

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

Sistema de monitoreo infantil en tiempo real para centro de desarrollo  
infantil Baby Espol

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero/a en Telemática**

Presentado por:

Maria Fernanda Panchana Ochoa

Bruno Azael Puerto del Salto

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2023



## DEDICATORIA

*María Fernanda Panchana Ochoa*

A mi querida madre, por creer en mí desde el primer día y nunca dejar de apoyarme; a mis sobrinos Lucciana y Nathan, cuya seguridad y bienestar me motivaron para embarcarme en este proyecto; y a mis amigos Jhossue, Katherine, Paúl y Patricia, a quienes conocí al iniciar mi etapa universitaria y me han acompañado incondicionalmente hasta el día de hoy brindándome ánimo y fuerza cuando más lo necesité.

*Bruno Azael Puero Del Salto*

Cuando empecé mi carrera universitaria, inicié esta travesía junto a Buper, que en estos momentos se encuentra descansando en paz, y la concluiré con la que me acompañó el resto de mi aventura, Ibbie. Le dedico este gran logro principalmente a Dios, e Ibbie junto con la memoria de Buper.



## **AGRADECIMIENTOS**

*María Fernanda Panchana Ochoa*

Agradezco primeramente a Dios por permitirme alcanzar esta meta. Asimismo, mi gratitud al M.Sc. Christopher Vaccaro por sus sabios consejos y tutoría en este proyecto. Finalmente, mi enorme agradecimiento a los técnicos docentes de Telemática por ser mis mentores y ayudarme a crecer como persona y profesional.

*Bruno Azael Puero Del Salto*

Agradezco profundamente a Dios por su constante apoyo, brindándome la dicha de contar con el respaldo de mi familia: Boris Puero, Ivonn Del Salto, Bryan Puero e Irene Puero. También agradezco a mis profesores y compañeros que me han instruido desde el inicio hasta el final de esta travesía académica.



## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Bruno Azael Puero Del Salto* y *Maria Fernanda Panchana Ochoa* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

---

**Bruno Puero Del Salto**

---

**Maria Panchana Ochoa**





## **EVALUADORES**

---

**Ph.D Ignacio Marin**  
PROFESOR DE LA MATERIA

---

**M.Sc. Christopher Vaccaro**  
PROFESOR TUTOR



## RESUMEN

Este proyecto busca mejorar la seguridad y bienestar de los niños de entre 1 y 3 años del Centro de Desarrollo Infantil Baby Espol mediante un sistema de monitoreo en tiempo real, como solución se propone el uso de una pulsera rastreadora y una aplicación móvil para facilitar el seguimiento de los niños y la comunicación entre los usuarios. Para abordar esto, se realizó un análisis de la problemática y una revisión detallada de los requerimientos. El diseño de la pulsera incorporó componentes como el microcontrolador ESP32-C3, el sensor MAX30102 y el módulo SIM800L EVB, priorizando versatilidad y eficiencia energética. En cuanto a la aplicación móvil, se utilizó Flutter, SQL y Flask para garantizar un rendimiento eficaz. Los resultados de las pruebas realizadas a la pulsera confirmaron su efectividad en la detección del pulso cardíaco, aunque se identificó la necesidad de mejorar la sujeción, por otro lado las pruebas del módulo SIM800L EVB validaron su capacidad de transmitir datos, aunque con variabilidad según la operadora. En lo que respecta a la aplicación, se logró un rendimiento satisfactorio, destacando mejoras significativas en la eficiencia del código. Las encuestas realizadas a los usuarios finales evidenciaron una retroalimentación mayormente positiva respecto a la usabilidad y los beneficios del sistema. En conclusión, si bien se requieren actualizaciones y mejoras continuas para mantener la relevancia del sistema, este proyecto demuestra la viabilidad de emplear dispositivos de rastreo y software para optimizar la protección y el bienestar infantil.

**Palabras Clave:** CDI, Infantes, Monitoreo, Seguridad



## ABSTRACT

*This project seeks to increase the security and well-being of children between 1 and 3 years old at the Baby Espol Child Development Center through a real-time monitoring system. As a solution, the use of a tracking bracelet and a mobile application is proposed to facilitate the monitoring of children and communication between users. To address this, an analysis of the problem and a detailed review of the requirements were carried out. The design of the bracelet incorporated components such as the ESP32-C3 microcontroller, the MAX30102 sensor and the SIM800L EVB module, prioritizing versatility and energy efficiency. As for the mobile app, Flutter, SQL, and Flask were used to ensure efficient performance. The results of the tests carried out on the bracelet confirmed its effectiveness in detecting the heart pulse, although the need to improve the fastening was identified. On the other hand, the tests of the SIM800L EVB module validated its ability to transmit data, although with variability depending on the operator. Regarding the application, satisfactory performance was achieved, highlighting significant improvements in code efficiency. Surveys conducted with end users showed mostly positive feedback regarding the usability and benefits of the system. In conclusion, while continuous updates and improvements are required to maintain system relevance, this project demonstrates the feasibility of employing tracking devices and software to optimize child protection and well-being.*

**Keywords:** CDI, Infants, Monitoring, Security



# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iii</b>
<b>ABREVIATURAS</b>	<b>vii</b>
<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xii</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Definición del problema . . . . .	1
1.2 Justificación del problema . . . . .	2
1.3 Objetivos . . . . .	3
1.4 Alcance y Limitaciones . . . . .	4
1.5 Marco Teórico . . . . .	5
<b>2 METODOLOGÍA</b>	<b>9</b>
2.1 Estado del Arte . . . . .	9
2.2 Análisis . . . . .	13
2.3 Usuarios . . . . .	14
2.4 Requerimientos . . . . .	15
2.5 Diagrama de casos de uso . . . . .	16
2.6 Diagrama de despliegue . . . . .	17
2.7 Diagrama entidad - relación . . . . .	18
2.8 Diagrama de arquitectura . . . . .	19
2.9 Prototipo del hardware (pulsera rastreadora) . . . . .	20
2.10 Prototipo del software (aplicación móvil) . . . . .	21

<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS</b>	<b>29</b>
3.1	Construcción del dispositivo portátil . . . . .	29
3.2	Pruebas en los componentes del hardware . . . . .	31
3.3	Desarrollo de la aplicación móvil . . . . .	33
3.4	Optimización de Código . . . . .	34
3.5	Pruebas de usabilidad de la aplicación móvil . . . . .	36
3.6	Análisis de costos . . . . .	36
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>39</b>
4.1	Conclusiones . . . . .	39
4.2	Recomendaciones . . . . .	41
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>43</b>
	<b>APÉNDICES</b>	<b>44</b>
A	Tablas de características funcionales . . . . .	47
B	Tablas de características no funcionales . . . . .	48
C	Resultados de las encuestas realizadas a usuarios . . . . .	49



## ABREVIATURAS

CDI	Centro de Desarrollo Infantil
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
IoT	Internet de las Cosas
APK	Paquete de Aplicaciones de Android
SQL	Lenguaje de Consulta Estructurada
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
GPIO	Entrada/Salida de Propósito General
SIM	Módulo de Identificación de Abonado
GPRS	Servicio General de Paquetes de Radio
CSV	Valores Separados por Comas



## SIMBOLOGÍA

mAh Miliamperios hora

V Voltios

W Watt

gr Gramo

mm Milímetros



## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Diagrama de Casos de Uso . . . . .	17
2.2	Diagrama de Despliegue . . . . .	18
2.3	Diagrama Entidad - Relación . . . . .	19
2.4	Diagrama de Arquitectura . . . . .	20
2.5	Prototipo de la pulsera rastreadora . . . . .	21
2.6	Pantallas de Inicio de Sesión y Registro . . . . .	22
2.7	Pantallas de Mensajería Representante . . . . .	23
2.8	Pantallas de Listado de Niños y Actividades Representante . . . . .	24
2.9	Pantallas de Localización y Perfil Representante . . . . .	24
2.10	Pantallas de Mensajería Tutor Infantil . . . . .	25
2.11	Pantallas de Listado de Niños y Actividades Tutor Infantil . . . . .	25
2.12	Pantallas de Localización y Perfil Tutor Infantil . . . . .	26
2.13	Pantallas de Mensajería Supervisora . . . . .	26
2.14	Pantallas de Listado de Niños y Actividades Supervisora . . . . .	27
2.15	Pantallas de Localización y Perfil Supervisora . . . . .	27
3.1	Diagrama del circuito . . . . .	30
3.2	Gráfico Tiempo de Transmisión vs Tiempo de Prueba Operadora X . . . . .	31
3.3	Gráfico Tiempo de Transmisión vs Tiempo de Prueba Operadora Y . . . . .	32
3.4	Gráfico Frecuencia Cardiaca vs Tiempo de Prueba . . . . .	33
3.5	Solicitudes al servidor del código no optimizado . . . . .	35
3.6	Solicitudes al servidor del código optimizado . . . . .	35
1	Resultados sobre la utilidad de la función mensajería a tutores infantiles . . . . .	49
2	Resultados sobre la utilidad de la función registro de actividades a tutores infantiles . . . . .	50
3	Resultados sobre la utilidad de la función listado de niños a tutores infantiles . . . . .	50
4	Resultados sobre la utilidad de la función localización a tutores infantiles . . . . .	50

5	Resultados sobre la utilidad de la aplicación móvil a tutores infantiles . . .	51
6	Resultados sobre la funcionalidad de la aplicación móvil a tutores infantiles	51
7	Resultados sobre la recomendación de la aplicación móvil a tutores infantiles	51
8	Resultados sobre la utilidad de la función mensajería a coordinadoras . . .	52
9	Resultados sobre la utilidad de la función visualización de actividades a coordinadoras . . . . .	52
10	Resultados sobre la utilidad de la función listado de niños a coordinadoras	52
11	Resultados sobre la utilidad de la función localización a coordinadoras . . .	53
12	Resultados sobre la utilidad de la aplicación móvil a coordinadoras . . . . .	53
13	Resultados sobre la funcionalidad de la aplicación móvil a coordinadoras .	53
14	Resultados sobre la recomendación de la aplicación móvil a coordinadoras	54
15	Resultados sobre la utilidad de la función mensajería a padres de familia .	54
16	Resultados sobre la utilidad de la función visualización de actividades a padres de familia . . . . .	54
17	Resultados sobre la utilidad de la función listado de niños a padres de familia	55
18	Resultados sobre la utilidad de la función localización a padres de familia .	55
19	Resultados sobre la utilidad de las notificaciones a padres de familia . . . .	55
20	Resultados sobre la utilidad de la aplicación móvil a padres de familia . . .	56

## ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Cronograma de reuniones [Autoría propia] . . . . .	14
3.1	Costo de implementación del prototipo [Autoría propia] . . . . .	38
3.2	Costo de producción anual[Autoría propia] . . . . .	38
1	Rastreo en tiempo real [Autoría propia] . . . . .	47
2	Notificaciones de Geocerca [Autoría propia] . . . . .	47
3	Acceso múltiple y seguro [Autoría propia] . . . . .	47
4	Ajustes de privacidad [Autoría propia] . . . . .	48
5	Bajo consumo de batería [Autoría propia] . . . . .	48
6	Rendimiento estable [Autoría propia] . . . . .	48
7	Compatibilidad [Autoría propia] . . . . .	49
8	Consumo eficiente de recursos [Autoría propia] . . . . .	49





# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El cuidado y la atención a los niños en sus primeros años de vida son temas de suma importancia para la sociedad. El Centro de Desarrollo Infantil (CDI) Baby Espol desempeña un papel fundamental al proporcionar atención a menores de entre 1 y 3 años. Esta introducción se centra en la importancia de abordar estos desafíos para garantizar el bienestar, la seguridad y el desarrollo óptimo de los niños.

### 1.1 Definición del problema

El CDI Baby Espol es una institución que enfrenta varios desafíos que radican en la complejidad de proporcionar un cuidado adecuado a un gran número de infantes. La labor de supervisar y vigilar de manera eficaz a un conjunto numeroso de menores puede ser complicada, generando inquietudes en relación con el bienestar y la seguridad de los niños. Este problema se manifiesta de diversas maneras: en primer lugar, la institución no siempre puede mantener un control constante sobre los menores, lo que puede llevar a situaciones potencialmente peligrosas. Además, la falta de un sistema de seguimiento adecuado plantea la posibilidad de que un niño o niña salga de la institución sin autorización, generando preocupación entre los padres y tutores infantiles.

La información proporcionada por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) del año 2018 reveló que la asistencia a centros de desarrollo infantil a nivel nacional fue reducida, con solo un 17.4% de niños menores de cinco años inscritos en dichos centros, ya sean públicos, privados, de la iglesia o de organizaciones no gubernamentales (Codina et al., 2018). Esta baja asistencia se debe, en gran medida, a las preferencias de los padres, quienes optan por el cuidado de sus hijos por parte de familiares debido a cuestiones de confianza en que se garantice un trato adecuado, la ausencia de maltrato y la seguridad de que no se perderán.

La importancia de abordar de manera competente los desafíos que enfrenta el CDI Baby Espol en la localización y supervisión de los niños se evidencia a nivel nacional. No solo es un problema específico de la institución, sino que también está vinculado a una tendencia más general en las preferencias de cuidado infantil por parte de los padres. La implementación de soluciones eficaces es esencial para garantizar la seguridad y el bienestar de los infantes que conforman el centro, al tiempo que refuerza la confianza de los padres en los servicios ofrecidos.

## **1.2 Justificación del problema**

La atención y el cuidado de niños menores de 1 a 3 años son cuestiones de gran relevancia para el desarrollo de la sociedad. Asegurar un ambiente seguro y propicio para el desarrollo de los más pequeños es esencial, ya que sienta las bases para su bienestar presente y futuro. En el caso específico del CDI Baby Espol, se presentan desafíos considerables en lo que respecta a la supervisión y cuidado de un número significativo de niños. La falta de control constante, la posibilidad de situaciones peligrosas y la eventual pérdida de un niño sin autorización son problemas que requieren una atención inmediata.

Esta problemática va más allá de una única institución, como Baby Espol, y se relaciona con las preferencias de los padres en todo el país en lo que respecta al cuidado de sus hijos. La baja asistencia a los CDI se debe en gran medida a la desconfianza de los padres en la capacidad de estas instituciones para proporcionar un trato adecuado, evitar situaciones de maltrato y garantizar la seguridad de los niños. Esta tendencia tiene consecuencias importantes, ya que limita el acceso de los niños a entornos de desarrollo y aprendizaje temprano, lo que podría tener un impacto negativo en su desarrollo futuro.

Además, los factores subyacentes que contribuyen a la problemática, como la escasez de personal y los problemas de seguridad, son preocupantes por sí mismos. La falta de personal en los CDI posibilita que los niños salgan sin supervisión, lo cual pone en riesgo su bienestar y genera preocupaciones legítimas. En este contexto, se vuelve esencial implementar un sistema de monitoreo infantil que permita mejorar la supervisión, la seguridad y el bienestar de los niños en los CDI como Baby Espol. El prototipo diseñado consiste en una pulsera rastreadora que los niños llevarán consigo y que se conectará a una aplicación móvil. Este sistema no solo beneficiará a una institución en particular, sino que también contribuirá a resolver un problema generalizado en Ecuador, brindando a los padres la confianza de que sus hijos están siendo atendidos de manera efectiva en un entorno seguro.

### **1.3 Objetivos**

Diseñar un prototipo de sistema de monitoreo infantil en tiempo real basado en sensores a través de la elaboración de un dispositivo rastreador tipo pulsera para niños de 1 a 3 años que asisten al Centro de Desarrollo Infantil Baby Espol y una aplicación móvil complementaria.

Para lograr este propósito, los objetivos específicos del proyecto se enfocarán en los siguientes aspectos:

- Implementar un sistema de localización en tiempo real mediante GPS para rastrear la ubicación de los infantes de forma precisa y continua.
- Desarrollar una funcionalidad de registro detallado de las actividades de los niños, permitiendo a las tutoras infantiles consultar el historial de actividades en la aplicación.
- Establecer un sistema de notificaciones que alerte a los padres cuando los niños se encuentren realizando actividades al aire libre, garantizando su tranquilidad y seguridad.

## 1.4 Alcance y Limitaciones

El proyecto se centra en la creación de un sistema de monitoreo en tiempo real para asegurar la seguridad y el bienestar de los niños que conforman el CDI Baby Espol, este sistema se compone de un dispositivo rastreador tipo pulsera diseñado exclusivamente para niños de 1 a 3 años. De manera simultánea, se desarrollará una aplicación móvil para uso de los padres de familia y personal del centro, la cual será complemento de la pulsera y estará disponible en las plataformas Android e iOS.

El sistema de monitoreo contará con la integración de notificaciones de emergencia vía correo electrónico, lo que permitirá que todos los usuarios puedan recibir alertas automáticas en situaciones excepcionales, como la salida no autorizada del niño o situaciones de riesgo. Las pruebas y validación serán fundamentales para asegurar el funcionamiento confiable del dispositivo rastreador y la aplicación en escenarios reales.

Una vez completado el desarrollo, se llevará a cabo una implementación piloto en el CDI Baby Espol, donde se brindará capacitación al personal y los tutores infantiles sobre el uso y la operación del sistema. Esto garantizará que el sistema sea empleado adecuadamente y aprovechado al máximo en el entorno del CDI. La evaluación y mejora continua serán elementos esenciales del proyecto, con evaluaciones regulares para ajustar y mejorar el sistema según sea necesario.

El diseño del hardware plantea considerables limitaciones en relación con la producción en masa de dispositivos. Estas limitaciones, de naturaleza técnica y financiera, son notables al tener que costear múltiples chips de localización, lo que involucra recursos financieros. Además, aspectos críticos como la gestión eficaz de la disipación de calor y la garantía de la durabilidad del hardware deben ser abordados con cuidado, lo que añade cierta complejidad.

## 1.5 Marco Teórico

El marco teórico de este estudio abarca diversos aspectos relacionados con la implementación de tecnologías dirigidas al rastreo de personas, con el propósito de prevenir y abordar situaciones de emergencia. Un enfoque central es la importancia crítica del uso de dispositivos portátiles como herramientas eficientes para la detección temprana de situaciones de riesgo en el ámbito de la seguridad infantil. Asimismo, se incluye la exploración de marcos conceptuales y teóricos que respaldan y fundamentan el proyecto. El propósito de este marco teórico es establecer una base sólida de conocimiento para guiar el diseño e implementación de estrategias destinadas a prevenir y responder a emergencias que afectan a menores, priorizando su bienestar y seguridad.

- **Importancia de dispositivos portátiles en la detección temprana de situaciones de riesgo:** La relevancia de los dispositivos portátiles en la detección temprana de situaciones de riesgo va más allá de ser una mera innovación tecnológica; estos dispositivos desempeñan un papel crítico en la seguridad de los niños. La importancia radica en la capacidad de estos dispositivos, como los relojes inteligentes y los teléfonos móviles, para ofrecer una gama de características que pueden marcar la diferencia en la protección de los menores. Un estudio significativo llevado a cabo por Smith et al. en 2019 resalta cómo estos dispositivos pueden realizar un seguimiento constante de los signos vitales, como la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno en la sangre de los niños (Smith and Johnson, 2019). Esta característica es de particular importancia ya que permite la detección temprana de problemas médicos, como arritmias cardíacas o dificultades respiratorias, que pueden poner en peligro la vida de un niño. El potencial de identificar estos problemas en las etapas iniciales es crucial para tomar medidas preventivas o para alertar a los cuidadores y profesionales de la salud de manera oportuna.

Además, la inclusión de tecnología GPS en estos dispositivos agrega un nivel adicional de seguridad en situaciones de emergencia. Según David Poveda, profesor de psicología evolutiva y de la educación en la Universidad Autónoma de Madrid, el empleo de este tipo de sistema de posicionamiento global (GPS) puede ser una herramienta para introducir la idea de autonomía a los niños, esto les permite comprender la trayectoria que siguen y los posibles riesgos a los que podrían enfrentarse. Poveda enfatiza que, si se emplea de manera correcta, el GPS puede ser esencial en un principio, pero con el tiempo, los niños pueden adquirir la habilidad de llevar a cabo la ruta de forma independiente y segura (Guillen, 2016).

- **Marcos conceptuales y Teóricos:** En el marco teórico de este proyecto, la exploración de marcos conceptuales y teóricos es esencial para comprender en profundidad la implementación de tecnologías destinadas a la seguridad infantil. Uno de los marcos conceptuales clave que merece atención es la teoría de la toma de decisiones en situaciones de emergencia (Johnson and Smith, 2021). Esta teoría se enfoca en cómo las personas, incluyendo cuidadores, padres y autoridades, procesan información y toman decisiones en condiciones de alta presión. Comprender este marco teórico proporciona una base sólida para diseñar estrategias efectivas de respuesta a situaciones de riesgo que involucran a menores. Por ejemplo, este enfoque teórico puede ayudar a identificar las necesidades específicas de toma de decisiones en situaciones de emergencia infantil, lo que es crucial para la efectividad de cualquier tecnología o sistema implementado.

Además, se pueden explorar marcos teóricos actuales relacionados con la seguridad infantil, como el enfoque ecológico sistémico de la teoría de sistemas complejos (García and López, 2020). Este enfoque considera múltiples niveles de influencia, desde factores individuales hasta sistemas más amplios que afectan el bienestar de los niños. Al incorporar esta perspectiva teórica en el proyecto, se logra una comprensión profunda de los factores que impactan la seguridad de los menores y cómo las tecnologías pueden intervenir en estos sistemas para mejorar su protección. Esta integración teórica respalda un enfoque completo y contemporáneo en la implementación de tecnologías de seguridad infantil.

- **Enfoque en el bienestar y la seguridad de los menores:** El enfoque en el bienestar y la seguridad de los menores en este proyecto se caracteriza por su orientación integral hacia la protección de los niños en situaciones de riesgo. Esta perspectiva multidisciplinaria se fundamenta en la literatura académica y en las directrices de organismos de renombre, como UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). En particular, la psicología del desarrollo infantil desempeña un papel crucial al comprender las necesidades y respuestas emocionales de los niños en situaciones de emergencia. Investigaciones contemporáneas, como los estudios de Masten y Osofsky (Masten and Osofsky, 2019), han proporcionado una base sólida para comprender cómo los niños atraviesan etapas de desarrollo y cómo estas etapas influyen en su capacidad para lidiar con situaciones de estrés.

Por otro lado, el derecho de familia se convierte en un componente esencial en este enfoque. Las leyes y regulaciones que abordan la custodia, la responsabilidad parental y la protección de los derechos de los niños son fundamentales. La Convención sobre los Derechos del Niño (Unidas, 1989) establece estándares internacionales para la protección de los derechos de los niños y ha servido como referencia en numerosos países. La intersección entre el derecho de familia y la seguridad infantil es un tema de investigación y debate constante en la literatura académica y legal.

La tecnología de seguridad complementa este enfoque integral al proporcionar herramientas efectivas para prevenir y responder a situaciones de riesgo que afectan a los menores. Los avances en tecnología, como las aplicaciones de alerta temprana y los dispositivos de seguimiento, ofrecen soluciones prácticas para la seguridad infantil. La incorporación de la tecnología en este marco conceptual no solo se justifica por su eficacia en la prevención de riesgos, sino también por su capacidad para mejorar la velocidad y eficiencia de las respuestas en situaciones críticas. La literatura científica actualizada y los informes de organizaciones respetadas, como Save the Children, respaldan la importancia de la tecnología en la protección de los niños en situaciones de emergencia.





# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

La metodología para este proyecto se desarrolló en tres fases. En la primera, se realizó un análisis minucioso de la problemática, explorando en profundidad los elementos clave e identificando las áreas prioritarias de enfoque. En la segunda fase, se llevó a cabo la revisión detallada de los requerimientos, tanto funcionales como no funcionales, con el objetivo de comprender las necesidades centrales del sistema. Finalmente, sobre la base del análisis previo, se diseñó una solución que integra los hallazgos para bosquejar un enfoque completo y eficiente, que responda a las demandas identificadas y ofrezca una respuesta robusta y efectiva al problema planteado inicialmente.

### 2.1 Estado del Arte

- **Reloj localizador y receptor portátil especializado para personas con Alzheimer y sus cuidadores:** La enfermedad de Alzheimer es una afección neurodegenerativa que afecta a un creciente número de personas mayores a nivel mundial, generando una problemática significativa en términos de seguridad y bienestar. Las personas que padecen Alzheimer son propensas a la desorientación y el extravío, lo que representa un riesgo para su seguridad y un desafío para sus cuidadores y familiares. Este fenómeno crea una preocupación constante en quienes están al cuidado de los pacientes, dado que mantener un seguimiento constante y efectivo de su ubicación se vuelve esencial.

Debido a esta problemática se realizó un proyecto denominado "Reloj localizador y receptor portátil especializado para personas con Alzheimer y sus cuidadores", la cual ofrece una solución tecnológica innovadora. Este dispositivo portátil, diseñado para ser llevado en la muñeca de la persona con Alzheimer, emplea tecnología de localización GPS, y en algunos casos, cuenta con botones de alerta. Este enfoque tecnológico ofrece distintos tipos de soluciones, tales como:

1. **Localización en tiempo real:** El reloj utiliza tecnología GPS para proporcionar un seguimiento en tiempo real de la ubicación del paciente. Esta funcionalidad otorga a los cuidadores y familiares la capacidad de conocer la ubicación exacta en cada momento.
2. **Notificación de emergencia:** Algunos modelos de estos relojes incorporan botones de alerta que permiten a la persona con Alzheimer o a sus cuidadores enviar notificaciones de emergencia en situaciones críticas, como cuando están extraviados o enfrentan un riesgo.
3. **Tranquilidad para cuidadores:** La solución brinda una mayor tranquilidad a los familiares y cuidadores al permitir un seguimiento constante del paciente. Además, ofrece una respuesta inmediata en situaciones de emergencia.

El propósito de este proyecto es mejorar la seguridad y la calidad de vida de las personas que sufren Alzheimer y de aquellos que los cuidan. La implementación de este dispositivo representa un avance significativo en la atención de individuos con Alzheimer y ejemplifica la aplicación exitosa de la tecnología de rastreo y localización en el campo del cuidado de la salud (Abilio, 2016).

- **Buddy Tag:** En entornos públicos y actividades al aire libre, los padres enfrentan el desafío constante de garantizar la seguridad de sus hijos, especialmente en situaciones donde los niños pueden alejarse o extraviarse fácilmente. La preocupación por la seguridad de los niños puede afectar la experiencia familiar y generar ansiedad en los padres, por ello se creó el BuddyTag la cual ofrece a los padres una herramienta efectiva para monitorear la ubicación y seguridad de sus hijos en entornos públicos. Este dispositivo utiliza tecnología de rastreo y localización para proporcionar a los padres una mayor tranquilidad y control sobre la ubicación de sus hijos, permitiendo una respuesta rápida y efectiva en caso de emergencia o extravío.

Esta herramienta consiste en una pulsera o etiqueta discreta que el niño puede llevar consigo, vinculada a una aplicación móvil instalada en el teléfono de los padres. Utilizando tecnología Bluetooth de baja energía, el dispositivo establece un enlace directo de comunicación entre el niño y sus cuidadores. Los padres pueden configurar un radio de alcance seguro para el niño a través de la aplicación móvil, recibiendo alertas instantáneas si el niño se aleja más allá de este perímetro seguro. Además de la función de geolocalización, el BuddyTag está equipado con un botón de alerta de emergencia, el cual puede ser activado por el niño en situaciones de peligro o necesidad. Al presionar este botón, se envía una notificación automática a los padres, junto con la ubicación del niño, garantizando una respuesta rápida y efectiva ante cualquier eventualidad.

El BuddyTag ofrece varias ventajas significativas para los padres y cuidadores, incluyendo su facilidad de uso y configuración intuitiva, su diseño resistente al agua y duradero que permite su uso en una amplia gama de actividades al aire libre, y su capacidad para promover la independencia y libertad de movimiento de los niños, al tiempo que brinda tranquilidad y seguridad a los padres en entornos públicos y situaciones de riesgo (Tag, 2013).

- **Intervenciones Digitales en la Salud Infantil: El Impacto de los Smartwatches GPS WONLEX:** Los relojes GPS WONLEX representan una innovación significativa en el ámbito de los dispositivos vestibles diseñados para niños, integrando características esenciales para la seguridad y el aprendizaje. Estos dispositivos no solo ofrecen funcionalidades como el botón de emergencia SOS, mensajería de voz, y seguimiento de ubicación, sino que también incluyen alarmas, comunicación bidireccional, llamadas de video, y programación, garantizando una amplia compatibilidad con redes 2G, 3G y 4G. Su diseño resistente al agua asegura una durabilidad óptima, esencial para actividades cotidianas y de juego, mientras que su interfaz intuitiva se destaca por minimizar las distracciones en entornos educativos. En el contexto de la Intervención de Salud Digital, la inclusión de smartphones y smartwatches emerge como una solución estratégica para abordar los desafíos enfrentados por los padres en la educación y supervisión de sus hijos. La capacidad de sincronización de estos smartwatches con los dispositivos de los padres facilita la gestión de horarios y actividades diarias, promoviendo una mayor organización y cumplimiento de tareas por parte de los niños. La recepción positiva de esta tecnología por los menores y el reconocimiento de su utilidad por parte de los padres subrayan el valor de estas intervenciones digitales en el fortalecimiento de la dinámica familiar y el bienestar infantil (WONLEX, 2023).
- **Avances en Seguridad Personal: El Impacto del Localizador GPS Yepzon One en el Cuidado de Mayores y Mascotas:** La tecnología GPS ha revolucionado la manera en que aseguramos el bienestar de las personas mayores y nuestras mascotas, proporcionando herramientas poderosas para su supervisión y seguridad. Entre estas soluciones destaca el "Yepzon One", un localizador GPS ofrecido por Tecnogenia, cuya funcionalidad y diseño han sido cuidadosamente adaptados para satisfacer las necesidades específicas de estos grupos vulnerables. Este dispositivo es un ejemplo emblemático de cómo la tecnología puede ser aplicada para ofrecer tranquilidad a familiares y dueños, permitiendo el seguimiento en tiempo real de seres queridos y animales de compañía, minimizando así los riesgos de desorientación o pérdida.

El "Yepzon One" se caracteriza por su facilidad de uso, durabilidad y diseño discreto, lo que lo convierte en una herramienta ideal tanto para el seguimiento de personas mayores como de mascotas. Incorpora características avanzadas tales como zonas de seguridad geofence, alertas inmediatas de movimiento fuera de estas zonas y un botón de SOS para emergencias, facilitando una rápida respuesta ante situaciones potencialmente peligrosas. La capacidad de este dispositivo para integrarse de manera fluida en la vida cotidiana de los usuarios, sin requerir interacción constante o conocimientos técnicos avanzados, subraya el compromiso de Tecnogenia con la creación de soluciones accesibles y centradas en el usuario.

Además, la plataforma online de Tecnogenia brinda a los usuarios acceso a información detallada sobre el "Yepzon One", incluyendo guías de uso, especificaciones técnicas y consejos para maximizar su eficacia. Esta presencia digital no solo resalta la dedicación de la empresa a la transparencia y el soporte al cliente, sino que también sirve como un recurso valioso para aquellos que buscan entender mejor cómo las tecnologías de localización pueden ser empleadas para reforzar la seguridad personal y de las mascotas. Al integrar dispositivos como el "Yepzon One" en nuestras vidas, Tecnogenia está a la vanguardia de ofrecer soluciones que protegen a nuestros seres queridos, demostrando el papel crucial de la innovación tecnológica en la mejora de la calidad de vida y la tranquilidad de las personas (Tecnogenia, 2023).

## **2.2 Análisis**

El punto de partida del proyecto involucró la ejecución de distintas reuniones con la persona encargada del CDI Baby Espol, estos encuentros fueron fundamentales para comprender la dinámica del establecimiento y su funcionamiento. A través de estas interacciones se pudo conocer de cerca la situación actual de los infantes que acuden al CDI, lo cual resultó de gran utilidad para la elaboración de un diseño de solución que pueda abordar de manera efectiva las necesidades y desafíos presentes. La Tabla 2.1 refleja la información obtenida durante las sesiones realizadas con la psicóloga Niza Lira, quien ocupa el rol de cliente en este proyecto.

Fecha	Participantes	Tema discutido	Duración
21/09/2023	Psicól. Niza Cristina Lira López M. Sc. Christopher Javier Vaccaro Cedillo María Fernanda Panchana Ochoa Bruno Azael Puerto del Salto	Propuesta de proyecto para el CDI Baby Espol y discusión de sugerencias	1 h 00 min
24/11/2023	Psicól. Niza Cristina Lira López Maria Fernanda Panchana Ochoa	Consulta de dudas y detalles sobre la aplicación móvil, y se estudió el entorno del CDI Baby Espol	0 h 45 min

Tabla 2.1: Cronograma de reuniones [Autoría propia]

## 2.3 Usuarios

El sistema de monitoreo está concebido para asistir las necesidades de varios actores clave que participan en el entorno del CDI Baby Espol. Estos usuarios incluyen:

- **Supervisor/a:** Su rol principal es supervisar y administrar el bienestar general de los infantes en el centro. Empleará el sistema para obtener información detallada sobre la localización y seguridad de los niños, facilitando la toma de decisiones ante situaciones críticas y garantizando un espacio seguro.
- **Tutor/a infantil:** Responsable del cuidado diario y desarrollo de los menores en el CDI. Hará uso del sistema para realizar un seguimiento estrecho sobre la ubicación de los infantes, velando por su integridad en los distintos ámbitos y actividades en el establecimiento.
- **Padre de familia:** Su función es recibir actualizaciones sobre el paradero y resguardo de sus hijos mientras se encuentran en el CDI. Utilizarán la aplicación para mantenerse al tanto de la localización en tiempo real, permitiéndoles mayor sosiego respecto a la seguridad de los niños.

Cada uno de estos actores desempeña un papel imprescindible en la custodia, atención y protección de los menores dentro y fuera del CDI. El sistema de monitoreo busca satisfacer los requerimientos específicos de cada perfil, suministrando información relevante de forma ágil y precisa.

## 2.4 Requerimientos

Esta sección plasma las necesidades clave del proyecto, sentando las bases para desarrollar el producto final. Se especifican detalladamente los requisitos funcionales y técnicos, para asegurar que el dispositivo cumpla las expectativas y demandas de los usuarios. Este enfoque busca alinear precisamente las características del producto con los requerimientos de quienes lo utilizarán, de esta manera se garantiza un desarrollo que se ajuste tanto a las necesidades del mercado como de los futuros usuarios.

- **Características funcionales:** El sistema de monitoreo propuesto integra características funcionales importantes para optimizar la eficiencia y la experiencia del usuario. Para lograr este objetivo se consideraron aspectos como el seguimiento en tiempo real para asegurar una ubicación precisa e instantánea, notificaciones de geocercas que permiten una gestión proactiva con alertas automáticas, el acceso múltiple seguro garantiza que varios usuarios puedan utilizar el sistema simultáneamente, la configuración de privacidad ajusta con precisión la visibilidad de la información teniendo en cuenta las preocupaciones de privacidad y el bajo consumo de energía garantiza una larga duración de la batería y un funcionamiento sostenible durante largos períodos de tiempo.

- **Características no funcionales:** El sistema de monitoreo no se limita solo a las características funcionales, sino que también se centra en aspectos no funcionales que son importantes para un buen funcionamiento. Por lo tanto, se evaluó cuidadosamente factores como la estabilidad del rendimiento para garantizar un comportamiento consistente y confiable en diferentes condiciones, también se tomó en cuenta la compatibilidad para garantizar la adaptabilidad de la solución a diferentes entornos y dispositivos, facilitando una integración armoniosa. Del mismo modo, se pone especial énfasis en el consumo eficiente de recursos para utilizar inteligentemente los recursos disponibles para maximizar la eficiencia y reducir impactos innecesarios.

Los detalles específicos de cada uno de los aspectos que fueron considerados se remite en la sección apéndice del presente documento.

## 2.5 Diagrama de casos de uso

La Figura 2.1 muestra una representación visual que ilustra la interacción entre tres tipos de usuarios y el dispositivo IoT (Internet de las Cosas). Para hacer uso de la aplicación móvil, es requisito que los usuarios cuenten con un registro previo. Una vez dentro del sistema, cada perfil tendrá acceso únicamente a las interfaces correspondientes a su rol asignado. La tutora infantil posee capacidades como iniciar conversaciones, acceder al listado de infantes bajo su cuidado, documentar las actividades diarias y cargar evidencias. Además, puede visualizar la ubicación actual de los niños a cargo. La supervisora cuenta con permisos para enviar mensajes, consultar el listado general de niños registrados en el centro, conocer su ubicación y registrar nuevos infantes en el sistema, siendo la única con este permiso. El representante legal, al igual que la supervisora, puede enviar mensajes e identificar la ubicación de sus tutelados en tiempo real. El dispositivo IoT se enfoca en registrar constantemente la locación de cada niño para transmitir estos datos, manteniendo la aplicación actualizada. El sensor de pulso integrado permite confirmar si los infantes portan la pulsera.





Figura 2.1: Diagrama de Casos de Uso

## 2.6 Diagrama de despliegue

El diagrama presentado en la Figura 2.2 exhibe tres nodos centrales. El primero representa al dispositivo móvil, que contiene al usuario y se conecta con el componente APK (Paquete de Aplicaciones de Android), responsable de ejecutar la aplicación. El nodo APK funciona como interfaz entre el dispositivo y el nodo de base de datos, el cual alberga el sistema SQL para gestionar la data. La conexión entre APK y la base de datos permite transferir la información entre la app móvil y los datos almacenados. El tercer nodo representa al microcontrolador con el dispositivo físico, que cuenta con funcionalidades de alertas, rastreo de localización y administración de actividades. Enlazado a la base de datos para acceder y guardar datos de las actividades, y ubicación de los infantes.

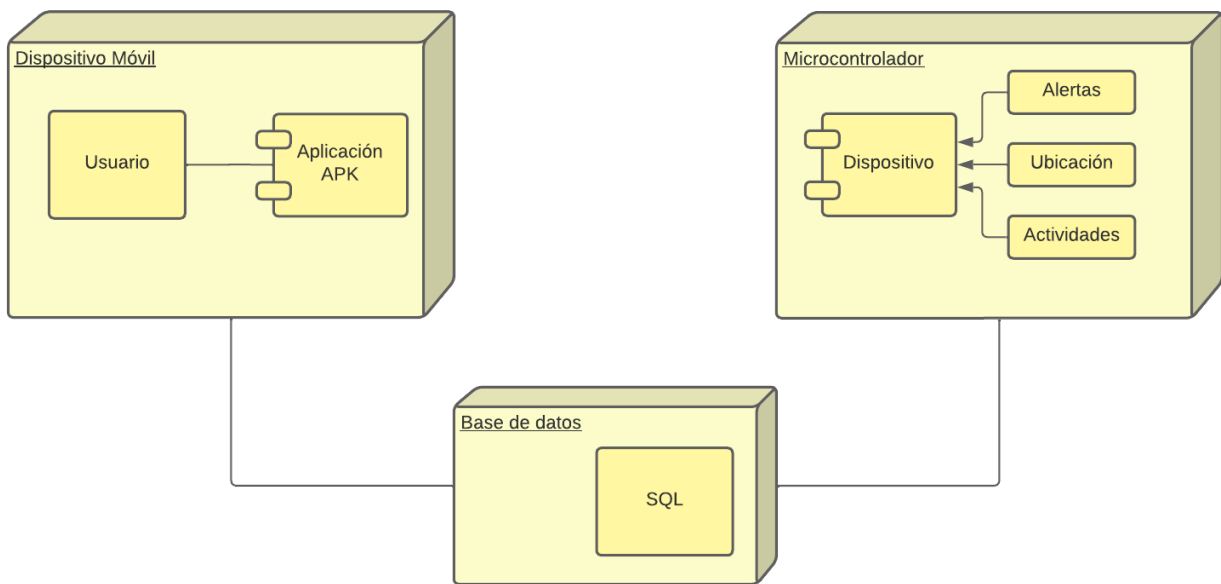


Figura 2.2: Diagrama de Despliegue

## 2.7 Diagrama entidad - relación

En la Figura 2.3, se presenta el diagrama entidad-relación diseñado para establecer una estructura ordenada en la base de datos, que comprende varias entidades interconectadas. La entidad central es "Bracelet", la cual mantiene una relación uno a uno con la tabla "Child". Al aplicar una normalización a la tabla "Child", esta entidad establece una asociación de uno a varios con la tabla "User\_Child", conectando a múltiples usuarios de la tabla "User". Este diseño facilita la vinculación de diferentes infantes a distintos usuarios.

Adicionalmente, la entidad "User\_Child" presenta una relación con la entidad "Class", que a su vez se conecta con "Activity" y "Advertisement". Estas últimas entidades se utilizan para registrar las actividades y anuncios según la clase del infante.

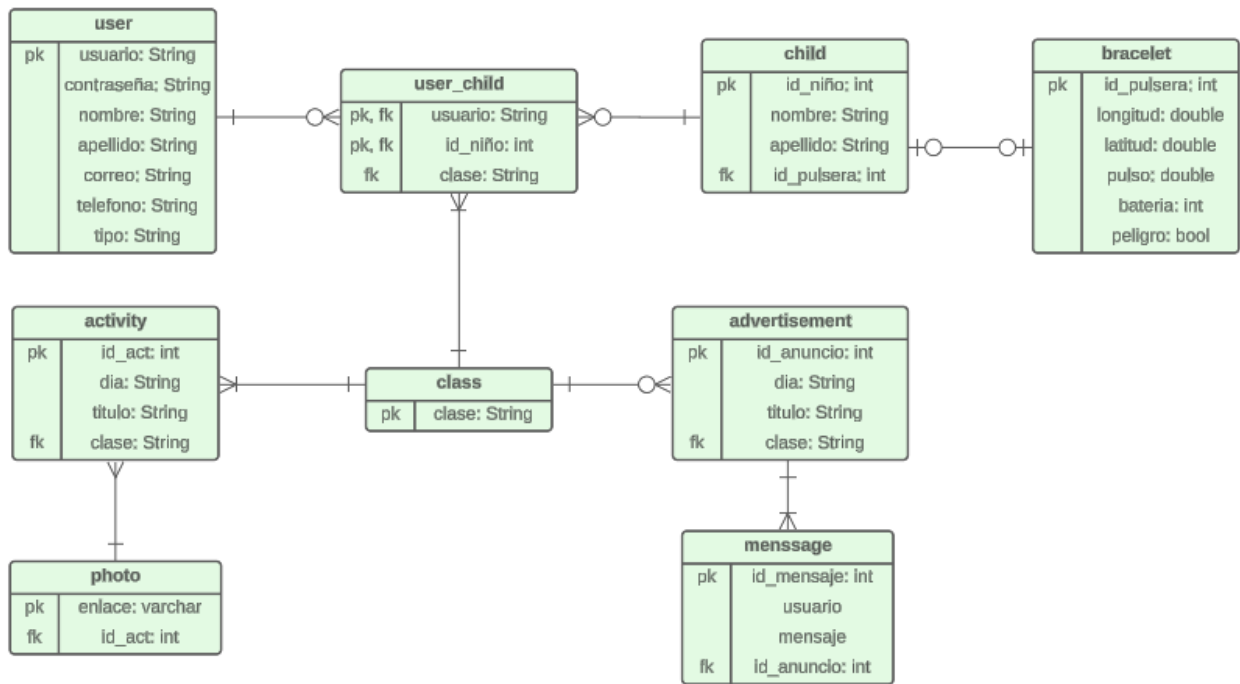


Figura 2.3: Diagrama Entidad - Relación

## 2.8 Diagrama de arquitectura

El diagrama de arquitectura en la Figura 2.4 ilustra la interacción entre los diversos componentes tecnológicos del sistema. Los usuarios se conectan con el dispositivo IoT, que transfiere datos a la aplicación móvil desarrollada en Flutter, permitiendo compatibilidad multiplataforma. La aplicación móvil constituye el punto principal de interacción con los usuarios finales, brindando acceso a las funcionalidades del dispositivo IoT. Dicha aplicación se integra con una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) conectada a internet, facilitando el intercambio de datos entre la aplicación y los servidores con la base de datos.

La API hace de intermediaria entre la aplicación móvil y los servidores de base de datos. Esta interfaz provee puntos de acceso para que la aplicación envíe solicitudes como registro de actividades, ubicaciones y más. Los servidores almacenan la información del proyecto de forma centralizada y segura. Al recibir solicitudes vía la API, gestionan y guardan los datos, permitiendo un acceso eficiente y protegido para consultas y actualizaciones desde la aplicación móvil.

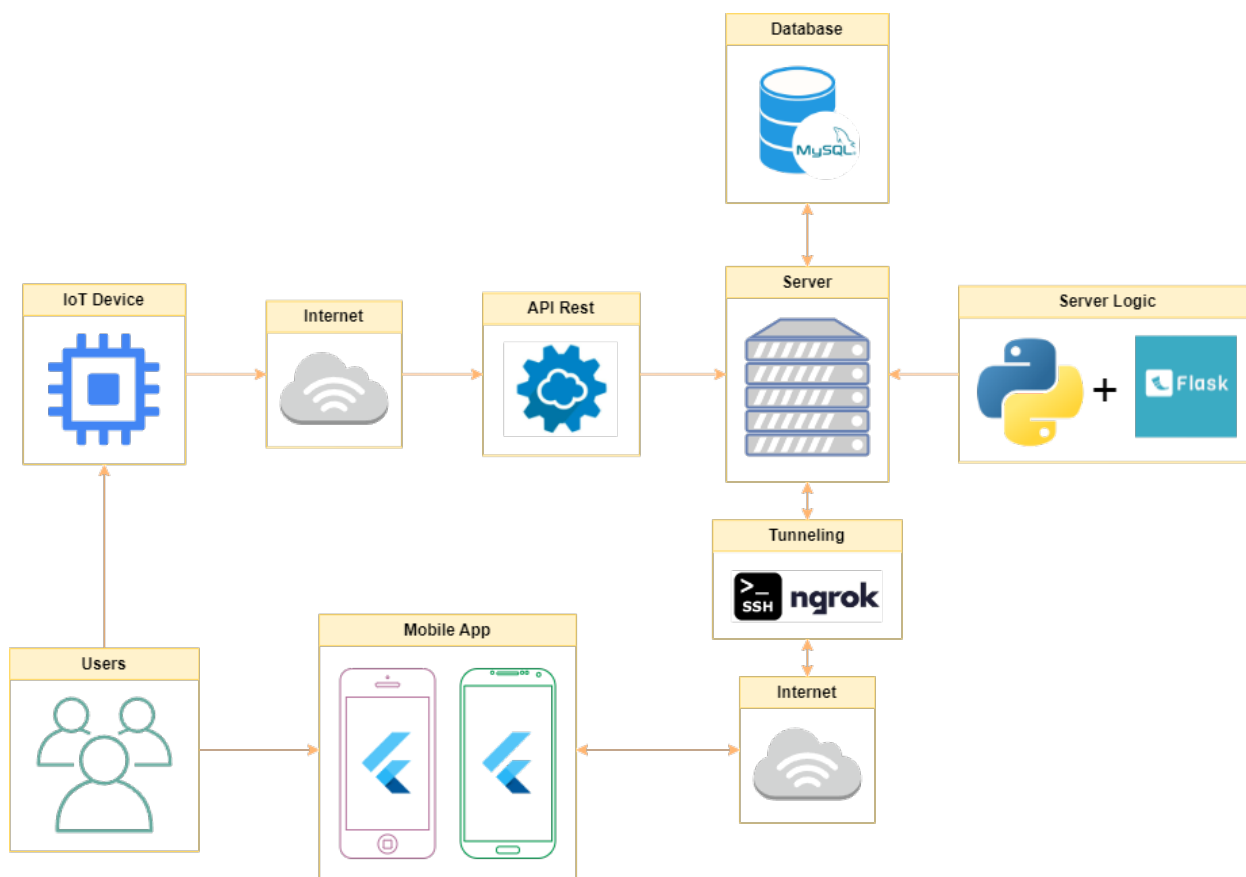


Figura 2.4: Diagrama de Arquitectura

## 2.9 Prototipo del hardware (pulsera rastreadora)

En la Figura 2.5 se muestra el prototipo del hardware el cual incluye componentes seleccionados para garantizar un monitoreo integral. Entre los elementos escogidos se encuentra la ESP32-C3, cuya versatilidad y capacidades de conectividad son fundamentales; esta, a pesar de no tener comunicación celular directa, permite interactuar con el módulo Sim800L EVB y otros sensores a través de sus pines GPIO.

Además, se integra el sensor de frecuencia cardíaca MAX30102, reconocido por su precisión en la medición del ritmo cardíaco y la saturación de oxígeno en la sangre (SpO2), esencial para el monitoreo de la salud. Complementando esta selección, se ha incluido el módulo GSM Sim900 por su fiabilidad en la comunicación celular, permitiendo la transmisión de datos, como la ubicación y el pulso cardíaco en tiempo real, a una aplicación o servidor.



Figura 2.5: Prototipo de la pulsera rastreadora

## 2.10 Prototipo del software (aplicación móvil)

La aplicación móvil nace del análisis detallado de las necesidades del CDI Baby Espol para diseñar una solución tecnológica apta que aborde integralmente sus requerimientos; esta herramienta versátil busca optimizar procesos, potenciar la experiencia de profesionales y los propios niños que encuentran allí un entorno esencial para su crecimiento, mediante el moldeado cuidadoso de cada componente con el fin de atender las demandas actuales y entender a fondo la dinámica, particularidades y desafíos presentes.

La Figura 2.6 muestra la pantalla de inicio de la aplicación, que incluye tanto el acceso para usuarios registrados como la opción de registro para nuevos usuarios, esta sección del diseño se enfoca en brindar una experiencia fluida y accesible desde el primer contacto. Asimismo, se destaca la presencia del enlace para recuperar la contraseña, recurso que permite a los usuarios restablecer sus credenciales en caso de olvido o extravío, ofreciendo una vía segura y ágil para recuperar el acceso.

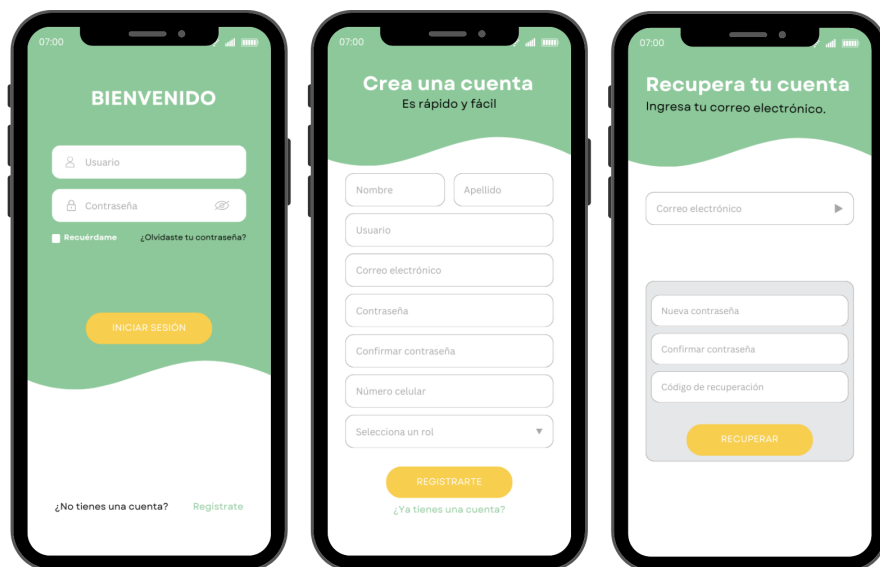


Figura 2.6: Pantallas de Inicio de Sesión y Registro

La Figura 2.10 presenta la interfaz de mensajería diseñada específicamente para los representantes legales, ofreciendo una vista de los anuncios enviados por los tutores responsables de cada niño bajo su tutela. En esta pantalla, se destaca una etiqueta distintiva en el lado izquierdo de cada anuncio que permite diferenciar claramente el origen de cada mensaje, brindando así una identificación rápida y clara del emisor. Además, esta interfaz facilita la interacción al permitir a los representantes responder directamente a estos anuncios. Asimismo, se ofrece la opción de eliminar conversaciones, otorgando a los usuarios control adicional sobre la gestión de la información en la aplicación.

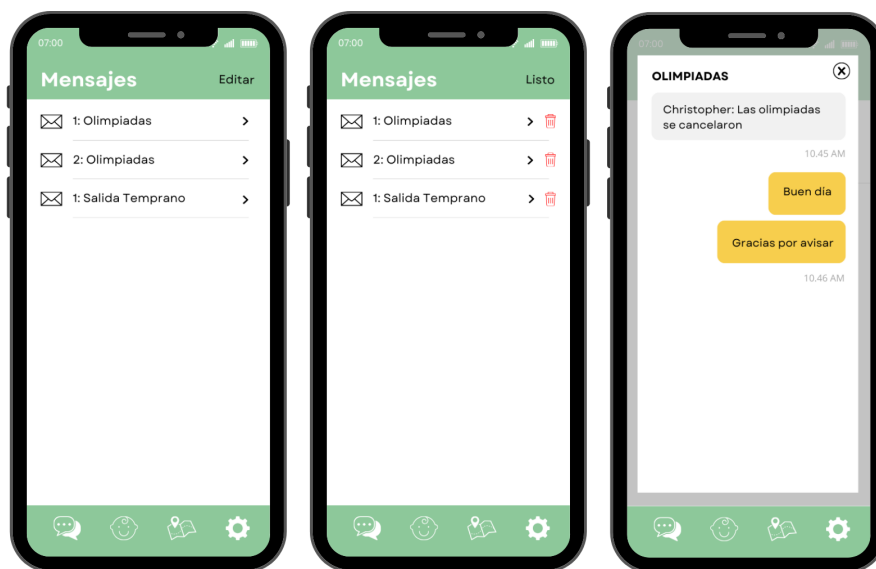


Figura 2.7: Pantallas de Mensajería Representante

La interfaz mostrada en la Figura 2.8 para el representante legal proporciona un acceso al cuidado y ubicación de los niños a su cargo, presentando un listado con el nombre de cada niño y su etiqueta de sala correspondiente. Cada infante posee un círculo indicativo que refleja el estado de la pulsera: el color rojo señala que ha salido del perímetro seguro, el verde que se encuentra en una zona segura y el gris que no lleva puesta la pulsera. En situaciones fuera del área segura, se muestra un símbolo de celular para realizar una llamada al tutor infantil de su representado y asegurar la situación. Al hacer clic en el nombre de cada niño se accede a una sección detallada que muestra las actividades realizadas, incluyendo descripciones y evidencias de las mismas. La Figura 2.9 representa la pestaña clave dentro de la aplicación, mostrando el croquis dinámico del CDI Baby Espol. Esta sección brinda la capacidad de visualizar en tiempo real la ubicación precisa de cada niño dentro de las instalaciones del centro. Adyacente al croquis, se encuentra la interfaz que alberga el perfil del representante legal, ofreciendo información básica como el nombre, correo electrónico, número de celular y la contraseña asociada a la cuenta. Esta interfaz permite la modificación de la información proporcionada, brindando así la flexibilidad necesaria para actualizar y mantener los datos del representante de manera actualizada.

La Figura 2.10 muestra la interfaz de mensajería diseñada para facilitar la comunicación entre tutores infantiles y representantes legales. Esta pantalla proporciona un espacio dedicado donde los tutores pueden crear y enviar anuncios, visualizar los mensajes recibidos e interactuar con los padres. Los anuncios creados incluyen un título,

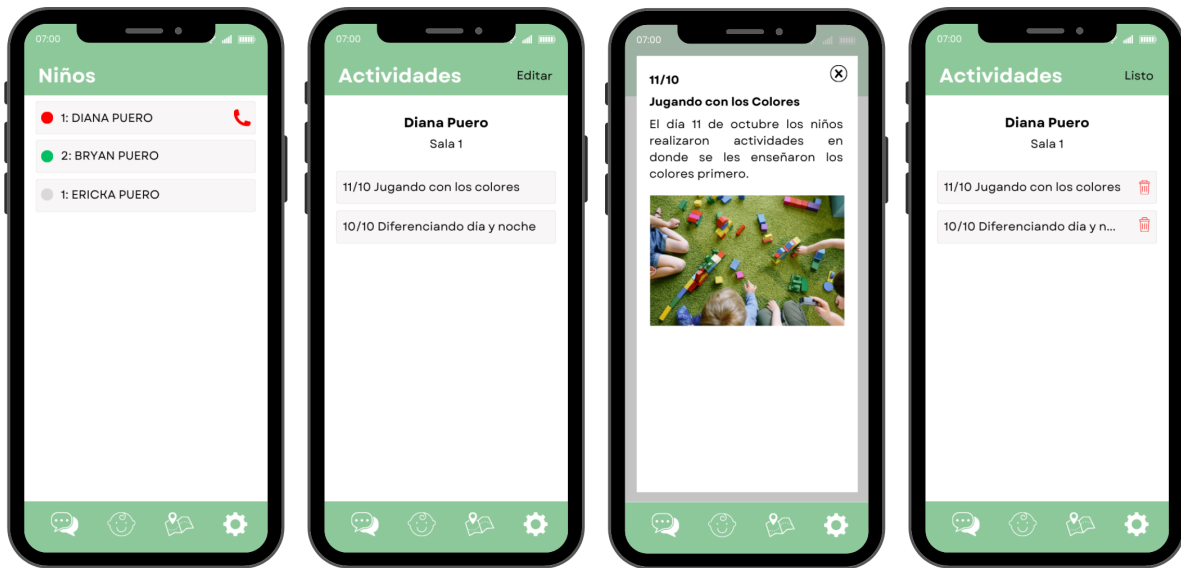


Figura 2.8: Pantallas de Listado de Niños y Actividades Representante

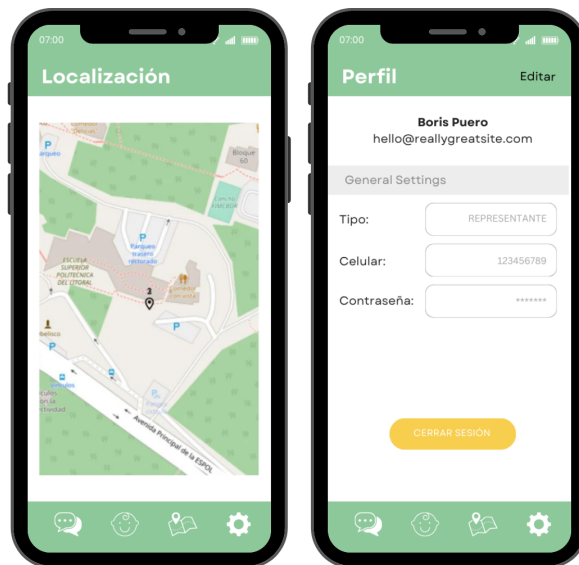


Figura 2.9: Pantallas de Localización y Perfil Representante

un cuerpo del mensaje y la selección de la sala destino. Además, cada mensaje aparece con una etiqueta distintiva para su rápida identificación. Los representantes pueden responder directamente a los anuncios, fomentando un intercambio fluido. También se permite eliminar conversaciones para gestionar mejor la información.



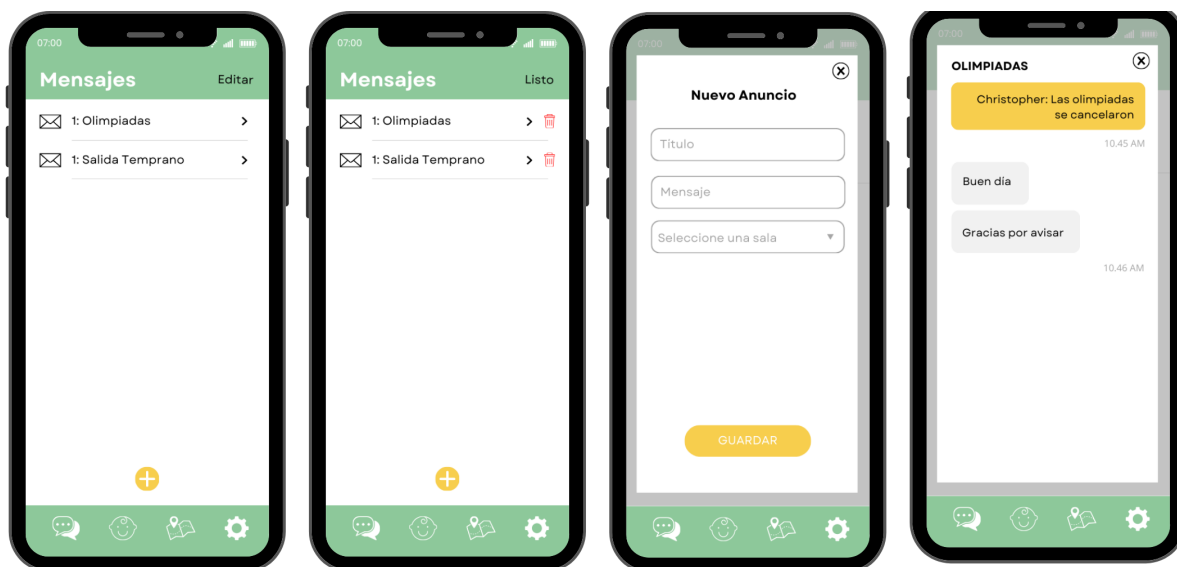


Figura 2.10: Pantallas de Mensajería Tutor Infantil

La Figura 2.11, presentada en la interfaz del tutor infantil, ofrece la posibilidad de crear nuevas actividades de manera ágil y detallada. Aquí, el tutor infantil debe ingresar un título descriptivo, una detallada descripción, seleccionar la sala correspondiente, elegir los niños involucrados y adjuntar una imagen relevante (flutter.dev, 2022). Una vez creada la actividad, el tutor infantil puede visualizarla posteriormente en una sección específica.

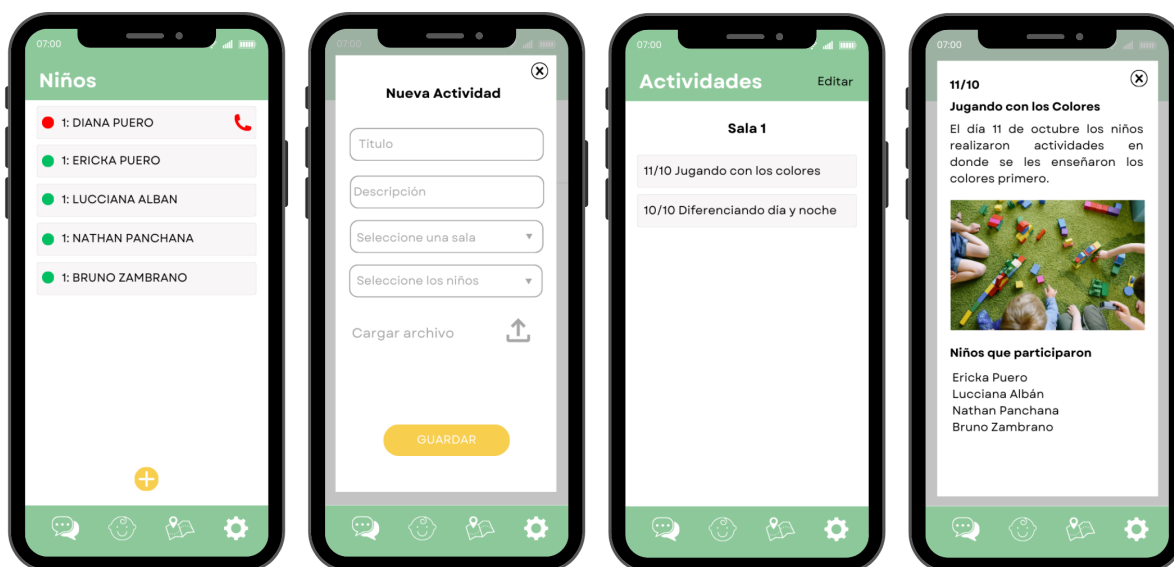


Figura 2.11: Pantallas de Listado de Niños y Actividades Tutor Infantil

La Figura 2.12 muestra la última interfaz del tutor infantil (leaflet.dev, 2022). En ella se puede observar la misma funcionalidad de visualización del croquis dinámico del CDI Baby Espol, así como la interfaz de perfil que se encuentra en la interfaz del representante legal.

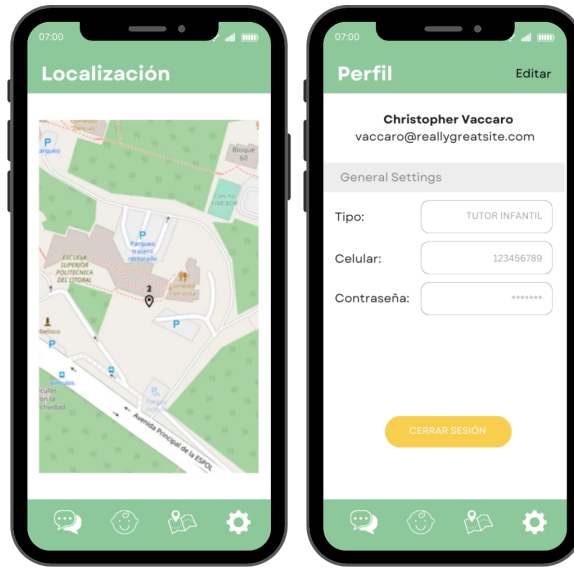


Figura 2.12: Pantallas de Localización y Perfil Tutor Infantil

La Figura 2.13 presenta la interfaz de mensajería diseñada para la supervisora, en ella se ofrece la misma funcionalidad proporcionada en la interfaz utilizada por el representante legal.

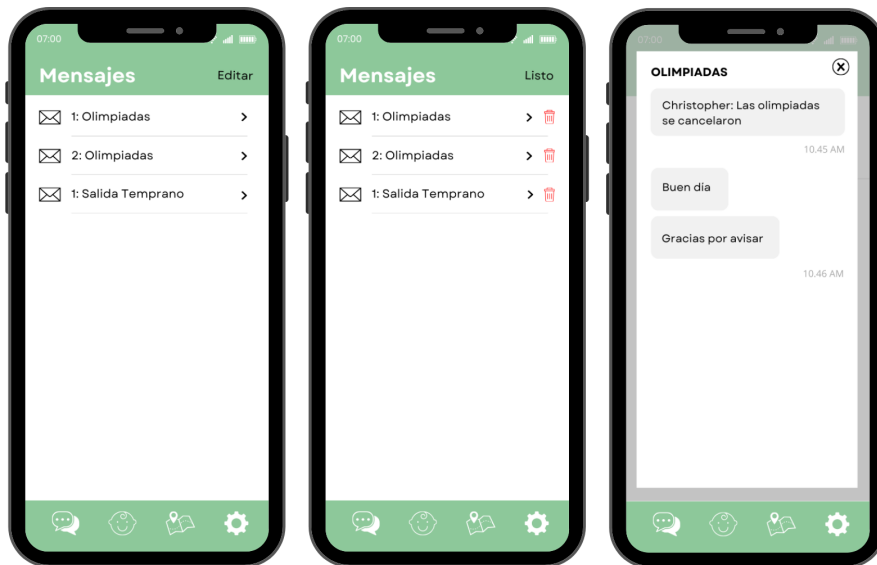


Figura 2.13: Pantallas de Mensajería Supervisora

En la Figura 2.14 se puede observar la interfaz diseñada para la supervisora, mostrando un listado de todos los niños que conforman el CDI. Esta interfaz se distingue por ser la única con la opción de registrar nuevos niños en el sistema. Para llevar a cabo este proceso, se brinda a la supervisora la capacidad de ingresar información crucial como nombres, apellidos, asignación a una sala específica y la identificación (ID) de la pulsera que será asignada a cada niño durante su permanencia en el CDI (pub.dev, 2022).

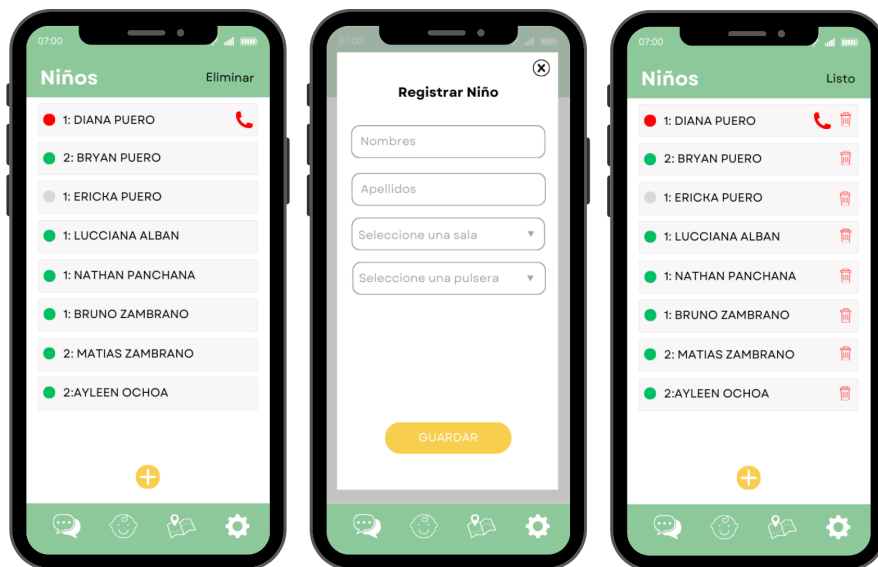


Figura 2.14: Pantallas de Listado de Niños y Actividades Supervisora

Al igual que con el representante legal y el tutor infantil, la Figura 2.15 muestra la interfaz de localización de los niños que se encuentran en el CDI y la de perfil del usuario. Sin embargo, en esta última se puede observar que la supervisora es la única que puede ver el listado de los representantes legales.

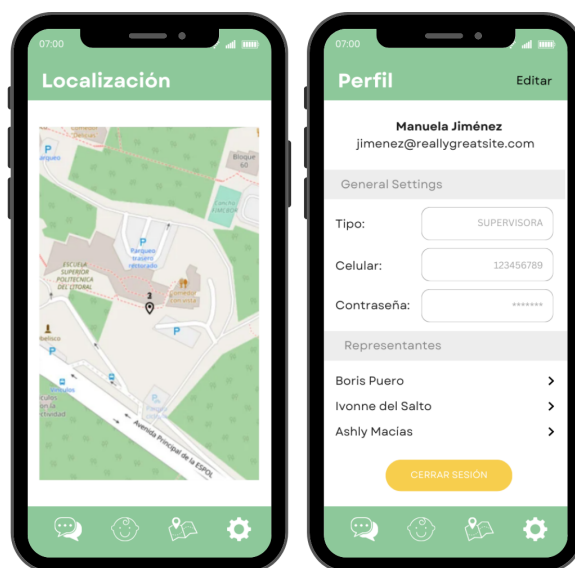


Figura 2.15: Pantallas de Localización y Perfil Supervisora



# **CAPÍTULO 3**

## **3. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Este capítulo aborda los aspectos clave de la implementación y validación tanto del dispositivo hardware como de la aplicación móvil desarrollada para el sistema de monitoreo infantil, destacando aspectos clave como la construcción del dispositivo portátil, el desarrollo de la aplicación móvil y las pruebas respectivas para validar su efectividad. Además, se presenta un análisis de costos que proporciona una visión financiera aproximada del proyecto.

### **3.1 Construcción del dispositivo portátil**

La elaboración del dispositivo portátil que permite obtener la ubicación en tiempo real de los niños fue llevada a cabo mediante la selección cuidadosa de componentes específicos, atendiendo a los requerimientos funcionales y no funcionales detallados en el Capítulo 2 del presente documento. En conformidad con las mejores prácticas de ingeniería, se dio prioridad a la versatilidad, eficiencia energética, durabilidad y capacidades de conectividad al elegir cada componente.

Se eligió el microcontrolador ESP32-C3 como eje central del dispositivo portátil debido a su gran adaptabilidad, bajo consumo de energía y amplia gama de opciones de conectividad. Esta elección permitió satisfacer requisitos cruciales tales como el consumo eficiente de recursos, rendimiento estable y escalabilidad del sistema.

En lo referente a la comunicación celular, se optó por el módulo SIM800L EVB por su alta confiabilidad y compatibilidad con redes 2G a nivel global. La transmisión continua y segura de datos, como coordenadas GPS y lecturas de sensores, se garantiza con este módulo, cumpliendo así con los requisitos de rastreo en tiempo real, notificaciones de geocercas y la salvaguarda de la seguridad/privacidad de la información.

La selección del sensor MAX30102 responde no solo a su capacidad para medir con precisión la frecuencia cardíaca y concentración de oxígeno en sangre, sino también a su función esencial para verificar activamente si el niño lleva puesto el dispositivo. Mediante la medición del pulso cardíaco como indicador clave, este sensor asegura de forma continua la presencia del dispositivo en el usuario, aspecto crucial para la integridad y efectividad del sistema de monitoreo infantil.

Finalmente, se seleccionó una batería de litio de 2000 mAh y 3,7 V después de analizar el consumo de energía en espera y transmisión de todos los componentes, Los cálculos de consumo indican hasta 7 horas de autonomía antes de recargar, ajustándose óptimamente al periodo de estancia diaria de los niños en el CDI, cumpliendo así con los requisitos de bajo consumo y larga duración.

Tras la selección de los componentes, se procedió a elaborar el diagrama esquemático del circuito. Este proceso requirió una meticulosa atención a las conexiones entre los distintos puertos y terminales de cada componente. Fue necesario asegurar que cada elemento estuviera conectado correctamente con los demás, respetando la polaridad y los niveles de voltaje y corriente.

Luego de varias iteraciones y revisiones del diagrama tentativo, se obtuvo finalmente un diseño esquemático óptimo. En la Figura 3.1 se presenta visualmente la disposición de todos los componentes con líneas que muestran sus interconexiones eléctricas.

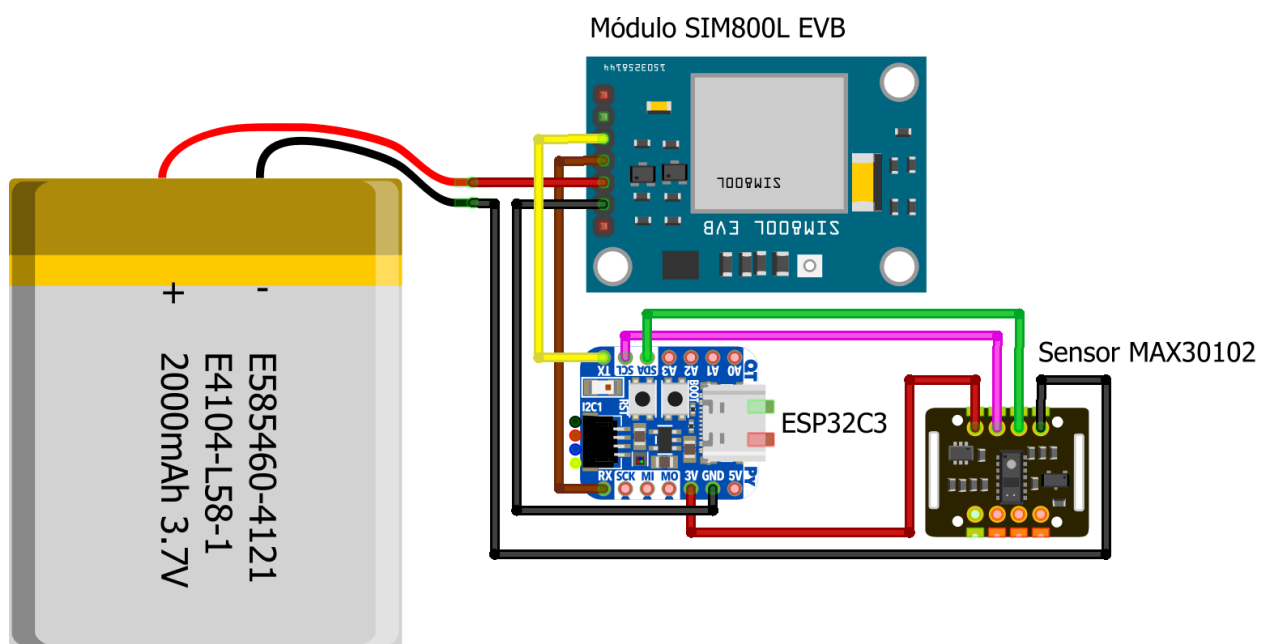


Figura 3.1: Diagrama del circuito

### 3.2 Pruebas en los componentes del hardware

Antes de la implementación, se realizaron pruebas unitarias a cada componente para garantizar el adecuado funcionamiento y asegurar el cumplimiento de los requisitos. Este enfoque pre-implementación no solo sirvió para detectar y corregir posibles fallos antes de la puesta en marcha, sino que también contribuyó a la robustez general del sistema al identificar y abordar posibles puntos débiles.

La prueba del módulo SIM800L EVB se enfocó en verificar la compatibilidad multioperador y la capacidad de transmisión precisa de datos. Como primer paso, se efectuó una fase de pruebas con tarjetas SIM de distintas operadoras para confirmar la capacidad de interoperabilidad del módulo SIM800L EVB. Los resultados evidenciaron que el dispositivo puede adaptarse y comunicarse de manera eficiente con distintas redes celulares, no obstante, se observó una variabilidad en el tiempo de respuesta según la operadora de red móvil. La Figura 3.2, la cual refleja la prueba ejecutada con la operadora X, arrojó que el tiempo de transmisión fue de 6 segundos, mientras que en la Figura 3.3 correspondiente a los resultados de la prueba realizada con la operadora Y muestra una media de 3.5 segundos. Estos resultados pueden atribuirse a diferencias en la robustez de la cobertura ofrecida por cada compañía en la zona de pruebas.

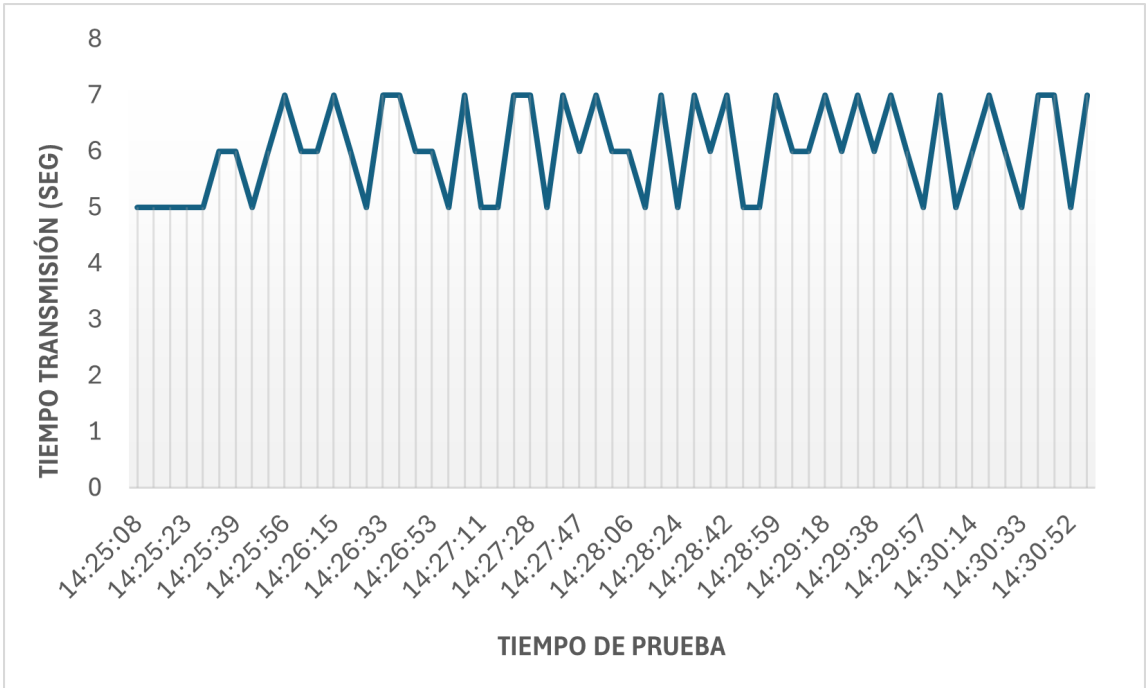


Figura 3.2: Gráfico Tiempo de Transmisión vs Tiempo de Prueba Operadora X

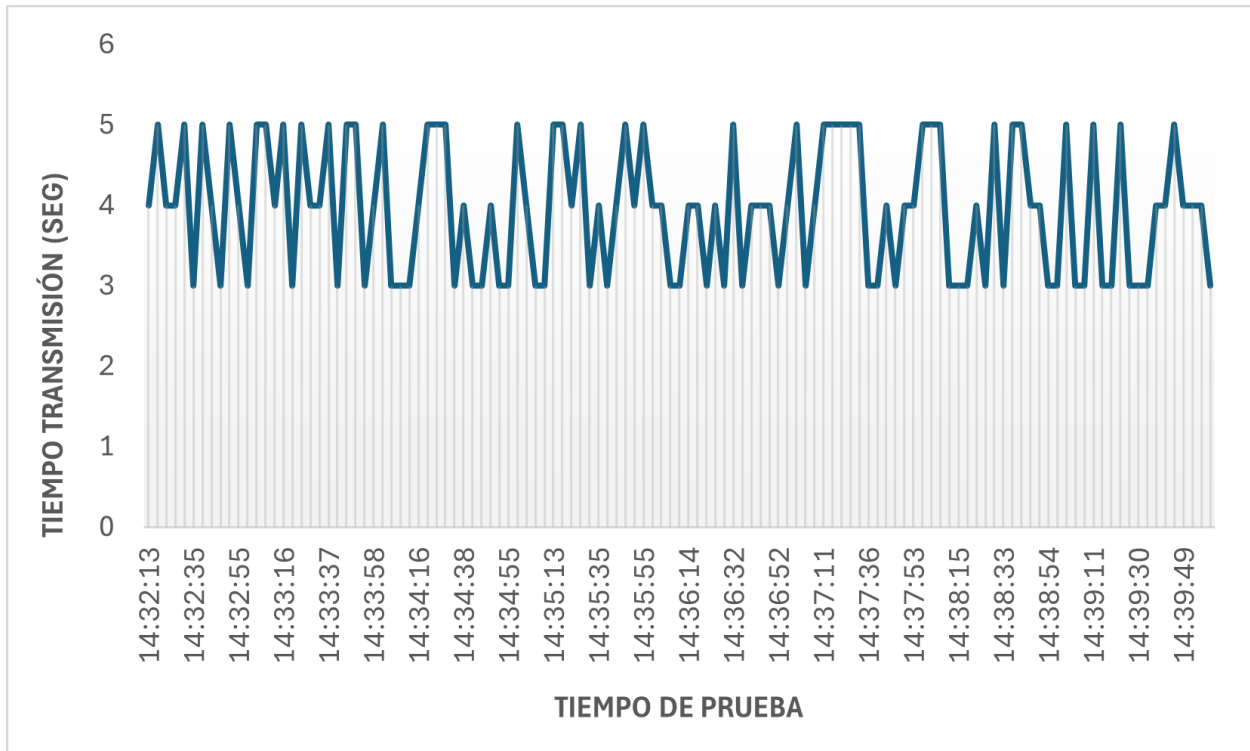


Figura 3.3: Gráfico Tiempo de Transmisión vs Tiempo de Prueba Operadora Y

Adicionalmente, para evaluar a detalle la conectividad 2G y GPRS se llevó a cabo el análisis de los resultados de la operadora que obtuvo mejor media en la transferencia de datos en la evaluación anterior (Figura 3.3). Al relacionar los valores obtenidos con las necesidades del proyecto se verificó que el proceso de enviar datos se realiza en un tiempo razonable, ya que al manejar datos en tiempo real es imprescindible que los datos sean transmitidos constantemente.

Por otro lado, para evaluar la funcionalidad del sensor de frecuencia cardíaca, se llevó a cabo una prueba en un niño menor de 2 años utilizando el prototipo de la pulsera durante un periodo de 15 minutos. Durante esta sesión, la aplicación registró la frecuencia cardíaca cada 5 segundos, considerando este intervalo como adecuado para presentar la información en tiempo real. Los resultados se almacenaron en un archivo CSV y se generó una gráfica de frecuencia cardíaca en función del tiempo para obtener una comprensión más nítida del rendimiento del sensor.



La Figura 3.4 muestra los resultados de la gráfica que revela que el sensor cumplió su función de manera efectiva, con excepción de algunos momentos específicos en los cuales no pudo captar la frecuencia, posiblemente debido a los intentos del niño de quitarse la pulsera y, por ende, desplazar el sensor de su posición original. Esta prueba demostró una medición confiable de la frecuencia cardíaca en tiempo real utilizando el prototipo y confirmó la efectividad del sensor MAX30102 en el monitoreo de esta variable fisiológica.

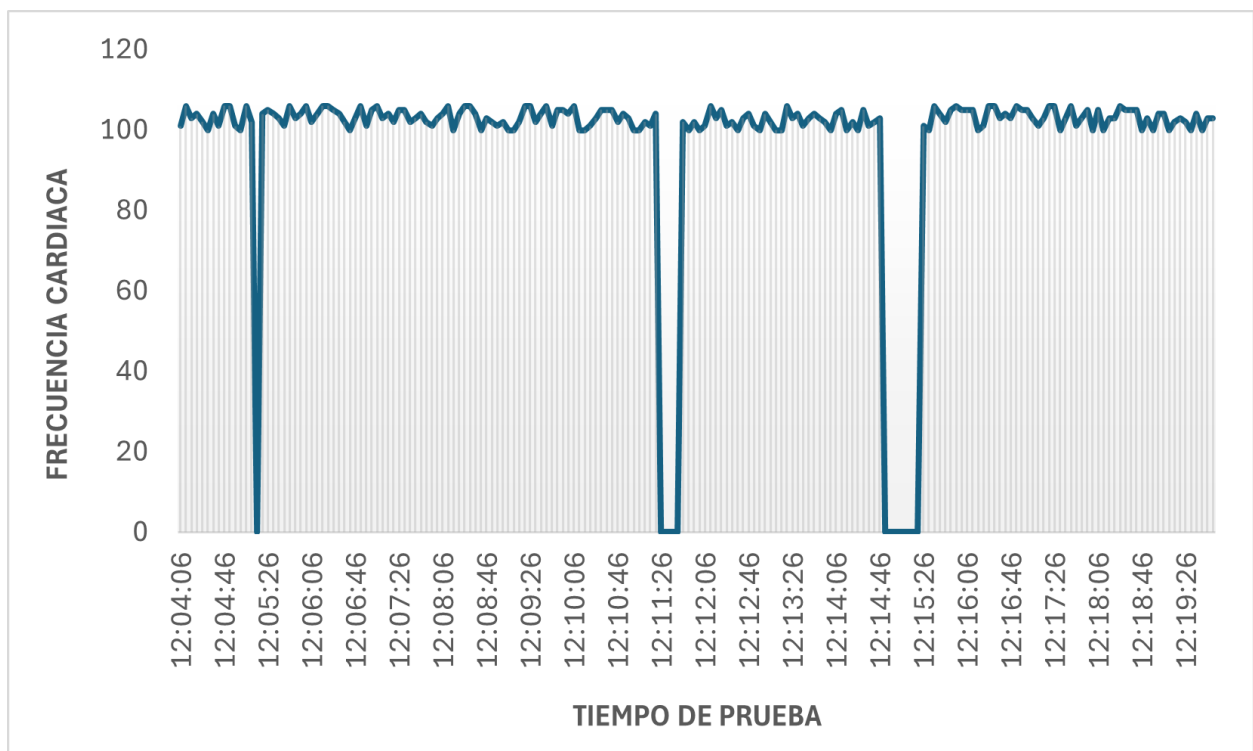


Figura 3.4: Gráfico Frecuencia Cardíaca vs Tiempo de Prueba

### 3.3 Desarrollo de la aplicación móvil

El desarrollo de la aplicación móvil involucró la utilización de diversas tecnologías, entre ellas Flutter, Ngrok, SQL y Flask, con el objetivo de lograr resultados exitosos y cumplir con los requisitos establecidos en la fase metodológica. Estas herramientas fueron seleccionadas estratégicamente para garantizar un desempeño eficaz y la consecución de los objetivos planteados durante la planificación del proyecto.

La elaboración del software empezó con la selección de Flutter para el desarrollo de la aplicación móvil. Se optó por este framework con el objetivo de garantizar una experiencia de usuario coherente y eficiente en diversas plataformas, como iOS y Android. Esta característica es esencial, ya que la capacidad de Flutter para ofrecer interfaces atractivas y consistentes mediante un único conjunto de código elimina la exclusión de cualquier usuario, independientemente del sistema operativo de su dispositivo.

Sumado a esto, para gestionar tanto la información ingresada a la aplicación móvil como los datos provenientes de la pulsera rastreadora, se implementó una base de datos SQL para proporcionar una estructura robusta y relacional a la arquitectura. Además, una base de datos SQL permite asegurar la coherencia y la integridad de la información almacenada, proporcionando un marco confiable para el manejo de datos críticos (Oracle, 2024). Esta base de datos fue incorporada en un servidor con 16GB de RAM, lo que facilita la manipulación eficiente de datos activos y consultas frecuentes. Además, se utilizó un SSD de 256GB para el almacenamiento, optimizando las operaciones de lectura y escritura. Estas decisiones de hardware se alinean con las características detalladas en la Tabla 3.1, asegurando así un entorno tecnológico que respalda eficazmente los requisitos del sistema.

Para satisfacer la necesidad de almacenar la información manejada por la aplicación y facilitar una conexión eficiente tanto con la pulsera rastreadora como con la aplicación móvil, hemos decidido implementar un servidor local mediante Flask (Ngrok, 2024). Para permitir el acceso externo a este servidor, utilizamos Ngrok, que crea un túnel que posibilita la comunicación. Este enfoque permitió disponer de un servidor accesible en línea, facilitando la comunicación remota tanto con la pulsera rastreadora como con la aplicación, y asegurando la disponibilidad del sistema más allá del entorno local.

### **3.4 Optimización de Código**

Se implementaron mejoras significativas en la eficiencia de las solicitudes entre la aplicación y el servidor. En la versión anterior, se realizaba una solicitud inicial que pedía todos los datos necesarios, resultando en un tiempo de espera de 3 segundos. Además, esta práctica presentaba un riesgo potencial, ya que en caso de una falla de conexión, todos los datos solicitados se perdían.

La nueva implementación optimizada adopta un enfoque más eficiente y seguro. Ahora, se solicitan únicamente los datos que se mostrarán en ese momento específico, lo que no solo reduce la duración de la solicitud a tan solo 1 segundo, sino que también mitiga la posibilidad de perder datos en caso de una interrupción en la conexión. Este cambio se refleja claramente al comparar la Figura 3.5 y la Figura 3.6, donde se visualiza el inicio y la duración de las solicitudes para ambas versiones. La mejora en la eficiencia del código no solo optimiza el rendimiento, sino que también fortalece la confiabilidad de las operaciones ante posibles contratiempos en la red

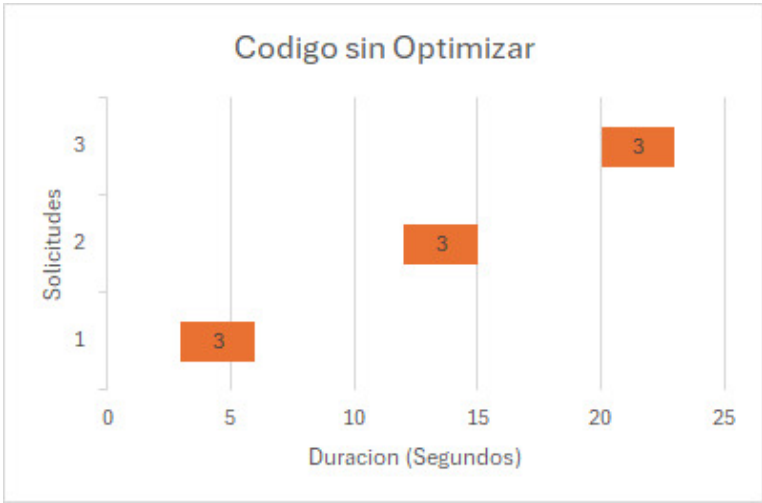


Figura 3.5: Solicitudes al servidor del código no optimizado

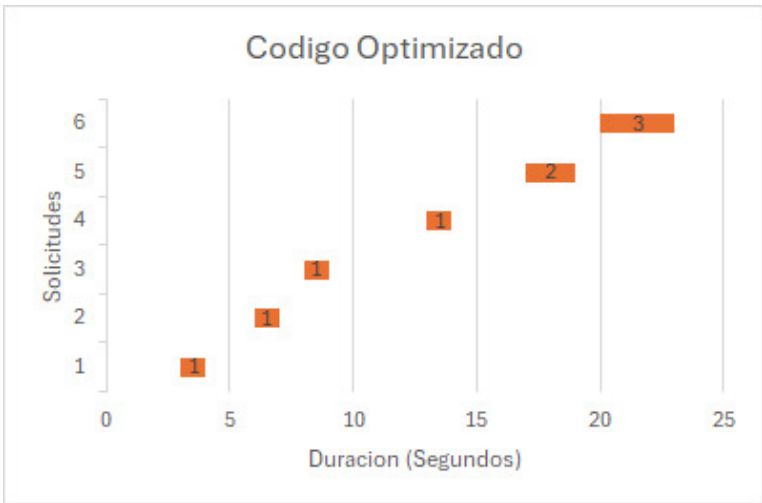


Figura 3.6: Solicitudes al servidor del código optimizado

### **3.5 Pruebas de usabilidad de la aplicación móvil**

Durante el proceso de validación de la aplicación móvil se realizó una encuesta de satisfacción a los usuarios finales, en esta prueba participaron los padres de familia, educadores y coordinadoras de los CDI Defensores del Suburbio y 24 de Marzo ubicados en el Suroeste de la ciudad de Guayaquil.

Los participantes de esta encuesta fueron 16 padres de familia, 11 educadoras y 4 coordinadoras de los CDI mencionados anteriormente. A cada encuestado se le proporcionó el enlace del formulario digital creado en Google Forms para que pudieran dejar sus opiniones de manera conveniente.

El objetivo principal de la encuesta era recopilar las impresiones de los usuarios sobre aspectos clave de la aplicación, tales como su funcionalidad, facilidad de uso y beneficios percibidos por los participantes. Las preguntas se enfocaron en obtener una retroalimentación cualitativa para mejorar la experiencia del usuario con la aplicación.

Los resultados obtenidos fueron mayoritariamente positivos, sugiriendo que la aplicación no presenta dificultades significativas en términos de usabilidad y que los usuarios están satisfechos con las funcionalidades proporcionadas. Esta retroalimentación proporcionó valiosa información sobre la experiencia del usuario, confirmando que la aplicación es percibida como accesible y beneficiosa.

Es importante destacar que los detalles específicos de los datos recolectado en la encuesta están ubicados en los anexos del presente documento, brindando una visión más detallada y cuantitativa de las percepciones y opiniones recopiladas durante esta fase de validación.

### **3.6 Análisis de costos**

Como parte del desarrollo del proyecto se realizó un análisis de los costos asociados a su producción e implementación. Se analizaron los elementos tanto físicos (hardware) como lógicos (software) empleados en el prototipo del sistema de monitoreo para obtener un presupuesto lo más realista posible. Es importante tener en cuenta que este presupuesto es orientativo, ya que los precios pueden variar según la fuente de compra y la cantidad de unidades adquiridas.

- **Costos de implementación del prototipo**

Para la elaboración de la tabla de costos de implementación del proyecto del sistema de monitoreo infantil (Tabla 3.1), se consideraron cuatro rubros principales. Cada uno de estos elementos desglosa los diferentes aspectos que influyen en la inversión total necesaria para llevar a cabo el prototipo.

El rubro de hardware incluye los componentes incluidos en el prototipo final de la pulsera, como el microcontrolador, sensores, módulo, fuente de energía y la impresión 3D de la carcasa que alberga todos los elementos. El software contempla los programas utilizados para desarrollar el código que permite la lectura de los sensores, envío y consulta de datos, así como el framework utilizado para la elaboración de la aplicación móvil.

En cuanto a la obtención del costo designado al ingeniero encargado se consideró factores como los días laborados, horas de trabajo y pago por hora. Teniendo en cuenta que se trabajó aproximadamente 60 días durante 3 meses, con una carga de 6 horas diarias y un costo por hora de \$5, se concluyó que el pago del ingeniero es de \$1800.

Adicionalmente, en la tabla también se incluyen los equipos y herramientas empleados durante la elaboración del dispositivo portátil como computadoras y equipos de ensamblaje.

- **Costo de producción anual**

El cálculo del gasto de fabricación anual de la pulsera rastreadora mostrado en la Tabla 3.2 se elaboró considerando los componentes físicos necesarios para el óptimo funcionamiento del dispositivo. Además, se incluyó el plan de mensajería primordial para garantizar la continuidad en el envío de datos incluso sin conexión WiFi y como último aspecto también se contempló la inversión al publicar la aplicación en las tiendas de Android y Apple.

Rubro	Descripción	Precio Unitario (USD)	Cantidad	Costo Total (USD)
Hardware	ESP32-C3	\$10.00	1	\$10.00
	Módulo SIM800L EVB	\$6.50	1	\$6.50
	Sensor MAX30102	\$3.00	1	\$3.00
	Batería de litio	\$6.50	1	\$6.50
	Impresión 3D	\$18.00	1	\$18.00
	SSD (256GB)	\$50.00	1	\$50.00
	RAM (16GB)	\$60.00	1	\$60.00
Software	Arduino IDE	-	-	-
	Fritzing	-	-	-
	Flutter	-	-	-
	Visual Studio Code	-	-	-
	Sistema operativo Linux	-	-	-
Mano de Obra	Ingeniero	\$1800.00	2	\$3600.00
Herramientas	Laptop HP Pavilion	\$978.74	1	\$978.74
	Cautin Kit 5 Piezas 60W	\$8.34	1	\$8.34
	Estaño 100 gr. de 0.02mm	\$6.22	1	\$6.22
<b>Costo</b>				<b>\$4747.30</b>

Tabla 3.1: Costo de implementación del prototipo [Autoría propia]

Componente	Cantidad	Costo Mensual (USD)	Costo Anual (USD)
ESP32-C3	1	\$10.00	\$10.00
Módulo SIM800L EVB	1	\$6.50	\$6.50
Sensor MAX30102	1	\$3.00	\$3.00
Batería de litio	1	\$6.50	\$6.50
Plan de mensajería	1	\$10.00	\$120.00
Tienda de aplicaciones	1	\$25.00	\$25.00
<b>Costo Total</b>		<b>\$61.00</b>	<b>\$171.00</b>

Tabla 3.2: Costo de producción anual[Autoría propia]

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este apartado presenta las conclusiones derivadas de los hallazgos obtenidos durante el desarrollo e implementación del sistema de monitoreo infantil en el CDI Baby Espol, así como las recomendaciones que permitirán posibles mejoras y desarrollos futuros.

### 4.1 Conclusiones

- La implementación del módulo SIM800L EVB en el sistema de monitoreo infantil demuestra ser efectiva, logrando tiempos de transmisión de datos de 3 segundos, asegurando una localización en tiempo real confiable. La eficacia de este módulo resalta la viabilidad técnica del prototipo desarrollado y sugiere un camino claro para futuras iteraciones en sistemas de seguridad infantil similares.
- La evaluación de la interfaz de usuario del sistema de monitoreo, basada en encuestas a 31 usuarios finales y pruebas de usabilidad, revela una alta satisfacción de los usuarios, con más del 75% calificando la interfaz como 'intuitiva' y 'fácil de usar'. Este resultado no solo valida que el diseño está centrado en el usuario sino que también subraya la importancia de un diseño interactivo simplificado para la adopción tecnológica en entornos de cuidado infantil.
- La evaluación del desempeño de la pulsera rastreadora ha revelado su alta precisión en la monitorización de la frecuencia cardíaca, subrayando su potencial como herramienta valiosa en el seguimiento del pulso de los niños. La dependencia de la precisión en la firmeza de sujeción de la pulsera resalta la necesidad de diseñar interfaces y mecanismos de ajuste que faciliten un ajuste óptimo y cómodo para el usuario, asegurando así la continuidad y fiabilidad de la monitorización.

- Aunque la aplicación móvil ha demostrado un rendimiento satisfactorio, se reconoce la necesidad de implementar actualizaciones y mejoras continuas. La introducción de notificaciones para informar a los padres cuando los niños están participando en actividades al aire libre no solo es útil para garantizar su tranquilidad y seguridad, sino que también fortalecerá la capacidad del sistema para adaptarse a las dinámicas cambiantes del entorno del Centro de Desarrollo Infantil (CDI).
- La aceptación de la funcionalidad para visualizar el registro de actividades diarias de los niños, con un 93.8% de los padres de familia encuestados afirmando su utilidad, subraya el valor excepcional de esta característica dentro de la aplicación. Este hallazgo refleja no solo la relevancia de mantener a los padres y cuidadores informados sobre el bienestar y las actividades de sus hijos en tiempo real, sino también la eficacia de la aplicación para satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios.
- El sistema de monitoreo infantil no solo se diseñó para salvaguardar la seguridad de los niños en el CDI Baby Espol mediante el uso de la pulsera rastreadora y la aplicación móvil, sino que también se concibió con la finalidad de llevar un registro con evidencias de las actividades realizadas del CDI y los padres de familia.
- La evaluación de la efectividad de las notificaciones, fundamentada en un análisis detallado de encuestas de satisfacción y registros de interacción, reveló una mejora sustancial en la experiencia de los usuarios, con un 100% de ellos valorando las notificaciones como fundamentales para reducir la necesidad de revisar constantemente la aplicación en busca de actualizaciones de ubicación. Este resultado destaca las notificaciones proactivas como un elemento transformador en la interacción usuario-aplicación, mejorando notablemente la usabilidad y satisfacción del sistema de monitoreo infantil.
- La elaboración cuidadosa de diagramas emergió como un pilar central en el desarrollo del sistema de monitoreo infantil, facilitando de manera crucial la colaboración en equipo. Este enfoque no solo optimizó la comprensión del flujo de trabajo y la dinámica de interacción entre los distintos componentes del sistema, sino que también aseguró una implementación más eficiente y coherente.



- La cuidadosa selección de los componentes electrónicos para el diseño del circuito fue determinante en las fases iniciales del proyecto, estableciendo las bases para un sistema estable y eficaz. Esta fase crítica permitió identificar las mejores opciones en términos de rendimiento y costo, asegurando que el sistema no solo cumpliera con los requisitos de seguridad y funcionalidad sino que también fuera viable desde una perspectiva de implementación a largo plazo.
- Las respuestas recopiladas de los usuarios sobre el sistema de monitoreo infantil destacan su potencial significativo para mejorar tanto la seguridad como la comunicación dentro del entorno del CDI. Esta retroalimentación positiva no solo valida la efectividad del sistema sino que también subraya la necesidad y apreciación de soluciones tecnológicas avanzadas en el contexto de cuidado infantil. La acogida favorable del sistema por parte de los usuarios enfatiza su relevancia y el impacto positivo en la comunidad del CDI, marcando un avance prometedor en la tecnología de monitoreo infantil.

## **4.2 Recomendaciones**

- Para mantener la relevancia y eficacia del sistema, se recomienda realizar actualizaciones periódicas tanto en la aplicación móvil como en la pulsera rastreadora. La integración de las últimas tecnologías y mejoras de seguridad garantizará un rendimiento continuo.
- Establecer un programa de formación continua para el personal del CDI y los padres de familia sobre el uso óptimo del sistema. Esto incluirá la orientación sobre nuevas funciones, resolución de problemas y mejores prácticas para garantizar una experiencia continua y positiva.

- Se recomienda cambiar el método actual de lanzamiento del servidor utilizando Ngrok por una solución más robusta, como AWS. Esta plataforma ofrece una mayor cobertura y fiabilidad, lo que puede traducirse en un rendimiento más consistente y eficiente del sistema.
- Mantener una colaboración continua con expertos en psicología infantil para adaptar nuevas funciones al sistema que contribuyan al progreso emocional y cognitivo de los infantes en diferentes etapas de su crecimiento.
- Realizar evaluaciones periódicas de la calidad y alcance de los operadores celulares disponibles en la zona del CDI. Esto garantizará un rendimiento óptimo del sistema, especialmente en situaciones de corte de energía eléctrica o emergencia.

# BIBLIOGRAFÍA

- Abilio, C. P. (2016). Keruve. reloj localizador y receptor portable especializado para personas con alzheimer y sus cuidadores.
- Codina, M. R., Parra, J., Tello, B., Rivadeneira, M. F., Medina, D., & Castellanos, J. (2018). Reportes de la ensanut 2018.
- flutter.dev. (2022). *Image picker*. [https://pub.dev/packages/image\\_picker/versions/0.8.4](https://pub.dev/packages/image_picker/versions/0.8.4)
- García, M., & López, R. (2020). Systems thinking in child safety: A complex systems approach. *Safety Science*, 42(5), 521–536.
- Guillen, B. (2016). Controlar a los niños con gps: ¿seguridad o pérdida de autonomía? [https://elpais.com/tecnologia/2016/02/17/actualidad/1455706663\\_583885.html](https://elpais.com/tecnologia/2016/02/17/actualidad/1455706663_583885.html)
- Johnson, L., & Smith, B. (2021). Decision-making in emergency situations: A theoretical framework. *Journal of Emergency Management*, 20(3), 231–245.
- leaflet.dev. (2022). *Flutter map*. [https://pub.dev/packages/flutter\\_map/versions/0.13.0](https://pub.dev/packages/flutter_map/versions/0.13.0)
- Masten, A. S., & Osofsky, J. D. (2019). Disasters and their impact on child development: Introduction to the special section. *Child Development*, 81(4), 1029–1039.
- Ngrok. (2024). *Ngrok documentation*. <https://ngrok.com/docs/what-is-ngrok/>
- Oracle. (2024). *Mysql enterprise*. <https://www.mysql.com/products/enterprise/>
- pub.dev. (2022). *Flutter\_phone\_direct\_caller*. [https://pub.dev/packages/flutter\\_phone\\_direct\\_caller](https://pub.dev/packages/flutter_phone_direct_caller)
- Smith, J., & Johnson, A. (2019). Wearable technology in healthcare: A review of current developments. *Health Informatics Journal*, 25(3), 140–152.
- Tag, M. B. (2013). *Buddy tag*. <https://squadhelp.com/name/BuddyTag>
- Tecnogenia. (2023). Localizador gps para mayores y mascotas.
- Unidas, N. (1989). *Convención sobre los derechos del niño*.
- WONLEX. (2023). Gps tracking watches [Último acceso: fecha de acceso aquí].



# APÉNDICES



## A Tablas de características funcionales

En esta sección se presentan varias tablas que detallan las características consideradas en la realización del sistema de monitoreo. Estas tablas proporcionan una descripción general de cada característica, su prioridad de implementación, posibles limitaciones, dependencias identificadas y riesgos asociados.

<b>Descripción</b>	Mostrar la ubicación precisa del infante en un croquis del CDI en la aplicación móvil
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Conexión a internet estable
<b>Dependencias</b>	Servicio de GPS del dispositivo
<b>Riesgos</b>	Pérdida de señal GPS

Tabla 1: Rastreo en tiempo real [Autoría propia]

<b>Descripción</b>	Alertar cuando el infante sale de áreas seguras predefinidas
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Configuración precisa de geocercas
<b>Dependencias</b>	Acceso a la ubicación en tiempo real
<b>Riesgos</b>	Notificaciones no recibidas a tiempo

Tabla 2: Notificaciones de Geocerca [Autoría propia]

<b>Descripción</b>	Permitir acceso para varios usuarios autorizados y mantener medidas de seguridad
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Sistema de autenticación robusto
<b>Dependencias</b>	Registro de usuarios confiable
<b>Riesgos</b>	Acceso no autorizado a la información

Tabla 3: Acceso múltiple y seguro [Autoría propia]

<b>Descripción</b>	Controlar quién puede ver la ubicación del infante
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Configuración de permisos precisa
<b>Dependencias</b>	Gestión de usuarios segura
<b>Riesgos</b>	Fugas de información privada

Tabla 4: Ajustes de privacidad [Autoría propia]

<b>Descripción</b>	Optimizar el consumo para una vida útil prolongada
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Optimización de procesos en segundo plano
<b>Dependencias</b>	Gestión eficiente de la app en reposo
<b>Riesgos</b>	Descarga rápida de la batería del dispositivo

Tabla 5: Bajo consumo de batería [Autoría propia]

## B Tablas de características no funcionales

En este apartado se muestran las características no funcionales consideradas al elaborar el sistema de monitoreo. Estas tablas muestran con más detalle la descripción del aspecto que se contempló, su prioridad, restricciones, dependencias y los riesgos más probables.

<b>Descripción</b>	Mantener una conexión estable entre la pulsera y la aplicación
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Pruebas exhaustivas de conectividad
<b>Dependencias</b>	Infraestructura de red estable
<b>Riesgos</b>	Pérdida de conexión frecuente

Tabla 6: Rendimiento estable [Autoría propia]



<b>Descripción</b>	Funcionamiento adecuado en diversas plataformas y modelos de teléfonos móviles
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Pruebas de compatibilidad exhaustivas
<b>Dependencias</b>	Adaptación a múltiples sistemas operativos
<b>Riesgos</b>	Funcionalidades limitadas en ciertos dispositivos

Tabla 7: Compatibilidad [Autoría propia]

<b>Descripción</b>	Optimización para utilizar recursos limitados de manera eficiente
<b>Prioridad de implementación</b>	Alta
<b>Restricciones</b>	Análisis constante del uso de recursos
<b>Dependencias</b>	Optimización de código
<b>Riesgos</b>	Problemas de rendimiento por mala gestión de recursos

Tabla 8: Consumo eficiente de recursos [Autoría propia]

## C Resultados de las encuestas realizadas a usuarios

Después de explorar la aplicación, ¿cómo valora la utilidad de la función de mensajería para facilitar la comunicación con los padres de familia y la coordinadora del CDI?

11 respuestas

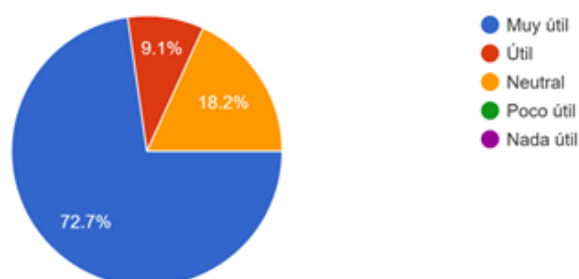


Figura 1: Resultados sobre la utilidad de la función mensajería a tutores infantiles

¿Cómo evalúa la capacidad de la aplicación para cargar y gestionar las actividades diarias de los niños, junto con su descripción y evidencia fotográfica?

11 respuestas

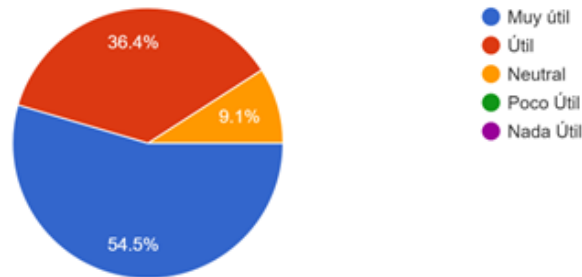


Figura 2: Resultados sobre la utilidad de la función registro de actividades a tutores infantiles

¿Qué opina acerca de la utilidad de la función de listado de niños, que le permite visualizar la información de los niños a su cargo, para su labor como tutora infantil?

11 respuestas

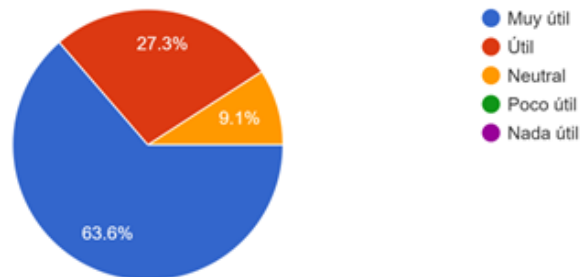


Figura 3: Resultados sobre la utilidad de la función listado de niños a tutores infantiles

¿Cómo percibe la función de localización que muestra la ubicación en tiempo real de los niños a su cargo en el CDI?

11 respuestas

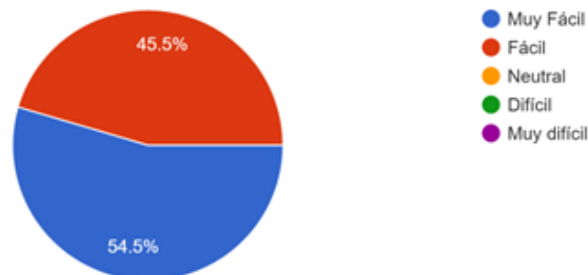


Figura 4: Resultados sobre la utilidad de la función localización a tutores infantiles

En general, ¿cómo calificaría la utilidad percibida de la aplicación para su trabajo como tutora infantil después de explorar sus funciones?

11 respuestas

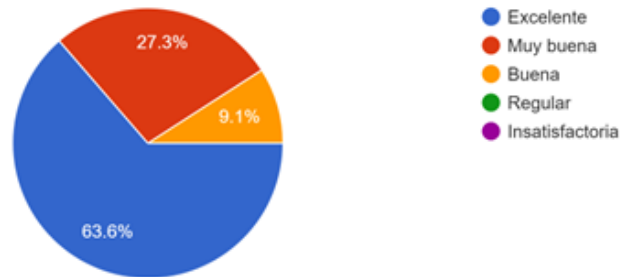


Figura 5: Resultados sobre la utilidad de la aplicación móvil a tutores infantiles

¿Considera que las funciones actuales de la aplicación son suficientes para indicar de manera efectiva cuando un niño sale del CDI?

11 respuestas

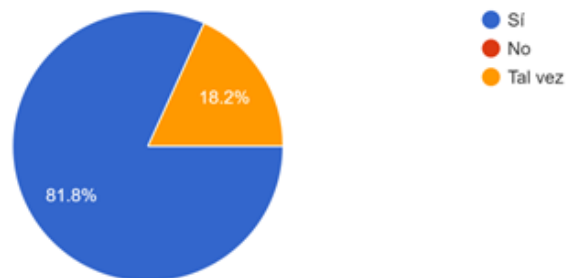


Figura 6: Resultados sobre la funcionalidad de la aplicación móvil a tutores infantiles

¿Recomendaría el uso de esta aplicación móvil a otros Centros de Desarrollo Infantil?

11 respuestas

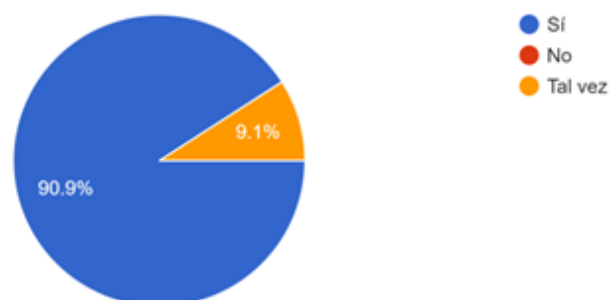


Figura 7: Resultados sobre la recomendación de la aplicación móvil a tutores infantiles

Después de explorar la aplicación, ¿considera que la función de mensajería es una herramienta útil para facilitar la comunicación con los padres de familia y las tutoras infantiles del CDI?

4 respuestas

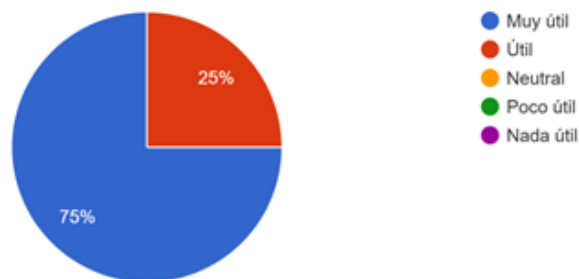


Figura 8: Resultados sobre la utilidad de la función mensajería a coordinadoras

¿La aplicación le brindó la información necesaria para supervisar las actividades?

4 respuestas

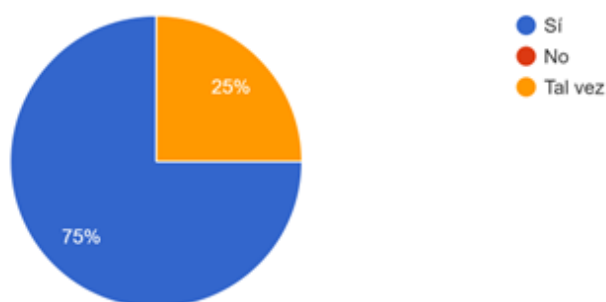


Figura 9: Resultados sobre la utilidad de la función visualización de actividades a coordinadoras

¿Qué opina acerca de la utilidad de la función de listado de niños, que le permite visualizar la información de los niños que conforman el CDI?

4 respuestas

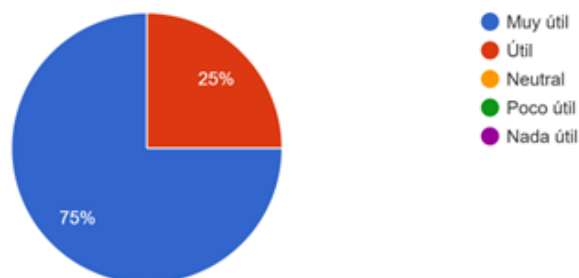


Figura 10: Resultados sobre la utilidad de la función listado de niños a coordinadoras

¿Cómo percibe la función de localización que muestra la ubicación en tiempo real de los niños que se encuentran en el CDI?

4 respuestas

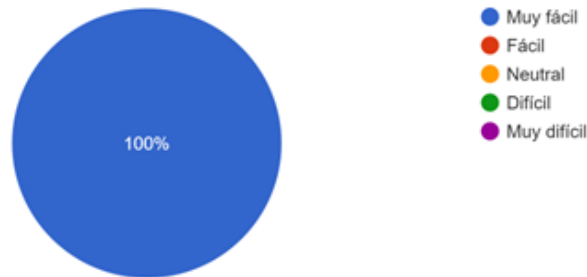


Figura 11: Resultados sobre la utilidad de la función localización a coordinadoras

En general, ¿cómo calificaría la utilidad percibida de la aplicación para su trabajo como coordinadora (supervisora) después de explorar sus funciones?

4 respuestas

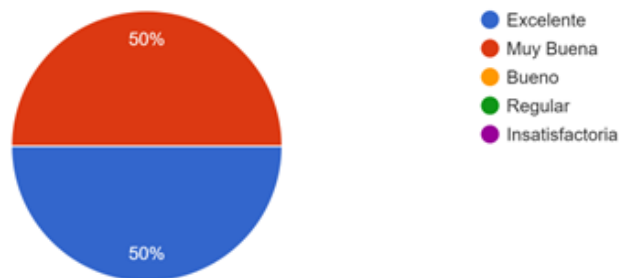


Figura 12: Resultados sobre la utilidad de la aplicación móvil a coordinadoras

¿Considera que las funciones actuales de la aplicación son suficientes para indicar de manera efectiva cuando un niño sale del CDI?

4 respuestas

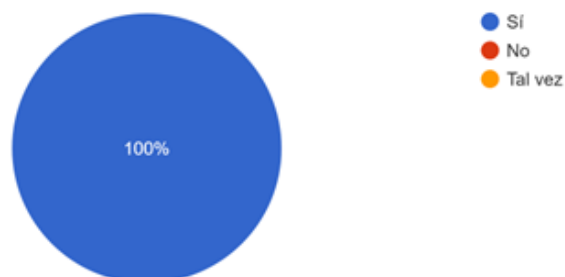


Figura 13: Resultados sobre la funcionalidad de la aplicación móvil a coordinadoras

¿Recomendaría el uso de esta aplicación móvil a otros Centros de Desarrollo Infantil?  
4 respuestas

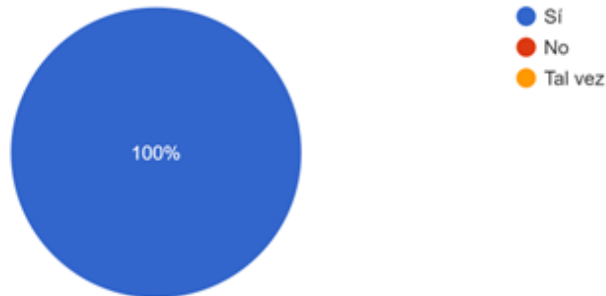


Figura 14: Resultados sobre la recomendación de la aplicación móvil a coordinadoras

Después de explorar la aplicación, ¿considera que la función de mensajería es una herramienta útil para facilitar la comunicación con la coordinadora (supervisora) y las tutoras infantiles del CDI?  
16 respuestas

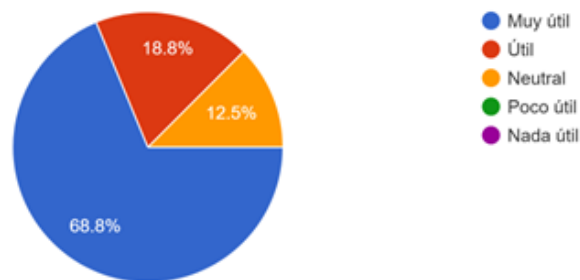


Figura 15: Resultados sobre la utilidad de la función mensajería a padres de familia

¿Considera útil la funcionalidad de ver el registro de actividades de sus hijos?  
16 respuestas

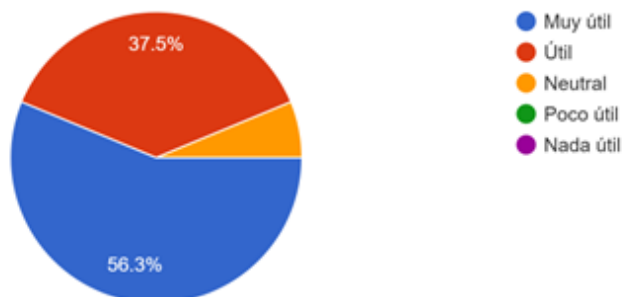


Figura 16: Resultados sobre la utilidad de la función visualización de actividades a padres de familia

¿Qué opina acerca de la utilidad de la función de listado de niños, que le permite visualizar la información de los niños que representa?

16 respuestas

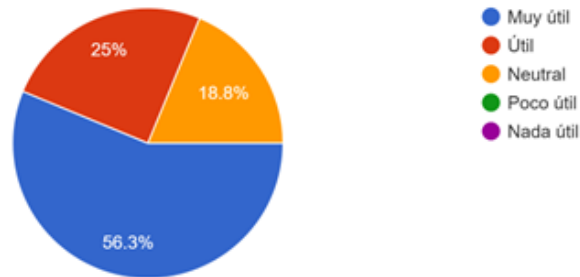


Figura 17: Resultados sobre la utilidad de la función listado de niños a padres de familia

¿Cómo percibe la función de localización que muestra la ubicación en tiempo real de los niños que representa cuando estos se encuentran en el CDI?

16 respuestas

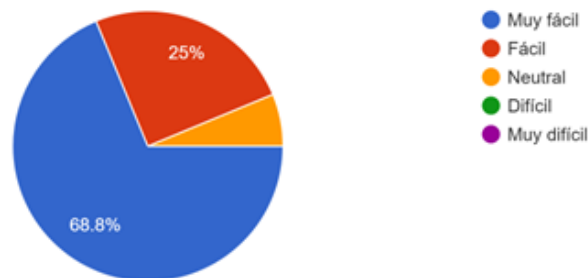


Figura 18: Resultados sobre la utilidad de la función localización a padres de familia

¿Cómo calificaría la utilidad de las notificaciones recibidas a través de la aplicación para mantenerse informado sobre la ubicación de su hij...sidad de consultar la aplicación constantemente?

16 respuestas

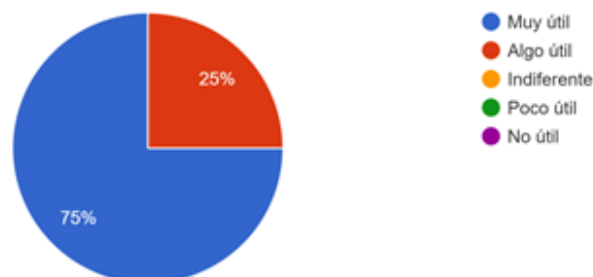


Figura 19: Resultados sobre la utilidad de las notificaciones a padres de familia

En general, ¿qué tan satisfecho está con la experiencia de uso de la aplicación móvil?  
16 respuestas

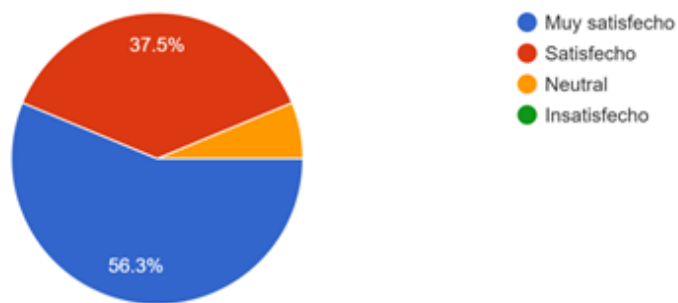


Figura 20: Resultados sobre la utilidad de la aplicación móvil a padres de familia