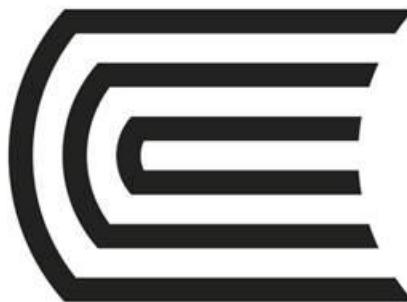


**“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”**



# **Universidad Continental**

## **INFORME DE AVANCE DE PROYECTO**

### **"PLATAFORMA DE CONSUMO ELÉCTRICO"**

**Docente: Rosario Delia Osorio Contreras**

**NRC: 62152**

**Grupo 9**

#### **Integrantes:**

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| RICK BERNIE CRISPIN BENDEZU          | 100% |
| PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ        | 100% |
| JOSE CARLOS CCENTE MEJIA             | 100% |
| JOSE ENRIQUE JAMPIER OSORES GONZALES | 100% |

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capítulo 1. Presentación del Proyecto.....</b>                     | <b>5</b>  |
| ODS vinculado.....  | 5         |
| Organización o institución beneficiaria.....                          | 5         |
| Problema identificado.....  | 5         |
| Solución propuesta.....   | 5         |
| <b>Capítulo 2. Análisis de Necesidades y Requerimientos.....</b>      | <b>7</b>  |
| Requerimientos Funcionales (RF).....                                  | 7         |
| Requerimientos no funcionales (RNF):.....                             | 11        |
| Requerimientos de dominio.....  | 15        |
| <b>Capítulo 3. Modelos Iniciales del Sistema.....</b>                 | <b>18</b> |
| Modelo funcional (diagrama de contexto, casos de uso generales):..... | 18        |
| Modelo de procesos.....   | 19        |
| Diagrama de actividad UML.....  | 20        |
| Modelo de datos (Modelo E-R).....                                     | 21        |
| <b>Capítulo 4. Modelos de Diseño.....</b>                             | <b>22</b> |
| Modelo estructural (diagrama de clases inicial):.....                 | 22        |
| Modelo de interacción (diagrama de secuencia):.....                   | 23        |
| <b>Capítulo 5. Metodología de Trabajo (SCRUM).....</b>                | <b>24</b> |
| Definición de la metodología ágil usada.....                          | 24        |
| Backlog del producto (para Jira).....                                 | 24        |
| Planificación de Sprints.....   | 27        |
| Herramientas utilizadas.....  | 28        |
| <b>Capítulo 6. Diseño de arquitectura y patrones.....</b>             | <b>29</b> |
| Estrategias de diseño del software.....                               | 29        |
| Tipo de arquitectura del sistema.....                                 | 30        |
| Patrones de diseño aplicados.....                                     | 31        |
| Diseño estructural.....   | 33        |
| <b>Capítulo 7. Diseño detallado de la base de Datos.....</b>          | <b>37</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| Modelo lógico y físico.....  | 37        |
| Script en PostgreSQL.....  | 38        |
| Procedimientos almacenados, vistas y triggers.....                                   | 44        |
| Seguridad y respaldo.....  | 51        |
| <b>Capítulo 8. Diseño detallado de sistemas en red y móviles.....</b>                | <b>54</b> |
| 8.1. Modelo de Comunicación.....   | 54        |
| 8.1.1. Comunicación IoT (Dispositivo → Gateway).....                                 | 54        |
| 8.1.2. Comunicación Gateway → Servidor en la Nube.....                               | 54        |
| 8.1.3. Comunicación Cliente–Servidor.....  | 54        |
| 8.2. Diseño del Sistema Web y Móvil.....   | 55        |
| Aplicación Web.....  | 55        |
| Aplicación Móvil.....  | 55        |
| 8.3. Gestión de Datos en Red.....  | 55        |
| 8.3.1. Procesamiento en Tiempo Real.....   | 55        |
| 8.3.2. Almacenamiento.....   | 56        |
| 8.3.3. Análisis y Alertas.....   | 56        |
| 8.4. Seguridad en Red y Móviles.....   | 56        |
| 8.4.1. Seguridad de comunicación.....  | 56        |
| 8.4.2. Seguridad en backend.....   | 56        |
| 8.4.3. Seguridad en aplicaciones móviles.....  | 56        |
| 8.4.4. Respaldo y Recuperación.....  | 56        |
| 8.5. Justificación Técnica.....  | 57        |
| <b>Capítulo 9: Diseño de Interfaz y Experiencia de Usuario (UX/UI).....</b>          | <b>58</b> |
| 9.1. Perfil del usuario / usuario meta.....  | 58        |
| Definición del usuario final según ODS y necesidades reales.....                     | 58        |
| Contexto del uso del sistema.....  | 58        |
| 9.2. Principios de diseño aplicados (HCI) explicar cómo se aplican en el prototipo.. | 58        |
| Consistencia.....  | 58        |
| Visibilidad.....   | 58        |

|  |           |
|--|-----------|
| Accesibilidad.....   | 59        |
| Control del usuario.....   | 59        |
| Retroalimentación.....   | 59        |
| Simplicidad.....   | 59        |
| 9.3 Diseño del prototipo (baja y alta fidelidad).....                      | 60        |
| Prototipos realizados en Figma.....  | 60        |
| Capturas de todas las pantallas principales.....                           | 61        |
| Justificaciones del diseño.....  | 64        |
| 9.4. Flujo de navegación del sistema.....                                  | 65        |
| Mapa de navegación que representa el recorrido del usuario.....            | 65        |
| Diagrama de interacción o módulo-navegación.....                           | 66        |
| <b>Capítulo 10. Evaluación del Diseño y Matriz de Trazabilidad.....</b>    | <b>68</b> |
| 10.1. Matriz de trazabilidad.....  | 68        |
| A. Requerimientos Funcionales (RF).....                                    | 68        |
| B. Requerimientos No Funcionales (RNF).....                                | 70        |
| 10.2. Evaluación del diseño del sistema.....                               | 71        |
| 10.2.1. Coherencia entre arquitectura, prototipo y base de datos.....      | 71        |
| 10.2.2. Identificación de mejoras y ajustes.....                           | 71        |
| 10.2.3. Evaluación del cumplimiento de principios de usabilidad (HCI)..... | 72        |
| 10.3. Retroalimentación obtenida.....                                      | 73        |
| 10.3.1. Errores detectados.....  | 73        |
| 10.3.2. Cambios realizados.....  | 73        |
| 10.3.3. Mejoras propuestas (Trabajo Futuro).....                           | 74        |
| 10.4. Reflexión sobre el aporte al ODS.....                                | 74        |
| 10.4.1. El diseño de la interfaz como herramienta de conciencia.....       | 74        |
| 10.4.2. La navegación orientada a la acción.....                           | 75        |
| 10.4.3. Las funcionalidades y la eficiencia energética.....                | 75        |
| <b>Conclusiones y Recomendaciones.....</b>                                 | <b>77</b> |
| Conclusión del equipo:.....  | 77        |

|  |           |
|--|-----------|
| Lecciones aprendidas:.....                             | 77        |
| Recomendaciones para futuras mejoras del sistema:..... | 77        |
| <b>Referencias bibliográficas.....</b>                 | <b>79</b> |
| <b>Anexos.....</b>                                     | <b>80</b> |

## **Capítulo 1. Presentación del Proyecto**

### **ODS vinculado**

El presente proyecto se articula con el Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 7: Energía asequible y no contaminante, el cual busca garantizar el acceso universal a una energía moderna, segura y sostenible, promoviendo al mismo tiempo la eficiencia energética [1]. La iniciativa se enmarca dentro de este objetivo, al ofrecer una solución que fomente el consumo responsable y consciente de electricidad en los hogares.

### **Organización o institución beneficiaria**

La plataforma está orientada principalmente a familias de entornos urbanos y periurbanos, que suelen enfrentar dificultades para gestionar su consumo eléctrico de manera eficiente. De forma complementaria, pueden beneficiarse instituciones educativas y programas municipales que promuevan la sostenibilidad energética, así como empresas distribuidoras de electricidad interesadas en optimizar la relación con sus usuarios mediante el uso de herramientas tecnológicas [2].

### **Problema identificado**

Actualmente, la mayoría de los hogares cuentan únicamente con la información proporcionada por el recibo mensual de electricidad. Dicho documento se limita a mostrar el monto global del consumo, sin detallar los horarios, dispositivos o patrones que generan mayor gasto [3]. Esta limitación dificulta la identificación de consumos anómalos, eleva los costos económicos para las familias y reduce la conciencia sobre el impacto ambiental derivado del uso excesivo de energía eléctrica.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, mejorar la eficiencia energética en el sector residencial puede reducir hasta en un 25 % el gasto eléctrico promedio en países en desarrollo [4]. Sin embargo, la falta de herramientas accesibles y adaptadas al usuario doméstico limita la capacidad de implementar medidas correctivas efectivas.

### **Solución propuesta**

Para responder a este problema, se plantea el desarrollo de una plataforma de seguimiento de consumo eléctrico doméstico. La propuesta combina un sistema de

medición instalado en el hogar con una aplicación digital que organiza y presenta la información de manera clara y útil para el usuario.

La plataforma no se limita a mostrar números, sino que traduce los datos en conocimiento práctico. A través de gráficas, alertas personalizadas y reportes periódicos, el usuario podrá identificar picos de consumo, comparar su gasto entre distintos períodos y recibir sugerencias sobre cómo reducirlo.

El proyecto también contempla un módulo de recomendaciones inteligentes, basado en patrones de uso. Este componente ofrecerá consejos específicos, como reorganizar horarios de uso de electrodomésticos o desconectar equipos en espera, con el fin de reducir el gasto mensual y mejorar la eficiencia energética del hogar.

En conjunto, la solución busca **tres impactos** principales:

Económico, al ayudar a las familias a ahorrar en sus recibos eléctricos, en el nivel social y ambiental, el sistema busca no solo reducir el costo del consumo eléctrico, sino también generar conciencia sobre el uso racional de los recursos energéticos, en coherencia con el ODS 7 y con las políticas de sostenibilidad global [1].

Así, la plataforma no solo se concibe como una herramienta tecnológica, sino también como un medio de sensibilización y educación energética, capaz de impulsar cambios en los hábitos de consumo doméstico de manera sostenida.

## Capítulo 2. Análisis de Necesidades y Requerimientos

### Requerimientos Funcionales (RF)

| Código | Requisito                       |
|--------|---------------------------------|
| RF1    | Registrar usuarios y hogares.   |
| RF2    | Mostrar consumo en tiempo real. |
| RF3    | Generar reportes mensuales.     |
| RF4    | Emitir alertas de consumo alto. |
| RF5    | Ofrecer consejos de eficiencia. |

| Código | Requerimiento                | Dependencia | Descripción de la dependencia  |
|--------|------------------------------|-------------|--|
| RF1.1  | Registro de nuevos usuarios. | -           | Requerimiento independiente, base para que existan usuarios en el sistema. |
| RF1.2  | Autenticación de usuarios.   | RF1.1       | Depende de que el usuario esté previamente registrado.                     |

|       |  |       |   |
|-------|--|-------|---|
| RF1.3 | Recuperación de contraseña.                          | RF1.2 | Depende de la autenticación, ya que la recuperación se realiza sobre cuentas activas. |
| RF1.4 | Gestión de cuentas por administrador.                | RF1.1 | Requiere que existan cuentas registradas para poder administrarlas.                   |
| RF2.1 | Registro de hogares asociados al usuario.            | RF1.1 | Depende de que el usuario exista para asociar un hogar.                               |
| RF2.2 | Asociación de medidor inteligente a cada hogar.      | RF2.1 | Depende del registro de hogares para poder vincular el medidor.                       |
| RF2.3 | Recepción de datos en tiempo real desde medidores.   | RF2.2 | Solo puede ejecutarse si existe un medidor asociado a un hogar.                       |
| RF3.1 | Visualización del consumo en tiempo real.            | RF2.3 | Depende de la recepción de datos desde los medidores.                                 |
| RF3.2 | Consulta de consumos diarios, semanales y mensuales. | RF2.3 | Requiere almacenamiento de los datos recibidos del medidor.                           |

|       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| RF3.3 | Visualización de gráficos de evolución del consumo eléctrico. | RF3.2 | Depende de la existencia de datos históricos para graficarlos.  |
| RF3.4 | Filtros de consumo por hogar o periodo de tiempo.             | RF3.2 | Depende de que existan datos históricos en la base de datos.    |
| RF4.1 | Generación de reportes mensuales en PDF/Excel.                | RF3.2 | Requiere datos históricos de consumo para elaborar el reporte.  |
| RF4.2 | Comparativas con meses anteriores en reportes.                | RF4.1 | Depende de que ya exista la generación de reportes básicos.     |
| RF4.3 | Exportación y descarga de reportes.                           | RF4.1 | Depende de la existencia del reporte en la plataforma.          |
| RF4.4 | Reportes globales para administrador/empresa.                 | RF4.1 | Requiere consolidar reportes individuales en reportes globales. |

|       |   |              |   |
|-------|---|--------------|---|
| RF5.1 | Envío de alertas al superar un umbral de consumo.       | RF2.3, RF3.2 | Depende de la recepción de datos y su almacenamiento para verificar el umbral.  |
| RF5.2 | Configuración de límites de consumo por el usuario.     | RF1.1        | Depende de la existencia de usuarios registrados para personalizar sus límites. |
| RF5.3 | Notificaciones vía correo y plataforma.                 | RF5.1        | Depende de la existencia de alertas generadas.                                  |
| RF6.1 | Sugerencias de ahorro en base al historial de consumo.  | RF3.2        | Requiere la existencia de datos históricos.                                     |
| RF6.2 | Comparativas de consumo con promedios de otros hogares. | RF3.2, RF4.4 | Depende de datos históricos y de reportes globales.                             |
| RF6.3 | Consejos prácticos predefinidos.                        | -            | Requerimiento independiente (puede implementarse como módulo estático).         |
| RF7.1 | Gestión de catálogos de                                 | RF2.2        | Relacionado a la asociación de medidores en los hogares.                        |

|       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
|       | medidores por administrador.                              |       |   |
| RF7.2 | Consultar estadísticas globales del sistema.              | RF4.4 | Depende de que existan reportes globales.                             |
| RF7.3 | Asignación de roles (usuario, admin, entidad reguladora). | RF1.1 | Depende de la creación de usuarios para asignarles roles específicos. |

#### **Requerimientos no funcionales (RNF):**

| Código | Requerimiento                  |
|--------|--------------------------------|
| RNF1   | Seguridad de datos             |
| RNF2   | Escalabilidad de la plataforma |
| RNF3   | Interfaz amigable              |
| RNF4   | Acceso multiplataforma         |

| Código | Requerimiento  | Dependencia  | Descripción de la dependencia  |
|--------|--|--------------|--|
| RNF1.1 | Los datos de usuarios y consumos deben estar encriptados (AES-256, HTTPS). | RF1.1, RF2.3 | Depende de la existencia de usuarios y recepción de datos para aplicar encriptación. |
| RNF1.2 | Autenticación segura con hash de contraseñas (bcrypt o similar).           | RF1.2        | Se aplica al proceso de login de usuarios.   |
| RNF1.3 | Inclusión de roles y permisos diferenciados.                               | RF7.3        | Depende de la gestión de roles para aplicarlos con seguridad.                        |
| RNF2.1 | Procesamiento en tiempo real con retardo máximo de 5 segundos.             | RF2.3, RF3.1 | Depende de la recepción de datos y su visualización.                                 |
| RNF2.2 | Soportar al menos 10,000 usuarios concurrentes en la primera fase.         | RF1.1, RF3.1 | Relacionado a la creación de usuarios y acceso al sistema en tiempo real.            |

|        |  |                     |  |
|--------|--|---------------------|--|
| RNF2.3 | Arquitectura escalable horizontalmente (microservicios/cloud).           | RNF2.2              | Depende de la necesidad de soportar grandes volúmenes de usuarios.             |
| RNF3.1 | Interfaz intuitiva y accesible para usuarios sin conocimientos técnicos. | RF3.1, RF3.3        | Depende de la visualización de datos y gráficos de consumo.                    |
| RNF3.2 | Disponibilidad en versión web y móvil (responsive o app).                | RF3.1, RF3.2        | Relacionado con la presentación de datos de consumo en diferentes plataformas. |
| RNF3.3 | Tiempo de respuesta promedio < 2 segundos por consulta.                  | RF3.2, RF3.3        | Depende de consultas de consumo y visualización de gráficos.                   |
| RNF4.1 | Disponibilidad mínima del 99,5% anual.                                   | Todos los RF        | Aplica de forma general al sistema completo.                                   |
| RNF4.2 | Copias de seguridad automáticas diarias.                                 | RF2.3, RF3.2, RF4.1 | Depende de los datos de consumo y reportes almacenados.                        |

|        |   |                     |  |
|--------|---|---------------------|--|
| RNF4.3 | Recuperación ante fallos en menos de 1 hora.                            | RNF4.2              | Relacionado con el respaldo de datos y continuidad del servicio.           |
| RNF5.1 | Integración con distintos modelos de medidores inteligentes estándar.   | RF2.2, RF2.3        | Depende de la asociación y recepción de datos de los medidores.            |
| RNF5.2 | Funcionamiento en navegadores modernos (Chrome, Edge, Firefox, Safari). | RF3.1, RF3.2, RF3.3 | Relacionado con la visualización de consumo y reportes desde el front-end. |
| RNF5.3 | Compatibilidad de app móvil con Android e iOS.                          | RF3.1, RF3.2        | Depende de la visualización de datos y reportes en móviles.                |
| RNF6.1 | Código documentado y con estándares (Clean Code, SOLID).                | Todos los RF        | Aplica a toda la lógica del sistema y su desarrollo.                       |
| RNF6.2 | Pruebas unitarias y de integración.                                     | Todos los RF        | Requiere que existan funcionalidades implementadas para validarlas.        |

|        |                                |                |   |
|--------|--------------------------------|----------------|---|
| RNF6.3 | Despliegues continuos (CI/CD). | RNF6.1, RNF6.2 | Depende de la calidad del código y de la implementación de pruebas. |
|--------|--------------------------------|----------------|---|

### Requerimientos de dominio

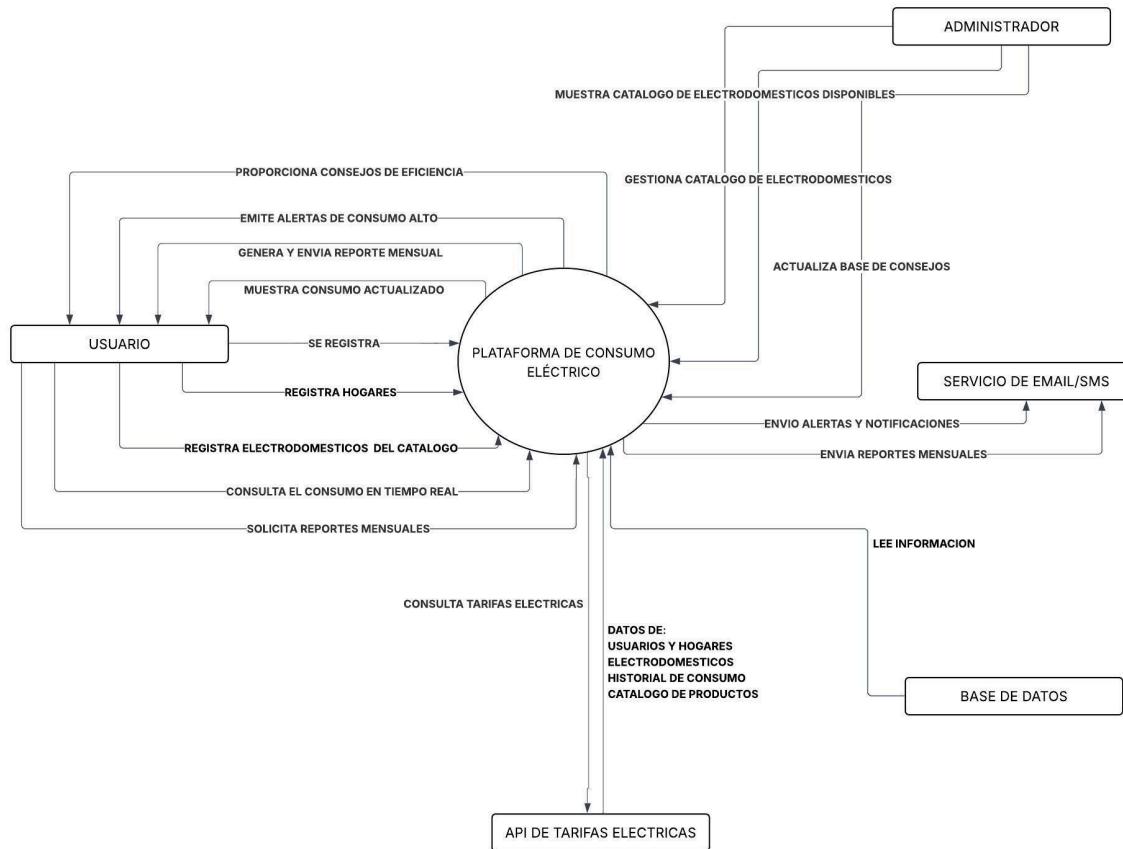
| Código | Requerimiento de Dominio   | Dependencia (código) | Descripción de la dependencia   |
|--------|--|----------------------|---|
| RD-01  | Cumplimiento de la normativa nacional de eficiencia energética                   | RNF-05               | Se requiere el cumplimiento de estándares de seguridad y normativas oficiales del sector energético.      |
| RD-02  | Integración con proveedores de datos energéticos oficiales (empresas eléctricas) | RF-01, RF-02         | Depende de la recolección y monitoreo de datos de consumo eléctrico para garantizar información verídica. |
| RD-03  | Considerar tarifas diferenciadas por horarios y regiones                         | RF-05                | El cálculo de tarifas debe ajustarse a las regulaciones vigentes  |

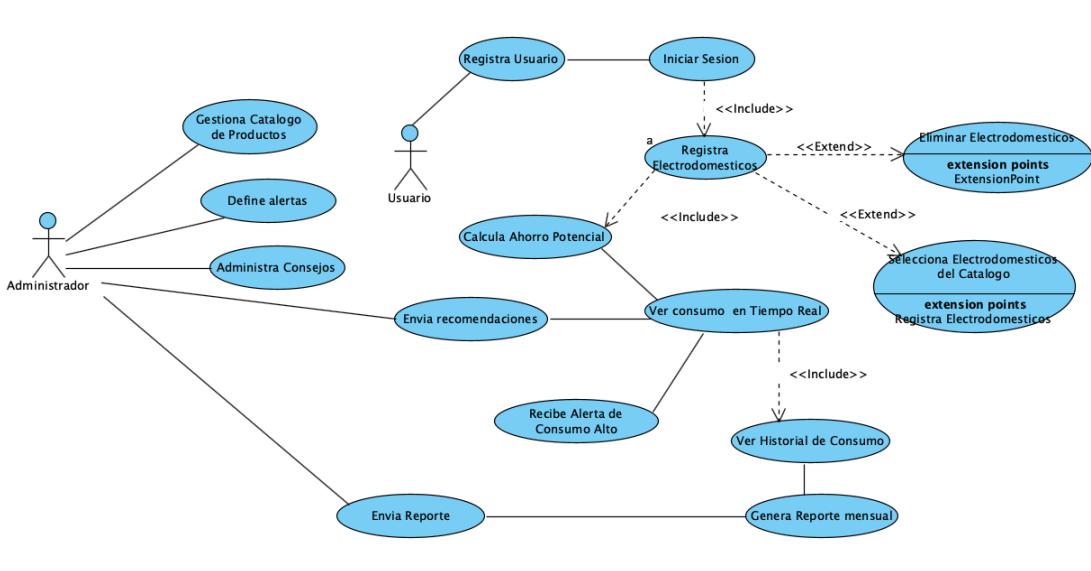
|       |  |                |   |
|-------|--|----------------|---|
|       |  |                | y tarifas locales establecidas por las empresas eléctricas.   |
| RD-04 | Cumplimiento con políticas de privacidad de datos personales<br><br>(Ley de Protección de Datos) | RNF-03         | Depende del manejo seguro de datos de los usuarios, asegurando confidencialidad y consentimiento informado. |
| RD-05 | Interoperabilidad con sistemas de gestión energética (SGE) y plataformas de smart grid           | RF-07          | Requiere compatibilidad para integrarse en contextos más amplios de gestión y eficiencia energética.        |
| RD-06 | Escalabilidad para adaptarse a cambios en políticas de energías renovables                       | RNF-01, RNF-04 | Necesita que el sistema soporte la incorporación de nuevas métricas o regulaciones sin rediseño completo.   |
| RD-07 | Inclusión de métricas alineadas con ODS 7 y reportes ambientales                                 | RF-08          | Los reportes deben estar alineados con indicadores internacionales y estándares de sostenibilidad.          |



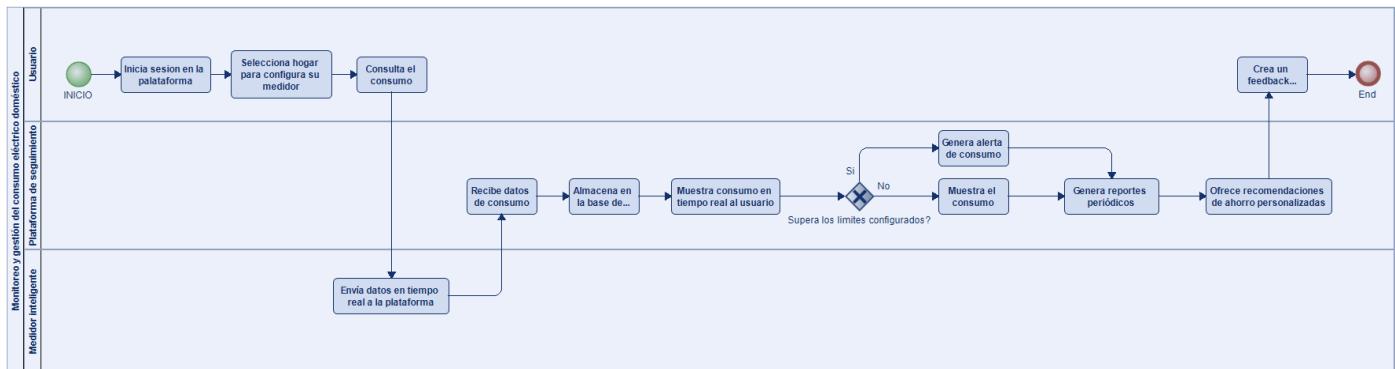
## Capítulo 3. Modelos Iniciales del Sistema

**Modelo funcional (diagrama de contexto, casos de uso generales):**

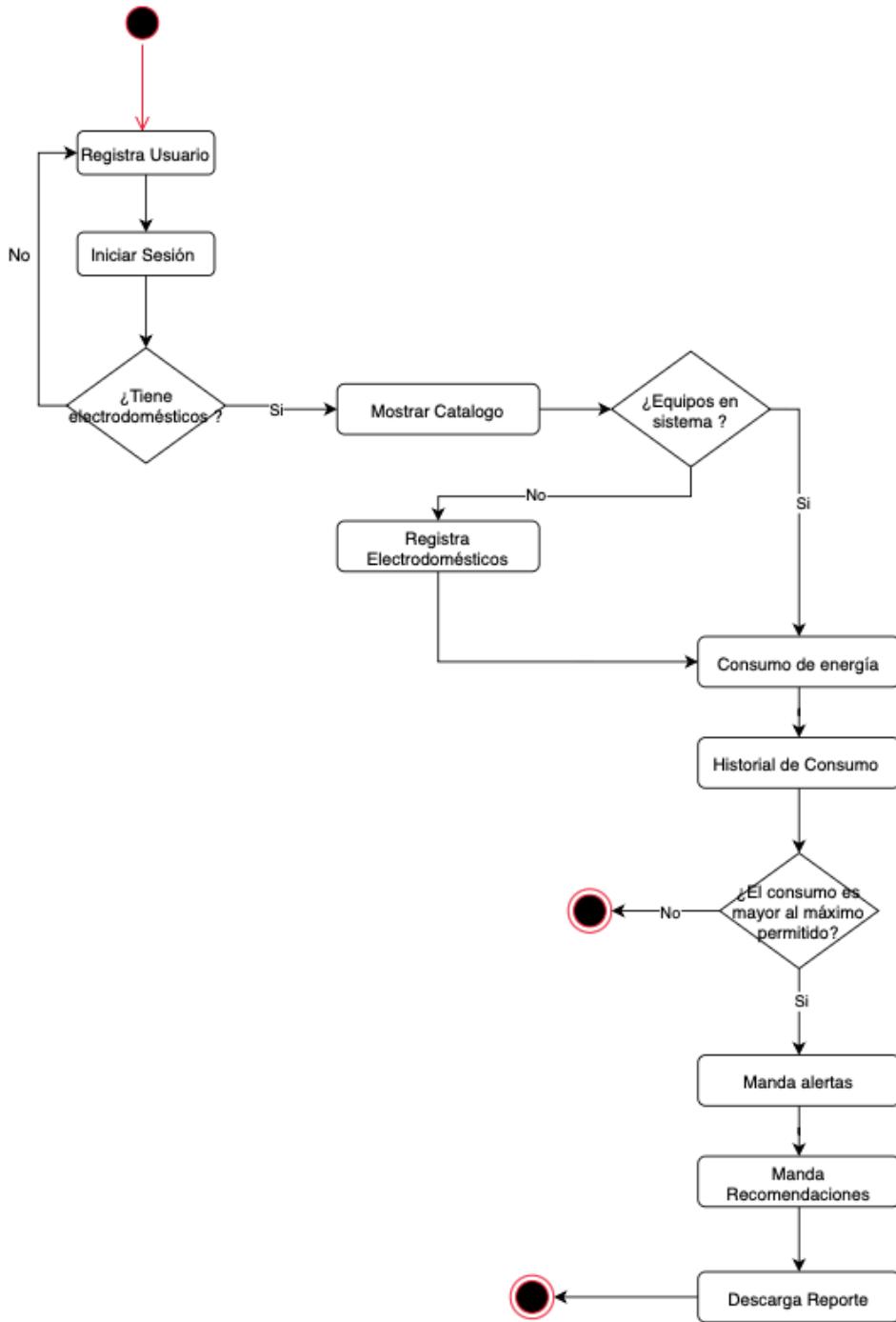




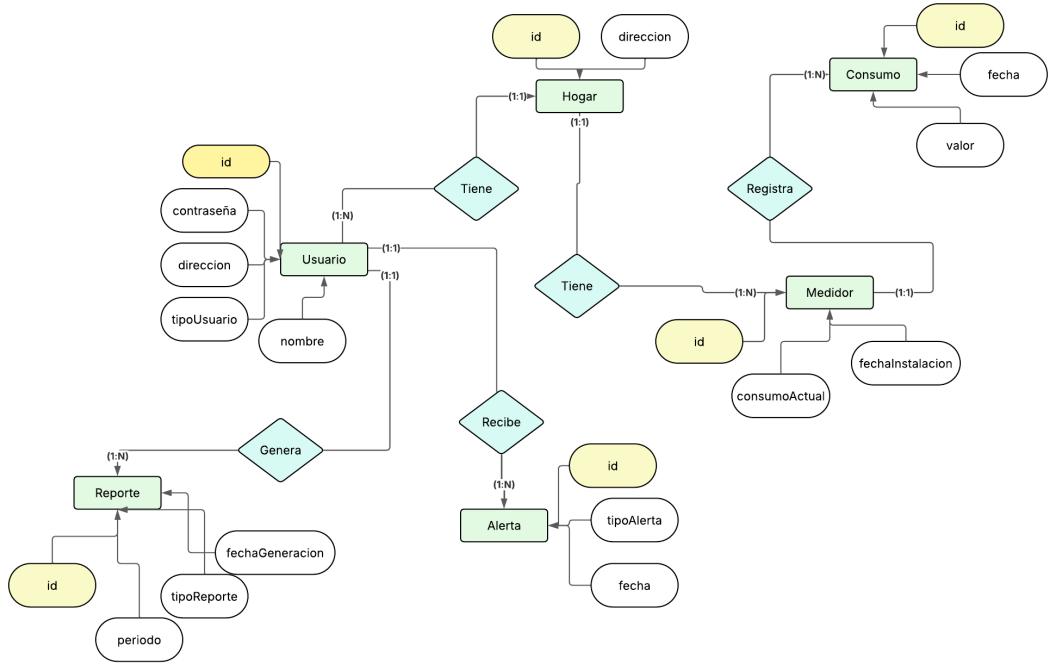
## Modelo de procesos



## Diagrama de actividad UML

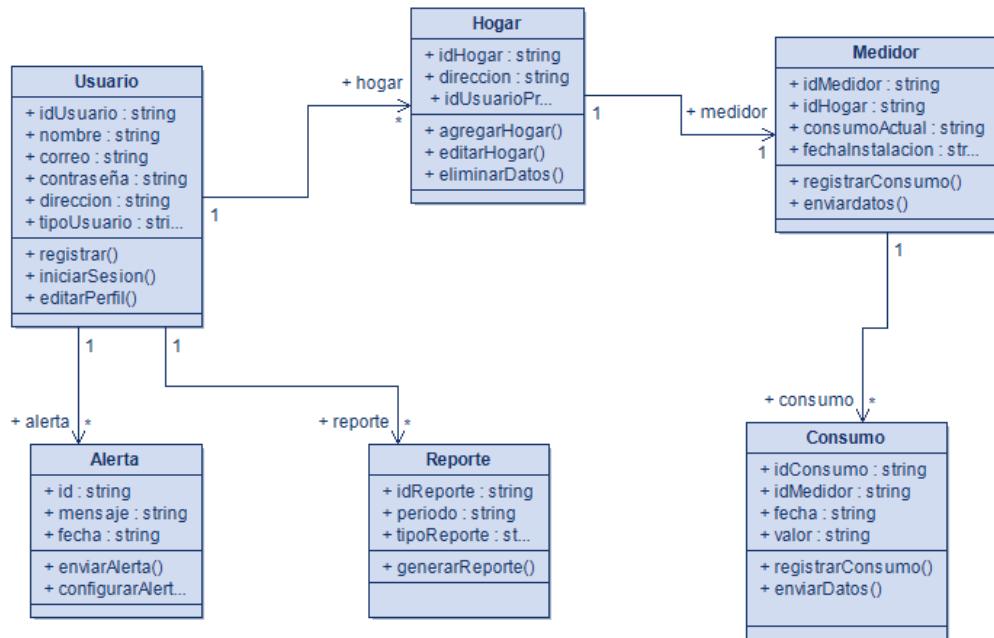


## Modelo de datos (Modelo E-R)

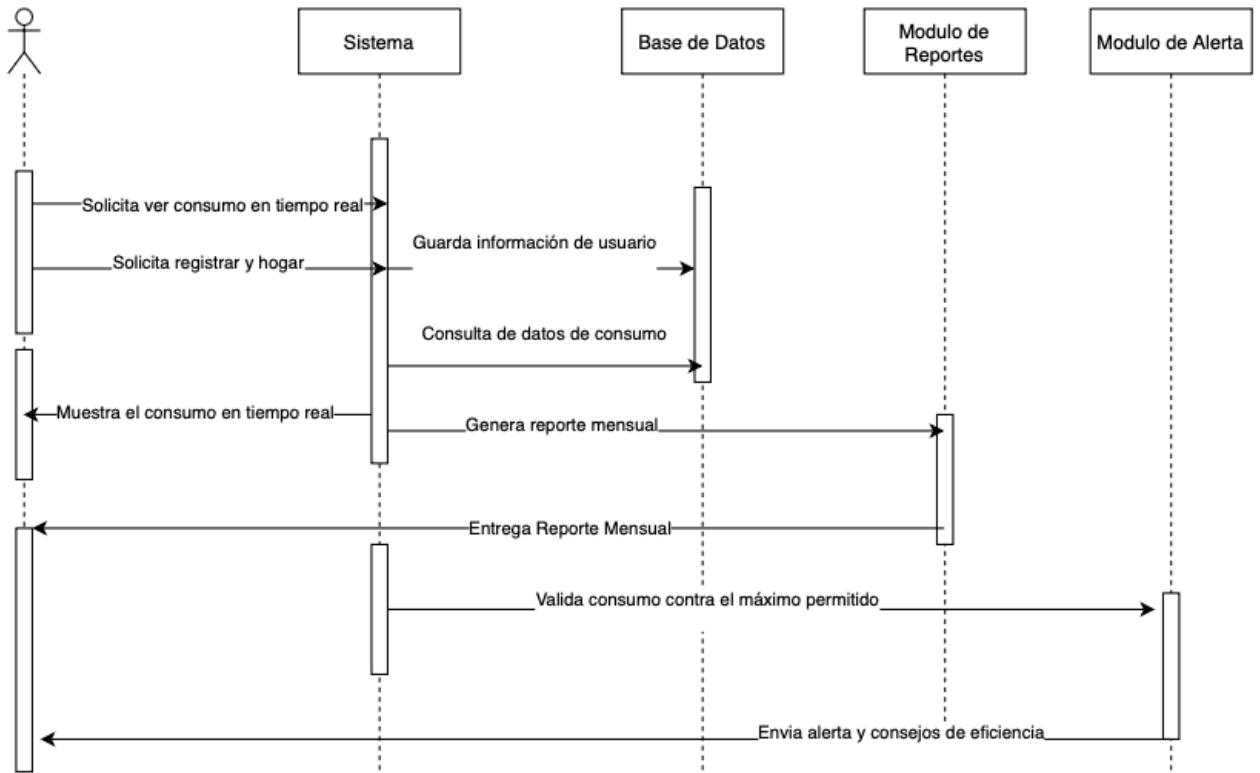


## Capítulo 4. Modelos de Diseño

Modelo estructural (diagrama de clases inicial):



**Modelo de interacción (diagrama de secuencia):**



## Capítulo 5. Metodología de Trabajo (SCRUM)

### Definición de la metodología ágil usada

Se emplea SCRUM como metodología ágil para el desarrollo de la plataforma de seguimiento de consumo eléctrico doméstico. Esta metodología permite:

- Desarrollar el sistema de manera iterativa e incremental mediante sprints.
- Ajustar los requisitos a necesidades cambiantes de los usuarios y normativas energéticas.
- Garantizar entregas tempranas de funcionalidades completas.

SCRUM se caracteriza por roles definidos (Product Owner, Scrum Master, Development Team) y ceremonias estructuradas (Sprint Planning, Daily Standup, Sprint Review, Sprint Retrospective) que facilitan la entrega continua de valor al usuario [5].

### Backlog del producto (para Jira)

| EPIC                | Código HU | Historia de Usuario / Resumen | Descripción   | Prioridad | Estimación |
|---------------------|-----------|-------------------------------|---|-----------|------------|
| Gestión de Usuarios | HU01      | Registro de usuarios          | Registro de usuarios proporcionando nombre, correo, contraseña y dirección para acceder al sistema. | Alta      | 3          |
| Gestión de Usuarios | HU02      | Autenticación de usuarios     | Iniciar sesión de forma segura mediante correo y contraseña,  | Alta      | 3          |

|                                |      |                                      |  |  |       |   |
|--------------------------------|------|--------------------------------------|--|--|-------|---|
|                                |      |                                      |  | protegiendo datos del usuario.   |       |   |
| Gestión de Hogares y Medidores | HU03 | Registro de hogares                  |  | Registrar hogares y asociarlos a medidores inteligentes para monitoreo de consumo. | Alta  | 3 |
| Gestión de Hogares y Medidores | HU04 | Asociación de medidores inteligentes |  | Asociar medidores a hogares y recibir datos de consumo en tiempo real.             | Alta  | 5 |
| Monitoreo de Consumo           | HU05 | Visualización en tiempo real         |  | Panel con consumo instantáneo y comparación con límites configurables.             | Alta  | 5 |
| Monitoreo de Consumo           | HU06 | Filtros de consumo                   |  | Filtrar consumo por hogar y periodo de tiempo seleccionado.                        | Media | 3 |

|                      |      |                                  |   |       |   |
|----------------------|------|----------------------------------|---|-------|---|
| Monitoreo de Consumo | HU07 | Consulta de historial completo   | Consultar consumos diarios, semanales y mensuales mediante gráficos históricos.   | Media | 5 |
| Reportes             | HU08 | Generación de reportes mensuales | Generar reportes en PDF/Excel incluyendo comparativas de meses anteriores.        | Media | 3 |
| Reportes             | HU09 | Reportes consolidados            | Generar reportes globales por hogar, zona o periodo para análisis administrativo. | Media | 5 |
| Alertas              | HU10 | Alertas de consumo               | Notificación al usuario cuando el consumo supera un límite predefinido.           | Alta  | 3 |
| Alertas              | HU11 | Configuración de límites         | Definir límites de consumo por hogar para personalizar alertas.                   | Media | 3 |

|                 |      |                                   |   |       |   |
|-----------------|------|-----------------------------------|---|-------|---|
| Recomendaciones | HU12 | Consejos de eficiencia energética | Sugerencias basadas en historial de consumo y comparativas con promedios de otros usuarios. | Media | 5 |
| Administración  | HU13 | Consultar estadísticas globales   | Visualización de reportes consolidados y exportación de datos para análisis de eficiencia.  | Media | 5 |
| Administración  | HU14 | Gestión de roles y permisos       | Asignar roles (usuario, admin, regulador) para controlar accesos y funcionalidades.         | Alta  | 3 |

## Planificación de Sprints

Sprint 1 (2 semanas):

- Implementar funcionalidades básicas: registro y autenticación de usuarios, registro de hogares, asociación de medidores, visualización en tiempo real y filtros básicos de consumo.
- HU asignadas: HU01, HU02, HU03, HU04, HU05, HU06

Sprint 2 (2 semanas):

- Implementar funcionalidades avanzadas: historial de consumo, reportes, alertas, recomendaciones, administración y gestión de roles.

- HU asignadas: HU07, HU08, HU09, HU10, HU11, HU12, HU13, HU14

### **Herramientas utilizadas**

| <b>Herramienta</b>        | <b>Uso principal</b>   |
|---------------------------|--|
| <b>Jira</b>               | Gestión de backlog, planificación de sprints, seguimiento de historias y tareas. |
| <b>Draw.io / Dragrams</b> | Creación de diagramas UML (casos de uso, actividad, secuencia, procesos).        |
| <b>Visual Paradigm</b>    | Diseño de modelo de datos (E-R) y diagramas de clases.                           |
| <b>GitHub</b>             | Control de versiones y colaboración en desarrollo.                               |

## Capítulo 6. Diseño de arquitectura y patrones

### Estrategias de diseño del software

#### Modularidad y separación de responsabilidades

- Dividir el sistema en módulos/servicios con responsabilidad única (ingestión de datos, almacenamiento, procesamiento/analítica, recomendaciones, notificaciones, UI, autenticación).
- Favorecer interfaces bien definidas (APIs REST/gRPC / mensajería) para desacoplar.

#### Diseñar pensando en la escalabilidad

- Partir con una arquitectura que permita escalar horizontalmente (stateless services, colas/brokers para picos de mensajes).
- Uso de base de datos especializada: *time-series DB* para lecturas de consumo (alta velocidad de inserción), RDBMS para usuarios/configuración, almacén de datos para reports.

#### Resiliencia y tolerancia a fallas

- Retries exponenciales, circuit breakers, timeouts.
- Que el sistema siga aceptando/guardando datos en el gateway local si la conexión a nube cae (buffer en gateway/edge).

#### Diseño orientado a eventos donde tenga sentido

- Ingesta → events → stream processing → recomendaciones/alerts.
- Forma natural para picos, analítica en tiempo real y mayor desacople.

#### Seguridad y privacidad por diseño

- Autenticación y autorización (OAuth2 + JWT), RBAC.
- Encriptación in transit (TLS) y at rest para datos sensibles.
- Minimizar datos personales enviados; anonimizar para análisis agregados.

## Observabilidad

- Logs estructurados, métricas (Prometheus), tracing distribuido (OpenTelemetry), alertas SLO/SLIs.

## UX centrado en el usuario

- Interfaz clara, prioridades de información: consumo por hora, picos, sugerencias accionables.
- Notificaciones configurables (umbral, horario, tipo).

## Testing & Calidad

- Tests unitarios, integración, E2E (automatizar pipelines CI/CD).
- Pruebas de carga en componentes de ingestión/streaming.

## Extensibilidad

- Plugins para nuevos tipos de sensores o algoritmos de recomendación.
- Versionado de API.

### **Tipo de arquitectura del sistema**

Arquitectura propuesta: Microservicios orientados a eventos (Event-driven microservices) con API Gateway.

#### Motivos:

- Necesitas escalabilidad independiente (ingesta masiva de datos vs UI vs ML).
- Procesamiento en tiempo real (detección de picos, alertas) se beneficia de streaming/event-driven.
- Permite desplegar y evolucionar módulos (ML, recomendaciones) sin afectar otros.
- Facilita integración con dispositivos IoT (MQTT/bridge → broker → ingest service).

## Elementos principales de la arquitectura

- Edge / Gateway local: dispositivo o hub que lee sensores (CT clamps, smart plugs) y publica por MQTT/HTTPS. Buffer local si la conexión falla.
- Broker de Mensajería: MQTT para telemetría IoT; Kafka o RabbitMQ para stream y procesamiento en backend.
- Ingest Service / Collector: consume mensajes del broker y valida/normaliza, persiste en Time-Series DB y publica eventos para downstream.
- Time-Series DB: InfluxDB, TimescaleDB (Postgres extension) o Prometheus (si fuera apropiado) para series temporales.
- Service de Procesamiento / Stream Processor: Apache Kafka Streams, Flink o un worker que calcule agregados, detección de picos, anomalías.
- Motor de Recomendaciones: servicio que recibe features/series y genera recomendaciones (reglas + ML). Entrenamiento off-line + predicción en línea.
- API Gateway: punto único para clientes, enrutamiento, rate-limiting, caching.
- Auth Service: OAuth2 / OpenID Connect, JWT.
- User / Config Service: RDBMS (Postgres) para usuarios, casas, dispositivos, preferencias.
- Notification Service: push (FCM/APNs), email, SMS.
- Dashboard / Mobile WebApp: SPA (React) + App (React Native).
- Admin & Reporting Service: generación de reportes periódicos, exports (PDF/CSV).
- Observability stack: Prometheus, Grafana, ELK/OpenSearch, Jaeger.

## Patrones de diseño aplicados

### Arquitectónicos

- Event-Driven Architecture: para ingestión y procesamiento.

- Microservices: separación según bounded contexts (telemetry, auth, user, recommendations).
- API Gateway: patrón de fachada para clientes.

## Integración

- Adapter / Anti-Corruption Layer: adaptar formatos heterogéneos de sensores al modelo interno.
- Message Broker (Publish-Subscribe): desacoplamiento entre productores y consumidores.

## Diseño backend

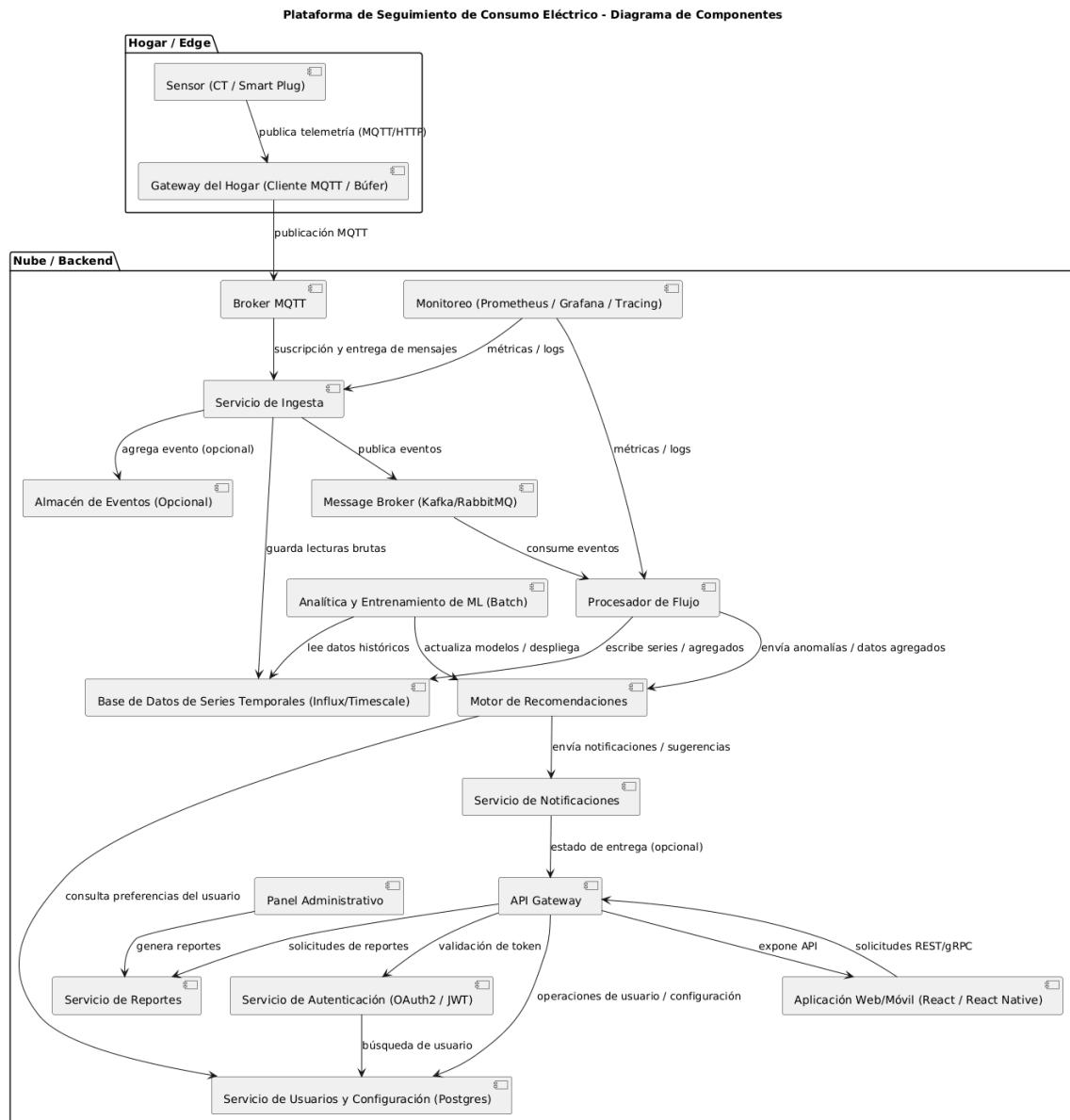
- Repository Pattern: encapsular acceso a bases de datos (TS DB, RDBMS).
- Factory Method / Abstract Factory: para crear handlers de dispositivos diferentes (CT clamp, smart plug).
- Strategy Pattern: seleccionar algoritmo de detección de anomalías o recomendación según perfil.
- Observer / Publish-Subscribe (In-app): para notificaciones internas cuando se detecta un pico.
- Circuit Breaker: proteger servicios dependientes en caso de fallo.
- CQRS (Command Query Responsibility Segregation): separar lectura intensiva (dashboards, queries) de escritura (ingest).
- Event Sourcing (opcional): para historial completo de eventos (útil si quieres reconstruir estados o auditoría). Úsalo si la trazabilidad es crítica.
- Decorator: para añadir capas cross-cutting (caching, logging) sobre handlers.

## Frontend

- Flux/Redux Architecture: para manejo de estado en SPA/mobile.
- Facade Pattern: para simplificar distintos endpoints a la UI.

## Diseño estructural

A continuación incluyo un diagrama de componentes



Descripción de los componentes:

| Componente | Descripción |
|------------|-------------|
|            |             |

|   |  |
|---|--|
| <b>Sensor (CT / Smart Plug)</b>           | Dispositivo físico que mide el consumo eléctrico en tiempo real.   |
| <b>Gateway del Hogar</b>                  | Equipo intermedio (por ejemplo, Raspberry Pi o ESP32) que recibe los datos de los sensores, los almacena temporalmente y los envía al servidor mediante MQTT o HTTP. |
| <b>Broker MQTT</b>                        | Servidor que recibe los mensajes de telemetría enviados por los dispositivos IoT.  |
| <b>Message Broker (Kafka/Rabbit MQ)</b>   | Sistema de mensajería que distribuye los eventos entre microservicios del backend.   |
| <b>Servicio de Ingesta</b>                | Microservicio que recibe, valida y normaliza los datos provenientes de los dispositivos. Los guarda y genera eventos para otros servicios.                           |
| <b>Procesador de Flujo</b>                | Analiza los datos en tiempo real, calcula consumos promedio, identifica picos y detecta anomalías.   |
| <b>Base de Datos de Series Temporales</b> | Almacena las lecturas de consumo con marca temporal para consultas históricas y estadísticas.  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Almacén de Eventos (opcional)</b>        | Guarda cada evento para auditoría o reconstrucción del historial.  |
| <b>Motor de Recomendaciones</b>             | Genera sugerencias inteligentes basadas en patrones de consumo y modelos de Machine Learning.                                    |
| <b>Servicio de Autenticación</b>            | Gestiona el inicio de sesión, tokens y roles de usuario mediante OAuth2/JWT.   |
| <b>API Gateway</b>                          | Punto de entrada único para las solicitudes de las aplicaciones web/móviles; maneja autenticación, rate limiting y enrutamiento. |
| <b>Servicio de Usuarios y Configuración</b> | Administra la información de usuarios, viviendas, dispositivos y preferencias.   |
| <b>Servicio de Notificaciones</b>           | Envía alertas al usuario (push, correo o SMS) sobre consumos altos o recomendaciones.  |
| <b>Servicio de Reportes</b>                 | Genera reportes mensuales o personalizados en formatos como PDF o CSV.   |
| <b>Panel Administrativo</b>                 | Interfaz para la gestión del sistema, usuarios, métricas y monitoreo.  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Aplicación Web/Móvil</b>            | Interfaz para el usuario final, donde visualiza el consumo, recibe alertas y accede a las recomendaciones. |
| <b>Analítica y Entrenamiento de ML</b> | Procesos por lotes que entrena nodelos predictivos a partir de datos históricos.                           |
| <b>Monitoreo</b>                       | Conjunto de herramientas para las métricas, logs y trazas de los servicios.                                |

## **Capítulo 7. Diseño detallado de la base de Datos**

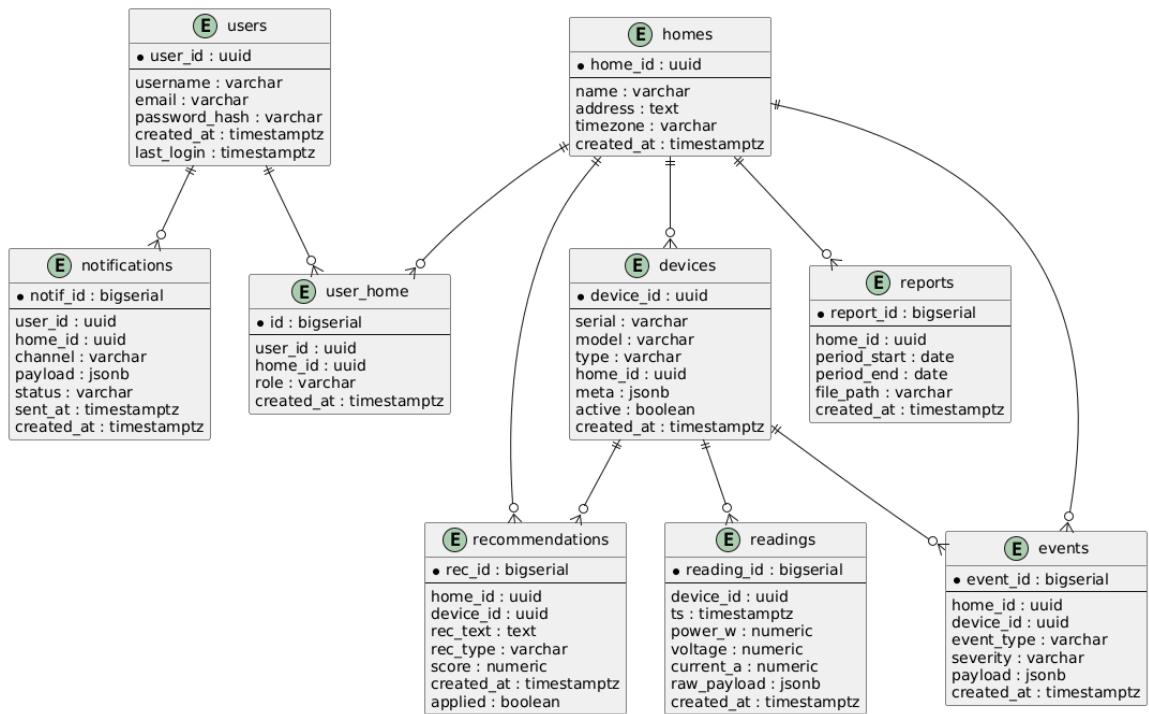
### **Modelo lógico y físico**

Entidades clave:

- users: usuarios del sistema.
- homes: viviendas / hogares (una casa puede tener varios dispositivos y varios usuarios asociados).
- devices: sensores/medidores (CT clamps, smart plugs).
- readings: lecturas temporales (time-series).
- events: eventos publicados (spikes, anomalías).
- recommendations: recomendaciones generadas.
- notifications: alertas / envíos a usuarios.
- reports: metadata de reportes generados.
- user\_home: relación usuarios <-> hogares (roles).
- device\_mappings: mapeo dispositivo → hogar (opcional).

Diagrama ER:

ER Diagram - Plataforma Consumo Eléctrico



## Script en PostgreSQL

```
-- 0. Habilitar extensiones (ejecutar como superuser)
```

```
CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS "uuid-ossp";
```

```
CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS timescaledb;
```

```
-- 1. Esquema base
```

```
CREATE SCHEMA IF NOT EXISTS energy;
```

```
SET search_path = energy, public;
```

```
-- 2. Tabla users
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS users (
```

```
user_id UUID PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
username VARCHAR(100) UNIQUE NOT NULL,
email VARCHAR(255) UNIQUE NOT NULL,
password_hash VARCHAR(255) NOT NULL,
full_name VARCHAR(255),
created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now(),
last_login TIMESTAMPTZ
);
```

-- 3. Tabla homes

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS homes (
home_id UUID PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
name VARCHAR(150) NOT NULL,
address TEXT,
timezone VARCHAR(64) DEFAULT 'America/Lima',
created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now()
);
```

-- 4. Relación users <-> homes

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS user_home (
id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
user_id UUID NOT NULL REFERENCES users(user_id) ON DELETE CASCADE,
```

```

home_id UUID NOT NULL REFERENCES homes(home_id) ON DELETE CASCADE,
role VARCHAR(32) NOT NULL DEFAULT 'owner', -- owner, member, viewer
created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now(),
UNIQUE(user_id, home_id)

);

-- 5. devices

CREATE TABLE IF NOT EXISTS devices (
    device_id UUID PRIMARY KEY DEFAULT uuid_generate_v4(),
    serial VARCHAR(150) UNIQUE,
    model VARCHAR(100),
    type VARCHAR(50), -- ct_clamp, smart_plug, etc
    home_id UUID REFERENCES homes(home_id) ON DELETE SET NULL,
    meta JSONB,
    active BOOLEAN DEFAULT true,
    created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now()
);

-- 6. readings (time-series) -> hypertable

CREATE TABLE IF NOT EXISTS readings (
    reading_id BIGSERIAL NOT NULL,
    device_id UUID NOT NULL REFERENCES devices(device_id) ON DELETE
CASCADE,

```

```

ts TIMESTAMPTZ NOT NULL,
power_w NUMERIC(12,3) NULL,
voltage NUMERIC(10,3) NULL,
current_a NUMERIC(10,3) NULL,
raw_payload JSONB,
created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now(),
PRIMARY KEY (reading_id)
);

SELECT create_hypertable('energy.readings', 'ts', chunk_time_interval => INTERVAL '1
day', if_not_exists => TRUE);

-- Indexes para lectura

CREATE INDEX IF NOT EXISTS idx_readings_device_ts ON readings(device_id, ts
DESC);

CREATE INDEX IF NOT EXISTS idx_readings_ts ON readings(ts DESC);

-- 7. events

CREATE TABLE IF NOT EXISTS events (
event_id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
home_id UUID REFERENCES homes(home_id) ON DELETE CASCADE,
device_id UUID REFERENCES devices(device_id) ON DELETE SET NULL,
event_type VARCHAR(100) NOT NULL,

```

```
severity VARCHAR(20) DEFAULT 'info',
payload JSONB,
created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now()
);

-- 8. recommendations

CREATE TABLE IF NOT EXISTS recommendations (
    rec_id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
    home_id UUID REFERENCES homes(home_id) ON DELETE CASCADE,
    device_id UUID REFERENCES devices(device_id) ON DELETE SET NULL,
    rec_text TEXT NOT NULL,
    rec_type VARCHAR(64),
    score NUMERIC(5,3),
    created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now(),
    applied BOOLEAN DEFAULT false
);

-- 9. notifications

CREATE TABLE IF NOT EXISTS notifications (
    notif_id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
    user_id UUID REFERENCES users(user_id) ON DELETE CASCADE,
    home_id UUID REFERENCES homes(home_id) ON DELETE CASCADE,
```

```
channel VARCHAR(32) NOT NULL, -- push, email, sms
payload JSONB,
status VARCHAR(32) DEFAULT 'pending', -- pending, sent, failed
sent_at TIMESTAMPTZ,
created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now()
);

-- 10. reports metadata

CREATE TABLE IF NOT EXISTS reports (
    report_id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
    home_id UUID REFERENCES homes(home_id) ON DELETE CASCADE,
    period_start DATE NOT NULL,
    period_end DATE NOT NULL,
    file_path VARCHAR(1024),
    created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now()
);

-- 11. Materialized table for daily aggregates (optional)

CREATE TABLE IF NOT EXISTS daily_consumption (
    id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
    home_id UUID NOT NULL,
    date DATE NOT NULL,
```

```

total_energy_wh NUMERIC(18,3) NOT NULL DEFAULT 0,
created_at TIMESTAMPTZ NOT NULL DEFAULT now(),
UNIQUE(home_id, date)
);

-- 12. Roles de ejemplo (crear si no existen)

-- Nota: Recomendado ejecutar como superuser / admin DB

DO $$

BEGIN

IF NOT EXISTS (SELECT 1 FROM pg_roles WHERE rolname = 'app_write') THEN

CREATE ROLE app_write LOGIN PASSWORD 'change_me' NOINHERIT;

END IF;

IF NOT EXISTS (SELECT 1 FROM pg_roles WHERE rolname = 'app_READONLY') THEN

CREATE ROLE app_READONLY LOGIN PASSWORD 'change_me' NOINHERIT;

END IF;

END$$;

```

## Procedimientos almacenados, vistas y triggers

### Procesos almacenados

Procedimiento para ingestión atómica:

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION energy.sp_insert_reading(
    p_device_id UUID,

```

```

p_ts TIMESTAMPTZ,
p_power_w NUMERIC,
p_voltage NUMERIC,
p_current_a NUMERIC,
p_raw JSONB
) RETURNS BIGINT
LANGUAGE plpgsql
AS $$

DECLARE
v_reading_id BIGINT;

BEGIN
-- Validaciones básicas
IF p_device_id IS NULL OR p_ts IS NULL THEN
    RAISE EXCEPTION 'device_id and ts are required';
END IF;

INSERT INTO energy.readings(device_id, ts, power_w, voltage, current_a,
raw_payload)
VALUES (p_device_id, p_ts, p_power_w, p_voltage, p_current_a, p_raw)
RETURNING reading_id INTO v_reading_id;

-- Opcional: crear evento si power supera umbral (ejemplo simple)
IF p_power_w IS NOT NULL AND p_power_w > 5000 THEN -- umbral demo en W

```

```

INSERT INTO energy.events(home_id, device_id, event_type, severity, payload)

VALUES (
    (SELECT home_id FROM energy.devices WHERE device_id = p_device_id),
    p_device_id,
    'high_power',
    'warning',
    jsonb_build_object('power_w', p_power_w, 'ts', p_ts)
);

END IF;

RETURN v_reading_id;

END;

$$;

```

Proceso para crear metadatos y devuelve path:

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION energy.sp_generate_monthly_report(
    p_home_id UUID,
    p_period_start DATE,
    p_period_end DATE,
    OUT p_report_id BIGINT,
    OUT p_file_path VARCHAR
) RETURNS RECORD

```

```
LANGUAGE plpgsql

AS $$

DECLARE

    v_report_id BIGINT;
    v_path TEXT;

BEGIN

    -- Inserta metadato, la generación del archivo se delega a la app (worker) que leerá
    -- datos

    INSERT INTO energy.reports(home_id, period_start, period_end, created_at)

    VALUES (p_home_id, p_period_start, p_period_end, now())

    RETURNING report_id INTO v_report_id;

    -- Sugerir path (convención)

    v_path := format('/reports/%s/report_%s_%s.pdf', p_home_id::text, p_period_start::text,
    p_period_end::text);

    UPDATE energy.reports SET file_path = v_path WHERE report_id = v_report_id;

    p_report_id := v_report_id;
    p_file_path := v_path;

END;

$$;
```

## Vistas

Consumo agregado por día y hogar

```
CREATE OR REPLACE VIEW energy.view_daily_consumption AS

SELECT

    d.home_id,
    date_trunc('day', r.ts)::date AS day,
    SUM( COALESCE(r.power_w,0) * (
        COALESCE(
            extract(epoch from lead(r.ts) OVER (PARTITION BY r.device_id ORDER BY r.ts) -
r.ts),
            0
        ) / 3600.0
    )) AS total_wh
FROM energy.readings r
JOIN energy.devices d ON r.device_id = d.device_id
GROUP BY d.home_id, day
ORDER BY d.home_id, day;
```

Top 10 dispositivos por consumo en un rango

```
CREATE OR REPLACE VIEW energy.view_top_consumers AS

SELECT

    d.device_id,
    d.home_id,
```

```

d.model,

    SUM(COALESCE(r.power_w,0) * COALESCE(extract(epoch from lead(r.ts) OVER
(PARTITION BY r.device_id ORDER BY r.ts) - r.ts),0) / 3600.0) AS total_wh

FROM energy.readings r

JOIN energy.devices d ON r.device_id = d.device_id

GROUP BY d.device_id, d.home_id, d.model

ORDER BY total_wh DESC

LIMIT 10;

```

#### **Triggers para detectar picos y crear notificación / eventos:**

```

-- Función que inserta evento y notificación en caso de pico

CREATE OR REPLACE FUNCTION energy.trg_after_insert_readings()

RETURNS trigger

LANGUAGE plpgsql

AS $$

DECLARE

v_home_id UUID;

v_user UUID;

BEGIN

-- Obtener home_id del device

    SELECT home_id INTO v_home_id FROM energy.devices WHERE device_id =
NEW.device_id;

```

```

-- Ejemplo de regla simple: si power_w > umbral (se puede leer de user_prefs)

IF NEW.power_w IS NOT NULL AND NEW.power_w > 5000 THEN

    INSERT INTO energy.events(home_id, device_id, event_type, severity, payload,
created_at)

        VALUES      (v_home_id,      NEW.device_id,      'spike_power',      'high',
jsonb_build_object('power_w', NEW.power_w, 'ts', NEW.ts), now());




-- Crear notificación para todos los usuarios del hogar (simplificado)

    FOR v_user IN SELECT user_id FROM energy.user_home WHERE home_id =
v_home_id

        LOOP

            INSERT INTO energy.notifications(user_id, home_id, channel, payload, status,
created_at)

                VALUES  (v_user,  v_home_id,  'push',  jsonb_build_object('title','Pico de
consumo','body',  format('Se detectó %s W en el dispositivo %s', NEW.power_w,
NEW.device_id)), 'pending', now());



            END LOOP;

        END IF;





RETURN NEW;

END;

$$;




-- Asociar trigger AFTER INSERT

```

```
CREATE TRIGGER trg_readings_after_insert
AFTER INSERT ON energy.readings
FOR EACH ROW
EXECUTE FUNCTION energy.trg_after_insert_readings();
```

## Seguridad y respaldo

### Seguridad a nivel de base de datos

Principio de menor privilegio

- Crear roles separados:
  - app\_write — permisos INSERT/UPDATE/SELECT en tablas necesarias (usado por ingest workers).
  - app\_READONLY — permisos SELECT para dashboards.
  - db\_admin — para migraciones y administración.
- No usar el superuser desde la app.

Conexiones y credenciales

- Usar conexiones TLS (sslmode=require).
- Guardar credenciales en vault (HashiCorp Vault, AWS Secrets Manager) o en secretos Kubernetes.
- Rotación periódica de claves/secretos.

Cifrado

- cifrado at-rest (discos cifrados LUKS / cifrado en el proveedor cloud).
- cifrado in-transit (TLS).
- cifrado de columnas sensibles (ej. datos personales) con pgcrypto si necesario.

## Auditoría

- Habilitar audit logs (pgaudit) para acciones de DBA y accesos sospechosos.
- Registrar accesos y cambios en tablas críticas.

## Validación y límites

- Validar datos en la capa de DB (CHECK constraints) y en la API.
- Límites por usuario/home en la app para evitar ingest maliciosa.

## Backup / Recuperación

### Backups completos y WAL archiving

- Ejemplo: pg\_basebackup para backups base diarios + archive\_mode = on y archive\_command para guardar WALS en S3/objstore.
- Política: backups completos diarios / incrementales (o base semanal + WALS continuos) dependiendo RPO/RTO.

### Almacenamiento

- Mantener backups en replicación geo (S3 buckets en distinta región).
- Versionado y encriptación de backups (server-side encryption).

### Retención

- Retención mínima 30 días (ajustar según normativas).
- Retención a largo plazo (1 año) para auditoría si procede.

### Pruebas de restauración

- Realizar restauraciones periódicas (mensual) en entorno staging para validar backups.

### Alta disponibilidad

- Replica en caliente (streaming replication) + failover automático (Patroni, repmgr).

- Para Timescale, considerar replicas y configuración para cargas de lectura.

#### Automatización

- Jobs automáticos (cron/Kubernetes CronJob) para backup + upload a S3 + verificación checksum + notificación.

## **Capítulo 8. Diseño detallado de sistemas en red y móviles**

### **8.1. Modelo de Comunicación**

El sistema de monitoreo de consumo eléctrico implementa un modelo de comunicación distribuido basado en tres capas principales: dispositivos IoT, gateway doméstico y servicios en la nube. Esta arquitectura permite el envío de datos en tiempo real, actualizaciones constantes y la generación inmediata de alertas.

#### **8.1.1. Comunicación IoT (Dispositivo → Gateway)**

Los sensores o medidores inteligentes instalados en cada hogar recopilan información de consumo eléctrico y la transmiten al gateway mediante:

- MQTT sobre TLS: protocolo ligero ideal para telemetría en tiempo real.
- Conexiones persistentes con reintentos automáticos en caso de pérdida de señal.
- Mensajes tipo publish/subscribe optimizados para consumo energético bajo.

#### **8.1.2. Comunicación Gateway → Servidor en la Nube**

El gateway agrupa, valida y transmite los datos hacia la nube mediante:

- HTTPS (TLS 1.3) para garantizar confidencialidad.
- Validación de paquetes y almacenamiento temporal (buffer) si no hay conexión.
- Envío periódico o por eventos (picos de consumo).

#### **8.1.3. Comunicación Cliente–Servidor**

Los usuarios acceden al sistema mediante la aplicación web o móvil, la cual se comunica con el backend a través de:

- API REST para operaciones generales (consultas, configuración, reportes).
- WebSockets (WSS) para consumo en tiempo real.
- Autenticación mediante JWT, distribuida por el API Gateway.

## **8.2. Diseño del Sistema Web y Móvil**

El sistema cuenta con dos interfaces principales: la aplicación web y la aplicación móvil, ambas orientadas a facilitar la interpretación del consumo eléctrico del hogar.

### **Aplicación Web**

- Desarrollada bajo el enfoque SPA (Single Page Application).
- Vista principal: panel con consumo en tiempo real, gráficos diarios y comparativas.
- Funciones destacadas:
  - Gestión de hogares y dispositivos.
  - Configuración de límites de consumo.
  - Visualización de reportes en PDF/Excel.
  - Acceso a recomendaciones inteligentes.

### **Aplicación Móvil**

- Construida en React Native / Flutter para su compatibilidad con Android e iOS.
- Incluye funciones de:
  - Notificaciones push de alertas de consumo.
  - Panel simplificado de consumo.
  - Configuración rápida de límites y alarmas.
- Uso optimizado de recursos de red y batería.

## **8.3. Gestión de Datos en Red**

Debido al gran volumen de lecturas generadas por los medidores, el sistema utiliza estrategias eficientes de gestión de datos:

### **8.3.1. Procesamiento en Tiempo Real**

- Las lecturas entrantes se procesan en un Servicio de Ingesta conectado a un message broker.
- Los datos se envían a una base de datos de series temporales (TimescaleDB) optimizada para lecturas continuas.

### **8.3.2. Almacenamiento**

- Datos de usuario, configuraciones y hogares → BD relacional (PostgreSQL).
- Lecturas eléctricas → Base de series temporales.
- Reportes generados → almacenamiento en archivos externos (PDF/Excel).

### **8.3.3. Análisis y Alertas**

- El motor de análisis detecta picos según umbrales definidos.
- Eventos generados se envían al servicio de notificaciones para alertar al usuario.

## **8.4. Seguridad en Red y Móviles**

### **Medidas aplicadas:**

#### **8.4.1. Seguridad de comunicación**

- Cifrado extremo a extremo mediante TLS 1.3.
- Certificados digitales para dispositivos IoT.
- Validación de integridad de paquetes.

#### **8.4.2. Seguridad en backend**

- Autenticación con OAuth2 + JWT.
- Control de accesos por roles (RBAC).
- Políticas de CORS correctamente definidas.
- Auditoría de eventos e intentos de acceso.

#### **8.4.3. Seguridad en aplicaciones móviles**

- Almacenamiento seguro de tokens en Keychain/SecureStorage.
- Uso de HTTPS obligatorio (WSS para WebSockets).
- Verificación del dominio (SSL pinning opcional).

#### **8.4.4. Respaldo y Recuperación**

- Copias automáticas de bases de datos.

- Políticas de recuperación ante fallos.
- Replicación en múltiples zonas de disponibilidad.

### **8.5. Justificación Técnica**

- **MQTT** permite comunicación ligera ideal para dispositivos IoT.
- **Event-driven architecture** permite manejar miles de dispositivos simultáneamente.
- **SPA + Aplicación móvil** mejora la experiencia del usuario final con interfaces rápidas.
- **REST + WebSockets** equilibra compatibilidad y tiempo real.
- **TimescaleDB** es óptima para series temporales, reduciendo costos de consulta.
- Las medidas de **seguridad y respaldo** garantizan cumplimiento normativo y protección de datos.

## **Capítulo 9: Diseño de Interfaz y Experiencia de Usuario (UX/UI)**

### **9.1. Perfil del usuario / usuario meta**

#### **Definición del usuario final según ODS y necesidades reales.**

El usuario final pertenece a entornos urbanos o periurbanos y presenta las siguientes características:

- Persona responsable del uso y pago del servicio eléctrico en el hogar.
- Interés en reducir costos y consumo.
- Uso frecuente de smartphone y aplicaciones básicas.
- Necesita información clara, accesible y útil para tomar decisiones.

#### **Contexto del uso del sistema**

El usuario utiliza la aplicación en situaciones como:

- Revisar el consumo en tiempo real.
- Detectar picos o consumos anómalos.
- Configurar límites de alerta.
- Consultar reportes mensuales.
- Recibir sugerencias de ahorro energético.

### **9.2. Principios de diseño aplicados (HCI) explicar cómo se aplican en el prototipo**

#### **Consistencia**

- Botones y colores mantienen el mismo estilo en toda la aplicación.
- El menú siempre ocupa la misma posición lateral.
- Íconos y gráficos siguen un patrón visual uniforme.

#### **Visibilidad**

- El panel principal muestra los indicadores más relevantes: consumo actual, histórico y alertas.
- Los estados del sistema se muestran mediante colores
- Notificaciones emergentes informan al usuario sobre eventos importantes.

### **Accesibilidad**

- Contrastes suficientes en colores (púrpura claro y fondo blanco).
- Tipografías grandes y legibles.
- Permite uso en pantallas pequeñas y dispositivos de bajo rendimiento.

### **Control del usuario**

- El usuario puede configurar sus propios límites de consumo.
- Tiene control sobre los hogares y dispositivos registrados.
- Puede elegir qué notificaciones recibir.

### **Retroalimentación**

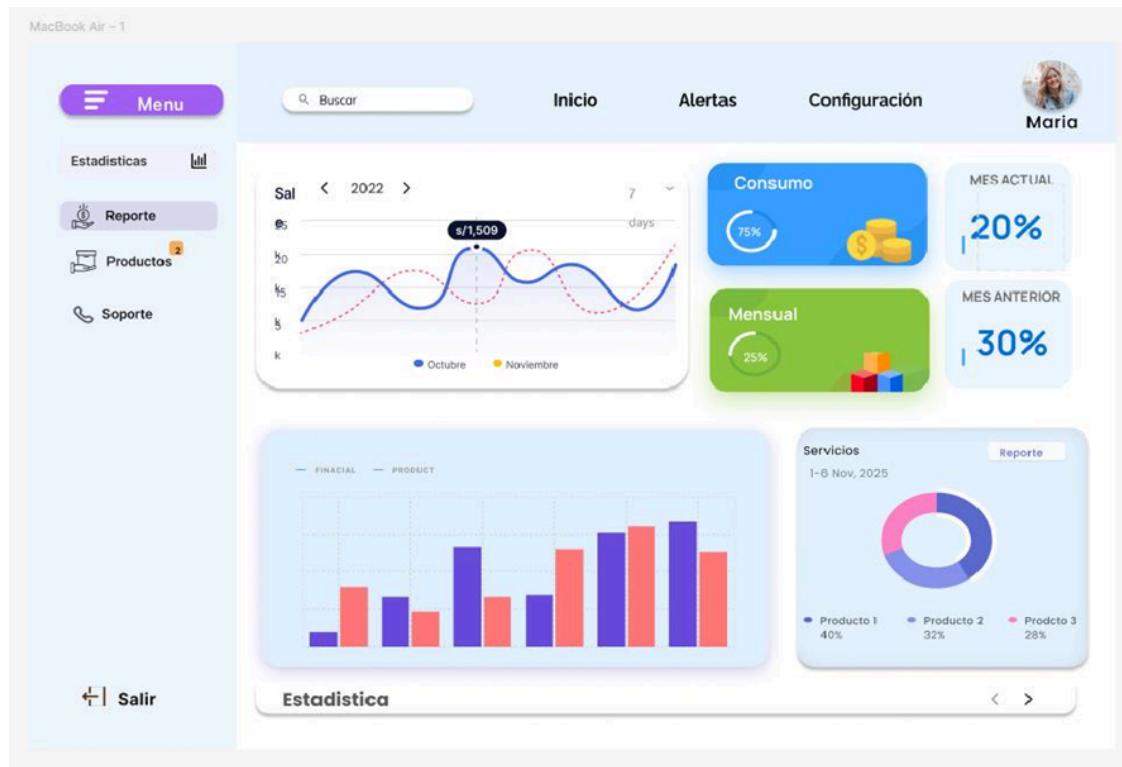
- Los formularios indican errores con mensajes claros.
- Los cambios se confirman mediante alertas visuales.
- Gráficos responden en tiempo real a datos de consumo.

### **Simplicidad**

- Interfaz limpia, sin saturación de elementos.
- Menú lateral con solo las opciones necesarias.
- Formularios cortos con etiquetas claras.

## 9.3 Diseño del prototipo (baja y alta fidelidad)

### Prototipos realizados en Figma



MacBook Air - 3

This high-fidelity prototype of the support form is titled 'SOPORTE'. It includes a header with 'Buscar', 'Inicio', 'Alertas', 'Configuración', and a user profile for 'Maria'. The sidebar on the left has 'Reporte' selected. The main form requires user input for 'DNI\*', 'NOMBRES\*', 'APELLIDOS\*', 'Número de Teléfono\*', and 'Dirección\*'. Each field is accompanied by descriptive text and dropdown menus for additional information like 'Código de Área' and 'Número de Teléfono'. A large 'Enviar' button is at the bottom right.

MacBook Air - 4

Productos

| Nombre              | Serie    | Código    | Categoría | Acción        |
|---------------------|----------|-----------|-----------|---------------|
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |

1 2 3 4 ... 25

Salir

MacBook Air - 5

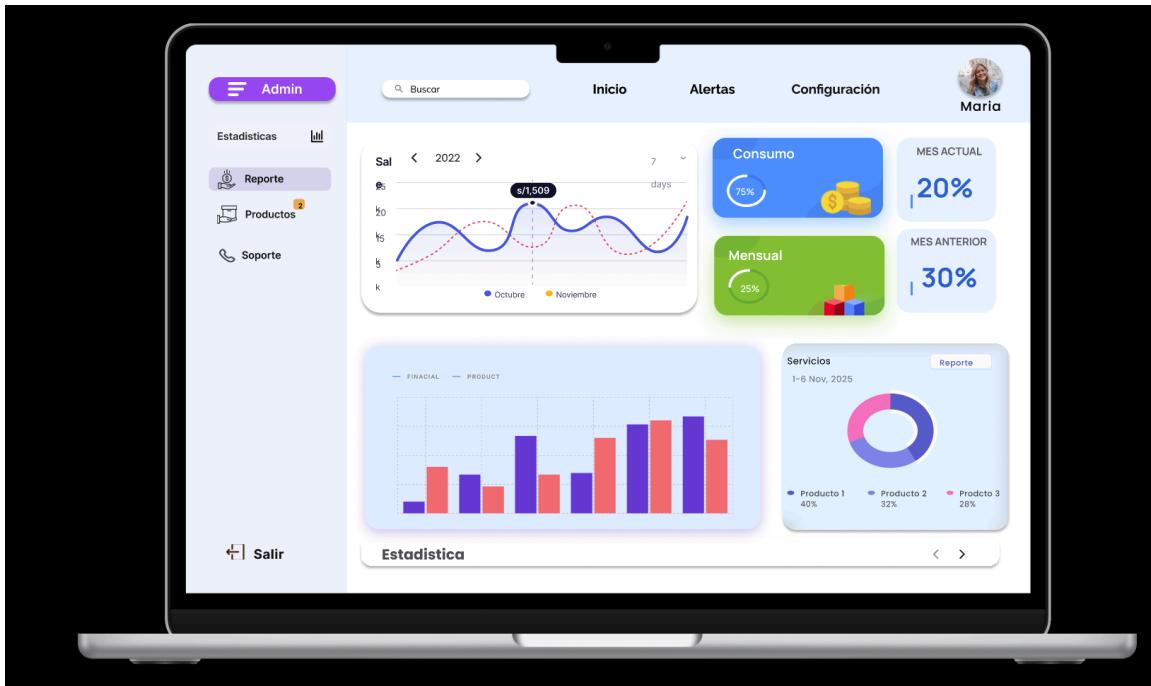
Alertas

Consumo alto  
Tu consumo diario (28 kWh) superó tu promedio habitual en un 35%.

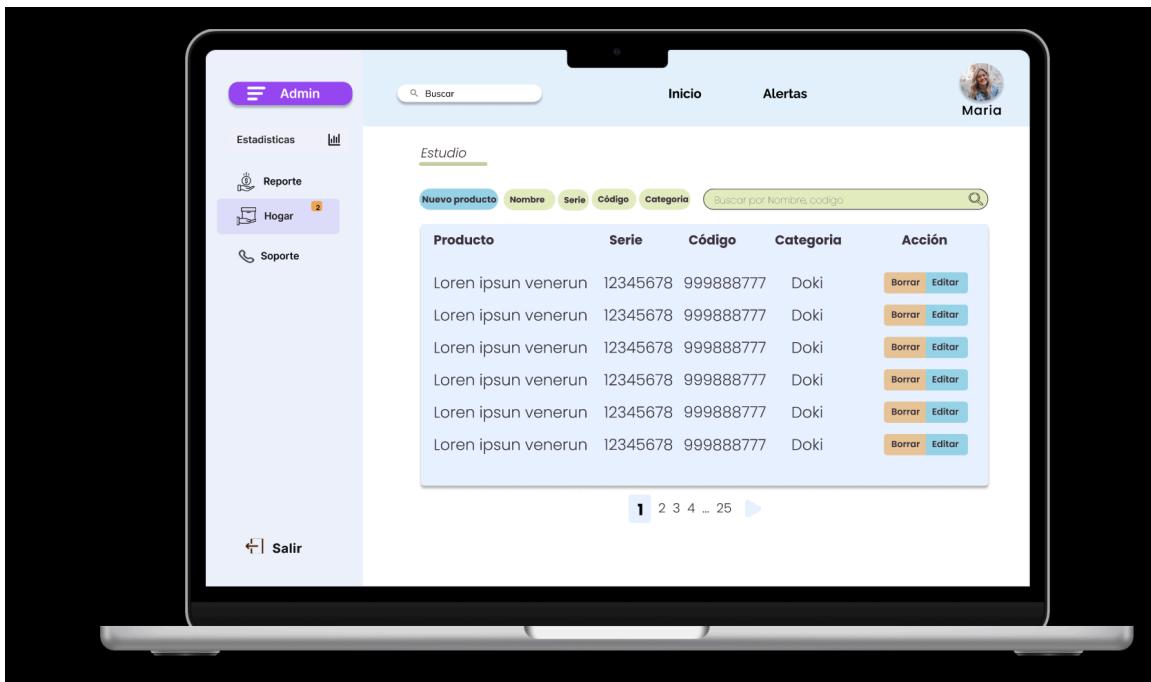
Pico de energía  
Se detectó un pico de consumo entre las 7:00 y 7:15 p.m.

Salir

**Capturas de todas las pantallas principales**

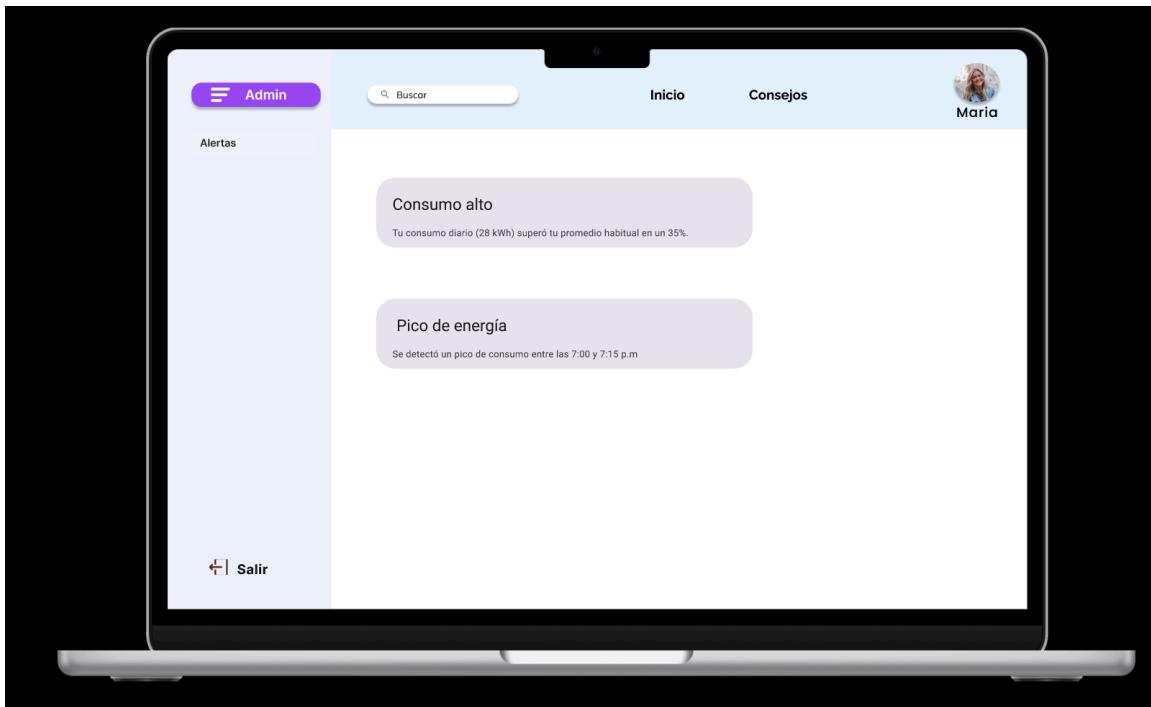


The registration form is titled 'REGISTRO DE USUARIO' and instructs the user to 'Ingresar sus datos correspondientes'. It contains fields for 'DNI \*' (input field), 'Usuario \*' (input field), 'Contraseña \*' (input field), and 'HOGAR\*' (dropdown menu with options: DORMITORIO, SALON, ESTUDIO). At the bottom is a yellow 'Enviar' button.



The screenshot shows the Admin dashboard of a smart home control application. The interface includes a sidebar with 'Admin' (selected), 'Estadísticas', 'Reporte', 'Hogar' (with a notification count of 2), and 'Soporte'. The main content area has tabs for 'Inicio' and 'Alertas', with 'Alertas' selected. A search bar at the top right contains 'Buscar'. Below it is a section titled 'Estudio' with a table of products. The table columns are 'Producto', 'Serie', 'Código', 'Categoria', and 'Acción'. Each row contains placeholder text: 'Loren ipsum venerun' followed by a series of numbers and 'Doki'. Each row has 'Borrar' and 'Editar' buttons. A navigation bar at the bottom shows page 1 of 25.

| Producto            | Serie    | Código    | Categoría | Acción        |
|---------------------|----------|-----------|-----------|---------------|
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |
| Loren ipsum venerun | 12345678 | 999888777 | Doki      | Borrar Editar |



The screenshot shows the Alerts page of the smart home control application. The interface includes a sidebar with 'Admin' (selected), 'Alertas' (selected), and 'Reporte'. The main content area has tabs for 'Inicio' and 'Consejos', with 'Consejos' selected. It displays two alert messages in rounded boxes: 'Consumo alto' (High consumption) and 'Pico de energía' (Energy peak). The 'Consumo alto' message states: 'Tu consumo diario (28 kWh) superó tu promedio habitual en un 35%.' The 'Pico de energía' message states: 'Se detectó un pico de consumo entre las 7:00 y 7:15 p.m.' A 'Salir' button is located at the bottom left.

**SOPORTE**

Ingrese sus datos correspondientes

DNI \*

NOMBRES \*

APELLIDOS \*

Número de Teléfono\*  -   
Código de Área  Número de Teléfono

Dirección\*   
Dirección de la Calle 1   
Dirección de la Calle 2   
Ciudad  Estado / Provincia   
Código Postal  Country

**Admin**

Estadísticas

Reporte

Productos 2

Soporte

Buscar

Inicio Alertas

Maria

**Producto**

Serie

Código

Categoría

**Acción**

| Borrar                                | Editar                                |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="button" value="Borrar"/> | <input type="button" value="Editar"/> |
| <input type="button" value="Borrar"/> | <input type="button" value="Editar"/> |
| <input type="button" value="Borrar"/> | <input type="button" value="Editar"/> |
| <input type="button" value="Borrar"/> | <input type="button" value="Editar"/> |
| <input type="button" value="Borrar"/> | <input type="button" value="Editar"/> |

1 2 3 4 ... 25

**Admin**

Estadísticas

Reporte

Productos 2

Soporte

Buscar

Inicio Alertas Configuración

Maria

## Justificaciones del diseño

### 1. Colores

La interfaz utiliza una paleta en tonos suaves, lo cual transmite tranquilidad y profesionalismo.

El menú lateral mantiene un fondo violeta claro para diferenciarse del área de contenido, generando una separación visual clara entre navegación y formulario.

Los acentos en color púrpura (botones y elementos activos) permiten identificar rápidamente la sección seleccionada sin saturar la pantalla.

## 2. Tipografías

Se emplea una tipografía moderna y redondeada que mejora la legibilidad y aporta una estética amigable.

Los títulos usan un mayor peso tipográfico, lo que facilita la jerarquización de la información, permitiendo al usuario identificar rápidamente las secciones principales.

## 3. Organización de la Información

La estructura del formulario sigue un diseño alineado y ordenado, con campos claramente etiquetados y validados mediante asteriscos rojos para indicar

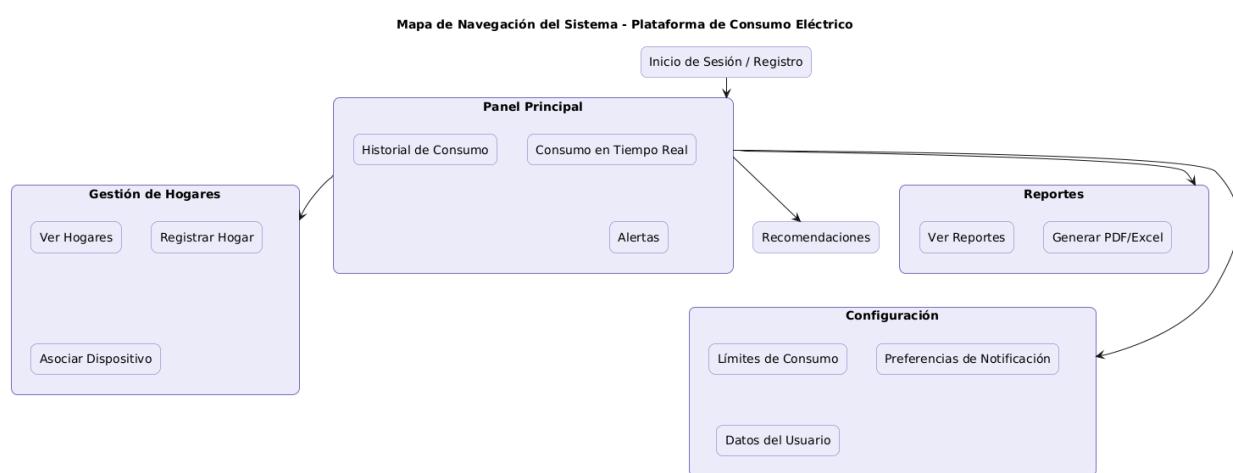
La barra superior agrupa funciones complementarias como el buscador y el perfil del usuario, separándolas del contenido principal sin interferir con la captura de datos.

## 4. Usabilidad

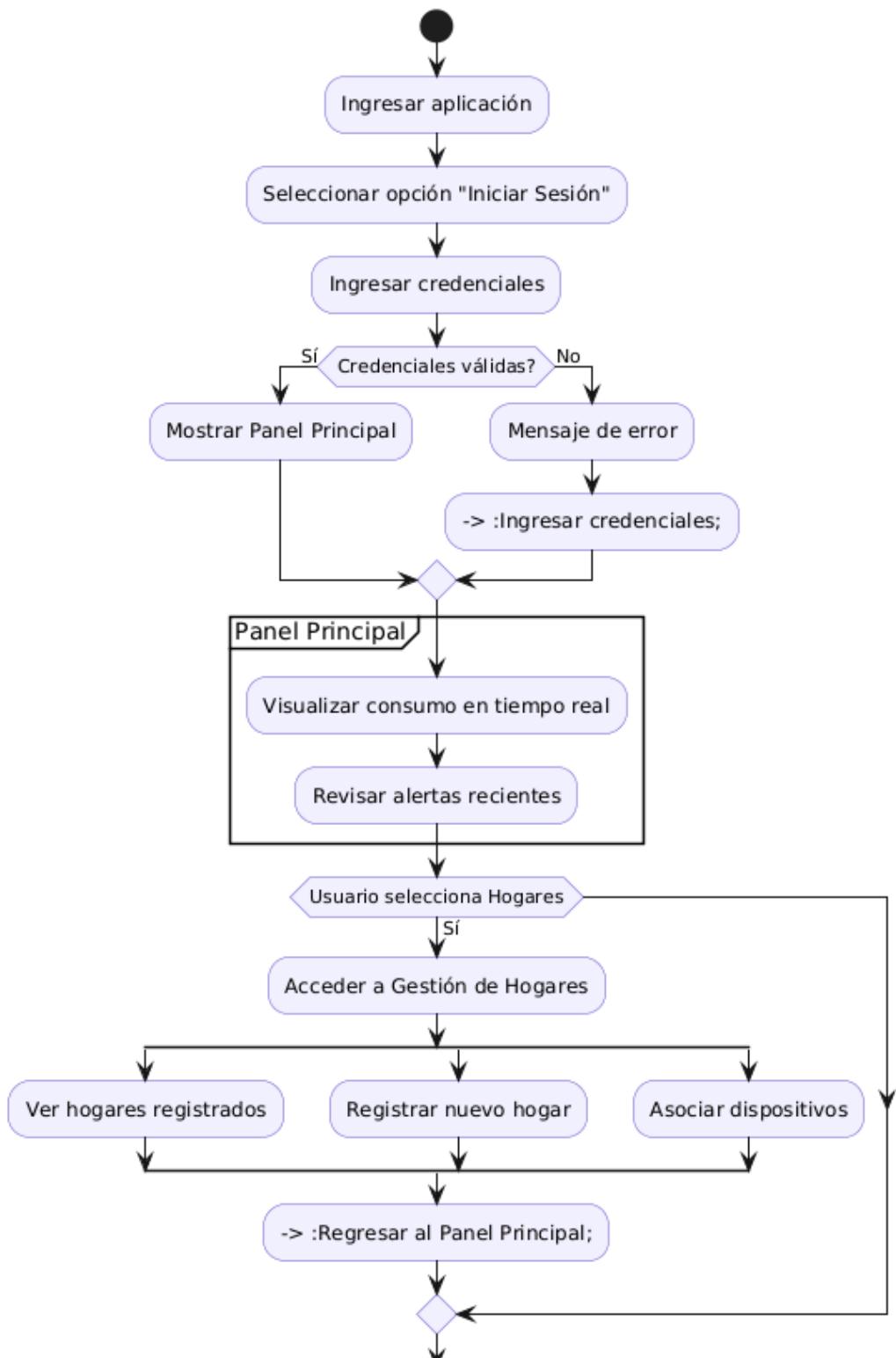
El diseño mantiene espacios amplios entre campos, evitando errores de digitación y mejorando la experiencia en pantallas medianas o grandes.

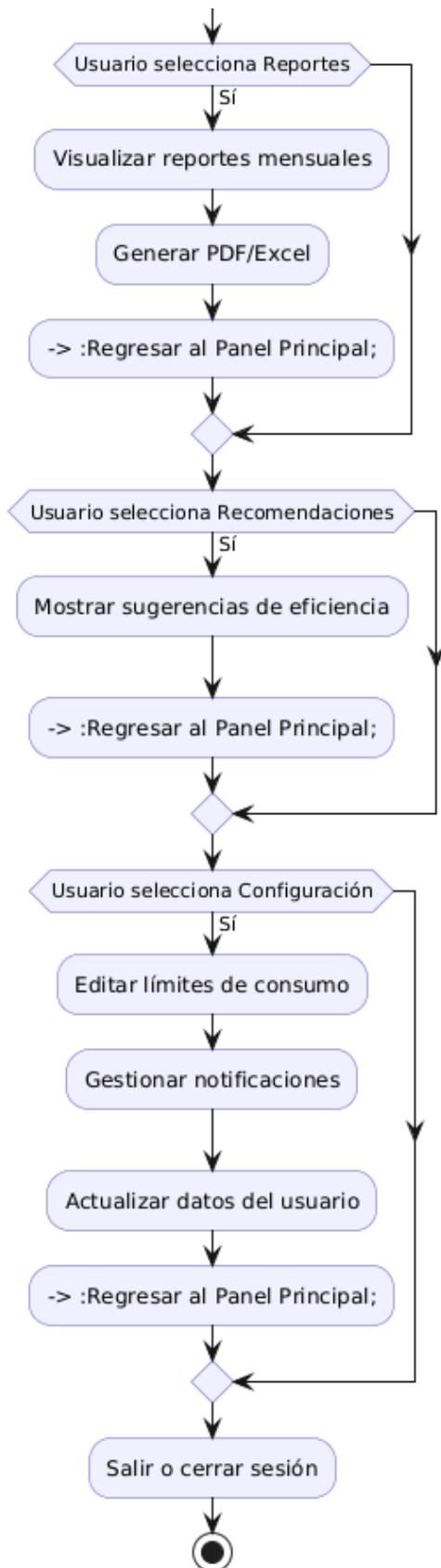
### 9.4. Flujo de navegación del sistema

#### Mapa de navegación que representa el recorrido del usuario



## Diagrama de interacción o módulo-navegación.





## Capítulo 10. Evaluación del Diseño y Matriz de Trazabilidad

### 10.1. Matriz de trazabilidad

La siguiente matriz relaciona los Requerimientos Funcionales (RF) y No Funcionales (RNF) con los casos de uso, los componentes del backend (Modelo y Controlador) y las vistas del frontend (Prototipos).

#### A. Requerimientos Funcionales (RF)

| Req.  | Descripción  | Caso de Uso                 | Clase o Módulo (Backend)      | Pantalla del Prototipo        | Estado |
|-------|--|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|
| RF-01 | <b>Registro de Hogar:</b> Permitir al usuario registrar su vivienda y configurar los datos básicos del servicio eléctrico. | CU-01: Gestión Cuenta       | Usuario.java, Vivienda.java   | frmRegistroUsuario.java       | Cumple |
| RF-02 | <b>Monitoreo de Consumo:</b> Visualizar el consumo eléctrico actual e histórico (diario/mensual) en kWh y costo estimado.  | CU-02: Visualizar Dashboard | ConsumoService, Medicion.java | DashboardPrincipal (Gráficos) | Cumple |

|              |  |                                     |  |                         |                |
|--------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------|----------------|
| <b>RF-03</b> | <b>Gestión de Dispositivos:</b><br>Registrar electrodomésticos para identificar cuáles generan mayor gasto.                      | CU-03:<br>Gestionar<br>Dispositivos | Dispositivo.java,<br>CalculoConsumo.java | frmMisElectrodomesticos | <b>Cumple</b>  |
| <b>RF-04</b> | <b>Alertas de Consumo:</b><br>Notificar al usuario cuando se detecten picos anómalos o se supere un límite de gasto configurado. | CU-04:<br>Gestionar<br>Alertas      | AlertaService.java,<br>Notificacion.java | PanelNotificaciones     | <b>Cumple</b>  |
| <b>RF-05</b> | <b>Recomendaciones Inteligentes:</b><br>Mostrar consejos para reducir el consumo basados en los patrones detectados.             | CU-05:<br>Consultar Tips            | RecomendacionDAO,<br>TipEnergetico.java  | frmConsejosAhorro       | <b>Parcial</b> |
| <b>RF-06</b> | <b>Simulación de Costos:</b><br>Calcular el ahorro potencial si se aplican las   | CU-06:<br>Simular Ahorro            | Simulador.java,<br>Tarifa.java           | frmSimuladorCostos      | <b>Cumple</b>  |

|  |                            |  |  |  |
|--|----------------------------|--|--|--|
|  | sugerencias de eficiencia. |  |  |  |
|--|----------------------------|--|--|--|

## B. Requerimientos No Funcionales (RNF)

| Req.   | Descripción  | Atributo Calidad | Elemento de Diseño / Arquitectura                | Estado |
|--------|--|------------------|--|--------|
| RNF-01 | <b>Claridad de Datos:</b> Las gráficas deben ser comprensibles para usuarios sin conocimientos técnicos de electricidad. | Usabilidad       | Librería de Gráficos (Charts) / Diseño UI limpio | Cumple |
| RNF-02 | <b>Precisión:</b> El cálculo del costo debe reflejar las tarifas vigentes de la empresa distribuidora.                   | Fiabilidad       | Módulo Tarifario actualizable                    | Cumple |
| RNF-03 | <b>Disponibilidad:</b> La plataforma debe estar accesible para consulta de datos históricos 24/7.                        | Disponibilidad   | Base de Datos en la Nube (Cloud SQL/Firebase)    | Cumple |

|                    |   |                |                                       |               |
|--------------------|---|----------------|---------------------------------------|---------------|
| <b>RNF-0<br/>4</b> | <b>Escalabilidad:</b> Debe permitir agregar nuevos sensores o medidores IoT en el futuro. | Mantenibilidad | Patrón de Diseño Factory / Interfaces | <b>Cumple</b> |
|--------------------|---|----------------|---------------------------------------|---------------|

## 10.2. Evaluación del diseño del sistema

### 10.2.1. Coherencia entre arquitectura, prototipo y base de datos

El sistema presenta una arquitectura sólida orientada a servicios, lo cual es vital para procesar los datos de consumo:

#### 1. Mapeo de Datos Reales:

Existe una correspondencia directa entre los recibos de luz físicos (mencionados en el problema) y el Modelo de Base de Datos. Las tablas Lecturas, Tarifas y Consumo\_Historico permiten reconstruir digitalmente la facturación para que el usuario entienda "por qué paga lo que paga".

#### 2. Flujo de Información (Backend-Frontend):

La arquitectura separa la lógica de cálculo (conversión de Watts a Soles/Dólares) de la interfaz visual. Esto asegura que si las tarifas eléctricas cambian, solo se actualiza el backend (TarifaService) sin necesidad de rediseñar las pantallas del usuario.

#### 3. Integración con ODS 7:

El diseño de la base de datos incluye campos específicos para medir el "Impacto Ambiental" (ej. cálculo de huella de carbono basada en kWh), lo cual conecta directamente el software con el objetivo de sostenibilidad del proyecto.

### 10.2.2. Identificación de mejoras y ajustes

Durante el desarrollo del prototipo de la plataforma de energía, se realizaron los siguientes ajustes:

## **1. Simplificación de Unidades de Medida:**

Problema: Inicialmente, el prototipo mostraba demasiados datos técnicos (Voltaje, Amperaje, Factor de Potencia).

Ajuste: Se simplificó la vista principal para mostrar solo Dinero (Costo) y Energía (kWh), moviendo los datos técnicos a una vista avanzada, mejorando la comprensión para las familias (público objetivo).

## **2. Alertas Proactivas:**

Mejora: Se añadió una funcionalidad no prevista inicialmente: alertas predictivas ("A este ritmo, tu recibo superará los X soles"), en lugar de sólo alertas reactivas.

## **3. Optimización de Gráficos:**

Ajuste Técnico: Se optimizó la consulta SQL para los reportes históricos, ya que la carga de datos de consumo anual era lenta. Se implementaron índices en la tabla de Lecturas por fecha.

### **10.2.3. Evaluación del cumplimiento de principios de usabilidad (HCI)**

Dado que la plataforma está dirigida a familias (entornos domésticos), la usabilidad es crítica:

- Visibilidad del Estado (Cumple):**

El usuario sabe en todo momento si su consumo está en un nivel "Verde" (Eficiente), "Amarillo" (Precaución) o "Rojo" (Excesivo) mediante indicadores visuales tipo semáforo en el Dashboard.

- Relación entre el sistema y el mundo real (Cumple):**

La aplicación traduce el consumo abstracto de energía en metáforas comprensibles (ej. "Has gastado el equivalente a dejar un foco prendido por 5 días"), cumpliendo con el objetivo educativo del proyecto.

- Estética y Diseño Minimalista (Cumple):**

Se prioriza la limpieza visual. Los consejos de ahorro (ODS 7) se presentan como tarjetas simples y accionables (ej. "Desconecta el microondas"), evitando saturar al usuario con texto técnico.

- **Prevención de Errores (Cumple):**

Al ingresar lecturas manuales o registrar electrodomésticos, el sistema valida que los valores sean lógicos (no permite consumos negativos ni potencias irreales), guiando al usuario para mantener la integridad de los datos.

### **10.3. Retroalimentación obtenida**

Para evaluar la efectividad del prototipo y detectar fallos antes de la implementación final, se llevó a cabo una Simulación de Pruebas de Usuario y una Revisión Heurística. A continuación, se detallan los hallazgos y correcciones:

#### **10.3.1. Errores detectados**

Durante las pruebas con usuarios representativos (público general), se identificaron los siguientes problemas:

1. **Confusión en la terminología:** Los usuarios no entendían la diferencia entre kW (potencia) y kWh (energía), lo que dificulta interpretar los gráficos de consumo diario.
2. **Visibilidad de alertas:** Las notificaciones de "Exceso de consumo" aparecían como pequeños iconos en la esquina superior, pasando desapercibidas para el 40% de los usuarios probados.
3. **Complejidad en el registro de dispositivos:** El formulario para agregar un nuevo electrodoméstico pedía demasiados datos técnicos (voltaje, amperaje) que el usuario común desconoce.

#### **10.3.2. Cambios realizados**

En base a los errores detectados, se aplicaron las siguientes correcciones en el diseño y código:

1. Simplificación de Unidades: Se agregó un botón de alternancia ("Switch") en el Dashboard principal que permite cambiar la vista de kWh a Moneda Local (Soles/Dólares). Ahora el usuario ve prioritariamente cuánto dinero está gastando, lo cual es más comprensible.
2. Rediseño de Alertas: Se implementaron ventanas emergentes (Pop-ups) y cambios de color en el fondo de la pantalla (a rojo suave) cuando el consumo supera el límite establecido, asegurando que la alerta sea vista.
3. Base de Datos de Electrodomésticos: Se precargó una base de datos con valores promedio. Ahora el usuario solo selecciona "Refrigeradora Mediana" de una lista desplegable, y el sistema autocompleta la potencia estimada, permitiendo editarla solo si es necesario.

#### **10.3.3. Mejoras propuestas (Trabajo Futuro)**

Para versiones posteriores del sistema, se proponen las siguientes funcionalidades basadas en el feedback recibido:

- **Gamificación:** Implementar un sistema de medallas (ej. "Hogar Ecoeficiente del Mes") para incentivar la competencia sana entre vecinos o amigos.
- **Modo Oscuro (Dark Mode):** Dado que la aplicación promueve el ahorro de energía, incluir una interfaz oscura nativa sería coherente con el mensaje, ahorrando batería en dispositivos móviles con pantallas OLED.

#### **10.4. Reflexión sobre el aporte al ODS**

El proyecto "Plataforma de Consumo Eléctrico" fue concebido bajo los lineamientos del Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 7 (Energía asequible y no contaminante). A continuación, se demuestra cómo cada capa del software contribuye a la meta 7.3: duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

##### **10.4.1. El diseño de la interfaz como herramienta de conciencia**

La interfaz no es meramente decorativa; actúa como un educador visual.

- **Psicología del Color:** Se utiliza un "Semáforo Energético". Los gráficos se tornan verdes cuando el consumo es eficiente y rojos cuando es excesivo. Esto

genera un condicionamiento visual inmediato en el usuario, incentivando a mantener su interfaz en "verde", lo que se traduce en un menor consumo real de electricidad.

- **Visualización de Impacto:** Al mostrar no solo el costo, sino también la "Huella de Carbono" equivalente (ej. Tu consumo de hoy equivale a talar 2 árboles), la interfaz tangibiliza el impacto ambiental, fomentando la responsabilidad social.

#### **10.4.2. La navegación orientada a la acción**

La estructura de navegación fue diseñada para reducir la fricción entre la intención de ahorrar y la acción de ahorrar.

- Accesibilidad a Consejos: El módulo de "Tips de Ahorro" no está escondido en un submenú; se presenta de forma contextual. Si el usuario navega a la sección de "Lavadora", el sistema muestra inmediatamente consejos específicos (ej. "Usa agua fría para ahorrar 80% de energía").
- Reportes Intuitivos: La navegación permite comparar meses anteriores con un solo clic, permitiendo a las familias evaluar si sus cambios de hábitos están funcionando realmente, reforzando comportamientos positivos.

#### **10.4.3. Las funcionalidades y la eficiencia energética**

Las funciones del backend están programadas para maximizar la eficiencia:

- **Detección de "Consumo Fantasma":** El algoritmo del sistema es capaz de identificar consumos constantes y bajos en horas de la madrugada, alertando al usuario sobre aparatos en modo stand-by que deberían desconectarse, atacando uno de los mayores desperdicios energéticos en los hogares.
- **Simulador de Costos:** Esta funcionalidad permite al usuario proyectar escenarios (ej. "¿Cuánto ahorraría si cambio mis focos a LED?"). Al cuantificar el ahorro económico futuro, la herramienta motiva la inversión en tecnología más limpia y eficiente.



## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusión del equipo:**

El equipo concluye que el desarrollo del proyecto completo permitió comprender y aplicar de manera práctica conceptos fundamentales de análisis, diseño e implementación de sistemas. La definición clara de los requerimientos funcionales, no funcionales y de dominio fue clave para orientar correctamente todas las etapas del proyecto, desde la planificación hasta la implementación. La elaboración de modelos funcionales y de datos, así como diagramas UML de clase, actividad y secuencia, facilitó la visualización de la arquitectura del sistema y la comprensión de los flujos de información. Además, la metodología ágil SCRUM demostró ser efectiva para organizar el trabajo en sprints, priorizar tareas y asegurar entregas parciales que pudieron ser evaluadas y ajustadas de manera iterativa.

### **Lecciones aprendidas:**

Durante la ejecución del proyecto, el equipo aprendió la importancia de mantener una comunicación constante y efectiva entre todos los miembros, lo que permitió resolver dudas rápidamente y asegurar una visión compartida del sistema. Se valoró la utilidad de las herramientas de gestión y modelado, como Jira, Draw.io, Visual Paradigm y GitHub, que facilitaron la planificación, seguimiento y control del desarrollo. Asimismo, se identificó que documentar correctamente los requerimientos y mantenerlos vinculados a historias de usuario reduce la posibilidad de errores o malentendidos durante la implementación. Por último, se aprendió que los diagramas y modelos no solo sirven para diseñar, sino también para mejorar la comunicación con futuros usuarios o clientes, y para facilitar el mantenimiento del sistema.

### **Recomendaciones para futuras mejoras del sistema:**

Para versiones futuras del sistema se recomienda incorporar módulos de análisis predictivo y recomendaciones personalizadas, que permitan optimizar el consumo eléctrico de manera más proactiva. También se sugiere mejorar la interfaz de usuario, incluyendo dashboards interactivos y reportes visuales más intuitivos. La integración de notificaciones móviles y alertas configurables puede aumentar la efectividad del sistema y la satisfacción del usuario. Asimismo, fortalecer el sistema de roles y permisos

permitiría un control más preciso de accesos para distintos tipos de usuarios, incluyendo administradores y entidades externas. Finalmente, se recomienda mantener la documentación actualizada y continuar con la práctica de metodologías ágiles, para facilitar futuras ampliaciones, mantenimiento y mejoras del sistema.

## **Referencias bibliográficas**

- [1] ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Nueva York: ONU, 2015. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- [2] CEPAL. Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: situación y perspectivas. Santiago de Chile: CEPAL, 2020.
- [3] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. Informe anual del consumo eléctrico residencial 2022. Lima: MINEM, 2023.
- [4] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Energy Efficiency 2022. Paris: IEA, 2022.
- [5] Schwaber, K.; Beedle, M. *Agile Software Development with Scrum*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. ISBN 978-0130676340.

## Anexos

Evidencias gráficas (capturas de Jira, capturas de GITHUB y commits, evidencias de trabajo en equipo).

link de github:

<https://github.com/RickCrispin/AnalisisDeSoftware-ConsumoElectrico.git>

Link de Canva:

<https://www.canva.com/design/DAG0fE7Sx5w/Q1qpUBdMRmirmjVkUUDMaw/edit>

Link de Jira:

<https://ccmjc.atlassian.net/jira/software/projects/PCE/boards/100/backlog?atlOrigin=eyJpIjoiMzQ0YzlmNDljNWlyNGY2MDhjZjc2OWJkODhINjc3ZTkiLCJwljoiaiJ9>

The screenshot shows a Jira backlog board for the project 'Plataforma\_Consumo\_Electrico'. The board has columns for Tipo (Type), Clave (Key), Resumen (Summary), Estado (Status), Comentarios (Comments), Sprint, Persona asignada (Assigned Person), Fecha de vencimiento (Due Date), Etiquetas (Labels), and Creada (Created). The backlog contains 20 items, each with a detailed description and assigned tasks. A specific item, PCE-3, is highlighted with a blue dashed border.

| Tipo   | Clave  | Resumen  | Estado           | Comentarios       | Sprint           | Persona asignada              | Fecha de vencimiento | Etiquetas       | Creada       |
|--------|--------|--|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------------|
| PCE-1  | PCE-1  | Gestión de Usuarios                            | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | 30 sept 2023         |                 | 30 sept 2023 |
| PCE-8  | PCE-8  | HU01: Registro de usuarios                     | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | 30 sept 2023         | Alta-prioridad  | 30 sept 2023 |
| PCE-9  | PCE-9  | HU02: Autenticación de usuarios                | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | 30 sept 2023         | Alta-prioridad  | 30 sept 2023 |
| PCE-2  | PCE-2  | Gestión de Hogares y Medidores                 | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | JOSE CARLOS CCENTE MEJIA      | 30 sept 2023         |                 | 30 sept 2023 |
| PCE-12 | PCE-12 | HU03: Registro de hogares                      | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | JOSE CARLOS CCENTE MEJIA      | 30 sept 2023         | Alta-prioridad  | 30 sept 2023 |
| PCE-13 | PCE-13 | HU04: Asociación de medidores inteligentes     | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | JOSE CARLOS CCENTE MEJIA      | 30 sept 2023         | Alta-prioridad  | 30 sept 2023 |
| PCE-3  | PCE-3  | 75328236@continental.edu.pe                    | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | jose enrique                  | 30 sept 2023         |                 | 30 sept 2023 |
| PCE-14 | PCE-14 | HU05: Visualización en tiempo real             | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | jose enrique                  | 30 sept 2023         | Alta-prioridad  | 30 sept 2023 |
| PCE-15 | PCE-15 | HU06: Filtros básicos de consumo               | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 1 | jose enrique                  | 30 sept 2023         | Media-Prioridad | 30 sept 2023 |
| PCE-16 | PCE-16 | HU07: Consulta de historial completo           | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 2 | jose enrique                  | 30 sept 2023         | Media-Prioridad | 30 sept 2023 |
| PCE-4  | PCE-4  | Reportes                                       | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | 30 sept 2023         |                 | 30 sept 2023 |
| PCE-17 | PCE-17 | HU08: Generación de reportes mensuales         | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | 30 sept 2023         | Media-Prioridad | 30 sept 2023 |
| PCE-18 | PCE-18 | HU09: Reportes consolidados para administrador | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | 30 sept 2023         | Media-Prioridad | 30 sept 2023 |
| PCE-5  | PCE-5  | Alertas  | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 2 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | 30 sept 2023         |                 | 30 sept 2023 |
| PCE-19 | PCE-19 | HU10: Alertas de consumo                       | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 2 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | 30 sept 2023         | Alta-prioridad  | 30 sept 2023 |
| PCE-20 | PCE-20 | HU11: Configuración de límites de consumo      | TAREAS POR HACER | Añadir comentario | Tablero Sprint 2 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | 30 sept 2023         | Media-Prioridad | 30 sept 2023 |

Jira

Proyectos

**Plataforma\_Consumo\_Electrico**

Resumen Cronograma Backlog Calendario Lista Formularios Metas Todas las actividades Código Actividades archivadas Páginas Accesos rápidos

Buscar en la lista Filtro

Grupo

Tipo Clave Resumen Estado Comentarios Sprint Persona asignada Fecha de vencimiento Etiquetas Creada

| Tipo   | Clave  | Resumen          | Estado           | Comentarios      | Sprint                        | Persona asignada | Fecha de vencimiento | Etiquetas | Creada |
|--------|--|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|-----------|--------|
| PCE-13 | HU04: Asociación de medidores inteligentes     | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 1 | JOSE CARLOS CCENTE MEJIA      | Alta-prioridad   | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-3  | 75328236@continental.edu.pe                    | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 1 | jose enrique                  | Alta-prioridad   | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-14 | HU05: Visualización en tiempo real             | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 1 | jose enrique                  | Alta-prioridad   | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-15 | HU06: Filtros básicos de consumo               | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 1 | jose enrique                  | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-16 | HU07: Consulta de historial completo           | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | jose enrique                  | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-4  | Reportes                                       | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-17 | HU08: Generación de reportes mensuales         | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-18 | HU09: Reportes consolidados para administrador | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-5  | Alertas  | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | Alta-prioridad   | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-19 | HU10: Alertas de consumo                       | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-20 | HU11: Configuración de límites de consumo      | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | PAMELA MILAGROS MONTERO PEREZ | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-6  | Recomendaciones                                | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | jose enrique                  | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-21 | HU12: Consejos de eficiencia energética        | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | jose enrique                  | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-7  | Administración                                 | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-22 | HU13: Consultar estadísticas globales          | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | CRISPIN BENDEZU RICK BERNIE   | Media-Prioridad  | 30 sept 2            |           |        |
| PCE-23 | HU14: Gestión de roles y permisos              | TAREAS POR HACER | Aadir comentario | Tablero Sprint 2 | JOSE CARLOS CCENTE MEJIA      | Alta-prioridad   | 30 sept 2            |           |        |

+ Crear

Jira

Proyectos

**Plataforma\_Consumo\_Electrico**

Resumen Cronograma Backlog Calendario Lista Formularios Metas Todas las actividades Código Actividades archivadas Páginas Accesos rápidos

Buscar en el backlog Filtro

+

Tablero Sprint 1 (6 actividades)

Implementar la base de la plataforma y funciones esenciales para registro, autenticación, registro de hogares, asociación de medidores y monitoreo básico.

| PCE-8  | HU01: Registro de usuarios                 | GESTIÓN DE USUARIOS  | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
|--------|--|----------------------|------------------|---|----|--|--|
| PCE-9  | HU02: Autenticación de usuarios            | GESTIÓN DE USUARIOS  | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-12 | HU03: Registro de hogares                  | GESTIÓN DE HOGARES   | TAREAS POR HACER | - | W  |  |  |
| PCE-13 | HU04: Asociación de medidores inteligentes | GESTIÓN DE HOGARES   | TAREAS POR HACER | - | W  |  |  |
| PCE-14 | HU05: Visualización en tiempo real         | 75328236@CONTINEN... | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-15 | HU06: Filtros básicos de consumo           | 75328236@CONTINEN... | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |

+ Crear

+

Tablero Sprint 2 (8 actividades)

Aadir funcionalidades avanzadas como reportes, alertas, recomendaciones, administración y estadísticas globales.

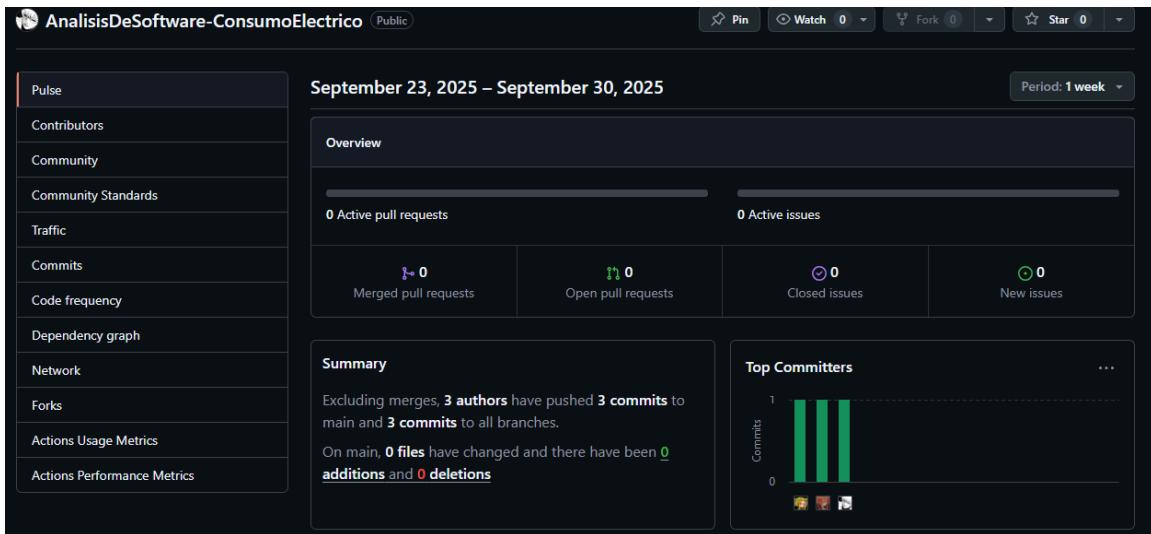
| PCE-16 | HU07: Consulta de historial completo           | 75328236@CONTINEN... | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
|--------|--|----------------------|------------------|---|----|--|--|
| PCE-17 | HU08: Generación de reportes mensuales         | REPORTES             | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-18 | HU09: Reportes consolidados para administrador | REPORTES             | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-19 | HU10: Alertas de consumo                       | ALERTAS              | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-20 | HU11: Configuración de límites de consumo      | ALERTAS              | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-21 | HU12: Consejos de eficiencia energética        | RECOMENDACIONES      | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-22 | HU13: Consultar estadísticas globales          | ADMINISTRACIÓN       | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |
| PCE-23 | HU14: Gestión de roles y permisos              | ADMINISTRACIÓN       | TAREAS POR HACER | - | PF |  |  |

6 de 6 actividades visibles | Estimación: 0 de 0

Screenshot of a Google Docs spreadsheet titled "Plantilla\_Informe\_Proyecto\_ADS". The spreadsheet contains a table with 18 columns and 7 rows of data. The columns are numbered 1 through 18 at the top. The rows contain various requirements and their details.

|  |        | RNF2.1   | RF2.3, RF3.1        | Depende de la recepción de datos y su visualización.                           |
|--|--------|--|---------------------|--|
|  | RNF2.2 | Soportar al menos 10,000 usuarios concurrentes en la primera fase.       | RF1.1, RF3.1        | Relacionado a la creación de usuarios y acceso al sistema en tiempo real.      |
|  | RNF2.3 | Arquitectura escalable horizontalmente (microservicios/cloud).           | RNF2.2              | Depende de la necesidad de soportar grandes volúmenes de usuarios.             |
|  | RNF3.1 | Interfaz intuitiva y accesible para usuarios sin conocimientos técnicos. | RF3.1, RF3.3        | Depende de la visualización de datos y gráficos de consumo.                    |
|  | RNF3.2 | Disponibilidad en versión web y móvil (responsive o app).                | RF3.1, RF3.2        | Relacionado con la presentación de datos de consumo en diferentes plataformas. |
|  | RNF3.3 | Tiempo de respuesta promedio < 2 segundos por consulta.                  | RF3.2, RF3.3        | Depende de consultas de consumo y visualización de gráficos.                   |
|  | RNF4.1 | Disponibilidad mínima del 99,5% anual.                                   | Todos los RF        | Aplica de forma general al sistema completo.                                   |
|  | RNF4.2 | Copias de seguridad automática fechas                                    | RF2.3, RF3.2, RF4.1 | Depende de los datos de consumo y gráficos.                                    |

Below the table, there is a video call interface showing five participants: CCENTE MEJIA JOSE CARLOS, JOSE ENRIQUE JAMPIER O..., RICK BERNIE CRISPIN BEN..., CCENTE MEJIA JOSE CARL..., and PAMELA MILAGROS M.... The interface includes controls for video, audio, and sharing.



**Proyectos**

- Para ti
- Recientes
- Marcador como favorito...
- Aplicaciones
- Planes
- Proyectos
- Recientes
- Plataforma\_Consumo\_Electrico**
- Biblioteca-System
- Biblioteca-v2
- Fitness center
- Más proyectos

**Equipos**

**Plataforma\_Consumo\_Electrico**

**Backlog**

**Tablero Sprint 1**

Planiifica tu sprint  
Arrasta las actividades de la sección Backlog o crea otras nuevas para planificar el trabajo de este sprint. Selecciona Iniciar sprint cuando estés listo.

Describe lo que hay que hacer o genera actividades a partir de Confluence o Loom

0 de 0 actividades visibles | Estimación: 0 de 0

**Backlog**

Tu backlog está vacío.

+ Crear

**CCENTE MEJIA JOSE CARLOS**

**EN DIRECTO**

CCENTE MEJIA JOSE CARL...

JOSE ENRIQUE JAMPIER O...

RICK BERNIE CRISPIN BEN...

PAMELA MILAGROS M...

Microphone, Camera, Chat, More, Minimize, Maximize

Commits

main

All users All time

Commits on Sep 30, 2025

|                                    |                                      |                  |  |  |
|------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--|--|
| <b>Avance informe</b>              | RickCrispin committed 2 minutes ago  | 15ec370          |  |  |
| <b>Avance informe finalizado</b>   | RickCrispin committed 3 minutes ago  | 0a7d567          |  |  |
| <b>Caso de uso</b>                 | Milagroszz authored 15 minutes ago   | Verified cf2abc7 |  |  |
| <b>Diagrama de Contexto</b>        | Milagroszz authored 16 minutes ago   | Verified dcdea35 |  |  |
| <b>Avance diagrama de procesos</b> | RickCrispin committed 18 minutes ago | d9fd911          |  |  |
| <b>Diagramas de clases y ER</b>    | ki3mi committed 23 minutes ago       | 9a03229          |  |  |

```
MINGW64:/c/Users/ki3mi/Documents/analisis-software/evidencias - X
2 files changed, 0 insertions(+), 0 deletions(-)
create mode 100644 Clases Class diagram.png
create mode 100644 ER.png

ki3mi@DESKTOP-HN6V636 MINGW64 ~/Documents/analisis-software/evidencias (master)
$ git branch -M main

ki3mi@DESKTOP-HN6V636 MINGW64 ~/Documents/analisis-software/evidencias (main)
$ git remote add origin https://github.com/RickCrispin/AnalisisDeSoftware-ConsumoElectrico.git

ki3mi@DESKTOP-HN6V636 MINGW64 ~/Documents/analisis-software/evidencias (main)
$ git push origin main
Enumerating objects: 4, done.
Counting objects: 100% (4/4), done.
Delta compression using up to 12 threads
Compressing objects: 100% (4/4), done.
Writing objects: 100% (4/4), 66.43 KiB | 33.22 MiB/s, done.
Total 4 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
To https://github.com/RickCrispin/AnalisisDeSoftware-ConsumoElectrico.git
 * [new branch]      main -> main

ki3mi@DESKTOP-HN6V636 MINGW64 ~/Documents/analisis-software/evidencias (main)
$ |
```

The screenshot shows a GitHub repository interface for the 'AnalisisDeSoftware-ConsumoElectrico' repository. The top navigation bar includes links for Code, Issues, Pull requests, Actions, Projects, Wiki, Security, Insights, and Settings. The main area displays the 'Commits' section, which lists four commits made on Sep 30, 2023:

| Commit Message              | Author                              | Date          | SHA      | Actions  |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|----------|----------|
| Caso de uso                 | Milagrozz authored now              | Now           | c72abc7  | Verified |
| Diagrama de Contexto        | Milagrozz authored 1 minute ago     | 1 minute ago  | dcedaa35 | Verified |
| Avance diagrama de procesos | RickCrispin committed 3 minutes ago | 3 minutes ago | a9fd911  |          |
| Diagramas de clases y ER    | ki3mi committed 6 minutes ago       | 6 minutes ago | 9e03229  |          |

