



UNIVERSIDAD TECNICA  
FEDERICO SANTA MARIA

# Documento de Análisis y Diseño

de

## Plataforma IoT para la compartición de estaciones de carga privadas para vehículos eléctricos

**Fecha:** 19/05/2025

**Versión:** 0.1

### **Integrantes del grupo:**

Gabriel Arias

Javier Martínez

### **Profesores:**

Mohammed Abelhamid

José Manuel Martínez

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Problema a resolver . . . . .	2
1.2. Acercamiento a la solución . . . . .	2
1.3. Estado del Arte y de la Técnica . . . . .	3
<b>2. Requisitos del Sistema</b>	<b>8</b>
2.1. Requisitos Funcionales . . . . .	8
2.2. Requisitos No Funcionales . . . . .	9
2.3. Requisitos de Interfaces . . . . .	9
2.4. Requisitos de Ambiente . . . . .	10
2.4.1. Hardware de Desarrollo . . . . .	10
2.4.2. Software de Desarrollo . . . . .	10
2.5. Perfiles de Usuario . . . . .	11
<b>3. Planificación del Proyecto</b>	<b>12</b>
3.1. Objetivo General . . . . .	12
3.2. Objetivos Específicos . . . . .	12
<b>4. Diseño de Arquitectura del Sistema</b>	<b>13</b>
4.1. Esquema General del Sistema . . . . .	13
4.2. Arquitectura del Sistema . . . . .	13
4.3. Descripción de Módulos . . . . .	14
4.4. Matriz de Requisitos Funcionales y Módulos . . . . .	15
<b>5. Gestión de Riesgos</b>	<b>16</b>
5.1. Supuestos . . . . .	16
5.2. Dependencias . . . . .	16
5.3. Restricciones . . . . .	16
5.4. Riesgos . . . . .	17

# 1. Introducción

El mundo está sufriendo un cambio drástico con respecto a la energía, con una conciencia ambiental mayor que impulsa el uso de energías renovables. Por lo que se está buscando un reemplazo o alternativa a los combustibles fósiles. Es por esta razón que los fabricantes de automóviles empezaron a diseñar modelos híbridos, que ocupan tanto combustibles fósiles como electricidad para poder funcionar, y totalmente eléctricos [1].

La venta de automóviles eléctricos (EV) en Chile ha ido en aumento año tras año de forma exponencial [2], por lo que se espera que para 2035 se vendan exclusivamente automóviles eléctricos. Esto implica que también tiene que haber una disponibilidad de electrolineras suficiente para la demanda de carga por parte de los vehículos. Este año 2024, se vendieron un total de 4.500 unidades en Chile, correspondientes a la mitad de las unidades en circulación.

Según ANAC [3], actualmente hay un total de 1.240 cargadores para autos eléctricos livianos y medianos. Siendo 336 unidades destinadas a la carga pública, mientras que 904 para carga privada. La diferencia entre una estación de carga pública y una privada, es el acceso al público que estas poseen. La instalación de estaciones de carga es un proceso lento y costoso, no solo en temas de costo de instalación/mantenimiento [4] sino también de un tema energético. [5] Este último tema es crucial de evaluar, al momento de realizar una instalación de una estación de carga, ya que tiene que adecuarse a las condiciones que proporciona el sistema eléctrico de la localidad. La tensión en el sistema eléctrico acá en Chile es de 220 voltios ([V]) con un amperaje variable entre 10, 16 o 25 amperes ([A]) [6] [7]. Con respecto a las estaciones de carga (CS), hay diversos modelos [8] [9] [10] que varían en la potencia desde los 2,2, 7, 22 y hasta 400 kilowatts ([kW]), por lo que hay muchas opciones de potencia con las que trabajar; esto afecta a la velocidad de carga y la energía que necesita para poder funcionar eficazmente.

## 1.1. Problema a resolver

La actual oferta de estaciones de carga **no será suficiente** para satisfacer el ritmo de crecimiento en la demanda de vehículos eléctricos. En Chile, la mayoría de los hogares cuenta con una red eléctrica monofásica de 220[V] y un máximo de 25[A], lo que permite una potencia máxima teórica de 5.5kW. Sin embargo, para evitar sobrecargas o cortes frecuentes, las instalaciones domésticas suelen limitarse a potencias cercanas a los 2.2kW. Este tipo de carga lenta implica que una recarga completa (de 0 % a 100 %) puede tardar varias horas, lo que hace necesario contar con mecanismos de **planificación y gestión del tiempo de carga** para no afectar la experiencia del usuario.

## 1.2. Acercamiento a la solución

Con el objetivo de mitigar la limitada disponibilidad de estaciones de carga, se propone una solución basada en la transformación de estaciones de carga privadas en puntos de acceso público. Esta conversión se gestionará mediante una plataforma de *Internet of Things* (IoT), que permitirá a los propietarios compartir sus estaciones con usuarios externos, ampliando así la oferta disponible y sorteando las restricciones actuales del sistema.

La implementación de esta plataforma requerirá diversos componentes tecnológicos, entre ellos microcontroladores, sensores y otros dispositivos embebidos, así como servicios web, bases de datos, servidores y aplicaciones móviles. Estos elementos se integrarán para conformar una arquitectura robusta, escalable y funcional.

Como complemento a la apertura de estaciones privadas, se contempla el desarrollo de un sistema de reservas que optimice la gestión del recurso, permitiendo a los usuarios planificar su carga con antelación. Esta funcionalidad representa una ventaja competitiva frente a las soluciones actuales del mercado, que solo ofrecen visualización en tiempo real de la disponibilidad de sus propias estaciones.

### **1.3. Estado del Arte y de la Técnica**

Tras la investigación de proyectos similares, se recopilaron múltiples papers de utilidad, cuyo aporte está descrito en la sección contribución. Se enumeran los papers compilados.

Paper	Autores	Año	Enlace	Contribución
WEcharge: democratizing EV charging infrastructure	Md Umar Hashmi, Mohammad Meraj Alam, Ony Lalai et al.	2024	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/9841835">https://ieeexplore.ieee.org/document/9841835</a>	Plantea estaciones de carga privadas compartidas al público mediante plataforma digital, presenta algoritmos de emparejamiento para asignar la mejor estación de carga a los usuarios.
Enhancing EV Charging Stations Through IoT Platforms and Service-Mobility App Landscape Station Using the Internet of Things	Philipp Hofer, Dimitri Petrik, Georg Herzwurm	2024	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/10794261">https://ieeexplore.ieee.org/document/10794261</a>	Plataforma IoT con una tienda de servicios para mejorar la infraestructura de carga y adaptarla a las necesidades de los usuarios.
Smart and Sustainable Wireless Electric Vehicle Charging Strategy with Renewable Energy and Internet of Things Integration	Sheeraz Iqbal, Nahar F. Alshammari, Mokhtar Shahida	2024	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/16/6/2487">https://www.mdpi.com/2071-1050/16/6/2487</a>	Sistema de carga inalámbrico, automatización de carga de vehículo, monitoreo en tiempo real con aplicación Blynk, implementación de sistema de seguridad RFID.
Solar parking lot management: An IoT platform for smart charging EV fleets, using real-time data and production forecasts	Alberto Varone, Zeno Heilmann, Guido Porruvecchio	2024	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032123007037?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032123007037?via%3Dihub</a>	Utiliza carga potenciada por energía solar, implementa gestión de carga en base a algoritmos basados en la producción de energía de paneles solares.

Continúa en la siguiente página

**Cuadro 1 – continuación de la página anterior**

<b>Paper</b>	<b>Autores</b>	<b>Año</b>	<b>Enlace</b>	<b>Contribución</b>
A Blockchain-Supported Framework for Charging Management of Electric Vehicles	Marina Dorokhova, Jérémie Vianin, Jean-Marie Aurand	2022	<a href="https://www.mdpi.com/1996-1073/14/21/7144">https://www.mdpi.com/1996-1073/14/21/7144</a>	Implementa compartición de estaciones de carga mediante transacciones de Ethereum con una implementación de aplicación web/movil.
Smart Wireless EV Charging Station Using Raspberry Pi and Web-Based Monitoring	Kabilamani, Karthikeyan, Praanesh, Karthik	2023	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/10894144">https://ieeexplore.ieee.org/document/10894144</a>	Implementa un sistema de monitoreo remoto para la estación de carga (enfocada en los dueños de las estaciones) donde además de ver el consumo y el estado de las baterías, sino que también mide la temperatura del ambiente, con la finalidad de detectar de forma temprana incendios. Mandando alertas al usuario.
Electrical Vehicle Smart Charging Using the Open Charge Point Interface (OCPI) Protocol	Sylvain Guillemin, Romain Choulet, Gregorio Guyot, Sothun Hing	2024	<a href="https://www.mdpi.com/1996-1073/17/12/2873">https://www.mdpi.com/1996-1073/17/12/2873</a>	Se propone separar el rol del Proveedor de Servicios de Carga (SCSP) y el Operador del Punto de Carga (CPO) usando OCPI para garantizar interoperabilidad con el EMS, optimizando la gestión de energía fotovoltaica, reduciendo costes de carga y adaptándose a las preferencias de usuario y límites de la red.

Continúa en la siguiente página

**Cuadro 1 – continuación de la página anterior**

<b>Paper</b>	<b>Autores</b>	<b>Año</b>	<b>Enlace</b>	<b>Contribución</b>
A Design of Smart Charging Architecture for Battery Electric Vehicles	Riza, Yusuf Margowadi, Prasetyo Aji, Dwidharma Priyasta, Estiko Rijanto, Eka Rakhman Priandana	2024	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/10408308">https://ieeexplore.ieee.org/document/10408308</a>	Se presenta una arquitectura que conecta el sistema de gestión de estaciones de carga (CSMS) con un sistema de monitoreo de la red (EPMS) vía IoT, usando OCPP y MQTT para ajustar dinámicamente los patrones de carga según la disponibilidad de energía y la estabilidad de la red.
A Monitoring System for Electric Vehicle Charging Stations: A Prototype in the Amazon	Elen Lobato, Lucas Prazeres, Iago Medeiros, Felipe Araújo, Denis Rosário, Eduardo Cerqueira, Maria Tostes, Ubiratan Bezerra, Wellington Fonseca, Andréia Antloga	2024	<a href="https://www.mdpi.com/1996-1073/16/1/152">https://www.mdpi.com/1996-1073/16/1/152</a>	Gran escalabilidad (hasta 160 estaciones de carga conectadas simultáneamente), proyecto adaptado a la zona amazónica de Brasil.
A System for the Efficient Charging of EV Fleets	Tobias Fleck, Alice Glatz, Sarah Krieger et al.	2024	<a href="https://www.mdpi.com/2032-6653/14/12/335">https://www.mdpi.com/2032-6653/14/12/335</a>	El SCS, extensión del proyecto Open e-Mobility, gestiona y distribuye energía en parkings de flotas eléctricas para evitar picos de demanda; validado durante tres años en SAP Labs France.

Continúa en la siguiente página

Cuadro 1 – continuación de la página anterior

Paper	Autores	Año	Enlace	Contribución
Smart Systems Employing IoT Devices for Monitoring and Control of Electric Vehicle Residential Charging	Grant M. Fischer; Steven B. Poore; Rosemary E. Alden; Donovan D. Lewis; Dan M. Ionel	2024	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/10815321">https://ieeexplore.ieee.org/document/10815321</a>	Benchmark de hardware con sensores de alta resolución y una configuración experimental para la monitorización y comparación de cargadores J1772 de nivel 2. Se centra exclusivamente en la monitorización y el control de cargadores de una sola residencia.
Blockchain-Based Secure and Cooperative Private Charging Pile Sharing Services for Vehicular Networks	Yuntao Wang; Zhou Su; Jiliang Li; Ning Zhang; Kuan Zhang; Kim-Kwang Raymond Choo	2022	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/9632411">https://ieeexplore.ieee.org/document/9632411</a>	Implementa contratos inteligentes de Ethereum para la facturación y el cobro seguros entre múltiples actores en sitios privados y semiprivados suizos; demostración en condiciones reales. Se centra en la digitalización y la confianza descentralizada para una infraestructura compartida.
An Edge-Supported Blockchain-Based Secure Authentication Method and Cryptocurrency-Based Billing System for P2P Charging of Electric Vehicles	A. F. M. Suaib Akhter, Tawsif Zaman Arnob, Ekra Binta Noor, Selman Hizal, Al-Sakib Khan Pathan	2024	<a href="https://www.mdpi.com/1099-4300/24/11/1644">https://www.mdpi.com/1099-4300/24/11/1644</a>	Diseña autenticación segura y facturación de criptomonedas, utilizando servidores Edge para mayor eficiencia; implementación probada en máquinas virtuales. Se centra en compartir cargadores domésticos privados en una red P2P.



## 2. Requisitos del Sistema

### 2.1. Requisitos Funcionales

Se proponen los siguientes requisitos funcionales básicos para el proyecto y se plantea la inclusión paulatina acorde con el proceso de desarrollo.

Cuadro 2: Requisitos Funcionales

ID	Nombre	Descripción
RF1	Iniciar Sesión Usuario	El sistema permite el uso de cuentas para cada usuario.
RF2	Registrar Usuario	El sistema permite registrar un nuevo usuario.
RF3	Monitorear Recursos Cargador	El sistema permite monitorear los recursos de la estación de carga de un usuario propietario.
RF4	Definir Características Cargador	El sistema permite caracterizar al cargador del usuario oferente, dependiendo del tipo de este.
RF5	Reconocer Tipo de Usuario	El sistema permite discernir entre oferente y demandante de los servicios de carga.
RF6	Cambiar Tipo de Usuario	El sistema permite cambiar entre roles de demandante y oferente según verificación de seguridad.
RF7	Realizar Transacción entre Usuarios	El sistema permite realizar transacciones monetarias entre usuario oferente y demandante.
RF8	Enviar Datos de Sensores	El sistema comunica los datos recopilados de los sensores hacia la red mediante un gateway.
RF9	Transmitir Datos a Internet	El sistema debe permitir que el PCB se conecte a Internet para enviar los datos recopilados por los sensores a un servidor o servicio en la nube.
RF10	Obtener Datos desde Cloud	El usuario puede obtener datos correspondientes a su usuario o las estaciones de carga en "tiempo real".
RF11	Medir Carga Realizada	El sistema permite medir el uso de la estación de carga y la carga realizada.
RF12	Gestionar Ubicación de Estaciones	El sistema permite gestionar y administrar la ubicación de las estaciones de carga.

ID	Nombre	Descripción
RF13	Calcular Pago entre Usuarios	El sistema permite calcular la asignación de un pago definido por el oferente.
RF14	Reservas de Estación	El sistema permite a los usuarios realizar la reserva de estaciones de carga, para poder cargar su vehículo.

## 2.2. Requisitos No Funcionales

Se proponen los siguientes requisitos no funcionales identificados hasta el momento:

Cuadro 4: Requisitos No Funcionales

ID	Nombre	Descripción
RNF1	Hardware Pulcro y Resiliente	El sistema debe estar compuesto por hardware de calidad resistente al paso del tiempo.
RNF2	Conectividad Asegurada	El sistema debe disponer de disponibilidad de conexión a internet permanente.
RNF3	Seguridad entre Usuarios	Debe existir relación de confianza mediante protocolos de seguridad informática.
RNF4	Disponibilidad en Plataformas	El software debe ser accesible en navegadores web y aplicación móvil.
RNF5	Diseño Intuitivo	Debe presentar interfaz sencilla de usar y visualmente intuitiva.

## 2.3. Requisitos de Interfaces

Se proponen los siguientes requisitos de interfaces según lo planificado hasta esta etapa de desarrollo.

Cuadro 6: Eventos Externos

Evento	Descripción	Iniciador	Parámetros	Respuesta
Carga de vehículo	Usuario inicia proceso de carga	Uso del cargador	Tipo de cargador, vehículo	-
Reserva de hora	Reserva de horario en aplicación	Selección en app/web	Usuario, cargador, hora	Reserva confirmada
Utilización de cargador	Resumen de uso periódico	Cargas múltiples	Carga total, semanal, mensual	Gráficas de uso

Cuadro 8: Respuestas del Sistema

Respuesta	Descripción	Parámetros
Envío datos a la nube	Procesamiento de datos de carga	Usuario, carga transmitida, tiempo estimado
Reserva de hora	Compatibilización de horarios	Agenda del cargador, horario solicitado
Presentación gráficas	Visualización de datos de uso	Gráficas de carga total, históricos

## 2.4. Requisitos de Ambiente

### 2.4.1. Hardware de Desarrollo

1. **Raspberry Pi Pico W:** Tarjeta de desarrollo Raspberry Pi con soporte para WiFi, sirve como punto de conexión de todos los sensores del sistema, además de poseer la capacidad de enviar los datos recopilados a través de WiFi a internet por medio del protocolo MQTT.
2. **Módulo sensor de corriente por efecto Hall:** Sensor no intrusivo de corriente que permite recolectar datos de corriente y/o voltaje del cargador. Puede ser útil para cargadores sin soporte a OCPP, pero se va a utilizar para todo tipo de cargadores para el proyecto ya que se descarta el uso de OCPP.
3. **Módulo sensor de proximidad:** Sensor de proximidad en el estacionamiento donde se ubica el cargador de vehículos eléctricos, identifica si el cargador se encuentra operativo o en estado de inoperabilidad.

### 2.4.2. Software de Desarrollo

1. **Visual Studio Code:** Editor de texto con compatibilidad con múltiples lenguajes de programación, soporte a repositorios de GIT y con múltiples extensiones

desarrolladas por la comunidad de la plataforma, muy útil para la realización del software del proyecto.

2. **Python 3.13/MicroPython:** Última versión del lenguaje de programación de alto nivel Python, de alta utilidad para la programación del microcontrolador Raspberry Pi Pico W y para manejar los múltiples protocolos de la capa de percepción.
3. **NodeJS:** Compilador y gestor de paquetes del lenguaje de programación Javascript, éste resulta de utilidad para gestionar la API y gran parte de los paquetes de la capa de aplicación (manejo de interfaces de usuario, gráficas, etc.).
4. **React Vite/Capacitor:** Framework seleccionado para realizar la interfaz gráfica de la capa de aplicación, gracias a su popularidad cuenta con una gran cantidad de extensiones de uso libre que permiten gran flexibilidad para la implementación del frontend del proyecto, adicionalmente para su funcionamiento en celulares se plantea utilizar la utilizad “Capacitor” para potabilizar la aplicación web a una aplicación móvil.

## 2.5. Perfiles de Usuario

Perfil	Socio-económico y cultural	Ocupacional	Etario	Características físicas, fisiológicas, psicológicas	Otros
Usuario propietario de Estación de Carga de Vehículos Eléctricos (Administrador / Oferente)	Clase media-alta, conciencia ecológica	Profesional urbano	20~60 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Habilidad tecnológica intermedia</li> <li>■ Preocupación por seguridad</li> </ul>	Vehículo eléctrico propio, cargador de vehículo propio, utilización limitada de su estación de carga.
Usuario Ocasional del servicio de cargas (Demandante)	Clase media-alta, acceso a tecnología	Estudiante / Profesional joven	20~60 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alta adaptación tecnológica</li> <li>■ Movilidad flexible</li> <li>■ Presupuesto limitado</li> </ul>	Uso compartido de transporte de vehículos eléctricos o propietario de un vehículo eléctrico particular.

### 3. Planificación del Proyecto

#### 3.1. Objetivo General

Implementar una plataforma IoT para compartir estaciones de carga para vehículos eléctricos junto con un sistema de reservas para estas mismas.

#### 3.2. Objetivos Específicos

Cuadro 11: Objetivos específicos del proyecto

ID	Nombre	Descripción
OE1	Monitorear las CSs y EVs	Monitorear las estaciones de carga (CS) y los vehículos eléctricos (EV) en tiempo real, utilizando sensores de corriente para registrar el flujo de carga y sensores de proximidad para detectar la ocupación de la estación.
OE2	Desarrollar un sistema de reservas de las estaciones	Desarrollar un sistema de reservas para las estaciones de carga, considerando los distintos casos de uso y posibles usos indebidos, con el objetivo de garantizar eficiencia y equidad en la asignación de recursos.
OE3	Promocionar el compartir las estaciones privadas	Diseñar un sistema de incentivos para motivar a los propietarios de estaciones privadas a compartir sus estaciones, considerando aspectos de seguridad, privacidad y beneficios económicos u operacionales.
OE4	Levantar servidor para el despliegue de la aplicación	Implementar la infraestructura necesaria para desplegar la aplicación, evaluando servicios de servidor en la nube o propios, con el fin de garantizar la transmisión de datos y la conexión entre los distintos módulos del sistema.
OE5	Integrar con métodos de autenticación el control de acceso	Desarrollar un sistema de autenticación para validar la identidad de los usuarios al momento de usar o reservar una estación de carga, garantizando trazabilidad y seguridad en el acceso.
OE6	Transmitir los datos recolectados al servidor	Se transmiten los datos de forma segura y con una tecnología de comunicación establecida. Teniendo un correcto funcionamiento y protección de los datos.

## 4. Diseño de Arquitectura del Sistema

### 4.1. Esquema General del Sistema

El sistema va a tener 5 entes clave los cuales son representados en las interacciones mostradas en la figura 1. La estación de carga representa al objeto físico el cual se va a medir, estación de carga (CS) o vehículo eléctrico (EV), los datos medidos van a ser recopilados por un microcontrolador (MCU) y enviados a la nube para su procesamiento. Por parte externa del sistema, están los dos tipos de usuarios que van a interactuar con él.

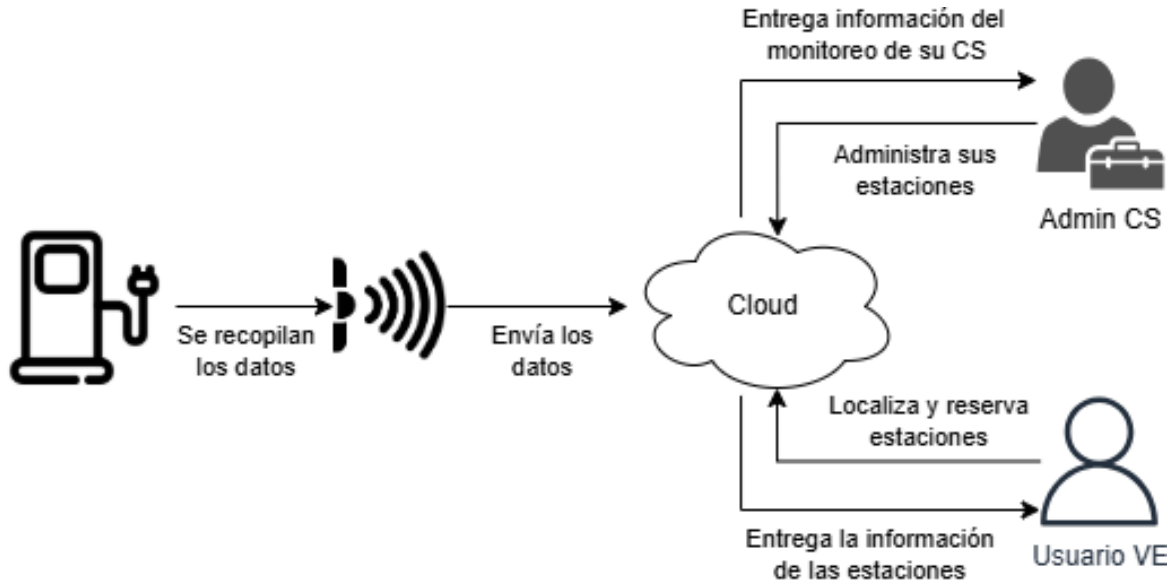


Figura 1: Esquema general del sistema

### 4.2. Arquitectura del Sistema

En la figura 2, se puede apreciar de forma más detallada la arquitectura del sistema, reconociendo a grandes rasgos los componentes que tendrá cada módulo y cómo interactúan entre sí.

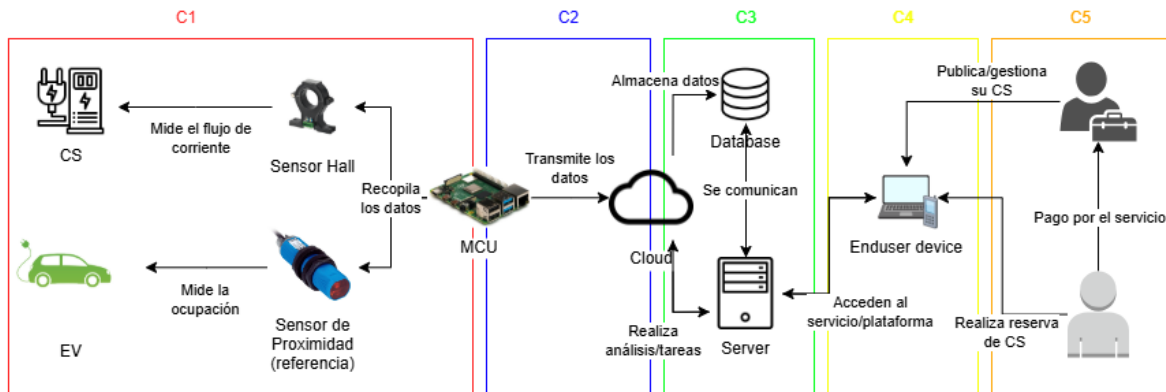


Figura 2: Arquitectura del sistema y relación entre módulos.

### 4.3. Descripción de Módulos

En el Cuadro 7, se pueden identificar los módulos que componen la arquitectura del sistema.

Cuadro 13: Módulos de la arquitectura del sistema

Componente	Propósito
Capa de Percepción (C1)	Capa compuesta por los sensores y actuadores del sistema, la capa se encarga de recopilar información del mundo real necesaria para permitir a la plataforma adaptarse a las limitaciones existentes o plasmar la información recabada de forma útil para el usuario, para el proyecto la componen cargadores, sensores de corriente, sensores de proximidad y una Raspberry Pi Pico W para el manejo de datos.
Capa de Red (C2)	Capa compuesta por los medios de red y protocolos utilizados para permitir el funcionamiento del sistema en Internet, su propósito es permitir la comunicación entre todos los componentes del sistema. Para el proyecto se propone el uso de WIFI para la comunicación de la Raspberry Pico con internet, el uso de protocolo MQTT para su conexión a un bróker MQTT y una comunicación HTTP entre API e interfaz gráfica.
Capa de Servicio (C3)	Capa compuesta por todos los elementos de backend que garantizan la funcionalidad del sistema, su propósito es el manejo y almacenamiento de datos ya anteriormente recopilados desde la capa de percepción o desde la capa de aplicación. Para el proyecto se propone el uso de brokers MQTT, API expressJS y una base de datos MongoDB.
Capa de Aplicación (C4)	Capa compuesta por elementos de visualización y presentación para la plataforma IoT, es decir es la capa de visualización gráfica y depende totalmente de los datos de la capa de servicio, su propósito es presentar grafica y intuitivamente al usuario los datos recopilados de una forma intuitiva y útil, además de manejar elementos propios del usuario, como características definidas por él (Por ejemplo, nombre de usuario, correo, tipo de cargador, etc.) que son enviadas a la capa de servicio para su almacenamiento. Para el proyecto se propone el uso de React para el manejo de esta capa.

Continúa en la siguiente página

Componente	Propósito
Capa de Negocio (C5)	Capa responsable de definir las políticas, reglas de operación, modelos comerciales y estrategias que rigen el funcionamiento y evolución de la plataforma IoT. Es la capa donde se definen los flujos de negocio, es decir, cómo los distintos actores del sistema (usuarios, propietarios de estaciones, administradores, etc.) interactúan con la solución, y qué beneficios o servicios se derivan de esas interacciones. Esto incluyen las reglas para el sistema de reserva, la monetización del servicio y el modelo de participación para los dueños de las estaciones privadas.

#### 4.4. Matriz de Requisitos Funcionales y Módulos

La matriz mostrada en el cuadro 8, asocia cada uno de los requisitos funcionales identificados con los componentes del sistema.

Cuadro 15: Matriz de requisitos funcionales y módulos

Requisito	C1	C2	C3	C4	C5
RF1				X	
RF2				X	
RF3				X	
RF4			X		
RF5			X		
RF6				X	
RF7					X
RF8		X			
RF9		X			
RF10			X		
RF11	X				
RF12				X	
RF13					X
RF14					X



## **5. Gestión de Riesgos**

### **5.1. Supuestos**

- Se cuenta con infraestructura de red necesaria para la sostenibilidad del proyecto (Existencia de WiFi con conectividad a internet en el área).
- Se cuenta con hardware necesario para la implementación del proyecto (Cargadores de vehículos eléctricos, sensores de corriente, microcontroladores, etc.).
- Se cuenta con el uso de software para el desarrollo de la aplicación móvil/web y se permite total libertad de elección en éstos.
- Se cuenta con el suplemento energético suficiente como para que el sistema pueda funcionar y para que los cargadores puedan funcionar con normalidad.

### **5.2. Dependencias**

- Disponibilidad de sensores y microcontroladores necesarios para el hardware.
- Disponibilidad de infraestructura de red en ubicaciones de cargadores.
- Disponibilidad de cargador de vehículos eléctricos para manejo de pruebas.
- Disponibilidad de equipos y software para el desarrollo de la aplicación móvil/web.

### **5.3. Restricciones**

- Presupuesto lo más económico posible
- Uso de sensores de calibre industrial
- Disponibilidad limitada de cargadores
- Se deben contar con los permisos necesarios para futura posible comercialización de software/hardware.

## 5.4. Riesgos

Cuadro 16: Matriz de riesgos y medidas de mitigación

Riesgo	Medida de Mitigación
Existencia nula de disponibilidad de cargadores para pruebas	Realizar pruebas en simulación o en dispositivos similares.
Software o Hardware comúnmente utilizados inviable para comercialización	Se debe realizar una investigación de uso de componentes libres para comercialización
Propuesta planificada inviable para el presupuesto disponible	Se debe economizar la solución haciendo recortes en módulos planificados.
Inexistencia de infraestructura de red necesaria para la instalación de hardware en zona de cargadores.	Se deben plantear nuevas ubicaciones o fomentar una instalación de infraestructura de red en la zona

## Referencias

- [1] Lira, G. (2025, 26 de marzo). Modelos y precios de autos 100 % eléctricos en Chile en 2025. Extraído de:  
<https://www.autofact.cl/blog/noticias/autofact/autos-electricos>
- [2] Laborde, A. (2025, enero 8). *Chile pisa el acelerador en la compra de automóviles eléctricos: sus ventas aumentaron en 183 % en un año*. Ediciones EL PAÍS S.L.  
<https://elpais.com/chile/2025-01-08/chile-pisa-el-acelerador-en-la-compra-de-automoviles-electricos-sus-ventas-aumentaron-en-183-en-un-ano.html>
- [3] Gerlach, N. (2025, enero 27). Infraestructura en Chile: Descubre Cuántos Cargadores Hay Para Autos Eléctricos. Extraído de:  
<https://www.rutamotor.com/infraestructura-en-chile-descubre-cuantos-cargadores-hay-para-autos-electricos/>
- [4] *Instalación de cargadores para autos eléctricos*. (s/f). Energica.city. Recuperado el 18 de mayo de 2025, de [https://energica.city/instalacion\\_cargadores](https://energica.city/instalacion_cargadores)
- [5] *Plataforma de Electromovilidad - Instalación de cargadores para vehículos eléctricos*. (s/f). Gob.cl. Recuperado el 18 de mayo de 2025, de <https://energia.gob.cl/electromovilidad/sistemas-de-carga/instalacion-de-puntos-de-carga>
- [6] Maestro chasquilla: guía básica para entender el circuito eléctrico en casa. (2023, mayo 3). *La Tercera*.  
<https://www.latercera.com/practico/noticia/maestro-chasquilla-guia-basica-para-entender-el-circuito-electrico-en-casa/BBVXNUKM4ZERDD3ROZCRFNBVWM/>
- [7] SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES S.E.C. (2003, octubre). *INSTALACIONES DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN*. Sec.cl. Recuperado el 19 de mayo de 2025, de [https://www.sec.cl/sitioweb/electricidad\\_norma4/norma4\\_completa.pdf](https://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/norma4_completa.pdf)
- [8] *Productos*. (s/f). Tienda Copec Voltex. Recuperado el 19 de mayo de 2025, de <https://copecvoltex.cl/collections/all>
- [9] EV charging station manufacturer. (2024, diciembre 12). BESEN INTERNATIONAL GROUP CO., LTD. [https://www.besen-group.com/evse-manufacturer/?nab=1&utm\\_medium=paidsearch&utm\\_source=google&utm\\_campaign=21559079647&utm\\_term=170969438572&utm\\_content=723060296122&gad\\_source=1&gad\\_campaignid=21559079647&gclid=Cj0KCQjwiqbBBhCAARIsAJSfZkYBbXYEzd8-3az2Wy0V7H8IZuLaY3ftlChcOD0of6k4WFO\\_d-Lhq6YaAgSzEALw\\_wcB](https://www.besen-group.com/evse-manufacturer/?nab=1&utm_medium=paidsearch&utm_source=google&utm_campaign=21559079647&utm_term=170969438572&utm_content=723060296122&gad_source=1&gad_campaignid=21559079647&gclid=Cj0KCQjwiqbBBhCAARIsAJSfZkYBbXYEzd8-3az2Wy0V7H8IZuLaY3ftlChcOD0of6k4WFO_d-Lhq6YaAgSzEALw_wcB)
- [10] *XCharge north America - C7*. (s/f). Xcharge.Us. Recuperado el 19 de mayo de 2025, de [https://www.xcharge.us/product/c7?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=21803375230&gclid=Cj0KCQjwiqbBBhCAARIsAJSfZkamWztEsLSVHKUP7rvQsuHMBDm2tzZ34JfrLrfhcnmU7uEHnz6q3gkaArtxEALw\\_wcB](https://www.xcharge.us/product/c7?gad_source=1&gad_campaignid=21803375230&gclid=Cj0KCQjwiqbBBhCAARIsAJSfZkamWztEsLSVHKUP7rvQsuHMBDm2tzZ34JfrLrfhcnmU7uEHnz6q3gkaArtxEALw_wcB)