
Informe de Trabajo Final

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Ingeniería de Software

Ciclo 2025 - 2



TB1 Report

Docente: Vera Olivera, David Carlos

1ASI0572 - Desarrollo de Soluciones IoT

NRC: 3355

Startup: CleanWave

Product: Metalix

Team Members:

Member	Code
Roca Huapaya, Orlando Arturo	U201919742
Del Carmen Zorrilla, Ray Alessandro	U202124061
Pardo Zapata, Gustavo Adolfo	U202120347
Cruz Palomino, Adriano Sebastian	U202210697
Mancilla Ordaya, Eduardo Vicente	U202018894
Quiñones Tintaya, Johan Jorge	U202218183

Registro de Versiones del Informe

Esta sección tiene como propósito detallar las actualizaciones significativas realizadas al informe durante su evolución. Se presenta en una página independiente y se organiza en un cuadro con el formato que se muestra a continuación.

Versión	Fecha	Autor	Descripción de modificación
TB1	16/09/2025	Del Carmen Zorrilla, Ray Alessandro	<ul style="list-style-type: none">- Diseñé las entrevistas para recolectar información de usuarios.- Realicé entrevistas al segmento de municipalidades costeras para identificar necesidades y problemáticas.- Segmenté y definí los segmentos objetivo principales del proyecto (bañistas y municipalidades).- Desarrollé el To-Be Scenario Mapping de ambos segmentos, mostrando el flujo ideal de interacción con el sistema.- Redacté y estructuré las User Stories centradas en los bañistas.- Elaboré el Impact Mapping conectando objetivos estratégicos, impactos y entregables.- Organicé y documenté el Product Backlog, priorizando las historias y asignando story points.
		Cruz Palomino, Adriano Sebastian	<ul style="list-style-type: none">- Realicé entrevistas al segmento de municipalidades.- Desarrollé el análisis competitivo identificando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de los competidores.- Propuse estrategias y tácticas frente a competidores para diferenciar la solución.- Elaboré el proceso de Needfinding.- Construí los User Personas representativos de los segmentos clave.- Diseñé la User Task Matrix.- Desarrollé el User Journey Mapping destacando fases y sentimientos del usuario.- Creé el Empathy Mapping para comprender motivaciones y frustraciones.- Documenté el As-is Scenario Mapping, mostrando el flujo actual de interacción con la problemática.- Definí el Ubiquitous Language, estableciendo el lenguaje común del dominio.

Versión	Fecha	Autor	Descripción de modificación
		Quiñones Tintaya, Johan Jorge	<ul style="list-style-type: none"> - Realice entrevista a usuario - Desarrolle el análisis completo de todas las entrevistas - Desarrolle completamente el punto de Tactical-Level Domain-Driven Design para el BD de WasteCollection - Desarrolle completamente el punto de Tactical-Level Domain-Driven Design para el BD de UserIdentification - Desarrolle completamente el punto de Tactical-Level Domain-Driven Design para el BD de RewardManagement - Desarrolle completamente el punto de Tactical-Level Domain-Driven Design para el BD de MunicipalityManagement - Desarrolle completamente el punto de Tactical-Level Domain-Driven Design para el BD de Monitoring & Reporting
		Pardo Zapata, Gustavo Adolfo	<ul style="list-style-type: none"> - Realicé entrevista para el primer segmento objetivo - Elaboré el resumen de mi entrevista dedicada - Desarrollé completamente parte del capítulo 4 - Desarrollé completamente el punto de Strategic-Level Domain-Driven Design - Desarrollé, analicé y completé el punto de EventStorming - Desarrollé completamente el punto de Candidate Context Discovery - Desarrollé completamente el punto de Bounded Context Canvases - Implementé el punto de Context Mapping
		Roca Huapaya, Orlando Arturo	<ul style="list-style-type: none"> - Realicé entrevista para el primer segmento objetivo - Elaboré el resumen de mi entrevista dedicada - Desarrollé completamente parte del capítulo 1 - Desarrollé completamente el punto de Lean UX Process - Desarrollé completamente el punto de Lean UX Problem Statements - Desarrollé completamente el punto de Lean UX Assumptions - Implementé el punto de Lean UX Hypothesis Statements
		Estudiante	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas a usuarios.

Project Report Collaboration Insights

Contenido

Tabla de Contenidos

Registro de versiones del informe

Project Report Collaboration Insights

Contenido

Student Outcome

Capítulo I: Introducción

- 1.1. Startup Profile
 - 1.1.1. Descripción de la Startup
 - 1.1.2. Perfiles de integrantes del equipo
- 1.2. Solution Profile
 - 1.2.1 Antecedentes y problemática
 - 1.2.2 Lean UX Process
 - 1.2.2.1. Lean UX Problem Statements
 - 1.2.2.2. Lean UX Assumptions
 - 1.2.2.3. Lean UX Hypothesis Statements
 - 1.2.2.4. Lean UX Canvas
- 1.3. Segmentos objetivo

Capítulo II: Requirements Elicitation & Analysis

- 2.1. Competidores
 - 2.1.1. Análisis competitivo
 - 2.1.2. Estrategias y tácticas frente a competidores
- 2.2. Entrevistas
 - 2.2.1. Diseño de entrevistas
 - 2.2.2. Registro de entrevistas
 - 2.2.3. Análisis de entrevistas
- 2.3. Needfinding
 - 2.3.1. User Personas
 - 2.3.2. User Task Matrix
 - 2.3.3. User Journey Mapping
 - 2.3.4. Empathy Mapping
 - 2.3.5. As-is Scenario Mapping
- 2.4. Ubiquitous Language

Capítulo III: Requirements Specification

- 3.1. To-Be Scenario Mapping
- 3.2. User Stories
- 3.3. Impact mapping
- 3.4. Product Backlog

Capítulo IV: Solutions Software Design

- 4.1. Strategic-Level Domain-Driven Design
 - 4.1.1. EventStorming
 - 4.1.1.1. Candidate Context Discovery
 - 4.1.1.2. Domain Message Flows Modeling
 - 4.1.1.3. Bounded COntext Canvases
 - 4.1.2. Context Mapping
 - 4.1.3. Software Architecture
 - 4.1.3.1. Software Architecture System Landscape Diagram
 - 4.1.3.2. Software Architecture Context Level Diagrams
 - 4.1.3.3. Software Architecture Container Level Diagrams
 - 4.1.3.4. Software Architecture Deployment Diagrams
- 4.2. Tactical-Level Domain-Driven Design
 - 4.2.X. Bounded Context:
 - 4.2.X.1. Domain Layer
 - 4.2.X.2. Interface Layer
 - 4.2.X.3. Application Layer
 - 4.2.X.4. Infrastructure Layer
 - 4.2.X.5. Bounded Context Software Architecture Component Level Diagrams
 - 4.2.X.6. Bounded Context Software Architecture Code Level Diagrams
 - 4.2.X.6.1. Bounded Context Domain Layer Class Diagrams
 - 4.2.X.6.2. Bounded Context Database Design Diagram

Capítulo V: Solution UI/UX Design

- 5.1. Style Guidelines
 - 5.1.1. General Style Guidelines
 - 5.1.2. Web, Mobile and IoT Style Guidelines
- 5.2. Information Architecture
 - 5.2.1. Organization Systems
 - 5.2.2. Labeling Systems
 - 5.2.3. SEO Tags and Meta Tags
 - 5.2.4. Searching Systems
 - 5.2.5. Navigation Systems
- 5.3. Landing Page UI Design
 - 5.3.1. Landing Page Wireframe
 - 5.3.2. Landing Page Mock-up
- 5.4. Applications UX/UI Design
 - 5.4.1. Applications Wireframes
 - 5.4.2. Applications Wireflow Diagrams
 - 5.4.3. Applications Mock-ups
 - 5.4.4. Applications User Flow Diagrams
- 5.5. Applications Prototyping

Capítulo VI: Product Implementation, Validation & Deployment

- 6.1. Software Configuration Management
 - 6.1.1. Software Development Environment Configuration
 - 6.1.2. Source Code Management

- 6.1.3. Source Code Style Guide & Conventions
- 6.1.4. Software Deployment Configuration
- 6.2. Landing Page, Services & Applications Implementation
 - 6.2.X. Sprint X
 - 6.2.X.1. Sprint Planning 1
 - 6.2.X.2. Sprint Backlog 1
 - 6.2.X.3. Development Evidence for Sprint Review
 - 6.2.X.4. Testing Suite Evidence for Sprint Review
 - 6.2.X.5. Execution Evidence for Sprint Review
 - 6.2.X.6. Services Documentation Evidence for Sprint Review
 - 6.2.X.7. Software Deployment Evidence for Sprint Review
 - 6.2.X.8. Team Collaboration Insights during Sprint
- 6.3. Validation Interviews
 - 6.3.1. Diseño de Entrevistas
 - 6.3.2. Registro de Entrevistas
 - 6.3.3. Evaluaciones según heurísticas
- 6.4. Video About-the-Product

Conclusiones

- Conclusiones y recomendaciones
- Video About-the-Team

Bibliografía

Anexos

Student Outcome

ABET – EAC - Student Outcome 5: La capacidad de funcionar efectivamente en un equipo cuyos miembros juntos proporcionan liderazgo, crean un entorno de colaboración e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos.

Criterio específico		Acciones realizadas	Conclusiones
Trabaja en equipo para proporcionar liderazgo en forma conjunta	TB1	Del Carmen Zorrilla, Ray Alessandro: Durante el desarrollo del proyecto asumí un rol activo en la organización de las tareas y coordinación con mis compañeros. Brindé liderazgo conjunto al proponer la segmentación de los usuarios y en la preparación de las	Como grupo distribuimos las responsabilidades de manera equilibrada en cada capítulo del proyecto, permitiendo que cada integrante asumiera un rol de liderazgo en sus secciones (entrevistas, Lean UX, análisis competitivo, scenario mapping, user stories, arquitectura, entre otros). Esto fomentó un liderazgo compartido,

Criterio específico	Acciones realizadas	Conclusiones
	<p>entrevisas, fomentando la toma de decisiones compartida y asegurando que el equipo avanzara de forma ordenada y alineada a los objetivos.</p>	<p>donde cada miembro guió al resto en su parte y, al mismo tiempo, se apoyó en las ideas de los demás para enriquecer los entregables.</p>
	<p>Cruz Palomino, Adriano Sebastian Durante el avance del proyecto participé activamente en el análisis competitivo y en la propuesta de estrategias y tácticas frente a competidores, aportando ideas y colaborando con mis compañeros para enriquecer los resultados. También contribuí en la construcción de los User Personas, el User Journey Mapping y el Empathy Mapping, trabajando de manera conjunta con el equipo para reflejar las necesidades, motivaciones y experiencias de los usuarios de forma coherente con los objetivos planteados.</p>	
	<p>Quiñones Tintaya, Johan Jorge: En el avance del Análisis de entrevistas, coordine con mis compañeros la construcción de preguntas y la redacción de respuestas en primera persona, de modo que todos pudimos aportar desde distintos enfoques. Del mismo modo, en el desarrollo del Tactical-Level Domain-Driven Design y sus subpuntos por cada bounded context, ejercí el desarrollo completo de sus responsabilidades técnicas (diagramas, definición de capas y modelos).</p>	
	<p>Pardo Zapata Gustavo Adolfo: Durante el desarrollo del proyecto participé en la entrevista al primer segmento objetivo y realicé mi propio resumen. Asumí un rol de liderazgo al desarrollar por completo el capítulo 4, incluyendo Strategic-</p>	

Criterio específico	Acciones realizadas	Conclusiones
	<p>Level Domain-Driven Design, EventStorming, Candidate Context Discovery y Bounded Context Canvases, además de implementar el Context Mapping. Con esto guié al equipo en la aplicación de herramientas estratégicas y técnicas, asegurando coherencia y alineación con los objetivos.</p> <p>Roca Huapaya, Orlando Arturo: Participé en la entrevista al primer segmento objetivo y elaboré mi propio resumen. Lideré el desarrollo del capítulo 1 y asumí la responsabilidad en los apartados del Lean UX Process, como Problem Statements, Assumptions e Hypothesis Statements. De esta forma, ejercí un liderazgo compartido que permitió al equipo tener una base clara y bien estructurada.</p> <p>Estudiante 6: Morbi vel tortor id eros dictum venenatis id ut dui. Mauris quis tellus sed nunc hendrerit vehicula ac id mauris.</p>	
Crea un entorno colaborativo e inclusivo, establece metas, planifica tareas y cumple objetivos.	<p>TB1</p> <p>Del Carmen Zorrilla, Ray Alessandro: Contribuí a crear un entorno colaborativo e inclusivo dentro del equipo, promoviendo la participación de todos y valorando cada propuesta. Establecí metas claras en la elaboración del To-Be Scenario Mapping, Impact Mapping y Product Backlog, planificando tareas de manera conjunta y asegurando que se cumplieran los objetivos en los plazos acordados. Mi aporte se centró en mantener un clima de confianza y compromiso para lograr entregables de calidad.</p>	<p>El equipo trabajó en un entorno colaborativo, valorando las propuestas de todos y asegurando la participación equitativa. Se establecieron metas claras para cada hito (entrevistas, análisis, mapeos, especificaciones y diseño), planificando tareas de forma conjunta y distribuyendo el trabajo según las fortalezas de cada integrante. Gracias a esta organización y compromiso colectivo, se cumplieron los objetivos en los tiempos establecidos, garantizando un proyecto cohesionado y alineado a la solución propuesta.</p>

Criterio específico	Acciones realizadas	Conclusiones
	<p>Cruz Palomino, Adriano Sebastian</p> <p>En esta etapa del proyecto colaboré en la definición de metas y tareas vinculadas al análisis competitivo y al needfinding, aportando insumos que fueron revisados y mejorados en conjunto con mis compañeros. Participé en la planificación de la construcción de los user personas, la user task matrix y los distintos mapeos (user journey, empathy y as-is), cumpliendo con los plazos establecidos y adaptando mis entregables a las observaciones del equipo. Mi contribución ayudó a consolidar un entorno de trabajo colaborativo, donde cada aporte sumó al cumplimiento de los objetivos trazados.</p>	
	<p>Quiñones Tintaya, Johan Jorge:</p> <p>Durante la elaboración del Análisis de entrevistas, fomenté un entorno inclusivo al integrar distintas perspectivas (usuarios, municipalidades y bañistas), garantizando que las voces recogidas se reflejaran en el documento. Asimismo, en el Tactical-Level DDD, establecí junto al equipo metas claras para cada bounded context, planificamos la entrega de diagramas y modelos en fases, y cumplimos con los objetivos trazados de manera organizada, asegurando coherencia entre todas las capas y subpuntos definidos.</p>	
	<p>Pardo Zapata, Gustavo Adolfo:</p> <p>Colaboré en la organización de actividades, promoviendo la participación de todos durante el modelado del dominio. Al desarrollar los puntos estratégicos y tácticos, ayudé a establecer metas claras y a planificar tareas de manera conjunta,</p>	

Criterio específico	Acciones realizadas	Conclusiones
	<p>logrando que los entregables se completaran a tiempo. Fomenté un ambiente de confianza y cooperación que permitió al equipo trabajar de forma inclusiva y orientada a resultados.</p>	
	<p>Roca Huapaya, Orlando Arturo: Fomenté un entorno colaborativo al integrar la visión del usuario en cada etapa del proyecto. Establecí junto a mis compañeros las metas del capítulo 1 y de los apartados Lean UX, planificando tareas y cumpliendo los plazos acordados. Mi participación permitió al equipo avanzar con claridad en los problemas, supuestos e hipótesis, asegurando un trabajo organizado, inclusivo y centrado en los resultados.</p>	
	<p>Estudiante 6: Morbi vel tortor id eros dictum venenatis id ut dui. Mauris quis tellus sed nunc hendrerit vehicula ac id mauris.</p>	

Capítulo I: Introducción

1.1. StartUp Profile

1.1.1. Descripción de la StartUp

CleanWave nace como una startup comprometida con la preservación del medio ambiente y la mejora de la experiencia turística en las playas del Perú. Su propósito es combatir la creciente contaminación ocasionada por residuos metálicos, como latas y envases, que afectan tanto a los ecosistemas marinos como a los bañistas.

A través de su producto **Metalix**, Clean Wave ofrece una solución tecnológica innovadora basada en Internet de las Cosas (IoT), que combina sensores, actuadores y un sistema de recompensas para fomentar el reciclaje responsable. Metalix utiliza sensores inductivos que permiten identificar residuos metálicos en el momento de la disposición, y un lector RFID/NFC que reconoce a cada usuario mediante una tarjeta única. Una vez validado

el material, un servo motor de alta potencia abre la compuerta del recolector, asegurando que solo se depositen metales y evitando la contaminación cruzada.

El sistema no solo promueve el reciclaje, sino que también incentiva la participación ciudadana a través de un programa de recompensas administrado por las municipalidades, donde los puntos acumulados pueden canjearse por beneficios locales. Además, la información recolectada se centraliza en la nube, permitiendo a las autoridades y a la startup monitorear en tiempo real el uso de los recolectores, la cantidad de residuos y la eficiencia del programa.

Misión:

Contribuir a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo de comunidades costeras mediante soluciones tecnológicas que incentiven el reciclaje responsable y fortalezcan la cultura ecológica en el país.

Visión:

Convertirse en la startup líder en soluciones IoT para la gestión de residuos en Latinoamérica, reconocida por su capacidad de innovación, su impacto positivo en la conservación ambiental y su aporte al bienestar de la sociedad.



1.1.2. Perfiles de integrantes del equipo

Foto	Apellidos y Nombres	Código	Carrera	Conocimientos y contribución principal
------	---------------------	--------	---------	--

Foto	Apellidos y Nombres	Código	Carrera	Conocimientos y contribución principal
	Roca Huapaya, Orlando Arturo	U201919742	Ingeniería de Software	Mi contribución al equipo es la experiencia que tengo desarrollando interfaces en React o Vue y servicios de APIs REST en Spring Boot o Laravel. Me enfoco en que el producto sea usable, estable y fácil de desplegar. Además, priorizaré el uso de buenas prácticas en el ciclo de desarrollo del software.
	Pardo Zapata, Gustavo Adolfo	U202120347	Ingeniería de Software	Soy proactivo, colaborativo, organizado, responsable y con habilidades de resolución de problemas. Tengo una excelente capacidad para comunicarme de manera efectiva y clara con los demás miembros de mi equipo y deseo colaborar en todo lo posible con mis demás compañeros en este trabajo. Cuento con conocimiento en JavaScript, Java, Python, C# y SQL.
	Quiñones Tintaya, Johan Jorge	U202218183	Ingeniería de Software	Mi nombre es Johan Jorge Quiñones Tintaya, tengo 19 años y soy estudiante de ingeniería de software en la UPC, cursando el quinto ciclo. He adquirido una base sólida en algoritmos y programación orientada a objetos, lo que me permite enfrentar desafíos de desarrollo con eficacia. Además, me destaco por mi capacidad para trabajar en equipo, manteniendo una comunicación clara y efectiva que facilita la colaboración. Estoy comprometido con mi crecimiento profesional y busco constantemente mejorar mis habilidades para contribuir de manera significativa en proyectos y equipos, ofreciendo soluciones innovadoras.
	Cruz Palomino, Adriano Sebastián	U202210697	Ingeniería de Software	Mi nombre es Adriano Sebastian Cruz Palomino, tengo 20 años, soy alumno de Ingeniería de Software en la UPC, actualmente estoy cursando el 8vo ciclo. Soy una persona curiosa, responsable, y comprometida con mis estudios, siempre busco aprender más y mejorar mis habilidades.
(colocar foto)	Integrante 5	[por completar]	[carrera]	[contribución]

Foto	Apellidos y Nombres	Código	Carrera	Conocimientos y contribución principal
	Del Carmen Zorrilla, Ray Alessandro	U202124061	Ingeniería de Software	Soy una persona creativa, proactiva y resiliente, con gusto por el liderazgo y el apoyo constante a mi equipo. Mi principal contribución es proponer soluciones innovadoras y mantener una comunicación clara que fortalezca la colaboración. Cuento con conocimientos en desarrollo backend, frontend , un acercamiento a aplicaciones móviles y gran interés por el uso de la Inteligencia Artificial en proyectos tecnológicos.

1.2. Solution Profile

Metalix es una iniciativa que fomenta el reciclaje de metales en playas mediante un programa de puntos y recompensas en alianza con las municipalidades. El ecosistema incluye una landing para difusión e inscripción, una app web y una app móvil donde los bañistas se registran, vinculan su tarjeta RFID, consultan su saldo, canjean beneficios y siguen su progreso y ranking. En los puntos de reciclaje, los recolectores Metalix identifican al usuario cuando deposita metal y registran cada evento, habilitando trazabilidad, alertas de llenado y una gestión operativa integral por parte de la municipalidad (usuarios, recompensas y reportes). Con ello, buscamos incrementar la participación ciudadana, reducir residuos en playas y ofrecer información clara para la toma de decisiones, premiando el comportamiento responsable.

1.2.1. Antecedentes y problemática

En las playas de Lima persiste la acumulación de residuos metálicos como latas, tapas y chapas que deteriora la experiencia turística, eleva costos de limpieza y genera riesgos para la salud. Según DIGESA reportó en el verano 2024 que de 131 playas vigiladas, 89 eran “no saludables” principalmente por limpieza y presencia de residuos sólidos, lo que evidencia la magnitud del problema. La solución propuesta, para el reciclaje de metales debe verificar automáticamente que el residuo sea metálico y abrir una compuerta segura para evitar fraudes, también identificar al usuario vía RFID para asignar puntos por municipalidad y habilitar canjes en comercios aliados. El objetivo es incrementar la tasa de reciclaje de metal en temporada alta, recuperar mayor volumen por playa y reducir tiempos y costos de recolección. El alcance y restricciones del piloto se delimitan a 1 o 3 playas de Lima, enfocarnos exclusivamente en el reciclaje de metales en la versión inicial, recompensas gestionadas por cada municipalidad o comercio.

5W + 2H

What (¿qué?)

Acumulación de residuos metálicos en arena como latas, tapas y chapas, esto afecta salubridad y operación municipal en las playas.

When (¿cuándo?)

Todo el año, con picos en temporada de verano y fines de semana.

Where (¿dónde?)

Playas de Lima, áreas de alto tránsito donde se han medido y caracterizado residuos, incluyendo metálicos peligrosos.

Who (¿quién es?)

Bañistas y municipalidades.

Why (¿por qué?)

Infraestructura de residuos insuficiente e inefficientes, falta de incentivos que vincule el acto de reciclar con beneficios y datos útiles para gestión.

How (¿cómo sucede?)

Los visitantes consumen bebidas y dejan latas o chapas en la arena. El estudio de Villacorta-Córdova et al. (2021), publicado en la Revista Científica UNJFSC, evidenció en cuatro playas de la Costa Verde la presencia de 55 objetos metálicos, principalmente latas oxidadas y punzantes en zonas de bañistas, lo que confirma el riesgo para la salud y la convivencia de metales en las playas.

How much (¿cuánto?)

- 89 playas "no saludables" al inicio de verano 2024, principalmente por residuos sólidos en arena.
- En las playas de la Costa Verde se encontraron 55 ítems metálicos, 42% fueron latas de bebidas.

1.2.2. Lean UX Process

1.2.2.1. Lean UX Problem Statements

Ante esta situación nuestra Startup se plantea las siguientes Problem Statements:

PS1:

- **Objetivos actuales del producto:** Mantener las playas seguras para el disfrute turístico y recreativo.
- **Problema:** Los bañistas enfrentan constantemente playas con residuos metálicos como latas, tapas y chapas, lo que genera riesgos de cortes, incomodidad y reduce la calidad de la experiencia turística. Actualmente, no existe un sistema que valide los materiales ni incentive a los usuarios a reciclar.
- **Pregunta solicitud de mejora:** ¿Cómo podemos diseñar un recolector inteligente que valide automáticamente el residuo metálico, identifique al usuario y entregue recompensas inmediatas, incentivando así la participación activa de los bañistas en la limpieza de las playas?

PS2:

- **Objetivos actuales del producto:** Garantizar la salubridad de las playas, optimizar la recolección de residuos y reducir costos de limpieza.
- **Problema:** Las municipalidades gastan recursos elevados en limpieza manual de playas sin contar con datos en tiempo real ni mecanismos de trazabilidad. Esto dificulta la toma de decisiones y el control de rutas de recolección.
- **Pregunta solicitud de mejora:** ¿Cómo podemos proveer a las municipalidades de un sistema IoT que registre en tiempo real los residuos recolectados, emita alertas de llenado y entregue KPIs útiles para

planificar rutas y evaluar el impacto ambiental y económico?

1.2.2.2. Lean UX Assumptions

Business Outcomes

- Aumentar la tasa de reciclaje de metales en playas urbanas de Lima y el volumen recuperado por playa.
- Reducir tiempo y costo de limpieza municipal mediante telemetría y alertas de llenado.
- Conseguir acuerdos con comercios locales para sostener el sistema de canjes y mejorar la adopción.
- Lograr pilotos con 1 o 3 playas por municipio.
- Generar datos confiables como kg y usos, para reportes y toma de decisiones.

User Assumptions (sobre los usuarios)

- Bañistas reciclarán si el proceso es rápido, seguro y reciben beneficios inmediatos.
- Aceptarán usar tarjeta RFID si el registro toma menos de 1 minuto y no solicita datos sensibles.
- Municipalidades adoptarán la solución si muestra ahorros operativos y KPIs claros.

User Outcomes (lo que experimentan/ganan)

- Los bañistas depositan sus latas en segundos, reciben puntos y visualizan sus resultados desde la app.
- Las municipalidades evidencian mejoras de salubridad con métricas.
- Los operadores reducen tiempos de recolección.

Feature Assumptions (sobre funcionalidades)

- Sensor inductivo valida metal con baja tasa de falsos positivos y abre compuerta.
- RFID identifica al usuario y permite la recolección de puntos y canjes en comercios aliados.
- Dashboard municipal con métricas, KPIs y alertas de llenado.
- App web y móvil para registro, puntaje y catálogo de canjes.
- Arquitectura Edge con opción de energía solar para continuidad operativa.

1.2.2.3. Lean UX Hypothesis Statements

- Creemos que aumentaremos la tasa de reciclaje de metales y el volumen recuperado por playa (business outcome) si los bañistas (user) pueden depositar sus latas en segundos y reciben puntos inmediatos (benefit) con sensor inductivo, compuerta y RFID de registro en menos de 1 minuto (feature).

Sabremos que hemos tenido éxito

Cuando al menos el 40% de usuarios registrados realicen mas de 2 depósitos por semana en temporada alta.

- Creemos que incrementaremos la adopción de la app y los canjes (business outcome) si los bañistas (user) visualizan sus puntos y un catálogo de canjes locales claro (benefit) con la app web o móvil y validación de canje en comercios aliados (feature).

Sabremos que hemos tenido éxito.

Cuando la tasa de canje mensual sea mayor o igual al 30% de usuarios activos y se registren mas de 50 canjes por mes.

- Creemos que mejoraremos la satisfacción y la confianza en el sistema (business outcome) si los bañistas (user) perciben que su reciclaje es trazable y antifraude (benefit) con RFID personal, historial en la app y validación de metal antes de abrir la compuerta (feature).

Sabremos que hemos tenido éxito

Cuando 8 de cada 10 usuarios se declaren seguros o muy seguros, y los eventos inválidos no excedan el 5%

- Creemos que reduciremos tiempo y costo de limpieza (business outcome) si las municipalidades (user) reciben alertas de llenado para planificar rutas (benefit) con dashboard municipal (feature).

Sabremos que hemos tenido éxito.

Cuando el tiempo promedio por ruta baje más del 20% y el costo operativo por tonelada baje más del 15% durante 8 semanas de piloto.

- Creemos que fortaleceremos la planificación y la transparencia (business outcome) si las municipalidades (user) confían en KPIs trazables (benefit) con latencia de datos menor de 5 minutos (feature).

Sabremos que hemos tenido éxito

Cuando el dashboard sea consultado semanalmente y se realice más de 1 ajuste de ruta por semana basado en los KPIs.

- Creemos que atraeremos comercios locales (business outcome) si las municipalidades (user) observan ahorros operativos y evidencia de canjes (benefit) con acuerdos de canjes activos (feature).

Sabremos que hemos tenido éxito

Cuando logremos mas de 10 comercios aliados y mas de 50 canjes por mes en el piloto.

1.2.2.4. Lean UX Canvas

<p>What business have you identified that needs help?</p> <p>Los bañistas enfrentan constantemente playas con residuos metálicos como latas, tapas y chapas, lo que genera riesgos de cortes, incomodidad y reduce la calidad de la experiencia turística.</p> <p>Actualmente, no existe un sistema que valide los materiales ni incentive a los usuarios a reciclar.</p>	<p>List product/feature/enhancement ideas that help your target audience achieve the benefits they are seeking.</p> <p>Sensor inductivo valida metal con baja tasa de falsos positivos y abre compuerta.</p> <p>RFID identifica al usuario y permite la recolección de puntos y canjes en comercios aliados.</p>	<p>What changes in customer behavior will indicate you have solved a real problem in a way that adds value to your customers?</p> <p>Aumentar la tasa de reciclaje de metales en playas urbanas de Lima y el volumen recuperado por playa.</p> <p>Reducir tiempo y costo de limpieza municipal mediante telemetría y alertas de llenado.</p> <p>Generar datos confiables como kg y usos, para reportes y toma de decisiones.</p> <p>Lograr pilotos con 1 o 3 playas por municipio.</p>
<p>What types of users and customers should you focus on first?</p> <p>Personas que van a la playa en temporada de verano a disfrutar</p> <p>Personal de la municipalidad encargados de la gestión de residuos en playas.</p>	<p>App web y móvil para registro, puntaje y catálogo de canjes.</p> <p>Dashboard municipal con métricas, KPIs y alertas de llenado.</p>	<p>What are the goals your users are trying to achieve? What is motivating them to seek out your solution?</p> <p>Arquitectura Edge con opción de energía solar para continuidad operativa.</p> <p>Los bañistas depositan sus latas en segundos, reciben puntos y visualizan sus resultados desde la app.</p> <p>Las municipalidades evidencian mejoras de salubridad con métricas.</p> <p>Los operadores reducen tiempos de recolección.</p>
<p>Combine the assumptions from 2, 3, 4 and 5 into the following template hypothesis statement: "We believe that [business outcome] will be achieved if [user] attains [benefit] with [feature]. Each hypothesis should focus on one feature."</p> <p>Creamos que aumentaremos la tasa de reciclaje de metales y el resultado es una playa más limpia (business outcome) si los bañistas depositan sus latas en segundos y reciben puntos inmediatos (benefit) dentro de la aplicación compuerta y RFID de registro en comercios aliados (feature).</p> <p>Creamos que incrementaremos la adopción de la app y los canjes (business outcome) si los bañistas depositan sus latas en segundos y reciben puntos inmediatos (benefit) dentro de la aplicación compuerta y RFID de registro en comercios aliados (feature).</p> <p>Creamos que fortaleceremos la planificación y la transparencia (business outcome) si las municipalidades confían en KPIs trazables (benefit) con la función de reporte con latencia de datos por 5 minutos (feature).</p> <p>Creamos que atraeremos los comercios locales (business outcome) a la aplicación para que las personas que se reciclan se recompensen y las municipalidades (user) observen altos niveles operativos y evidencia de canjes activos (feature).</p> <p>Creamos que aumentaremos el tiempo y costo de limpieza (business outcome) si las municipalidades (user) reciben alertas de llenado para planificar rutinas de limpieza (feature), con dashboard municipal (feature).</p>	<p>For each hypothesis, identify the riskiest assumption. This is the assumption that will cause the entire idea to fail if it's wrong.</p> <p>Los bañistas están realmente motivados a reciclar solo si reciben recompensas inmediatas, no dejarán los residuos en la arena aunque el proceso sea rápido.</p> <p>Los bañistas considerarán suficientemente interesante usar la aplicación para canjear como para usar la app y participar activamente.</p> <p>Los bañistas confiarán en el sistema tecnológico (RFID, validación de metal, historial en app) y no lo percibirán como complicado o inseguro.</p> <p>Las municipalidades efectivamente creerán las alertas de llenado para rediseñar las rutas de limpieza y no seguirán con la recolección manual tradicional.</p> <p>Las municipalidades confiarán en la calidad y exactitud de los datos IoT y tomarán decisiones basadas en estos KPIs, en lugar de verlos como información secundaria.</p>	<p>Brainstorm the types of experiments you can run to learn whether your riskiest assumption is true or false.</p> <p>Prototipo simple en playa + encuesta para validar si bañistas reciclan por recompensas inmediatas.</p> <p>Mockup de dashboard + entrevistas con municipalidades para validar si usarían datos IoT en su gestión.</p>

1.3. Segmentos objetivo

Un informe del Ministerio del Ambiente (Minam, 2025) reportó que en el Perú se generaron 8 994 762 toneladas de residuos sólidos municipales, lo que equivale a un promedio de 24 643 toneladas diarias. Sin embargo, apenas el 2,8 % de estos residuos fueron valorizados mediante procesos de reciclaje o reinscripción en la cadena productiva. Esta realidad evidencia la necesidad urgente de implementar soluciones innovadoras que fomenten el reciclaje y reduzcan la acumulación de residuos, particularmente en las zonas costeras, donde la contaminación metálica afecta tanto al ecosistema marino como a la experiencia turística.

Nuestros principales segmentos objetivo son:

1.3.1 Segmento objetivo 1: Bañistas

Este segmento está conformado por personas que visitan las playas para actividades recreativas y turísticas. Incluye tanto a turistas nacionales como extranjeros, así como a residentes locales. Se caracterizan por su interés en disfrutar de espacios limpios y seguros, y muestran predisposición a participar en iniciativas sostenibles cuando estas incluyen incentivos claros. A través del uso de las tarjetas RFID proporcionadas por las municipalidades —y previamente configuradas por CleanWave— los bañistas pueden acumular puntos cada vez que reciclan residuos metálicos en los recolectores Metalix. Dichos puntos son canjeables por beneficios locales, generando un esquema de gamificación ambiental que refuerza su motivación. Este grupo busca soluciones simples, rápidas y atractivas que les permitan contribuir al cuidado del medio ambiente mientras obtienen recompensas tangibles.

1.3.2 Segmento objetivo 2: Municipalidades costeras

Las municipalidades responsables de la gestión de playas representan un segmento clave, dado que actúan como administradores e implementadores de la solución. Son las encargadas de adquirir las tarjetas RFID de CleanWave, distribuirlas a los bañistas con su propia identidad visual, registrar a los usuarios y gestionar el sistema de recompensas. Asimismo, tienen a su cargo la recolección y reventa de los materiales metálicos depositados en los recolectores, lo que les permite generar ingresos adicionales. Estas instituciones buscan soluciones tecnológicas que les permitan mejorar la limpieza de las playas, reforzar su imagen institucional, atraer turismo sostenible y fomentar la participación ciudadana en iniciativas ambientales.

Capítulo II: Requirements Elicitation & Analysis

2.1. Competidores

2.1.1. Competidores

En el mercado peruano no existen actualmente soluciones IoT específicas para el reciclaje de metales en playas. Sin embargo, es posible identificar competidores indirectos internacionales, que ofrecen tecnologías avanzadas de gestión de residuos aplicadas a contextos urbanos, y referentes locales con iniciativas de reciclaje e incentivos. Estos competidores, aunque no están focalizados en playas, aportan aprendizajes relevantes y representan potenciales amenazas en caso de adaptar sus modelos al ámbito costero.

Los principales competidores seleccionados son:

- **Big Belly Solar**: empresa estadounidense con presencia internacional, reconocida por sus estaciones solares inteligentes que compactan residuos y transmiten datos en tiempo real. Su enfoque principal está en ciudades y espacios urbanos de alto tránsito.
- **Evreka**: startup global que combina hardware IoT y software en la nube para digitalizar la gestión de residuos. Su propuesta se centra en optimizar rutas de recolección y operaciones de limpieza a gran escala en ciudades inteligentes.
- **Ecube Labs**: compañía surcoreana que fabrica compactadores solares y sensores ultrasónicos para monitoreo de residuos, integrados con su plataforma CleanCityNetworks. Sus soluciones tienen amplia adopción en Asia, Norteamérica y Europa.

En comparación, **Metalix** busca diferenciarse al ofrecer un modelo adaptado a playas peruanas, centrado en la recolección de residuos metálicos con incentivos inmediatos a los bañistas, al mismo tiempo que provee datos en tiempo real a las municipalidades costeras.

2.1.1.1. Análisis competitivo

Competitive Analysis Landscape				
¿Por qué llevar a cabo este análisis?	Identificar cómo se posiciona Metalix frente a soluciones internacionales de gestión inteligente de residuos, evaluando fortalezas, debilidades y oportunidades para diferenciarse en el contexto de playas peruanas.			

					
		CleanWave	Big Belly Solar	Evreka	Ecube Labs
Perfil	Overview	Startup peruana que busca mantener limpias las playas con recolectores inteligentes de metales, conectados a una app de incentivos y dashboard municipal.	Empresa estadounidense que fabrica compactadores solares de residuos con monitoreo IoT.	Startup global que ofrece software y hardware IoT para digitalizar la gestión de residuos y optimizar rutas de recolección.	Empresa surcoreana que desarrolla compactadores solares y sensores IoT, integrados con la plataforma CleanCityNetworks.
	Ventaja competitiva ¿Qué valor ofrece a los clientes?	Incentivos inmediatos a bañistas mediante puntos y canjes, además de datos en tiempo real para reducir costos municipales de limpieza.	Reduce la frecuencia de recolección y costos mediante compactación automática.	Ofrece un ecosistema integral para digitalizar toda la cadena de gestión de residuos urbanos.	Monitoreo preciso del llenado de contenedores y optimización de rutas con telemetría avanzada.
Perfil de Marketing	Mercado objetivo	Bañistas, municipalidades costeras y comercios locales aliados.	Municipalidades de ciudades desarrolladas con alto presupuesto.	Gobiernos locales y empresas de gestión de residuos en múltiples regiones.	Municipalidades y operadores urbanos en Asia, EE.UU. y Europa.
	Estrategias de marketing	Campañas ambientales en playas, convenios con comercios, app móvil/web.	Relaciones B2G con gobiernos, contratos de largo plazo.	Participación en ferias de smart cities y alianzas estratégicas.	Expansión global con casos de éxito en smart cities y contratos B2G.
Perfil de	Productos &	Recolector	Compactadores	Sensores IoT,	Compactadores

Producto	Servicios	inteligente de metales en playas, app web/móvil para usuarios y dashboard municipal con métricas.	solares inteligentes y software de gestión.	smart bins, plataforma SaaS para gestión integral.	solares, sensores ultrasónicos IoT y plataforma CleanCityNetworks.
	Precios & Costos	Modelo de bajo costo inicial, sostenido con convenios municipales y comercios aliados.	USD 4,000–6,000 por unidad, alto costo de mantenimiento.	Modelo SaaS + hardware, costo elevado pero escalable.	Modelo SaaS por dispositivo, costo medio-alto según escala y servicios.
	Canales de distribución (Web y/o Móvil)	Landing page, aplicación móvil/web y convenios con municipalidades.	Contratos directos con gobiernos locales.	Plataforma SaaS, apps móviles y hardware IoT distribuido globalmente.	Distribuidores internacionales, contratos B2G, CleanCityNetworks.
Análisis SWOT	Fortalezas	Enfoque único en playas, incentivos inmediatos e innovación IoT accesible.	Tecnología madura, eficiencia probada en ciudades.	Escalabilidad global, integración de software y hardware.	Experiencia internacional, portafolio completo de soluciones IoT.
	Debilidades	Startup nueva, recursos limitados.	Altos costos, poco viable en mercados emergentes.	Dependencia de inversión externa, complejidad de implementación.	Altos costos iniciales y enfoque urbano más que turístico.
	Oportunidades	Conciencia ambiental creciente y turismo sostenible en Perú.	Expansión hacia países en desarrollo interesados en smart cities.	Crecimiento de la demanda global en digitalización de residuos.	Mayor interés mundial en soluciones de smart cities con energías limpias.
	Amenazas	Escasez de financiamiento sostenido y replicabilidad de la idea.	Competencia de soluciones más accesibles y locales.	Entrada de competidores más económicos y especializados.	Competencia de grandes players con más recursos tecnológicos.

2.1.2. Estrategias y tácticas frente a competidores

A partir del análisis competitivo realizado se identificaron las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de los competidores. Esta información resulta esencial para definir cómo diferenciar a Metalix en el mercado y establecer una propuesta de valor sólida.

Fortalezas de los competidores

- Big Belly y Ecube Labs cuentan con tecnología madura y casos de éxito en ciudades internacionales.
- Evreka dispone de un ecosistema integral de software y hardware IoT para gestión de residuos.
- Todos tienen presencia consolidada en el mercado global y experiencia comprobada.

Estrategias y tácticas frente a fortalezas

- **Estrategias:**
 - Diferenciar a Metalix por su enfoque especializado en playas y residuos metálicos, un nicho no cubierto por estos competidores.
 - Comunicar que el producto es más accesible y adaptado a contextos municipales peruanos con recursos limitados.
- **Tácticas:**
 - Desarrollar campañas de marketing que comparen costos y beneficios frente a soluciones internacionales.
 - Presentar pilotos exitosos en playas de Lima para demostrar resultados tangibles en salubridad y reducción de costos.

Debilidades de los competidores

- Alto costo de implementación y mantenimiento (Big Belly y Ecube Labs).
- Complejidad en la adopción tecnológica y dependencia de inversión externa (Evreka).
- Limitada adaptación a contextos turísticos como playas.

Estrategias y tácticas frente a debilidades

- **Estrategias:**
 - Posicionar a Metalix como una solución de bajo costo y rápida implementación.
 - Destacar la simplicidad y usabilidad para operadores municipales y ciudadanos.
- **Tácticas:**
 - Elaborar un modelo de negocio basado en convenios con municipalidades y comercios locales para sostener la operación.
 - Diseñar una interfaz web y móvil intuitiva que reduzca la barrera de entrada tecnológica.

Oportunidades de los competidores

- Creciente interés global por smart cities y sostenibilidad ambiental.
- Posibilidad de expandirse a mercados emergentes con nuevas adaptaciones.
- Aumento de la conciencia ciudadana sobre el reciclaje y la gestión responsable de residuos.

Estrategias y tácticas frente a oportunidades

- **Estrategias:**
 - Aprovechar la ola de sostenibilidad y turismo responsable para posicionar Metalix como solución innovadora para playas.

- Establecer alianzas con municipalidades costeras y comercios locales para ganar legitimidad y tracción.
- **Tácticas:**
 - Participar en convocatorias de innovación ambiental y programas de responsabilidad social empresarial.
 - Integrar métricas de impacto ambiental en el dashboard municipal como valor agregado para informes de sostenibilidad.

Amenazas de los competidores

- Ingreso de soluciones más completas en gestión de residuos que podrían extenderse a playas.
- Evolución tecnológica rápida que vuelva obsoletos los prototipos actuales.
- Cambios en las prioridades municipales que reduzcan la inversión en innovación.

Estrategias y tácticas frente a amenazas

- **Estrategias:**
 - Adoptar un enfoque de innovación continua para mantener la vigencia tecnológica.
 - Asegurar una arquitectura flexible que permita escalar a otros tipos de residuos en el futuro.
 - Mantener relaciones constantes con municipalidades para alinear la propuesta con sus necesidades.
- **Tácticas:**
 - Actualizar periódicamente el software y hardware con mejoras incrementales.
 - Estar presentes en foros, ferias y comités de innovación municipal y ambiental.
 - Desarrollar prototipos modulares que permitan añadir nuevas funcionalidades sin rediseñar todo el sistema.

2.2. Entrevistas

2.2.1. Diseño de entrevistas

Se han establecido preguntas dirigidas a nuestros segmentos objetivo (**Bañistas y Municipalidades costeras**) con el fin de recolectar información cualitativa y cuantitativa que permita construir arquetipos de usuario. Estas entrevistas consideran aspectos demográficos, personales, digitales, así como objetivos, frustraciones y antecedentes relacionados al cuidado ambiental en playas. La información obtenida servirá para validar la propuesta de valor de **Metalix** y orientar su diseño de acuerdo con las necesidades reales de los usuarios.

Características demográficas

- ¿Cuál es su nombre?
- ¿Cuál es su edad?
- ¿Cuál es su género?
- ¿En qué ciudad y distrito reside?
- ¿Cuál es su estado civil?
- ¿Con quién vive actualmente (solo/a, familia, amigos)?
- ¿A qué se dedica actualmente?

Características personales y sociales

- ¿Cómo describiría su personalidad (ejemplo: sociable, innovador, tradicional, responsable)?
- ¿Qué habilidades considera que le representan en su vida personal o laboral?
- ¿Qué marcas, servicios o personas suelen influir en sus hábitos de consumo o en sus decisiones cotidianas?

Dispositivos y canales digitales

- ¿Qué dispositivos utiliza con mayor frecuencia (celular, laptop, smartwatch, etc.)?
- ¿Qué aplicaciones o herramientas digitales son las que más usa en su día a día?
- ¿Qué redes sociales o canales digitales utiliza más para informarse o interactuar?

Objetivos y frustraciones (contexto de playa y sostenibilidad)

- Cuando piensa en una playa ideal, ¿qué espera encontrar o experimentar? (ejemplo: limpieza, seguridad, tranquilidad, servicios organizados).
- ¿Qué situaciones en la playa le generan más frustración o incomodidad? (ejemplo: basura, falta de tachos, poca participación de autoridades o bañistas).
- ¿Qué cree que debería mejorar en la experiencia de visitar o gestionar playas en el Perú?

Biografía o antecedentes

- ¿Ha participado antes en iniciativas de reciclaje, programas municipales o proyectos de cuidado ambiental? ¿Cómo fue su experiencia?
- ¿Qué experiencias previas influyen en su visión actual sobre la importancia del cuidado ambiental en espacios públicos como las playas?

Segmento 1: Bañistas (turistas y pobladores locales)

Preguntas sobre su experiencia

- ¿Con qué frecuencia visita las playas?
- ¿Suele consumir bebidas enlatadas u otros productos metálicos durante su estancia en la playa?
- ¿Conoce o ha usado antes algún sistema de reciclaje en playas u otros espacios públicos?
- ¿Qué tipo de beneficios le motivarían a participar en un sistema de reciclaje (descuentos, premios, sorteos, etc.)?
- ¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar una tarjeta RFID para registrar sus puntos de reciclaje?

Preguntas sobre los desafíos y problemas

- ¿Con qué frecuencia percibe suciedad o presencia de residuos metálicos en la playa que visita?
- ¿Cómo afecta esta contaminación su experiencia en la playa?
- ¿Qué opina sobre los esfuerzos actuales de las municipalidades para mantener las playas limpias?
- ¿Ha tenido dificultades para encontrar tachos de reciclaje en playas?

Deseos del usuario

- ¿Qué beneficios le gustaría recibir a cambio de reciclar residuos metálicos en la playa?
- ¿Considera atractivo un sistema que premie con puntos cada acción de reciclaje?
- ¿Qué características le motivarían a participar activamente en un programa de reciclaje gamificado?

Segmento 2: Municipalidades costeras

Preguntas sobre su experiencia

- ¿Cuál es su cargo y cuáles son sus responsabilidades en la gestión de playas?
- ¿Qué estrategias utilizan actualmente para el manejo de residuos metálicos en las playas?
- ¿Han implementado programas de incentivos o campañas de concientización para los bañistas?
- ¿Qué tipo de tecnologías han probado o consideran viables para mejorar la gestión de residuos en playas?

Desafíos y problemas

- ¿Qué dificultades enfrentan en el control de residuos metálicos en zonas turísticas?
- ¿Qué limitaciones tienen los programas de limpieza y recolección actuales?
- ¿Existen obstáculos en cuanto a financiamiento, logística o participación ciudadana para mantener limpias las playas?
- ¿Qué impacto tiene la acumulación de residuos en la imagen turística de la municipalidad?

Deseos del usuario

- ¿Qué mejoras consideran necesarias para optimizar la gestión de residuos metálicos en las playas?
- ¿Qué tipo de incentivos o estrategias cree que motivarían más a los bañistas a participar en programas de reciclaje?
- ¿Le resultaría atractivo un modelo donde puedan revender el material metálico recolectado y, al mismo tiempo, gestionar un sistema de recompensas para los bañistas?

Validación del proyecto (para ambos segmentos)

Al finalizar la entrevista, se presenta al entrevistado la idea del proyecto junto a las principales funcionalidades que posee.

Presentación breve del proyecto:

"Metalix es un recolector inteligente de metales para playas, que combina sensores para validar residuos metálicos, tarjetas RFID configuradas por Metalix para acumular puntos y un sistema de recompensas gestionado por las municipalidades. El objetivo es reducir la contaminación y motivar a los bañistas a reciclar mediante beneficios locales."

Preguntas de validación

- ¿Qué le parece la propuesta de proyecto Metalix?
- ¿Considera que esta solución ayudaría a reducir la contaminación en playas?
- ¿Qué aspecto del proyecto le parece más atractivo?
- ¿Qué beneficios cree que podría aportar un sistema como Metalix a su experiencia como bañista o a la gestión de su municipalidad?
- ¿Qué características adicionales cree que serían necesarias para mejorar la solución?

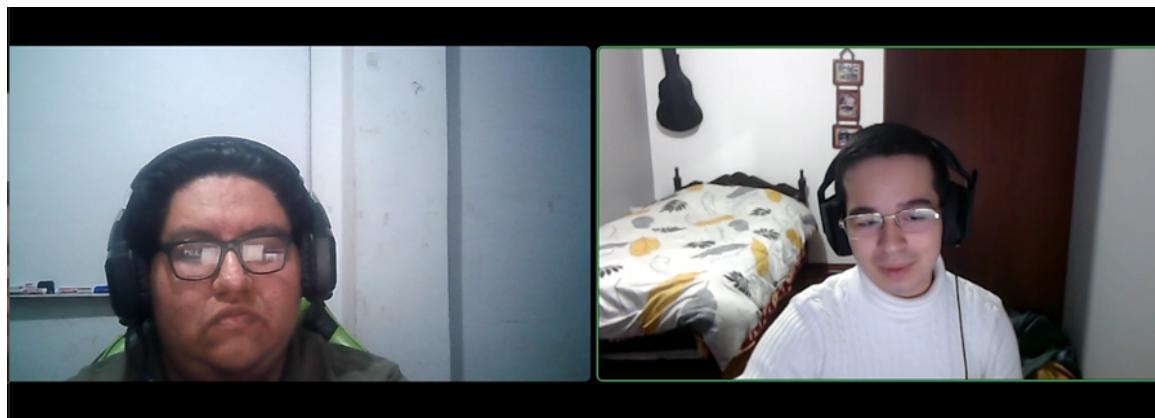
2.2.2. Registro de entrevistas

Segmento: Bañistas

Entrevista 1

- **Nombre del entrevistado:** Renzo Ramos
- **Edad:** 21 años
- **Distrito:** Ventanilla
- **Nombre del entrevistador:** Gustavo Pardo
- **Duración:** 06:09

Evidencia de la entrevista:



Enlace de entrevista: [Ver video](#)

Inicio: 00:17 — **Fin:** 06:15

Resumen de la entrevista:

Renzo Ramos, de 21 años y residente de Ventanilla, visita la playa Costa Azul casi todos los fines de semana, principalmente en verano. Durante su estancia suele consumir bebidas enlatadas como gaseosas y cervezas. Aunque conoce los tachos de reciclaje en parques y/o playas, no los ha utilizado mucho porque no están bien señalizados. Estaría motivado a reciclar si recibe beneficios atractivos como sorteos de productos deportivos o descuentos en restaurantes. Percibe con frecuencia residuos metálicos en la playa, especialmente en temporada alta, lo que afecta su experiencia y puede ser peligroso. Considera insuficientes los esfuerzos municipales de limpieza y que los tachos escasean o están mal ubicados. Estaría dispuesto a usar una tarjeta RFID para registrar puntos siempre que el sistema sea rápido y sencillo. Ve atractivo un programa de reciclaje gamificado con recompensas reales, acumulación de puntos y posibilidad de competir con amigos.

Entrevista 2

- **Nombre del entrevistado:** Carlos Ramírez
- **Edad:** 28 años
- **Distrito:** Santiago de Surco, Lima
- **Nombre del entrevistador:** Orlando Roca
- **Duración:** 04:44

Evidencia de la entrevista:



Enlace de entrevista: [Ver video](#)

Inicio: 07:09 — **Fin:** 11:00

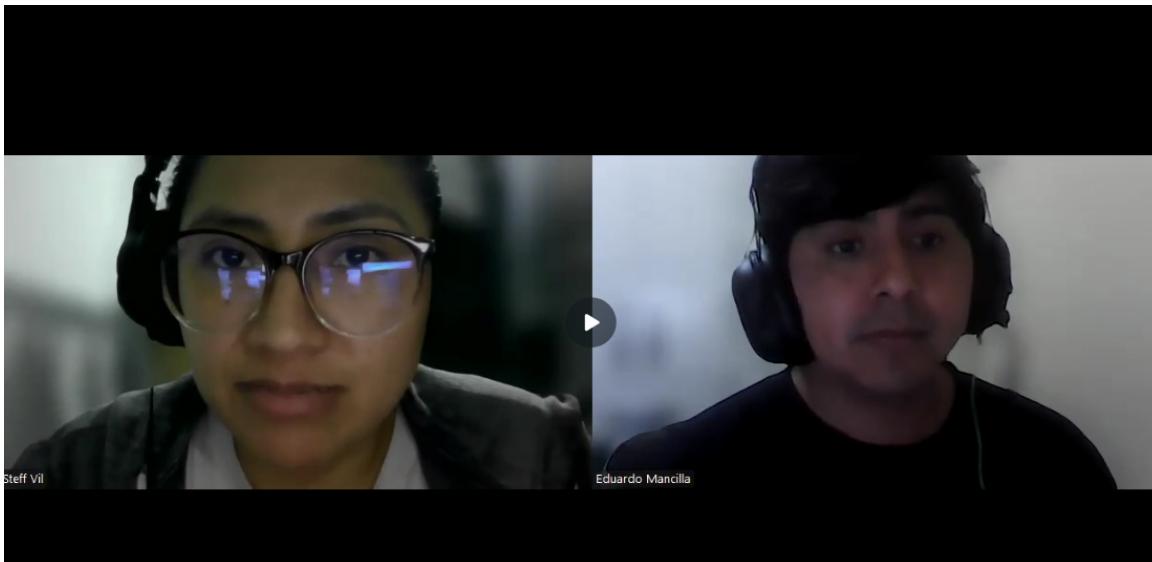
Resumen de la entrevista:

Carlos Ramírez, de 28 años y residente de Surco, visita las playas con frecuencia en verano y ocasionalmente en invierno. Suele consumir bebidas enlatadas, pero señala que casi no hay tachos de reciclaje en playas y que los esfuerzos municipales de limpieza son mínimos. Afirma percibir residuos metálicos con frecuencia, lo cual afecta negativamente la experiencia y transmite descuido ambiental. Estaría motivado a reciclar si recibe beneficios como descuentos en restaurantes, sorteos de productos o entradas, y usaría una tarjeta RFID si el proceso es rápido y sencillo. Considera atractivo un sistema gamificado con recompensas, rankings y competencias con amigos.

Entrevista 3

- **Nombre del entrevistado:** Michelle Villena
- **Edad:** 29 años
- **Distrito:** Santa Anita, Lima
- **Nombre del entrevistador:** Eduardo Mancilla
- **Duración:** 07:17

Evidencia de la entrevista:



Enlace de entrevista: [Ver video](#)

Inicio: 11:11 — **Fin:** 18:19

Resumen de la entrevista:

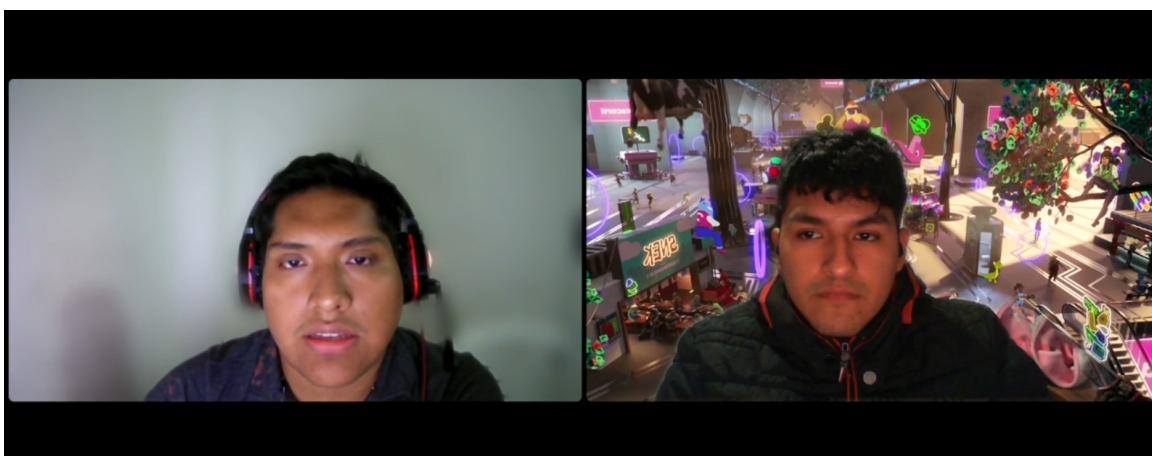
Michelle Villena, de 29 años y residente de Santa Anita, visita las playas con frecuencia en familia; suele consumir bebidas enlatadas, pero observa que casi no hay tachos de reciclaje; estaría motivada a reciclar si recibe beneficios atractivos como descuentos en centros comerciales, se muestra entusiasta a usar una tarjeta RFID siempre que el proceso sea sencillo, y considera atractivo un sistema de recompensas.

Segmento: Municipalidades costeras

Entrevista 4

- **Nombre del entrevistado:** Bruce Cipriano
- **Edad:** 32 años
- **Distrito:** Punta Hermosa, Lima
- **Nombre del entrevistador:** Ray Del Carmen
- **Duración:** 12:12

Evidencia de la entrevista:



Enlace de entrevista: [Ver video](#)

Inicio: 18:35 — **Fin:** 30:38

Resumen de la entrevista:

Bruce Andrés Cipriano Chumbes, jefe de gestión ambiental de la Municipalidad de Punta Hermosa, resaltó su rol en la limpieza de playas, manejo de residuos y liderazgo en campañas de educación ambiental. Se describió como una persona responsable, pragmática y colaborativa, que utiliza tanto laptop como dispositivos móviles (Android e iOS) para la gestión de datos logísticos, apoyándose principalmente en herramientas digitales como Excel y Gmail. Además, recurre a redes sociales como WhatsApp, Facebook, Instagram y X (Twitter) para difundir información turística y comunicados.

En su visión, una playa ideal debe contar con limpieza constante, tachos diferenciados, baños públicos, seguridad, accesibilidad y adecuada señalización. Sus principales frustraciones surgen de la presencia de basura, la escasez de tachos y la baja participación de los bañistas en el cuidado ambiental. Señaló que la continuidad de las campañas es clave, ya que ha observado que los impactos disminuyen cuando estas no se mantienen en el tiempo. Propuso como mejoras una mayor educación ambiental, incentivos para reciclar y la incorporación de tecnologías que optimicen la recolección.

Actualmente, su gestión incluye el uso de tachos diferenciados y convenios con recicladores formalizados, aunque identificó que los residuos metálicos representan un problema particular que afecta la imagen turística y la economía local. Mencionó que una tecnología con sensores para detectar el llenado de tachos sería de gran utilidad. Al conocer el proyecto **Metalix**, lo consideró innovador y atractivo, destacando que incentiva la participación activa de los bañistas, reduce costos de limpieza y fortalece la imagen turística mediante un sistema de recompensas por la recolección de metales.

Entrevista 5

- **Nombre del entrevistado:** Sebastian Cachis
- **Edad:** 26 años
- **Distrito:** San Miguel
- **Nombre del entrevistador:** Adriano Cruz
- **Duración:** 08:02

Evidencia de la entrevista:



Enlace de entrevista: [Ver video](#)

Inicio: 30:45 — **Fin:** 38:36

Resumen de la entrevista:

En la entrevista, Sebastian que es asistente de la coordinación de gestión ambiental de playas explicó que sus principales responsabilidades son la supervisión de labores de limpieza, coordinación de cuadrillas y diseño de estrategias para mantener limpias las playas. Actualmente, la gestión de residuos metálicos se basa en la recolección manual con cuadrillas y el uso de contenedores diferenciados, complementados con campañas de concientización en temporadas de alta afluencia. Sin embargo, enfrentan limitaciones relacionadas con la dependencia de mano de obra, la variabilidad en la participación ciudadana y la falta de incentivos sostenibles. Entre las dificultades destacan la gran cantidad de residuos en eventos turísticos, obstáculos de financiamiento y la presión por mantener una buena imagen turística. Como mejoras, planteó mayor concientización desde la educación temprana, incremento de contenedores en puntos estratégicos, señalización y programas de incentivos económicos o en especie. Además, valoró la posibilidad de implementar un sistema que permita reciclar y revender los residuos metálicos con recompensas para los bañistas, lo cual consideró una solución atractiva y viable si se superan las barreras burocráticas.

Entrevista 6

- **Nombre del entrevistado:** Matos Fernandez, Christian Andre
- **Edad:** 20 años
- **Distrito:** Punta Hermosa
- **Nombre del entrevistador:** Quiñones Tintaya, Johan Jorge
- **Duración:** 07:32

Evidencia de la entrevista:



Enlace de entrevista: [Ver video](#)

Inicio: 38:52 — **Fin:** 46:13

Resumen de la entrevista:

Christian Matos, jefe ambiental de Punta Hermosa, indicó que la limpieza de playas hoy depende de trabajo manual y carece de incentivos y métricas. Reconoce que los residuos metálicos afectan la imagen turística y ve en un recolector inteligente con recompensas una solución sostenible para reducir costos y motivar a los bañistas.

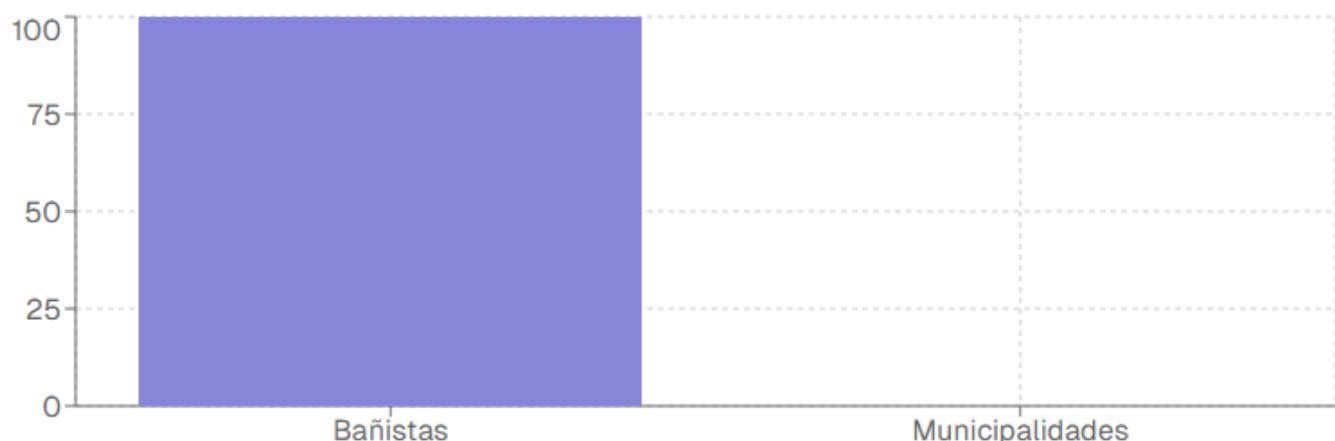
2.2.3. Análisis de entrevistas

Segmento 1: Bañistas

Basado en 3 entrevistas (Renzo Ramos, Carlos Ramírez, Michelle Villena)

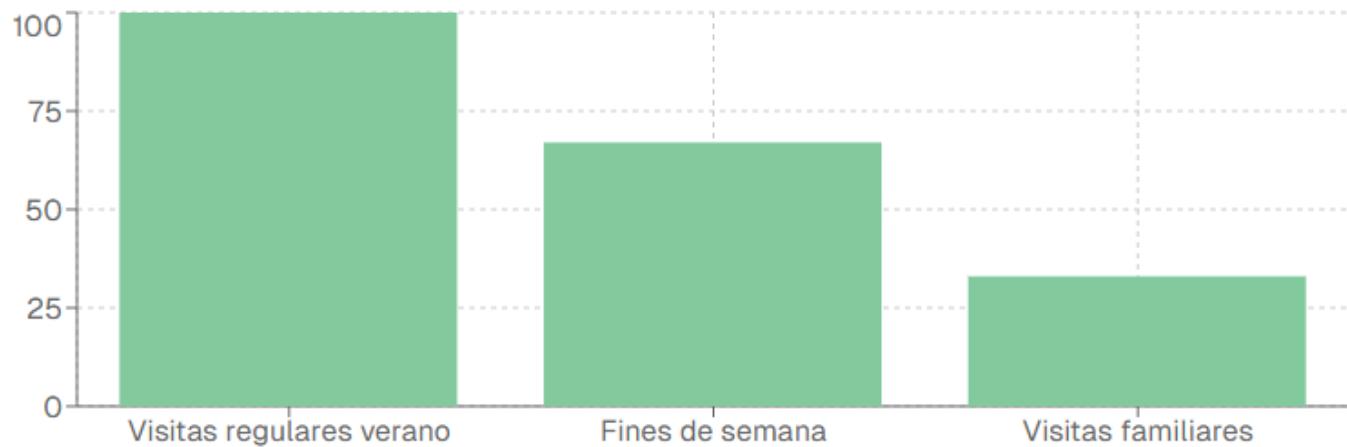
Características Demográficas

El 100% de los entrevistados se encuentra en el rango de 21-29 años, con edad promedio de 26 años. Todos residen en Lima Metropolitana, distribuidos en distritos diversos como Ventanilla, Surco y Santa Anita.



Comportamientos de Consumo

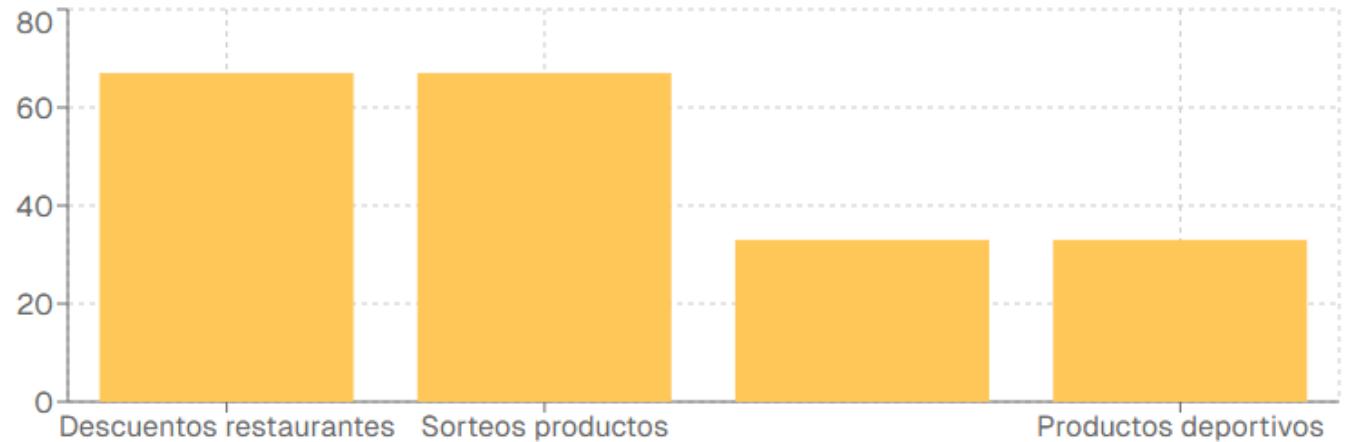
Todos los bañistas visitan playas regularmente durante el verano, con el 67% frecuentando fines de semana y 33% realizando visitas familiares. El 100% consume bebidas enlatadas en la playa, principalmente gaseosas y cervezas.



Percepción del Problema Ambiental

El 100% percibe residuos metálicos frecuentemente y considera que afecta negativamente su experiencia playera. Solo el 33% conoce tachos de reciclaje existentes, pero todos consideran insuficiente la infraestructura actual.

Motivaciones para Reciclar



El 100% está dispuesto a usar tarjeta RFID con la condición de que el proceso sea rápido y sencillo. El 67% muestra interés en gamificación y competencia con amigos.

Características Subjetivas

Jóvenes adultos conscientes del problema ambiental pero requieren incentivos tangibles para participar activamente. Valoran la simplicidad y rapidez en procesos tecnológicos. Motivados por recompensas inmediatas y elementos de competencia social.

La principal barrera no es la falta de conciencia ambiental, sino la ausencia de infraestructura conveniente. La exigencia de procesos rápidos refleja que no están dispuestos a sacrificar tiempo de ocio por actividades de reciclaje.

Segmento 2: Municipalidades Costeras

Basado en 3 entrevistas (Bruce Cipriano, Sebastian Cachis, Christian Matos)

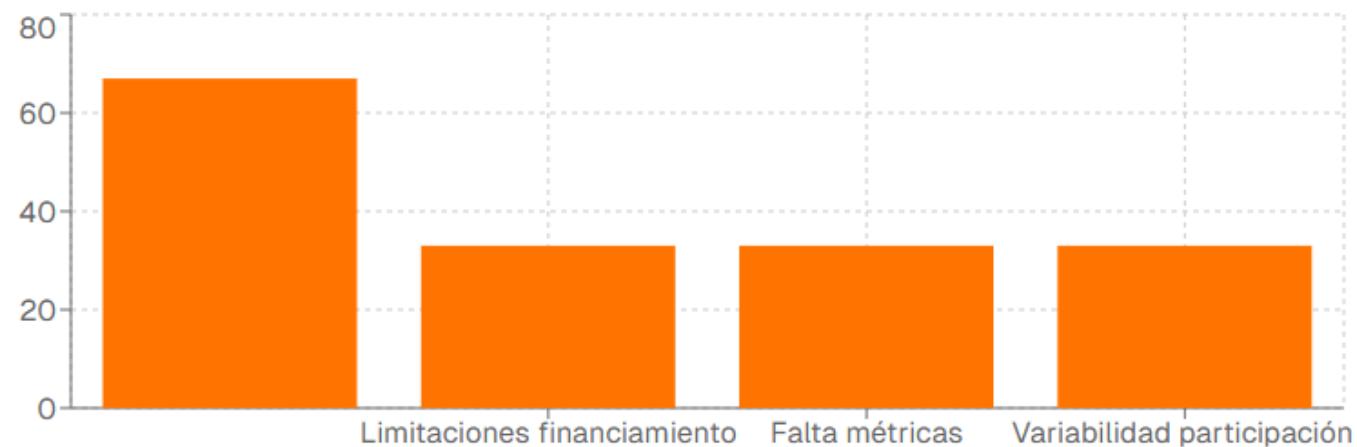
Características Demográficas

Profesionales jóvenes con edad promedio de 26 años (rango 20-32 años). El 100% ocupa cargos de gestión ambiental con experiencia en limpieza de playas. Representan municipalidades costeras de Lima, principalmente Punta Hermosa (67%) y San Miguel (33%).

Métodos Actuales de Gestión

El 100% utiliza recolección manual con cuadrillas. El 67% emplea contenedores diferenciados y campañas de concientización. Solo el 33% tiene convenios con recicladores formalizados y utiliza herramientas tecnológicas básicas como Excel.

Principales Desafíos



El 100% reconoce que los residuos metálicos afectan la imagen turística. El 67% identifica la dependencia de mano de obra como principal desafío, mientras que el 33% menciona limitaciones de financiamiento y falta de métricas.

Recepción del Proyecto Metalix



Características Subjetivas Profesionales con enfoque pragmático y orientación a resultados. Altamente colaborativos y abiertos a innovaciones tecnológicas que optimicen procesos. Conscientes de limitaciones presupuestarias pero motivados por soluciones sostenibles.

Operan bajo múltiples presiones: ciudadanos que demandan playas limpias, autoridades que exigen eficiencia presupuestaria, y operadores turísticos que requieren imagen impecable. Buscan soluciones que generen beneficios múltiples y resultados medibles.

Análisis Comparativo Ambos segmentos comparten visión pragmática del problema ambiental y alta aceptación tecnológica, pero por razones diferentes: bañistas valoran conveniencia, municipalidades valoran eficiencia operativa.

Los bañistas están motivados por beneficios personales inmediatos, mientras municipalidades buscan beneficios institucionales de mediano plazo. Esta divergencia crea oportunidades de sinergia donde la gamificación genera métricas operativas.

Implicaciones para Arquetipos Arquetipo Bañista - "El Recreacionista Consciente": Joven adulto urbano (21-29 años), visitante regular de playas, busca maximizar experiencia de ocio sin comprometer comodidad, requiere incentivos tangibles y procesos simples.

Arquetipo Municipal - "El Optimizador Pragmático": Profesional joven (20-32 años) en gestión ambiental, busca optimizar recursos operativos, demostrar resultados cuantificables, implementar soluciones sostenibles de largo plazo.

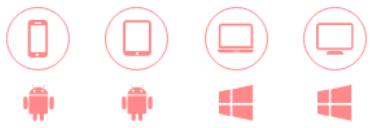
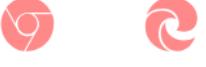
Metodología: Análisis cualitativo con cuantificación de patrones recurrentes

2.3. Needfinding

2.3.1. User Personas

Se presentan los perfiles de los bañistas y de los miembros de municipalidades costeras que interactuarán con nuestra solución. Estos perfiles son esenciales para comprender sus motivaciones, frustraciones y necesidades, lo que permitirá diseñar un sistema IoT que incentive el reciclaje de residuos metálicos en playas y optimice la gestión municipal de limpieza.

Segmento 1: Bañistas

NAME	MARKET SIZE	TYPE
Luis Fernández	 40 %	Artisan
	Goals	
	<ul style="list-style-type: none"> Disfrutar de playas limpias y seguras: Visitar la playa sin preocuparse por residuos que afecten su experiencia o representen un riesgo físico. Reciclar rápido y sin complicaciones: Desea que el proceso sea ágil y sencillo, evitando pasos burocráticos o sistemas engorrosos. Obtener recompensas inmediatas: Espera recibir puntos o canjes que pueda usar en comercios locales como parte de un beneficio tangible por reciclar. 	
Demographic	Background	
<p>♂ Male 25 years</p> <p>📍 Lima, Perú</p> <p>Single</p> <p>Analista Junior</p>	<p>Luis es un joven profesional que trabaja de lunes a viernes en oficina. Durante los fines de semana y feriados aprovecha su tiempo libre para ir a las playas de la Costa Verde con amigos, practicar deportes acuáticos y relajarse. Suele consumir bebidas en latas cuando pasa largas jornadas en la arena. Ha notado que la experiencia se ve afectada por la presencia de chapas, tapas y latas oxidadas en la arena, lo que no solo incomoda, sino que también genera riesgos de cortes y accidentes. Aunque tiene una actitud positiva hacia el cuidado ambiental, no participa activamente en programas de reciclaje porque considera que la mayoría de estos no son prácticos ni le generan un beneficio inmediato.</p>	
Skills	Motivations	Frustrations
<p>Uso de tecnología móvil</p>  <p>Conciencia ambiental</p>  <p>Participación en programas de reciclaje</p>  <p>Influencia en su grupo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Cuidar el medio ambiente de manera práctica: Quiere aportar a la limpieza de las playas, siempre que el proceso sea sencillo. Recibir beneficios tangibles: Le interesa obtener descuentos o premios en comercios aliados que justifiquen su esfuerzo por reciclar. Participar en iniciativas modernas: Se siente motivado por sistemas tecnológicos e innovadores que conectan su estilo de vida digital con acciones ecológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de residuos metálicos en la arena: Encuentra restos como chapas y latas que afectan su experiencia en la playa. Falta de incentivos claros: Los sistemas de reciclaje actuales no le motivan a participar. Desconfianza en la efectividad municipal: Percebe que la limpieza no es eficiente y que las playas vuelven a ensuciarse rápidamente.
	Technology	Browsers
		

Segmento 2: Miembros de Municipalidades Costeras

NAME	MARKET SIZE	TYPE
Carlos Ramírez	 70 %	Rational
	<h3>Goals</h3> <ul style="list-style-type: none"> Mantener playas saludables y certificadas: Implementar soluciones innovadoras para asegurar que las playas estén limpias y libres de residuos peligrosos. Optimizar el uso de recursos municipales: Reducir el gasto en personal de limpieza y logística operativa mediante sistemas automatizados e información en tiempo real. Mejorar la planificación de rutas y operativos: Acceder a datos confiables sobre recolección de residuos para optimizar horarios, personal y maquinaria. Fortalecer la imagen del distrito: Posicionar la gestión municipal como moderna, sostenible y alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). 	
<h3>Demographic</h3> <p>Male 42 years</p> <p>Lima, Perú</p> <p>Married</p> <p>Gerente de Servicios Municipales</p>	<h3>Background</h3> <p>Luis es un joven profesional que trabaja de lunes a viernes en oficina. Durante los fines de semana y feriados aprovecha su tiempo libre para ir a las playas de la Costa Verde con amigos, practicar deportes acuáticos y relajarse. Suele consumir bebidas en latas cuando pasa largas jornadas en la arena. Ha notado que la experiencia se ve afectada por la presencia de chapas, tapas y latas oxidadas en la arena, lo que no solo incomoda, sino que también genera riesgos de cortes y accidentes. Aunque tiene una actitud positiva hacia el cuidado ambiental, no participa activamente en programas de reciclaje porque considera que la mayoría de estos no son prácticos ni le generan un beneficio inmediato.</p>	
<h3>Skills</h3> <p>Gestión administrativa</p>  <p>Adopción de nuevas tecnologías</p>  <p>Toma de decisiones estratégicas</p>  <p>Orientación al servicio ciudadano</p> 	<h3>Motivations</h3> <ul style="list-style-type: none"> Reducir costos operativos: Disminuir el gasto en limpieza manual y en rutas de recolección ineficientes. Tener información en tiempo real: Contar con KPIs confiables que permitan planificar de manera estratégica y demostrar impacto. Innovar en la gestión municipal: Incorporar soluciones IoT que modernicen la administración. Promover la sostenibilidad: Mostrar a vecinos y turistas que el distrito apuesta por iniciativas ecológicas y tecnológicas. 	<h3>Frustrations</h3> <ul style="list-style-type: none"> Altos costos en limpieza manual: Los operativos intensivos durante la temporada alta consumen gran parte del presupuesto anual. Falta de datos precisos: Carece de métricas claras sobre cantidad y tipo de residuos recolectados. Quejas ciudadanas frecuentes: Los bañistas perciben que la playa sigue sucia, pese a los esfuerzos municipales. Limitaciones burocráticas: Dificultad para justificar nuevas inversiones tecnológicas frente a regidores o ministerios.
	<h3>Technology</h3> 	<h3>Browsers</h3> 

2.3.2. User Task Matrix

En esta sección se presenta el **User Task Matrix**, que concentra las tareas que los User Persona (que representan a cada segmento) realizan actualmente para cumplir sus objetivos. Estas tareas existen

independientemente del desarrollo de una solución tecnológica, y han sido identificadas a partir de observaciones en playas urbanas de Lima y entrevistas exploratorias con bañistas y personal municipal.

Se han considerado dos segmentos principales:

- **Bañistas:** Personas que acuden a las playas urbanas por recreación y consumo social, y que generan residuos metálicos durante su estancia.
- **Municipalidades costeras:** Instituciones responsables de la limpieza, mantenimiento y seguridad en playas, con limitaciones de presupuesto y procesos mayormente manuales.

Tareas	Bañistas		Municipalidades costeras	
	Frecuencia	Importancia	Frecuencia	Importancia
Llevar y consumir bebidas enlatadas en la playa	Alta	Alta	–	–
Buscar un contenedor para depositar residuos metálicos	Media	Alta	–	–
Guardar residuos hasta encontrar un tacho o dejarlos en la arena	Media	Alta	–	–
Quejarse por la suciedad de la playa (redes sociales o verbalmente)	Baja	Media	–	–
Organizar cuadrillas de limpieza manual	–	–	Alta	Alta
Colocar y supervisar contenedores básicos en zonas concurridas	–	–	Alta	Alta
Coordinar recolección con camiones municipales	–	–	Alta	Alta
Estimar volumen de residuos de forma manual (sin datos precisos)	–	–	Alta	Media
Responder a quejas de vecinos o turistas	–	–	Media	Alta
Elaborar reportes agregados de limpieza para justificar presupuesto	–	–	Alta	Alta
Difundir información general sobre campañas de limpieza o reciclaje	Baja	Media	Media	Alta

Análisis de tareas

- Los **bañistas** suelen generar residuos metálicos (latas, tapas, chapas) en la playa. Aunque consideran importante desecharlos correctamente, la falta de infraestructura y de incentivos deriva en comportamientos poco sostenibles, como dejar residuos en la arena.
- Las **municipalidades costeras** concentran sus esfuerzos en la limpieza manual y en la logística de recolección sin contar con datos en tiempo real. Esto genera mayores costos y menor eficiencia en la planificación de rutas y recursos.

- Las tareas más frecuentes e importantes en ambos segmentos son:
 - Para **bañistas**: disponer de residuos metálicos en contenedores adecuados.
 - Para **municipalidades**: organizar cuadrillas, coordinar recolección y justificar presupuestos.
- La principal diferencia está en la **capacidad de acción**: mientras los bañistas se limitan a la disposición de residuos, las municipalidades deben garantizar la limpieza general y rendir cuentas con pocos recursos tecnológicos.

2.3.3. User Journey Mapping

El User Journey Mapping muestra cómo bañistas y municipalidades viven hoy la experiencia de reciclaje en playas. Permite identificar sus metas, emociones y dificultades en cada fase, destacando oportunidades para que Metalix simplifique el depósito de residuos metálicos y ofrezca datos útiles para la gestión municipal.

Segmento 1: Bañistas



Segmento 2: Miembros de Municipalidades Costeras



2.3.4. Empathy Mapping

El Empathy Map ayuda a comprender lo que los bañistas y funcionarios municipales piensan, sienten, ven, dicen y hacen respecto al reciclaje. Así se identifican frustraciones como la falta de tachos diferenciados o de métricas confiables, y motivaciones como recibir recompensas inmediatas o reducir costos de limpieza.

Segmento 1: Bañistas

<p>1.WHO are we empathizing with?</p> <p>Personas jóvenes y adultas que visitan playas urbanas.</p> <p>Buscan descanso, diversión y seguridad.</p> <p>Usuarios finales del sistema de reciclaje en playas.</p>	<p>7.What do they THINK and FEEL?</p> <p>“<i>Creen que la limpieza depende de la municipalidad.</i></p> <p><i>Se sienten frustrados al no ver cambios reales.</i></p> <p><i>Les preocupa la seguridad por objetos metálicos en la arena.</i></p> <p><i>Se motivan con la idea de obtener recompensas inmediatas.</i></p>	<p>2.What do they need to DO?</p> <p>Desechar latas y chapas de manera rápida y sencilla.</p> <p>Acceder a recolectores visibles y cercanos.</p> <p>Recibir recompensas inmediatas por reciclar.</p> <p>Sentirse parte de una acción colectiva que mejora la playa.</p>
<p>6.What do they HEAR?</p> <p>Comentarios de que reciclar no sirve de nada.</p> <p>Mensajes de campañas municipales esporádicas.</p> <p>Promociones de negocios locales sin relación al reciclaje.</p> <p>Advertencias familiares sobre higiene y seguridad.</p>		<p>3.What do they SEE?</p> <p>Playas con basura metálica en la arena.</p> <p>Tachitos comunes sin separación de residuos.</p> <p>Campañas de limpieza poco visibles.</p> <p>Otros bañistas que dejan la basura en cualquier lugar.</p>
<p>5.What do they DO?</p> <p>Consumen bebidas y dejan envases en la arena.</p> <p>Caminan hasta un tacho si está cerca.</p> <p>Usan el celular constantemente en la playa.</p> <p>Comparten quejas o fotos en redes sociales.</p>		
<p>PAINS</p> <p>Playas sucias que arruinan la experiencia.</p> <p>Riesgo de accidentes con latas y chapas.</p> <p>Falta de motivación para reciclar.</p> <p>Percepción de que su esfuerzo no tiene impacto.</p>	<p>GAINS</p> <p>Recolectores inteligentes visibles y accesibles.</p> <p>Validación automática y recompensas inmediatas.</p> <p>Seguridad y limpieza en la playa.</p> <p>Orgullo por formar parte de una acción colectiva.</p>	<p>4.What do they SAY?</p> <p>“<i>Si reciclar fuera fácil, lo haría siempre.</i></p> <p><i>Ojalá hubiera un beneficio por reciclar.</i></p> <p><i>La playa sigue sucia aunque hay tachos.</i></p> <p><i>Es peligroso que mis hijos jueguen con latas oxidadas.</i></p>

Segmento 2: Miembros de Municipalidades Costeras

<p>1.WHO are we empathizing with?</p> <p>Funcionarios municipales responsables de limpieza y gestión ambiental.</p> <p>Supervisores de programas de residuos sólidos en playas.</p> <p>Decisores que manejan presupuestos limitados y alta presión ciudadana.</p>	<p>7.What do they THINK and FEEL?</p> <p>“ Piensan que el sistema actual es ineficiente y caro. Se sienten presionados por autoridades y vecinos. Desean contar con indicadores claros y confiables. Temen invertir en tecnología sin resultados garantizados.”</p>	<p>2.What do they need to DO?</p> <p>Reducir costos de limpieza en temporada alta.</p> <p>Obtener datos confiables y en tiempo real.</p> <p>Justificar presupuestos con evidencia clara.</p> <p>Mostrar resultados visibles a vecinos y autoridades.</p>
<p>6.What do they HEAR?</p> <p>Quejas ciudadanas sobre playas sucias.</p> <p>Informes de DIGESA sobre playas “no saludables”.</p> <p>Comentarios en redes sociales criticando la gestión.</p> <p>Propuestas de proveedores de soluciones tecnológicas.</p>		<p>3.What do they SEE?</p> <p>Playas abarrotadas con basura metálica en la arena.</p> <p>Recolectores tradicionales sin trazabilidad.</p> <p>Vecinos que reclaman constantemente por la limpieza.</p> <p>Soluciones tecnológicas percibidas como costosas o complejas.</p>
<p>5.What do they DO?</p> <p>Contratan cuadrillas de limpieza manual en verano.</p> <p>Ubican tachos básicos en puntos de alta afluencia.</p> <p>Elaboran reportes manuales en Excel.</p> <p>Publican comunicados generales en redes o prensa local.</p>		
<p>PAINS</p> <p>Altos costos de limpieza manual.</p> <p>Falta de datos objetivos en tiempo real.</p> <p>Baja confianza ciudadana en la gestión.</p> <p>Dificultad para justificar presupuestos.</p>	<p>GAINS</p> <p>Optimizar rutas con alertas de llenado.</p> <p>Reducir costos con recolectores inteligentes.</p> <p>Contar con KPIs y reportes automáticos.</p> <p>Mostrar logros y mejorar la imagen de gestión.</p>	<p>4.What do they SAY?</p> <p>“ “Necesitamos optimizar los recursos de limpieza.” “La gente no recicla porque no hay incentivos.” “Es difícil demostrar resultados sin datos objetivos.” “El presupuesto no alcanza para cubrir toda la temporada.””</p>

2.3.5. As-Is Scenario Mapping

El As-Is Scenario Mapping describe la situación actual sin Metalix: bañistas que muchas veces dejan residuos en la arena y municipalidades que dependen de limpieza manual sin datos en tiempo real. Esto permite resaltar los puntos de dolor que nuestra solución IoT busca resolver.

Segmento 1: Bañistas

Steps	Buscar un lugar donde botar los residuos metálicos.	Depositar los residuos en un tacho común (si está cerca).	Dejar los residuos en la arena si no encuentran tachos accesibles.	Percibir que la playa sigue sucia aunque ellos reciclen.
Doing	Miran alrededor buscando tachos de basura.	Caminan hasta el tacho más cercano y botan todo mezclado.	En muchos casos, dejan la basura junto a sus cosas o en la arena.	Se quejan o publican en redes sociales sobre la suciedad de la playa.
Thinking	"¿Dónde boto esto? No veo tachos diferenciados."	"Seguramente igual mezclan todo después."	"Caminar hasta un tacho es una molestia."	"La playa sigue igual de sucia, aunque yo recicle."
Feeling	Frustración al no encontrar tachos adecuados.	Desconfianza en el proceso de reciclaje.	Comodidad al optar por dejar la basura cerca.	Resignación o enojo al ver la playa contaminada.

Segmento 2: Miembros de Municipalidades Costeras

Steps	Programar brigadas de limpieza manual en las playas.	Coordinar con personal operativo y cuadrillas de limpieza.	Transportar los residuos recolectados hacia puntos de acopio.	Consolidar reportes generales sobre el estado de las playas y gastos operativos.
Doing	Movilizar trabajadores municipales en horarios de alta concurrencia.	Usar herramientas básicas (rastillos, bolsas) para recolectar residuos.	Gestionar camiones recolectores y rutas fijas.	Preparar informes manuales sobre toneladas recolectadas y horas-hombre invertidas.
Thinking	"El proceso es demasiado costoso y lento."	"No tenemos datos en tiempo real que respalden decisiones."	"Necesitamos justificar el presupuesto ante los ciudadanos y la alcaldía."	"Es difícil demostrar impacto ambiental positivo sin métricas claras."
Feeling	Frustración por los altos costos de limpieza.	Cansancio al enfrentar que los residuos regresan cada semana.	Preocupación por la mala percepción ciudadana ("playas sucias").	Presión política para mantener playas limpias en temporada alta.

2.4. Ubiquitous Language

Para garantizar que todo el equipo y los actores involucrados utilicen los mismos términos, se define un lenguaje ubicuo del dominio del reciclaje de metales en playas. Este lenguaje sirve como base para la

comunicación, la redacción de historias de usuario y el modelado del sistema.

- **Usuario:** actor del sistema que puede ser un *Bañista* o un *Representante Municipal*.
- **Bañista:** visitante de la playa que genera residuos metálicos y participa en el programa de reciclaje acumulando puntos.
- **Municipalidad:** organización responsable de la limpieza de playas y administración del sistema de reciclaje en su jurisdicción.
- **Recolector inteligente:** contenedor IoT que valida si el residuo es metálico, registra al usuario y envía datos en tiempo real.
- **Residuo metálico:** objeto válido para el reciclaje dentro del sistema (latas, tapas, chapas).
- **Evento de reciclaje:** acción registrada cuando un bañista deposita un residuo metálico en un recolector.
- **Puntos:** unidad de valor que se otorga a los bañistas por cada residuo reciclado y que puede acumularse por municipalidad.
- **Recompensa:** beneficio que puede canjear un bañista con sus puntos en comercios aliados.
- **Canje:** proceso por el cual los puntos acumulados se convierten en una recompensa.
- **Dashboard municipal:** panel de control para que la municipalidad supervise recolectores, métricas y reportes de reciclaje.
- **Telemetría:** información generada por los recolectores (nivel de llenado, peso estimado, frecuencia de uso).
- **Alerta de llenado:** notificación que indica que un recolector ha alcanzado un umbral definido y requiere recolección.

Capítulo III: Requirements Specification

3.1. To-Be Scenario Mapping

En esta sección se describe el escenario futuro esperado tras la implementación de Metalix, mostrando cómo la experiencia de los bañistas y de las municipalidades se transforma gracias al sistema. A través del To-Be Scenario Mapping se proyecta un flujo optimizado, donde cada paso integra acciones, pensamientos y emociones positivas, evidenciando cómo la solución propuesta resuelve los puntos de dolor identificados en el escenario actual (As-Is) y genera valor tanto ambiental como social.

Segmento objetivo 1: Bañistas

Steps	Depositar residuo metálico en el tacho	Ver puntos estimados en pantalla	Reclamar con tarjeta RFID	Confirmación "Gracias"	Revisar en la app	Canjear recompensa (si aplica)
Doing	Introduce la lata/metal en la boca del recolector	Mira el display del recolector con los puntos calculados	Acerca su tarjeta al lector para acreditar los puntos	Lee el mensaje: "Gracias, +X puntos acreditados"	Abre la app y consulta su saldo, historial y ranking	Selecciona recompensa
Thinking	"Es fácil, solo tengo que depositar el residuo aquí."	"Ahora sé exactamente cuántos puntos ganaré."	"Me aseguro de que los puntos se sumen a mi cuenta personal."	"Excelente, ya quedó registrado correctamente."	"Puedo ver mi progreso y lo que he reciclado."	"Puedo obtener beneficios reales por mis acciones."
Feeling	Tranquilidad al saber que hay un lugar adecuado.	Confianza al recibir información clara en el momento.	Seguridad al tener control del proceso y propiedad de sus logros.	Alegria al recibir un mensaje positivo y motivador.	Orgullo al comprobar su impacto y motivación por seguir participando.	Satisfacción y gratificación inmediata al recibir un premio tangible.

Segmento objetivo 2: Municipalidades costeras

Steps	Configurar programa	Monitorear recolectores	Recibir y priorizar alertas	Planificar rutas	Revisar y exportar reportes	Comunicar resultados
Doing	Crear/editar recompensas y parámetros desde el sistema	Revisar dashboard con ubicación, ocupación y estado	Validar alertas de llenado o fallos en el sistema	Generar rutas óptimas de camiones según ocupación	Descargar KPIs sobre peso, frecuencia y zonas	Publicar logros ambientales y reconocer a basistas destacados
Thinking	"Debemos ofrecer incentivos que realmente motiven a los basistas."	"Ahora tengo visibilidad en tiempo real de cada recolector."	"Puedo atender los recolectores críticos primero."	"Reduciremos costos y tiempos en la recolección."	"Tenemos evidencia sólida para sustentar presupuestos."	"La comunidad verá que estamos innovando y cuidando las playas."
Feeling	Compromiso al diseñar un programa que aporte valor a la comunidad.	Confianza al contar con datos actualizados y accesibles.	Tranquilidad al anticipar problemas y no esperar quejas ciudadanas.	Satisfacción al mejorar la eficiencia y ahorrar recursos.	Seguridad y confianza al poder justificar decisiones con datos claros.	Orgullo institucional y alegría al mostrar impacto positivo.

3.2. User Stories

En esta sección, se presenta las User Stories diseñadas que cumplen con las necesidades de los usuarios finales.

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
EP-01	Difusión y captación (Landing Page)	Como visitante, quiero acceder a un sitio web público con información clara de Metalix, para conocer beneficios, municipalidades y opciones de contacto.	Escenario 1: Visualización general de la landing Dado que un visitante accede al sitio, Cuando ingresa a la URL principal, Entonces visualiza una landing con secciones de características/beneficios, municipalidades participantes, preguntas frecuentes y formulario de contacto.	—

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-01	Ver municipalidades participantes	<p>Como visitante, quiero ver las municipalidades adheridas al programa, para saber si mi distrito participa y dónde.</p>	<p>Escenario 1: Listado disponible Dado que el usuario está en la sección "Municipalidades", Cuando consulta el contenido, Entonces se muestran las municipalidades con nombre y distrito.</p> <p>Escenario 2: Sin registros Dado que no hay municipalidades registradas, Cuando el usuario consulta, Entonces aparece el mensaje "Próximamente".</p>	EP-01
HU-02	Ver recompensas destacadas	<p>Como visitante, quiero visualizar recompensas de ejemplo, para entender el valor del programa y motivarme a participar.</p>	<p>Escenario 1: Visualización de recompensas Dado que el usuario accede a la sección "Beneficios", Cuando consulta el contenido, Entonces se muestran recompensas con nombre y puntos requeridos.</p> <p>Escenario 2: Sin recompensas Dado que no existen recompensas registradas, Cuando el usuario consulta, Entonces aparece "Aún no hay recompensas disponibles".</p>	EP-01
HU-03	Conocer proceso para obtener tarjeta RFID	<p>Como visitante, quiero conocer los pasos para obtener mi tarjeta de reciclaje, para empezar a usar el sistema y acumular puntos.</p>	<p>Escenario 1: Visualización del proceso Dado que el usuario accede a la sección "Obtén tu tarjeta", Cuando revisa el contenido, Entonces visualiza los pasos del proceso y las municipalidades asociadas.</p>	EP-01

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-04	Consultar FAQ y enviar contacto general	<p>Como visitante, quiero resolver dudas frecuentes y enviar consultas generales, para recibir información y soporte oportuno.</p>	<p>Escenario 1: Consulta de FAQ</p> <p>Dado que el usuario accede a la sección "FAQ", Cuando la consulta, Entonces se muestran preguntas y respuestas vigentes.</p> <p>Escenario 2: Envío de contacto exitoso</p> <p>Dado que el usuario completa el formulario con datos válidos, Cuando hace clic en "Enviar", Entonces se muestra una confirmación visual del envío.</p> <p>Escenario 3: Error por datos incompletos</p> <p>Dado que el usuario no completa los campos obligatorios, Cuando intenta enviar el formulario, Entonces se muestra un mensaje indicando los campos faltantes.</p>	EP-01

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-05	Registrar interés municipal	<p>Como representante de municipalidad, quiero registrar una solicitud de adhesión, para que la empresa evalúe mi incorporación y me contacte.</p>	<p>Escenario 1: Registro exitoso Dado que el representante completa el formulario con datos válidos, Cuando envía la solicitud, Entonces el sistema registra la solicitud y muestra confirmación.</p> <p>Escenario 2: Error de validación Dado que el representante deja campos obligatorios vacíos o inválidos, Cuando intenta enviar la solicitud, Entonces el sistema muestra mensajes de error de validación.</p>	EP-01

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
EP-02	Acceso seguro a la plataforma	<p>Como usuario, quiero registrarme, iniciar sesión, recuperar contraseña y cerrar sesión de forma segura, para acceder a funcionalidades personalizadas y proteger mi información.</p>	<p>Escenario 1: Autenticación exitosa</p> <p>Dado que soy un usuario en la aplicación,</p> <p>Cuando ejecuto la acción de inicio de sesión o registro de manera correcta,</p> <p>Entonces mis datos se guardan o validan satisfactoriamente</p> <p>Y se muestra un mensaje de éxito.</p> <p>Escenario 2: Autenticación fallida</p> <p>Dado que soy un usuario en la aplicación,</p> <p>Cuando ejecuto la acción de inicio de sesión o de registro con datos incorrectos,</p> <p>Entonces se muestra un mensaje de error detallado</p> <p>Y no se completa la transacción.</p>	-

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-06	Registro de cuenta	<p>Como visitante, quiero crear una cuenta como bañista o municipalidad, para acceder a la aplicación según mi rol.</p>	<p>Escenario 1: Registro exitoso</p> <p>Dado que ingreso datos válidos,</p> <p>Cuando ejecuto la acción de registro,</p> <p>Entonces se crea la cuenta y se muestra confirmación.</p> <p>Escenario 2: Correo duplicado</p> <p>Dado que el correo ya está registrado,</p> <p>Cuando intento registrarme,</p> <p>Entonces aparece el mensaje "correo ya registrado".</p> <p>Escenario 3: Contraseña débil</p> <p>Dado que ingreso una contraseña que no cumple los requisitos de seguridad,</p> <p>Cuando intento registrarme,</p> <p>Entonces se muestra un mensaje con los requisitos mínimos.</p>	EP-02
HU-07	Inicio de sesión	<p>Como usuario, quiero iniciar sesión con mis credenciales, para acceder a mi panel según mi rol.</p>	<p>Escenario 1: Inicio de sesión exitoso</p> <p>Dado que ingreso credenciales válidas,</p> <p>Cuando ejecuto la acción de inicio de sesión,</p> <p>Entonces accedo a mi panel según mi rol.</p> <p>Escenario 2: Credenciales inválidas</p> <p>Dado que ingreso credenciales inválidas,</p> <p>Cuando intento iniciar sesión,</p> <p>Entonces se muestra un mensaje de error y permanece la vista de login.</p>	EP-02

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-08	Recuperar contraseña	<p>Como usuario, quiero recuperar mi contraseña por correo, para restablecer el acceso a mi cuenta.</p>	<p>Escenario 1: Solicitud válida Dado que ingreso un correo válido y registrado, Cuando solicito la recuperación, Entonces recibo un enlace temporal para restablecer la contraseña.</p> <p>Escenario 2: Correo no registrado Dado que ingreso un correo no registrado, Cuando solicito la recuperación, Entonces se muestra un mensaje de error indicando que el correo no existe.</p>	EP-02
HU-09	Cerrar sesión	<p>Como usuario, quiero cerrar sesión, para proteger mi cuenta en dispositivos compartidos.</p>	<p>Escenario 1: Cierre de sesión exitoso Dado que tengo una sesión activa, Cuando ejecuto la acción de cerrar sesión, Entonces el sistema invalida el token de sesión y me redirige al login.</p>	EP-02

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
TS-01	API de autenticación con JWT	<p>Como developer, quiero exponer endpoints de registro, login y logout seguros, para garantizar autenticación protegida basada en JWT.</p>	<p>Escenario 1: Emisión de token</p> <p>Dado credenciales válidas,</p> <p>Cuando el backend autentica al usuario,</p> <p>Entonces retorna un JWT con expiración definida.</p> <p>Escenario 2: Acceso a ruta protegida sin token</p> <p>Dado una petición sin token o con token inválido,</p> <p>Cuando intenta acceder a una ruta protegida,</p> <p>Entonces responde con 401 Unauthorized.</p> <p>Escenario 3: Almacenamiento seguro de contraseña</p> <p>Dado una contraseña enviada en registro o cambio,</p> <p>Cuando se persiste en la base de datos,</p> <p>Entonces queda almacenada con <i>hash</i> seguro (p. ej., <i>bcrypt</i>).</p>	EP-02

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
EP-03	Gestión de perfil de usuario	<p>Como usuario, quiero editar datos básicos de mi perfil, para mantener la información actualizada.</p>	<p>Escenario 1: Acceso a la vista de perfil Dado que tengo una sesión activa, Cuando accedo a la sección "Mi perfil", Entonces visualizo mis datos personales y de contacto disponibles para edición.</p> <p>Escenario 2: Persistencia de cambios Dado que edito uno o más campos válidos, Cuando guardo los cambios, Entonces el sistema persiste la información y muestra una confirmación de éxito.</p>	-
HU-10	Editar perfil	<p>Como usuario, quiero actualizar datos personales y de contacto, para mantener mi información vigente en la plataforma.</p>	<p>Escenario 1: Edición exitosa Dado que ingreso datos válidos en los campos editables, Cuando guardo los cambios, Entonces se actualiza la información y se muestra una confirmación.</p> <p>Escenario 2: Error de validación por campos obligatorios Dado que dejo campos obligatorios vacíos o con formato inválido, Cuando intento guardar los cambios, Entonces se muestran mensajes de error indicando los campos a corregir.</p>	EP-03

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
EP-04	Incentivos y recompensas para bañistas	<p>Como bañista, quiero asociar mi tarjeta RFID, consultar puntos, canjear recompensas y revisar mi historial, para participar activamente y obtener beneficios por reciclar.</p>	<p>Escenario 1: Acceso al panel de incentivos</p> <p>Dado que tengo sesión activa,</p> <p>Cuando ingreso a "Incentivos",</p> <p>Entonces visualizo accesos a registrar tarjeta, consultar puntos, canjear recompensas y ver historial.</p> <p>Escenario 2: Trazabilidad de puntos</p> <p>Dado que he realizado eventos de reciclaje,</p> <p>Cuando consulto mi historial y saldo,</p> <p>Entonces el sistema muestra movimientos con fecha, municipalidad y puntos acreditados, y refleja el total actualizado.</p>	-
HU-11	Registrar tarjeta RFID	<p>Como bañista, quiero asociar mi tarjeta RFID a mi cuenta, para acumular puntos automáticamente al reciclar.</p>	<p>Escenario 1: Asociación exitosa</p> <p>Dado que la RFID no está asociada,</p> <p>Cuando ejecuto el registro de tarjeta,</p> <p>Entonces la tarjeta queda vinculada a mi cuenta y se muestra confirmación.</p> <p>Escenario 2: Tarjeta ya asociada</p> <p>Dado que la RFID ya está vinculada a otra cuenta,</p> <p>Cuando intento registrarla,</p> <p>Entonces se rechaza la acción y se informa el motivo.</p>	EP-04

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-12	Consultar puntos por municipalidad	<p>Como bañista, quiero consultar mis puntos acumulados por municipalidad, para conocer mi avance en cada jurisdicción.</p>	<p>Escenario 1: Visualización de tabla</p> <p>Dado que accedo a "Mis puntos",</p> <p>Cuando consulto,</p> <p>Entonces visualizo una tabla con municipalidad y puntos acumulados.</p> <p>Escenario 2: Sin registros</p> <p>Dado que no tengo movimientos,</p> <p>Cuando consulto,</p> <p>Entonces aparece el mensaje "Sin registros".</p>	EP-04
HU-13	Ver saldo total	<p>Como bañista, quiero consultar mi saldo total de puntos, para saber cuánto puedo canjear.</p>	<p>Escenario 1: Cálculo de saldo</p> <p>Dado que accedo a "Mi saldo",</p> <p>Cuando consulto,</p> <p>Entonces visualizo el total actualizado que corresponde a mis puntos disponibles.</p>	EP-04
HU-14	Canjear recompensas	<p>Como bañista, quiero canjear mis puntos por recompensas, para obtener beneficios del programa.</p>	<p>Escenario 1: Canje exitoso</p> <p>Dado que tengo puntos suficientes,</p> <p>Cuando realizo el canje,</p> <p>Entonces se descuenta el puntaje, se genera comprobante y se registra la operación.</p> <p>Escenario 2: Puntos insuficientes</p> <p>Dado que mi saldo es menor al requerido,</p> <p>Cuando intento canjear,</p> <p>Entonces aparece el mensaje "puntos insuficientes" y no se procesa el canje.</p>	EP-04

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-15	Historial de reciclaje	<p>Como bañista, quiero consultar mi historial de reciclaje, para revisar mis acciones y puntos obtenidos en el tiempo.</p>	<p>Escenario 1: Listado de actividades</p> <p>Dado que accedo a "Historial", Cuando consulto, Entonces visualizo fecha, playa/municipalidad y puntos acreditados por evento.</p> <p>Escenario 2: Sin historial</p> <p>Dado que aún no tengo actividades registradas, Cuando consulto, Entonces aparece "Sin historial".</p>	EP-04
HU-16	Ranking de bañistas	<p>Como bañista, quiero consultar el ranking en mi municipalidad, para compararme con otros usuarios y motivarme a mejorar.</p>	<p>Escenario 1: Visualización de ranking</p> <p>Dado que selecciono una municipalidad, Cuando consulto el ranking, Entonces visualizo el top de usuarios con sus puntos acumulados.</p>	EP-04
TS-02	API de RFID y puntos	<p>Como developer, quiero validar RFID y sumar puntos por evento, para mantener el historial de reciclaje consistente.</p>	<p>Escenario 1: Acreditación de puntos</p> <p>Dado una RFID válida y un evento de reciclaje, Cuando el backend procesa el evento, Entonces acredita puntos y persiste el registro con timestamp.</p> <p>Escenario 2: Rechazo por RFID inválida</p> <p>Dado una RFID inválida o no registrada, Cuando se intenta procesar el evento, Entonces se rechaza y se registra el intento fallido.</p>	EP-04

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
TS-03	API de canje con ID único	<p>Como developer, quiero generar y validar IDs únicos para los canjes, para evitar duplicados y fraudes.</p>	<p>Escenario 1: Generación y consumo de ID</p> <p>Dado un canje válido, Cuando lo apruebo, Entonces se genera un ID único y se marca el estado como "canjeado".</p> <p>Escenario 2: ID inválido o expirado</p> <p>Dado un ID ya usado o vencido, Cuando intento validararlo, Entonces el sistema retorna "no válido" y no procesa el canje.</p>	EP-04
EP-05	Gestión municipal del reciclaje	<p>Como municipalidad, quiero gestionar recolectores, recompensas, usuarios y reportes, para optimizar las operaciones de reciclaje y la entrega de incentivos.</p>	<p>Escenario 1: Acceso al panel municipal</p> <p>Dado que tengo sesión con rol municipal, Cuando ingreso a la consola de administración, Entonces visualizo accesos a recolectores, recompensas, usuarios y reportes.</p> <p>Escenario 2: Indicadores operativos</p> <p>Dado que existen datos de operación, Cuando ingreso al panel principal, Entonces veo indicadores de ocupación promedio, alertas de llenado y actividad reciente.</p>	-

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-17	Panel de recolectores	<p>Como municipalidad, quiero consultar ubicación, peso/ocupación y estado de cada recolector, para planificar el retiro oportuno.</p>	<p>Escenario 1: Visualización de estado</p> <p>Dado que accedo al panel de recolectores,</p> <p>Cuando consulto la lista o mapa,</p> <p>Entonces visualizo ubicación, porcentaje de ocupación (%) y estado operativo de cada recolector.</p> <p>Escenario 2: Alerta por umbral</p> <p>Dado que un recolector supera el umbral configurado,</p> <p>Cuando consulto el panel,</p> <p>Entonces el estado aparece como "lleno/por recolectar".</p>	EP-05
HU-18	Administración de recompensas	<p>Como municipalidad, quiero añadir, editar o eliminar recompensas, para ofrecer beneficios actualizados a los bañistas.</p>	<p>Escenario 1: Alta exitosa</p> <p>Dado que ingreso datos válidos de una recompensa,</p> <p>Cuando guardo,</p> <p>Entonces la recompensa queda disponible para canje.</p> <p>Escenario 2: Eliminación confirmada</p> <p>Dado que confirmo la eliminación de una recompensa,</p> <p>Cuando ejecuto la acción,</p> <p>Entonces la recompensa se elimina del catálogo.</p> <p>Escenario 3: Duplicidad</p> <p>Dado que intento crear un duplicado (mismo nombre + municipalidad),</p> <p>Cuando guardo,</p> <p>Entonces se rechaza por duplicidad y se informa el motivo.</p>	EP-05

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-19	Ranking de bañistas (vista municipal)	<p>Como municipalidad, quiero consultar el ranking de bañistas por puntos, para incentivar la participación y reconocer a los más activos.</p>	<p>Escenario 1: Ranking por período Dado que selecciono un rango de fechas, Cuando consulto el ranking, Entonces visualizo el top de usuarios con sus puntos acumulados.</p> <p>Escenario 2: Sin datos Dado que no existen registros en el período, Cuando consulto, Entonces aparece "Sin datos disponibles".</p>	EP-05
HU-20	Reporte de residuos	<p>Como municipalidad, quiero consultar peso y cantidad de residuos recolectados, para medir el desempeño y planificar la operación.</p>	<p>Escenario 1: Reporte agregado Dado que selecciono un rango de fechas, Cuando consulto el reporte, Entonces visualizo peso total y frecuencia de llenado por recolector/municipalidad.</p> <p>Escenario 2: Sin registros Dado que no existen datos en el rango, Cuando consulto, Entonces aparece "No hay registros".</p>	EP-05

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
HU-21	Gestión de usuarios municipales	<p>Como municipalidad, quiero listar y suspender usuarios en mi jurisdicción, para mantener el control de acceso y evitar usos indebidos.</p>	<p>Escenario 1: Suspensión de usuario</p> <p>Dado que busco un usuario válido,</p> <p>Cuando lo selecciono y confirmo la suspensión,</p> <p>Entonces el estado cambia a "suspendido".</p> <p>Escenario 2: Intento de canje por suspendido</p> <p>Dado que un usuario suspendido intenta canjear,</p> <p>Cuando ejecuta la acción de canje,</p> <p>Entonces aparece el mensaje "usuario suspendido" y no se procesa el canje.</p>	EP-05
TS-04	Telemetría de recolectores (Edge/IoT)	<p>Como developer, quiero procesar en el edge datos de peso y ocupación, para optimizar reportes y reducir la latencia.</p>	<p>Escenario 1: Actualización de ocupación</p> <p>Dado un <i>payload</i> válido desde el recolector,</p> <p>Cuando se recibe en el edge,</p> <p>Entonces se actualiza la ocupación y la hora de la última lectura.</p> <p>Escenario 2: Alerta por umbral</p> <p>Dado que el valor reportado supera el umbral,</p> <p>Cuando el proceso lo valida,</p> <p>Entonces se emite la alerta "por recolectar" para su atención.</p>	EP-05

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
EP-06	Infraestructura técnica y soporte IoT	<p>Como responsable técnico, quiero contar con infraestructura y APIs, para habilitar la operación del sistema Metalix end-to-end.</p>	<p>Escenario 1: Componentes habilitados</p> <p>Dado que la plataforma debe operar en producción,</p> <p>Cuando verifico el estado de los servicios,</p> <p>Entonces encuentro desplegados la Web App, el backend/API, el broker MQTT y la base de datos con conectividad entre sí.</p> <p>Escenario 2: Observabilidad básica</p> <p>Dado que los componentes están en producción,</p> <p>Cuando ocurre un fallo o degradación,</p> <p>Entonces se registran logs y métricas y se genera una alerta para atención.</p>	-
TS-05	Despliegue en Azure Web App	<p>Como developer, quiero desplegar la aplicación en Azure Web App, para garantizar disponibilidad sin manejar contenedores.</p>	<p>Escenario 1: Aplicación accesible</p> <p>Dado que realizo un despliegue,</p> <p>Cuando la aplicación inicia,</p> <p>Entonces queda accesible en la URL configurada.</p> <p>Escenario 2: Recuperación ante fallo</p> <p>Dado un fallo de instancia,</p> <p>Cuando ocurre,</p> <p>Entonces el servicio se reinicia automáticamente y vuelve a estar disponible.</p>	EP-06

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
			<p>Escenario 1: Redirección forzada a HTTPS</p> <p>Dado que un usuario accede vía HTTP,</p> <p>Cuando solicita la aplicación,</p> <p>Entonces se redirige automáticamente a HTTPS.</p>	
TS-06	Seguridad y cifrado TLS/HTTPS	<p>Como developer, quiero habilitar HTTPS con TLS, para proteger la comunicación entre cliente, backend y broker.</p>	<p>Escenario 2: Tráfico cifrado</p> <p>Dado que se transmiten tokens o credenciales,</p> <p>Cuando viajan por la red,</p> <p>Entonces siempre están cifrados mediante TLS.</p> <p>Escenario 3: Gestión de certificados</p> <p>Dado certificados válidos,</p> <p>Cuando se aproximan a su expiración,</p> <p>Entonces el sistema emite una alerta previa de renovación.</p>	EP-06

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
			<p>Escenario 1: Conexión establecida</p> <p>Dado SSID/clave y URL del broker válidos,</p> <p>Cuando el ESP32 arranca,</p> <p>Entonces se conecta a Wi-Fi y establece sesión MQTT con <i>keep-alive</i>.</p>	
TS-07	Configuración de ESP32 (Wi-Fi y MQTT)	<p>Como developer, quiero configurar el ESP32 para conectarse a Wi-Fi y al broker MQTT, para publicar telemetría y recibir comandos.</p>	<p>Escenario 2: Reintentos con backoff</p> <p>Dado pérdida de conexión,</p> <p>Cuando ocurre,</p> <p>Entonces el ESP32 re intenta con <i>exponential backoff</i> y registra el evento.</p> <p>Escenario 3: Latido de salud</p> <p>Dado una conexión establecida,</p> <p>Cuando transcurren 60s,</p> <p>Entonces publica un <i>heartbeat</i> al tópico de salud.</p>	EP-06

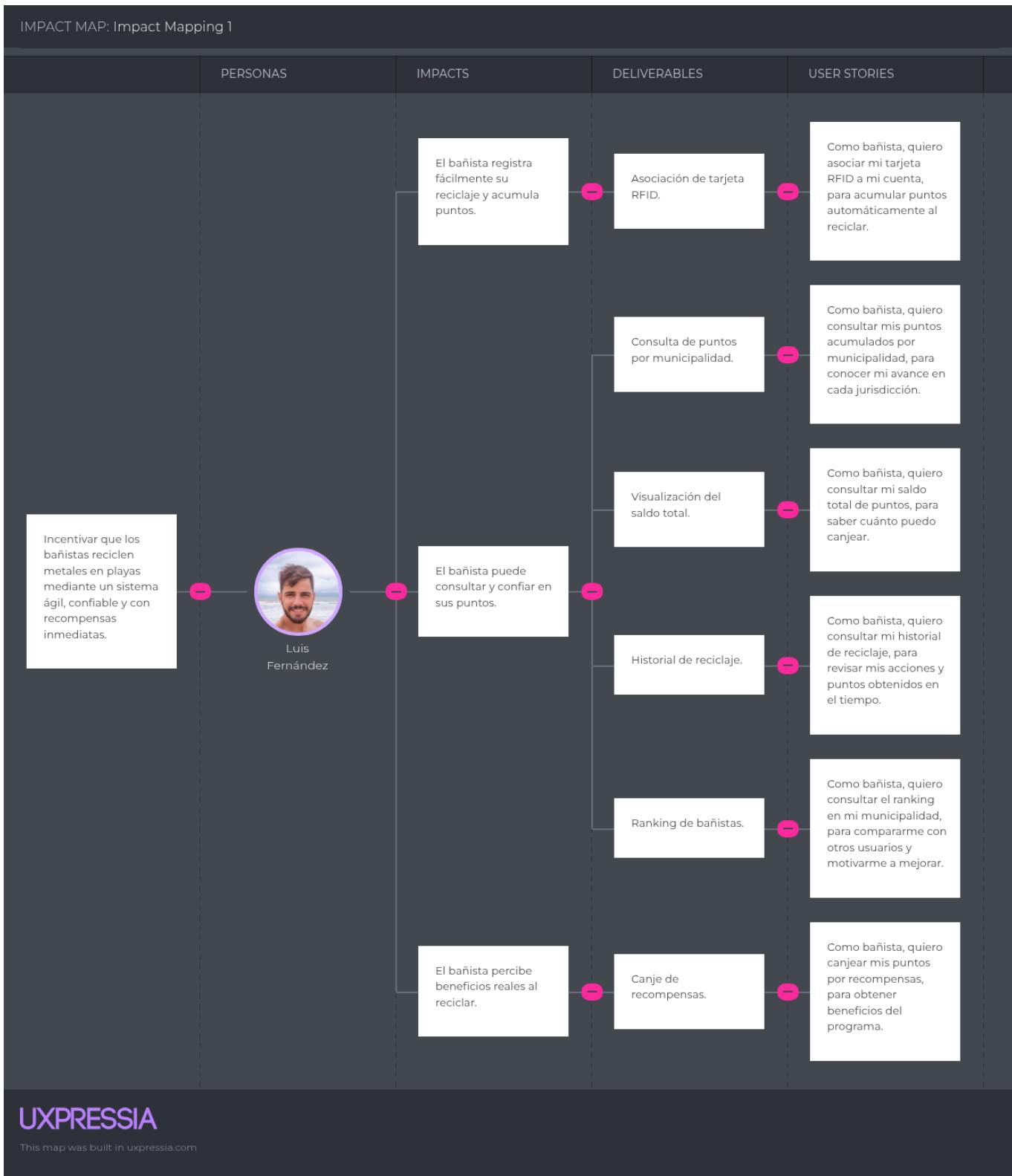
Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
			<p>Escenario 1: Control de acceso</p> <p>Dado el broker en operación, Cuando defino autenticación (usuario/clave o certificados), Entonces solo clientes autorizados pueden publicar/suscribirse.</p>	
TS-08	Configuración del broker de mensajería	<p>Como developer, quiero configurar HiveMQ como broker MQTT, para permitir comunicación segura entre dispositivos IoT y backend.</p>	<p>Escenario 2: TLS habilitado</p> <p>Dado TLS activo en el broker, Cuando un cliente intenta una conexión insegura, Entonces la conexión se rechaza.</p> <p>Escenario 3: Convención de tópicos</p> <p>Dado la estructura de tópicos definida, Cuando publico o suscribo, Entonces se respetan los prefijos. (p. ej., <code>devices/{id}/telemetry</code> y <code>devices/{id}/commands</code>).</p>	EP-06

Epic/User Story ID	Título	Descripción	Criterios de Aceptación	Relación (EPIC ID)
TS-09	Sensores y actuadores en ESP32	<p>Como developer, quiero configurar sensores y actuadores (inductivo metal, celda de carga/peso, ultrasónico, servo de compuerta), para operar el tacho de forma confiable.</p>	<p>Escenario 1: Detección y accionamiento Dado sensores calibrados, Cuando detecto metal válido, Entonces habilito la compuerta (servo) y registro evento con <i>timestamp</i> y peso aproximado.</p> <p>Escenario 2: Filtrado de ruido Dado lecturas ruidosas, Cuando aplico filtrado/<i>debounce</i>, Entonces evito falsos positivos.</p> <p>Escenario 3: Umbral de llenado Dado nivel de llenado alto, Cuando el ultrasónico supera el umbral, Entonces marco estado "lleno" y publico alerta MQTT.</p>	EP-06

3.3. Impact mapping

En esta sección se presenta cómo el sistema se alinea con los objetivos estratégicos del proyecto, evidenciando de manera clara cómo cada funcionalidad contribuye directamente al logro de los resultados esperados.

Segmento objetivo 1: Bañistas



Segmento objetivo 2: Municipalidades costeras



3.4. Product Backlog

El Product Backlog es una lista priorizada y dinámica que reúne todas las funcionalidades, requisitos, mejoras y tareas necesarias para el desarrollo de la aplicación. Su propósito es servir como guía central del proyecto, asegurando que cada entrega responda a las necesidades del usuario y a los objetivos planteados. Al mantenerlo actualizado y ordenado, se facilita la planificación de iteraciones, la asignación de prioridades y el enfoque del equipo en generar el mayor valor posible en cada incremento del producto.

# Orden	User Story Id	Título	Descripción	Story Points
1	HU-01	Ver municipalidades participantes	Como visitante, quiero ver las municipalidades adheridas al programa, para saber si mi distrito participa y dónde.	2
2	HU-02	Ver recompensas destacadas	Como visitante, quiero visualizar recompensas de ejemplo, para entender el valor del programa y motivarme a participar.	2
3	HU-04	Consultar FAQ y enviar contacto	Como visitante, quiero resolver dudas frecuentes y enviar consultas, para recibir soporte oportuno.	3
4	HU-05	Registrar interés municipal	Como representante de municipalidad, quiero registrar una solicitud de adhesión, para que la empresa evalúe mi incorporación y me contacte.	3
5	HU-03	Conocer proceso para obtener tarjeta RFID	Como visitante, quiero conocer los pasos para obtener mi tarjeta, para empezar a usar el sistema y acumular puntos.	1
6	HU-06	Registro de cuenta	Como visitante, quiero crear una cuenta como bañista o municipalidad, para acceder a la aplicación según mi rol.	5
7	HU-07	Inicio de sesión	Como usuario, quiero iniciar sesión con mis credenciales, para acceder a mi panel según mi rol.	3
8	HU-09	Cerrar sesión	Como usuario, quiero cerrar sesión, para proteger mi cuenta en dispositivos compartidos.	1
9	TS-01	API de autenticación con JWT	Como developer, quiero exponer endpoints de registro, login y logout seguros, para garantizar autenticación protegida basada en JWT.	5
10	HU-08	Recuperar contraseña	Como usuario, quiero recuperar mi contraseña por correo, para restablecer el acceso a mi cuenta.	3
11	HU-10	Editar perfil	Como usuario, quiero actualizar datos personales y de contacto, para mantener mi información vigente en la plataforma.	3
12	TS-08	Configuración del broker de mensajería	Como developer, quiero configurar HiveMQ como broker MQTT, para permitir comunicación segura entre dispositivos IoT y backend.	5
13	TS-07	Configuración de ESP32 (Wi-Fi y MQTT)	Como developer, quiero configurar el ESP32 para conectarse a Wi-Fi y al broker MQTT, para publicar telemetría y recibir comandos.	5

# Orden	User Story Id	Título	Descripción	Story Points
14	TS-09	Sensores y actuadores en ESP32	Como developer, quiero configurar sensores y actuadores (inductivo metal, celda de carga/peso, ultrasónico, servo de compuerta), para operar el tacho de forma confiable.	8
15	TS-02	API de RFID y puntos	Como developer, quiero validar RFID y sumar puntos por evento, para mantener el historial de reciclaje consistente.	5
16	HU-11	Registrar tarjeta RFID	Como bañista, quiero asociar mi tarjeta RFID a mi cuenta, para acumular puntos automáticamente al reciclar.	5
17	HU-12	Consultar puntos por municipalidad	Como bañista, quiero consultar mis puntos acumulados por municipalidad, para conocer mi avance en cada jurisdicción.	3
18	HU-13	Ver saldo total	Como bañista, quiero consultar mi saldo total de puntos, para saber cuánto puedo canjear.	2
19	HU-15	Historial de reciclaje	Como bañista, quiero consultar mi historial de reciclaje, para revisar mis acciones y puntos obtenidos en el tiempo.	3
20	TS-03	API de canje con ID único	Como developer, quiero generar y validar IDs únicos para los canjes, para evitar duplicados y fraudes.	5
21	HU-14	Canjear recompensas	Como bañista, quiero canjear mis puntos por recompensas, para obtener beneficios del programa.	8
22	HU-16	Ranking de bañistas	Como bañista, quiero consultar el ranking en mi municipalidad, para compararme con otros usuarios y motivarme a mejorar.	3
23	TS-04	Telemetría de recolectores (Edge/IoT)	Como developer, quiero procesar en el edge datos de peso y ocupación, para optimizar reportes y reducir la latencia.	5
24	HU-18	Administración de recompensas	Como municipalidad, quiero añadir, editar o eliminar recompensas, para ofrecer beneficios actualizados a los bañistas.	5
25	HU-17	Panel de recolectores	Como municipalidad, quiero consultar ubicación, peso/ocupación y estado de cada recolector, para planificar el retiro oportuno.	8
26	HU-20	Reporte de residuos	Como municipalidad, quiero consultar peso y cantidad de residuos recolectados, para medir el desempeño y planificar la operación.	5
27	HU-19	Ranking de bañistas (vista municipal)	Como municipalidad, quiero consultar el ranking de bañistas por puntos, para incentivar la participación y reconocer a los más activos.	3

# Orden	User Story Id	Título	Descripción	Story Points
28	HU-21	Gestión de usuarios municipales	Como municipalidad, quiero listar y suspender usuarios en mi jurisdicción, para mantener el control de acceso y evitar usos indebidos.	3
29	TS-05	Despliegue en Azure Web App	Como developer, quiero desplegar la aplicación en Azure Web App, para garantizar disponibilidad sin manejar contenedores.	3
30	TS-06	Seguridad y cifrado TLS/HTTPS	Como developer, quiero habilitar HTTPS con TLS, para proteger la comunicación entre cliente, backend y broker.	1

Capítulo IV: Solution Software Design

Capítulo IV: Solution Software Design

4.1. Strategic-Level Domain-Driven Design

En este capítulo se presentan las decisiones de diseño tomadas a nivel estratégico aplicando Domain-Driven Design (DDD) al proyecto *Recolector Inteligente de Metales con IoT para Playas*. El objetivo es identificar y organizar los bounded contexts que conforman la solución, empleando herramientas como EventStorming, Candidate Context Discovery, Domain Message Flows Modeling, Bounded Context Canvases y Context Mapping.

4.1.1. EventStorming

Introducción y Actividades Realizadas El proceso de EventStorming se realizó durante una sesión colaborativa de 90 minutos con el objetivo de identificar los principales eventos, actores y sistemas involucrados en el dominio del problema. La sesión se estructuró en las siguientes fases:

- **Big Picture Event Storming (30 min):** Identificación inicial de eventos de dominio
- **Actor y Sistema Mapping (20 min):** Identificación de personas y sistemas externos
- **Hotspots Discovery (15 min):** Identificación de áreas problemáticas
- **Timeline Refinement (25 min):** Ordenamiento cronológico y refinamiento

Elementos Identificados Personas identificadas:

- **Usuario** (turista, bañista, ciudadano): Persona que deposita residuos metálicos
- **Municipalidad:** Entidad que gestiona convenios y beneficios locales
- **Administrador del sistema:** Personal técnico que mantiene y configura el sistema

Eventos de Dominio identificados:

- Residuo introducido en recolector
- Residuo detectado por sensor inductivo

- Residuo validado como metálico
- Usuario identificado mediante RFID
- Puntos calculados y asignados
- Recompensa solicitada
- Recompensa canjeada
- Material metálico procesado
- Reporte de impacto generado

Sistemas externos:

- **Recolector IoT:** Sistema físico con sensores y actuadores
- **Plataforma de Gestión de Puntos:** Backend de procesamiento
- **Sistema Municipal de Recompensas:** Base de datos de beneficios locales

Hotspots identificados:

- **Seguridad de datos del usuario:** Protección de información personal y patrones de uso
- **Calidad de detección de metales:** Precisión de sensores inductivos y falsos positivos
- **Interoperabilidad entre municipalidades:** Sincronización de datos entre diferentes jurisdicciones
- **Conectividad IoT:** Mantenimiento de conexión en ubicaciones remotas
- **Gestión de inventario de recompensas:** Control de stock y disponibilidad

4.1.1.1. Candidate Context Discovery

Proceso y Técnica Aplicada A partir del EventStorming, se aplicó la técnica start-with-value durante una sesión de 90 minutos, priorizando las partes core del dominio que generan mayor valor para el negocio y el impacto ambiental. **Bounded Contexts Identificados WasteCollection Context (Core Domain)**

- **Justificación:** Contiene la lógica central de validación y recolección, diferenciador clave del sistema
- **Eventos principales:** Residuo detectado, Residuo validado como metálico
- **Valor de negocio:** Alto - función principal del sistema

UserIdentification Context

- **Justificación:** Maneja la identidad y registro de usuarios, necesario pero no diferenciador
- **Eventos principales:** Usuario identificado
- **Valor de negocio:** Medio - soporte esencial

RewardManagement Context (Core Domain)

- **Justificación:** Gestiona el sistema de incentivos, clave para adopción del usuario
- **Eventos principales:** Puntos asignados, Recompensa canjeada
- **Valor de negocio:** Alto - motor de engagement

MunicipalityManagement Context

- **Justificación:** Administra relaciones con entidades gubernamentales
- **Eventos principales:** Convenio establecido, Material vendido
- **Valor de negocio:** Medio - necesario para sostenibilidad

Monitoring & Reporting Context

- **Justificación:** Genera métricas de impacto ambiental y operacional
- **Eventos principales:** Reporte de impacto generado
- **Valor de negocio:** Medio - transparencia y mejora continua

4.1.1.2. Domain Message Flows Modeling

Técnica y Herramientas Se aplicó la técnica de Domain Storytelling para visualizar la colaboración entre bounded contexts. Se modelaron 4 flujos principales: **Flujo 1: Depositar Residuo Metálico**

1. Usuario introduce residuo en el recolector
2. WasteCollection Context → sensor detecta material
3. WasteCollection Context → valida si es metálico mediante sensor inductivo
4. Si es válido: WasteCollection Context → UserIdentification Context (solicita identificación)
5. UserIdentification Context → lee tarjeta RFID y valida usuario
6. UserIdentification Context → RewardManagement Context (usuario confirmado)
7. RewardManagement Context → calcula y asigna puntos
8. WasteCollection Context → abre compuerta y almacena residuo

Flujo 2: Canje de Recompensas

1. Usuario solicita canje de recompensa
2. RewardManagement Context → valida puntos disponibles del usuario
3. RewardManagement Context → MunicipalityManagement Context (verifica beneficio)
4. MunicipalityManagement Context → confirma disponibilidad de recompensa
5. RewardManagement Context → deduce puntos del usuario
6. Sistema notifica canje exitoso al usuario

Flujo 3: Procesamiento y Venta de Material

1. WasteCollection Context → detecta contenedor lleno
2. WasteCollection Context → Monitoring & Reporting Context (registra volumen)
3. MunicipalityManagement Context → gestiona recolección física
4. MunicipalityManagement Context → procesa venta de material reciclado
5. Monitoring & Reporting Context → actualiza métricas de impacto

Flujo 4: Generación de Reportes

1. Monitoring & Reporting Context → recolecta datos de todos los contexts
2. Procesa estadísticas de uso, impacto ambiental y eficiencia
3. Monitoring & Reporting Context → MunicipalityManagement Context (dashboards)
4. Genera reportes para stakeholders gubernamentales

4.1.1.3. Bounded Context Canvases

Proceso Iterativo Aplicado Para cada bounded context se siguió el proceso iterativo con los pasos: Context Overview Definition, Business Rules Distillation & Ubiquitous Language Capture, Capability Analysis, Dependencies Capture, y Design Critique.

WasteCollection Context (Core Domain) Context Overview Definition:

- **Responsabilidad:** Validar, recolectar y almacenar residuos metálicos mediante sensores IoT

Business Rules & Ubiquitous Language:

- **Lenguaje Ubicuo:** Residuo, Validación, Sensor Inductivo, Actuador, Compuerta, Material Metálico
- **Reglas de negocio:**
 - Solo se abre compuerta si el sensor confirma material metálico
 - El sensor debe calibrarse cada 48 horas
 - Contenedor lleno bloquea nuevos depósitos

Capability Analysis:

- Detección de material metálico
- Validación de calidad del residuo
- Control de actuadores (compuerta)
- Monitoreo de nivel de llenado

Dependencies:

- **Upstream:** UserIdentification Context (para completar transacción)
- **Downstream:** Monitoring & Reporting Context (para métricas)

UserIdentification Context Context Overview Definition:

- **Responsabilidad:** Identificar y validar usuarios mediante tecnología RFID

Business Rules & Ubiquitous Language:

- **Lenguaje Ubicuo*: Usuario, Tarjeta RFID, Registro, Identificación, Perfil
- **Reglas de negocio:**
 - Cada usuario posee una tarjeta RFID única
 - Usuarios inactivos por 12 meses se suspenden
 - Registro requiere datos personales mínimos

Capability Analysis:

- Lectura de tarjetas RFID
- Validación de identidad de usuario
- Gestión de perfiles de usuario
- Control de acceso al sistema

Dependencies:

- **Downstream:** RewardManagement Context (para asignación de puntos)

RewardManagement Context (Core Domain) Context Overview Definition:

- **Responsabilidad:** Gestionar sistema de puntos, acumulación y canje de recompensas

Business Rules & Ubiquitous Language:

- **Lenguaje Ubicuo:** Puntos, Canje, Recompensa, Balance, Transacción, Beneficio
- **Reglas de negocio:**
 - Puntos se asignan solo tras validar residuo y usuario
 - Puntos expiran después de 24 meses

- Canje requiere saldo mínimo específico por recompensa

Capability Analysis:

- Cálculo y asignación de puntos
- Gestión de balance de usuarios
- Procesamiento de canjes
- Historial de transacciones

Dependencies:

- **Upstream:** UserIdentification Context (confirmación de usuario)
- **Partnership:** MunicipalityManagement Context (validación de recompensas)

MunicipalityManagement Context Context Overview Definition:

- **Responsabilidad:** Gestionar convenios municipales, administración de beneficios y venta de material reciclado

Business Rules & Ubiquitous Language:

- **Lenguaje Ubícuo:** Municipalidad, Convenio, Beneficio, Reciclaje, Venta, Comisión
- **Reglas de negocio:**
 - Cada municipio define catálogo propio de beneficios
 - Comisiones por venta se distribuyen según convenio
 - Recompensas deben estar respaldadas por inventario

Capability Analysis:

- Gestión de convenios municipales
- Administración de catálogo de recompensas
- Procesamiento de ventas de material
- Distribución de beneficios económicos

Dependencies:

- **Partnership:** RewardManagement Context (validación mutua)
- **Downstream:** Monitoring & Reporting Context (datos de impacto)

Monitoring & Reporting Context Context Overview Definition:

- **Responsabilidad:** Generar métricas, informes de impacto ambiental y dashboards operacionales

Business Rules & Ubiquitous Language:

- **Lenguaje Ubícuo:** Reporte, Impacto Ambiental, Estadística, Dashboard, KPI, Métrica
- **Reglas de negocio:**
 - Reportes se actualizan cada 24 horas
 - Datos históricos se mantienen por 5 años
 - Dashboards públicos excluyen datos personales

Capability Analysis:

- Recolección y agregación de datos

- Cálculo de impacto ambiental
- Generación de reportes automatizados
- Dashboards para diferentes stakeholders

Dependencies:

- **Upstream:** Todos los contexts (datos de entrada)

4.1.2 Context mapping

Proceso de Elaboración y Alternativas Evaluadas Se construyeron context maps revisando diferentes alternativas de diseño mediante las preguntas sugeridas: **Alternativas evaluadas:**

- ¿Mover capability de cálculo de puntos a WasteCollection? → Rechazado: viola single responsibility
- ¿Partir RewardManagement en Points y Rewards contexts? → Rechazado: aumenta complejidad sin valor
- ¿Crear shared service para notificaciones? → Aceptado: reduce duplicación
- ¿Aislar core capabilities de reporting? → Aceptado: separa concerns analíticos

Context Map Final WasteCollection Context → UserIdentification Context

- **Relación:** Customer/Supplier
- **Justificación:** WasteCollection necesita identificación de usuario para completar la transacción
- **Patrón:** Published Language (eventos estándar)

UserIdentification Context → RewardManagement Context

- **Relación:** Conformist
- **Justificación:** UserIdentification se adapta al modelo de puntos definido por RewardManagement
- **Patrón:** Open Host Service (API de puntos)

RewardManagement Context ↔ MunicipalityManagement Context&

- **Relación:** Partnership
- **Justificación:** Colaboración mutua para validar recompensas, gestionar inventario y convenios
- **Patrón:** Shared Language para conceptos de beneficios

Monitoring & Reporting Context → MunicipalityManagement Context

- **Relación:** Shared Kernel
- **Justificación:** Ambos requieren datos consistentes de impacto ambiental y métricas de negocio
- **Patrón:** Shared Database para datos de reporting

Anti-corruption Layers identificados:

- Entre RewardManagement y sistemas legacy municipales
- Entre WasteCollection y diferentes fabricantes de sensores IoT

Beneficios del Context Mapping Final

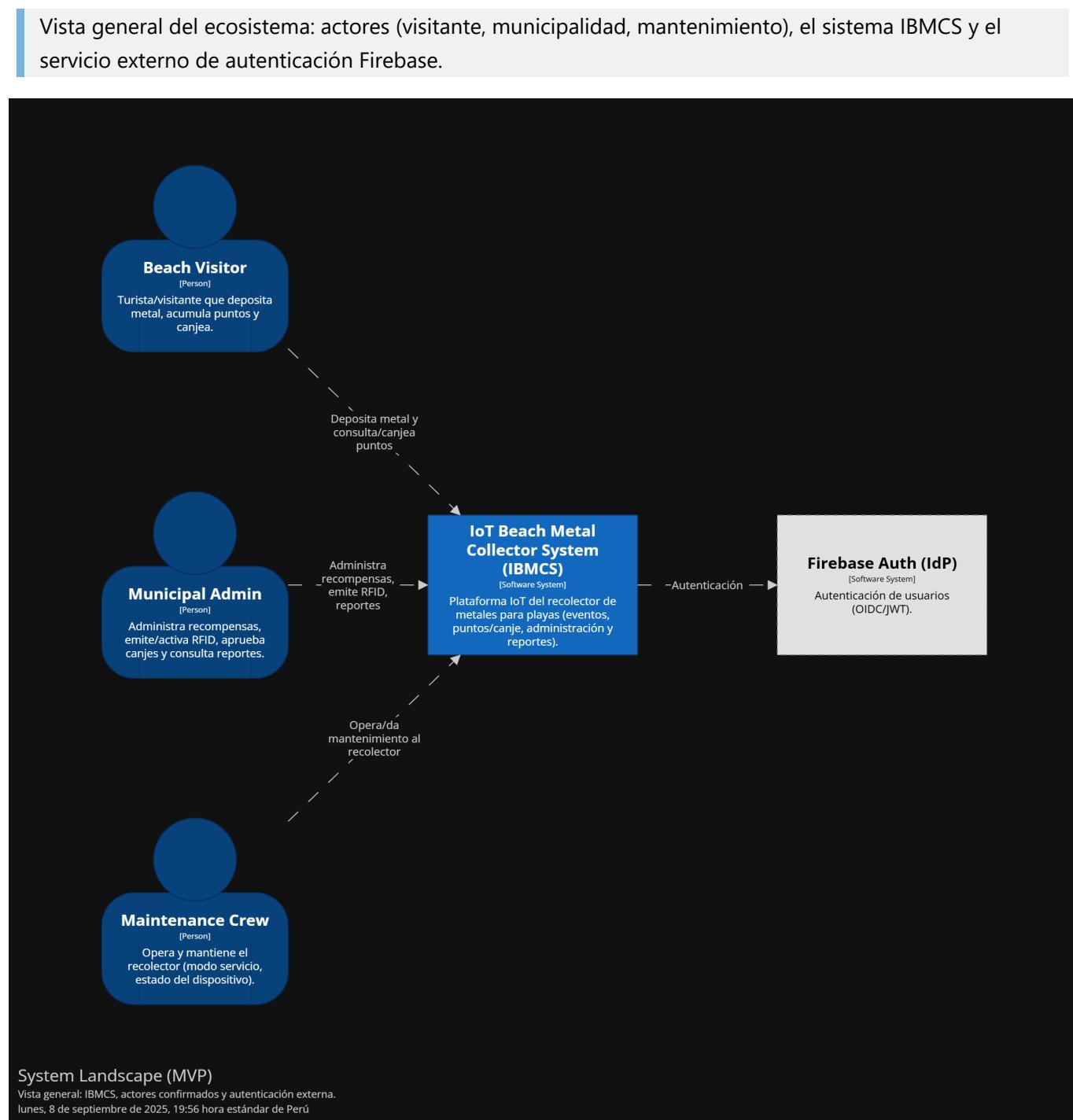
- **Security-First Design:** IAM/Authentication Context centraliza toda la lógica de seguridad
- **Aislamiento de responsabilidades core:** WasteCollection y RewardManagement mantienen independencia
- **Dependencias claras:** Cada context conoce sus upstream/downstream explícitos

- **Reducción de acoplamiento:** Partnership pattern permite evolución independiente
- **Escalabilidad:** Shared Kernel limitado a datos realmente compartidos
- **Mantenibilidad:** Anti-corruption layers protegen dominios core de cambios externos
- **Interoperabilidad:** IAM permite integración con múltiples proveedores de identidad municipales

Esta aproximación permite evolución independiente de cada bounded context mientras mantiene la coherencia y seguridad del sistema completo.

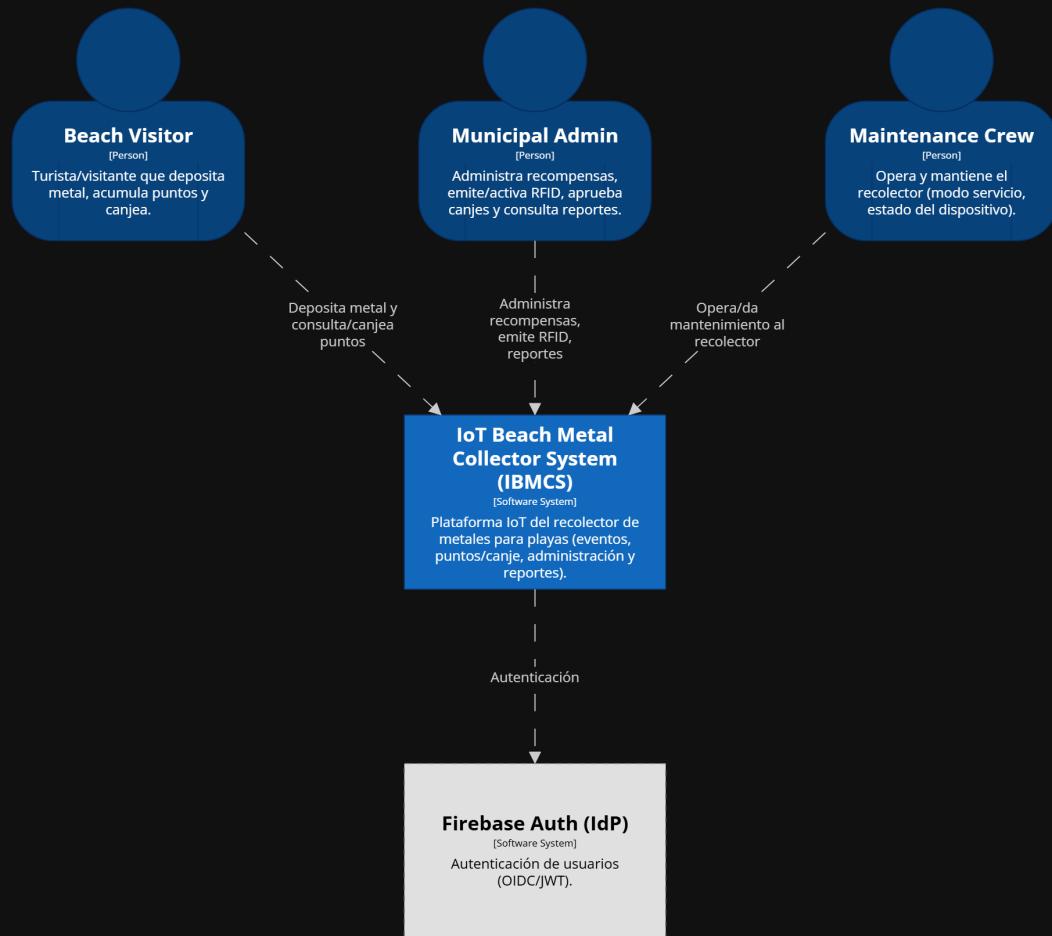
4.1.3. Software Architecture

4.1.3.1. Software Architecture System Landscape Diagram



4.1.3.2. Software Architecture Context Level Diagrams

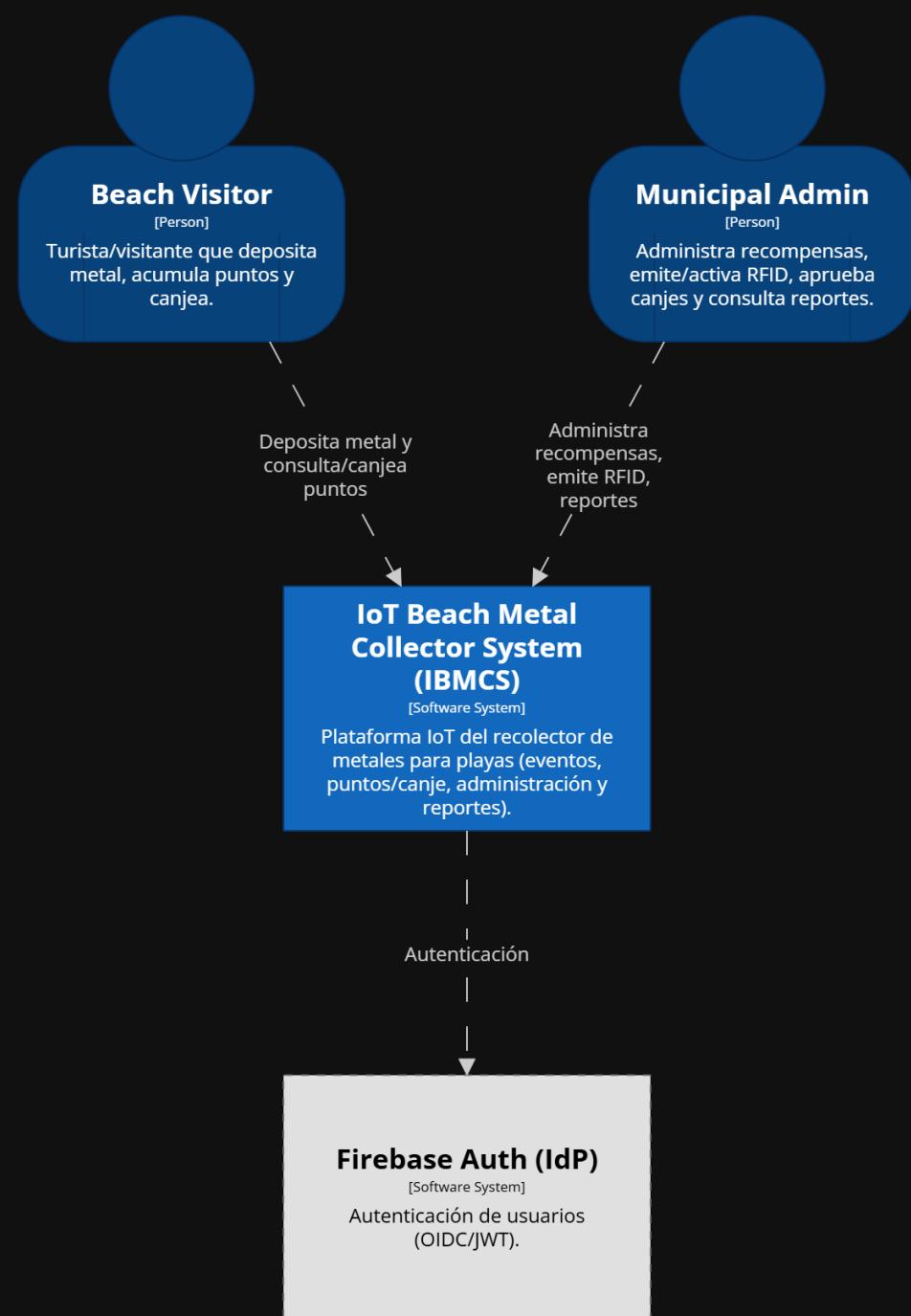
Caja negra de IBMCS, mostrando interacción con los tres actores y Firebase.



System Context – IBMCS (MVP)

IBMCS como caja negra; actores principales y autenticación con Firebase.
lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

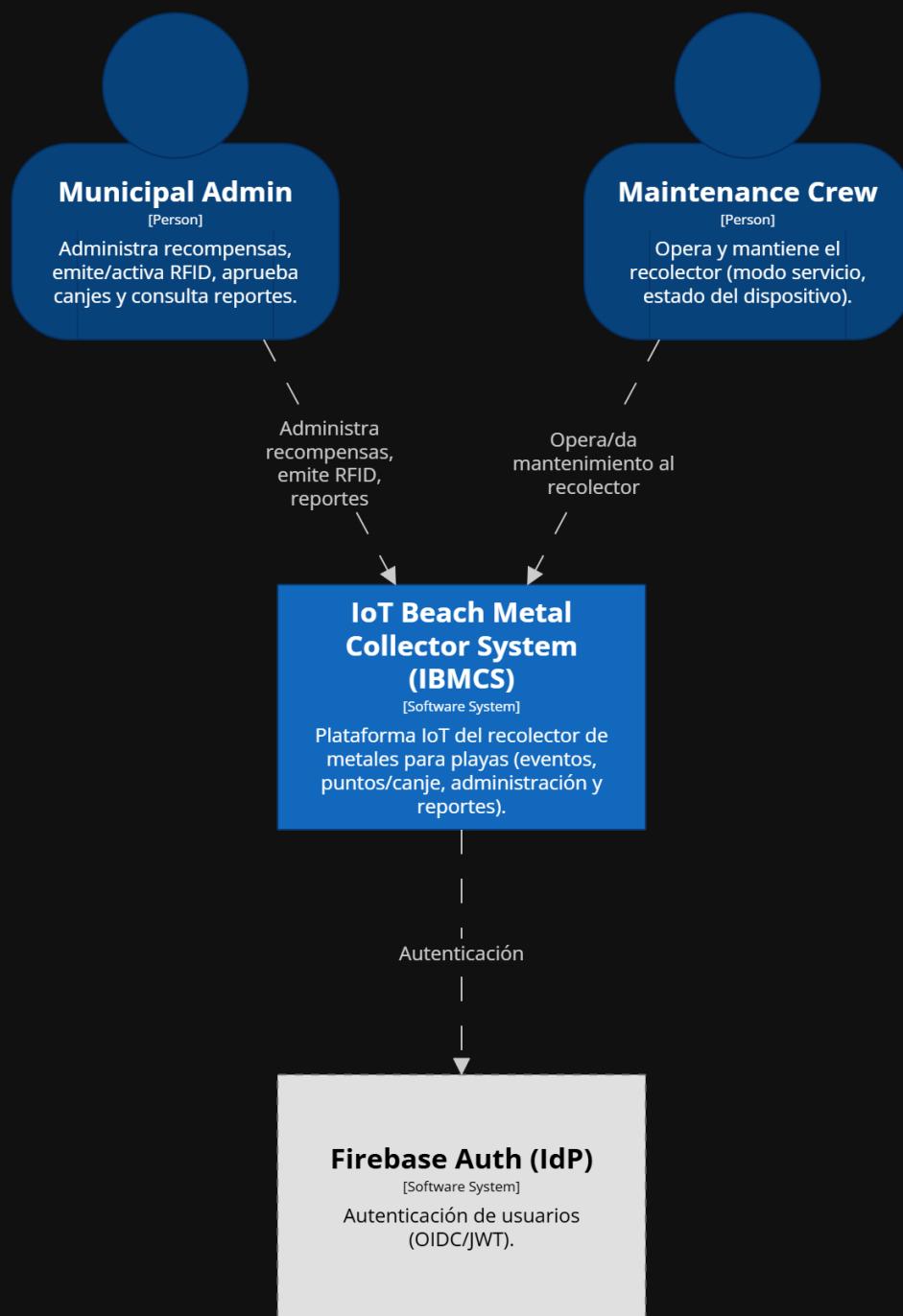
Flujo de autenticación de usuario visitante y municipalidad vía Firebase.



System Context – Usuarios + Auth

Interacción de ciudadano y administrador con IBMCS, autenticados vía Firebase.
lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

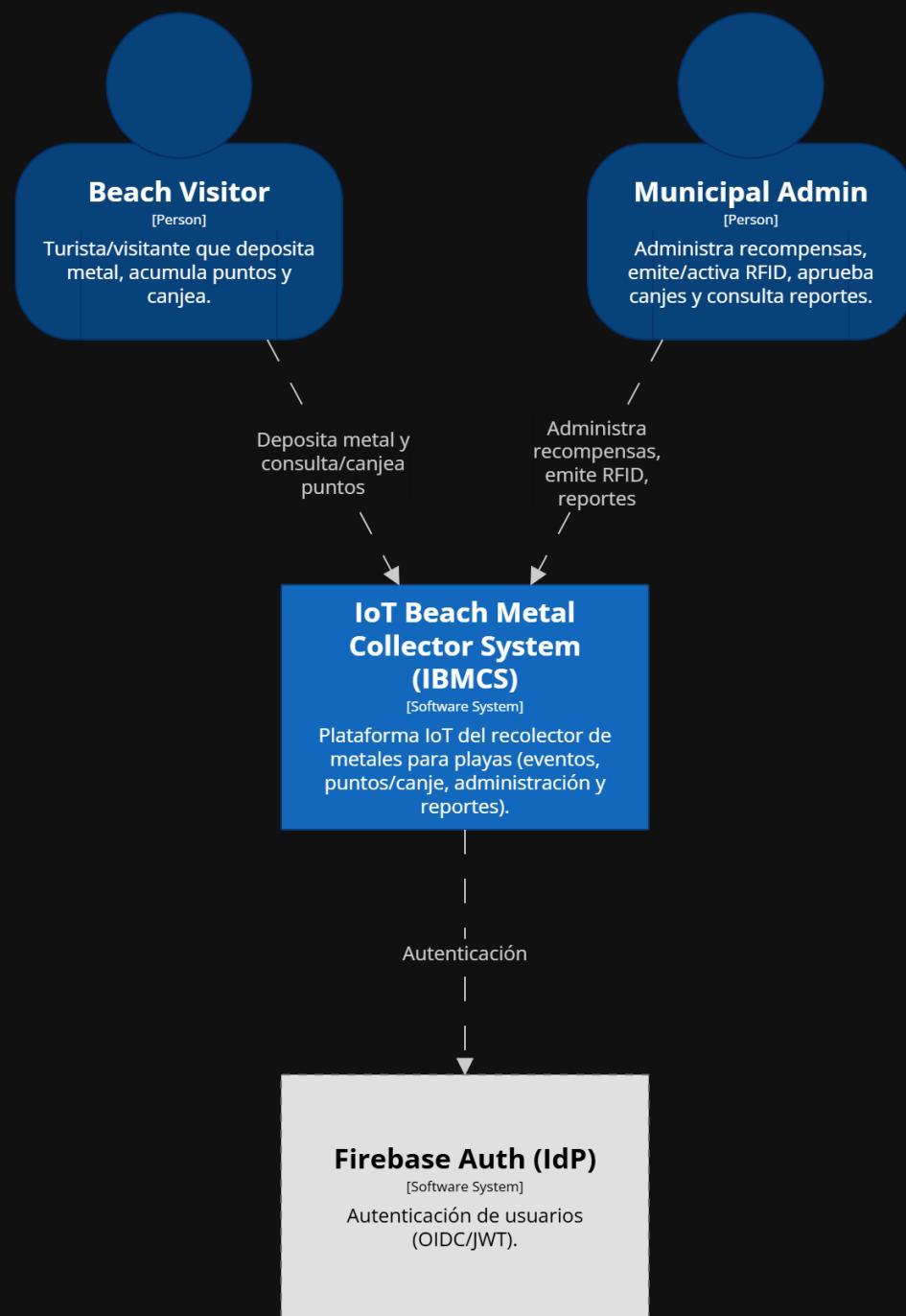
Operación/mantenimiento de recolectores por personal de campo.



System Context – Operaciones

Operación y mantenimiento del recolector por parte del personal de campo; acceso autenticado.
lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

Flujo de acumulación y canje de puntos entre usuario y municipalidad.

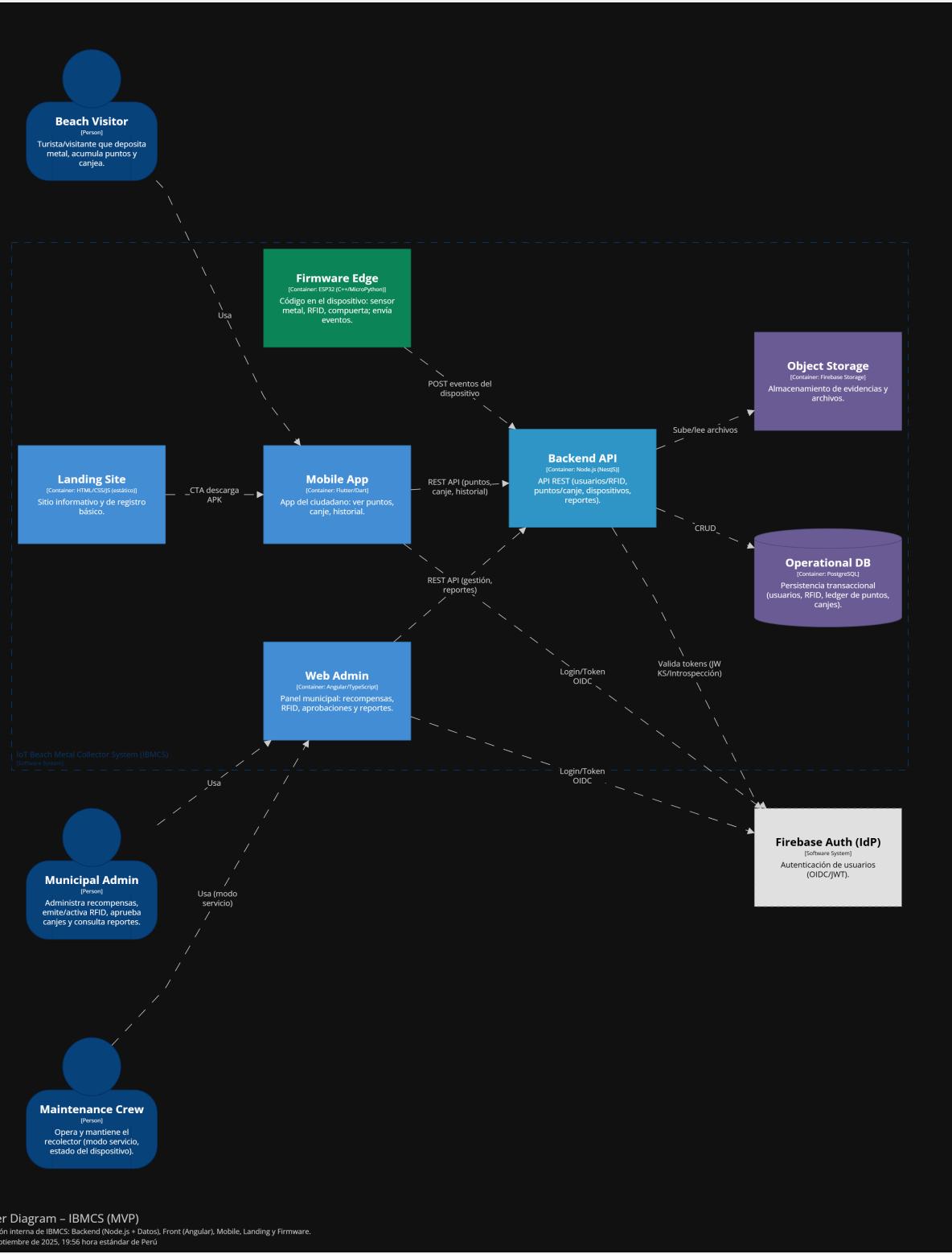


System Context – Canjes

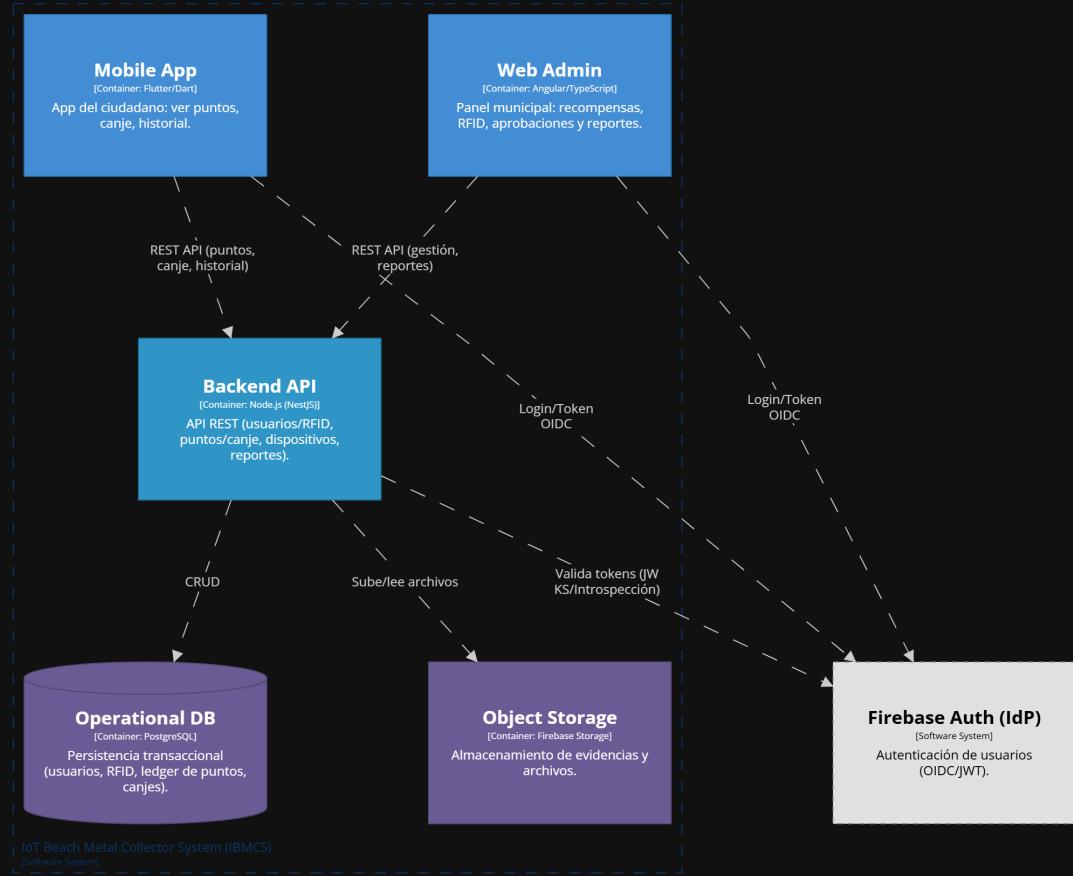
Acumulación/consulta de puntos por el ciudadano y gestión/aprobación de canjes por la municipalidad.
lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

4.1.3.3. Software Architecture Container Level Diagrams

Descomposición en contenedores: frontends, backend, DB, storage y firmware Edge.



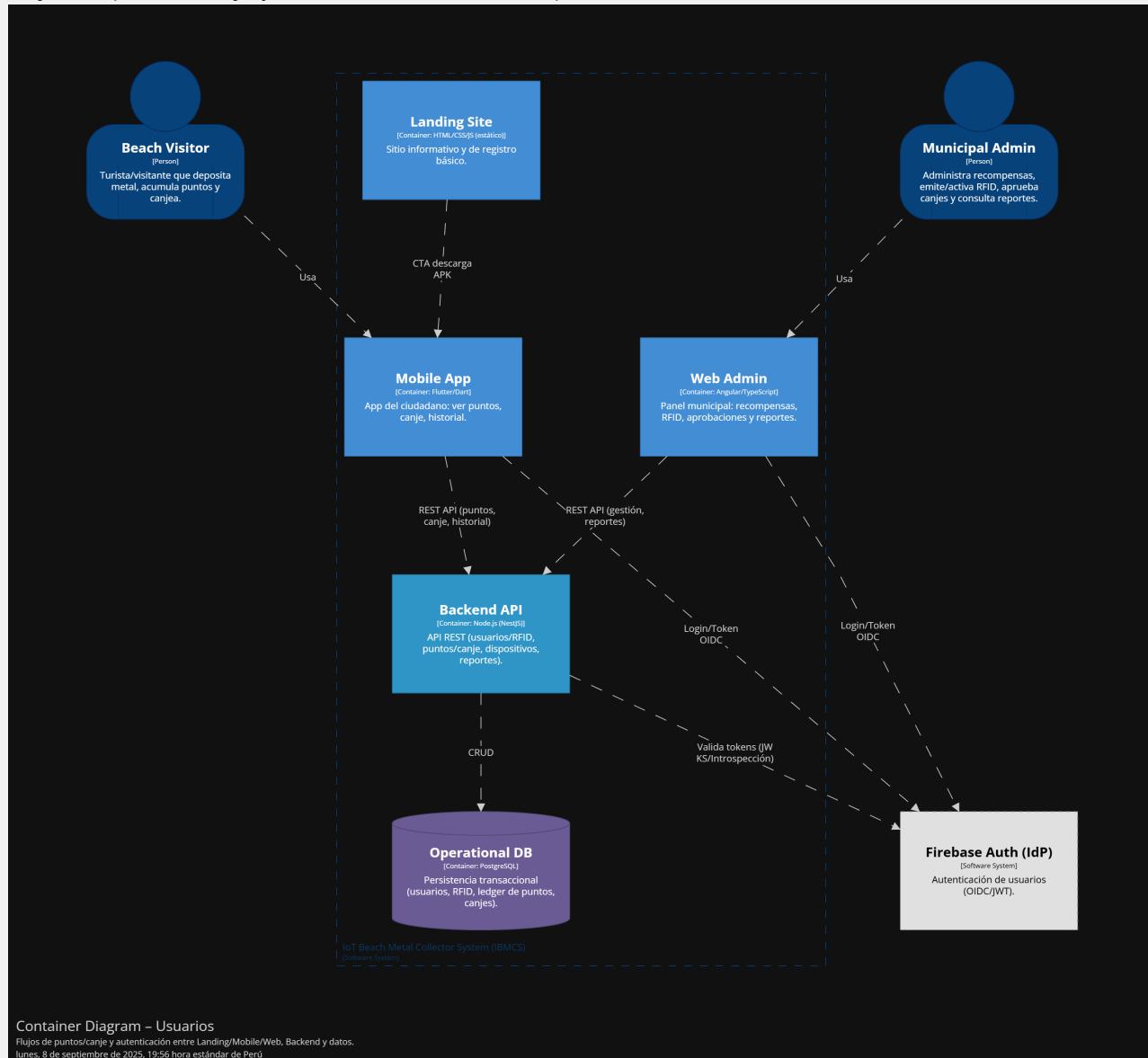
Vista del backend con base de datos y storage.



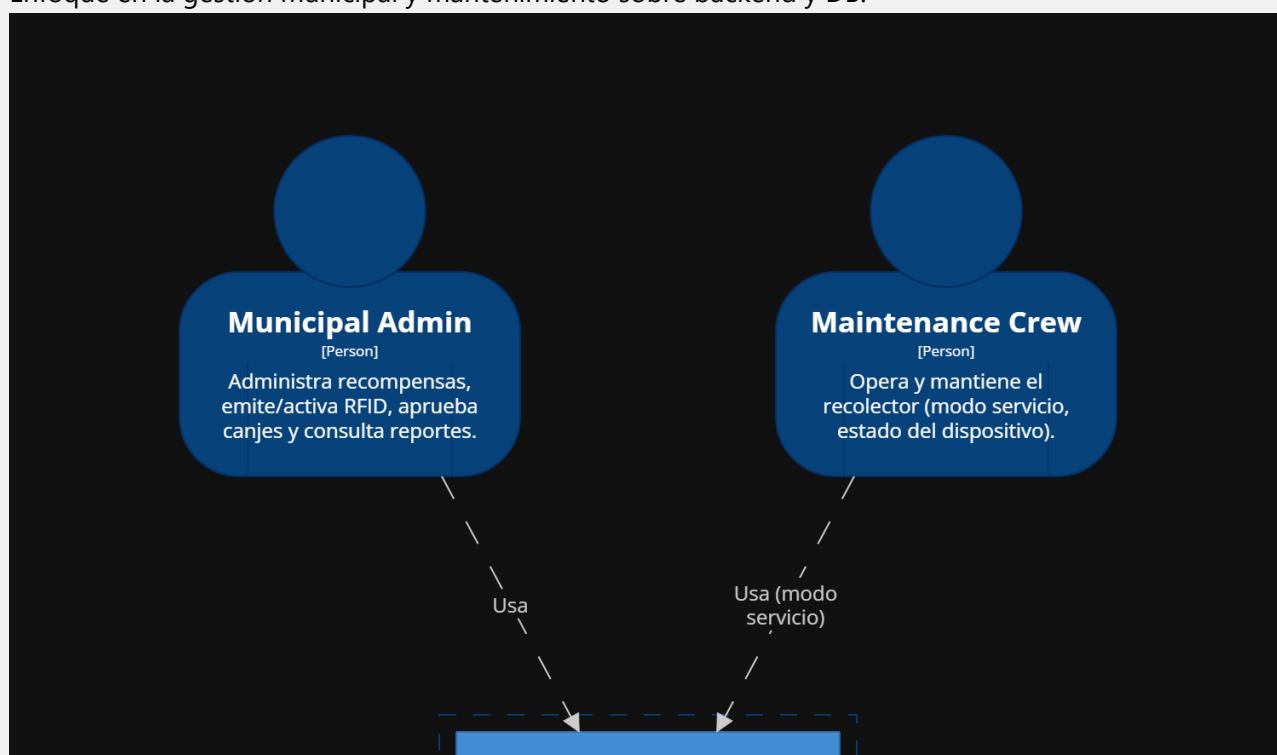
Container Diagram – Backend Core

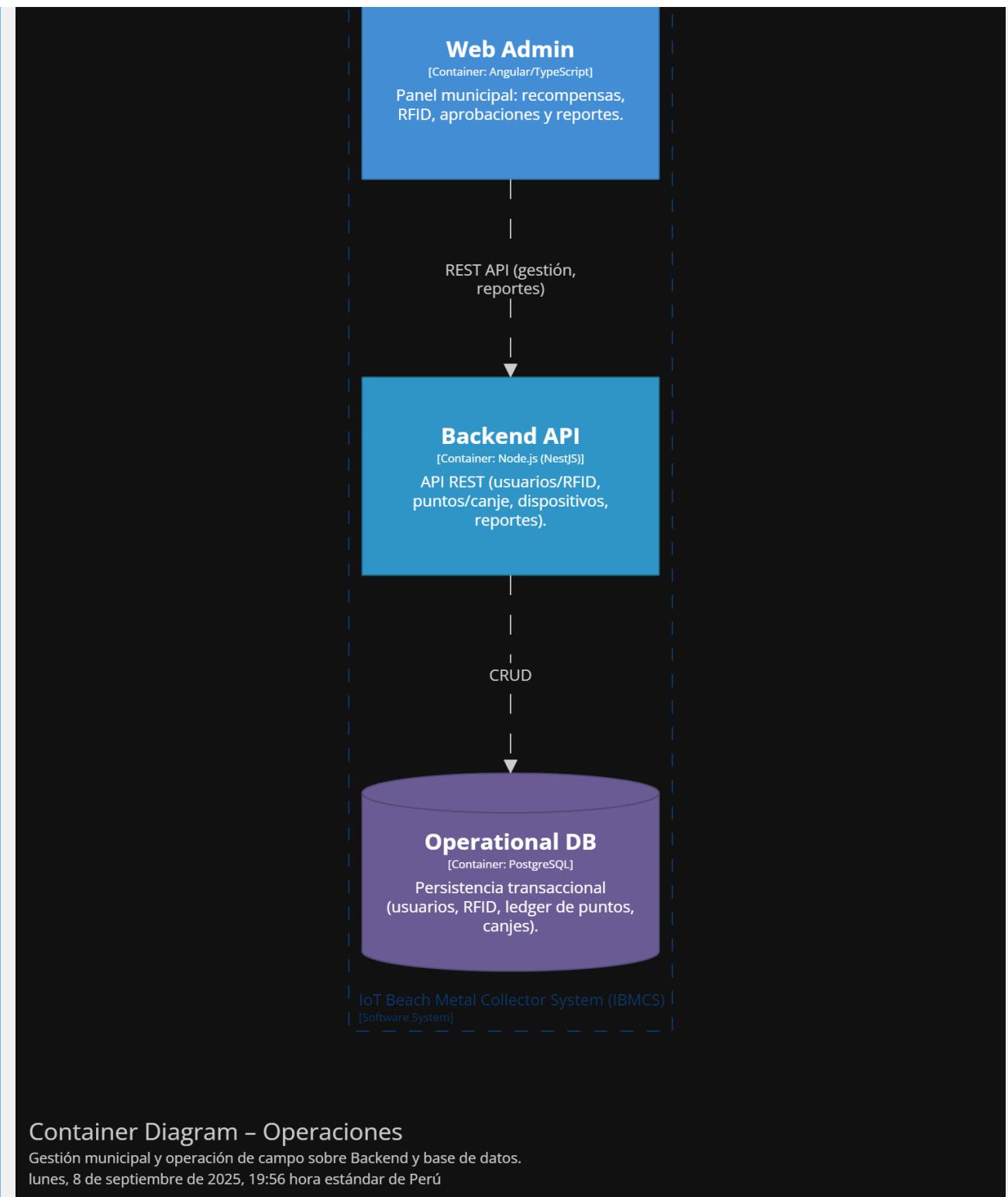
Vista filtrada del backend (Node.js + DB + Storage) y sus relaciones con Front y Auth.
Junes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

Flujos de puntos/canje y autenticación desde las aplicaciones.



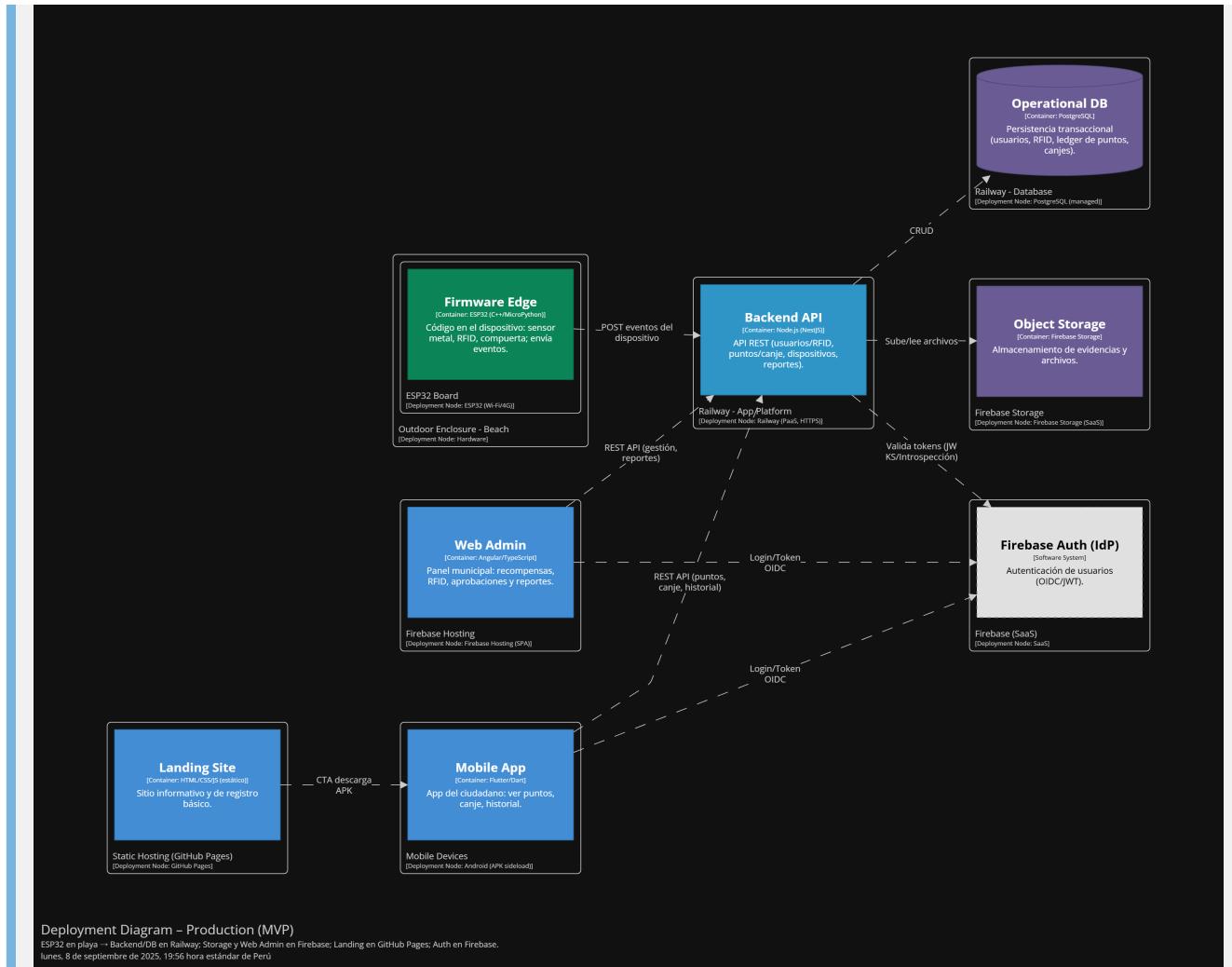
Enfoque en la gestión municipal y mantenimiento sobre backend y DB.



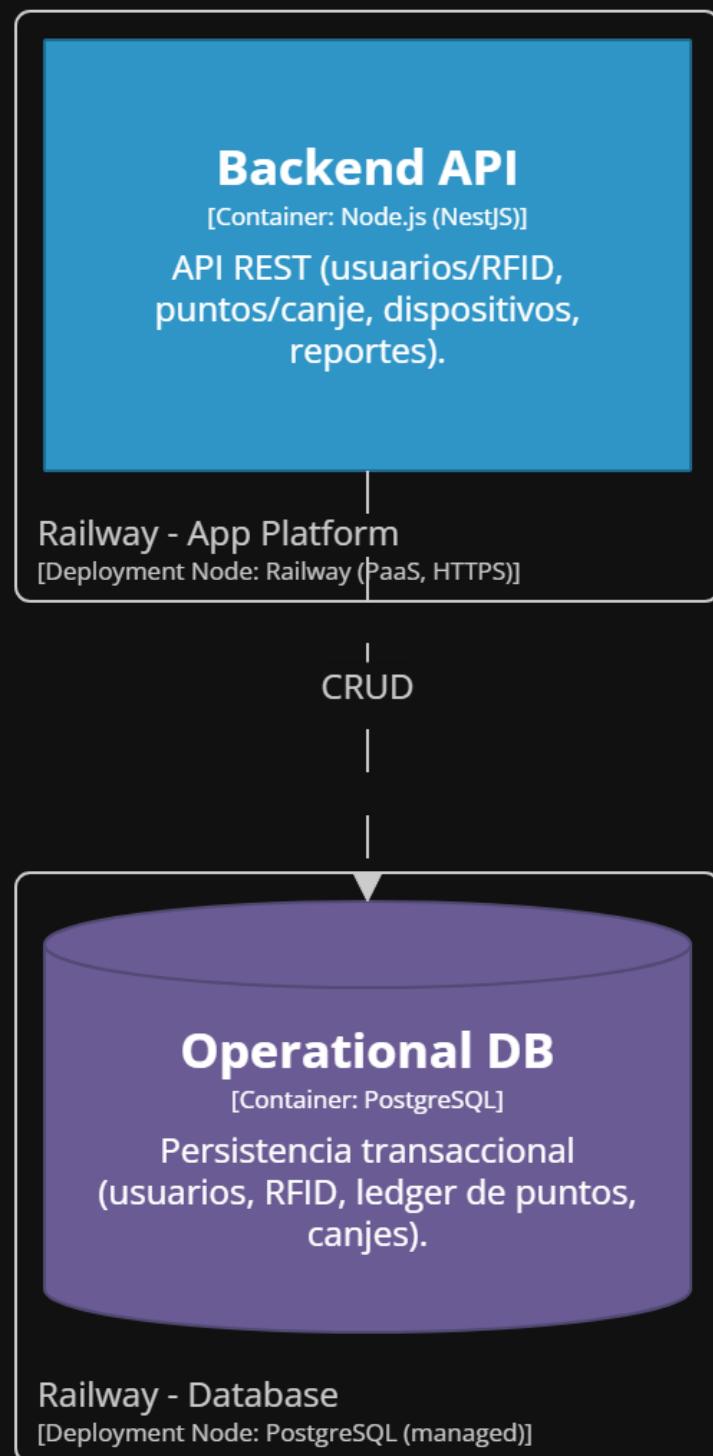


4.1.3.4. Software Architecture Deployment Diagrams

Infraestructura general: ESP32 en playa, backend+DB en Railway, Web Admin/Storage en Firebase, Landing en GitHub Pages, móviles Android.



Slice de Railway con backend y base de datos.



Deployment – Railway

Servicios desplegados en Railway (Backend y DB).

Lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

Slice de Firebase con Web Admin y Storage.

Object Storage

[Container: Firebase Storage]

Almacenamiento de evidencias y archivos.

Web Admin

[Container: Angular/TypeScript]

Panel municipal: recompensas, RFID, aprobaciones y reportes.

Firebase Storage

[Deployment Node: Firebase Storage (SaaS)]

Firebase Hosting

[Deployment Node: Firebase Hosting (SPA)]

Deployment – Firebase

Servicios en Firebase (Web Admin, Storage, Auth).

Lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

Hosting estático de la landing page.

Landing Site

[Container: HTML/CSS/JS (estático)]

Sitio informativo y de registro básico.

Static Hosting (GitHub Pages)

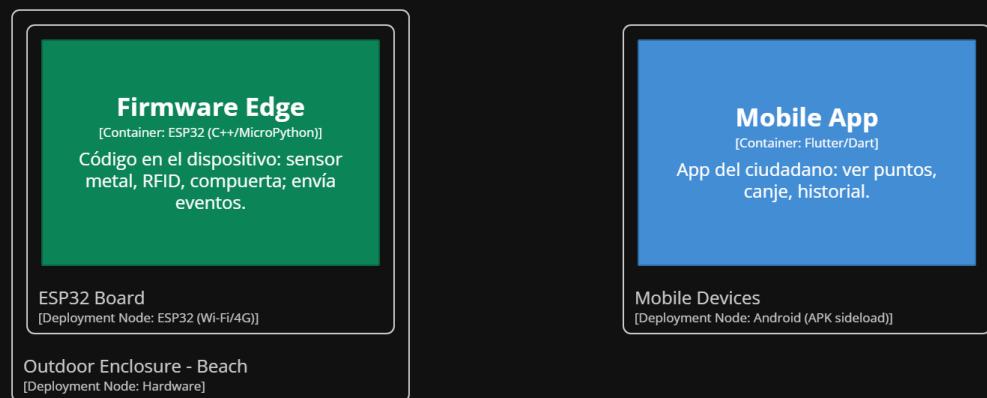
[Deployment Node: GitHub Pages]

Deployment – GitHub Pages

Landing estático.

Lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

Dispositivo ESP32 y app móvil Android.



Deployment – Devices

Dispositivo ESP32 y móviles Android (APK).

Lunes, 8 de septiembre de 2025, 19:56 hora estándar de Perú

4.2. Tactical-Level Domain-Driven Design

4.2.X. Bounded Context

4.2.X. Bounded Context

4.2.X.1. Domain Layer

4.2.X.2. Interface Context

4.2.X.3. Application Context

4.2.X.4. Infrastructure Context

4.2.X.5. Bounded Context Software Architecture Component Level Diagrams

4.2.X.6. Bounded Context Software Architecture Code Level Diagrams

4.2.X.6.1. Bounded Context Domain Layer Class Diagrams

4.2.X.6.2. Bounded Context Database Design Diagram

Capítulo V: Solutions UI/UX Design

5.1. Style Guidelines

5.1.1. General Style Guidelines

5.1.2. Web, Mobile and IoT Style Guidelines

5.2. Information Architecture

- 5.2.1. Organization Systems
- 5.2.2. Labeling Systems
- 5.2.3. SEO Tags and Meta Tags
- 5.2.4. Searching Systems

5.2.5. Navigation Systems

5.3. Landing Page UI Design

- 5.3.1. Landing Page Wireframe
- 5.3.2. Landing Page Mock-up

5.4. Application UX/UI Design

- 5.4.1. Applications Wireframes
- 5.4.2. Applications Wireflow Diagrams
- 5.4.3. Applications Mock-ups
- 5.4.4. Applications User Flow Diagrams

5.5. Applications Prototyping

Capítulo VI: Product Implementation, Validation & Deployment

6.1. Software Configuration Management

- 6.1.1. Software Development Environment Configuration
- 6.1.2. Source Code Management
- 6.1.3. Source Code Style Guide & Conventions
- 6.1.4. Software Deployment Configuration

6.2. Landing Page, Services & Applications Implementation

6.2.X. Sprint n

6.2.X.1. Sprint Planning n

6.2.X.1. Sprint Planning n

6.2.X.2. Sprint Backlog n

6.2.X.2. Sprint Backlog n**6.2.X.3. Development Evidence for Sprint Review****6.2.X.4. Testing Suite Evidence for Sprint Review****6.2.X.4. Testing Suite Evidence for Sprint Review****6.2.X.5. Execution Evidence for Sprint Review****6.2.X.5. Execution Evidence for Sprint Review****6.2.X.6. Services Documentation Evidence for Sprint Review****6.2.X.6. Services Documentation Evidence for Sprint Review****6.2.X.7. Software Deployment Evidence for Sprint Review****6.2.X.7. Software Deployment Evidence for Sprint Review****6.2.X.8. Team Collaboration Insights during Sprint****6.2.X.8. Team Collaboration Insights during Sprint****6.3. Validation Interviews****6.3. Validation Interviews**

6.3.1. Diseño de Entrevistas

6.3.1. Diseño de Entrevistas

6.3.2. Registro de Entrevistas

6.3.2. Registro de Entrevistas

6.3.3. Evaluaciones según heurísticas

6.3.3. Evaluaciones según heurísticas

6.4. Video About-the-Product**6.4. Video About-the-Product**

Conclusiones

Conclusiones y recomendaciones

Video About-the-Team

Bibliografía

- Corresponsables. (2024, febrero 28). *Recolectan 100 toneladas de residuos en playas de Lima y Callao.* Corresponsables.
<https://www.corresponsables.com/per/actualidad/medioambiente/100-toneladas-residuos-playas-lima-callao/>
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2024, enero). *Más de 80 playas de Lima y Callao no son saludables para bañistas en verano, advierte la Digesa.* RPP Noticias.
<https://rpp.pe/peru/actualidad/verano-2024-hay-42-playas-saludables-y-89-no-saludables-en-el-peru-segun-digesa-noticia-1525501>
- Ministerio del Ambiente. (2025, julio 8). *Municipios reportan incremento en valorización de residuos sólidos durante 2024.* Nota de prensa. Gobierno del Perú.
<https://www.gob.pe/es/n/1205034>
- Villacorta-Córdova, E. A., Gaspar-Torribio, M., & Espinoza-Montero, P. J. (2021). Evaluación de la contaminación por residuos sólidos en cuatro playas de la Costa Verde, Lima, Perú. *Revista Científica UNJFSC*, 29(1), 321–338.
<https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/1382/1097/6410>

Anexos

- Miro EventStorming - https://miro.com/app/board/uXjVI_LnCNw=/?share_link_id=434975935150
- Miro Bounded context Canvases - https://miro.com/app/board/uXjVJGNlyKE=/?share_link_id=644740443033
- Lean UX Canvas - <https://miro.com/app/board/uXjVJKqj5v4=/>