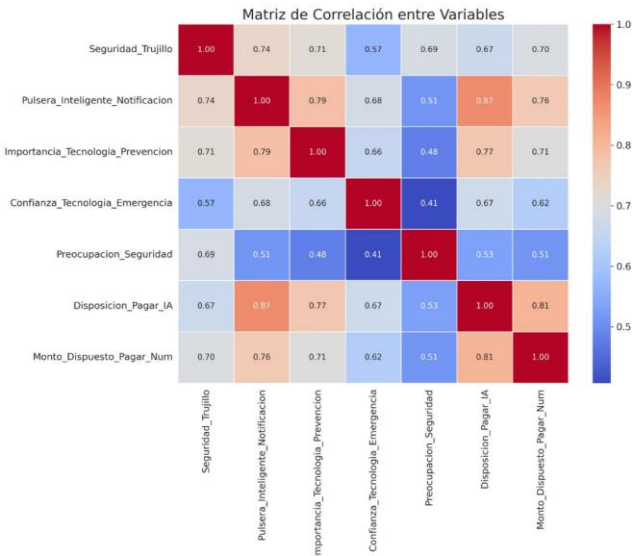


Fig. 5 Correlaciones de ambas variables
Elaboración propia de los autores

En la Figura 5, indican relaciones entre ambas variables, con un valor de 0.74, lo que sugiere una fuerte relación. Estos valores resaltan las conexiones clave entre las percepciones de seguridad y la aceptación de tecnologías de apoyo.

A.3) Estudio exploratorio del mercado

Se aplicó un estudio exploratorio a 367 personas en Trujillo para conocer su percepción sobre seguridad y tecnología. Asimismo, **se muestra los resultados de las encuestas obtenidas:**

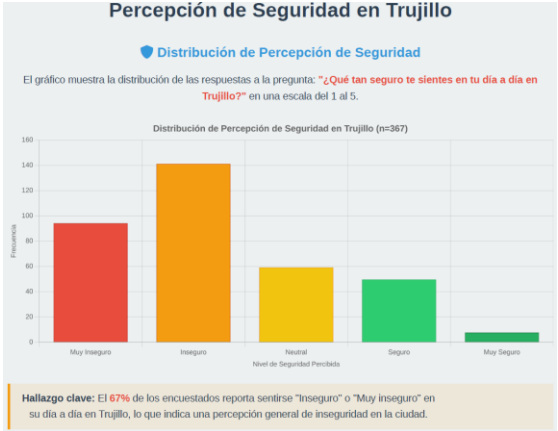


Fig. 6 Distribución de Percepción de Seguridad
Elaboración propia de los autores

En la Figura 6, se muestra los resultados de la encuesta sobre la percepción de seguridad en Trujillo, permitiendo visualizar el nivel de inseguridad experimentado por la población. Este análisis resalta la alta preocupación por la seguridad en la ciudad, lo que justifica la necesidad de implementar sistemas de monitoreo y asistencia inteligente para mejorar la protección de los ciudadanos.

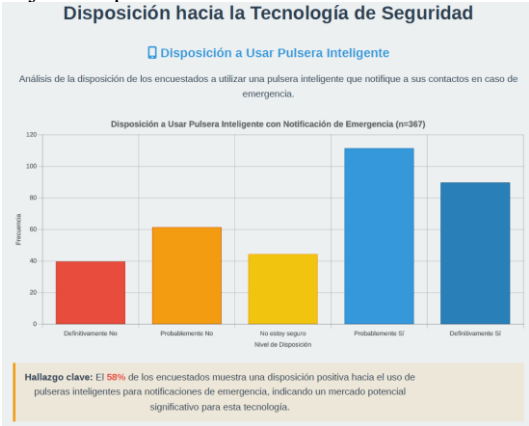


Fig. 7 Disposición hacia la Tecnología de Seguridad
Elaboración propia de los autores

En la Figura 7, revela que el 58% de los encuestados está dispuesto a usar este tipo de dispositivo, con una disposición positiva. Este resultado indica una demanda significativa para el uso de tecnologías de seguridad personal, especialmente entre quienes buscan soluciones de monitoreo en situaciones críticas.

B. Etapa 2: Ingeniería simultánea y desarrollo de nuevos productos

En esta etapa se realizó un análisis detallado de los requisitos técnicos y se definió el alcance del proyecto. Esto permitió optimizar el diseño y garantizar que el producto final cumpliera con las expectativas de seguridad, funcionalidad y accesibilidad.

B.1) Desarrollo del concepto

Se definieron criterios de selección basados en funcionalidad, ergonomía, resistencia, diseño estético y facilidad de uso. A partir de estos criterios, se realizó una comparación entre los diferentes conceptos posibles para determinar el más adecuado para el producto final.



Fig. 8 Árbol de clasificación
Elaboración propia de los autores

En la Figura 8, incluye categorías clave como el tipo de sensores, la interfaz de usuario, opciones de color, materiales de la correa y componentes esenciales.

Se detalla las siguientes combinaciones en la siguiente matriz:

Tipo de Sensores	Interfaz de usuario del sistema	Color del producto	Material de la correa	Componentes
Sensor de movimiento	Conectividad con aplicación móvil	Negro	Cuero	Pantalla
Módulo GPS		Plomo	Silicona	Bluetooth
Sensor de salud		Azul	Termo plástico	Botón de emergencia
Sensor de temperatura		Beige		Vibrador óptico
Módulo micro CD				

B.2) Filtrado de concepto

Es una etapa clave en el proceso de desarrollo de un producto, en la que se evalúan y seleccionan las opciones más viables para el diseño final, basándose en criterios específicos.

Tabla 5.
Conceptos del sistema de inteligencia

CRITERIO DE SELECCIÓN	PESO	CONCEPTO							
		A		B		C		D	
		Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro-CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color negro con material de cuero con botón de emergencia.		Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro-CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color negro con material de silicona con botón de emergencia.		Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro-CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color plomo con material de silicona con pantalla.		Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro-CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color beige con material de termo plástico con vibrador óptico.	
		CALIFICACIÓN	EVALUACIÓN PONDERADA	CALIFICACIÓN	EVALUACIÓN PONDERADA	CALIFICACIÓN	EVALUACIÓN PONDERADA	CALIFICACIÓN	EVALUACIÓN PONDERADA
Funcionalidad del dispositivo móvil y físico	30%	3	0.90	4	1.20	4	1.20	3	0.90
Ergonomía del									

Fig. 9 Combinaciones de conceptos del sistema
Elaboración propia de los autores

En la Figura 9, se visualiza las interacciones entre las características clave del dispositivo, como el tipo de sensores (movimiento, GPS, salud, temperatura), la interfaz de usuario (conectividad móvil), las opciones de color del producto (negro, plomo, azul, beige), el material de la correa (cuero, silicona, termo plástico) y los componentes (pantalla, Bluetooth, botón de emergencia, vibrador óptico). Las líneas indican las posibles combinaciones y decisiones de diseño para cada característica.

Tabla 4.
Conceptos-Pulsera Inteligencia

CÓDIGO	CONCEPTO
A	Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color negro con material de cuero con botón de emergencia.
B	Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color negro con material de silicona con botón de emergencia.
C	Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color plomo con material de silicona con pantalla.
D	Sensor de movimiento, módulo GPS, sensor de salud, sensor de temperatura, módulo micro CD con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color beige con material de termo plástico con vibrador óptico.

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 4, los conceptos varían en características como el tipo de sensor, el módulo micro CD, la conectividad con la aplicación móvil y el material de la correa. Además, algunos conceptos incluyen características adicionales como un botón de emergencia o una pantalla. De modo que, cada concepto se identifica con un código (A, B, C, D) para diferenciar las posibles configuraciones del producto.

material	25%	2	0.50	4	1.00	4	1.00	3	0.75
Resistencia	20%	2	0.40	4	0.80	4	0.80	3	0.60
Diseño este tico	15%	3	0.45	4	0.60	3	0.45	2	0.30
Facilidad de uso	10%	3	0.30	4	0.40	4	0.40	3	0.30
TOTAL PUNTOS	100%		2.55		4.00		3.85		2.85
LUGAR			4		1		2		3
¿Continuar?			No		SI		SI		SI

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 5, se presentan los conceptos del sistema de inteligencia para la pulsera inteligente, evaluados según criterios específicos: funcionalidad, ergonomía, resistencia, diseño estético y facilidad de uso. Cada concepto (A, B, C, D) fue calificado en una escala de 1 a 4, con una evaluación ponderada para cada criterio según su peso asignado. El concepto con la mayor puntuación total fue el **Concepto C** con una puntuación de 3.85, lo que lo posiciona como el más adecuado para el desarrollo del sistema.

C. Etapa 3: Gestión de la calidad

En esta fase se establecen y verifican los estándares de calidad del producto. Por lo tanto, esta gestión busca optimizar la satisfacción del usuario mediante procedimientos claros y precisos de evaluación, control y mejora continua, garantizando así un sistema eficaz para la seguridad de personas vulnerables.

C.1) Voz del cliente

En esta etapa, se recopilan y analizan las opiniones, sugerencias y expectativas de los clientes potenciales para incorporar sus requerimientos en el diseño y la funcionalidad del producto, también con las preferencias y exigencias de los usuarios finales, logrando una mayor satisfacción y aceptación del mercado.

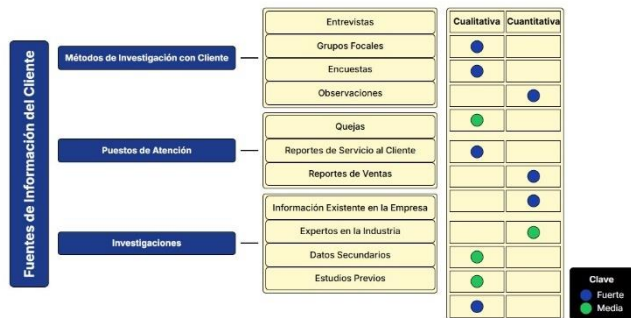


Fig. 10 Voz del cliente
Elaboración propia de los autores

En la Figura 10, muestra las fuentes que se dividen en cualitativas y cuantitativas, con una clasificación de "fuerte" y "media" según su relevancia en cada área de investigación.

C.2) Árbol crítico para la calidad

Permite identificar y priorizar los factores más relevantes que afectan la calidad del producto. Al establecer estos criterios críticos, se optimiza el proceso de desarrollo y se mejora la calidad general del sistema, garantizando que cada componente cumpla con los estándares necesarios para una experiencia segura y efectiva para los usuarios.

Tabla 6.

Cuadro Crítico para la Calidad

Necesidad del Cliente	Conductor de Calidad	CTQs (Métricas de Calidad)
Seguridad	Sistema de alarma	Evaluación de activación correcta en >95% de situaciones simuladas.
	Geolocalización precisa	Margen de error de ubicación <10 metros.

	Notificación en tiempo real	Tiempo de respuesta de la notificación <5 segundos.
Durabilidad	Material resistencia al agua	Pruebas de resistencia al agua con clasificación IP67 o superior.
	Resistencia a golpes	Evaluación de resistencia a caídas de 1.5 metros sin daño.
Comodidad	Diseño ergonómico	Evaluación de comodidad por usuarios >= 8/10 en encuesta.
	Tamaño ajustable	Satisfacción de ajuste personal >= 8/10.
Facilidad de uso	Interfaz simple y clara	Tiempo de aprendizaje para uso básico <10 minutos.
	Instrucciones claras	Comprensión >=90% en evaluaciones de usuarios.
Eficiencia energética	Batería de larga duración	Duración de la batería >=48 horas con uso estándar.

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 6, observa que cada necesidad se relaciona con un conductor específico, que establece las métricas para garantizar la calidad en aspectos como seguridad, durabilidad, comodidad, facilidad de uso y eficiencia energética.

C.3) Función de la calidad

La Función de la calidad asegura que el producto cumpla con los estándares de seguridad, durabilidad, comodidad, facilidad de uso y eficiencia energética, optimizando su rendimiento y calidad.

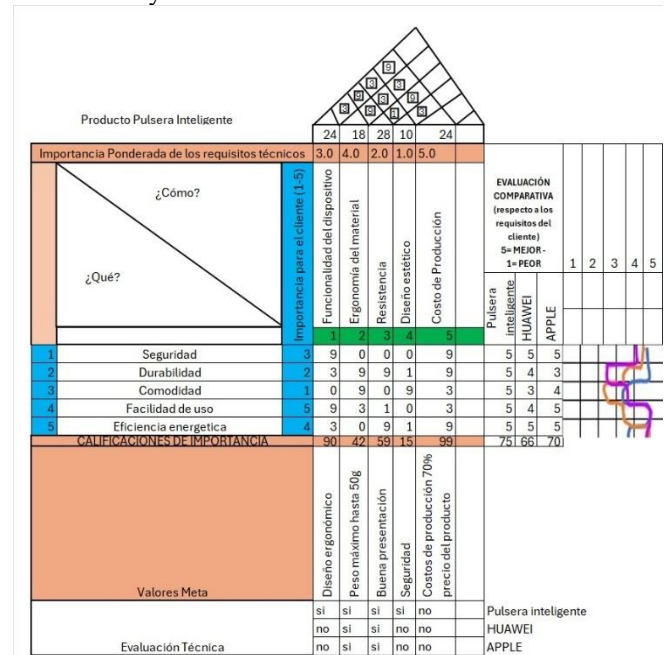


Fig. 11 Despliegue de la Función de la Calidad (QFD)
Elaboración propia de los autores

En la Figura 11, resalta la importancia de cada requisito, cómo se cumplen, y permite comparar las características del

producto con las expectativas del cliente y las soluciones de la competencia.

D. Etapa 4: Gestión de la Innovación

Se centra en integrar tecnologías avanzadas y mejorar continuamente para la seguridad, adaptándose a las necesidades del mercado y los avances tecnológicos.

D.1) Características Intrínsecas

Destacan los atributos clave del producto: ventaja relativa, compatibilidad, simplicidad, experimentación y observabilidad.

Integración de Características para el Éxito



Fig. 12 Integración de características
Elaboración propia de los autores

En la Figura 12, la integración de características como observabilidad, ventaja relativa, experimentación, compatibilidad y simplicidad busca mejorar la seguridad, el bienestar de los usuarios vulnerables y la satisfacción del cliente, asegurando la efectividad y el éxito del producto en el mercado.

D.2) Cálculo de las curvas de difusión de Rogers

Este análisis ayuda a predecir la tasa de adopción y a dirigir estrategias de marketing hacia los grupos clave para asegurar el éxito del producto.

Tabla 7.

Cálculo de difusión de Rogers

Mercado Potencial	300000	Periodo	Innovación en tiempo	La innovación	Adoptadores – mercado potencial	Difusión de la innovación	
P= coeficiente de innovación	0.0042	1	0	1260	0	1260	1260
q= coeficiente de imitación	0.58	2	1260	1255	728	1982	3242
		3	3242	1246	1860	3107	6349
		4	6349	1233	3605	4838	11187
		5	11187	1213	6247	7460	18647
		6	18647	1182	10143	11324	29971
		7	29971	1134	15647	16781	46752
		8	46752	1064	22890	23954	70705
		9	70705	963	31344	32307	103012
		10	103012	827	39232	40059	143071
		11	143071	659	43407	44066	187138

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 7, muestra la adopción de la innovación en un mercado potencial de 30,000 personas. Utilizando los coeficientes de innovación y de imitación, permite predecir la adopción del producto a lo largo del tiempo, ayudando a identificar el ritmo de aceptación en cada período y facilitando la planificación de estrategias de marketing y distribución más efectivas.

D.3) Gráfico de la curva de difusión de Rogers

Muestra cómo se adopta una innovación, a lo largo del tiempo, segmentando a los adoptantes en diferentes grupos. Este gráfico ayuda a entender la tasa de adopción y a optimizar estrategias de marketing.



Fig. 13 Efectos de Innovación
Elaboración propia de los autores

En la Figura 13, ilustra cómo, en los primeros periodos, la adopción y los efectos de la innovación son rápidos (curva ascendente), pero luego disminuyen a medida que se estabiliza el mercado, reflejando una adopción más lenta con el paso del tiempo.

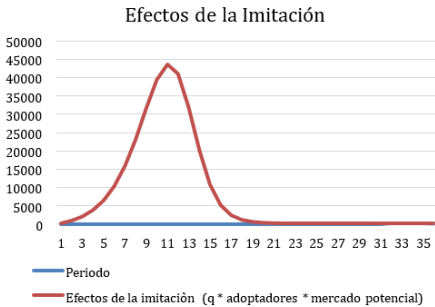


Fig. 14 Efectos de Imitación
Elaboración propia de los autores

En la Figura 14, ilustra cómo, a medida que aumenta el número de adoptantes iniciales, la imitación por parte de otros consumidores crece rápidamente, alcanzando su punto máximo en los primeros periodos, y luego disminuye gradualmente a medida que la adopción se estabiliza en el mercado.

E. Etapa 5: Diseño industrial y ambiental

Se enfoca en el proceso de creación y optimización del Sistema de Asistencia Inteligente de Emergencia y Monitoreo para la seguridad, asegurando que el producto no solo sea funcional y eficiente, sino también ecológicamente responsable.

E.1) Diseño para el ambiente DPA

Se seleccionan materiales reciclables, se optimizan los procesos de producción para reducir el consumo de recursos y energía, y se busca que el producto sea fácilmente desensamblable al final de su vida útil para facilitar el reciclaje.

Tabla 8.
Diseño DPA

Pulsera inteligente con Sensor de movimiento, sensor de salud, sensor de temperatura, con modulo GPS, modulo micro-CD y con conectividad con la aplicación en el dispositivo móvil de color negro con material de silicona con botón de emergencia.			
Etapas del ciclo de vida del producto	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Meta ambiental

Materiales	Correa de silicona reciclada	Residuos sólidos	Contaminación del suelo
	Reciclaje de materiales plásticos	Selección de proveedores con certificación ambiental	
	Sensor de movimiento y GPS	Consumo de energía	Uso eficiente de energía
	Optimización del consumo energético		
	Módulo micro CD y batería recargable	Reducción de residuos tóxicos	Uso de materiales no tóxicos y reciclables
	Botón de emergencia	Reciclaje de componentes	Diseñar un sistema de fácil desmontaje

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 8, se establece la meta ambiental de minimizar el impacto, como el reciclaje de componentes y el uso de materiales no tóxicos, promoviendo la sostenibilidad a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

E.2) Diseño industrial

Esta fase abarca el diseño de todos los aspectos físicos del producto, como la forma, el tamaño, los materiales y la interfaz de usuario, asegurando que el dispositivo sea cómodo, fácil de usar y atractivo para los usuarios. Además, se busca que el diseño industrial optimice la producción, reduciendo costos y mejorando la eficiencia en el ensamblaje, mientras se mantiene la calidad y sostenibilidad del producto.

Tabla 9.

Diseño industrial

Necesidades Ergonómicas	¿Qué tan importante es la facilidad de uso?
	El producto es fácil de colocarse, ya que estará hecho de silicona, la cual permite que se adapte a la muñeca del cliente.
	¿Qué tan importante es su facilidad de mantenimiento?
	Conservar y almacenar en un ambiente limpio. Después de utilizarlo guardarlo en un lugar cuidadoso. Evitar caídas y golpes.
	¿Cuántas interacciones del usuario se requieren para las funciones del producto?
	El producto presenta un diseño portable
	¿Qué tan novedosas son las necesidades de interacción del usuario?
	El producto es fácil de usar
Necesidades Estéticas	¿Cuáles son los productos de seguridad?
	Estará combinado las tecnologías avanzadas
	¿Se requiere diferenciación visual del producto?
	La pulsera tendrá una presentación de caja ecológica
	¿Qué tan importantes son el orgullo de propiedad, imagen y moda?
	El diseño se realizará con material de silicona de color negro de acuerdo con el modelo del producto
	¿Un producto estético motivará al grupo?
	En el logo se incluirá el diseño de la marca de la pulsera

Nota: Elaboración propia de los autores

En la Tabla 9, resalta la importancia de un diseño ecológico y estéticamente atractivo, con materiales de silicona y una presentación visual moderna que motive a los usuarios, asegurando su funcionalidad y satisfacción.

VI. RESULTADOS

- 1) BOCETO DE LA PULSERA
- Se muestra el boceto del prototipo de la pulsera inteligente como se visualiza en la Figura 15.

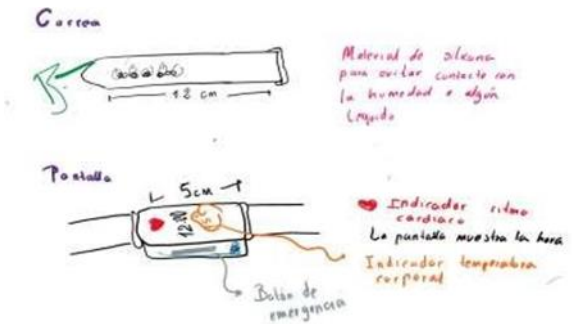


Fig. 15 Boceto de la pulsera
Elaboración propia de los autores

En la Figura 15, el diseño incluye elementos clave como la correa de silicona, con un tamaño ajustable de 5 cm, y una pantalla donde se pueden visualizar las notificaciones. Además, se incluyen sensores para el monitoreo de salud y una batería de emergencia para garantizar el funcionamiento en situaciones críticas.

2) PROTOTIPO DE LA PULSERA

Se muestra el prototipo de la pulsera inteligente como se visualiza en la Figura 16.



Fig. 16 Prototipo de la pulsera
Elaboración propia de los autores

En la Figura 16, el diseño visualiza una pulsera elegante y moderna, equipada con una pantalla táctil que muestra información clave como el monitoreo de salud, la hora y otros datos relevantes.

3) INTERFAZ DEL SISTEMA DE ASISTENCIA INTELIGENTE DE EMERGENCIA Y MONITOREO

Muestra de manera clara los signos vitales del usuario, como el ritmo cardíaco y la temperatura, permitiendo un monitoreo continuo de la salud. Está diseñada para ser intuitiva, facilitando el acceso a información médica y alertas de emergencia.

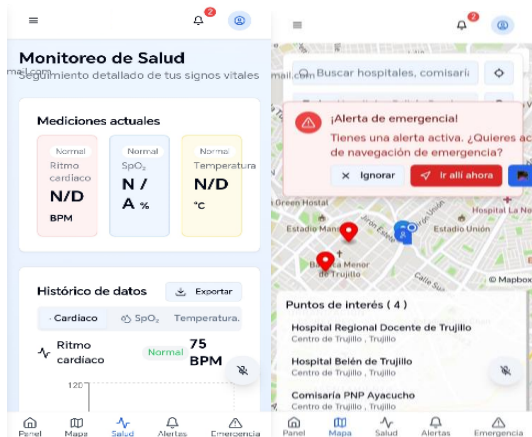


Fig. 17 Interfaz del sistema 1
Elaboración propia de los autores

En la Figura 17, incluye el monitoreo de signos vitales del usuario, acceso al histórico de datos y una alerta de emergencia activa, con opciones para navegación a hospitales cercanos. Además, se visualizan puntos de interés en el mapa, como hospitales y comisarías, para facilitar la respuesta rápida en situaciones críticas.

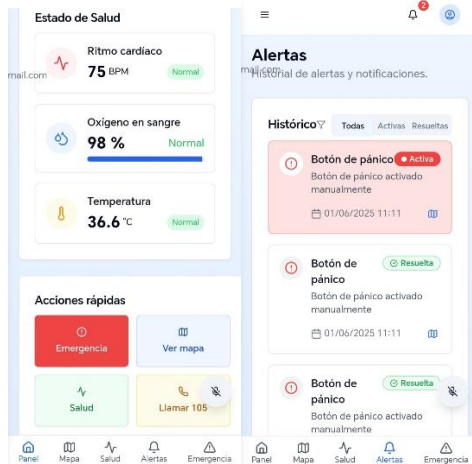


Fig. 18 Interfaz del sistema 2
Elaboración propia de los autores

En la Figura 18, la pantalla muestra el estado de salud del usuario, con datos en tiempo real como el ritmo cardíaco, oxígeno en sangre y temperatura. También incluye un historial de alertas activas, como el botón de pánico, con opciones de acciones rápidas para contactar emergencias, visualizar el mapa o llamar a servicios médicos.

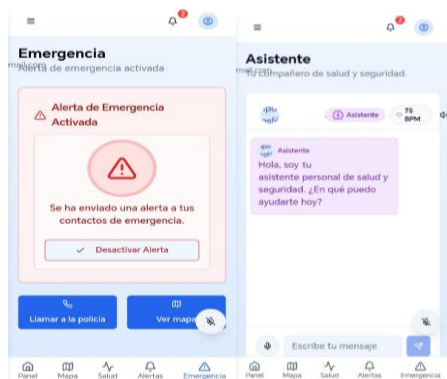


Fig. 19 Interfaz del sistema 3
Elaboración propia de los autores

En la Figura 19, se muestra la alerta de emergencia activada, con opciones para desactivar la alerta, llamar a la policía o ver el mapa. También se visualiza la interacción con el asistente, quien brinda soporte en salud y seguridad, permitiendo al usuario recibir ayuda en tiempo real.

VII. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio demuestran una alta viabilidad conceptual para el sistema de asistencia inteligente propuesto, impulsada por una necesidad manifiesta en el mercado de Trujillo. La validación exploratoria reveló una notable aceptación potencial del dispositivo (95.4% de disposición positiva) y una fuerte percepción de inseguridad que justifica la solución tecnológica. El proceso de diseño de ingeniería culminó en un concepto de producto ("Concepto B") que equilibra funcionalidad y un costo de producción optimizado, identificado como el requisito técnico más importante para su implementación exitosa en el mercado peruano.

La presente investigación comparó el diseño del sistema de asistencia inteligente propuesto con tres patentes representativas del mercado internacional: la patente US12027033B2 [17] para dispositivos portátiles de seguridad personal, la patente US20240412619 [18] de dispositivo de seguridad personal portátil con aplicación de respuesta a crisis en tiempo real, y la patente US20160379473A1 [19] para detección automática de situaciones de emergencia en dispositivos portátiles. Estas propuestas internacionales abordan soluciones de seguridad personal mediante tecnología wearable, pero presentan diferencias sustanciales respecto al enfoque integral adoptado en este proyecto.

La patente US12027033B2 describe un dispositivo portátil que detecta eventos mediante sensores y genera alertas transmitidas a través de redes celulares, incluyendo notificaciones a contactos de emergencia y organizaciones de seguridad pública. Si bien ofrece funcionalidades de comunicación robustas, se limita a la detección de eventos predefinidos sin considerar análisis contextual o adaptación a condiciones específicas del entorno peruano. La patente US20240412619 introduce una aplicación móvil de respuesta a crisis en tiempo real que requiere activación manual por parte del usuario, lo que podría representar una limitación en situaciones de emergencia donde la víctima no puede accionar el dispositivo. Por contraste, la patente US20160379473A1 propone un sistema de detección automática mediante múltiples sensores que calcula niveles de emergencia basados en métricas específicas, estableciendo umbrales críticos seleccionables por el usuario.

Por contraste, el sistema de asistencia inteligente de este estudio ofrece un enfoque multimodal que integra detección automática de emergencias, geolocalización GPS, comunicación bidireccional y un modelo de producción Make-to-Order (MTO) específicamente adaptado a la realidad económica del mercado peruano. A diferencia de las patentes comparadas, que se enfocan en mercados desarrollados con infraestructura tecnológica avanzada, este diseño considera las limitaciones de conectividad, recursos económicos y características socioculturales del contexto

local. Este enfoque se alinea con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre tecnologías apropiadas para países en desarrollo, que enfatizan la importancia de soluciones accesibles y culturalmente adaptadas.

No obstante, este estudio presenta algunas limitaciones que deben reconocerse. En primer lugar, la validación de mercado se fundamentó en una muestra exploratoria por conveniencia de 66 personas, lo que impide la generalización estadística de los hallazgos a toda la población. En segundo lugar, el carácter proyectivo y teórico de la investigación requiere validación mediante el desarrollo de un prototipo funcional que permita evaluar la precisión de los sensores, la autonomía de la batería y la usabilidad del sistema en condiciones reales. Finalmente, no se incorporaron variables de costos de implementación a gran escala ni análisis de viabilidad financiera para el modelo de negocio propuesto.

En consecuencia, se recomienda que futuras investigaciones aborden estas limitaciones mediante el desarrollo de un prototipo funcional para realizar pruebas de campo con una muestra representativa de la población objetivo en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos del Perú. Asimismo, sería pertinente implementar evaluaciones más robustas que incluyan análisis de costos de producción, estudios de mercado a mayor escala y evaluaciones de impacto social para respaldar la viabilidad comercial del dispositivo. También resulta relevante explorar la posibilidad de integrar tecnologías emergentes como inteligencia artificial para análisis predictivo de situaciones de riesgo y sistemas de machine learning para optimizar la precisión de la detección de emergencias.

En síntesis, el sistema de asistencia inteligente propuesto constituye una respuesta innovadora y pertinente a una necesidad social de seguridad en el Perú. Su diseño no solo cumple con criterios técnicos y funcionales, sino que también aporta una solución potencialmente accesible y sostenible en un contexto marcado por altos índices de inseguridad ciudadana y limitaciones económicas. Este proyecto demuestra que la aplicación de herramientas de ingeniería empresarial puede generar soluciones tecnológicas con profundo impacto social cuando se articulan con conocimientos interdisciplinarios y se orientan al bienestar de poblaciones vulnerables. La propuesta presentada, validada conceptualmente en el mercado local y respaldada por análisis comparativo con patentes internacionales, ofrece un modelo de diseño y negocio replicable que puede contribuir significativamente a mejorar la calidad de vida y protección de la ciudadanía peruana.

VIII. CONCLUSIONES

Se analizaron exitosamente las necesidades y riesgos de la población vulnerable en Trujillo. Se concluyó, a través de una encuesta exploratoria a 66 residentes locales, que existe una alta percepción de inseguridad (más del 77% de los encuestados), lo que confirma una necesidad manifiesta de soluciones de protección. Asimismo, se identificó una notable disposición a adoptar la tecnología

propuesta, con un 95.4% de aceptación potencial, validando la pertinencia del proyecto.

Se diseñó una propuesta tecnológica integral basada en un dispositivo portátil. Mediante la aplicación de herramientas de ingeniería como el Despliegue de la Función de Calidad (QFD) y matrices de evaluación, se definió y optimizó un concepto de producto viable ("Concepto B"). La propuesta detalló la arquitectura de hardware, incluyendo sensores clave como el acelerómetro MPU-6050 y el módulo GPS NEO-6M, y la arquitectura de software, fundamentada en plataformas como Arduino y Firebase, orientada a la detección y respuesta oportuna ante emergencias.

Se diseñó y validó de manera proyectiva el sistema inteligente de asistencia y monitoreo. La validación no se limitó al diseño técnico, sino que abarcó un análisis de viabilidad productiva, que resultó en un modelo de fabricación (MTO) y una capacidad calculada de 32 unidades diarias, y un análisis de mercado que confirma su relevancia. Por lo tanto, se concluye que el estudio establece una base conceptual y teórica sólida, completa y viable para la futura implementación física del sistema.

REFERENCIAS

- [1] Lucas, N. G., Francisco, B. M., López, E. E. Q., & Quiroz, G. S. C. (2021). Squeaky bracelet prototipo alarma ante posibles secuestros y extravíos de infantes en un lugar que aglomera personas. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 9(18), 47-61.
- [2] Espinosa, M. I. E., & González, R. A. R. (2022). Prototipo de geolocalización para personas vulnerables: botón de pánico, SOS. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 5390-5412.
- [3] Santana, I. L., & Betancor, R. S. (2023). "Violet", un proyecto empresarial comprometido con los ODS y el emprendimiento responsable. *Emprendimiento y Negocios Internacionales*, 8(2), 35-39. <https://ojsppdc.ulpgc.es/ojs/index.php/ENI/article/view/1730>
- [4] Flores Villanueva, J. A., & Quiroz Grosso, M. A. (2023). Solución tecnológica para la seguridad de las mujeres en situaciones de peligro. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [5] Mayta, B. G. (2020). Prototipo de un sistema de alerta temprana basado en mensaje de texto. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- [6] Rodríguez, J., & Pérez, A. (2023). Evaluación de un sistema de cámaras de vigilancia y monitoreo en tiempo real en Trujillo. Universidad Privada del Norte.
- [7] Vasquez Pacaya, C. E., Merino Maza De Aguilar, C. A., Diaz Huayra, E. M., Torres Cahuana, J., & Lopez Gaspar, P. C. (2021). Elaboración y comercialización de pulseras digitales de seguridad para mujeres.
- [8] Riaño, D., Real, F. y Campaña, J. (2012). Arquitectura para un sistema de vida asistida ambiental para la monitorización remota de pacientes. En *Tecnologías de la Información en Informática Biomédica* (pp. 60-74). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32851-3_5
- [9] Hassan, MM, Alam, MGR, Uddin, MZ, Huda, S., Almogren, A. y Fortino, G. (2022). Un sistema de detección de caídas sostenible y fiable para personas mayores mediante una arquitectura móvil-nube. *Computación Sostenible: Informática y Sistemas*, 35, 100742. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100742>
- [10] Organización Mundial de la Salud. (2022). Tecnología de asistencia. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology>
- [11] Programa Nacional de Telecomunicaciones. (2022). Proyecto Central 911 – Perfil técnico. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. https://www.pronatel.gob.pe/central911/perfil_proyecto911.pdf
- [12] Anusha, M., Tsinha, NT, Kumar, AN y Kumar, CS (2020). Pulsera inteligente portátil para la seguridad de las mujeres con GPS/GSM. *Avances en VLSI, comunicación y procesamiento de señales* (pp. 535-542). Springer Singapur. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3186-9_49
- [13] Espinosa, MIE, y González, RAR (2022). Prototipo de geolocalización para personas vulnerables: botón de pánico, SOS. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6 (6), 5390-5412. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3818