



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**Tesis Titulada:**

**APLICACIÓN MÓVIL PARA INCENTIVAR EL PROGRAMA DE  
SEGREGACIÓN DE RESIDUOS EN EL DISTRITO DE MARIANO  
MELGAR**

**Tesis presentada por el bachiller:  
ALEX ANDRE PAREDES ARANZAMENDI**

**Asesor:  
YASIEL PÉREZ VERA**

**Para optar por el título profesional de:  
INGENIERO DE SOFTWARE**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2025**

# APLICACIÓN MÓVIL PARA INCENTIVAR EL PROGRAMA DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS EN EL DISTRITO DE MARIANO MELGAR

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>18%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>13%</b> PUBLICACIONES	<b>11%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://smia.munlima.gob.pe">smia.munlima.gob.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1 %
3	<a href="http://sinia.minam.gob.pe">sinia.minam.gob.pe</a> Fuente de Internet	1 %
4	#N/A. "Actualización del PIGARS de la Provincia de Tocache 2021-IGA0014174", O.M. N° 016-2021-MPT, 2021 Publicación	1 %
5	#N/A. "Actualización del PIGARS de la Municipalidad Provincial de Mariscal Ramón Castilla - Región Loreto 2021-IGA0018212", O.M. N° 013-2021-MPMRC, 2022 Publicación	1 %
6	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1 %
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
8	<a href="http://mef.gob.pe">mef.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

Submitted to Universidad Politécnica del Perú

9	Trabajo del estudiante	<1 %
10	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.webassign.net Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
15	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	Dominguez, Maria Cristina Marticorena. "Factores Clave Para Transitar Hacia Una Gestion Integral De Los Residuos Solidos: Analisis De La Gestion De Residuos En La Provincia De Lima (Peru), En La Region Flandes (Belgica) y En Los Casos Locales De exito De Miraflores y Amberes.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021 Publicación	<1 %

Submitted to uncedu

20	Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
22	fdocuments.ec Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
29	d.documentop.com Fuente de Internet	<1 %
30	europa.eu Fuente de Internet	<1 %
31	rodin.uca.es Fuente de Internet	<1 %
32	www.goodfirms.co Fuente de Internet	<1 %
33	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JULCAN. "PIGARS de la Provincia de Julcán 2015- IGA0008045", O.M. N° 036-2015-MPJ, 2020	<1 %

Publicación

---

34	Submitted to Universidad de Burgos UBUCEV Trabajo del estudiante	<1 %
35	aws.amazon.com Fuente de Internet	<1 %
36	dadospdf.com Fuente de Internet	<1 %
37	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	<1 %
39	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
40	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
43	www.safetydoc.es Fuente de Internet	<1 %
44	Palomino Ascencio, Leonel. "Diseño del plan de gestión integral de residuos sólidos para la ciudad de Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %
45	Submitted to Colorado Technical University Trabajo del estudiante	<1 %

46	Submitted to Corporación Universitaria Remington	<1 %
	Trabajo del estudiante	
47	Quispe Sosa, Aidee   Arenas Delgado, Giancarlo José   Guzmán Reategui, Luis Miguel   Zanabria Otazú, Edward Ricardo. "Modelo Prolab: AQP Compost, Una Propuesta Sostenible Para Mejorar la Calidad de la Producción Agrícola", Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru)	<1 %
	Publicación	
48	Torres Vivas, Diana Marcela. "Inclusión de la Agricultura Urbana Sostenible en Bogotá Dentro del Posacuerdo Colombiano. Estudio de Caso: Ensayo de Producción Técnica de Lulo a Escala Urbana", Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), 2024	<1 %
	Publicación	
49	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1 %
	Trabajo del estudiante	
50	Submitted to University College Dublin (UCD)	<1 %
	Trabajo del estudiante	
51	baturamobile.com	<1 %
	Fuente de Internet	
52	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE RAZURI. "PMR de la Municipalidad Distrital de Rázuri 2016-IGA0010050", O.M. N° 019-2016-MDR, 2020	<1 %
	Publicación	
53	Submitted to 84752	<1 %
	Trabajo del estudiante	
54	Submitted to Universidad Andina del Cusco	<1 %
	Trabajo del estudiante	

55	fr.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
56	journaldatabase.info Fuente de Internet	<1 %
57	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	<1 %
58	Submitted to ECCI Trabajo del estudiante	<1 %
59	www.teleme.io Fuente de Internet	<1 %
60	#N/A. "PMR del Distrito de Lince 2015-IGA0002378", Ordenanza N° 356-2015-MDL, 2020 Publicación	<1 %
61	Lopez Jeri, Elinor Heidi. "La administracion de justicia en temas medio ambientales mineros y su relacion con la prevencion de conflictos sociales : Estudio de casos en Cuzco, Ancash y Cajamarca.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021 Publicación	<1 %
62	ia803100.us.archive.org Fuente de Internet	<1 %
63	repositorio.cinvestav.mx Fuente de Internet	<1 %
64	repositorio.ulassalle.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
65	www.redesindigenas.si.edu Fuente de Internet	<1 %

66	#N/A. "PMR Municipales en el Distrito de Chorrillos 2015-IGA0004230", O.M. N° 275- MDCH, 2021 Publicación	<1 %
67	Murga Cotrina, Christian Julio. "Propuesta de gestión de residuos solidos para Sacsamarca, Ayacucho.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2020 Publicación	<1 %
68	Paredes Rodríguez, Ebed David. "Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos para disminuir la contaminación ambiental de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, región Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %
69	Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega Trabajo del estudiante	<1 %
70	agenciaidp.com Fuente de Internet	<1 %
71	documents1.worldbank.org Fuente de Internet	<1 %
72	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
73	noticias.uniminuto.edu Fuente de Internet	<1 %
74	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
75	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

76	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
77	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
78	www.asime.es Fuente de Internet	<1 %
79	www.feministasbeijing10.org.uy Fuente de Internet	<1 %
80	www.jujuy.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
81	www.mexicoextremo.com.mx Fuente de Internet	<1 %
82	www.munisjl.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
83	www.vaticannews.cn Fuente de Internet	<1 %
84	#N/A. "PMR del Distrito de Cieneguilla 2016-IGA0003781", Ordenanza N° 243-MDC, 2020 Publicación	<1 %
85	Gamarra, Nilo Garcia   Humberto, Gutierrez Becerra Marlon   Renato, Guzman Peña Alfonso   Rogelio, Ramírez Mamani. "Business Plan para Implementación de una Línea de Negocio Enfocada en el Reciclaje de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (Raee) para la Asociación "A Caminar" en Lima - Perú", Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru), 2023 Publicación	<1 %
86	Judith Cavazos-Arroyo, Alejandro Melchor- Ascencio. "The influence of greenfluencer	<1 %

credibility on green purchase behaviour ( ) ",  
PsyEcology, 2023

Publicación

---

87	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
88	altea.dlsi.ua.es Fuente de Internet	<1 %
89	cdn.laerdal.com Fuente de Internet	<1 %
90	colorpowdercoater.es Fuente de Internet	<1 %
91	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
92	doczz.es Fuente de Internet	<1 %
93	dspace.umh.es Fuente de Internet	<1 %
94	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
95	participate.oidp.net Fuente de Internet	<1 %
96	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
97	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
98	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
99	sipes.sanidad.gob.es Fuente de Internet	<1 %

---

100	<a href="http://www.ci.edu.pe">www.ci.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
101	<a href="http://www.disa.com.pe">www.disa.com.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
102	<a href="http://www.icann.org">www.icann.org</a> Fuente de Internet	<1 %
103	<a href="http://www.mota-engil.pe">www.mota-engil.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
104	<a href="http://www.theinsightpartners.com">www.theinsightpartners.com</a> Fuente de Internet	<1 %
105	<a href="http://www1.softwareag.com">www1.softwareag.com</a> Fuente de Internet	<1 %
106	#N/A. "Actualización del PMR de la Municipalidad de Alto Biavo 2020-IGA0013547", O.M. N° 008-2020-MDAB/C, 2021 Publicación	<1 %
107	ANDRADE CAYCHO EDGAR. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos No Municipales y Municipales Yacucatina - San Martín-IGA0000038", R.D. N° 1485-2015/DEPA/DIGESA/SA, 2020 Publicación	<1 %
108	CASTROMONTE LUNA RODOLFO SULPICIO. "PIGARS de la Provincia de Lima 2014-IGA0004062", Ordenanza N° 1803, 2021 Publicación	<1 %
109	HORIZONTE CONSULTORES S.R.L.. "EIA del Proyecto Relleno Sanitario y Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la Ciudad	<1 %

de Arequipa-IGA0000029", R.D. N°  
3704/2008/DIGESA/SA, 2020

Publicación

---

110	Submitted to SAE Institute (Worldwide) Trabajo del estudiante	<1 %
111	www.dropbox.com Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas      Activo      Excluir coincidencias      Apagado  
Excluir bibliografía      Activo

## **Dedicatoria**

A Johan, mi pequeño gran jefe, que con una sonrisa desarma cualquier estrés, y que, sin saberlo, supervisó cada página con sus travesuras y abrazos sorpresa.

A mis padres y hermanos, por ese amor tan terco como constante, que me sostuvo cuando lo único que sostenía era el sueño de acabar esto algún día.

A mi familia y amigos, por no borrarme del grupo mientras decía "ya casi termino"… durante meses. Gracias por estar, escuchar y aguantar.

A Yasiel, asesor, amigo y cómplice de esta locura académica, que supo cuándo empujar, cuándo frenar, y cuándo simplemente decir: "Hola, ¿Cómo vas con la tesis?"

## **Agradecimientos**

Deseo manifestar un sincero agradecimiento a quienes me acompañaron en este camino, tanto en lo académico como en lo personal.

A la Universidad La Salle por brindarme la formación profesional y los valores que guiaron mi camino durante esta etapa.

A mi asesor y amigo, Yasiel, por su acompañamiento constante, por su orientación precisa y por confiar en este proyecto incluso cuando las circunstancias fueron desafiantes. Su apoyo fue clave para que esta tesis llegue a buen término.

A mis padres y hermanos, por estar siempre presentes con su cariño, comprensión y ánimo en los momentos difíciles. Gracias por enseñarme con el ejemplo la importancia del esfuerzo, la constancia y la humildad.

A mi hijo Johan, fuente de inspiración y motor de cada uno de mis días. Su presencia me impulsó a seguir adelante, aun cuando el cansancio y las dudas intentaron detenerme.

A mis amigos, por su comprensión, por las conversaciones sinceras, y por acompañarme —aunque a la distancia— durante todo este camino.

A cada persona que, directa o indirectamente, aportó a la realización de este trabajo, les extiendo mi más sincero agradecimiento. Este resultado es reflejo también de su apoyo.

## Índice General

### Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>14</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>15</b>
<b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.....</b>	<b>18</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>19</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>20</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>20</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>23</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>24</b>
<b>PALABRAS CLAVE.....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO .....</b>	<b>26</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	27
1.1.1 <i>Definición de Alcance</i> .....	28
a) <i>Dificultades en el reciclaje:</i> .....	28
b) <i>Contaminación Ambiental:</i> .....	28
c) <i>Impacto en la salud pública:</i> .....	29
d) <i>Escasez de recursos:</i> .....	29
e) <i>Costos Elevados y Mala gestión:</i> .....	30
1.2. ANTECEDENTES .....	30
1.2.1 <i>ReciclApp:</i> .....	30
1.2.2 <i>Brisbane Bin and Recycling:</i> .....	30
1.2.3 <i>RecycleSmart:</i> .....	31
1.2.4 <i>Grow Recycling:</i> .....	32
1.2.5 <i>Earth911</i> .....	33
1.3. MARCO LEGAL .....	34
1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	41
<b>CAPÍTULO II – PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>43</b>
2.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	43
2.1.1 <i>La Teoría de la Acción Planeada (TPB)</i> .....	43
2.1.2 <i>Conceptos de reciclaje y gestión de residuos sólidos</i> .....	44

2.1.3 Casos de Estudio Destacados .....	45
2.1.3 Metodología Scrum .....	47
2.1.3 Arquitectura .....	48
2.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	49
2.2.1 Objetivo General .....	49
2.2.2 Objetivos Específicos .....	49
2.3. JUSTIFICACIÓN .....	50
2.4 VALOR AÑADIDO DEL PROYECTO .....	51
2.5 VIABILIDAD .....	51
2.6 LIMITACIONES .....	52
<b>CAPÍTULO III – METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....</b>	<b>53</b>
3.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....	53
3.1.1 Razones para la selección de Scrum .....	53
3.1.2 Elementos fundamentales de Scrum .....	54
3.1.3 Implementación de Scrum en el proyecto .....	55
3.1.4 Desarrollo de las fases y actividades .....	55
3.1.5 Beneficios esperados de la metodología .....	56
3.1.6 Consideraciones para un proyecto individual .....	56
3.2 FASES DEL DESARROLLO .....	57
3.2.1 Análisis de Requisitos .....	57
3.2.2 Diseño .....	64
3.2.3 Desarrollo .....	74
3.2.4 Implementación .....	77
3.2.5 Mantenimiento .....	78
3.3 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS .....	79
3.3.1 React Native .....	79
3.3.2 Node.js y NestJS .....	80
3.3.3 MongoDB .....	81
3.3.4 AWS con EC2 .....	81
3.3.5 Notificaciones Push (GCP) .....	82
3.3.6 Git y GitHub .....	83
<b>CAPÍTULO IV – VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>85</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	85
4.2 TIPOS DE PRUEBAS .....	86
4.3 RESULTADOS .....	89
4.3.1 Usuarios registrados por mes .....	89

<i>4.3.2 Bolsas registradas por mes</i> .....	90
<i>4.3.3 Premios canjeados por mes</i> .....	91
<i>4.3.4 Incidencias registradas por mes</i> .....	91
<i>4.3.5 Análisis comparativo entre el antes y después de la implementación</i> .....	92
<b>CAPÍTULO V – CONCLUSIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>95</b>

## Índice de Abreviaturas y Siglas

<b>Abreviatura / Sigla</b>	<b>Significado</b>
MINAM	Ministerio del Ambiente
OMS	Organización Mundial de la Salud
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PIGARS	Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos
GRA	Gobierno Regional de Arequipa
MPA	Municipalidad Provincial de Arequipa
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PCM	Presidencia del Consejo de ministros
MINSA	Ministerio de Salud
NTP	Norma Técnica Peruana
SNGA	Sistema Nacional de Gestión Ambiental
SIAR	Sistema de Información Ambiental Regional
AWS	Amazon Web Services
GCP	Google Cloud Platform
FCM	Firebase Cloud Messaging
UI	Interfaz de Usuario
UX	Experiencia de Usuario
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones (Application Programming Interface)
CRUD	Crear, Leer, Actualizar y Eliminar (Create, Read, Update, Delete)
CI/CD	Integración Continua / Despliegue Continuo (Continuous Integration/Delivery)
JWT	JSON Web Token
QR	Quick Response (Código de respuesta rápida)

## Índice de Tablas

TABLA 1 LEGISLACIÓN PERUANA RELACIONADA CON EL RECICLAJE Y LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS .....	35
TABLA 2 REQUISITOS DE SOFTWARE .....	58

## Índice de Figuras

ILUSTRACIÓN 1 FLUJO DE TRABAJO SCRUM .....	57
ILUSTRACIÓN 2 ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS, ELABORACIÓN PROPIA .....	65
ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE BASE DE DATOS - MONGO DB, ELABORACIÓN PROPIA .....	66
ILUSTRACIÓN 4 PANTALLA DE CARGA INICIAL, ELABORACIÓN PROPIA .....	67
ILUSTRACIÓN 5 PANTALLA APLICACIÓN MÓVIL SECCIÓN APRENDE CON NOSOTROS, ELABORACIÓN PROPIA.....	68
ILUSTRACIÓN 6 PANTALLA PUNTOS DE INTERÉS, ELABORACIÓN PROPIA.....	69
ILUSTRACIÓN 7 PANTALLA REPORTE INCIDENCIAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	70
ILUSTRACIÓN 8 PANTALLA MODULO DE RECICLAJE, ELABORACIÓN PROPIA .....	71
ILUSTRACIÓN 9 DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA APLICACIÓN REGISTRAR BOLSA – CANJEAR PREMIO – REPORTAR INCIDENCIA, ELABORACIÓN PROPIA.....	72
ILUSTRACIÓN 10 DIAGRAMA FLUJO REGISTRO DE USUARIO, ELABORACIÓN PROPIA .....	73
ILUSTRACIÓN 11 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE, ELABORACIÓN PROPIA .....	74
ILUSTRACIÓN 12 CÓDIGO IMPLEMENTACIÓN DEL BACKEND .....	75
ILUSTRACIÓN 13 CÓDIGO APLICATIVO MÓVIL .....	75
ILUSTRACIÓN 14 BACKLOG AUTENTICACIÓN Y REGISTRO DE USUARIO .....	76
ILUSTRACIÓN 15 BACKLOG REGISTRO DE BOLSAS DE RECICLAJE .....	77
ILUSTRACIÓN 16 BACKLOG CANJE DE PREMIO .....	77
ILUSTRACIÓN 17 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE CON COMPONENTES DE LA NUBE .....	82
ILUSTRACIÓN 18 EJEMPLO PRUEBAS UNITARIAS .....	86
ILUSTRACIÓN 19 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN .....	87
ILUSTRACIÓN 20 ACTAS DE ACEPTACIÓN - REGISTRO DE BOLSAS.....	88
ILUSTRACIÓN 21 ACTAS DE ACEPTACIÓN REGISTRO DE USUARIOS.....	88
ILUSTRACIÓN 22 PRUEBAS DE RENDIMIENTO.....	89
ILUSTRACIÓN 23 USUARIOS REGISTRADOS POR MES.....	90
ILUSTRACIÓN 24 RESULTADO DE BOLSAS REGISTRADAS POR MES .....	90
ILUSTRACIÓN 25 GRAFICO DE PREMIOS CANJEADOS.....	91
ILUSTRACIÓN 26 GRAFICO SOBRE INCIDENCIAS LLENADAS .....	92

## Glosario de Términos

Término	Definición
<b>Aplicación Móvil</b>	Herramienta digital desarrollada para operar en equipos móviles, permitiendo la ejecución de diversas funciones en teléfonos inteligentes y tabletas.
<b>Segregación de Residuos Reciclador</b>	Proceso de separación de residuos en origen según su tipo (orgánico, inorgánico, reciclable, no reciclable). Persona que se encarga de recolectar, clasificar y entregar residuos reciclables para su valorización.
<b>Vecino (Usuario)</b>	Ciudadano residente del distrito de Mariano Melgar que participa en el programa de reciclaje mediante la app.
<b>Puntos Canjeables</b>	Sistema de recompensas basado en la cantidad de bolsas recicladas registradas, que permite canjear premios.
<b>Código QR</b>	Código bidimensional que permite identificar usuarios y registrar bolsas recicladas de forma rápida mediante escaneo.
<b>Incidencias Ambientales</b>	Reportes realizados por los usuarios sobre problemas relacionados con residuos o contaminación ambiental.
<b>Dashboard Web</b>	Plataforma en línea usada por las autoridades para monitorear datos de usuarios, reciclaje y reportes.
<b>Gamificación</b>	Técnica que emplea elementos de juego para motivar comportamientos, como el reciclaje, mediante recompensas.
<b>Economía Circular</b>	Sistema económico que promueve el aprovechamiento continuo de los recursos, minimizando la generación de residuos a través de prácticas como la reutilización y el reciclaje.
<b>Firebase</b>	Plataforma de Google que ofrece servicios como autenticación y notificaciones push, entre otros.
<b>AWS</b>	Amazon Web Services, plataforma de servicios en la nube utilizada para alojar aplicaciones y servicios web.
<b>MongoDB</b>	Motor de base de datos de tipo NoSQL que almacena la información en estructuras tipo documento, ideal para aplicaciones que requieren flexibilidad en el manejo de datos y escalabilidad horizontal.

<b>React Native</b>	Framework para desarrollo de aplicaciones móviles que facilita la creación de soluciones nativas tanto para Android como iOS desde un mismo conjunto de código, empleando JavaScript y React.
<b>PIGARS</b>	Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, instrumento normativo para la gestión de residuos sólidos en el Perú.

## Resumen

La presente tesis plantea la creación e implementación de una app móvil denominada Aquicito, cuyo propósito es promover la separación de residuos sólidos en el distrito de Mariano Melgar, Arequipa. La aplicación busca incrementar la participación ciudadana en prácticas sostenibles mediante el uso de tecnologías como React Native, MongoDB y Firebase, integrando funcionalidades como registro de reciclaje mediante códigos QR, sistema de puntos y canje de premios, notificaciones push, y reporte de incidencias.

El proyecto responde a problemáticas identificadas como la baja participación ciudadana, la falta de incentivos, y la inadecuada infraestructura para la recolección diferenciada. Se aplicó el enfoque ágil Scrum como marco metodológico durante el proceso de desarrollo. La validación de la herramienta mostró un aumento en la tasa de reciclaje y una mayor conciencia ambiental por parte de los usuarios. Se concluye que Aquicito es una solución tecnológica viable y efectiva para apoyar el manejo responsable y sostenible de los desechos sólidos en el ámbito local.

## **Abstract**

This thesis presents the design and implementation of a mobile application called Aquicito, aimed at promoting the segregation of solid waste in the district of Mariano Melgar, Arequipa. The app seeks to increase citizen participation in sustainable practices through the use of technologies such as React Native, MongoDB, and Firebase. It integrates features such as recycling registration via QR codes, a points and rewards system, push notifications, and incident reporting.

The project addresses key issues such as low public engagement, lack of incentives, and inadequate infrastructure for differentiated waste collection. The agile Scrum methodology was applied as the development framework. Validation of the tool showed an increase in recycling rates and greater environmental awareness among users. It is concluded that Aquicito is a viable and effective technological solution to support the responsible and sustainable management of solid waste at the local level.

## **Palabras clave**

- Reciclaje
- Aplicación móvil
- Segregación de residuos
- Mariano Melgar
- Incentivos ciudadanos

## Capítulo I - Problemática del Proyecto

Según la definición del Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM), los residuos sólidos corresponden a materiales, objetos o sustancias que, tras haber sido utilizados o haber cumplido su propósito, son descartados por el usuario [1]. Estos residuos pueden clasificarse en distintas categorías según su composición, como desechos orgánicos, que provienen de restos alimenticios de origen animal o vegetal, e inorgánicos, como plásticos, bolsas y envases. También se incluyen materiales como cartón, papel, metales (como aluminio o chatarra), vidrio y envases compuestos, por ejemplo, los Tetra Pak. Asimismo, es fundamental poner atención especial a los residuos peligrosos, entre ellos las pilas y aerosoles, ya que pueden causar daños al entorno natural y a la salud de las personas si no se manejan correctamente.

Las consecuencias negativas derivadas de una gestión inadecuada de los residuos no solo afectan al aire, al suelo y al agua, sino que también contribuyen a la emisión de gases que intensifican el cambio climático y favorecen la aparición de enfermedades, especialmente en áreas urbanas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), una gestión inadecuada de los desechos incrementa el riesgo de exposición de la población a agentes contaminantes y vectores de enfermedades (OMS,2015) [2].

Ante los problemas ambientales y sociales que genera una mala gestión de los residuos, en Perú se ha impulsado una estrategia que apuesta por dar valor a los desechos. El MINAM [3], a través de la ley General de Residuos Sólidos, promueve acciones de reducción, reutilización y reciclaje, buscando cuidar el ambiente y fomentar la economía circular. Esta visión transforma los residuos en recursos útiles, como energía o materias primas, lo que disminuye la cantidad de basura que va a los rellenos sanitarios y abre nuevas oportunidades de empleo, especialmente en los llamados trabajos verdes. En los últimos años, este enfoque ha sido clave para que el país avance en el cumplimiento de las ODS, en especial en la reducción de la huella ambiental y el fortalecimiento de una gestión de residuos más sostenible y eficiente en las comunidades locales.

Varios estudios en el país han analizado el Programa de Valorización de Residuos Sólidos y coinciden en que ha tenido un impacto positivo en la gestión de los desechos. Este programa, basado en la economía circular, no solo impulsa el reciclaje y la reutilización, sino que también motiva a la gente a participar activamente en prácticas sostenibles. Los resultados muestran que en muchas municipalidades su aplicación ha ayudado a reducir la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios y a mejorar la situación económica de los recicladores, integrándolos de forma más formal en el sistema.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El crecimiento en la generación de residuos reciclables en zonas urbanas, como ocurre en el distrito de Mariano Melgar, refleja la urgencia de adoptar medidas más eficientes para su gestión. Pese a los esfuerzos realizados a nivel local, la limitada participación ciudadana en la separación de desechos ha reducido el alcance de los programas de reciclaje, agravando los problemas ambientales y económicos del distrito. De acuerdo con el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) 2017-2028, Mariano Melgar registra la menor cobertura del servicio de limpieza pública en la ciudad de Arequipa, con apenas un 31% de su superficie atendida [4].

Por ello, las políticas públicas actuales deben enfocarse en fomentar una cultura de reciclaje que incentive a los ciudadanos a clasificar sus residuos desde su origen. La carencia de un programa adecuado de segregación de residuos origina efectos adversos en los aspectos ambientales, económicos y sociales de la comunidad. Estas repercusiones no solo impactan en la salud pública, sino también en el ecosistema y el desarrollo económico. El Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) señala que la deficiente gestión de los residuos es un factor crítico que debe atenderse para disminuir los efectos negativos en el entorno local y global.

### **1.1.1 Definición de Alcance**

En el distrito de Mariano Melgar, el principal problema es la gestión ineficiente de los residuos sólidos, que ha generado impactos ambientales y sociales. Aunque existen iniciativas locales para promover la separación en el hogar, la participación ciudadana sigue siendo baja, lo que aumenta la cantidad de desechos que llegan a los rellenos sanitarios. Para revertir esta situación, el Programa de Segregación en la Fuente, impulsado por la Municipalidad Distrital de Mariano Melgar [5], busca fomentar el reciclaje y la valorización de materiales aprovechables desde los hogares.

#### **a) Dificultades en el reciclaje:**

El reciclaje en Mariano Melgar enfrenta varios retos, entre ellos la falta de infraestructura adecuada para recolectar y tratar los residuos. Muchas zonas aún no cuentan con puntos de acopio accesibles ni con rutas diferenciadas. A esto se suma la poca participación ciudadana y la informalidad del trabajo de los recicladores, factores que dificultan un sistema organizado y eficiente. Sin campañas educativas constantes y sin incentivos reales, resulta complejo alcanzar un modelo de reciclaje sostenible en el distrito.

#### **b) Contaminación Ambiental:**

Actualmente, Arequipa atraviesa una alarmante etapa de deterioro ambiental, ocasionada por diversos factores que han elevado los niveles de partículas suspendidas en la atmósfera (PM). De acuerdo con la información proporcionada por la Gerencia Regional de Salud, el crecimiento del tráfico vehicular, la disminución de áreas verdes y las elevadas temperaturas propias de la temporada han facilitado la dispersión del PM, generando un impacto significativo en la pureza del aire y en el bienestar de los habitantes. El material particulado, compuesto por sulfatos, nitratos, polvo mineral y carbono, ha excedido los límites permisibles establecidos, registrando concentraciones de hasta 70 microgramos por metro cúbico en algunas zonas. El material particulado, compuesto por sustancias como sulfatos, nitratos, polvo de minerales y carbón, excede actualmente los valores permitidos, alcanzando

concentraciones de hasta 70 microgramos por metro cúbico en algunas zonas. Las partículas finas PM10 y PM2.5 representan un riesgo serio para la salud, ya que pueden afectar los pulmones y el corazón con exposiciones prolongadas. Por ello, las autoridades locales recomiendan evitar zonas de alto tránsito y usar mascarillas para reducir la inhalación de estos contaminantes [6].

**c) Impacto en la salud pública:**

La mala gestión de los residuos sólidos en Mariano Melgar ha impactado directamente en la salud pública. La exposición constante a desechos sin una adecuada segregación eleva el riesgo de enfermedades respiratorias e infecciosas entre los habitantes. La acumulación de residuos en vertederos informales facilita la proliferación de vectores como roedores e insectos, que actúan como transmisores de enfermedades. Además, los residuos peligrosos, incluyendo plásticos y productos tóxicos, liberan contaminantes al aire y al agua, afectando gravemente la salud de las comunidades cercanas. Estas condiciones agravan enfermedades crónicas como el asma y problemas cardíacos, debido a la exposición prolongada a materiales nocivos y a la contaminación ambiental derivada de la descomposición de los residuos. La falta de una infraestructura adecuada para la gestión de desechos acentúa estos problemas, poniendo en riesgo la calidad de vida y la salud de los habitantes del distrito [4].

**d) Escasez de recursos:**

La carencia de medios suficientes para poner en marcha un sistema eficaz de separación de residuos en el distrito de Mariano Melgar constituye uno de los retos más importantes en el ámbito del manejo de desechos sólidos. La limitada disponibilidad de vehículos especializados y la infraestructura inadecuada dificultan las labores de recolección y tratamiento de materiales reciclables, afectando la capacidad de gestión sostenible por parte de las autoridades locales. A esto se suma la escasa inversión en la formación del personal responsable del manejo de residuos, lo que reduce la efectividad de las estrategias de clasificación. Asimismo, la ausencia de estímulos económicos tanto para el equipo operativo como para la ciudadanía representa un obstáculo en la adopción masiva de hábitos de reciclaje. Estas limitaciones estructurales

no solo afectan la correcta gestión de los residuos, sino que también elevan los niveles de contaminación y generan un desaprovechamiento de materiales reutilizables, aumentando la presión sobre los rellenos sanitarios y el entorno natural.

**e) Costos Elevados y Mala gestión:**

La segregación de residuos en Arequipa enfrenta grandes retos por los altos costos y la falta de una gestión eficiente. Muchas municipalidades tienen dificultades para cubrir los gastos que demandan los programas de reciclaje, lo que las lleva a depender en exceso de los rellenos sanitarios como principal método de disposición final. Los costos operativos, como el transporte y el mantenimiento de la infraestructura, son elevados y dificultan la sostenibilidad de estas iniciativas.

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1 ReciclApp:**

ReciclApp es una aplicación móvil desarrollada en Chile que busca fomentar y facilitar el reciclaje entre los ciudadanos. Ofrece información práctica sobre la correcta clasificación de residuos, muestra los puntos de reciclaje más cercanos y permite registrar la cantidad de materiales reciclados para medir el impacto ambiental personal. Además, cuenta con un sistema de recompensas que otorga puntos canjeables por descuentos o beneficios en establecimientos asociados, incentivando hábitos sostenibles [7]. Está disponible para Android e iOS, e integra funciones de geolocalización y notificaciones push para coordinar la recolección de materiales reciclables.

### **1.2.2 Brisbane Bin and Recycling:**

Es una aplicación móvil creada por el gobierno de la ciudad de Brisbane en Australia, para ayudar a los residentes a gestionar mejor sus residuos y promover el reciclaje. Forma parte de las acciones locales orientadas a reducir la cantidad de desechos que llegan a los vertederos y fortalecer el compromiso de la ciudad con una gestión ambiental responsable [8]. La app incluye diversas funciones, entre ellas:

- a) **Recordatorios de recolección de residuos:** Los usuarios pueden recibir avisos que les recuerdan el día y tipo de contenedor que deben sacar, como los de reciclaje, orgánicos o basura común.
- b) **Guía de reciclaje:** La aplicación ofrece una guía práctica que explica qué materiales pueden reciclarse y cuáles no ayudando a los usuarios a clasificar correctamente sus residuos. Además, incorpora una función de búsqueda que permite comprobar de forma rápida si un artículo es reciclable.
- c) **Información sobre puntos de reciclaje y desechos peligrosos:** La aplicación indica en el mapa la ubicación de los centros de reciclaje y los puntos donde se recolectan desechos especiales, como baterías, productos químicos y otros materiales que requieren un manejo diferenciado.
- d) **Consejos de sostenibilidad:** La aplicación también brinda consejos prácticos para disminuir la generación de residuos, fomentar la reutilización de productos y promover un manejo más responsable y ecológico de los desechos.
- e) **Interactividad:** La aplicación permite a los usuarios informar incidencias en el servicio de recolección, como contenedores dañados o fallas en la recogida de residuos.

### 1.2.3 RecycleSmart:

Es una aplicación creada para hacer que el reciclaje doméstico sea más sencillo y eficiente. Ayuda a los usuarios a gestionar sus residuos de forma sostenible y se distingue por incorporar funciones innovadoras que facilitan el acceso y la participación de los ciudadanos:

- a) **PickUp Service (Recolección a domicilio):** Uno de los servicios más destacados de RecycleSmart es el “PickUp Service”, que ofrece la posibilidad de programar la recolección de materiales reciclables directamente desde casa. Esta opción resulta especialmente práctica para quienes no tienen acceso cerca a centros de reciclaje. Los usuarios solo deben colocar sus residuos en una bolsa y agendar la recolección, haciendo que el proceso sea mucho más sencillo.
- b) **Guía de reciclaje personalizada:** RecycleSmart incluye una guía interactiva que permite identificar qué materiales pueden reciclarse

según la zona del usuario. Además, brinda la opción de buscar artículos específicos para saber si deben colocarse en el contenedor de reciclaje o llevarse a un punto de recolección especial.

- c) **Zero Waste Tips (Consejos para residuos cero):** Esta aplicación brinda recomendaciones simples para disminuir la generación de residuos en el día a día y promover hábitos más sostenibles. Entre ellas, se incluyen sugerencias para reducir el uso de plásticos y dar nueva vida a materiales reutilizables.
- d) **Conexión con los consejos municipales:** RecycleSmart está trabajando en conjunto con distintos consejos municipales de Australia, lo que le permite ofrecer información personalizada sobre las normas de reciclaje y las fechas de recolección en cada zona.
- e) **Puntos de reciclaje:** La aplicación indica en el mapa los puntos de reciclaje más cercanos, incluyendo centros para baterías, aparatos electrónicos y otros materiales que requieren un tratamiento especial fuera de los contenedores convencionales.

Está disponible para Android e iOS, y utiliza servicios en la nube conectados con las bases de datos municipales. Además, permite a los usuarios programar la recolección de residuos directamente desde sus hogares.

#### **1.2.4 Grow Recycling:**

Es una aplicación educativa dirigida al público infantil, cuyo objetivo es enseñar de forma divertida y participativa la importancia del reciclaje y del manejo responsable de los desechos [10]. A través del juego, los niños aprenden a identificar los distintos tipos de materiales reciclables y a comprender cómo pueden reutilizarse para proteger el medio ambiente.

- a) **Juego interactivo:** La app presenta una ciudad virtual donde los niños ayudan a distintos personajes a clasificar residuos en los contenedores adecuados. Su diseño colorido y animaciones dinámicas hacen que el aprendizaje sea atractivo y fácil de entender.
- b) **Estaciones de reciclaje:** Los usuarios recorren diferentes espacios, como plantas de papel o fábricas, donde observan cómo los materiales recuperados se transforman en nuevos productos. Esto refuerza el valor de dar una segunda vida a los residuos.

- c) **Enfoque en la sostenibilidad:** El juego promueve la comprensión de conceptos básicos sobre desarrollo sostenible y muestra cómo las buenas prácticas de reciclaje contribuyen a tener una ciudad más limpia y verde.
- d) **Educación temprana:** La app fomenta la conciencia ambiental desde edades tempranas, integrando el reciclaje en la rutina diaria de los niños mediante dinámicas lúdicas que fortalecen hábitos sostenibles.
- e) **Disponible en múltiples plataformas:** **Grow Recycling** está disponible para dispositivos móviles con sistemas Android e iOS, lo que facilita su acceso a un público infantil amplio y a sus familias.

En conjunto, esta app combina entretenimiento y educación, utilizando el juego como una herramienta eficaz para formar una cultura de reciclaje desde la infancia.

### 1.2.5 Earth911

Es una plataforma dedicada a la sostenibilidad y al manejo responsable de los residuos, que combina un sitio web con una aplicación móvil para facilitar el reciclaje de distintos materiales [11]. Su propósito es brindar información práctica que ayude a las personas a reducir su impacto ambiental y reciclar de forma correcta una amplia variedad de productos.

- a) **Base de datos de reciclaje:** **Earth911** dispone de una de las bases de datos más extensas sobre centros de reciclaje en Estados Unidos. Permite localizar fácilmente los puntos más cercanos para reciclar materiales como baterías, plásticos, vidrio, electrodomésticos, equipos electrónicos o residuos peligrosos. Basta con ingresar el tipo de material y la ubicación para que la aplicación muestre las opciones disponibles en el área.
- b) **Guía detallada sobre reciclaje:** La plataforma proporciona información detallada sobre cómo reciclar de manera correcta una amplia gama de materiales. Esto incluye guías para reciclar productos difíciles o peligrosos, como productos electrónicos, bombillas y pinturas, que no siempre pueden ser depositados en contenedores comunes de reciclaje.
- c) **Consejos de sostenibilidad:** **Earth911** También ofrece contenido útil sobre cómo vivir de forma más sostenible. A través de sus web y app, los usuarios pueden encontrar artículos y guías sobre temas como

reducir residuos, hacer compost, usar energía renovable y consumir de manera más responsable, todo pensado para fomentar un estilo de vida más ecológico.

- d) **Noticias y actualizaciones ambientales:** La plataforma también proporcionan a los usuarios información actual sobre las novedades del sector y noticias en temas de sostenibilidad, políticas medioambientales y avances en tecnología de reciclaje.
- e) **Calculadora de impacto ambiental:** Una característica destacada de **Earth911** es su calculadora de huella de carbono, que permite a los usuarios medir el impacto de sus hábitos de consumo y reciclaje. Esta herramienta ayuda a las personas a tomar decisiones más conscientes en cuanto al manejo de sus residuos y la reducción de su huella ecológica.
- f) **Accesibilidad y cobertura:** **Earth911** se puede usar fácilmente desde su página web o su app móvil, lo que permite acceder a sus recursos en cualquier momento. Su alcance está enfocado principalmente en Estados Unidos, donde colabora con miles de centros de reciclaje y organizaciones locales.

Plataforma hibrida es decir está disponible en web y móvil, emplea geolocalización y bases de datos centralizadas para mostrar puntos de reciclaje.

### 1.3. Marco legal

De acuerdo con la Constitución Política del Perú, en su artículo 2°, toda persona tiene el derecho de vivir en un entorno saludable, equilibrado y apropiado para su pleno desarrollo, y otorga a los gobiernos locales la responsabilidad de promover actividades en materia de saneamiento y medio ambiente (Artículo 195°). Este principio fundamental es complementado por la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), que define el derecho de las personas a un ambiente saludable y sienta las bases para la protección ambiental en el país. A su vez, la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y su reglamento proporcionan un marco detallado sobre cómo deben gestionarse los residuos, con un enfoque en la minimización, segregación en la fuente y la valorización de residuos sólidos.

El decreto legislativo N. 1278 y su reglamento (Decreto Supremo N. 014-2017-MINAM) refuerzan la importancia de una gestión adecuada de los residuos sólidos, promoviendo tanto su valorización material como energética. Además, esta normativa reconoce el papel fundamental de los recicladores, quienes, según la Ley n 29419, son considerados actores esenciales en el sistema de gestión de residuos, impulsando su formalización y trabajo asociativo para lograr procesos más eficientes y sostenibles.

Por otro lado, regulaciones recientes como la Ley N° 30884, que regula el plástico de un solo uso y los envases descartables, destacan el esfuerzo del Estado por abordar los problemas de contaminación plástica, alineándose con el derecho constitucional a un ambiente sano

**Tabla 1 Legislación peruana relacionada con el reciclaje y la valorización de residuos**

Denominación	Descripción
Constitución Política del Perú	<p>Artículo 2°. - Toda persona tiene derecho: (...)</p> <p>22. A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.</p> <p>Artículo 195. - Los gobiernos locales promueven el desarrollo y la economía local, y la prestación de los servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y regionales de desarrollo.</p> <p>Son competentes para:</p> <p>(...) 8. Desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda, saneamiento, medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales.</p>
Ley N° 27972	Establece como función de las municipalidades, en materia de

Denominación	Descripción
Ley Orgánica de Municipalidades	saneamiento, regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito de su respectiva provincia.
Ley N° 28611 Ley General del Ambiente	Establece los principios y normas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.
Ley N° 26842 Ley General de Salud	Precisa lineamientos para Residuos Sólidos, establecidos en el Eje de Política 2. Gestión Integral de la Calidad Ambiental.
Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	Tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Asegurando el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas.
Decreto Legislativo N° 1278, Aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y sus modificatorias.	Establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de tender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económicos, sanitaria y ambientalmente adecuados.
Ley N° 29419 Ley que Regula la Actividad de los Recicladores	Establece el marco normativo para la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje orientadas a la protección, capacitación y promoción del

Denominación	Descripción
	desarrollo social y laboral, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora del manejo ecoeficiente de los residuos sólidos, en el país.
<p>Ley N° 29332</p> <p>Ley que crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal</p>	El Plan tiene por objeto, incrementar los niveles de recaudación de los tributos municipales, fortaleciendo la estabilidad y eficiencia en la percepción de los mismos, mejorar la ejecución de proyectos de inversión, considerando los lineamientos de política de mejora en la calidad del gasto; reducir, la desnutrición crónica infantil en el país; simplificar trámites; mejorar la provisión de servicios públicos y prevenir riesgos de desastres.
<p>Ley N° 30884</p> <p>Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables</p>	La finalidad de la ley es contribuir en la concreción del derecho que tiene toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de vida, reduciendo para ello el impacto adverso del plástico de un solo uso, de la basura marina plástica, fluvial y lacustre y de otros contaminantes similares, en la salud humana y el ambiente.
<p>Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278,</p> <p>que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos</p>	Tiene por finalidad asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.

Denominación	Descripción
Decreto Supremo N° 008-2005-PCM Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	Reglamenta la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, regulando el funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión Ambiental SNGA, el que se constituye sobre la base de las instituciones estatales, órganos y oficinas de los distintos ministerios, organismos públicos descentralizados e instituciones públicas a nivel nacional, regional y local que ejerzan competencias, atribuciones y funciones en materia de ambiente y recursos naturales.
Decreto Supremo N° 021-2008-MTC Reglamento de la Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos	Establece las normas y procedimientos que regulan las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el ambiente y la propiedad.
Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM Reglamento de la Ley que regula la actividad de los recicladores	Regula lo establecido en la Ley N° 29419, Ley que Regula la Actividad de los Recicladores, a fin de coadyuvar a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral de los recicladores, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo adecuado para el reaprovechamiento de los residuos sólidos.
Resolución Ministerial N° 100-2019-MINAM Aprueba la Guía para Elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos	Orienta a las municipalidades distritales en la formulación de los planes distritales de manejo de residuos sólidos municipales a fin de mejorar la eficiencia de la gestión integral y manejo de residuos sólidos

Denominación	Descripción
Resolución Ministerial N° 380-2019-MINAM Aprueba la Agenda Nacional de Acción Ambiental al 2021 – Agenda Ambiental al Bicentenario	Aprueba la Agenda Ambiental al Bicentenario, como instrumento de planificación ambiental, que facilita la asignación de resultados, productos y responsabilidades en el corto plazo (al año 2021); así como el reporte público del cumplimiento de dichos compromisos para el conjunto de entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
Resolución Ministerial N° 191-2016-MINAM Aprueba el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024	Promueve la cobertura universal del servicio de limpieza pública a fin de prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud de la población. Además de fomentar la ampliación e implementación de sistemas de minimización, reutilización y reciclaje de residuos sólidos; y por último, fortalecer la gestión integral articulando el accionar de las instituciones competentes y la responsabilidad empresarial, la participación ciudadana y el libre acceso a la información.
Resolución Ministerial N° 190- 2019-MINAM Modifica el Listado aprobado por la Resolución Ministerial N°157- 2011- MINAM.	Modifica el Listado que forma parte integrante de la Resolución Ministerial N°157-2011-MINAM, incorporando las actividades del Sector Ambiente correspondiente a las infraestructuras de residuos de gestión municipal. Se precisan competencias y tipologías de infraestructuras de residuos sólidos acorde con lo señalado en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y se establecen criterios y escalas para la identificación de los proyectos de inversión de infraestructura de residuos

Denominación	Descripción
	sólidos sujetos al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
Resolución Ministerial N° 091-2020-MINAM Aprueba la Guía para Elaborar el Plan Distrital de Manejo de Residuos Solidos	Donde se desarrolla los procedimientos, tecnologías y metodologías de las operaciones y procesos del manejo de residuos sólidos que comprende el servicio de limpieza pública, los cuales son: barrido, limpieza y almacenamiento en espacios públicos, recolección, transporte, transferencia, valorización y disposición final.
Norma Técnica Peruana 900.058 2019 Gestión de Residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos sólidos.	Establece los colores a ser utilizados para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos de los ámbitos de gestión municipal y no municipal. Esta Norma Técnica Peruana es aplicable a todos los residuos sólidos generados en los ámbitos de gestión municipal y no municipal.
Norma Técnica de Salud que Guía el Manejo Selectivo por Segregadores – NTS N°73- 2008-MINSA/DIGESAV.01	Establece las pautas para el desarrollo de las actividades operativas que involucren manipuleo, segregación, embalaje, recolección y transporte de residuos sólidos del ámbito de gestión municipal, previa a su reaprovechamiento, y asegurar el manejo apropiado de los residuos sólidos para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y bienestar de la persona.
Resolución Defensorial N°015- 2019/DP Aprueban Informe Defensorial N°181- 2019-DP, Denominado ¿Dónde Va Nuestra Basura?: Recomendaciones para Mejorar la Gestión de los	Evalúa el nivel de cumplimiento y eficacia de las medidas adoptadas por el Estado peruano referidas a la gestión y manejo de los residuos sólidos municipales; así como formular recomendaciones a fin de promover y contribuir con la mejora de la gestión y manejo de los residuos sólidos municipales en el Perú y, de esta manera,

Denominación	Descripción
Residuos Sólidos Municipales	proteger el derecho a la vida en un ambiente equilibrado y adecuado de todos los peruanos y peruanas.
Ordenanza Regional 108 – 2010 – GRA	Crea la "Comisión Ambiental Regional - CAR Arequipa", como órgano consultivo para la coordinación y concertación de la política y los planes en materia de gestión ambiental de la Región Arequipa; Ordenanza Regional cuyo anexo consta de (II) Títulos, (09) artículos y (02) Disposiciones Complementarias Finales.
Ordenanza Regional 160 – 2012 – GRA	Aprueba la Política Regional del Ambiente de la Región Arequipa
Ordenanza Regional 207 – 2013 – GRA	Crea el Sistema de Información Ambiental Regional – SIAR de Arequipa, como una red de integración tecnológica, institucional y humana que facilita la sistematización, acceso y distribución de la información ambiental en el ámbito territorial de la Región Arequipa, así como el uso e intercambio de esta como soporte de los procesos de toma de decisiones y de la gestión ambiental.
Ordenanza Municipal N° 182-2003-MPA	Establece las disposiciones que rigen los aspectos técnicos y administrativos del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos y determina las responsabilidades de las personas naturales y jurídicas de derecho público y privado desde la generación hasta la disposición final y de las que realizan actividades vinculadas a la gestión de residuos sólidos.

#### 1.4. Definición del problema

La gestión deficiente de los desechos sólidos en el distrito de Mariano Melgar, Arequipa, ha generado problemas ambientales y de salud pública que han afectado gravemente la calidad de vida de sus habitantes y la estabilidad de los ecosistemas locales. A pesar de la existencia de un sólido marco regulatorio, que incluye la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) 2017-2028, la implementación efectiva de estas normativas en Mariano Melgar sigue siendo insuficiente. La baja cobertura de servicios municipales de recolección diferenciada y barrido, así como la deficiente participación ciudadana en los programas de reciclaje y segregación en la fuente, han derivado en un incremento en la acumulación de residuos no clasificados, lo que ha intensificado la contaminación del aire, suelo y agua.

Este panorama no solo pone en riesgo la salud pública, sino que también afecta seriamente la sostenibilidad del medio ambiente, agotando recursos naturales y dañando los ecosistemas cercanos. Aunque se han hecho esfuerzos desde el gobierno y se han lanzado campañas de concientización, una gran parte de los residuos sigue terminando en vertederos no controlados, lo que implica altos costos para las autoridades locales y limita el aprovechamiento de materiales reciclables.

Uno de los factores que agrava esta situación es la falta de infraestructura adecuada para recolectar, procesar y valorizar los residuos. Hay pocos puntos de reciclaje accesibles y no existen mecanismos claros que aseguren que en los hogares se haga una separación correcta de los desechos. Además, la falta de incentivos económicos que motiven a las personas a participar activamente en el reciclaje ha hecho que los niveles de participación ciudadana y de reciclaje se mantengan bajos en el distrito.

De acuerdo con lo indicado en el documento PIGARS, el distrito de Mariano Melgar presenta una de las coberturas más bajas en cuanto a servicios de limpieza pública y recolección selectiva. Esto evidencia la urgencia de implementar soluciones innovadoras que promuevan la

valorización de los residuos. En este contexto, el reto principal que aborda esta investigación es la falta de una herramienta tecnológica que ayude no solo a mejorar la separación de residuos, sino también a fomentar la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales, logrando una gestión de residuos más eficiente y sostenible en el distrito.

Los principales retos que se deben enfrentar son la baja participación de la ciudadanía, la falta de incentivos atractivos y la ausencia de un sistema eficaz que permita hacer un seguimiento y control completo de los residuos sólidos. Este proyecto busca desarrollar una herramienta tecnológica que motive a los vecinos a involucrarse activamente en la separación de residuos. La idea es reducir el impacto ambiental, aprovechar mejor los recursos y fomentar una gestión de residuos más sostenible y amigable con el medio ambiente.

## **Capítulo II – Planteamiento del Proyecto**

### **2.1. Fundamentos teóricos**

Este análisis teórico no solo busca describir las ideas clave, sino también integrar su aplicación concreta en el diseño de programas educativos y soluciones tecnológicas orientadas al reciclaje y la gestión eficiente de residuos sólidos.

#### **2.1.1 La Teoría de la Acción Planeada (TPB)**

La Teoría del Comportamiento Planificado (Theory of Planned Behavior, TPB), desarrollada por Icek Ajzen en 1985, es una base teórica muy útil para entender qué influye en las decisiones de las personas, especialmente en temas de comportamiento ambiental [12]. Esta teoría explica cómo nuestras creencias, actitudes, la presión social y el nivel de control que sentimos sobre una acción, influyen directamente en nuestras decisiones relacionadas con la sostenibilidad [13].

En el futuro, la TPB seguirá siendo clave para entender por qué las personas actúan de forma ecológica. No basta con saber sobre medio ambiente o estar comprometido, nuestras decisiones están influenciadas también por lo que piensas los demás y por qué tan capaces nos sentimos de hacer algo al respecto [14]. Por eso, si se quiere diseñar campañas efectivas para promover hábitos

sostenibles, es fundamental tener en cuenta las creencias individuales las normas sociales que nos rodean y las barreras que las personas perciben [15].

La teoría identifica tres componentes fundamentales que influyen en la intención de comportamiento:

Actitudes hacia el comportamiento: Representan la valoración positiva o negativa de una persona respecto a las consecuencias de un comportamiento específico. Por ejemplo, si alguien nota beneficios concretos al reciclar, como un ambiente más limpio, es mucho más probable que se anime a hacerlo. Las campañas de concientización y la educación ambiental seguirán siendo fundamentales para fomentar actitudes positivas hacia el cuidado del medio ambiente [12].

Las normas subjetivas tienen que ver con lo que una persona cree que los demás esperan de ella en relación con cierto comportamiento. En temas ambientales, estas normas pueden ser influyentes como cuando una comunidad valora el reciclaje.[14]. Por ejemplo, las personas se sienten más motivadas a sumarse a esta práctica.

Por otro lado, el control conductual percibido se refiere a qué tan fácil o difícil cree una persona que es realizar una acción. Si alguien siente que tiene los recursos y habilidades necesarios para adoptar una práctica sostenible es mas probable que lo haga. Pero si percibe obstáculos, como no tener dónde reciclar cerca su intención de actuar de forma ecológica puede disminuir [15].

La intención de adoptar comportamientos proambientales dependerá de la combinación de tres factores: las actitudes, las normas sociales y el nivel de control percibido. Es por ello por lo que las campañas educativas sean realmente efectivas, deben enfocarse en cambiar actitudes, reforzar las normas sociales positivas y eliminar barreras que impidan actuar de forma sostenible, de esta manera se podrá generar un verdadero cambio en el comportamiento ambiental.

### **2.1.2 Conceptos de reciclaje y gestión de residuos sólidos**

El reciclaje es el proceso de recuperar materiales que ya no se usan para transformarlos en nuevos productos. Esto ayuda a evitar que se acumulen en el ambiente y promueve un uso más responsable de los recursos naturales. Es una parte clave de la gestión de residuos sólidos, que también incluye recolectar, transportar, tratar y disponer adecuadamente los desechos. Cuando esta gestión

se hace bien, no solo se reduce el impacto ambiental, si no que también se aprovechan mejor los materiales dándoles una segunda vida a través de su reutilización o transformación.

Uno de los principios más importantes en el manejo de residuos es la jerarquía de residuos, que define un orden de acciones para tratar los desechos de la mejor manera:

- Prevención: La idea es evitar que se generen residuos desde el inicio.
- Reducción: Usar menos recursos o alargar la vida útil de los productos.
- Reutilización: Darle otro uso a un producto en lugar de tirarlo.
- Reciclaje: Transformar los residuos en nuevos materiales o productos.
- Recuperación de energía: Aprovechar los residuos no reciclables para generar la energía.

Disposición final: Llevar los desechos a un vertedero, pero de forma segura.

La economía circular es una propuesta importante que busca alargar la vida útil de los materiales reciclables usando prácticas como reducir, reutilizar y reciclar. La idea de esto es depender menos de recursos naturales nuevos y generar menos residuos, promoviendo un modelo de producción y consumo mucho más sostenible para la preservación del medio ambiente y la vida humana.

La educación ambiental juega un papel clave para fomentar el reciclaje y el manejo adecuado de los residuos sólidos. Ayuda a crear conciencia y a formar hábitos más responsables en torno a reducir, reutilizar y reciclar. Para que las estrategias de gestión de residuos realmente funcionen, es importante que la ciudadanía se involucre activamente, y que exista una colaboración conjunta entre el estado, las empresas privadas y la sociedad civil.[4].

### 2.1.3 Casos de Estudio Destacados

#### 1. Corea del Sur: Sistema PAYT (Pay As You Throw)

- En Corea del Sur se implementó con éxito un sistema digital de pago por volumen de basura. Funciona con bolsas especiales que tienen códigos de barras, lo que permite que cada hogar pague solo por la cantidad de residuos que genera. Gracias a los incentivos económicos y al uso de tecnología para hacer seguimiento, se

logro reducir notablemente la cantidad de desechos y aumentar el reciclaje de materiales. [16]

## 2. Europa: Contenedores Inteligentes en Ámsterdam y Barcelona

- En ciudades como Ámsterdam y Barcelona, se han colocado contenedores inteligentes con sensores que detectan cuando están llenos. Esto ha hecho que la recolección de residuos sea mucho más eficiente, reduciendo tanto los costos como las emisiones. Además, estos sistemas motivan a la gente a usarlos correctamente, ya que ofrecen recompensas, lo que ayuda a aumentar el reciclaje de materiales como el plástico y el papel. [17]

## 3. Taiwán: Plataforma para Residuos Electrónicos (e-waste)

- En la ciudad de Taiwán, se implementó una plataforma digital para recolectar residuos electrónicos. A través de ella, las personas pueden agendar la recolección de estos desechos desde casa y a cambio, reciben puntos que luego pueden canjear por productos o servicios. La tecnología ha facilitado la conveniencia y ha incrementado la participación ciudadana, reduciendo así el impacto ambiental de los residuos electrónicos. [18]

## 4. San Francisco, EE. UU.: Aplicaciones Móviles para Gestión de Residuos

- A través de aplicaciones móviles, los residentes de San Francisco acceden a información sobre la correcta separación de residuos y reciben recordatorios sobre los días de recolección. Este enfoque tecnológico ha incrementado el conocimiento y la participación en la separación de residuos, contribuyendo a las metas de cero residuos de la ciudad. [21]

## 5. Belo Horizonte, Brasil: Recolección de Residuos Orgánicos

- En Brasil, un programa digital permite a los ciudadanos registrar la cantidad de residuos orgánicos generados y recibir una compensación económica basada en la cantidad entregada para compostaje. Este sistema ha motivado a muchas personas a hacer compost en casa y ha generado un mercado para el compost producido. Con esto se ha demostrado que combinar incentivos

económicos con tecnología es una forma efectiva de aumentar la participación ciudadana y reducir la cantidad de residuos que terminan en los vertederos. [22]

## 6. Ciudad de México, México: Conexión con Recicladores Locales

- En la ciudad de México, se desarrolló una app que permite a las personas coordinar fácilmente la recolección de sus reciclables con recicladores de la zona. Esta iniciativa ha logrado aumentar la participación en el reciclaje, sobre todo en zonas urbanas muy pobladas. Además, ha contribuido a incrementar la cantidad de materiales reciclados y a mejorar las condiciones de trabajo de los recicladores. [22]

## 7. Kenya: Plataforma Digital para Pequeñas y Medianas Empresas de Reciclaje

- En Kenya, se puso en marcha una plataforma digital que conecta a hogares con pequeñas empresas de reciclaje. Gracias a esta herramienta, se pueden planificar rutas de recolección más eficientes y ofrecer recompensas económicas a las personas que separan bien sus residuos. El resultado ha sido un aumento en las tasas de reciclaje, junto con mejoras en la eficiencia operativa y una reducción de costos. [22]

### 2.1.3 Metodología Scrum

Opté por usar la metodología Scrum para desarrollar la aplicación de reciclaje porque me permite adaptarme fácilmente a los cambios que van apareciendo durante el proyecto. Al trabajar en sprints o ciclos cortos, puedo priorizar lo que realmente aporta valor al producto [23]. Scrum me pareció la mejor opción porque permite avanzar paso a paso, con la libertad de ajustar lo que sea necesario. Además, gracias a la retroalimentación continua de los usuarios, es posible mejorar el proyecto sin perder ritmo [24].

Lo que más valoro de Scrum es que fomenta la transparencia y el trabajo en equipo. Gracias al product backlog, pude tener una vista ordenada de lo que faltaba por hacer y de los avances reales del proyecto. Esto me ayudó a concentrarme en las partes más importantes, como el escaneo de códigos QR y el sistema de puntos [23].

Algo que me gustó mucho de Scrum fue la posibilidad de recibir retroalimentación constante. Al terminar cada sprint, podía analizar qué funcionó bien y qué necesitaba mejoras. Gracias a eso, logré cumplir varios aspectos de la app, como hacer más sencillo el registro de usuarios y mejorar el uso del escáner QR. Gracias a ello la app fue evolucionando poco a poco y mejorando la experiencia del usuario [24].

Una de las grandes ventajas de usar Scrum es que se adapta bien a los cambios. Por ejemplo, mientras se desarrollaba la app, surgió la idea de incluir una sección de noticias sobre reciclaje, algo que no estaba planeado al inicio. Pero como Scrum trabaja en ciclos cortos e iterativos, fue fácil incorporar esta nueva funcionalidad sin frenar el avance del proyecto [23].

Además, Scrum ayuda a que el equipo se mantenga motivado, ya que promueve la autonomía y la organización propia. Cada integrante gestiona sus tareas dentro de los Sprints, lo que hace que sientan más suyo el producto. En el caso de la app, esta forma de trabajar permitió mantener un ritmo constante y cumplir con los tiempos establecidos.

### **2.1.3 Arquitectura**

La app de reciclaje se diseñó usando una arquitectura de microservicios, lo que básicamente significa que se dividió en partes más pequeñas e independientes que se comunican entre si por medio de APIs. Esto Permite trabajar y actualizar cada funcionalidad por separado, lo que hace que todo sea más flexible y fácil de escalar en el futuro [26].

La adopción de microservicios mejora significativamente la mantenibilidad del sistema, ya que cada componente se puede actualizar o reemplazar sin afectar al resto de la aplicación. En el caso de la app de reciclaje, puedo actualizar o cambiar el módulo de gestión de usuarios sin necesidad de detener todo el sistema. Gracias a eso, el servicio se mantiene estable y siempre disponible para los usuarios [25].

Una de las cosas que más me ayudó a usar microservicios fue poder trabajar en varias partes de la app al mismo tiempo. Gracias a eso, pude avanzar con el escáner QR y las notificaciones sin que el código se cruzara ni se afectara el funcionamiento de la aplicación [26].

La escalabilidad horizontal se apoya de la selección de una arquitectura de microservicios. Conforme aumenta la cantidad de usuarios, es posible escalar

únicamente los servicios que más recursos consumen, como el módulo de registro de reciclaje o el procesamiento de puntos, sin necesidad de escalar todo el sistema. Esto facilita una gestión más eficaz de los recursos y optimiza la capacidad para atender una gran cantidad de datos y usuarios.[25].

La compatibilidad de los microservicios con la metodología ágil utilizada en el proyecto es otra de sus ventajas. Cada servicio se puede desarrollar, probar e implementar de manera independiente, favoreciendo una entrega constante de mejoras y permitiendo que el equipo de desarrollo responda con agilidad a las nuevas demandas del negocio o de los usuarios [26].

## **2.2. Objetivos de la investigación**

### **2.2.1 Objetivo General**

Desarrollar una aplicación móvil que impulse y fortalezca el programa de segregación de residuos sólidos en el distrito de Mariano Melgar, incrementando la participación ciudadana y mejorando la valorización de los residuos.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

- Analizar el contexto actual del programa de segregación de residuos en el distrito de mariano Melgar, mediante la recolección y análisis de encuestas y datos relevantes para identificar las condiciones iniciales.
- Identificar las principales deficiencias y desafíos en la implementación del programa de segregación de residuos, incluyendo las barreras tecnológicas, o logísticas y sociales que limitan la participación ciudadana.
- Desarrollar una aplicación móvil que facilite la participación de los ciudadanos en el proceso de segregación de residuos, integrando una interfaz intuitiva y funcionalidades que fomenten el uso continuo del aplicativo.
- Implementar un sistema de incentivos dentro de la aplicación que motive a los ciudadanos a participar activamente en la segregación y reciclaje de residuos, promoviendo comportamientos sostenibles.
- Evaluar el impacto de la aplicación móvil en la tasa de reciclaje y en la reducción de la contaminación ambiental en Mariano Melgar, utilizando

datos cuantitativos y cualitativos recogidos antes y después de la implementación del programa.

### 2.3. Justificación

El manejo de residuos sólidos en Perú, tanto a nivel nacional como en regiones como Mariano Melgar, sigue siendo un gran reto. Aunque existen esfuerzos para mejorar el reciclaje, los resultados todavía están lejos de lo ideal. Las tasas de reciclaje son bajas, lo que agrava la contaminación y hace que los vertederos se saturen cada vez más. Este escenario muestra que los programas actuales de segregación no están funcionando como deberían.

Frente a esta realidad, se vuelve urgente innovar en la forma en que se gestiona la basura. Aquí es donde entra el desarrollo de una aplicación móvil, como una alternativa tecnológica que no solo sigue las tendencias de sostenibilidad y digitalización, sino que también busca involucrar directamente a la ciudadanía en todo el proceso de reciclaje.

- **Fortalecer el análisis del contexto local y global:** Sería útil mostrar cómo lugares como Chile con su app ReciclaApp o programas en Lima han logrado mejorar sus tasas de reciclaje usando tecnología. Estos casos de éxito respaldan que una app pueda marcar la diferencia.
- **Enfoque en la participación ciudadana:** Muchos estudios muestran que la falta de involucramiento de la población es un obstáculo clave en el reciclaje. Pero también demuestran que, cuando se les da una herramienta útil y accesible, los resultados mejoran notablemente.
- **Impacto económico:** Una buena gestión de residuos también puede ser rentable. Reutilizar materiales, reducir el desperdicio y crear empleos ligados al reciclaje puede generar beneficios económicos reales para la comunidad.
- **Integración con políticas públicas:** Esta propuesta está en sintonía con normas nacionales como el PIGARS y la Ley General de Residuos Sólidos, que promueven un manejo más transparente y trazable de los residuos. La app ayudaría a cumplir con estos objetivos.
- **Sostenibilidad y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** En especial, se conecta directamente con el ODS12, que promueve el consumo y la producción responsables. Al digitalizar el proceso, se impulsa un desarrollo urbano más ordenado y sostenible.

- **Innovación y transformación digital:** Ese proyecto también es una apuesta por modernizar la forma en que se gestiona lo público. Usar tecnología para resolver problemas ambientales es parte de una visión más amplia de eficiencia y transformación digital.

## 2.4 Valor Añadido del Proyecto

- **Trazabilidad y control en tiempo real:** La app permitirá llevar un control detallado de los residuos generados y reciclados. Con esta información se podrá saber qué zonas lo están haciendo bien y cuáles necesitan mejorar. Además, se podrán generar reportes con datos reales que ayudarán a tomar decisiones más acertadas.
- **Incremento en la participación ciudadana:** Uno de los grandes retos del reciclaje es que mucha gente no se involucra. La app busca cambiar eso, brindando información útil sobre dónde y cómo reciclar, y motivando con incentivos como puntos que se podrán canjear en premios.
- **Educación ambiental:** Informar y concientizar es clave. Por eso, la app incluirá mensajes educativos, tips y recordatorios para fomentar buenos hábitos.
- **Expansión escalable del proyecto:** Aunque se empieza con una prueba piloto en Mariano Melgar, el proyecto está pensado para crecer. Su diseño flexible permitirá adaptarlo fácilmente a otras zonas del país si se demuestra que este funciona bien.
- **Mejoramiento de la infraestructura de reciclaje:** Al contar con datos precisos sobre los residuos, se podrá optimizar la ubicación de los puntos de acopio y mejorar los tiempos de recolección. Esta información también servirá a las autoridades y empresas para hacer más eficiente y rentable todo el sistema de reciclaje.

## 2.5 Viabilidad

**Económica:** Desde el lado económico, el proyecto es totalmente realizable. El investigador cubrirá todos los costos, lo cual ya elimina la necesidad de buscar financiamiento externo. Además, como tiene experiencia desarrollando

software, no hace falta contratar a nadie más para crear la app. También contamos con los equipos y plataformas necesarias, muchas de estas con licencias gratuitas y esto nos ayuda a mantener el presupuesto bajo control.

**Técnica:** Respecto a la viabilidad técnica. El investigador domina las herramientas necesarias y puede desarrollar la app por su cuenta. Usará tecnologías como React Native para que funcionen en distintas plataformas, y mongodb como base de datos, lo que hace que el sistema sea ágil y escalable.

**Operativa:** En cuanto a la parte operativa, el proyecto es totalmente realizable. Me encargaré personalmente de cada etapa, desde la planificación hasta las pruebas finales. Gracias a la experiencia previa en proyectos parecidos, puedo organizar mi tiempo y avanzar de forma ordenada, haciendo pruebas con usuarios desde el inicio para asegurarme de que la app funcione correctamente antes de publicarla.

## 2.6 Limitaciones

**Limitaciones económicas:** El investigador cubrirá los gastos del proyecto; sin embargo, podrían surgir costos imprevistos durante el desarrollo. En ciertos casos, podría requerirse la adquisición de herramientas adicionales o la contratación de servicios más potentes, como mayor capacidad en la nube, lo que podría modificar el presupuesto y afectar parcialmente otras etapas del proceso.

**Limitaciones técnicas:** Aunque el investigador cuenta con la experiencia necesaria, es posible que surjan imprevistos al integrar nuevas tecnologías, realizar actualizaciones o resolver incompatibilidades entre sistemas. Asimismo, podrían presentarse errores durante las etapas de implementación o mantenimiento, lo que ocasionaría retrasos y pondría en riesgo el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

**Limitaciones operativas:** El investigador tendrá a cargo todo el desarrollo, la carga de trabajo y la gestión del tiempo se vuelven un reto importante. Si surge algún contratiempo en alguna fase, podría retrasar el cronograma completo. Además, la baja disponibilidad de usuarios para las pruebas piloto puede dificultar la obtención de nuevas ideas para la app.

**Limitaciones de alcance:** El proyecto está enfocado en mejorar la segregación de residuos en Mariano Melgar, eso no garantiza que funcione igual de bien en otras zonas con realidades sociales distintas.

**Limitaciones relacionadas con el comportamiento del usuario:** El éxito de la app depende mucho del compromiso de los vecinos. Sin embargo, si hay resistencia a cambiar hábitos, falta de motivación o poco interés en usar tecnología, la adopción de la app puede verse limitada.

**Limitaciones sociales:** La diversidad en edades y niveles de familiaridad con la tecnología podría dificultar que todos los vecinos usen la app. Por ejemplo, las personas mayores o quienes no están acostumbrados al uso de celulares pueden tener problemas para adaptarse, lo que reduciría la participación general y limitaría el alcance del proyecto. Además, algunos sectores pueden mostrarse reacios al cambio, lo que podría hacer más lento el proceso de implementación

## Capítulo III – Metodología de Desarrollo

### 3.1. Metodología de desarrollo

Para este proyecto se decidió usar la metodología ágil scrum, conocida por su capacidad de adaptarse fácilmente y por ser muy útil en el desarrollo de software. Scrum es un marco de trabajo que se enfoca en hacer entregas por partes y en mantener una colaboración constante entre todos los que participan. El trabajo se divide en ciclos llamados sprints, que suelen durar entre una a cuatro semanas. En cada sprint. Se planifican ciertas actividades y se entregan una parte funcional del producto, lo que permiten recibir retroalimentación frecuente y hacer ajustes más rápidos a los requisitos que cambien.

#### 3.1.1 Razones para la selección de Scrum

El motivo para escoger esta metodología estuvo basado por los siguientes puntos:

1. **Experiencia previa:** Como ya se tiene conocimiento y práctica usando scrum la aplicación resultara más fluida y se puede aprovechar mejor todas sus ventajas.
2. **Gestión del backlog:** Scrum nos ofrece herramientas claras para organizar y priorizar las tareas del backlog, lo cual ayuda a mantener todo bajo control.

3. **Flexibilidad ante cambios:** Gracias a que scrum es iterativo, es fácil adaptarse si aparecen nuevas ideas o cambian los requisitos, sin afectar la calidad ni el tiempo del proyecto.
4. **Enfoque en el valor entregado:** Cada sprint entrega funcionalidades listas para usarse, lo que permite que el proyecto empiece a aportar valor en cada sprint.
5. **Mejora continua:** Por ejemplo, mediante las retrospectivas, el equipo evalúa cómo va el trabajo y busca constantemente formas de mejorar, volviéndose cada vez más eficiente.

### 3.1.2 Elementos fundamentales de Scrum

La metodología agile scrum se compone por Roles, eventos y artefactos. Estos nos permiten estructurar el desarrollo del proyecto.

- **Roles:**
  - **Product Owner:** Es quien se asegura de que el producto aporte el mayor valor posible, este también se encarga de organizar y priorizar tareas.
  - **Scrum Master:** El guía del equipo, ayuda a que se siga bien la metodología scrum, elimina obstáculos y aseguro que fluya el equipo.
  - **Equipo de Desarrollo:** Son los profesionales que se encargar en cumplir con las tareas asignadas y planificadas.
- **Eventos:**
  - Sprint Planning: Es la reunión con la que inicia cada sprint donde se definirá que se va a trabajar.
  - Daily Scrum: Son reuniones cortas que se hacen día a día para coordinar tareas y estatus en base a las prioridades.
  - Sprint Review: Al finalizar el sprint se realiza esta ceremonia donde se muestra el avance logrado para recibir comentarios y sugerencias.
  - Sprint Retrospective: Es el momento para evaluar el desempeño del sprint aquí podremos hacer ajustes para mejorar en futuros sprints.

- **Artefactos:**
  - Product Backlog: Es la lista en donde está priorizado cada requisito y/o funcionalidades.
  - Sprint Backlog: Conjunto de elementos del Product Backlog seleccionados para el sprint actual, junto con un plan para entregarlos.
  - Incremento: Es el total de los items completados.

### 3.1.3 Implementación de Scrum en el proyecto

En el proyecto la metodología agile scrum se adaptará de la siguiente manera:

- **Roles combinados:** El investigador va a encargarse de todo será el product owner, el scrum master y también como parte del equipo de desarrollo. Por eso va a tener que organizarse bien y ser disciplinado para que pueda cumplir cada rol con objetividad y eficacia.
- **Duración de los sprints:** Se definirán sprints de dos semanas de duración, esto permitirá un equilibrio adecuado entre la complejidad de las tareas y la capacidad a la adaptación a los cambios.
- **Gestión del Product Backlog:** Se creará y mantendrá actualizado un Product Backlog detallado, priorizando las funcionalidades esenciales y ajustándolo conforme avanza el proyecto.
- **Herramientas de apoyo:** Se usarán herramientas como jira, para organizar las tareas y ver cómo es que avanza el proyecto, lo que facilita llevar un buen control de lo que se va haciendo en cada etapa.

### 3.1.4 Desarrollo de las fases y actividades

- **Planificación del Sprint:** Al comienzo de cada sprint, se definen los objetivos a lograr y se eligen las tareas del product backlog que se van a trabajar, calculando el esfuerzo que tomará completarlas.
- **Desarrollo y autoevaluación diaria:** Durante cada sprint se llevará un control diario del progreso, con el fin de detectar posibles obstáculos y ajustar la planificación conforme a las necesidades que vayan surgiendo.
- **Revisión del Sprint:** Al concluir cada sprint, se revisará el avance logrado y se recopilará retroalimentación proveniente de pruebas con usuarios o de asesorías externas.

- **Retrospectiva del Sprint:** Analizaremos como fue el desempeño general para encontrar puntos que pueda mejorar, ya sea en los procesos, las técnicas o las herramientas que estoy usando.

### 3.1.5 Beneficios esperados de la metodología

- **Entregar valor desde el inicio:** Mostrar las partes del proyecto desde el inicio me permitió probarlas con usuarios, recibir comentarios y mejorar mientras seguía avanzando.
- **Adaptabilidad:** Gracias a la forma en que está organizada Scrum, puedo hacer cambios en el proyecto sin que eso retrase el trabajo ni afecte la calidad del resultado.
- **Enfoque en la calidad:** Revisar constantemente el trabajo y aplicar mejoras me ha ayudado a mantener una buena calidad en cada etapa del desarrollo.
- **Transparencia y control:** Mantener una buena planificación y revisar constantemente las tareas me ayuda a tener una idea clara de cómo va el proyecto y qué falta por completar.

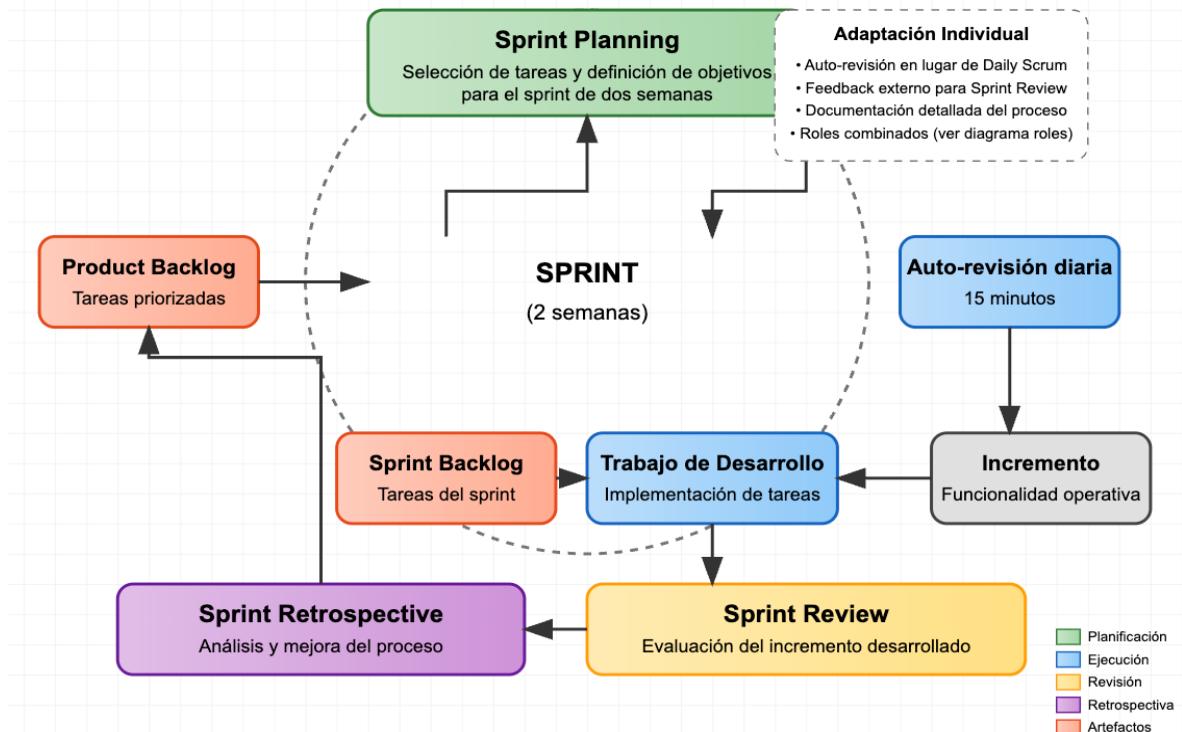
### 3.1.6 Consideraciones para un proyecto individual

Aunque Scrum está pensado para trabajar en equipo, también se puede adaptar a un proyecto individual, tomando en cuenta algunos ajustes y consideraciones:

- **Autogestión disciplinada:** Es clave tener una buena organización y seguir de cerca las tareas para no desviarse del plan.
- **Buena documentación:** Anotar decisiones y avances ayuda a mantener el rumbo y también facilita la redacción de la tesis.
- **Buscar opiniones externas:** Hablar con usuarios, mentores o colegas puede dar nuevas ideas y mejorar el enfoque del proyecto

## Flujo de Trabajo Scrum Adaptado

## Aplicación Móvil de Reciclaje



### *Ilustración 1 Flujo de trabajo Scrum*

## 3.2 Fases del Desarrollo

El proyecto se llevó a cabo siguiendo un proceso ordenado, dividido en varias etapas teniendo el análisis de requisitos, diseño, desarrollo, pruebas, implementación y mantenimiento. En cada una de estas fases se realizaron actividades específicas que ayudaron a asegurar que el resultado final fuera funcional, de calidad y cumpla con los objetivos planteados.

### 3.2.1 Análisis de Requisitos

En esta fase, se identificaron y documentaron las necesidades y expectativas de los usuarios y otras partes interesadas.

## Actividades clave:

- **Recolección de información:**

- Realización de entrevistas y encuestas a los vecinos del distrito de Mariano Melgar para entender sus necesidades en cuanto a la gestión de residuos.
- Consultas con autoridades locales y recicladores para comprender las limitaciones actuales del sistema de reciclaje.
- **Especificación de requisitos:**
  - Definición de los requisitos funcionales, como las funcionalidades de la aplicación (registro de usuarios, sistema de recompensas, notificaciones).
  - Identificación de requisitos no funcionales, como seguridad, rendimiento y usabilidad.
- **Análisis de viabilidad:**
  - Análisis de la viabilidad técnica y financiera del proyecto.
  - Ordenar los requerimientos según su relevancia y posibilidad de implementación.
- **Priorización y documentación:**
  - Elaboración de un documento de requisitos del sistema que funcione como guía para las etapas posteriores del desarrollo
  - Utilización de técnicas como el **Diagrama de Casos de Uso** para visualizar las interacciones del usuario con el sistema.

**Tabla 2 Requisitos de software**

ID	Descripción	Tipo	Prioridad	Dependencias
RQ-001	Mostrar Splashscreen con botones “Iniciar Sesión” y “Registrarse”.	Funcional	Media	–
RQ-002	Permitir registro de nuevos usuarios capturando Nombres, Apellidos, Email, Teléfono, Número	Funcional	Alta	–

ID	Descripción	Tipo	Prioridad	Dependencias
	de habitantes, DNI y Contraseña.			
<b>RQ-003</b>	Permitir inicio de sesión con DNI y Contraseña.	Funcional	Alta	RQ-002
<b>RQ-004</b>	Permitir recuperación de contraseña vía correo electrónico.	Funcional	Media	RQ-003
<b>RQ-005</b>	Diferenciar roles de usuario (Vecino y Reciclador) tras iniciar sesión y mostrar menú correspondiente.	Funcional	Alta	RQ-003
<b>RQ-006</b>	Como <b>Vecino</b> , generar y mostrar un código QR para registro de bolsa de reciclaje.	Funcional	Alta	RQ-005
<b>RQ-007</b>	Como <b>Reciclador</b> , escanear el código QR del Vecino e ingresar cantidad de bolsas y tipo de reciclaje.	Funcional	Alta	RQ-005, RQ-006
<b>RQ-008</b>	Otorgar automáticamente puntos al Vecino y al Reciclador tras registro exitoso de una bolsa.	Funcional	Alta	RQ-006, RQ-007
<b>RQ-009</b>	Mostrar lista de <b>Premios</b> disponibles, indicando puntos requeridos y stock.	Funcional	Media	RQ-008
<b>RQ-010</b>	Permitir canjear un premio si el usuario tiene puntos suficientes y el premio está en stock.	Funcional	Alta	RQ-009, RQ-008
<b>RQ-011</b>	Enviar notificaciones push a los usuarios cuando existan nuevos premios disponibles para canjear.	Funcional	Media	RQ-009

ID	Descripción	Tipo	Prioridad	Dependencias
<b>RQ-012</b>	Mostrar lista de <b>Noticias/Blog</b> , con opción de filtrar por categoría.	Funcional	Baja	—
<b>RQ-013</b>	Mostrar detalle de noticia al seleccionar un elemento de la lista de Noticias.	Funcional	Baja	RQ-012
<b>RQ-014</b>	Permitir reporte de incidencias con: descripción, hasta 5 fotos y 1 video, ubicación geolocalizada en mapa y selección del tipo (ciudadana o ambiental).	Funcional	Media	RQ-003
<b>RQ-015</b>	Aplicación móvil <b>multiplataforma</b> (iOS, Android, Huawei, etc.).	No Funcional	Alta	—
<b>RQ-016</b>	Dashboard web para monitorear información de usuarios, bolsas registradas, puntos, canjes de premios e incidencias.	No Funcional	Alta	—
<b>RQ-017</b>	Utilizar <b>MongoDB</b> como base de datos para toda la información de usuarios, bolsas, premios, noticias e incidencias.	No Funcional	Alta	—
<b>RQ-018</b>	Desarrollar frontend móvil en <b>React Native</b> y frontend web en <b>React</b> .	No Funcional	Alta	RQ-015
<b>RQ-019</b>	Utilizar <b>AWS</b> para alojamiento de backend, APIs y servicios de cómputo.	No Funcional	Alta	—
<b>RQ-020</b>	Utilizar <b>Firebase</b> para autenticación de usuarios y	No Funcional	Media	RQ-003, RQ-011

ID	Descripción	Tipo	Prioridad	Dependencias
	envío de notificaciones push.			
<b>RQ-021</b>	Permitir al usuario <b>ver y editar</b> su perfil (nombres, apellidos, email, teléfono, número de habitantes).	Funcional	Media	RQ-005, RQ-002
<b>RQ-022</b>	Mostrar <b>historial de bolsas</b> registradas por el Vecino, con fecha, cantidad y tipo de reciclaje.	Funcional	Media	RQ-006, RQ-008
<b>RQ-023</b>	Mostrar <b>historial de escaneos</b> y puntos obtenidos por el Reciclador.	Funcional	Media	RQ-007, RQ-008
<b>RQ-024</b>	Permitir al usuario <b>consultar su saldo de puntos</b> en cualquier momento desde el Home.	Funcional	Alta	RQ-008
<b>RQ-025</b>	Implementar un <b>leaderboard</b> o ranking de Vecinos y Recicladores con más puntos (global o por distrito).	Funcional	Baja	RQ-008
<b>RQ-026</b>	Permitir <b>filtrar y buscar</b> premios por categoría, puntos requeridos o disponibilidad.	Funcional	Media	RQ-009
<b>RQ-027</b>	Permitir al usuario ver <b>detalle completo</b> de un premio (imágenes, descripción, términos y condiciones).	Funcional	Media	RQ-009
<b>RQ-028</b>	Actualizar <b>stock automático</b> de premios tras cada canje y notificar bajo stock crítico.	Funcional	Alta	RQ-010

ID	Descripción	Tipo	Prioridad	Dependencias
RQ-029	Permitir al usuario ver <b>historial de canjes</b> de premios, con fecha y estado (pendiente, entregado).	Funcional	Media	RQ-010
RQ-030	Ofrecer <b>confirmación por correo</b> al canjear un premio, con código de canje y detalle del premio.	Funcional	Baja	RQ-010
RQ-031	Permitir al usuario <b>guardar borradores</b> de incidente antes de enviarlo (fotos, video, descripción, ubicación).	Funcional	Baja	RQ-014
RQ-032	Mostrar al usuario el <b>estado</b> de las incidencias reportadas (pendiente, en proceso, resuelta).	Funcional	Media	RQ-014
RQ-033	En el <b>dashboard web</b> , permitir gestionar incidencias: asignar responsables, cambiar estado y añadir comentarios.	Funcional	Alta	RQ-014
RQ-034	En el <b>dashboard web</b> , gestionar usuarios (activar/desactivar, asignar roles y áreas).	Funcional	Alta	RQ-005
RQ-035	En el <b>dashboard web</b> , gestionar categorías y contenido de noticias/blog (CRUD completo).	Funcional	Media	RQ-012
RQ-036	Crear <b>reportes exportables</b> (CSV/PDF) de actividades: bolsas	Funcional	Baja	RQ-008, RQ-010, RQ-014

ID	Descripción	Tipo	Prioridad	Dependencias
	registradas, puntos, canjes y incidencias.			
<b>RQ-037</b>	Exponer <b>API RESTful</b> segura (HTTPS, JWT) para todas las operaciones de la app móvil y web.	Funcional	Alta	RQ-017
<b>RQ-038</b>	Implementar <b>autenticación multifactor</b> (email o SMS) opcional para usuarios control Reciclador.	Funcional	Baja	RQ-003
<b>RQ-039</b>	Registrar <b>logs de auditoría</b> (quién, qué y cuándo) para acciones críticas: inicio de sesión, registro de bolsa, canje de premio e incidencias.	Funcional	Media	RQ-006, RQ-010, RQ-014
<b>RQ-040</b>	UI multilenguaje: <b>soporte al español e inglés</b> , con detección automática del idioma del dispositivo.	No Funcional	Media	—
<b>RQ-041</b>	Cumplir con estándares de <b>accesibilidad WCAG 2.1 AA</b> en todas las pantallas móviles y web.	No Funcional	Baja	RQ-015
<b>RQ-042</b>	Soporte <b>offline básico</b> : permitir registrar bolsas sin conexión y sincronizar al reconnectar.	No Funcional	Baja	RQ-006, RQ-007
<b>RQ-043</b>	Tiempo de respuesta de API < 2 s en endpoints críticos (login, registro de bolsa, consulta de puntos).	No Funcional	Media	RQ-037
<b>RQ-044</b>	Uso de <b>CI/CD</b> para despliegue automático en AWS (backend) y App	No Funcional	Alta	RQ-015, RQ-019

ID	Descripción	Tipo	Prioridad	Dependencias
	Store / Google Play (móvil).			
<b>RQ-045</b>	Monitoreo y alertas en AWS CloudWatch o Firebase (errores 5xx, caídas de servicio).	No Funcional	Media	RQ-019, RQ-020

La tabla presenta los principales requisitos técnicos identificados para la implementación del sistema, incluyendo su prioridad y dependencias con otros requisitos.

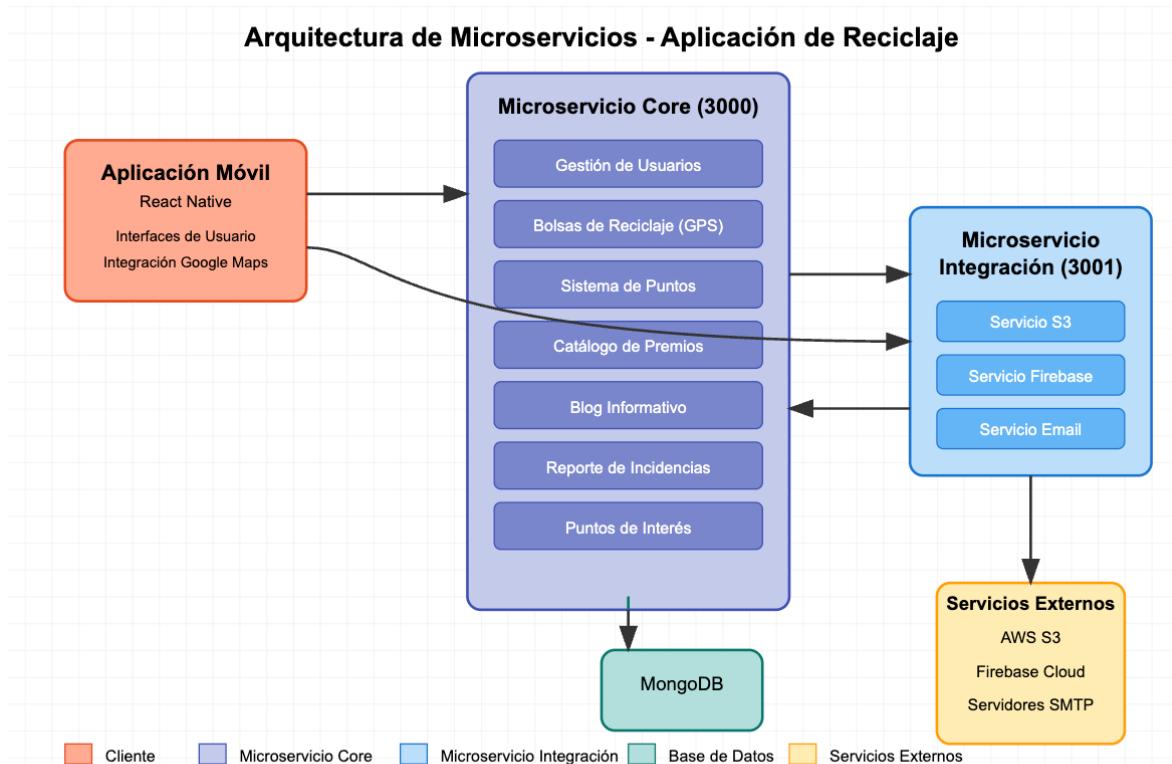
### 3.2.2 Diseño

Esta fase se centró en establecer la arquitectura del sistema y planificar cómo se implementarán los requisitos identificados.

#### Actividades clave:

- **Diseño de la arquitectura del sistema:**
  - Selección de una arquitectura basada en cliente-servidor para la aplicación móvil.
  - Definición de los componentes principales y sus interacciones.
  - Para garantizar la correcta operación del sistema en un entorno de producción, se realizó un cálculo teórico de la tasa de transferencia requerida considerando escenarios de uso. En operaciones frecuentes como el registro de bolsas de reciclaje, cada solicitud genera un intercambio de datos aproximado de 2KB en formato JSON. Bajo una proyección de 500 usuarios concurrentes, la carga máxima alcanzaría -1MB/s, cifra perfectamente manejable en la infraestructura actual sobre AWS EC2 y MongoDB Atlas. En casos de mayor consumo, como el reporte de incidencias, cada evento puede incluir hasta cinco fotografías (1MB promedio cada una) y un video opcional. Esto representa un tráfico de aproximadamente 5-10 MB por incidencia. Suponiendo 50 reportes simultáneos, la demanda ascendería a 250MB/minuto, valor que sigue siendo sostenible mediante mecanismos de escalamiento automático en la nube. Estos cálculos permiten

concluir que la aplicación responde a los requerimientos de rendimiento y transferencia de datos definidos, alineándose con el requisito no funcional RQ-043 (Tiempo de respuesta menor a 2 segundos en endpoints críticos).



*Ilustración 2 Arquitectura de microservicios, elaboración propia*

- **Diseño de la base de datos:**

- Creación del modelo de entidad-relación (ER) para estructurar la información que manejará la aplicación.
- Selección de un sistema de bases de datos adecuado, se escogió **MongoDB** por la iteración de creación de MVP.

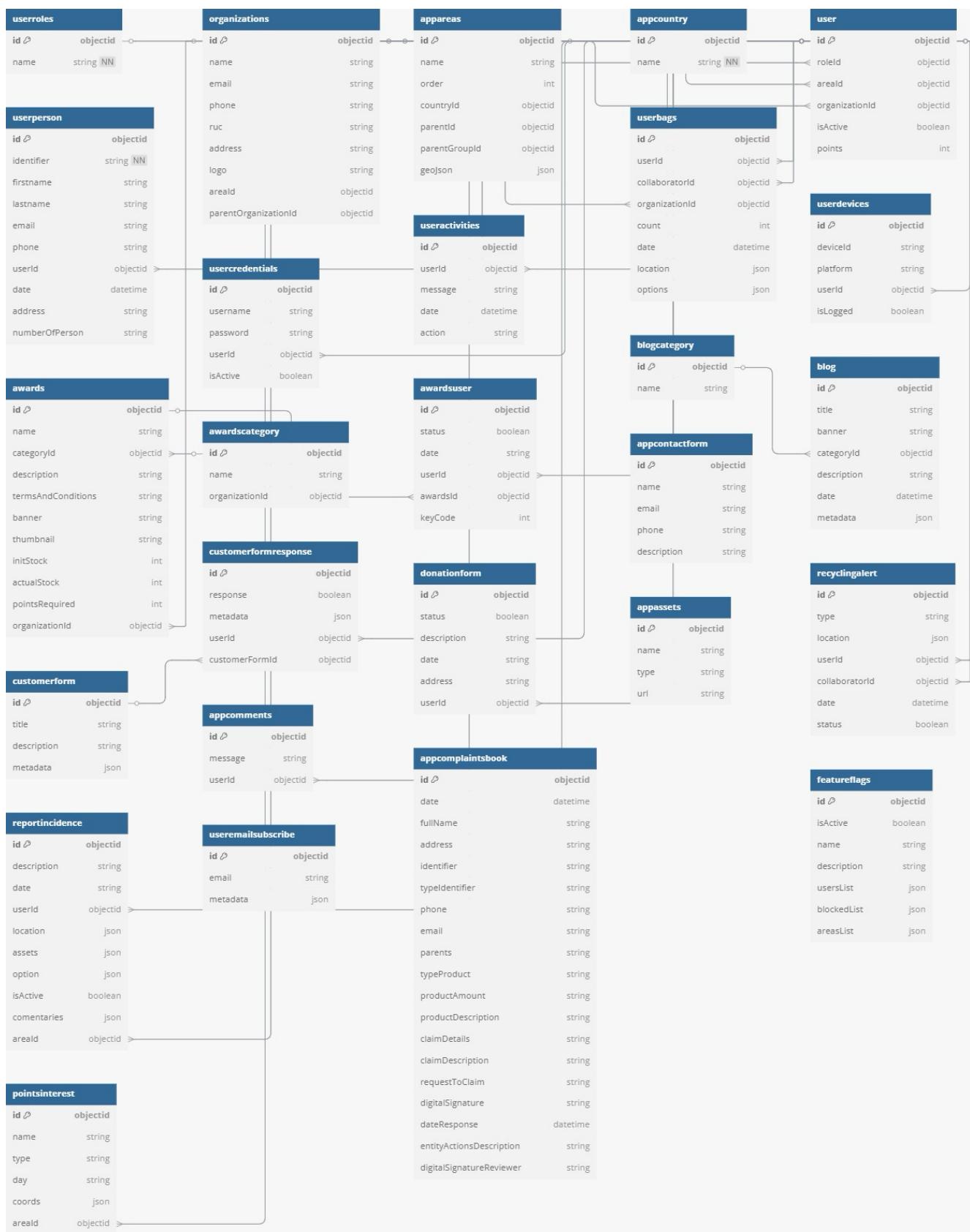


Ilustración 3 Diagrama de base de datos - Mongo DB, elaboración propia

El diagrama ilustra la estructura relacional de la base de datos no relacional MongoDB, mostrando las conexiones entre las diferentes colecciones del sistema y sus atributos principales

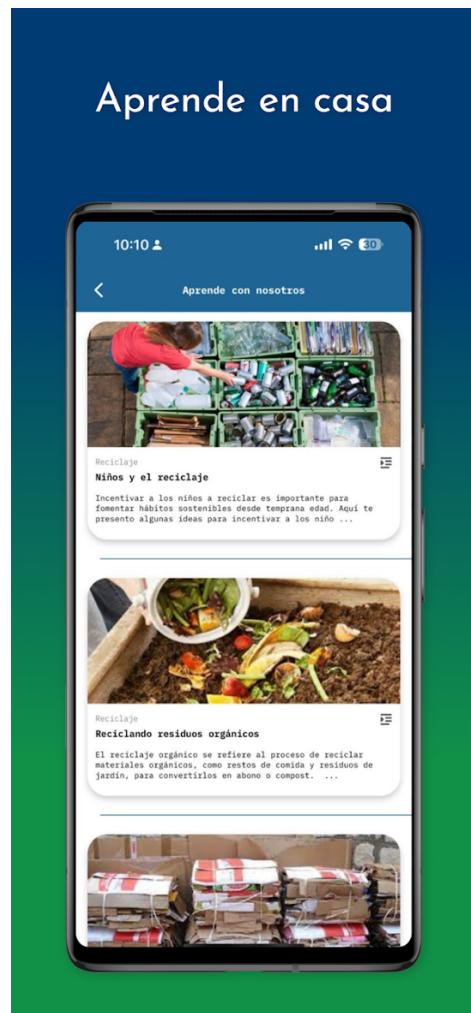
- **Diseño de la interfaz de usuario (UI/UX):**

- Documentación de la interfaz mediante imágenes reales extraídas de la app en React Native.



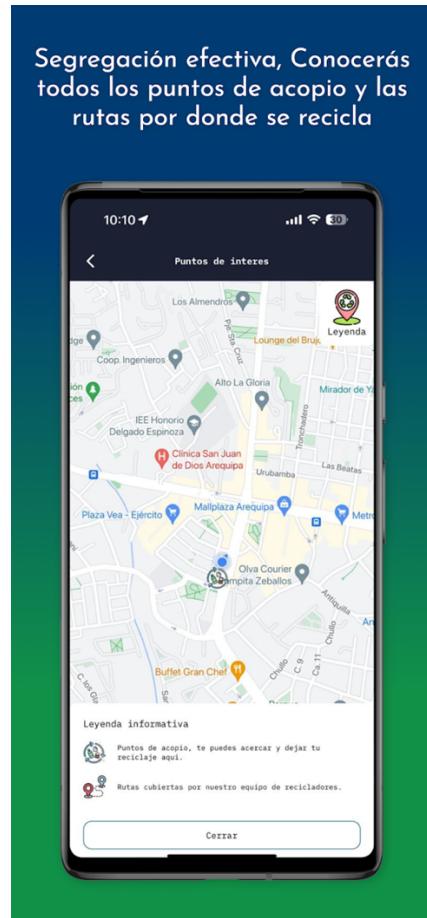
*Ilustración 4 Pantalla de carga inicial, elaboración propia*

Pantalla de carga principal, esta se mostrara mientras el app inicializa.



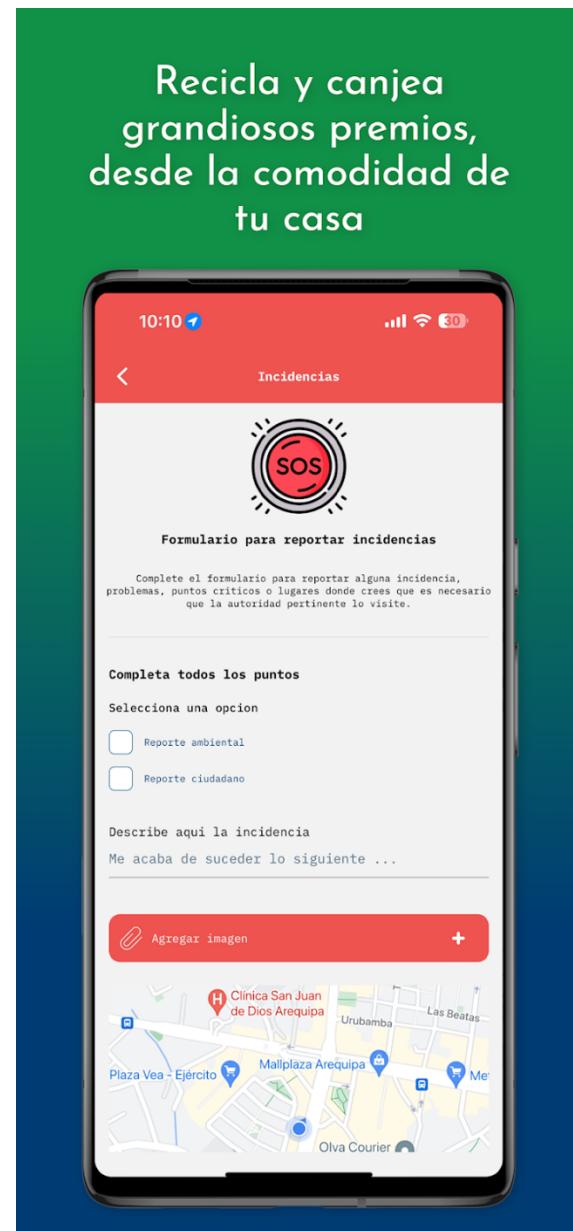
*Ilustración 5 Pantalla aplicación móvil sección Aprende con nosotros, elaboración propia*

Sección de la aplicación donde podremos visualizar nuevas entradas, podrán ser noticias o simplemente información importante para nuestros usuarios y fortaleciendo la importancia de la educación medio ambiental.



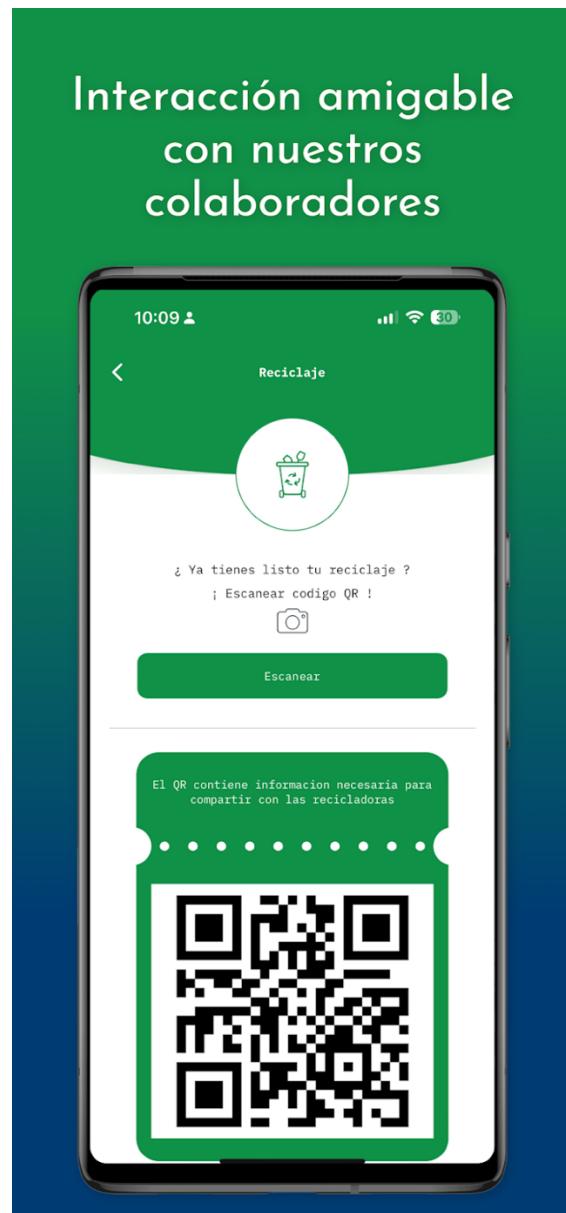
*Ilustración 6 Pantalla puntos de interés, elaboración propia*

Sección donde el usuario podrá visualizar puntos importantes es decir podrá visualizar lugares donde podrá reciclar, o las rutas que las recicadoras realizan.



*Ilustración 7 Pantalla reporte incidencias, elaboración propia*

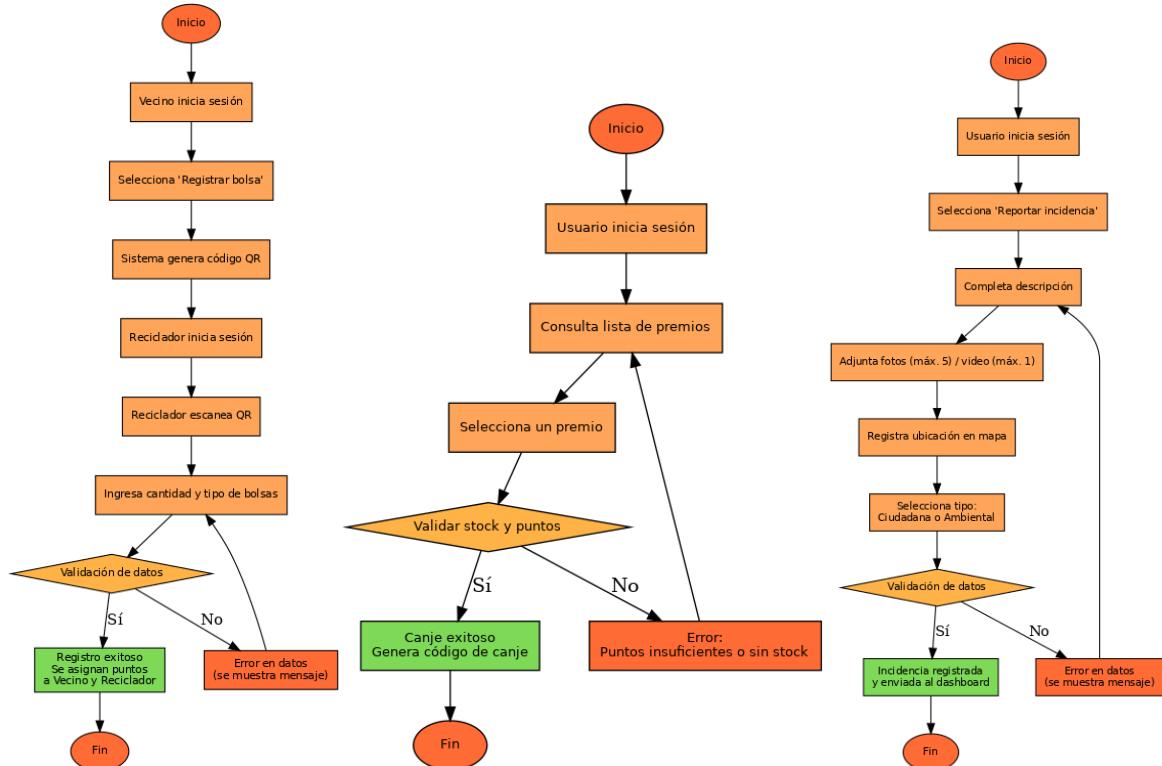
Pantalla donde el usuario podrá registrar nuevas incidencias, se podrá registrar el motivo, adjuntar fotos y la ubicación precisa, esto nos ayudara a la veracidad de la información.



*Ilustración 8 Pantalla modulo de reciclaje, elaboración propia*

Pantalla importante para el uso correcto del aplicativo, desde aquí el vecino podrá mostrar el código QR único para que el reciclista escaneé desde el aplicativo y así poder registrar los nuevos puntos para ambos.

## Aplicación de principios de usabilidad para asegurar una experiencia de usuario intuitiva.



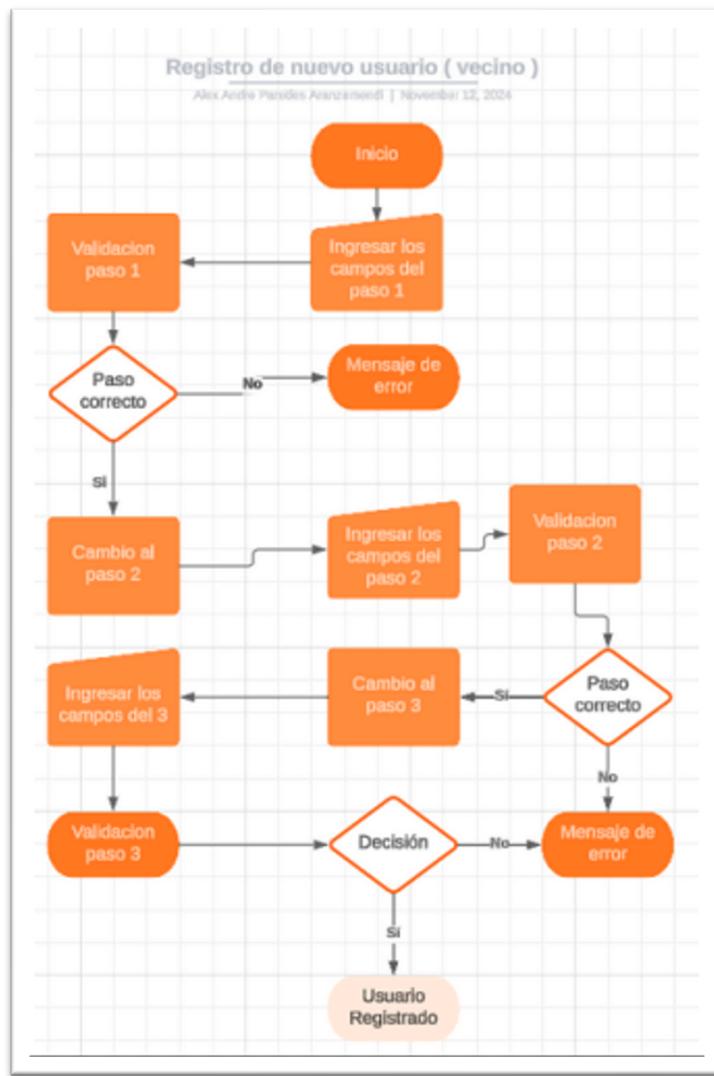
*Ilustración 9 Diagramas de flujo de la aplicación registrar bolsa – Canjear premio – Reportar incidencia, elaboración propia*

Como se puede visualizar en la ilustración 9 tenemos 3 principales flujos de uso dentro de la aplicación, como es el registro de bolsa de reciclaje, canje de premio y reporte de incidencias.

En el registro de bolsa el vecino genera un código QR desde la aplicación y el reciclador lo escanea para poder registrar la cantidad y tipo de residuos entregados. Una vez validados los datos el sistema asigna puntos tanto al vecino como al reciclador. En caso de error en la información ingresada, el sistema muestra un mensaje y no permite completar el registro.

El canje de premios se realiza a través de la aplicación, donde el usuario consulta la lista disponible, selecciona el premio de interés y el sistema valida automáticamente el stock y la cantidad de puntos acumulados. Si cumple los requisitos, se genera un código de canje que confirma la operación, en caso contrario se notifica la falta de puntos.

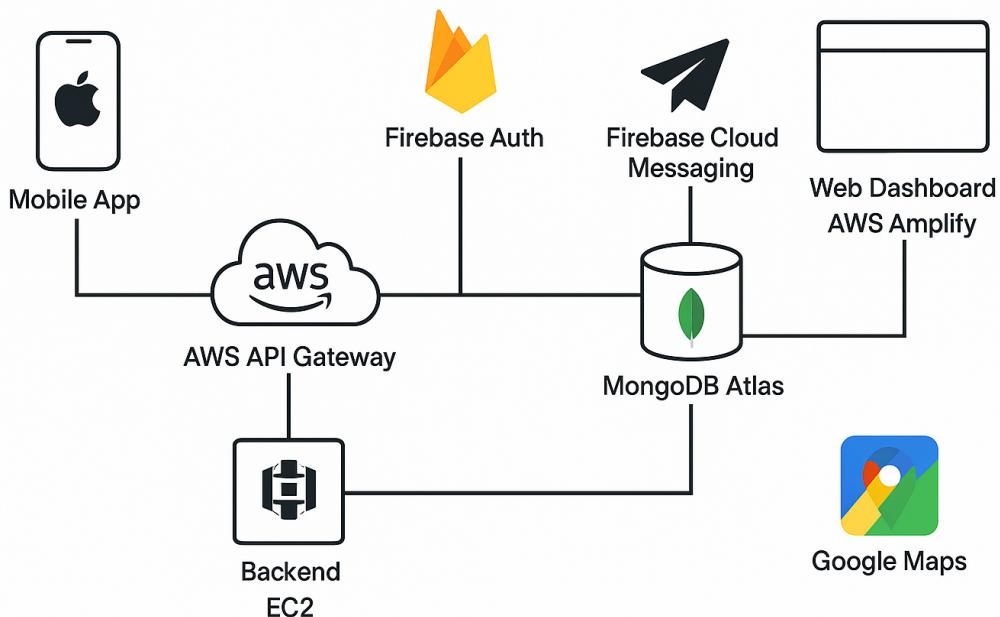
El reporte de incidencias permite al usuario registrar problemas ambientales o ciudadanos desde la aplicación. El proceso incluye ingresar una descripción, adjuntar evidencias, registrar la ubicación en un mapa y seleccionar el tipo de incidencia. Una vez validados los datos, el sistema almacena la información y la envía al dashboard de administración para su gestión.



*Ilustración 10 Diagrama flujo registro de usuario, elaboración propia*

En la ilustración numero 10 el proceso de registro de nuevo usuario inicia cuando el ciudadano selecciona la opción Registrarse desde la pantalla inicial de la aplicación. En el primer paso se solicitan los datos personales básicos, específicamente nombres y apellidos, los cuales son obligatorios; en caso de que no se ingresen, el sistema muestra un mensaje de error y no permite avanzar. En el segundo paso se registran los datos de contacto y demográficos, como correo electrónico, número de teléfono y número de habitantes en el hogar, validando que el correo tenga un formato correcto y no este duplicado.

En el tercer paso se ingresa la información de identificación y credenciales de acceso, conformada por el DNI, y una contraseña. Finalmente, una vez los tres pasos se hayan completado la aplicación creara la cuenta del usuario y mostrar un mensaje como Usuario Registrado, esto habilitando el acceso al módulo de inicio de sesión. Este flujo garantiza la creación de cuentas validas.



*Ilustración 11 Diagrama de despliegue, elaboración propia*

- **Especificación técnica:**

- Elección de tecnologías y frameworks, como **React Native** para el desarrollo multiplataforma y **Node.js** para el backend.
- Definición de estándares de codificación y buenas prácticas a seguir durante el desarrollo.

### 3.2.3 Desarrollo

Aquí se llevó a cabo la implementación del sistema conforme al diseño establecido.

#### Actividades clave:

- **Programación de la aplicación:**

- Desarrollo del frontend de la aplicación móvil utilizando **React Native**.

Implementación del backend con **Node.js** y creación de API REST full para la comunicación con el frontend.

Ilustración 12 Código implementación del backend

- **Integración de componentes:**
  - Integración de servicios externos, como sistemas de notificaciones push.
  - Implementación del sistema de recompensas y gamificación.
- **Control de versiones:**
  - Uso de **Git** y **GitHub** para gestionar el código fuente y colaborar en caso de involucrar a otros desarrolladores.
  - Mantenimiento de ramas de desarrollo y producción para asegurar la estabilidad del código.
- **Documentación:**
  - Redacción de comentarios en el código y creación de documentación técnica para facilitar el mantenimiento futuro.
  - Actualización del **Product Backlog** y registro de las tareas completadas.

**Backlog A – Autenticación y Registro de Usuario**

ID	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación	Prioridad	Estimación (puntos)	Estado
A-001	Como Vecino quiero ver splashscreen y elegir "Iniciar Sesión" o "Registrarse" para acceder al sistema.	– Aparece splash con logo y botones. – Botón "Iniciar Sesión" lleva al Login. – Botón "Registrarse" lleva al Registro.	Alta	3	To Do
A-002	Como usuario quiero <b>registrarme</b> ingresando mis datos (nombre, apellidos, email, teléfono, nº habitantes, DNI, contraseña).	– Todos los campos son obligatorios. – Validaciones: email válido, contraseña $\geq 8$ caracteres, DNI numérico de 8 dígitos. – Al enviar, se crea el usuario y redirige al Home.	Alta	5	To Do
A-003	Como usuario quiero <b>iniciar sesión</b> con DNI y contraseña para acceder a mis funcionalidades.	– Se valida credenciales contra la BD. – Si son correctas devuelve JWT y redirige al Home. – Si fallan, muestra mensaje de error.	Alta	3	To Do
A-004	Como usuario quiero <b>recuperar mi contraseña</b> vía email en caso de olvido.	– Formulario pide email y valida que exista. – Envía link temporal de restablecimiento. – En la ruta del link permite definir nueva contraseña con validaciones previas.	Media	5	To Do

*Ilustración 14 Backlog Autenticación y registro de usuario*

#### Backlog B – Registro de Bolsa de Reciclaje

ID	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación	Prioridad	Estimación (puntos)	Estado
B-001	Como Vecino quiero generar un código QR único que identifique mi usuario para que el reciclador lo escaneé.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al entrar a "Registrar Bolsa" muestra QR basado en userId.</li> <li>El QR debe ser escaneable por cámara móvil.</li> <li>Se registra timestamp de generación.</li> </ul>	Alta	3	To Do
B-002	Como Reciclador quiero escanear el código QR del Vecino e ingresar la cantidad de bolsas y el tipo de residuo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Botón "Escanear QR" abre la cámara.</li> <li>Detecta y decodifica el QR.</li> <li>Muestra formulario con campo numérico "Cantidad" y dropdown "Tipo de residuo".</li> </ul>	Alta	5	To Do
B-003	El sistema debe almacenar en BD el registro de bolsa con usuario, colaborador, cantidad, tipo, fecha y ubicación geográfica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inserta un registro en <code>userbags</code> con campos completos.</li> <li>Valida y guarda ubicación GPS si está disponible.</li> <li>Devuelve confirmación de éxito.</li> </ul>	Alta	3	To Do
B-004	Tras guardar la bolsa, tanto el Vecino como el Reciclador deben recibir los puntos correspondientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lógica de puntos: Vecino +2, Reciclador +1.</li> <li>Actualiza campo <code>points</code> en <code>user</code>.</li> <li>Muestra notificación en UI "Has ganado X puntos".</li> </ul>	Alta	5	To Do

*Ilustración 15 Backlog Registro de bolsas de reciclaje*

#### Backlog C – Canje de Premio

ID	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación	Prioridad	Estimación (puntos)	Estado
C-001	Como usuario quiero ver lista de premios disponibles con imagen, nombre, puntos requeridos y stock.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se muestran todos los premios activos en un grid o lista.</li> <li>Cada ítem incluye imagen, nombre, puntos y stock.</li> <li>Permite paginación o scroll infinito.</li> </ul>	Media	3	To Do
C-002	Como usuario quiero ver detalle de un premio seleccionado (descripción, términos y condiciones, stock).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al tocar un premio abre pantalla de detalle.</li> <li>Muestra descripción completa, T&amp;C, initStock y actualStock.</li> <li>Botón "Canjear" habilitado solo si hay puntos y stock.</li> </ul>	Media	5	To Do
C-003	Como usuario quiero canjear un premio, descontar mis puntos y reducir el stock en el sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valida <code>user.points ≥ pointsRequired</code> y <code>actualStock ≥ 1</code>.</li> <li>Llamada POST a <code>/awards/redeem</code> con <code>userId</code> y <code>awardId</code>.</li> <li>Backend actualiza <code>awards.actualStock</code> y crea registro en <code>awardsuser</code>.</li> <li>UI muestra confirmación o error.</li> </ul>	Alta	8	To Do
C-004	Como usuario quiero ver historial de canjes con fecha, nombre del premio y estado de entrega.	<ul style="list-style-type: none"> <li>GET a <code>/awards/user-history</code> devuelve lista de canjes.</li> <li>Cada entrada muestra fecha, nombre de premio y estado ("Pendiente"/"Entregado").</li> </ul>	Baja	3	To Do

*Ilustración 16 Backlog Canje de Premio*

### 3.2.4 Implementación

En esta fase, la aplicación se desplegó para su uso por parte de los usuarios finales.

#### Actividades clave:

- Preparación del entorno de producción:**
  - Configuración de servidores en la nube para alojar los servicios web y el sistema de base de datos, se escogió AWS para el backend y Mongo Atlas para la base de datos.
  - Implementación de medidas de seguridad, como certificados SSL y encriptación de datos sensibles.
- Despliegue de la aplicación:**

- Publicación de la aplicación en tiendas de aplicaciones como **Google Play Store** y **Apple App Store**.
- Verificación de los requisitos y cumplimiento de las políticas de publicación de las plataformas.
- **Migración y configuración de datos:**
  - Inicialización de la base de datos con información necesaria (por ejemplo, ubicación de puntos de recolección).
  - Configuración de parámetros de la aplicación según el entorno de producción.
- **Capacitación y soporte a usuarios:**
  - Creación de guías de usuario y tutoriales para facilitar la adopción de la aplicación.
  - Establecimiento de canales de soporte para atender consultas y resolver problemas.

### **3.2.5 Mantenimiento**

Tras el lanzamiento, se llevaron a cabo actividades para asegurar el funcionamiento continuo y mejorar la aplicación.

#### **Actividades clave:**

- **Monitorización del sistema:**
  - Uso de herramientas para supervisar el disponibilidad, seguridad y rendimiento de la aplicación.
  - Configuración de alertas para detectar y responder rápidamente a incidentes.
- **Actualizaciones y mejoras:**
  - Implementación de nuevas funcionalidades basadas en el feedback de los usuarios.
  - Optimización del código y de la base de datos para mejorar la eficiencia.
- **Gestión de incidencias:**

- Registro y solución de errores reportados por los usuarios.
- Actualización periódica de la aplicación para corregir vulnerabilidades y mejorar la experiencia de usuario.
- **Sopporte continuo:**
  - Mantenimiento de canales de comunicación con los usuarios para fomentar una comunidad activa.
  - Organización de eventos o campañas para incentivar el uso continuo de la aplicación y promover el reciclaje.

### 3.3 Herramientas y Tecnologías

Para el desarrollo de la aplicación propuesta en este proyecto, se seleccionaron cuidadosamente una serie de herramientas y tecnologías que permiten cumplir con los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos.

#### 3.3.1 React Native

React native es un framework de código abierto creado por Facebook que permite desarrollar aplicaciones móviles nativas usando javascript y react, lo que hace que construir la app para IOS y Android. A diferencia de otras soluciones multiplataforma, React Native genera componentes nativos directamente, lo que permite ofrecer un rendimiento y una experiencia de usuario similares a los de las apps desarrolladas de manera completamente nativa.

Para la elección de este framework se consideró lo siguiente:

- **Desarrollo multiplataforma:** React Native nos da la opción de generar código y funcione en ambas plataformas y esta es una ventaja para el desarrollo de una sola fuente.
- **Reutilización de código:** Al compartir componentes y lógica entre plataformas, se facilita el mantenimiento y la escalabilidad de la aplicación.
- **Comunidad y soporte:** Al ser un proyecto de código abierto con una extensa comunidad, existe bastantes recursos, bibliotecas y soporte disponibles, lo que agiliza el proceso de desarrollo y resolución de problemas.

- **Experiencia previa:** El investigador cuenta con experiencia en el uso de React y React Native, lo que facilita su implementación y aprovecha el conocimiento existente para acelerar el desarrollo.

En el contexto del proyecto, React Native permite crear una interfaz de usuario atractiva y responsiva, que mejora la experiencia del usuario y promueve la adopción de la aplicación por parte de los vecinos del distrito.

### 3.3.2 Node.js y NestJS

Para desarrollar el backend o los servicios web de la app, se eligió usar nodejs junto con el framework nestjs

Nodejs es un entorno que permite ejecutar javascript en el servidor. Esta pensado para crear aplicaciones con buen rendimiento y que puedan escalar fácilmente. Se opto por las siguientes razones:

- **Rápido y eficiente:** Gracias a su modelo de entrada / salida no bloqueante y basado en eventos, nodejs es perfecto para apps en tiempo real o con mucho trafico.
- **Un solo lenguaje:** Como se usa javascript tanto en el frontend como en el backend, el desarrollo se vuelve más simple y se puede compartir lógica o fragmentos de código entre ambas partes.

**Nestjs** es un framework moderno para nodejs que usa typescript y toma muchas ideas de angular. Ofrece una estructura modular y escalable, lo que hace más fácil crear aplicaciones de backend sólidas y bien organizadas.

Entre sus principales ventajas están:

- **Arquitectura modular:** Permite dividir el código en módulos, controladores y servicios, lo que facilita su mantenimiento y crecimiento a medida que el proyecto evoluciona.
- **TypeScript:** Al trabajar con tipado estático, se reducen errores y se mejora la calidad del código.
- **Integración con bibliotecas y herramientas:** Se lleva muy bien con muchas bibliotecas de nodejs, lo que permite sumar nuevas funcionalidades sin complicaciones.

En este proyecto nodejs y nestjs se usaron para la construcción del API que conecta la app móvil con nuestra base de datos. Esta API se encarga de manejar

toda la lógica del negocio, proteger los datos y asegurar que todo funcione de forma ordenada y segura.

### 3.3.3 MongoDB

La base de datos que escogió para el proyecto fue Mongodb, un sistema nosql que organiza la información en documentos con un formato json.

Las razones para elegir MongoDB incluyen:

- **Esquemas flexibles:** Permite trabajar con estructura de datos que pueden adaptarse fácilmente, ideal para proyectos donde los requisitos pueden ir cambiando.
- **Buen rendimiento y escalabilidad:** Maneja grandes volúmenes de datos sin problema y ofrece lecturas rápidas.
- **Integración con Node.js:** Se conecta muy bien con Nodejs y esto gracias a librerías como Mongoose lo que nos facilita el trabajo.

En el proyecto, MongoDB almacena información relevante como datos de usuarios, registros de reciclaje, sistema de recompensas y estadísticas, proporcionando una base sólida para la gestión eficiente de los datos.

### 3.3.4 AWS con EC2

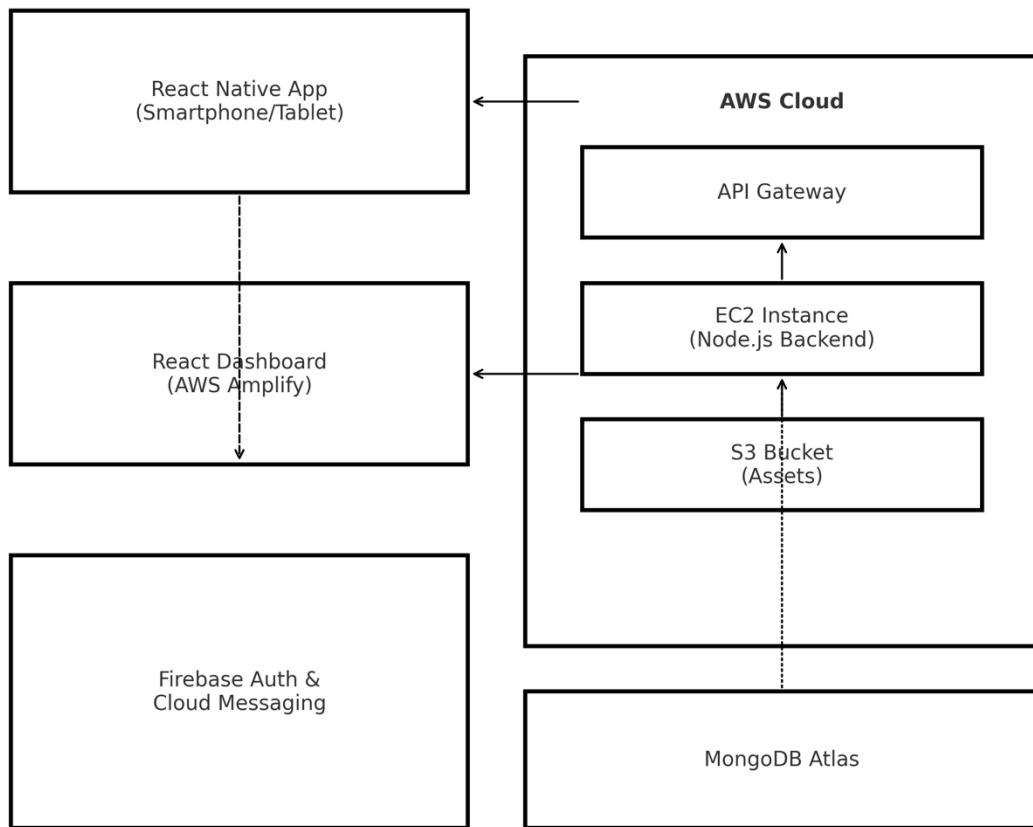
Para alojar el backend y contar con la infraestructura necesaria, se decidió usar Amazon Web Services.

Las razones para elegir AWS y EC2 son:

- **Confiabilidad y disponibilidad:** AWS tienen una infraestructura muy sólida, lo que asegura que la app esté disponible siempre que los usuarios lo necesiten.
- **Escalabilidad:** Con EC2 se puede aumentar o reducir los recursos fácilmente, lo cual es ideal si en algún momento se incrementa el uso de la app.
- **Seguridad:** AWS ofrece varias capas de protección, como control de accesos y cumplimiento de normas, esto nos ayuda a mantener los datos y funcionamiento seguro.
- **Servicios adicionales:** AWS tiene muchos servicios que se pueden integrar más adelante, como el balanceo de carga, almacenamiento en S3

y otros que ayudarían a mejorar la escalabilidad y el rendimiento del sistema.

Se utilizó, EC2 para desplegar el servidor NodeJS, aquí se alojará el API y gestionar el acceso a la base de datos.



*Ilustración 17 Diagrama de Despliegue con componentes de la nube*

### 3.3.5 Notificaciones Push (GCP)

Para enviar notificaciones en la app, se usó FCM, un servicio de Google cloud que permite enviar mensajes a los dispositivos de los usuarios de forma rápida y eficiente:

La ventaja de usar FCM incluyen:

- **Envío de notificaciones en tiempo real:** Permite enviar mensajes y notificaciones a los dispositivos de los usuarios de manera eficiente y confiable.

- **Integración sencilla:** FCM se integra fácilmente con aplicaciones desarrolladas en React Native, facilitando su implementación.
- **Gratis y escalable:** El servicio es gratuito y soporta un gran número de mensajes, lo que es ideal para aplicaciones en crecimiento.

Las notificaciones push son parte clave del proyecto porque ayudan a mantener a los usuarios conectados e informados:

- **Motivar la participación:** Envían recordatorios y mensajes que animan a seguir reciclando
- **Avisar sobre recompensas:** Informa a los usuarios cuando acumulan puntos o tienen premios disponibles.
- **Compartir novedades:** Comunican eventos, actualizaciones y mejoras de la app para que los vecinos estén siempre al tanto.

### 3.3.6 Git y GitHub

Para manejar el control de versiones y organizar el código fuente del proyecto, se usaron Git y GitHub.

**Git** es un sistema de control de versiones distribuido que permite trabajar en equipo, guardar cada cambio hecho en el código y volver a versiones anteriores si es necesario:

- **Seguimiento de cambios:** Permite llevar un registro de todos los cambios hechos en el código, lo que hace más fácil encontrar y corregir errores cuando algo falla.
- **Trabajo en ramas:** Permitir el desarrollo de las nuevas funciones y/o correcciones sin poner en riesgo la versión principal del código.
- **Colaboración:** Facilitar la colaboración entre múltiples desarrolladores (aunque en este proyecto es individual, es una buena práctica para posibles expansiones).

**GitHub** es una plataforma donde se pueden guardar y gestionar proyectos usando git, este también nos ofrece herramientas de trabajo en equipo y gestión de código fuente:

- **Almacenamiento en la nube:** Permite tener el código siempre guardado de forma segura y accesible desde cualquier lugar con internet.

- **Integración continua:** Ofrece la opción de configurar flujos automáticos para probar y desplegar el código cada vez que se hacen un cambio.
- **Documentación y seguimiento de issues:** Cuenta con herramientas útiles para documentar el proyecto y llevar un control de errores tareas o mejoras pendientes.

Para el proyecto el uso de git y en este caso github es importante para:

- **Mantener la integridad del código:** Asegurar que todas las versiones de código estén correctamente almacenadas.
- **Documentar el desarrollo:** Registrar el avance de cada desarrollo, visualizar el cumplimiento de cada necesidad y objetivo.
- **Facilitar futuras colaboraciones:** Esto deja abierta la posibilidad de que otro desarrollador pueda ayudar en la contribución del proyecto.

El uso combinado de estas herramientas y tecnologías permitió crear una app sólida, eficiente y con potencial para crecer, cumpliendo con los objetivos del proyecto. Cada tecnología se eligió con cuidado, tomando en cuenta aspectos como compatibilidad, buen rendimiento, facilidad para trabajar con ellas y la experiencia previa del equipo de desarrollo

React native y nodejs junto a nestjs sirvieron como base fuerte para desarrollar tanto el frontend como el backend de forma rápida y eficiente. Usar mongodb facilitó una gestión de datos flexible y fácil de escalar, mientras que los servicios en la nube de aws y gcp ofrecieron una infraestructura confiable y funcional. Además, que el uso de git junto github ayudó a llevar un buen control de versiones y mantener todo el código bien organizado.

Gracias a estas herramientas fue posible cumplir con los requerimientos del proyecto y dejar todo listo para futuras mejoras o nuevas funcionalidades.

## Capítulo IV – Validación de la propuesta

### 4.1 Introducción

En este capítulo veremos las pruebas que se realizaron para asegurarse de que la app Aquicito y su sistema web funcionara correctamente. El objetivo fue verificar que todo lo que se desarrolló cumpla con los requisitos, que el software tenga buena calidad, detectar posibles errores y ver qué tanto se lograron los objetivos del proyecto.

Para esto se usaron diferentes tipos de pruebas. Por un lado, se hicieron pruebas unitarias para revisar que cada función o componente funcione bien por si solo. También se aplicaron pruebas de integración, donde se probó cómo se conectaban entre si partes importantes de la app, como el registro de usuarios, la generación de código QR o el canje de premios. Por último, se hicieron pruebas de aceptación con usuarios reales para ver que tal era la experiencia de uso.

Además, se recogieron datos tanto cuantitativos como cualitativos mientras se hacían estas pruebas. Con esa información, se generaron estadísticas sobre cuántos errores se detectaron, qué tan seguido se usaban ciertas funciones y qué opinaban los usuarios. Para completar esta parte, se añadieron capturas de pantalla, gráficos y tablas que muestran claramente los resultados y el rendimiento del sistema.

La validación se realizó considerando las tecnologías utilizadas en el desarrollo, tales como React Native para la aplicación móvil, React para el dashboard de administración, MongoDB como base de datos principal y servicios en la nube de AWS y Firebase para la gestión de almacenamiento, autenticación y notificaciones.

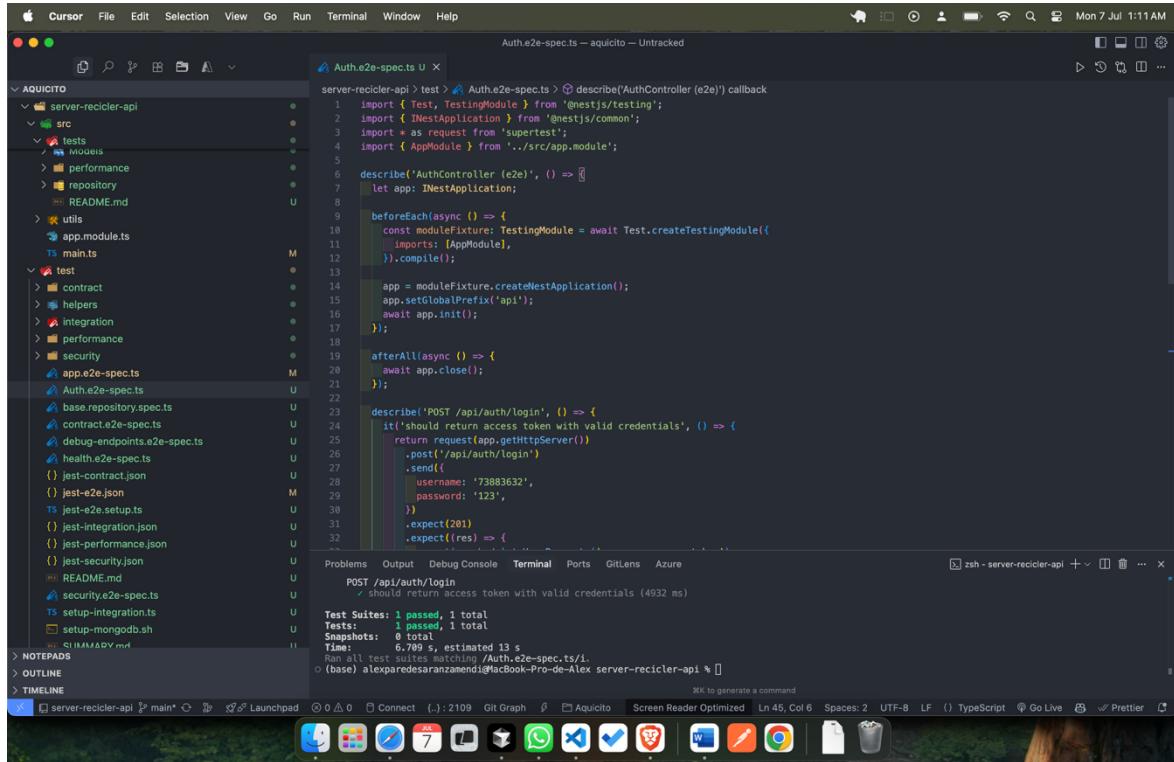
De este modo, el presente capítulo constituye una evidencia del proceso de aseguramiento de calidad de la aplicación y proporciona insumos objetivos para las conclusiones de la investigación.

## 4.2 Tipos de Pruebas

**Pruebas unitarias:** Estas pruebas se hacen sobre partes específicas del sistema, como funciones o componentes individuales, para asegurarse de que cada uno funcione bien por separado. Para esto se usó Jest, que permite crear test unitarios y postman, que sirvió para probar los servicios de forma directa.

## *Ilustración 18 Ejemplo Pruebas unitarias, elaboración propia*

**Pruebas de integración:** Estas pruebas permiten comprobar que los diferentes módulos de la aplicación interactúen de manera adecuada entre sí y que los datos fluyan correctamente a través de los distintos procesos.



```
Auth.e2e-spec.ts
server-recicler-api > test > Auth.e2e-spec.ts > describe('AuthController (e2e)') callback
  1 import { Test, TestingModule } from '@nestjs/testing';
  2 import { INestApplication } from '@nestjs/common';
  3 import * as request from 'supertest';
  4 import { AppModule } from './src/app.module';
  5
  6 describe('AuthController (e2e)', () => {
  7   let app: INestApplication;
  8
  9   beforeEach(async () => {
 10     const moduleFixture: TestingModule = await Test.createTestingModule({
 11       imports: [AppModule],
 12     }).compile();
 13
 14     app = moduleFixture.createNestApplication();
 15     app.setGlobalPrefix('api');
 16     await app.init();
 17   });
 18
 19   afterEach(async () => {
 20     await app.close();
 21   });
 22
 23   describe('POST /api/auth/login', () => {
 24     it('should return access token with valid credentials', () => {
 25       return request(app.getHttpServer())
 26         .post('/api/auth/login')
 27         .send({
 28           username: '738883632',
 29           password: '123',
 30         })
 31         .expect(201)
 32         .expect((res) => {
 33           expect(res).toStrictEqual({
 34             access_token: '...',
 35             user: {
 36               id: '738883632',
 37               name: 'User 1',
 38               email: 'user1@example.com',
 39               role: 'user',
 40             },
 41           });
 42         });
 43     });
 44   });
 45
 46   Test Suites: 1 passed, 1 total
 47   Tests:       1 passed, 1 total
 48   Snapshots:  0 total
 49   Time:        6.789 s, estimated 13 s
 50   Ran all test suites matching /Auth.e2e-spec.ts/
```

zsh - server-recicler-api

Ilustración 19 Pruebas de integración, elaboración propia

**Pruebas de aceptación:** Son pruebas que se hacen desde el punto de vista de los usuarios finales, para ver si todo lo que se desarrolló realmente cumple con lo que se esperaba y si la app funciona como ellos necesitan.

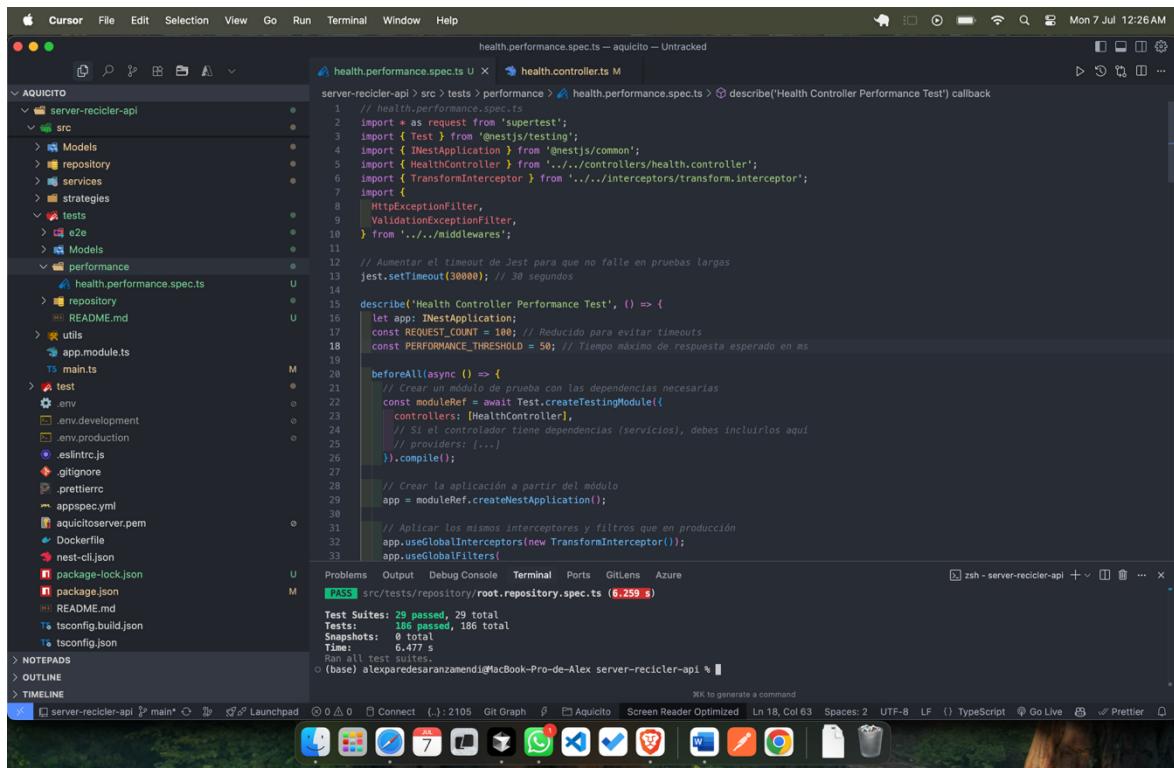
Acta de Aceptación del Cliente		v1.0	Acta de Aceptación del Cliente		v1.0
PROYECTO	FECHA	PROYECTO	FECHA	PROYECTO	FECHA
Aplicación Aquícto	04 de mayo de 2025	Aplicación Aquícto	04 de mayo de 2025	Aplicación Aquícto	04 de mayo de 2025
RESPONSABLE TÉCNICO	RESPONSABLE DEL CLIENTE	RESPONSABLE TÉCNICO	RESPONSABLE DEL CLIENTE	RESPONSABLE TÉCNICO	RESPONSABLE DEL CLIENTE
Alex A. Paredes	Manuel Paredes – Product Owner	Alex A. Paredes	Manuel Paredes – Product Owner	Alex A. Paredes	Manuel Paredes – Product Owner
<b>Funcionalidad</b>					
<b>Recuperar Contraseña</b>					
<b>Criterios de Aceptación</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ • Correo de recuperación enviado tras solicitud.</li> <li>✓ • El enlace de restablecimiento permite definir nueva contraseña.</li> <li>✓ • Mensaje de confirmación de éxito mostrado al usuario.</li> </ul>					
<b>Descripción de la Entrega</b>					
Módulo de recuperación de contraseña (UI móvil + API + correo electrónico).					
<b>Observaciones</b>					
-					
 Firma del Proveedor			 Firma del Cliente		
					

*Ilustración 20 Actas de aceptación - Registro de bolsas, elaboración propia*

Acta de Aceptación del Cliente		v1.0	Acta de Aceptación del Cliente		v1.0
PROYECTO	FECHA	PROYECTO	FECHA	PROYECTO	FECHA
Aplicación Aquícto	04 de mayo de 2025	Aplicación Aquícto	04 de mayo de 2025	Aplicación Aquícto	04 de mayo de 2025
RESPONSABLE TÉCNICO	RESPONSABLE DEL CLIENTE	RESPONSABLE TÉCNICO	RESPONSABLE DEL CLIENTE	RESPONSABLE TÉCNICO	RESPONSABLE DEL CLIENTE
Alex A. Paredes	Manuel Paredes – Product Owner	Alex A. Paredes	Manuel Paredes – Product Owner	Alex A. Paredes	Manuel Paredes – Product Owner
<b>Funcionalidad</b>					
<b>Canje de Premio</b>					
<b>Criterios de Aceptación</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ • Verificación de puntos suficientes antes del canje.</li> <li>✓ • Actualización correcta del stock del premio.</li> <li>✓ • Mensaje de "Canje exitoso!" mostrado al usuario.</li> </ul>					
<b>Descripción de la Entrega</b>					
Módulo de canje de premios (UI móvil + API + control de stock).					
<b>Observaciones</b>					
-					
 Firma del Proveedor			 Firma del Cliente		
					

*Ilustración 21 Actas de aceptación registro de usuarios, elaboración propia*

**Pruebas de rendimiento:** Sirven para medir que tan rápido responde el sistema, cuanta carga puede soportar y cómo se comporta cuando hay muchos usuarios usándolos al mismo tiempo. La idea es asegurarse de que funcione bien en todo momento.



The screenshot shows a macOS desktop environment. In the center is a terminal window with the title 'health.performance.spec.ts — aquicito — Untracked'. The terminal displays Jest test results for 'health.performance.spec.ts' with 29 passed tests and 186 total tests. The background shows a file browser with the project structure of 'server-recicler-api'. The project includes 'src', 'repository', 'services', 'strategies', 'tests', 'e2e', and 'Models' folders. A file named 'health.performance.spec.ts' is open in the editor, showing code for a performance test of a health controller. The code includes imports for 'supertest', 'Test', 'INestApplication', 'HealthController', 'TransformInterceptor', and 'HttpExceptionFilter'. It also includes a 'beforeAll' block to create a testing module and a 'describe' block for the performance test. The terminal also shows other files like 'main.ts', 'test', 'env', 'tsconfig.json', and 'Dockerfile'.

*Ilustración 22 Pruebas de rendimiento, elaboración propia*

## 4.3 Resultados

En esta parte se presentan los datos más importantes que se obtuvieron durante el tiempo que se estuvo probando la app Aquicito. La información salió directamente de la base de datos usando consultas agrupadas y muestra cómo fue el comportamiento de los usuarios y que tanto participaron en el reciclaje y en el uso de las funciones de la app. Estos resultados ayudan a ver si se cumplieron los objetivos y sirven como prueba clara del impacto que tuvo la herramienta.

### 4.3.1 Usuarios registrados por mes

La figura 23 muestra como fue creciendo mes a mes el número de personas que se registraron en la app. Se ve un aumento constante en la cantidad de ciudadanos que descargaron la app y empezaron a usarla, con un pico en el mes

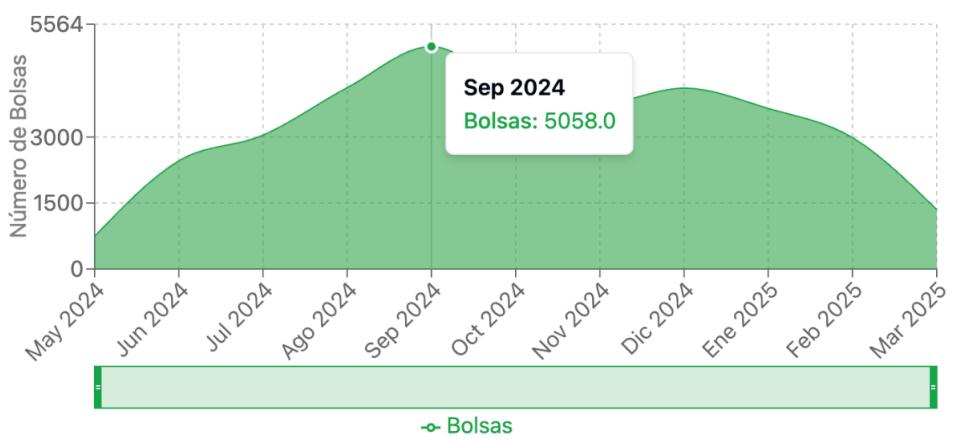
en que se hizo más difusión del programa. Este comportamiento demuestra que la comunidad tenía interés en participar en iniciativas de reciclaje y que las estrategias de promoción funcionaron bien durante el lanzamiento.



*Ilustración 23 Usuarios registrados por mes, elaboración propia*

#### 4.3.2 Bolsas registradas por mes

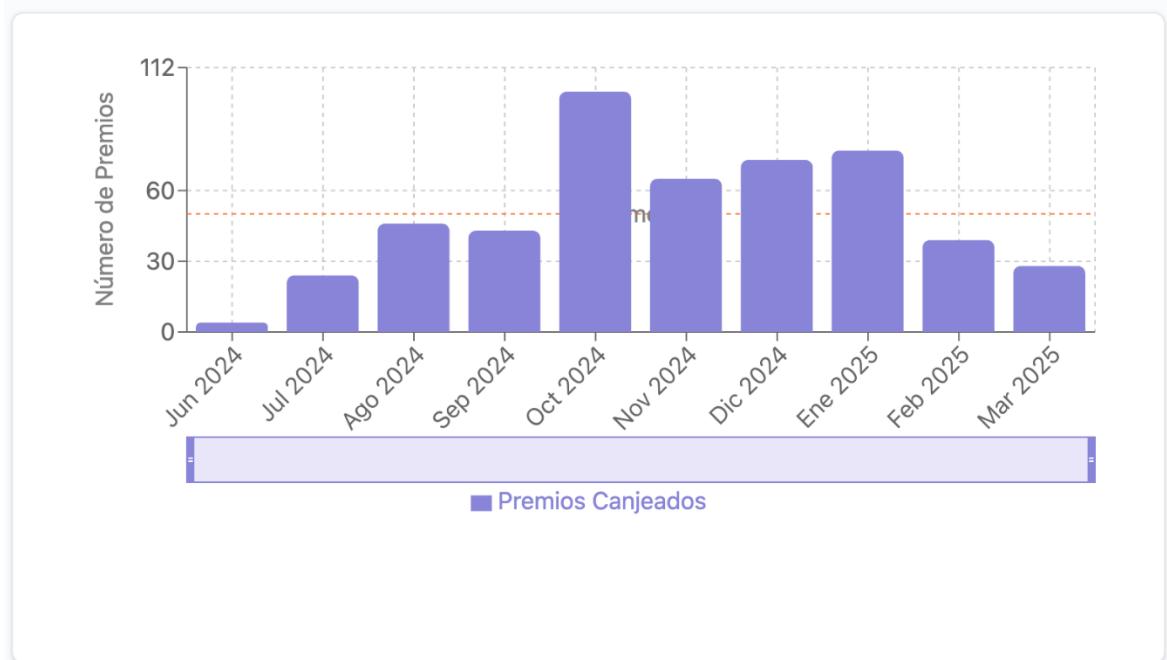
En la figura 24 muestra cuantas bolsas de residuos reciclables registraron los usuarios mes a mes. Este dato ayuda a ver que tanto se usó la función principal de la app, que sirve para llevar el control de lo que se va reciclando. El aumento constante de la cantidad de bolsas registradas indica que los usuarios se fueron adaptando cada vez más con el proceso.



*Ilustración 24 Resultado de bolsas registradas por mes, elaboración propia*

### 4.3.3 Premios canjeados por mes

En la figura 25 se muestra cuantos premios canjearon los usuarios cada mes. Este dato es clave para ver que tan bien funciono el sistema de incentivos que se incluyó en la app, ya que su objetivo era animar a las personas a participar activamente en el reciclaje. El hecho de que los canjes se mantuvieran constantes demuestra que los premios realmente ayudaron a motivar a la gente a separar sus residuos y juntar puntos a manera regular.



*Ilustración 25 Grafico de premios canjeados, elaboración propia*

### 4.3.4 Incidencias registradas por mes

En la figura 26 se puede ver cuantas incidencias fueron reportadas usando el módulo de incidencias dentro del app. Esta función les dio a los usuarios la posibilidad de avisar sobre problemas como basura mal colocada, situaciones que afectaba la limpieza de las calles o temas relacionados con el ambiente y/o app. El uso frecuente de esta opción demuestra que la app también sirvió como un buen canal de comunicación entre los vecinos y las entidades encargadas de cuidar el medio ambiente.



*Ilustración 26 Grafico sobre Incidencias llenadas, elaboración propia*

#### 4.3.5 Análisis comparativo entre el antes y después de la implementación

Antes de la implementación del aplicativo y según el documento PIGARS, el programa de segregación de residuos en Mariano melgar mostraba bajos niveles de participación ciudadana y escasa trazabilidad en la entrega de materiales reciclables. Tras la puesta en marcha de la aplicación, los resultados evidencian un incremento sostenido en el número de usuarios registrados (Ilustración 23), mayor frecuencia en el registro de bolsas (Ilustración 24) y una participación activa en el canje de premios (Ilustración 25). Asimismo, la incorporación del módulo de incidencias permitió mejorar la comunicación del vecino y autoridades. Estos indicadores reflejan un impacto positivo, ya que los datos cuantitativos y cualitativos demuestra que la aplicación motivó a la población a reciclar más y facilitó un control más eficiente de los residuos sólidos en el distrito.

## Capítulo V – Conclusiones

La app Aquicito se desarrolló e implementó por completo, incluyendo funciones como registrar bolsas recicladas, reportar incidencias, un sistema de incentivos y un espacio para comunicarse con los usuarios. Los datos mostraron que cada vez más personas se registraban y que también aumentaba la cantidad de residuos separados. Además, se vio una buena participación en el canje de premios y en los reportes de problemas.

Gracias a la información que se fue recopilando, se pudo definir con claridad que funciones era más importantes y debían estar en la app para responder a las necesidades detectadas.

Desde la investigación inicial revisando los reportes de incidencias, se encontraron varios problemas: mucha gente no sabía como reciclar, no había suficientes incentivos y tampoco había buenos canales para comunicarse. Estos puntos se tomaron en cuenta al momento de diseñar como funcionaría la app.

El desarrollo fue completo y pensado para que funcione bien en distintos dispositivos. Se trabajo una interfaz fácil de usar y un proceso de registro simple. La buena aceptación de la aplicación se ve en el aumento constante de personas que se registran cada mes (Figura 23) y en el uso regular de las funciones principales.

El sistema de puntos y premios se implementó con éxito y ayudo a que los usuarios se sientan más motivados. Como se puede ver en la figura 25, durante los meses de prueba los canjes de premios fueron constantes, lo que demuestra que los incentivos funcionaron bien para animar a la participación.

Para medir el impacto, se revisaron los datos guardados en la base de datos y se compararon mes a mes, observando que la cantidad de bolsas registradas aumentaba (Ver figura 24), y también que el módulo de incidencias se usaba de forma constante (Figura 26). Todo esto muestra que la app ayudó a que más personas participen y que se gestión mejor el tema de los residuos en el distrito.

Al probar el sistema, se pudo comprobar que la app Aquicito logró cumplir con los objetivos que nos propusimos en esta investigación. Al revisar los datos tanto en números como en opiniones, vimos que la herramienta realmente ayudó a que más personas participen en la separación de residuos. Esto fue

posible gracias a que el sistema para registrar las bolsas era fácil de usar y el esquema de incentivos resultó bastante atractivo para los usuarios.

Asimismo, la recopilación de información sobre incidencias y la posibilidad de interacción constante con el sistema reflejan el potencial de la aplicación como un canal de comunicación y educación ambiental en el distrito de Mariano Melgar.

Los datos obtenidos durante la etapa de pruebas sientan las bases para futuras mejoras y optimizaciones que puedan fortalecer el alcance de la solución propuesta, consolidando así su contribución a la gestión integral de residuos y la promoción de prácticas sostenibles en la comunidad.

## Referencias

- [1] Ministerio del Ambiente (MINAM), "Residuos sólidos," 2021. [Online]. Available: <https://www.minam.gob.pe>. [Accessed: 02-Oct-2024].
- [2] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Gestión de residuos y salud pública", 2015. [Online]. Available: <https://www.who.int>. [Accessed: 02-Oct-2024].
- [3] Ministerio del Ambiente (MINAM), "Programa de Valorización de Residuos Sólidos," 2021. [Online]. Available: <https://www.minam.gob.pe>. [Accessed: 02-Oct-2024].
- [4] PIGARS, "Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos 2017-2028," Municipalidad Provincial de Arequipa, Perú, 2017.
- [5] Municipalidad Distrital de Mariano Melgar, "Programa de Segregación en la Fuente de Residuos Sólidos," Plan de Manejo de Residuos Sólidos, Arequipa, Perú, 2012.
- [6] Gerencia Regional de Salud (Geresa), "Informe sobre la calidad del aire y niveles de material particulado en Arequipa," Gerencia Regional de Salud de Arequipa, Perú, 2023.
- [7] ReciclApp, "Descripción de la aplicación y su impacto en el reciclaje ciudadano," ReciclApp, 2020. [Online]. Available: <https://somosreciclapp.com/> [Accessed: 02-Oct-2024].
- [8] Brisbane City Council, "Brisbane Bin and Recycling: Helping Brisbane residents manage waste sustainably," Brisbane City Council, Australia, 2023. [Online]. Available: <https://www.brisbane.qld.gov.au/clean-and-green/rubbish-tips-and-bins/reducing-waste-at-home/brisbane-bin-and-recycling-app> [Accessed: 02-Oct-2024].
- [9] RecycleSmart, "Facilitating Sustainable Waste Management in Australia," RecycleSmart, Australia, 2023. [Online]. Available: <https://www.recyclesmart.com/> [Accessed: 02-Oct-2024].

- [10] Grow Recycling, "Educational App for Children on Recycling and Sustainability," Grow Recycling, 2023. [Online]. Available: <https://www.groplay.com/apps/grow-recycling>: 02-Oct-2024
- [11] Earth911, "Sustainable Waste Management Platform," Earth911, 2023. [Online]. Available: <https://www.earth911.com>. [Accessed: 02-Oct-2024].
- [12] I. Ajzen, From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior, Springer, 1985. 21-Oct-2024
- [13] I. Ajzen, The Theory of Planned Behavior: Frequently Asked Questions, 2020. Disponible en: <https://people.umass.edu/aizen/tpb.faq.html> . 21-Oct-2024
- [14] C. J. Armitage y M. Conner, Efficacy of the Theory of Planned Behavior: A meta-analytic review, British Journal of Social Psychology, 2001. 21-Oct-2024
- [15] P. Sheeran, S. Orbell, Self-schemas and the Theory of Planned Behavior, European Journal of Social Psychology, 21-Oct-2024
- [16] T. Ryu y J. Kim, "Implementation and Effects of the PAYT System in South Korea," Journal of Environmental Management, vol. 255, 2020.
- [17] M. van Dijk y S. Baeyens, "Smart Waste Bins: Enhancing Recycling in European Cities," Waste Management & Research, vol. 39, no. 2, 2021.
- [18] L. Huang et al., "E-waste Management in Taiwan: A Digital Platform Approach," Journal of Cleaner Production, vol. 295, 2021.
- [19] R. Santos, "Mobile Apps for Waste Management: The San Francisco Model," Urban Waste Review, vol. 45, 2022.
- [20] Centro Municipal de Agroecología y Educación Ambiental para los Residuos Orgánicos (CEMAR), Belo Horizonte, Brasil.
- [21] R. Santos, "Mobile Apps for Waste Management: The San Francisco Model," *Urban Waste Review*, vol. 45, pp. 67–75, 2022.
- [22] "De recicladores a proveedores: un proyecto comunitario de reciclaje crea valor en Kenia," Logistics Cluster, 2022. [Online].

Available: <https://www.logcluster.org/es/blog/waste-pickers-suppliers-community-based-recycling-project-create-value-kenya>

- [23] K. Schwaber y J. Sutherland, The Scrum Guide, Scrum Alliance, 2020. [Online]. Available: <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>
- [24] M. Cohn, Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum, Addison-Wesley, 2010.
- [25] S. Newman, Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems, 2nd ed., O'Reilly Media, 2021.
- [26] C. Richardson, Microservices Patterns: With examples in Java, Manning Publications, 2018.