



## ING. AUTOMOTRIZ

### Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

#### **AUTORES:**

Christian Xavier Enriquez Sigcha  
Wilmer Santiago Chicaiza Lopez  
Jaime Francisco Tutacha Llumiquinga

#### **TUTOR:**

Ing. Denny Javier Guanuche Larco, MSc.

Implementación y puesta en servicio de una estación de carga eléctrica semi-rápida para vehículos eléctricos que utilicen conectores SAE J1772 en la facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Internacional del Ecuador.

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Christian Enríquez, Wilmer Chicaiza y Francisco Tutacha, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



---

Christian Xavier Enríquez Sigcha



---

Wilmer Santiago Chicaiza López



---

Jaime Francisco Tutacha Llumiquinga

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Denny Guanuche, certifico que conozco a los autores de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Denny Guanuche', is centered on the page. The signature is fluid and cursive.

---

Ing. Denny Javier Guanuche Larco MS.c

**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

### **Xavier Enriquez**

Esto se lo dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy un gran ser humano, para mi madre en especial gracias por su apoyo, consejos, comprensión, ayuda en momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

### **Francisco Tutacha**

Esto va dedicado a mis padres que fueron la base primordial para forjar mi camino y hacer tangibles mis propósitos que poco a poco los estoy cumpliendo, mi madre la que me heredo su perspicacia y a mi padre que me heredo su constancia para poder lograr mis propósitos ante cualquier adversidad sabiendo afrontar mis problemas de la mejor manera como tú lo haces con tu enfermedad que poco a poco apaga tu luz pero me sigues dando fuerzas para seguir aunque tu vida se apague siempre serás mi luz infinita que guía mi camino.

### **Wilmer Chicaiza**

Mi tesis la dedico con todo mi cariño y amor a mi esposa e hijo ya que con gran sacrificio termine mi carrera para poderles dar un futuro mejor ya que ellos fueron mi inspiración para poder seguir adelante y luchar por este objetivo de terminar la carrera y ser un profesional,

A mis padres por su comprensión y estimulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de todo este tiempo de carrera ya que también fueron un apoyo para no decaer y poder conseguir mi meta de

ser un profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

### **Xavier Enríquez**

Agradezco en primer lugar a Dios, cuya fe han sido mi fuente de fortaleza y guía constante en esta etapa académica. A mis padres, Francisco y Cecilia, les debo una gran gratitud inmensurable por su amor, sacrificio y apoyo incondicional. A mis abuelitas, Anita y Mercedes, le agradezco de todo corazón por sus sabios consejos, su grande fe en mí y su amor eterno. También expreso mi gratitud a mis amigos, quienes han sido mi aliento en los momentos difíciles, brindándome su apoyo incondicional. Y no puede faltar mi familia y hermanos, su apoyo y aliento constante han sido un muy importantes, recordándome que no estoy solo. A todos ustedes, les agradezco por formar parte de mi vida y por su contribución a este logro académico. Sin su presencia y apoyo, esta meta no habría sido posible.

### **Francisco Tutacha**

Agradezco a todos los docentes que fueron la parte esencial de mi formación académica a lo largo de este trayecto, ellos supieron formarnos profesionalmente y que mejor resultado que el que vemos plasmado finiquitando nuestra carrera universitaria por último agradezco infinitamente a mi Universidad que me dio la oportunidad de pisar sus aulas guiándome, exigiéndome y trasmitiéndome día a día los conocimientos y saberes.

### **Wilmer Chicaiza**

Gracias a la universidad, por haberme permitido formarme, gracias a todas las personas que fueron participes en este camino, ya sea de manera directa e indirecta ya que fuero los responsables de darme su pequeño aporte ya que se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mi familia ya que ellos fueron los mayores promotores durante este proceso, gracias a dios que fue también un gran apoyo en este camino y el que me ayudo a no tirar la toalla en situaciones adversas

# ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA .....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT .....	XIII
CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción .....	1
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 Justificación.....	4
1.4.1 Justificación teórica .....	4
1.5 Delimitación .....	5
1.5.1 Delimitación temporal.....	5
1.5.2 Delimitación geográfica .....	5
CAPÍTULO 2 .....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Fuentes naturales de energía.....	7
2.1.1 El Sol.....	8
2.1.2 Combustibles Fósiles .....	8
2.1.3 Agua (hidroeléctrica) .....	8
2.1.4 Eólica (Viento).....	9

2.1.5 Geotérmica .....	9
2.2 Obtención directa de la energía solar .....	10
2.3 Obtención de energía por combustión .....	12
2.4 Transformación de la energía .....	13
2.5 Generación de energía eléctrica.....	14
2.5.1. Niveles de tensión en el Ecuador .....	14
2.6 Demanda de la energía eléctrica .....	15
2.7 Vehículos eléctricos .....	16
2.7.2 Electricidad de los vehículos .....	18
2.7.3 Componentes de un vehículo eléctrico .....	20
CAPÍTULO 3 .....	32
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO .....	32
3.1 Análisis de viabilidad y costos .....	32
3.2 Normativas para la señalización .....	34
3.3 Normativas y certificación de los vehículos eléctricos .....	35
3.4 PROCESO TEÓRICO PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA ELECTROLINERA. .	36
3.6 Estación de carga .....	49
3.6.1 Componentes de la estación de carga .....	50
3.7 Pruebas de conexión de la electrolinera .....	55
3.8 Manteamiento de la Estación de carga.....	57
3.9 Manual de uso.....	59
CAPÍTULO 4 .....	63
PRUEBAS DE LA ESTACIÓN DE CARGA .....	63
4.1 Pruebas de funcionamiento de la Electrolinera .....	63
4.2 Pruebas en vehículo eléctrico .....	66

4.3 Costo real para cobro en la UIDE.....	73
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS .....	80
ANEXOS .....	82



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Parroquias de Quito .....	6
Figura 2. Mapa de la Universidad Internacional del Ecuador .....	6
Figura 3. Esquema de obtención del bioetanol para la industria automotriz .....	13
Figura 4. Concentración de CO <sub>2</sub> .....	16
Figura 5. Resistencia vs Temperatura .....	19
Figura 6. Conector tipo 1.....	23
Figura 7. <i>Conector tipo 2 IEC 62196</i> .....	24
Figura 8. <i>Tipos de conectores eléctricos empleados en los vehículos eléctricos</i> .....	25
Figura 9. <i>Esquema eléctrico batería</i> .....	26
Figura 10. <i>Modelo de carga Shuko</i> .....	28
Figura 11. <i>Modelo de carga Schuko tipo 2</i> .....	29
Figura 12. <i>Modo de carga semi-rápida</i> .....	30
Figura 13. <i>Modo de carga rápida</i> .....	31
Figura 14. Evolución de ventas vehículos eléctricos .....	32
Figura 15. Venta de vehículos eléctricos .....	33
Figura 16. Costo del servicio de carga .....	34
Figura 17. Normas de protección y seguridad .....	35
Figura 18. Plano de diseño 3D.....	38
Figura 19. Mapa eléctrico.....	39
Figura 20. Plano Mecánico.....	40
Figura 21. Proceso de fabricación e instalación del pedestal .....	44
Figura 22. Instalación de alfombra .....	45
Figura 23. Gabinete NEMA 3R.....	46
Figura 24. Transformador UIDE. ....	47
Figura 25. Tablero de distribución.....	47
Figura 26. Diseño del cableado, transformador-electrolinera .....	48
Figura 27. Señalética.....	49
Figura 28. Elementos para una electrolinera .....	49
Figura 29. Esquema de funcionamiento del filtro LCL .....	51

Figura 30. Diagrama del puente rectificador de corriente.....	52
Figura 31. Electrolinera funcionamiento.....	56
Figura 32. Panel digital electrolinera .....	56
Figura 33. Manual de uso .....	60
Figura 34. Mediciones de seguridad antes de cargar un vehículo eléctrico .....	64
Figura 35. Inspección de breakers del suministro de energía.....	66
Figura 36. Vehículo Bolt EV .....	67
Figura 37. Conector para carga rápida .....	68
Figura 38. Estimación de duración de la carga.....	70
Figura 39. Carga completa en función del tiempo.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ranking de los 5 primer país en usar energías renovables .....	11
Tabla 2. Niveles de tensión en el Ecuador .....	15
Tabla 3. Venta de vehículos eléctricos por marca y modelo .....	33
Tabla 4. Dimensiones mínimas para plazas de estacionamientos vehiculares .....	34
Tabla 5. Normas de protección y Seguridad .....	36
Tabla 6. Listado de costos y materiales para la estación de carga.....	41
Tabla 7. Tarifa por carga .....	73

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de conductores .....	20
Ecuación 2. Cálculo del voltaje .....	71
Ecuación 3. Costo de carga .....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Manual del Equipo.....	82
Anexo 2. Tarifa demanda vehículos eléctricos.....	93
Anexo 3. Lugar de implementación electrolinera.....	93
Anexo 4. <i>Equipo de carga Type 2 (IEC 62196-2)</i> .....	94
Anexo 5. <i>Equipo de carga Type 2 (IEC 62196-2)</i> .....	95
Anexo 6. <i>Equipo de carga Type 2 (IEC 62196-2) con conector</i> .....	95
Anexo 7. <i>Materiales para conexión de equipo</i> .....	96
Anexo 8. <i>Materiales para conexión y protección de equipo</i> .....	96
Anexo 9. <i>Elaboración caja de Protección</i> .....	97
Anexo 10. <i>Caja de Protección Terminada</i> .....	97
Anexo 11. <i>Instalación caja de Protección</i> .....	98
Anexo 12. <i>Conexión eléctrica</i> .....	98
Anexo 13. <i>Conector para vehículos eléctricos</i> .....	99
Anexo 14. <i>Enchufe de Equipo</i> .....	99
Anexo 15. <i>Equipo para cargar vehículos eléctricos</i> .....	100
Anexo 16. <i>Comprobación energía para equipo de carga</i> .....	100
Anexo 17. <i>Comprobación energía para equipo de carga</i> .....	101
Anexo 18. <i>Equipo encendido</i> .....	101

## **RESUMEN**

En este trabajo se aborda la implementación y operatividad de una estación de carga eléctrica semi-rápida para vehículos que emplean conectores SAE J1772, ubicada en la facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Internacional del Ecuador. Con el objetivo de fomentar el uso de vehículos eléctricos y contribuir a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, se ha diseñado un sistema de carga que integra las más recientes tecnologías y estándares internacionales. El primer capítulo introduce la necesidad de innovar en la infraestructura de carga eléctrica, resaltando la relevancia ambiental y tecnológica de esta iniciativa. El segundo capítulo ofrece un marco teórico que explora las fuentes de energía, la transformación y almacenamiento de la energía eléctrica, y la dinámica del mercado de vehículos eléctricos. El tercer capítulo detalla el proceso de implementación, desde el análisis de viabilidad y costos hasta las especificaciones técnicas de la estación de carga. El cuarto capítulo evalúa el impacto de la estación de carga en términos de funcionalidad y eficiencia, mediante pruebas realizadas en vehículos eléctricos. Como conclusión principal, se destaca la viabilidad y el potencial impacto positivo de la electrolinera en la promoción de una movilidad sostenible, demostrando que la implementación de infraestructuras de carga adecuadas es fundamental para el desarrollo y aceptación de vehículos eléctricos en la región.

**PALABRAS CLAVES:** Vehículos eléctricos, carga semi-rápida, conector SAE J1772, estación de carga, emisiones de CO<sub>2</sub>, programas de simulación.

## **ABSTRACT**

This paper addresses the implementation and operation of a semi-fast electric charging station for vehicles using SAE J1772 connectors, located at the Faculty of Technical Sciences of the International University of Ecuador. Aiming to promote the use of electric vehicles and contribute to the reduction of CO<sub>2</sub> emissions, a charging system that integrates the latest technologies and international standards has been designed. The first chapter introduces the need to innovate in electric charging infrastructure, highlighting the environmental and technological relevance of this initiative. The second chapter provides a theoretical framework that explores energy sources, the transformation and storage of electrical energy, and the dynamics of the electric vehicle market. The third chapter details the implementation process, from feasibility analysis and costs to the technical specifications of the charging station. The fourth chapter assesses the impact of the charging station in terms of functionality and efficiency, through tests carried out on electric vehicles. As the main conclusion, the feasibility and positive potential impact of the electric station in promoting sustainable mobility is highlighted, demonstrating that the implementation of adequate charging infrastructures is crucial for the development and acceptance of electric vehicles in the region.

**Keywords:** Electric vehicles, semi-fast charging, SAE J1772 connector, charging station, CO<sub>2</sub> emissions, simulation programs.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

Desde la invención de los motores de combustión interna, la industria automotriz ha experimentado una notable evolución, adaptándose a las tecnologías emergentes de cada época. A lo largo de décadas, esta evolución ha sido impulsada por la necesidad de innovar en el uso de combustibles fósiles, culminando en el desarrollo de los motores eléctricos. Estos últimos, considerados como el futuro de la industria automotriz, operan exclusivamente mediante electricidad, distinguiéndose por su eficiencia energética y mínima emisión de contaminantes (Trujillo et al., 2020).

En el contexto actual, marcado por una creciente preocupación global por las emisiones de CO<sub>2</sub> y su impacto en el cambio climático, los vehículos eléctricos representan una tendencia ascendente en el mercado automotor. Potencias mundiales como China y Estados Unidos, así como numerosos países europeos, están liderando la transición hacia fuentes de energía alternativas y sostenibles. Esta transición busca sustituir el consumo de combustibles fósiles, responsables de emitir millones de toneladas de gases tóxicos a la atmósfera cada año.

Ante este escenario, los vehículos eléctricos emergen como una solución crítica frente al desafío de la contaminación ambiental. Su adopción masiva está siendo facilitada por la implementación de estaciones de servicio equipadas con cargadores de alta potencia, diseñados para proporcionar la carga eléctrica necesaria de manera eficiente. Este avance infraestructural no solo promueve el uso de vehículos eléctricos, sino que también representa un paso significativo hacia un futuro más limpio y sostenible para la industria automotriz y la sociedad en general (Pérez, 2020).

La contaminación ambiental producida a lo largo de la historia del automóvil con los primeros motores a combustión interna han reducido la capa de ozono, dándonos las primeras consecuencias en el cambio climático, los vehículos híbridos y eléctricos surgen de la necesidad ambiental de no más contaminación; nuestro país no está lejos de esta tendencia, por lo tanto Quito como capital del Ecuador se está llevando el estudio y creación de puntos de carga para vehículos eléctricos que necesiten electricidad para su funcionamiento, estos

puntos de carga son implementados para la demanda existencial de vehículos que llegaron al Ecuador, según El Comercio (2016) la empresa de KIA Motors lanzo el primer vehículo eléctrico denominado Soul EV que se podía cargar en una fuente convencional de 110 V y tardaba alrededor de 10 horas en una carga completa, hasta la actualidad las nuevas tecnologías han mejorado estos paradigmas en relación a la carga.

En el Ecuador ahora se encuentran vehículos que se pueden cargar con cargas rápidas de 220 V, muchos lugares como terminales de transferencias o aeropuertos cuentan con estaciones de carga rápida para acortar el tiempo de suministro de electricidad, y por lo tanto, en el país seguirán construyéndose más electrolineras, ya que la comercialización de estos vehículos han aumentado en relación del año 2016 que se vendió el primer vehículo eléctrico. Esto puede ser una gran revolución en la capital ya que Quito es una de las ciudades más contaminadas del Ecuador por su parque automotor que es extenso, se puede sustituir el consumo de la gasolina por la electricidad.

Cabe recalcar que Ecuador es un país con grandes fuentes hidroeléctricas, por ende, abastecería la demanda de electricidad para una parte que sería el parque automotor eléctricos, para ello muchas empresas como BYD, KIA, HYUNDAI por mencionar algunas ya tienen vehículos eléctricos accesibles para la venta en la ciudad de Quito. Gracias a esta nueva tendencia en vehículos de estas características se establecería nuevos sitios de trabajo para el mantenimiento de motores eléctrico generando fuentes de trabajo y la necesidad de capacitación para estas nuevas tecnologías que requieren un estudio teórico y práctico.

## **1.2 Planteamiento, formulación y sistematización del problema**

La construcción y puesta en marcha de una electrolinera fotovoltaica requiere un análisis detallado de las estrategias adoptadas por países desarrollados, los cuales han innovado en el desarrollo de alternativas de energía renovable para suplantar las fuentes fósiles. Naciones como China y Estados Unidos lideran esta transición a nivel global. Ecuador, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible formulados por la Organización de las Naciones Unidas, aspira a la implementación de proyectos ambientalmente sostenibles, que promuevan el cero impacto contaminante y fomenten el uso de energías limpias. En este contexto, la Universidad Internacional del Ecuador se



compromete con estos principios, impulsando el uso de energías renovables a través de iniciativas como la implementación de una electrolinera fotovoltaica. Este proyecto no solo busca incentivar entre docentes, estudiantes y personal de la universidad el uso de vehículos eléctricos, incluyendo motocicletas eléctricas y monopatines, sino que también se posiciona como un referente en la adopción de tecnologías sostenibles. La electrolinera fotovoltaica representa un paso adelante hacia la adaptación a las nuevas tendencias tecnológicas globales, demostrando la viabilidad de proyectos basados en energías limpias.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Implementar y proponer un servicio de una estación de carga eléctrica semi-rápida para vehículos eléctricos que utilicen conectores SAE J1772 en la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Internacional del Ecuador.

Implementar una electrolinera para el uso de estudiantes, docentes, administrativos o visitantes de la Universidad Internacional del Ecuador que estará ubicada en la Facultad de Ciencias Técnicas, esto permitirá motivar la movilidad vehicular a base de energía renovable siendo amigables con el medio ambiente disminuyendo la huella de carbono.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Investigar las características de los diferentes tipos de batería y su implementación al sistema de carga de energía eléctrica.
- Documentar el proceso de implementación y las mejoras ambientales logradas con la puesta en marcha de la electrolinera, evidenciando su contribución al desarrollo sostenible y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> .
- Analizar los costos de instalación y mantenimiento de una electrolinera para determinar la viabilidad económica en la implementación de la estación de carga de vehículos eléctricos en la Universidad Internacional del Ecuador.

## **1.4 Justificación**

La estación de carga para vehículos eléctricos representa un modelo clave para el desarrollo futuro de infraestructuras de recarga. Este proyecto se ha diseñado teniendo en cuenta una serie de factores críticos, como las políticas y planes vigentes, la densidad de tráfico, y el alcance del servicio de recarga a nivel local y nacional. Además, se ha elaborado un diseño detallado de la estación, estableciendo un marco operativo para una infraestructura de carga equipada con un sistema de conexión de tipo 2 semi-rápido.

### **1.4.1 Justificación teórica**

En el ámbito de esta investigación, se adopta un enfoque cognitivo para la descripción, evaluación y diseño del sistema eléctrico necesario para la implementación de una electrolinería integrada a la red eléctrica existente. Inspirándose en el trabajo de Requena (2019), que examinó el diseño de sistemas eléctricos para electrolinerías en contextos aislados y su conexión a redes eléctricas, esta investigación amplía el análisis al tipo de energía empleada por los vehículos automotores, con un enfoque particular en los aspectos de electrificación del automóvil, incluyendo la gestión del tiempo y la movilidad en relación con la autonomía de la batería.

Adicionalmente, se ha considerado el estudio realizado por Hove y Sandalow (2019), que destacó a China y Estados Unidos como los mercados más grandes de vehículos eléctricos a nivel mundial. A pesar de las notables tensiones comerciales entre ambos, sus economías mantienen una interconexión profunda, evidenciada por una de las relaciones comerciales bilaterales más grandes del mundo. Se observa que, aunque la industria de carga de vehículos eléctricos crece de manera independiente en cada país, existen lecciones valiosas que Estados Unidos podría aprender de la planificación estratégica a largo plazo implementada por el gobierno chino en relación con la infraestructura de carga eléctrica.

Un aspecto crucial identificado es el establecimiento por parte del gobierno central chino de objetivos específicos para el despliegue de infraestructura de carga eléctrica, priorizando la ubicación estratégica de los cargadores para maximizar su accesibilidad y utilidad. En contraste, se identifica una oportunidad de mejora en Estados Unidos en términos de la recopilación y análisis de datos en tiempo real sobre la utilización de la infraestructura de carga, un área donde China ha logrado avances significativos mediante la implementación

de sistemas de monitoreo en tiempo real gestionados por la empresa State Grid. Este enfoque proporciona una base de datos robusta que facilita la optimización de la red de carga eléctrica, un recurso aún subdesarrollado en Estados Unidos.

## **1.5 Delimitación**

### **1.5.1 Delimitación temporal**

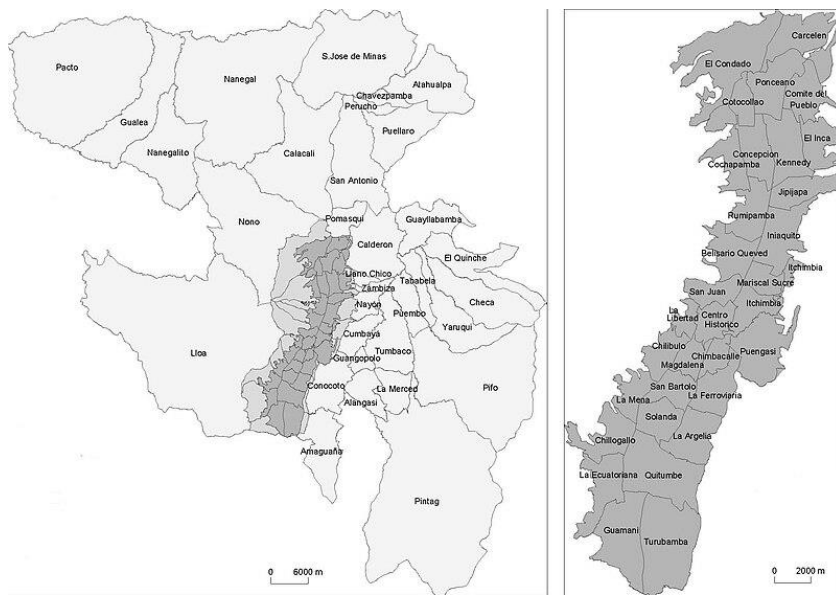
Considerando la complejidad del proceso de fabricación, que incluye la importación de materiales, así como la realización de ensayos de prueba y corrección de errores para asegurar un producto que cumpla con los estándares de calidad del proyecto y los conocimientos impartidos en la universidad, se ha establecido un cronograma para la instalación de la electrolinera. Este periodo se extiende desde junio hasta septiembre de 2023. Una vez completada la instalación, la electrolinera estará plenamente operativa y al servicio de la comunidad universitaria.

### **1.5.2 Delimitación geográfica**

Ubicada dentro de los límites urbanos del Distrito Metropolitano de Quito, en específico entre las parroquias de Guangopolo y Cumbayá, se sitúa la Universidad Internacional del Ecuador, emplazada en la intersección de la Avenida Simón Bolívar y Jorge Fernández (ver Fig. 1). Este proyecto tiene como propósito la construcción e instalación de una electrolinera en el área de estacionamiento del campus universitario, específicamente dentro de la facultad de Ciencias Técnicas, en la carrera de Ingeniería Automotriz. Dicho proyecto no solo facilitará la recarga de vehículos eléctricos (ver Fig. 2), sino que también promoverá la investigación sobre nuevas tecnologías y los avances en el sector de la electromovilidad, contribuyendo a la innovación en este campo y dejando un valioso legado para las futuras generaciones de estudiantes.

**Figura 1.**

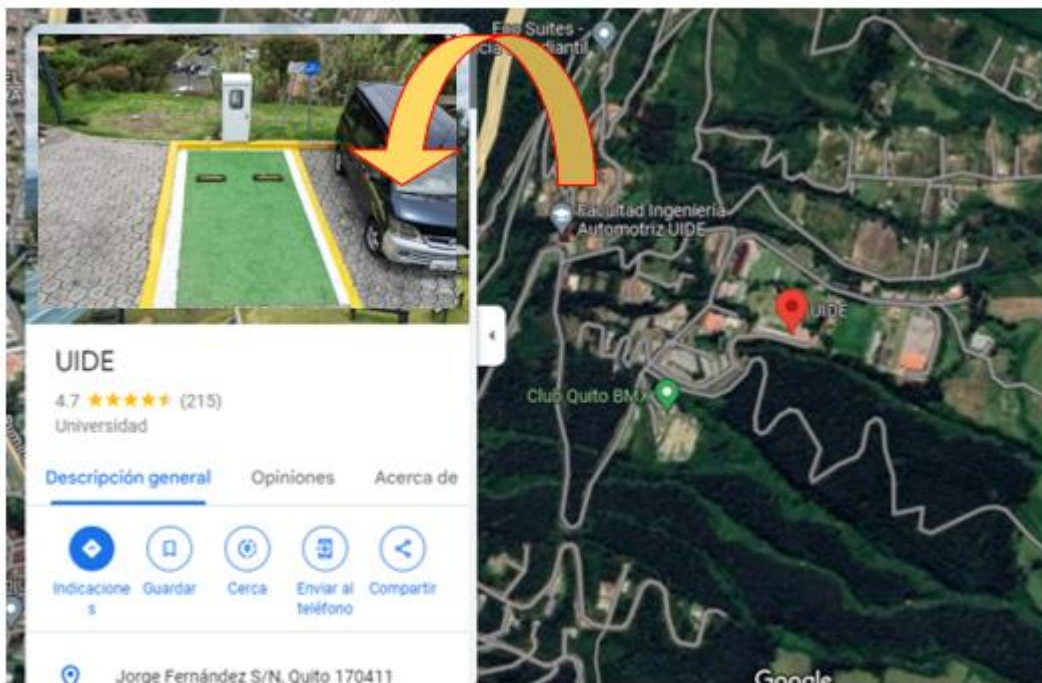
*Mapa de Parroquias de Quito*



**Fuente:** (López, 2009)

**Figura 2.**

*Mapa de la Universidad Internacional del Ecuador*



**Fuente:** (Google y Enríquez, 2023)

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

La energía representa uno de los pilares fundamentales en el progreso de la humanidad, constituyéndose como un desafío social que involucra a todos los individuos. Su trascendencia se refleja en la capacidad de ejercer trabajo y provocar transformaciones tanto internas como externas.

Heras (2008) sostiene que "la energía es una de las mayores preocupaciones de la sociedad contemporánea, actuando como el motor y reflejo de nuestra economía y bienestar social" (p.11). En este sentido, la gestión energética emerge como un dilema central, cuyas raíces y consecuencias abarcan esferas diversas, incluyendo la política. La urgencia de esta problemática ha impulsado a la comunidad científica a liderar la búsqueda de fuentes de energía renovables, limpias y seguras, ante la evidencia de que la dependencia de recursos no renovables está acelerando el cambio climático y amenazando la sostenibilidad del planeta a mediano plazo.

La omnipresencia de la energía se manifiesta en fenómenos cotidianos, desde la radiación solar, fuente de energía térmica y lumínica, hasta la energía cinética en el movimiento, la energía química en la respiración, y la energía gravitatoria ejercida por la atracción terrestre. A continuación, se procederá a categorizar las distintas fuentes de energía presentes en la naturaleza, resaltando su importancia y aplicabilidad en diversos contextos.

#### **2.1 Fuentes naturales de energía**

Existen dos clasificaciones principales de fuentes energéticas: la energía directa, que se obtiene a través de la captación de la radiación solar, manifestándose como energía térmica y lumínica; y la energía indirecta, derivada de procesos en los cuales la radiación solar no interviene de manera directa, incluyendo la energía generada por la combustión de combustibles fósiles, la biomasa, la fuerza del viento, y el movimiento del agua, entre otros. Estas categorías reflejan la diversidad de mecanismos mediante los cuales se puede captar y transformar la energía en formas útiles para el desarrollo humano.

### **2.1.1 El Sol**

El Sol constituye una vasta fuente de energía, cuya composición rica en hidrógeno y las elevadas presiones internas facilitan la fusión nuclear de sus núcleos de hidrógeno, resultando en la formación de helio y la liberación de significativas cantidades de energía. Este proceso es fundamental para el mantenimiento de temperaturas estables en nuestro planeta, permitiendo la vida tal como se la conoce. Aunque la energía del Sol se origina a través de procesos nucleares, esta se recibe en forma de energía térmica y lumínica. De hecho, una gran proporción de la energía consumida por los seres vivos proviene directamente del Sol, destacando su papel esencial en el sustento de los ecosistemas terrestres (Heras, 2008, p.15).

### **2.1.2 Combustibles Fósiles**

Juste (2018) señala que la energía derivada de fuentes fósiles, como el gas natural, el petróleo y el carbón, es inherentemente limitada y posee un impacto contaminante significativo. Estos combustibles se originan a partir de la descomposición de restos orgánicos de animales y vegetales, sometidos a procesos de fosilización y transformaciones geoquímicas a lo largo de millones de años. La formación de estos combustibles se remonta a aproximadamente 300 millones de años atrás, marcando su naturaleza como recursos finitos y no renovables. Debido a este extenso periodo de formación, la regeneración de estos combustibles es inviable dentro de escalas temporales humanas, subrayando su carácter exhaustible y la necesidad de gestionar su uso de manera sostenible.

### **2.1.3 Agua (hidroeléctrica)**

La energía hidroeléctrica se genera a través del aprovechamiento del flujo de agua en los ríos, proceso que se facilita mediante la construcción de diversas estructuras de represas. Según Enel (2018), estas instalaciones pueden clasificarse en represas de embalse, que acumulan grandes cantidades de agua en un reservorio; de pasada, que aprovechan directamente el curso natural del río sin necesidad de almacenamiento significativo; y de bombeo reversible, que permiten una gestión más flexible de la energía almacenando agua en un embalse superior durante periodos de baja demanda y liberándola para generación durante picos de demanda.

Estas infraestructuras desempeñan un papel crucial en la regulación del suministro eléctrico, ya que permiten acumular potencial energético y liberarlo de acuerdo a las necesidades de la red eléctrica. Además, la energía hidroeléctrica representa una fuente renovable y limpia, dado que su producción no emite gases contaminantes directamente (Hove y Sandalov, 2019). No obstante, la construcción y operación de represas implican desafíos ambientales y sociales significativos, incluyendo la alteración de ecosistemas acuáticos y terrestres, así como el desplazamiento de comunidades locales. Por lo tanto, el desarrollo de proyectos hidroeléctricos requiere un enfoque integrado que equilibre la generación de energía con la conservación ambiental y el bienestar social.

#### **2.1.4 Eólica (Viento)**

La energía eólica se origina a partir de la conversión de la energía cinética generada por el movimiento del viento en energía eléctrica, proceso realizado a través de generadores eléctricos ubicados en turbinas eólicas. Según Factorenergia (2020), esta fuente de energía se distingue por ser renovable, dado que el viento es un recurso natural inagotable en escalas de tiempo humanas, y por su carácter limpio y no contaminante, ya que su proceso de generación eléctrica no emite gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos.

La energía eólica representa una alternativa sostenible y viable para reducir la dependencia global de los combustibles fósiles en la producción de energía, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático y a la mejora de la calidad del aire. Su implementación y desarrollo están alineados con los objetivos de desarrollo sostenible, promoviendo una transición energética hacia sistemas más respetuosos con el medio ambiente. Además, el avance tecnológico en el diseño de turbinas eólicas y la optimización de los sistemas de generación han incrementado su eficiencia y reducido los costos asociados, potenciando su integración en el mix energético de diversas regiones alrededor del mundo.

#### **2.1.5 Geotérmica**

La energía geotérmica se deriva del calor almacenado bajo la superficie terrestre, originándose principalmente en áreas de notable actividad volcánica. Este tipo de energía se extrae mediante la captación de aguas subterráneas que, al alcanzar temperaturas elevadas, pueden ser utilizadas en una variedad de aplicaciones incluyendo sistemas de calefacción, refrigeración, y la generación de electricidad a través de instalaciones geotérmicas especializadas. Laguna (2022) destaca que, debido a su origen, la energía geotérmica es considerada una fuente de energía renovable y sostenible, proporcionando una alternativa continua y estable para la producción de energía.

Las plantas geotérmicas operan mediante el aprovechamiento del vapor o agua caliente subterránea para mover turbinas que generan electricidad. Este proceso se caracteriza por un bajo impacto ambiental, ya que emite mínimas cantidades de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles. Además, la energía geotérmica ofrece una fuente de energía base, es decir, puede suministrar energía de manera constante independientemente de las condiciones climáticas externas, lo que la convierte en un componente valioso y fiable dentro del mix energético.

## **2.2 Obtención directa de la energía solar**

La energía solar como fuente de energía renovable ilimitada y limpia, ya que no contamina, es esencial en la vida de los seres vivos, a su vez el cual se aprovecha mediante radiación electromagnética, esta es recolectada en forma de energía térmica o eléctrica, según Laborde & Williams (2016) “la conversión directa de energía solar en electricidad se obtiene mediante la utilización de dispositivos electrónicos, denominados celdas solares o fotovoltaicas, que hace uso del efecto denominado fotovoltaico, que consiste en un diodo que transforma la radiación solar en corriente continua.

La energía solar fotovoltaica es una energía renovable, en la actualidad se emplea varios estudios referentes a este tipo de energías limpias y que son amigables con el medio ambiente, así reduciendo el consumo de energía mediante combustibles fósiles que demandan gran cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Al menos 144 países mediante los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), en su agenda deben cumplir con objetivos en base a energías renovables desde el 2013.



**Tabla 1.***Ranking de los 5 primer país en usar energías renovables*

<b>Capacidad/producción agregada en 2014</b>						
	<b>Hidroeléctrica</b>	<b>Solar FV</b>	<b>Eólica</b>	<b>Solar (agua caliente) (2013)</b>	<b>Biodiesel (producción)</b>	<b>Etanol (producción)</b>
1	China	China	China	China	EEUU	EEUU
2	Brasil	Japón	Alemania	Turquía	Brasil	Brasil
3	Canadá	EEUU	EEUU	Brasil	Alemania	China
4	Turquía	Reino Unido	Brasil	India	Indonesia	Canadá
5	India	Alemania	India	Alemania	Argentina	Tailandia
<b>Capacidad total acumulada del año 2014</b>						
	<b>Renov. (c/hidro)</b>	<b>Renov. (s/hidro)</b>	<b>Renov (s/hidro per cápita)</b>	<b>Geotérmica</b>	<b>Hidro</b>	<b>CSP</b>
1	China	China	Dinamarca	EEUU	China	España
2	EEUU	EEUU	Alemania	Filipinas	Brasil	EEUU
3	Brasil	Alemania	Suecia	Indonesia	EEUU	India
4	Alemania	España/Italia	España	México	Canadá	Emiratos Árabes
5	Canadá	Japón/India	Portugal	Nueva Zelanda	Rusia	Argelia
<b>Capacidad total acumulada, per cápita, al año 2014</b>						
	<b>PV</b>	<b>PV per cápita</b>	<b>Eólica</b>	<b>Solar (agua caliente) per cápita (2013)</b>	<b>Geotérmica (calor)</b>	
1	Alemania	Alemania	China	Chipre	China	
2	China	Italia	EEUU	Australia	Turquía	
3	Japón	Bélgica	Alemania	Israel	Japón	
4	Italia	Grecia	España	Barbados	Islandia	
5	EEUU	República Checa	India	Grecia	India	

*Nota:* Los datos han sido adaptados de "Energía Solar" por Laborde & Williams. (2016), p.105

La tecnología fotovoltaica se utiliza principalmente en terrenos y techos, este tipo de tecnología es muy viables debido a su bajo costo y su alta fiabilidad. Tiene un gran alto grado de automatización cuando la radiación solar llega al módulo que producen energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico que se mencionó anteriormente se obtiene una corriente continua y a la vez esta energía obtenida se transforma en energía alterna por medio de un inversor de corriente para que la energía sea aprovechada al máximo en los hogares o en la industria

### **2.3 Obtención de energía por combustión**

La denominada energía química surge de una serie de reacciones químicas que implican la ruptura de enlaces moleculares, resultando en la liberación de energía. Una de las manifestaciones más elementales de esta energía es la combustión, un proceso en el que los hidrocarburos, compuestos principalmente por cadenas de carbono e hidrógeno, reaccionan con el oxígeno. Esta reacción requiere la ruptura de una gran cantidad de enlaces de carbono e hidrógeno para generar una combustión eficaz. No obstante, este proceso conlleva la generación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), un subproducto que, a pesar de su rol vital en procesos biológicos como la fotosíntesis, contribuye al fenómeno del calentamiento global cuando su concentración en la atmósfera excede los niveles naturales (Heras, 2008).

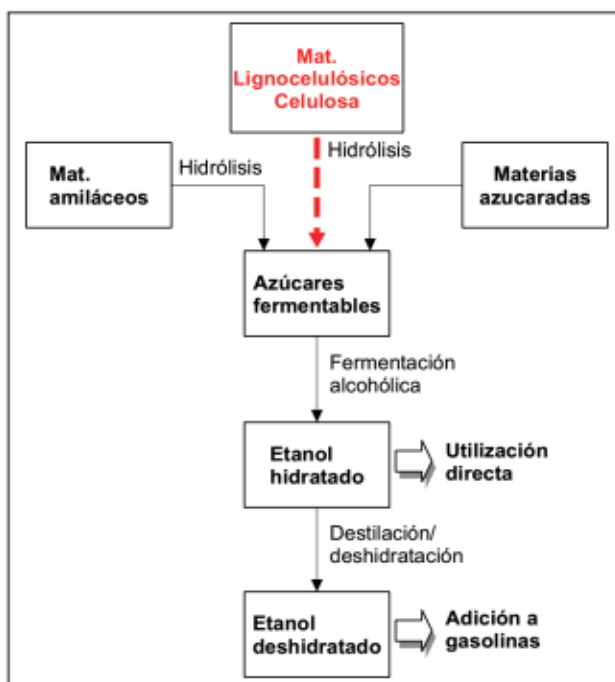
La energía liberada durante la combustión es ampliamente aprovechada en sectores industriales y, de manera más intensiva, en la industria automotriz. Los combustibles fósiles, tales como la gasolina, el alcohol y el gas, al ser quemados, transforman su energía química en energía mecánica. Paralelamente, este proceso de transformación genera también energía calorífica, la cual es frecuentemente subutilizada en los motores de combustión interna empleados en vehículos.

Históricamente, los combustibles derivados del petróleo han dominado como la principal fuente de energía para estos procesos de combustión. Sin embargo, el creciente reconocimiento de los impactos ambientales asociados a su uso ha impulsado investigaciones orientadas al desarrollo de biocombustibles. Estos combustibles renovables representan una alternativa más ecológica, diseñada para minimizar los daños ambientales y promover un futuro más sostenible. Los biocombustibles, generalmente líquidos, son especialmente

relevantes para la industria automotriz, ofreciendo un reemplazo funcional para los motores de diésel y gasolina con un perfil ambiental considerablemente mejorado (Romero, 2010, p.6).

**Figura 3.**

*Esquema de obtención del bioetanol para la industria automotriz*



**Nota:** Adaptado de Reyes (2021). *Transformación genética de cloroplastos de tabaco con los genes Cel9A de Phanerochaete Chrysosporium y mfc de Ampullaria crossean* (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua). p. 4.

## 2.4 Transformación de la energía

La energía es el elemento primario en la humanidad, esta se puede obtener de muchos factores, ya sea solar o por derivados del petróleo por citar algunos. En dichos procesos la obtención de la energía o generación de la energía establece que esta se pueda transformar en otros tipos de energía, por ejemplo, de la energía cinética producida por el movimiento de las aspas de una turbina por acción de la caída del agua.

Relacionado al mundo automotor, el motor de combustión interna de un vehículo se mueve gracias a la transformación de la energía química producida por la combustión de gasolina y oxígeno, esta energía química el motor lo transforma en energía lineal para

posteriormente transferir hacia las ruedas, todos estos ejemplos son tipos de transformaciones en base a la energía (Carreras, et. al, 2005).

## **2.5 Generación de energía eléctrica**

La producción de energía eléctrica representa uno de los desafíos más significativos del siglo XXI, primordialmente debido a que la generación global se basa en gran medida en la combustión de combustibles fósiles, derivados principalmente del petróleo. En naciones como Ecuador, la riqueza hidrográfica se ha capitalizado mediante la construcción de represas en zonas de depresión geográfica, permitiendo la generación de electricidad a través del movimiento de turbinas accionadas por la caída del agua, un método que aprovecha el potencial energético de los ríos caudalosos del país (Laguna, 2022).

Por otro lado, en la mayor parte de Europa, la dependencia del gas natural como fuente principal para la producción de energía eléctrica implica una considerable emisión de gases de efecto invernadero, exacerbando los problemas medioambientales asociados al cambio climático. Esta situación ha llevado a algunos países a considerar la energía nuclear como alternativa para satisfacer la creciente demanda de electricidad. Sin embargo, a pesar de su capacidad para generar grandes cantidades de energía sin emitir gases contaminantes directos, la gestión de residuos radioactivos y el riesgo asociado a accidentes nucleares, como el ocurrido en la planta de Chernóbil, plantean serias preocupaciones sobre la sostenibilidad y seguridad de esta tecnología.

### **2.5.1. Niveles de tensión en el Ecuador**

También llamada diferencia de potencial y es una magnitud física que mide la diferencia de potencial eléctrico de un punto a otro, su unidad de medida es el voltio, se encuentran tres tipos de tensión las cuales son:

- **Alta Tensión:** Se utiliza para el transporte de electricidad a grandes distancias, desde las centrales generadoras hasta las subestaciones transformadoras. La alta tensión puede variar, pero generalmente se encuentra en el rango superior a 60 kilovoltios (kV) hasta varios cientos de kV, dependiendo de las necesidades y la infraestructura

del sistema eléctrico nacional. Esta capacidad para manejar altas tensiones facilita la minimización de pérdidas energéticas durante la transmisión a larga distancia (Emax, 2018).

- **Media Tensión:** Esta categoría abarca las tensiones que se utilizan para distribuir energía eléctrica en distancias más cortas, típicamente desde las subestaciones hasta los transformadores de baja tensión situados en las proximidades de los usuarios finales, como áreas residenciales o zonas industriales. La media tensión se encuentra comúnmente en un rango de 1 kV hasta menos de 60 kV. Este nivel es crucial para asegurar que la electricidad sea entregada de manera eficiente a los centros urbanos o a consumidores industriales antes de su conversión a baja tensión para uso final (Emax, 2018).
- **Baja Tensión:** Caracterizada por tensiones inferiores a 1 kV (1,000 voltios), la baja tensión es la utilizada en la conexión final para suministrar energía a hogares, oficinas e industrias. Este nivel de tensión es adecuado para las necesidades diarias de energía de los dispositivos y sistemas eléctricos comunes en entornos residenciales y comerciales.

**Tabla 2.**

*Niveles de tensión en el Ecuador*

<b>Baja tensión</b>	Menor o igual a 0.6 kV
<b>Media tensión</b>	Mayor a 0.6 kV y menos a 40 kV
<b>Alta tensión Grupo 1</b>	Mayor a 40 kV y menor igual a 138 kV
<b>Alta tensión Grupo 2</b>	Mayor a 138 kV

**Nota:** Adaptado de León, J. & Suyon, D. (2020). *Cimentación de torres de alta tensión* (p. 7).

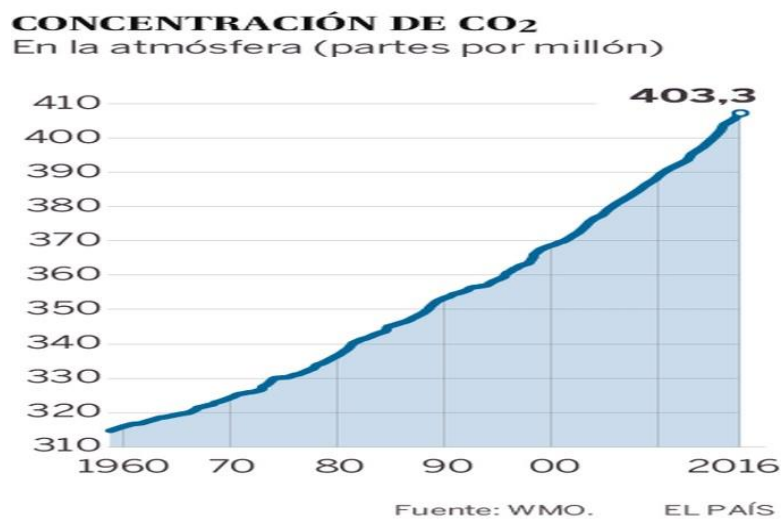
## 2.6 Demanda de la energía eléctrica

Desde la década de los noventa, el 63.7% de la electricidad se ha generado en centrales térmicas utilizando derivados del petróleo, gas natural y carbón. Paralelamente, las centrales nucleares han contribuido con el 17.2% del suministro eléctrico, mientras que las

hidroeléctricas han aportado un 17.5%. Avanzando hacia el año 2022, se observa un incremento global en el consumo de gas natural del 26.5%, acompañado de una reducción en la generación de energía nuclear al 12.2%. No obstante, las fuentes de energía renovable, incluyendo la hidroeléctrica, han experimentado un crecimiento del 20%. En consecuencia, la demanda de energía eléctrica ha estado aumentando de manera significativa, correlacionándose con el crecimiento de la población mundial año tras año (Laguna, 2022).

**Figura 4.**

*Concentración de CO<sub>2</sub>*



**Nota:** Adaptado de Criado (2016). *La concentración de CO<sub>2</sub> supera todos los registros históricos* [https://elpais.com/elpais/2016/10/24/ciencia/1477318189\\_309369.html](https://elpais.com/elpais/2016/10/24/ciencia/1477318189_309369.html)

## 2.7 Vehículos eléctricos

Desde su aparición en la década de los noventa, los vehículos eléctricos han experimentado un crecimiento exponencial, impulsados por avances tecnológicos significativos que cada año atraen a más consumidores hacia la adquisición de estos automóviles. Toyota, con su modelo Prius 1, marcó un hito en este segmento, demostrando que, aunque no es un vehículo totalmente eléctrico, es posible combinar la tecnología automotriz con principios de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente.

La motivación detrás del desarrollo de vehículos eléctricos se alinea con los objetivos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para reducir la contaminación atmosférica. Los autos tradicionales a gasolina o diésel contribuyen significativamente a las emisiones de

dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), acentuando el problema del efecto invernadero y el agotamiento de las reservas de petróleo, situación que ha incentivado a las naciones a buscar independencia respecto a los combustibles fósiles. Esta realidad ha orientado a los fabricantes automotrices a invertir en investigación y desarrollo de vehículos eléctricos como alternativa atractiva y ecológica.

Un desafío inicial en la adopción de vehículos eléctricos fue la limitada capacidad de almacenamiento de energía en las baterías. Sin embargo, los avances en esta tecnología han permitido un aumento significativo en la eficiencia energética, llegando a almacenar hasta 500 veces más energía por litro en comparación con las primeras generaciones. Este progreso ha facilitado la producción masiva de vehículos eléctricos, haciendo su adopción no solo ambientalmente sostenible sino también económicamente viable (Barrera & Ros, 2017).

### 2.7.1 Tipos

- **Vehículos Eléctricos de Batería (BEV):** Estos vehículos funcionan exclusivamente mediante motores eléctricos alimentados por baterías recargables a través de la red eléctrica. Su principal ventaja radica en la ausencia total de emisiones contaminantes, lo que contribuye significativamente a la reducción de la huella de carbono en el transporte. Al no depender de combustibles fósiles, los BEV ofrecen una alternativa sostenible y eficiente para la movilidad urbana e interurbana (Banco Bilbao Vizcaya, 2023).
- **Vehículos Eléctricos con Celda de Combustible de Hidrógeno (FCEV):** Estos vehículos se distinguen por utilizar celdas de combustible que generan electricidad mediante la reacción química del hidrógeno almacenado a bordo con oxígeno del aire. Los FCEV emiten únicamente vapor de agua como subproducto, posicionándolos como una opción de movilidad cero emisiones. Su tecnología permite combinar tiempos de recarga rápidos con una autonomía comparable a la de los vehículos convencionales, lo que los hace idóneos para una amplia gama de aplicaciones automotrices.
- **Vehículos Eléctricos de Autonomía Extendida (EREV):** Los EREV están equipados con dos motores: uno eléctrico, que es el principal propulsor del vehículo, y un motor de combustión interna, que no propulsa directamente el vehículo, sino que

genera electricidad para recargar la batería. Esta configuración permite a los EREV ofrecer una mayor autonomía que los BEV puros, al tiempo que mantienen las emisiones contaminantes a niveles mínimos durante su uso mayoritariamente eléctrico. Aunque su desarrollo presenta complejidades técnicas debido a la integración de sistemas duales, los EREV representan un paso intermedio importante hacia la electrificación total del transporte.

## **2.7.2 Electricidad de los vehículos**

El sistema eléctrico de un vehículo desempeña un papel crucial en su funcionamiento óptimo, constituyéndose por una serie de componentes esenciales que suministran energía a los diversos sistemas y sensores necesarios para la operación del vehículo. Además, este sistema es responsable de la gestión del módulo de control del motor, asegurando la eficiencia y el rendimiento adecuados del vehículo. La integridad y el correcto funcionamiento del sistema eléctrico son fundamentales para garantizar la seguridad, la fiabilidad y la eficacia de la conducción en todos los aspectos operativos del vehículo (Tuteorica, 2022).

### **2.7.2.1 Corriente eléctrica**

Se define a la corriente eléctrica como el movimiento de electrones que pasa a través de un conductor. Los electrones son partículas cargadas eléctricamente negativas, los protones son partículas cargadas eléctricamente positivas y se obtienen los neutrones, todos estos constituyen los elementos básicos de la materia, en la actualidad el modelo atómico establecido es el de Niels Bohr, En el automóvil la corriente se mueve en un sentido horario partiendo desde el polo positivo hacia el negativo.

### **2.7.2.2 Tensión**

Para que se genere tensión eléctrica, es necesario que existan dos cargas de signos opuestos, una positiva y otra negativa, que se encuentren en desequilibrio. Este fenómeno se basa en el principio de que cargas del mismo signo se repelen entre sí, mientras que cargas de signos opuestos se atraen. Este desequilibrio entre cargas se conoce como diferencia de potencial, comúnmente denominado voltaje.

Por tanto, la tensión puede definirse como la diferencia de potencial eléctrico existente entre dos puntos específicos, y se representa simbólicamente por la letra "V".



### 2.7.2.3 Intensidad

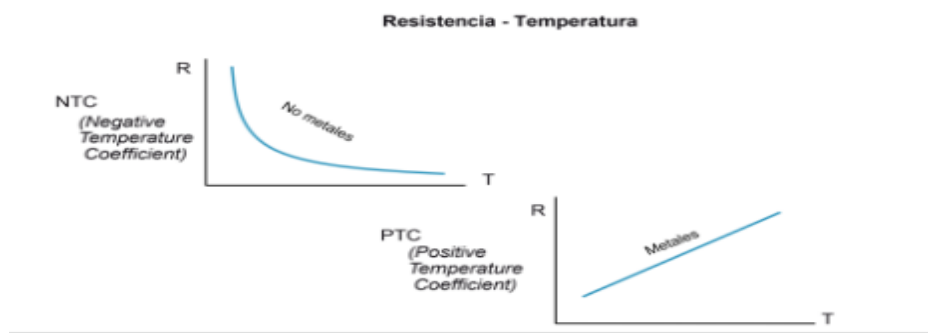
Se define como la cantidad de electrones que pasan por un conductor, esta magnitud se mide en amperios y se denota por la letra A, “Un amperio es el paso de 6240000000000000000 electrones durante un segundo es decir más de 6 trillones de electrones por segundo” (Barrera & Ros, 2017).

### 2.7.2.4 Resistencia

La resistencia es una característica intrínseca que se describe como la oposición al flujo de electrones a través de un conductor. Se mide en unidades denominadas ohmios. Es crucial tener en cuenta que la resistencia de un conductor es influenciada significativamente por su temperatura.

**Figura 5.**

*Resistencia vs Temperatura*



**Nota:** Adaptado de Barrera, O. & Ros, J. (2017). *Vehículos eléctricos e híbridos*. Editorial Paraninfo. Madrid-España.

### 2.7.2.5 Potencia

Se define como la cantidad de energía que un elemento que consume o genera en n segundo, la unidad de medida es el vatio (W). Se puede calcular la potencia con la siguiente fórmula  $P= V \cdot I$ , donde P= potencia, V= voltaje y I= Intensidad de corriente.

### 2.7.2.6 Cálculo de conductores en un vehículo

Para añadir un cable eléctrico a una instalación del automóvil, se debe realizar el cálculo correspondiente para poner el cable idóneo que satisfaga el paso de corriente.

**Ecuación 1.** *Cálculo de conductores*

$$s = \frac{100 * \rho * l * P}{2 * V^2}$$

Donde:

$s$  = Sección obtenida en mm<sup>2</sup>

$\rho$  = Resistividad del conductor (cobre)

$l$  = Longitud expresada en metros

$P$  = Potencia total de los consumidores

$V$  = Tensión del circuito

### 2.7.3 Componentes de un vehículo eléctrico

Un vehículo eléctrico es impulsado por uno o más motores eléctricos alimentados por baterías recargables. Estos vehículos tienden a tener varios componentes los cuales trabajan en conjunto para hacer funcionar un vehículo eléctrico de manera eficiente y sostenible. Es importante tener en cuenta que la configuración específica puede variar según el modelo y el fabricante del vehículo eléctrico.

#### 2.7.3.1 Transmisión

Un vehículo eléctrico es impulsado gracias a un motor eléctrico, diferencial, embrague y caja de cambios, en sus inicios. En la actualidad solamente hace referencia el motor eléctrico, ya que la tecnología va evolucionando y estos vehículos también.

Comparándolos con los vehículos de combustión interna que tienen marchas desde la

1era hasta la 5ta en la mayoría el factor de multiplicación de torque es de 36 veces y las revoluciones varían entre las 1000 y 6000, en cambio con los coches eléctricos tienen un mayor rango de revoluciones a la hora de aumentar la velocidad, por eso en estos vehículos modernos no necesitan transmisión o caja de velocidades, los vehículos eléctricos alcanzan mayores revoluciones y tienen gran adaptabilidad al aumento o disminución de velocidad, solo necesitan un inversor de corriente (González, 2019, p. 15).

### **2.7.3.2 Sistema de frenado regenerativo**

Es un dispositivo creado para aprovechar la energía generada al momento del frenado transformándola en eléctrica, sin embargo, es necesario como es el frenado de los vehículos de combustión interna, este frenado transforma la energía cinética en energía térmica a la hora de frenar, producido por el accionamiento del pedal del freno a su vez ejerce presión en el circuito y presiona las pastillas a los discos frenando el vehículo, generando calor, esto en los vehículos eléctricos es aprovechada para la carga de baterías, por eso se considera al frenado de vehículos eléctricos sistema de freno regenerativo.

### **2.7.3.3 ECU**

La ECU, abreviatura de Unidad de Control Electrónico, desempeña un papel fundamental en el funcionamiento del vehículo eléctrico. Esta unidad se encarga de regular el motor y supervisar su correcto rendimiento. Además, coordina y supervisa el trabajo de todos los sensores presentes en el vehículo, lo que incluye la detección de parámetros como la temperatura, la velocidad y la presión. Asimismo, la ECU actúa como un supervisor de los actuadores mecánicos del vehículo, asegurando que se activen de manera adecuada y en sincronía con el funcionamiento del motor.

### **2.7.3.4 Sistemas auxiliares**

Los sistemas auxiliares en un vehículo eléctrico desempeñan un papel crucial al proporcionar la energía necesaria para el arranque inicial. Estos sistemas están diseñados para garantizar que el vehículo pueda encenderse correctamente y ponerse en funcionamiento de manera eficiente, proporcionando la potencia inicial requerida para activar los componentes principales del sistema de propulsión.

### **2.7.3.5 Inversor**

El inversor es un componente electrónico esencial en el sistema de propulsión de un

vehículo eléctrico. Su principal función radica en transformar la corriente continua proveniente de las baterías en corriente alterna, la cual es necesaria para alimentar el motor eléctrico. Un ejemplo práctico de su funcionamiento es el sistema de freno regenerativo, donde la energía cinética acumulada durante la frenada se convierte en energía eléctrica, viajando a través del inversor para ser transformada y almacenada nuevamente en las baterías.

#### **2.7.3.6 El cargador o conector**

El cargador, también conocido como conector, es un componente imprescindible en el sistema de carga de un vehículo eléctrico. Este dispositivo se encarga de absorber la energía proporcionada por la red eléctrica y transformarla en corriente continua, que es utilizada para cargar las baterías del vehículo. Los cargadores se clasifican según la capacidad de carga que pueden manejar, adaptándose a las necesidades específicas de cada vehículo y las características de la red eléctrica.

#### **2.7.3.7 Tipos de conectores**

En el ámbito de los vehículos eléctricos, existen diversos tipos de conectores utilizados para la carga de las baterías. Aunque no hay un estándar universal para los conectores, algunos fabricantes han establecido ciertas normas. Por ejemplo, los vehículos eléctricos tipo 1 utilizan el conector SAE J1772 (Yazaki), mientras que los tipos 2 emplean el conector IEC 62196 (Mennekes, 2016). Esta diversidad de conectores impulsa una tendencia hacia la estandarización, donde se busca determinar qué conector es el más utilizado en la carga para facilitar la interoperabilidad entre diferentes modelos de vehículos eléctricos y estaciones de carga.

##### **2.7.3.7.1 Conector tipo 1 SAE J1772**

El conector Tipo 1 SAE J1772, alineado con los estándares norteamericanos, se ha extendido también a Europa y Japón. Este tipo de conector se caracteriza por ofrecer una carga lenta a semi-rápida, lo que lo hace adecuado para una amplia gama de vehículos eléctricos. Entre los modelos que emplean este conector se encuentran el Nissan LEAF, Tesla Roadster, Chevrolet Volt, Toyota Prius, Renault Kangoo, entre otros.

Este conector se ha consolidado como una opción confiable y versátil para la carga de vehículos eléctricos en varias regiones del mundo, gracias a su compatibilidad con una

amplia variedad de modelos y su capacidad para proporcionar una carga eficiente y segura. Su adopción tanto en América del Norte como en Europa y Japón refleja su aceptación y reconocimiento como un estándar importante en la infraestructura de carga para vehículos eléctricos a nivel global.

**Figura 6.**  
Conector tipo 1



**Nota:** Adaptado de Pañero, E. (2019). *Tipos de conectores en los vehículos eléctricos*. Centro Zaragoza Escuela de Mecánica y Electrónica.

De acuerdo con LugEnergy (2022), el conector Tipo 1 SAE J1772, al igual que otros enchufes monofásicos, está equipado con las convencionales tomas de corriente, que incluyen fase, neutro y toma de tierra. Lo que distingue a este conector es su diseño único y la inclusión de dos conectores adicionales. Estos últimos se emplean específicamente para la detección de la conectividad y la comunicación con el vehículo eléctrico (EV), añadiendo una capa adicional de funcionalidad.

#### **2.7.3.7.2 Conector tipo 2 IEC 62196**

El conector Tipo 2 IEC 62196, basado en el estándar europeo, ha ganado popularidad en varias regiones del mundo a medida que diferentes fabricantes de automóviles lo adoptan. Este conector, también conocido como "camelan", es altamente versátil ya que admite varios tipos de carga. Fue desarrollado en colaboración con la empresa alemana Mennekes y se ha convertido en una opción preferida debido a su flexibilidad y rendimiento.

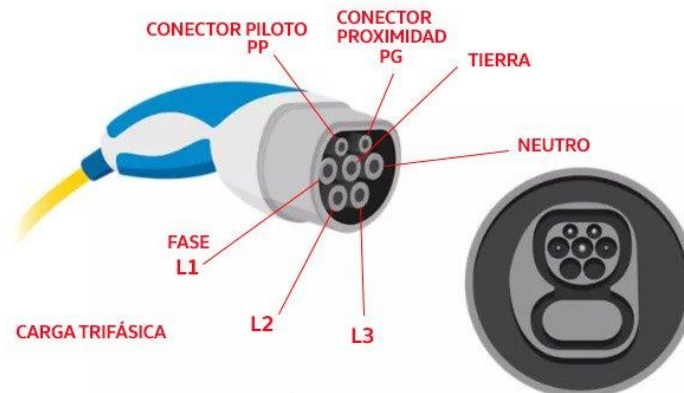
Este conector es capaz de soportar diferentes velocidades de carga, incluyendo super lenta, lenta y semi-rápida, lo que lo hace adecuado para una amplia variedad de vehículos

eléctricos. Entre los modelos que emplean este conector se encuentran el Renault Zoe, BMW, Volkswagen, Porsche, entre otros.

La adopción del conector Tipo 2 IEC 62196 por parte de varios fabricantes de automóviles y su compatibilidad con diferentes velocidades de carga subrayan su importancia como un estándar versátil y eficaz en la infraestructura de carga para vehículos eléctricos. Su desarrollo en colaboración con Mennekes y su amplia aceptación en la industria automotriz reflejan su posición como una solución integral para las necesidades de carga de vehículos eléctricos en todo el mundo.

**Figura 7.**

*Conector tipo 2 IEC 62196*



**Nota:** Adaptado de García (2016). *Europa se une en busca de su “enchufe único”*  
<https://www.elmundo.es/motor/2016/11/29/583d5182e2704e567d8b45c4.html>

LugEnergi (2022), menciona que la principal distinción entre el conector Tipo 1 SAE J1772 y el Tipo 2 IEC 62196 radica en el número de fases disponibles para la carga y, por ende, en la capacidad para soportar mayores velocidades de carga. Mientras que el Tipo 1 generalmente ofrece una potencia de carga que oscila entre 1.4kW y 7.4kW, el Tipo 2 amplía este rango hasta alcanzar de 1.4kW a 22kW.








A diferencia de la boquilla universal presente en los vehículos de combustión interna, los conectores para vehículos eléctricos varían, reflejando la diversidad de enfoques en el desarrollo de estos componentes. Los conectores mencionados en este texto son algunos de los más utilizados. Actualmente, los puntos de carga, o electrolinerías, son escasos y se

encuentran principalmente en países desarrollados. Las compañías que comercializan estos vehículos proyectan que para 2023 se instalen más de 100,000 puntos de carga en Europa para satisfacer la demanda del sector automotriz eléctrico. En contraste, en Latinoamérica, esta iniciativa aún es incipiente (Pañero, 2022).

Además, se ilustrará en la Figura 9 una visión general de los diferentes tipos de conectores fabricados, junto con sus respectivas capacidades de carga y el tipo de corriente que utilizan, subrayando que no todos los vehículos eléctricos adoptan las mismas especificaciones.

**Figura 8.**

*Tipos de conectores eléctricos empleados en los vehículos eléctricos*

Conector	Schuko	Tipo 1 Yazaki SAE J1772	Tipo 2 Mennekes	Tipo 3 Scame EV	Combinado (CCS) IEC		CHAdeMO
					Combo 1	Combo 2	
Imagen							
Corriente	Monofásica	Monofásica CA	Monofásica y trifásica CA	Monofásica y trifásica	CC y CA	CC y AC	CC
Modos de recarga	1 y 2	2 y 3	2 y 3	1, 2 y 3	2, 3 y 4	2, 3 y 4	4
Tipo de recarga	Super lenta Lenta	Lenta (16 A) y Semi-rápida (80A)	Lenta (16 A) y Semi-rápida (63 A)	Semi-rápida	Lenta, semi-rápida y rápida	Lenta, semi-rápida y rápida	Rápida (125 A)
Modelos	Twizy Patinetes, motocicletas...	Nissan Leaf (2010) eNV200 Chevrolet Bolt Eléctrico	Nissan Leaf 2018 Renault ZOE BMW i3 Tesla S (compatible)	Pequeños fabricantes de microcoches	Tesla 3 Volkswagen e-golf		Nissan eNV200 & Leaf 2018 Mitsubishi Outlander

**Nota:** Adaptado de Pañero, E. (2019). *Tipos de conectores en los vehículos eléctricos*. Centro Zaragoza Escuela de Mecánica y Electrónica (p. 4)

### 2.7.3.8 Conversor DC-DC

El conversor DC-DC es un componente esencial en los vehículos eléctricos, encargado de transformar la corriente continua de alta tensión proveniente de las baterías principales del vehículo a un voltaje más bajo, típicamente de 12 voltios. Este proceso de conversión es necesario para alimentar los diversos sistemas auxiliares del vehículo, como las luces, la radio, los sistemas de climatización y otros dispositivos eléctricos de baja potencia.

El conversor DC-DC actúa como un regulador de voltaje, asegurando que la energía

suministrada a los sistemas auxiliares se mantenga en un nivel seguro y estable. Además, optimiza la eficiencia energética del vehículo al convertir la energía de manera precisa y controlada, minimizando las pérdidas durante el proceso de conversión.

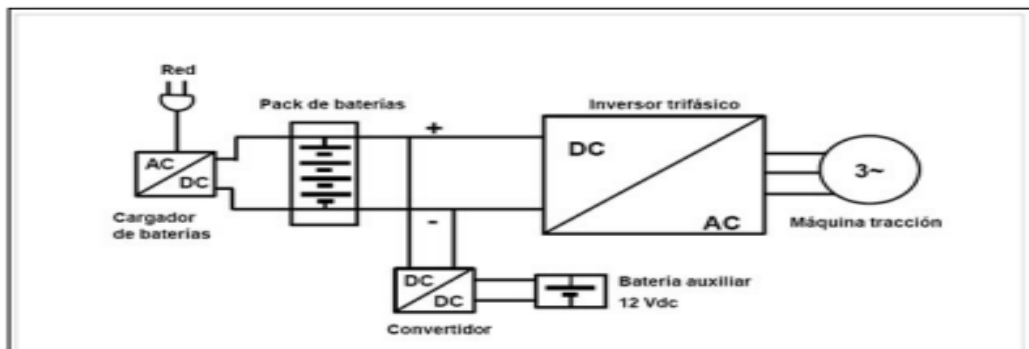
La función del conversor DC-DC es fundamental para el funcionamiento adecuado y seguro de los sistemas eléctricos auxiliares del vehículo eléctrico, garantizando que estos puedan operar de manera confiable y eficiente mientras se maximiza la autonomía y la eficiencia energética del vehículo en su conjunto.

### 2.7.3.9 Batería

La batería constituye el componente central de los vehículos eléctricos, albergando la energía necesaria para su funcionamiento a través de reacciones electroquímicas que, posteriormente, alimentan al motor eléctrico. La capacidad de almacenamiento de la batería determina su tamaño; por tanto, dependiendo de la autonomía deseada, las compañías automotrices optan por baterías de mayor o menor tamaño. En el proceso de fabricación de estas baterías, cada fabricante de vehículos puede elegir distintos materiales, aunque predominantemente se utilizan baterías de ion-litio debido a su eficiencia y capacidad de retención de carga.

**Figura 9.**

*Esquema eléctrico batería*



**Nota:** Adaptado de González, P. (2019). *Principios básicos del vehículo eléctrico*. Universidad de Valladolid. Escuela de ingenierías industriales (p.17)

#### 2.7.3.9.1 Baterías de plomo ácido

Las baterías de plomo-ácido fueron las más empleadas durante el siglo XIX y, debido a su bajo coste de fabricación, continúan siendo utilizadas en acumuladores para vehículos



pequeños. Sin embargo, presentan desventajas significativas, incluyendo la toxicidad del plomo y la lentitud de su proceso de carga, aspectos que limitan su aplicabilidad y plantean retos medioambientales y de seguridad (González, 2019).

#### **2.7.3.9.2 Baterías níquel-cadmio**

Las baterías con un alto coste de fabricación, debido a sus componentes especializados, no resultan idóneas para la producción de vehículos a gran escala. Sin embargo, encuentran aplicación en sectores como el militar, especialmente en aviones y otros dispositivos, gracias a su excelente desempeño a bajas temperaturas. No obstante, a largo plazo, estas baterías enfrentan un inconveniente significativo: tienden a deteriorarse más rápidamente de lo esperado debido al efecto memoria, que afecta su capacidad de retención de carga (González, 2019).

#### **2.7.3.9.3 Batería Ion-litio: (LiCoO<sub>2</sub>)**

El uso del litio ha permitido conseguir altas especificaciones técnicas en lo que se refiere a la potencia de la misma, estas baterías de reciente creación utilizan un electrolito de sal de litio y electrodo de litio, cobalto y oxido. Tienen la capacidad de almacenar más carga y reducir su tamaño en consideración a las baterías de níquel-cadmio.

#### **2.7.3.9.4 LiFePO<sub>4</sub>**

Este tipo de batería no utiliza el cobalto como elemento, por consiguiente, tiene una mayor estabilidad y seguridad en su uso, tiene ciclos de vida más largo y mayor potencia que su predecesora la batería de Ion-litio.

#### **2.7.3.9.5 Zebra**

Este tipo de batería tiene características interesantes en cuanto a la potencia energética, tienen una composición más compleja a nivel químico, trabajan a 250 °C, su potencia es baja y suelen ocupar más espacio que una batería convencional.

#### **2.7.3.9.6 Batería de Aluminio-aire**

También llamada pila de combustible, tienen un almacenamiento mayor, superando hasta por 10 veces más a las de Ion-litio, pero en cuanto a su implementación en la industria

automotriz no ha tenido una acogida ya que tiene problemas a nivel de carga y fiabilidad (Autosoporte, 2019).

## 2.7.4 Modo de recarga para alimentación de la batería

### 2.7.4.1 Modo de recarga 1 Schuko

Esta emplea un enchufe clásico doméstico, como el de cualquier aparato que se abastezca de electricidad, su toma es Schuko, que equivale en un vehículo a 230 Voltios, normalmente se emplea en pequeñas motos eléctricas.

#### Figura 10.

*Modelo de carga Schuko*



**Nota:** Adaptado de LugEnergy. (2022). *Conector SAR J1772 Tipo 1 para Coche Eléctrico.* <https://www.lugenergy.com/sae-j1772/>

### 2.7.4.2 Modo de Carga Lenta modo 2

El modo de carga lenta, también conocido como Modo 2, se utiliza principalmente para cargas en entornos domésticos. Utiliza la red eléctrica monofásica estándar de 230V y permite una carga progresiva a una potencia máxima de 3.7 kW. Este proceso de carga lenta es ideal para recargar vehículos eléctricos durante la noche o durante períodos prolongados de estacionamiento, ya que ofrece una carga constante y segura.

Una característica distintiva del modo de carga lenta es el uso del enchufe tipo Schuko, comúnmente encontrado en los hogares europeos. Este enchufe permite una conexión conveniente a la red eléctrica doméstica sin necesidad de instalaciones eléctricas

adicionales. Sin embargo, debido a la variedad de tomas de corriente en diferentes regiones, a menudo se requieren adaptadores para garantizar la compatibilidad con el vehículo eléctrico.

Aunque el modo de carga lenta no ofrece la misma velocidad de carga que otros modos más rápidos, como el modo de carga rápida, es una opción práctica y accesible para aquellos que pueden cargar su vehículo eléctrico en casa durante períodos prolongados de tiempo. Esto lo convierte en una solución conveniente y económica para muchos propietarios de vehículos eléctricos, especialmente para aquellos que tienen acceso a una toma de corriente doméstica estándar.

### Figura 11.

*Modelo de carga Schuko tipo 2*



**Nota:** Adaptado de LugEnergy. (2023). *Modos de recarga de vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://www.lugenergy.com/modos-de-recarga-vehiculos-electricos/>

#### 2.7.4.3 Carga semi-rápida modo 3

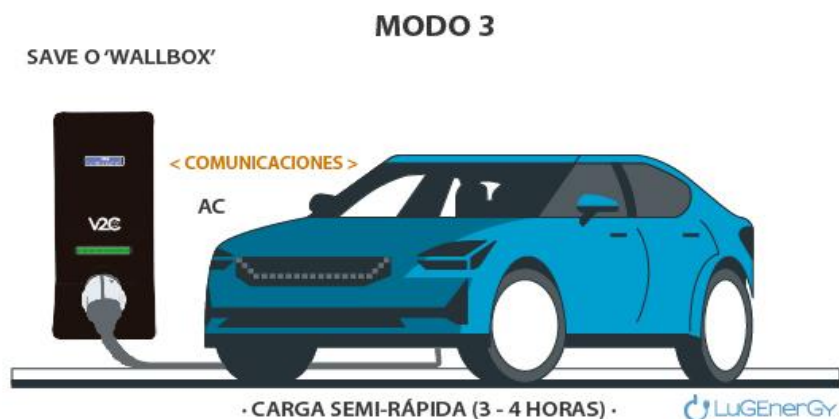
La carga semi-rápida, también conocida como Modo 3, requiere el uso de un dispositivo conocido como Wallbox, el cual es una estación diseñada específicamente para cargar vehículos eléctricos de manera más eficiente que el modo de carga lenta. La red eléctrica utilizada para este tipo de carga es trifásica, lo que permite suministrar hasta 32 amperios de corriente a una tensión de 400V, lo que equivale a una potencia máxima de 7.2 kW.

El Wallbox proporciona una solución de carga más rápida y conveniente en comparación con la carga lenta, lo que lo hace ideal para entornos comerciales, estacionamientos públicos y residencias que requieren una recarga más rápida de los vehículos eléctricos. Además, el Wallbox está equipado con conectores específicos que garantizan una conexión segura y eficiente durante el proceso de carga.

Es importante destacar que, para la carga semi-rápida en el Modo 3, se requiere el uso de un conector obligatorio, que puede ser del Tipo 1 (SAE J1772) o del Tipo 2 (IEC 62196-2), dependiendo de la región y del fabricante del vehículo eléctrico. Estos conectores proporcionan una interfaz estandarizada que garantiza la compatibilidad entre el vehículo y el Wallbox, asegurando así un proceso de carga seguro y eficiente (LugEnergy, 2023).

### Figura 12.

*Modo de carga semi-rápida*



**Nota:** Adaptado de LugEnergy. (2023). *Modos de recarga de vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://www.lugenergy.com/modos-de-recarga-vehiculos-electricos/>

#### 2.7.4.4 Carga rápida Modo 4

La tecnología de carga rápida ofrece la capacidad de recargar al menos el 70% de la capacidad de una batería de vehículo eléctrico en un tiempo aproximado de 40 minutos, lo que la convierte en una opción atractiva para aquellos que buscan tiempos de recarga más rápidos y eficientes. Para llevar a cabo este proceso, se utilizan dos tipos principales de

conectores: CHAdeMO y CCS, los cuales varían según el modelo específico del vehículo y las especificaciones de carga compatibles.

Para que una carga sea considerada rápida, debe realizarse a una potencia superior a 50 kW, lo que permite suministrar una cantidad significativa de energía en un período de tiempo relativamente corto. Esta alta potencia de carga es fundamental para lograr tiempos de recarga más rápidos y satisfacer las necesidades de movilidad de los usuarios de vehículos eléctricos.

Estos servicios de recarga rápida están disponibles en estaciones de carga especializadas, comúnmente conocidas como electrolinerías. Estas electrolinerías están equipadas con tecnología avanzada que permite suministrar energía a alta velocidad, lo que garantiza una experiencia de carga rápida y conveniente para los propietarios de vehículos eléctricos. Esta infraestructura de carga rápida está diseñada para satisfacer las demandas de movilidad eléctrica y promover la adopción de vehículos eléctricos como una alternativa sostenible y eficiente en el transporte personal (LugEnergy, 2023).

### Figura 13.

*Modo de carga rápida*



**Nota:** Adaptado de LugEnergy. (2023). *Modos de recarga de vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://www.lugenergy.com/modos-de-recarga-vehiculos-electricos/>

## CAPÍTULO 3

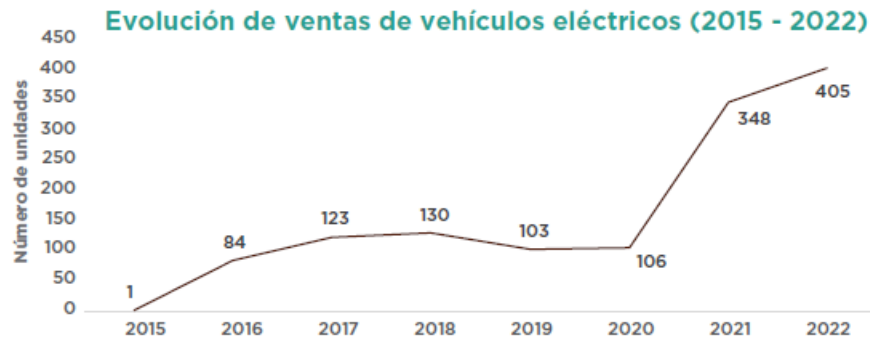
### CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

#### 3.1 Análisis de viabilidad y costos

De acuerdo con la información recopilada por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, en el último año se han comercializado un total de 405 nuevas unidades de vehículos eléctricos.

#### Figura 14.

*Evolución de ventas vehículos eléctricos*

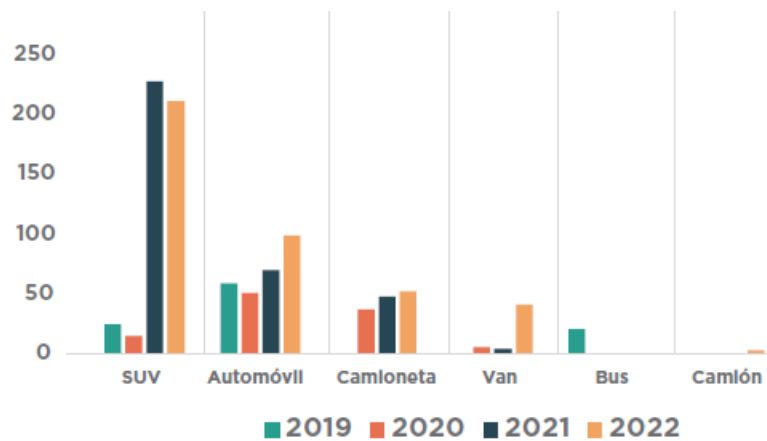


**Nota:** Adaptado de AEADE. (2022). *Anuario 2022*. Quito-Ecuador.

La participación del segmento de mercado de vehículos eléctricos en el último año destaca los SUV con 211 unidades vendidas, automóviles con 99 unidades vendidas y camionetas con 52 unidades vendidas.

**Figura 15.**

*Venta de vehículos eléctricos*



**Nota:** Adaptado de AEADE. (2022). *Anuario 2022*. Quito-Ecuador.

En el 2022 la marca Skywell de origen Chino lidera la venta de vehículos eléctricos con su modelo Serie ET5 con 83 unidades vendidas.

**Tabla 3.**

*Venta de vehículos eléctricos por marca y modelo*

**VENTAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS POR MARCA Y MODELO - EN UNIDADES, 2019-2022**

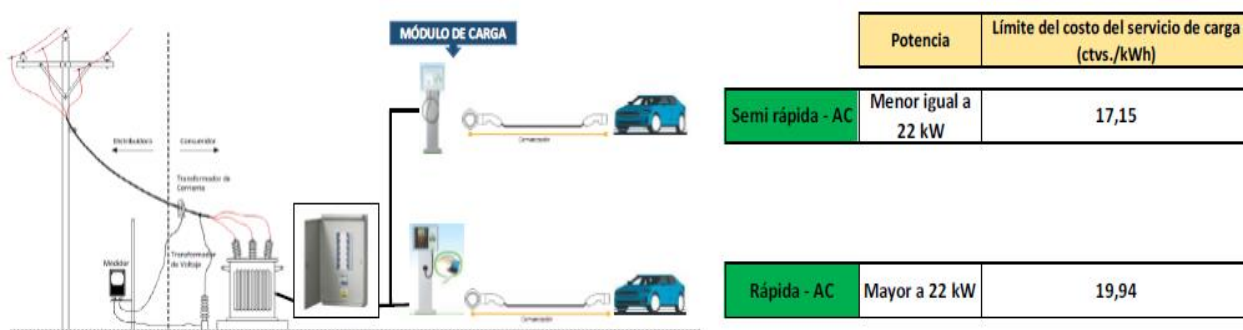
MARCA	MODELO	2019	2020	2021	2022
SKYWELL	SERIE ET5	-	-	2	83
AUDI	AUDI E-TRON	-	-	20	58
DONGFENG	SERIE RICH	-	-	33	50
ZHIDOU	D1	-	-	12	34
BYD	BYD T3	-	5	-	29
MERCEDES BENZ	CLASE EQ	-	-	-	22
MINI	COOPER	-	-	-	13
JAC	E JS1	-	-	-	12
HYUNDAI	KONA	-	-	-	11
BYD	BYD E5	1	6	-	10
OTRAS	-	102	95	281	83
TOTAL	-	103	106	348	405

**Nota:** Adaptado de AEADE. (2022). *Anuario 2022*. Quito-Ecuador.

La agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables ha establecido un pliego tarifario para los proveedores del servicio de carga de energía a vehículos eléctricos límites máximo de costos para el año 2023, con un costo de 17.15 centavos por cada kilovatio hora, en un módulo de carga semi rápida.

**Figura 16.**

*Costo del servicio de carga*



**Nota:** Adaptado de ARCSA. (2023). *Pliego tarifario para los proveedores de servicio de carga de vehículos eléctricos límites máximo de costos.* Quito-Ecuador.

### 3.2 Normativas para la señalización

Las dimensiones de las plazas de estacionamiento vehicular son reguladas por normativas que varían entre países y, en ocasiones, a nivel local. En Ecuador, estas medidas pueden ser establecidas por el Servicio Ecuatoriano de Normalización. Es recomendable seguir las dimensiones dictadas por este servicio para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes en el diseño de estacionamientos.

**Tabla 4.**

*Dimensiones mínimas para plazas de estacionamientos vehiculares*

TIPO DE VEHÍCULO	DIMENSIONES MÍNIMAS (mm)		
	a	b	h
<b>Motos</b>	2400	2400	2200
<b>Autos</b>	2400	5000	2200
<b>Furgonetas</b>	2400	5400	2600
<b>Ambulancias</b>	3500	5400	2600

Leyenda: **a:** ancho, **b** longitud, **h** altura mínima libre.

**Nota:** Adaptado de Velázquez, A., & Perezgrovas, R. (2017). *Characterization of cattle productive systems in the Tulijá-Tzeltal-Cho indigenous region, Chiapas, Mexico.* Agrociencia, 51(3), 5.



### 3.3 Normativas y certificación de los vehículos eléctricos

Por la falta de una normativa para vehículos eléctricos en Ecuador se atiende a los estándares internacionales, estos cumplen con diversos enfoques tecnológicos para este tipo de vehículos, la falta de normas que garanticen la confiabilidad repercute la seguridad de los ocupantes del vehículo, así como la infraestructura de carga.

Las principales normas que rigen para la certificación de funcionamiento de la electrolinera son las siguientes:

- Seguridad del personal, del producto y de la infraestructura de carga.
- Interoperabilidad para poder utilizar una infraestructura común.
- Reducción de costos para garantizar la producción en masa y la accesibilidad de la tecnología de los vehículos eléctricos.
- Mayor adopción de las nuevas tecnologías que sustentan la revolución de los vehículos eléctricos (Arrow Automotive, 2021).

#### Figura 17.

*Normas de protección y seguridad*



**Nota:** Adaptado de Arrow Automotive. (2021). *Normativa y certificación de los vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/regulations-and-certification-for-electric-vehicles>

En la siguiente tabla, se describen las normas de seguridad y protección de las Normas ISO determinadas por los organismos de control determinados.

**Tabla 5.**  
*Normas de protección y Seguridad*

<b>Nombre de la norma</b>	<b>Descripción</b>
<b>ISO/IEC 27000</b>	Proporciona recomendaciones sobre las mejores prácticas en la gestión de la seguridad de la información, lo que incluye la privacidad, la confidencialidad y las problemáticas de TI, técnicas y de ciberseguridad.
<b>IEC 60364-7-722</b>	Instalaciones eléctricas de baja tensión, parte 7-722: requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Suministros para vehículos eléctricos.
<b>SAE J1766</b>	Garantiza las protecciones adecuadas entre los ocupantes y los sistemas de baterías para protegerlos de factores y materiales que puedan ser perjudiciales para los pasajeros del vehículo en caso de colisión.
<b>ISO 17409</b>	Requisitos de seguridad para la conexión conductiva de los EV a los circuitos eléctricos externos.
<b>IEC 61140</b>	Protección contra descargas eléctricas. Aspectos comunes para la instalación y el equipamiento
<b>IEC 62040</b>	Sistemas de potencia ininterrumpida (UPS)
<b>IEC 60529</b>	Grados de protección que proporcionan las carcasas (Código IP).

**Nota:** Adaptado de Arrow Automotive. (2021). *Normativa y certificación de los vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/regulations-and-certification-for-electric-vehicles>

### **3.4 PROCESO TEÓRICO PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA ELECTROLINERA.**

En una primera etapa, se lleva a cabo una reunión con las autoridades pertinentes para determinar el espacio óptimo y verificar la adecuación de la infraestructura existente para el montaje del proyecto. Paralelamente, se realiza una inspección técnica en el área, enfocada en los aspectos eléctricos, con el fin de analizar los distintos niveles de tensión presentes en el entorno universitario y garantizar la compatibilidad del sistema eléctrico con los requisitos de la electrolinera. Una vez seleccionado el emplazamiento adecuado, se procede a la elaboración de la documentación técnica necesaria para respaldar el proceso de

implementación.

Para la instalación de la electrolinera, se identifica un espacio estratégico en el parqueadero de la Escuela de Ingeniería Automotriz, caracterizado por su accesibilidad y visibilidad. Este espacio, con dimensiones de 2.50m x 5m, se considera óptimo para albergar una electrolinera tipo 2 con capacidad de carga semi-rápida. La ubicación exacta en el campus se muestra en la Figura 20 (Fuente: UIDE, 2022).

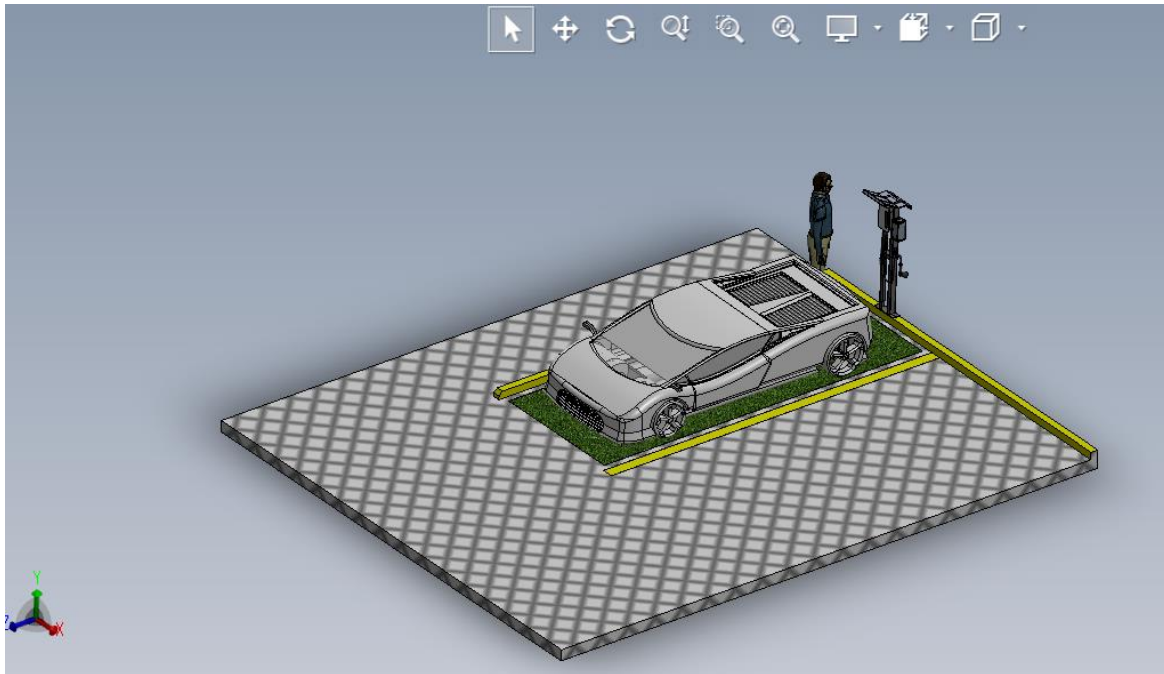
Una vez obtenida la aprobación de las autoridades correspondientes para el uso del espacio, se procede a la fase de diseño. En esta etapa, se elaboran planos detallados que contemplan no solo las dimensiones y materiales requeridos, sino también los aspectos técnicos y eléctricos necesarios para la instalación y operación adecuada de la electrolinera. Entre los planos elaborados, se incluye un diseño en 3D realizado mediante el software CAD SOLIDWORKS. Este programa permite una visualización precisa de la estructura y facilita la simulación de diferentes escenarios, contribuyendo así a una planificación efectiva del proyecto.

#### - **Diseño 3D**

El plano se confeccionó utilizando el software de diseño SOLIDWORKS, reconocido por su capacidad CAD para modelar diseños mecánicos en dos y tres dimensiones. Este programa posibilita la realización de simulaciones de planos técnicos, lo que resulta en una representación más precisa y detallada de la electrolinera.

**Figura 18.**

*Plano de diseño 3D*

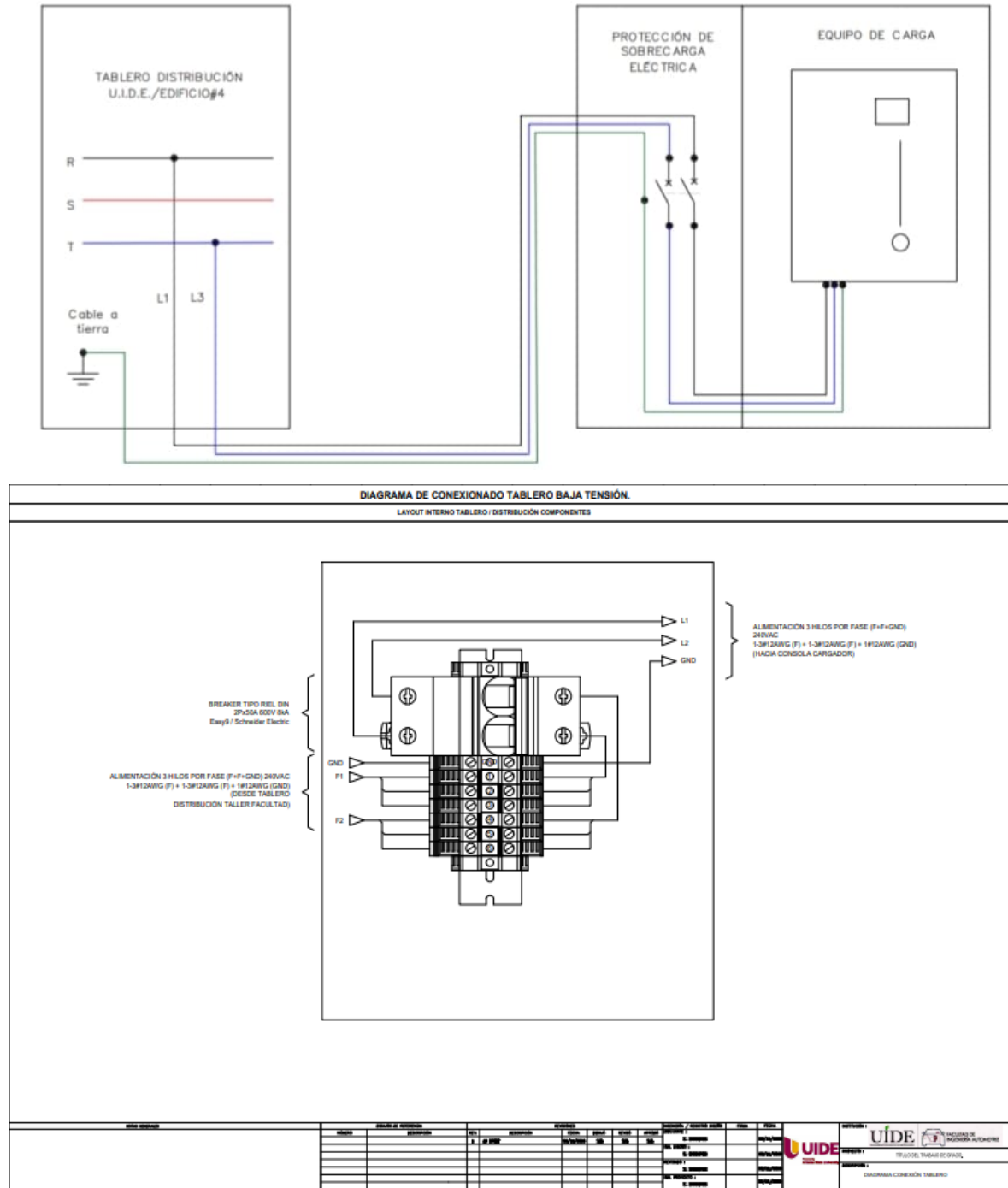


**Elaborado por:** (Autores, 2023)

- **Eléctricos**

El plano eléctrico proporciona una representación detallada de los circuitos y sistemas eléctricos pertinentes. Su relevancia radica en su capacidad para orientar de manera precisa las conexiones necesarias, sirviendo, así como un respaldo fundamental para la instalación.

**Figura 19.**  
*Mapa eléctrico*



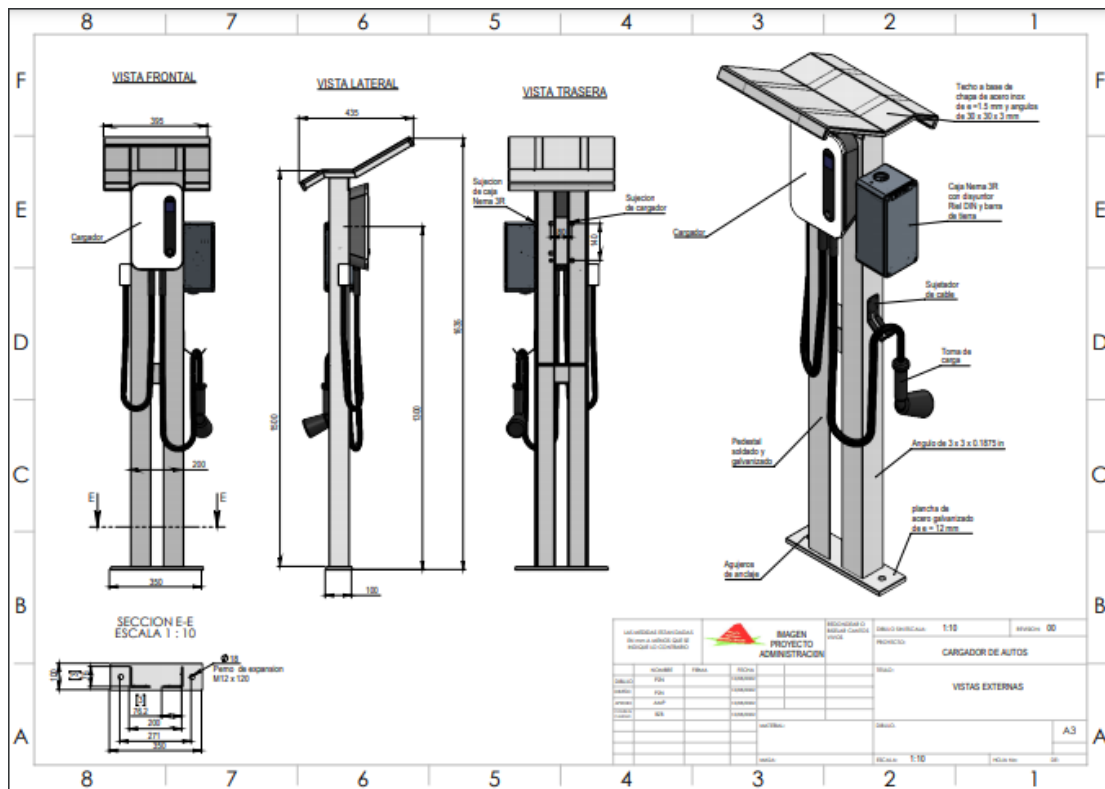
Elaborado por: (Autores, 2023)

- **Mecánico**

El mapa mecánico se realiza para el diseño de piezas mecánicas, utilizando el programa AUTOCAD, el software que permite determinar las medidas acordes a lo calculado de acuerdo con los planos anteriores, para de esta manera tener la certeza para la adquisición y posterior elaboración de las piezas necesarias para armar la electrolinera.

**Figura 20.**

*Plano Mecánico*



Elaborado por: (Autores, 2023)

### 3.5 PROCESO PRÁCTICO PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA ELECTROLINERA.

Una vez analizadas las evidencias bibliográficas, mapas y costos de materiales, mano de obra, entre otras variables ya establecidas, el Autores determina a corto plazo la adquisición de materiales e importaciones requeridas para el proyecto.

**Tabla 6.***Listado de costos y materiales para la estación de carga*

<b>Razón</b>	<b>Materiales, insumos y mano de obra</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Electrolinera</b>	Electrolinera WALLBOX LF-F30	1	\$ 870.00	\$ 870.00
	Pago de impuesto de importación de electrolinera	1	\$ 169.36	\$ 169.36
	Ángulos de metal de 2,5" x 4m de largo	1	\$ 33.44	\$ 33.44
	Plancha de metal de 4" x 350mm x 100 mm	1	\$ 8.50	\$ 8.50
<b>Pedestal para empotrar electrolinera</b>	Electrodos 6011	10	\$ 1.85	\$ 18.50
	Juego de brocas para metal	1	\$ 23.00	\$ 23.00
	Disco de corte y pulido	2	\$ 3.85	\$ 7.70
	Pernos de expansión (anclaje) 1 1/2" galvanizado	2	\$ 2.65	\$ 5.30
	Pintura electroestática color blanco	1	\$ 27.50	\$ 27.50
	Mano de obra para elaboración y montaje de pedestal	1	\$ 55.00	\$ 55.00
	Plancha de acero galvanizado 2 mm de espesor	1	\$ 75.50	\$ 75.50
	Electrodo 6013	12	\$ 2.10	\$ 25.20
	Discos de corte y pulido	5	\$ 3.85	\$ 19.25
	<b>Gabinete de protección NEMA 3R</b>	Mano de obra en dobladora de plancha galvanizada	1	\$ 55.50
Pintura electroestática blanca		1	\$ 17.50	\$ 17.50
Pernos de expansión (anclaje) 1" galvanizado		4	\$ 2.65	\$ 10.60
Pantalla de policarbonato		1	\$ 18.50	\$ 18.50

	Empaques de aislamiento	1	\$ 5.50	\$ 5.50
	Chapa de acero INOX	1	\$ 18.00	\$ 18.00
	Pernos de carrocería	8	\$ 0.45	\$ 3.60
	Mano de obra para elaboración y montaje de pedestal	1	\$ 90.00	\$ 90.00
	Cable AWG # 10 (rollo 100 m)	2	\$ 62.50	\$ 125.00
	Cable AWG # 10 (10 m)	1	\$ 6.25	\$ 6.25
	Borneras de Paso 1000V, 40A,	12	\$ 1.50	\$ 18.00
	Bornera de Tierra 1000V, 40A,	3	\$ 1.85	\$ 5.55
	Terminales para cables # 10	50	\$ 0.40	\$ 20.00
	Capuchones para cable #10	5	\$ 0.18	\$ 0.90
	Varilla de cobre para tierra	1	\$ 4.58	\$ 4.58
	Conectores rectos para cajas	3	\$ 2.80	\$ 8.40
<b>Instalación eléctrica (insumos)</b>	Taípe	2	\$ 1.20	\$ 2.40
	Caja NEMA 3R (conex eléctrica) 25x18x10 cm	1	\$ 12.80	\$ 12.80
	Disyuntor 2p 50A	2	\$ 12.65	\$ 25.30
	Riel DIM 20 cm	1	\$ 19.00	\$ 19.00
	Manguera corrugada BX con PVC 3/4"	32	\$ 2.04	\$ 65.28
	Gancho de sujeción	0.3	\$ 16.00	\$ 4.80
	Tablero de distribución bifásico para breakers enchufables 100A	1	\$ 18.80	\$ 18.80
	Marquillas para identificación de cables y borneras	0.5	\$ 15.00	\$ 7.50
	Alfombra césped sintético	5	\$ 8.90	\$ 44.50
<b>Detalles finales electrolinera</b>	Pega para alfombra-asfalto	1	\$ 16.36	\$ 16.36
	Topes para parqueadero	2	\$ 10.60	\$ 21.20



Pernos de expansión (anclaje) 1” galvanizado	4	\$	2.65	\$	10.60
Pintura alto tráfico para piso (blanco, amarillo)	2	\$	7.80	\$	15.60
Brochas	2	\$	2.80	\$	5.60
Rodillo	2	\$	4.50	\$	9.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$</b>	<b>2,024.87</b>

**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Dentro del período de tiempo estimado para la ejecución de las tareas, los materiales y los fondos financieros están listos para dar inicio a la fase de manufactura. En este sentido, se procede con la elaboración e instalación de la infraestructura necesaria para la electrolinera, comenzando con los aspectos funcionales y eléctricos. Entre estos, se encuentran los siguientes:

- **Pedestal:** Se trata de un componente esencial que sirve como soporte para la electrolinera. Fabricado en metal con el propósito de garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo, este pedestal se recubre con una capa de pintura electrostática de color blanco. Esta elección responde a su capacidad para resistir las inclemencias del tiempo, lo que evita la corrosión y el deterioro del equipo.

**Figura 21.**

*Proceso de fabricación e instalación del pedestal*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

**- Alfombra de césped sintético,**

La incorporación de una alfombra de césped sintético responde a la necesidad de establecer una estética distintiva en el entorno. Esta elección tiene como objetivo destacar el área designada exclusivamente para la carga de vehículos eléctricos, contribuyendo así a la creación de una identidad visual reconocible dentro de las instalaciones de la UIDE.

**Figura 22.**

*Instalación de alfombra*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

**- Fabricación e instalación de Gabinete NEMA 3R**

Este elemento fabricado con acero galvanizado de 1.5mm de grosor, para la protección de todos los componentes eléctricos de la lluvia, polvo e intemperie, (Nema 3R es un material que provee de un sistema de protección para la lluvia), de igual forma que el pedestal este gabinete tiene pintura electroestática.

**Figura 23.**

*Gabinete NEMA 3R*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Si guiente al tema de infraestructura de protección y espacio físico adaptado a la electrolinera, se procede a realizar las instalaciones eléctricas.

- **Transformador**

En las instalaciones de la UIDE el Autores cuenta para el proyecto con un transformador de corriente donde recibe voltaje de media tensión (6.8kV) y la transforma en voltajes de baja tensión (110V y 220V).

**Figura 24.**

*Transformador UIDE.*

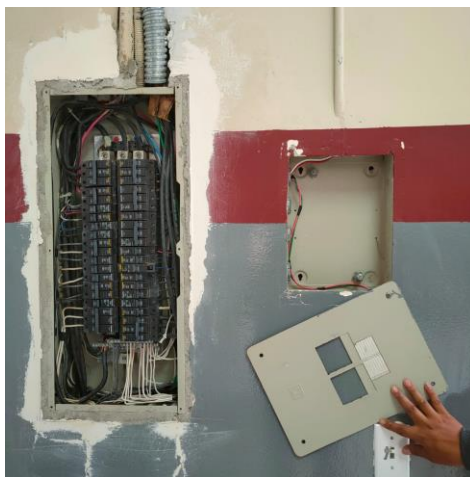


**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Una vez determinado el tipo de acometida eléctrica con la que se cuenta, lo siguiente es la conexión eléctrica, verificando la caja de distribución de disyuntores para realizar las conexiones con un nuevo tablero de distribución la cual es de uso exclusivo para electrolinera.

**Figura 25.**

*Tablero de distribución.*

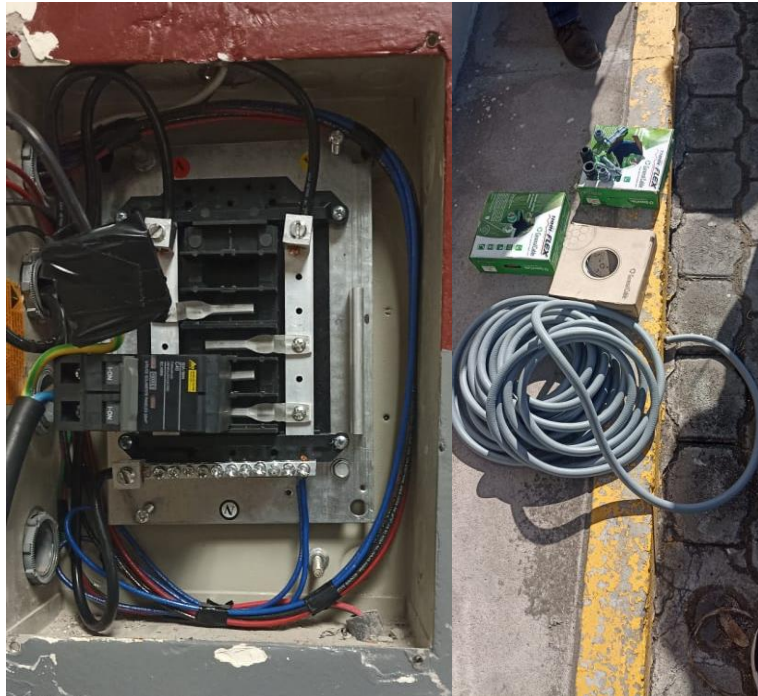


**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Establecido lo anterior, lo que sigue es el cableado eléctrico desde la caja de distribución hasta el lugar donde se encuentra la electrolinera, con este paso se garantiza una corriente adecuada para la alimentación del equipo.

**Figura 26.**

*Diseño del cableado, transformador-electrolinera*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Como protección de corriente eléctrica, se instaló una caja de distribución NEMA 3R, con riel DIM, donde se colocan un breaker de CBD 50 Amp., borneros de conexión eléctrica y borneros de puesta a tierra con el fin de que se eviten posibles cortos eléctricos que afecten a la electrolinera. Continuando con la instalación se prosigue conectar todo el sistema eléctrico en el pedestal y la infraestructura ya colocada tiempo atrás.

**-Señalética,** en este apartado cabe reconocer la colaboración y el trabajo que ha brindado la facultad mediante gestión con el departamento de señalización, los cuales tomaron medidas, generaron la respectiva señalética, haciendo visible que ahora la comunidad universitaria tiene una electrolinera para uso compartido.

**Figura 27.**

*Señalética*



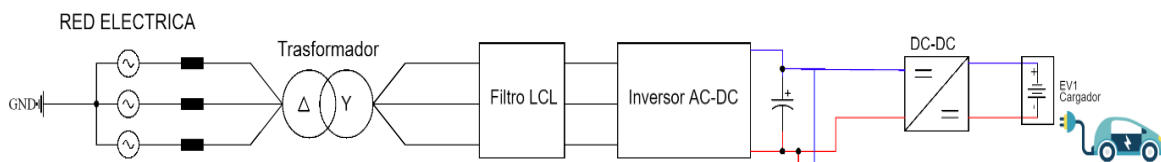
Elaborado por: (Autores, 2023)

### 3.6 Estación de carga

En el siguiente esquema muestra un diagrama del diseño de la estación, cuenta con los dispositivos fundamentales para el correcto uso de la electrolinera como se muestra a continuación:

**Figura 28.**

*Elementos para una electrolinera*



**Nota:** Adaptado de Padrón, L., Ayala, I., Torres, E., Pantoja, O., & Álvarez, M. (2023). *Disparos incorrectos de las protecciones eléctricas de parques fotovoltaicos conectados al Sistema Eléctrico de Cuba*. *Energética*, 44(2), p. 7.

Se instaló una estación de carga semi-rápida para vehículos eléctricos en la universidad, con protección contra sobre corriente y fugas integrada. Con 7.68 kW de potencia, permite cargar a alta velocidad, utilizando un cuerpo de aleación de aluminio y una placa de aleación de PC para mayor resistencia. Con un único botón de inicio y una pantalla LCD, muestra datos del automóvil durante la carga, como corriente, voltaje y temperatura. El cable de 20 metros proporciona suficiente espacio entre el automóvil y la estación de carga.

### **3.6.1 Componentes de la estación de carga**

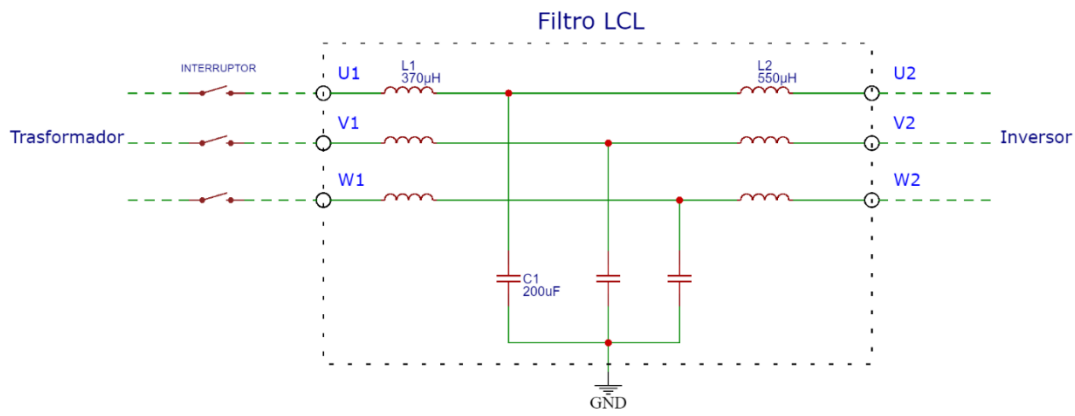
#### **-Filtro LCL**

Como componente fundamental la implementación de un filtro LCL (inductancia-condensador-inductancia) es esencial para mejorar la calidad de la energía y garantizar un funcionamiento estable del sistema eléctrico. Este filtro desempeña un papel crucial en la reducción de armónicos generados por la conmutación rápida de dispositivos electrónicos durante la carga, evitando así problemas en la red eléctrica. Además, el filtro LCL ayuda a prevenir la resonancia y suprimir transitorios no deseados, protegiendo los equipos eléctricos y asegurando el cumplimiento de normativas y estándares de calidad de la energía. Su implementación cuidadosa es fundamental para garantizar un rendimiento eficiente y seguro de las estaciones de carga para vehículos eléctricos.



**Figura 29**

*Esquema de funcionamiento del filtro LCL*



**Nota:** Adaptado de Padrón, L., Ayala, I., Torres, E., Pantoja, O., & Álvarez, M. (2023). *Disparos incorrectos de las protecciones eléctricas de parques fotovoltaicos conectados al Sistema Eléctrico de Cuba*. *Energética*, 44(2), p. 9.

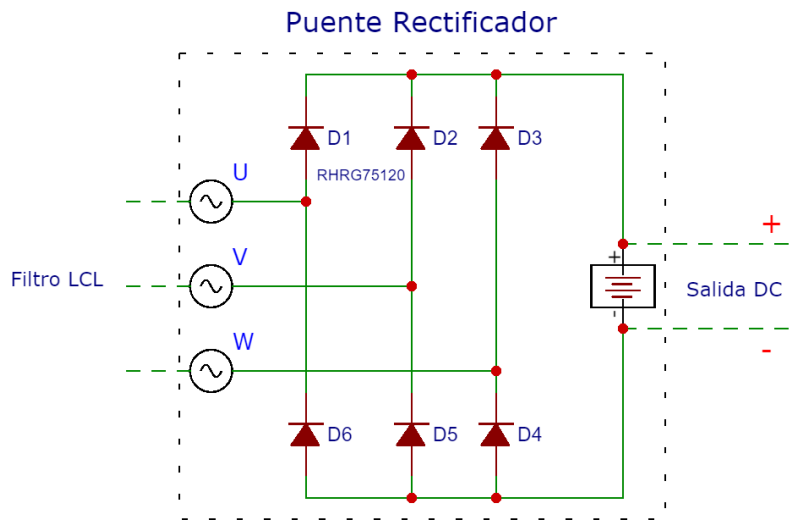
En este diagrama se observa armónicos que alteren la corriente, que van desde los 2kHz hasta los 150kHz

### **-Rectificador de tres fases**

Conocido también como puente de diodos, ayuda a transformar la corriente alterna en corriente continua, que es la fundamental para las baterías de los vehículos eléctricos, para este proyecto se implementaron 2 diodos por número de fases, así se consigue eliminar el semiciclo negativo y conservar solo el positivo, estos diodos tienen la siguiente denominación RHRG75120, Hiperfast Diode.

**Figura 30**

*Diagrama del puente rectificador de corriente*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

- **Electrónica de potencia**

La electrónica de potencia desempeña un papel esencial en la eficiente gestión de la energía eléctrica en estaciones de carga para vehículos eléctricos. Este componente crítico se encarga de varios aspectos clave que son fundamentales para el proceso de carga. A continuación, se destacan algunos elementos esenciales de la electrónica de potencia en este contexto:

**Rectificadores:** Transforman la corriente alterna (CA) proveniente de la red eléctrica en corriente continua (CC) para cargar las baterías de los vehículos eléctricos.

**Convertidores de CC a CA:** En estaciones de carga de corriente alterna (CA), estos dispositivos permiten devolver energía a la red o suministrar corriente alterna para sistemas de carga bidireccional.

**Cargadores de Corriente Continua (CC):** Las estaciones de carga de alta potencia emplean cargadores de CC que requieren una electrónica de potencia avanzada para gestionar la carga rápida y eficiente de las baterías de los vehículos.

**Sistemas de Control y Gestión de Energía:** La electrónica de potencia incluye sistemas de control sofisticados que supervisan y gestionan la entrega de energía, ajustando la potencia

según las necesidades del vehículo y optimizando la eficiencia de carga.

**Protección y Seguridad:** Se incorporan dispositivos de protección, como fusibles y sistemas de monitoreo, para garantizar la seguridad del vehículo y de la estación de carga, evitando sobrecargas y cortocircuitos.

**Sistemas de Enfriamiento:** Dado que las estaciones de carga pueden generar calor durante la conversión de energía, se implementan sistemas de enfriamiento para mantener los componentes de la electrónica de potencia dentro de rangos seguros de temperatura.

**Adaptadores y Protocolos:** La electrónica de potencia en estaciones de carga debe ser compatible con diferentes estándares y protocolos de carga para satisfacer las necesidades de una variedad de vehículos eléctricos.

La eficacia de la electrónica de potencia en una estación de carga es fundamental para proporcionar un proceso de carga rápido, seguro y eficiente, contribuyendo así al crecimiento y la adopción de vehículos eléctricos."

#### - **Pantallas y paneles de información.**

Los paneles de información y pantallas desempeñan un papel crucial para monitorear y controlar las operaciones. Estos dispositivos proporcionan información en tiempo real sobre el estado y el rendimiento de la planta de energía. Algunas características comunes incluyen pantallas de estado general, monitoreo de generadores, control de procesos, seguridad y emergencias, eficiencia energética, comunicación y conectividad, y mantenimiento preventivo. Estos elementos permiten a los operadores tomar decisiones informadas, garantizar la seguridad y mantener la eficiencia operativa. La interfaz de usuario debe ser intuitiva para facilitar la interacción del personal de operación.

#### - **Dispositivos de seguridad**

La seguridad en una estación de carga para vehículos eléctricos es fundamental, y se logra mediante la implementación de diversos dispositivos y sistemas. Entre ellos, destacan interruptores de corte de energía de emergencia para desconectar rápidamente en situaciones críticas, sistemas de protección contra sobrecargas para prevenir daños eléctricos, sensores de temperatura para evitar sobrecalentamientos, sistemas de puesta a tierra para prevenir descargas eléctricas, interruptores de bloqueo de cable para asegurar la conexión durante la

carga, iluminación de emergencia para situaciones de corte de energía, sistemas de monitoreo y detección de fallos para una supervisión continua, cámaras de seguridad para monitoreo y registro de actividades, sistemas de autenticación segura para controlar el acceso, y sistemas de extinción de incendios para responder eficazmente a emergencias relacionadas con fuego. La implementación conjunta de estos dispositivos garantiza un entorno seguro y confiable para la carga de vehículos eléctricos, cumpliendo con los estándares y regulaciones de seguridad locales.

- **Sistemas de refrigeración**

El sistema de refrigeración desempeña un papel esencial para garantizar el rendimiento y la durabilidad de los componentes electrónicos y eléctricos, como los cargadores rápidos y módulos de potencia. Este sistema puede basarse en refrigeración por aire o líquido, utilizando intercambiadores de calor para disipar eficientemente el calor generado durante la carga. Se emplean sensores de temperatura para monitoreo continuo, y el control automático regula la velocidad del sistema de refrigeración según sea necesario. El diseño aerodinámico y medidas de disipación del calor son consideraciones clave. Un mantenimiento preventivo regular, que incluye la limpieza de intercambiadores de calor, asegura la eficiencia a largo plazo del sistema. Un sistema de refrigeración eficiente contribuye a la fiabilidad operativa y a la vida útil de los equipos, garantizando una carga segura y rápida para los usuarios de vehículos eléctricos.

- **Conector**

El conector tipo 2 destaca como un estándar común y versátil para la carga de vehículos eléctricos. Este conector está diseñado para ofrecer compatibilidad con una variedad de modelos y es utilizado ampliamente en regiones de todo el mundo. Su presencia simplifica la experiencia de carga al proporcionar una conexión estándar para los usuarios. La facilidad de uso y la interoperabilidad se mejoran al centrarse en el conector tipo 2, lo que contribuye a la adopción de vehículos eléctricos al facilitar la carga para una amplia gama de automóviles eléctricos.

### **3.7 Pruebas de conexión de la electrolinera**

La instalación y puesta en marcha de la electrolinera son fases cruciales en el desarrollo de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos. Para asegurar el correcto funcionamiento de la electrolinera y su capacidad para generar el voltaje necesario para la carga de vehículos eléctricos, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas y detalladas, tal como se describe en el protocolo de prueba diseñado para esta investigación.

La electrolinera en cuestión tiene una capacidad de carga de 32 amperios, y el objetivo principal de esta tesis es realizar una evaluación completa de su funcionalidad, seguridad y eficiencia. El protocolo de prueba se compone de varios pasos esenciales que abarcan desde una inspección visual detallada hasta mediciones precisas de tensión y corriente. Estos pasos incluyen también la verificación del tiempo de carga, pruebas de desconexión de emergencia y seguridad, así como una revisión exhaustiva de los sistemas de comunicación y facturación asociados.

La inspección visual se llevará a cabo para identificar cualquier posible defecto o irregularidad en la instalación física de la electrolinera. Las mediciones de tensión y corriente se realizarán meticulosamente para asegurar que la electrolinera genere el voltaje requerido y cumpla con los estándares de seguridad. La verificación del tiempo de carga permitirá evaluar la eficiencia del proceso de carga y garantizar tiempos adecuados para los usuarios.

Las pruebas de desconexión de emergencia y seguridad serán cruciales para asegurar que la electrolinera pueda responder de manera efectiva en situaciones críticas. Además, se realizará una revisión completa de los sistemas de comunicación y facturación para garantizar su integridad y funcionalidad.

Los resultados obtenidos de estas pruebas proporcionarán información esencial que respaldará la toma de decisiones para garantizar el rendimiento óptimo de la electrolinera. Además, contribuirán significativamente al desarrollo sostenible de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos, fomentando así la adopción continua de tecnologías más limpias y eficientes en el transporte.

**Figura 31**

*Electrolinera funcionamiento*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

**Figura 32**

*Panel digital electrolinera*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

### **3.8 Manteamiento de la Estación de carga**

El mantenimiento de una estación de carga para vehículos eléctricos es esencial para asegurar su operatividad y prolongar su vida útil. Este proceso se divide típicamente en mantenimiento preventivo y correctivo, cada uno desempeñando un papel importante en la gestión y la conservación adecuada de la infraestructura.

#### **- Mantenimiento Preventivo:**

1. **Inspección Visual Regular:** Se realiza una inspección visual periódica de todos los componentes de la estación de carga, incluyendo la estructura, cables y conectores, para identificar signos tempranos de desgaste o daño.
2. **Verificación de Conexiones:** Se lleva a cabo una inspección exhaustiva de todas las conexiones eléctricas para prevenir interrupciones en el suministro eléctrico y garantizar un rendimiento óptimo.
3. **Pruebas de Equipos:** Se ejecutan pruebas rutinarias en todos los equipos clave de la estación, como transformadores, rectificadores y sistemas de control, para detectar y corregir posibles fallas antes de que afecten la operación.
4. **Actualización de Software:** Se mantiene el software de la estación actualizado para asegurar su compatibilidad con los últimos modelos de vehículos eléctricos y para incorporar mejoras en la eficiencia y la seguridad.
5. **Revisión de Sistemas de Seguridad:** Se verifica la funcionalidad de los sistemas de seguridad, como interruptores de emergencia y sistemas de extinción de incendios, para garantizar una respuesta efectiva ante situaciones críticas.
6. **Monitoreo de Temperatura:** Se emplean sensores de temperatura para monitorear continuamente los componentes de la estación y prevenir posibles problemas de sobrecalentamiento que puedan comprometer su funcionamiento.

- **Mantenimiento Correctivo:**

1. Reparación de Conexiones y Cables: Se procede a solucionar cualquier anomalía detectada durante las inspecciones, lo cual puede implicar la reparación o el reemplazo de cables y conectores que presenten deterioro o daño.
2. Reemplazo de Componentes Defectuosos: Se realiza el reemplazo de componentes eléctricos o electrónicos que hayan manifestado fallos durante las pruebas o el funcionamiento regular de la estación de carga.
3. Diagnóstico y Solución de Problemas: Se lleva a cabo un análisis detallado para identificar y abordar cualquier problema operativo que pueda surgir, aplicando soluciones específicas para restablecer el funcionamiento óptimo de la electrolinera.
4. Reajuste de Configuraciones: Se efectúan ajustes en la configuración del sistema según sea necesario, con el fin de optimizar su rendimiento y eficiencia operativa.
5. Capacitación y Mantenimiento del Personal: Se proporciona capacitación continua al personal encargado de la operación y mantenimiento de la estación de carga, con el objetivo de asegurar un manejo adecuado del equipo y una resolución eficaz de problemas.
6. Registro y Documentación: Se mantiene un exhaustivo registro de todas las actividades de mantenimiento correctivo realizadas, con el propósito de contar con un historial detallado para referencia futura y análisis de tendencias.

La combinación de un mantenimiento preventivo regular con una respuesta ágil y efectiva ante posibles problemas asegura la confiabilidad y durabilidad de la electrolinera, lo que contribuye significativamente a promover la movilidad eléctrica sostenible.



### **3.9 Manual de uso**

El manual de uso de la electrolinera constituye un compendio detallado que brinda una guía exhaustiva a los usuarios respecto al procedimiento adecuado para emplear la estación de carga destinada a vehículos eléctricos. Este documento abarca una amplia gama de aspectos, tales como las instrucciones para iniciar y detener el proceso de carga, los procedimientos de conexión del vehículo, la interpretación de las pantallas e indicadores pertinentes, las normativas de seguridad, las regulaciones aplicables, las directrices para el cuidado del equipo, los recursos de soporte técnico disponibles, así como las consideraciones ambientales inherentes al uso del dispositivo. El propósito fundamental de este manual radica en proporcionar a los usuarios una guía clara y completa que asegure una experiencia de carga eficiente y segura, en línea con las mejores prácticas y estándares de la industria.

**Figura 33**

*Manual de uso*

  
**MANUAL DE USO PARA LA ELECTROLINERA**  
Pasos a seguir para el correcto uso de la electrolinera

---

**PASO 1**

Solicite a personal encargado de la electrolinera la autorización para uso de la electrolinera.



---

**PASO 2**

Infórmese sobre partes de la electrolinera y para que sirve cada elemento.



---

**PASO 3**

Utilice equipos de protección que se encuentran en la puerta del gabinete, para la conexión entre el enchufe de carga eléctrica y el vehículo.



---

**PASO 4**

Conecte el enchufe de carga al conector del vehículo y luego encienda la electrolinera para empezar/detener la carga.

**NOTA: RECUERDE APAGAR LA ELECTROLINERA ANTES DE DESCONECTAR EL ENCHUFE DEL VEHICULO**



---

**Autores: Xavier Enriquez - Francisco Tutacha - Santiago Chicaiza**

**Nota:** En este apartado se especifican los pasos a seguir para el uso general de la electrolinera

**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Para desarrollar el proceso de implementación de la estación de carga eléctrica semi-rápida para vehículos eléctricos que utilizan conectores SAE J1772 en la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Internacional del Ecuador, se siguió una metodología estructurada que abarca varias fases críticas. A continuación, se describe el proceso detallado,

basado en la información proporcionada:

1. **Análisis de Viabilidad y Costos:** Se realizó un estudio preliminar para evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto. Esto incluyó el análisis del consumo estimado de energía, la infraestructura existente y las necesidades específicas de los vehículos eléctricos en la Universidad. Se consideraron los costos asociados con la adquisición de equipos, instalación y mantenimiento futuro de la estación de carga.
2. **Normativas y Certificación de los Vehículos Eléctricos:** Se revisaron las regulaciones locales e internacionales pertinentes para asegurar el cumplimiento de todos los estándares de seguridad y operación. Esto incluyó las normativas sobre instalaciones eléctricas, seguridad de los vehículos eléctricos y especificaciones técnicas de los conectores de carga.
3. **Diseño y Especificaciones Técnicas:** Se diseñó la estación de carga considerando las especificaciones técnicas necesarias para el conector SAE J1772. Se tuvieron en cuenta factores como la capacidad de carga, la ubicación óptima dentro del campus universitario y la accesibilidad para los usuarios. Se elaboraron diagramas y planos detallados de la infraestructura eléctrica y las conexiones necesarias.
4. **Adquisición e Instalación de Equipos:** Se procedió a la selección y adquisición de los componentes de la estación de carga, incluyendo el cargador semi-rápido, el sistema de protección eléctrica y los conectores SAE J1772.
5. **Pruebas de Conexión y Operación:** Antes de su puesta en servicio, la estación de carga fue sometida a una serie de pruebas para verificar su correcta conexión eléctrica y funcionalidad. Se realizaron pruebas de carga con vehículos eléctricos para asegurar que la estación operaba de manera eficiente y segura.
6. **Mantenimiento de la Estación de Carga:** Se estableció un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar el óptimo funcionamiento de la estación de carga a largo plazo. Esto incluyó la inspección periódica de los componentes eléctricos y la actualización del software de gestión de carga cuando fuera necesario.
7. **Elaboración del Manual de Uso:** Se desarrolló un manual de usuario detallado que

proporciona instrucciones sobre cómo utilizar la estación de carga, medidas de seguridad y protocolos de actuación en caso de incidencias. Este manual está disponible para todos los usuarios potenciales de la estación de carga en la Universidad.

## CAPÍTULO 4

### PRUEBAS DE LA ESTACIÓN DE CARGA

#### 4.1 Pruebas de funcionamiento de la Electrolinera

Después de completar la fase inicial de implementación y señalización del área designada para la electrolinera, la siguiente etapa se enfoca en la carga efectiva de vehículos eléctricos, la cual comienza con exhaustivas pruebas de funcionamiento. Sin embargo, antes de iniciar la carga operativa, se llevó a cabo un diagnóstico minucioso acompañado de mediciones de seguridad para confirmar tanto el voltaje como la potencia necesarios para cargar las baterías de los vehículos eléctricos. La seguridad, considerada como un elemento fundamental en la infraestructura de carga, se reafirma mediante rigurosas pruebas y mediciones eléctricas.

El proyecto va centrado en la implementación de una electrolinera con una capacidad de carga de 32 A y una potencia de 7.68 kW, estas mediciones adquieren una relevancia significativa. Este nivel de potencia confirma la capacidad de la electrolinera para suministrar energía de manera eficiente, ajustándose a las especificaciones operativas.

Es importante destacar que, aunque las estaciones de carga de corriente alternan (CA) suelen tener potencias que oscilan entre 3.7 kW y 22 kW, la electrolinera en cuestión se sitúa en el límite superior de este rango, ofreciendo así una capacidad considerable para cargas efectivas y accesibles para los usuarios. Este enfoque está en consonancia con las tendencias actuales en infraestructuras de carga, donde la eficiencia y la rapidez se combinan para mejorar la experiencia del usuario.

Aunque las estaciones de carga en corriente continua (CC), conocidas por su capacidad de carga rápida, pueden proporcionar hasta 350 kW, la electrolinera del proyecto se destaca por ofrecer una solución de carga eficaz para vehículos eléctricos en entornos más convencionales.

Las pruebas y mediciones eléctricas realizadas, especialmente la confirmación del voltaje y la potencia, no solo respaldan la eficacia operativa de la electrolinera, sino que

también contribuyen a la evaluación continua y al mejoramiento de la infraestructura de carga. En última instancia, la seguridad, la eficiencia y la adaptabilidad son aspectos esenciales que se reflejan en la implementación de una electrolinera de 32 A y 7.68 kW de potencia. Este enfoque busca no solo satisfacer las necesidades actuales de carga de vehículos eléctricos, sino también anticipar y adaptarse a las demandas futuras de movilidad sostenible.

**Figura 34**

*Mediciones de seguridad antes de cargar un vehículo eléctrico*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

La inspección visual representa un componente fundamental para el óptimo funcionamiento de la electrolinera, constituyendo una fase crucial en la evaluación y mantenimiento continuo de la infraestructura de carga. Durante esta etapa, se realizará una evaluación detallada de diversos aspectos que abarcan tanto la integridad estructural de la estación como la accesibilidad y el estado operativo de sus dispositivos clave.

En primer lugar, se dedicará especial atención al estado e integridad de la estructura física de la electrolinera. Esto implica la evaluación de posibles daños, corrosión u otros factores que puedan afectar la robustez y estabilidad de la estación. La integridad estructural desempeña un papel crítico no solo en el funcionamiento seguro, sino también en la durabilidad a largo plazo de la infraestructura.

Además, se examinará la accesibilidad de los dispositivos de operación. La disposición y accesibilidad adecuadas de los controles y paneles de la electrolinera son esenciales para facilitar su uso por parte de los usuarios, mejorando la experiencia general de carga y garantizando una operación eficiente.

La inspección visual también se enfocará en la precisión de la conexión de los cables, evaluando la correcta vinculación entre la estación y los vehículos eléctricos. Esto incluirá la verificación de posibles desgastes o daños en los cables, asegurando una conexión segura y eficiente durante el proceso de carga.

En el ámbito de la seguridad eléctrica, se llevará a cabo un análisis minucioso de los dispositivos de protección contra elevados voltajes, rectificadores, bornes y otros elementos críticos. La correcta funcionalidad y estado operativo de estos dispositivos son esenciales para garantizar la seguridad tanto de los vehículos como de la infraestructura en sí.

Adicionalmente, se prestará atención a la presencia y visibilidad de la señalización. Una señalética clara y visible es fundamental para orientar a los usuarios, facilitando la ubicación adecuada de los vehículos y proporcionando instrucciones claras sobre el uso de la electrolinera.

### **Figura 35**

*Inspección de breakers del suministro de energía*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

## **4.2 Pruebas en vehículo eléctrico**

Una vez concluidas con éxito las pruebas de verificación y funcionamiento de la electrolinera, el siguiente paso es realizar pruebas de medición para obtener datos precisos sobre la eficiencia y rendimiento del sistema de carga. En esta fase crucial de evaluación, se contó con la colaboración de la reconocida marca CHEVROLET, que ha proporcionado uno de sus vehículos más destacados: el BOLT EUV 2023, un modelo completamente eléctrico.

La inclusión de un vehículo de renombre como el CHEVROLET BOLT EUV 2023 en las pruebas de carga no solo valida la interoperabilidad de la electrolinera, sino que también proporciona información valiosa sobre la autonomía del vehículo durante el proceso de carga. Esta colaboración práctica refuerza la validez de los resultados obtenidos y establece una conexión directa con la realidad del mercado de vehículos eléctricos.

Durante estas pruebas de medición, se evaluarán varios aspectos clave, incluida la velocidad de carga, la estabilidad del suministro eléctrico y la capacidad de la electrolinera para satisfacer las necesidades específicas de carga del CHEVROLET BOLT EUV 2023. Además, se recopilarán datos sobre la autonomía alcanzada después de una sesión de carga completa, lo que será útil para los propietarios de vehículos eléctricos y contribuirá al conocimiento general sobre el rendimiento de la infraestructura de carga.



La participación de un vehículo de alta gama y ampliamente reconocido en estas pruebas añade un componente práctico y tangible al proyecto de investigación. La experiencia con el CHEVROLET BOLT EUV 2023 permitirá evaluar no solo la eficiencia de la electrolinera en términos de carga, sino también comprender cómo interactúan los vehículos eléctricos de última generación con la infraestructura de carga, lo que proporcionará información esencial para el avance de la movilidad eléctrica.

Estas pruebas de medición no solo se centran en la funcionalidad técnica de la electrolinera, sino que también buscan iluminar la experiencia del usuario y la viabilidad práctica de la infraestructura de carga en el contexto del vehículo eléctrico CHEVROLET BOLT EUV 2023. Este enfoque holístico respalda la validez y relevancia de los resultados obtenidos en el marco de la investigación, contribuyendo así al avance continuo de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos.

**Figura 36**

*Vehículo Bolt EV*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Especificaciones técnicas del vehículo para posterior comenzar la carga en la electrolinera:

- Cuenta con un cargador de doble puerto, el cual puede ser intercambiado para

carga de 120V y de 240V.

- La unidad de carga de 120 voltios logra una carga de 6.4 kilómetros de rango en la primera hora de carga.
- La unidad de carga de 240 voltios logra una carga completa en 8 horas.
- Chevrolet Bolt EUV ofrece un rango de autonomía de 397 km en cada carga completa, lo que significa un excelente desempeño dentro o fuera de la ciudad.
- 200 HP (150 kW de energía de impulso eléctrico).
- 266 lb-pie de torque.

Este tipo de vehículo cuenta con sistema de carga rápida lo que nos beneficia para tener un análisis de datos mucho más preciso y confiable.

**Figura 37**

*Conector para carga rápida*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

El sistema de carga rápida de alta potencia CC, RPO: CBT, consta de la estación de carga rápida CC estática externa del vehículo, el enchufe combinado CC, la toma del cargador de la batería EV/híbrida, el T24 cargador de batería - CC y el paquete de batería EV/híbrida. La corriente CC de alta tensión se suministra directamente al paquete de batería

EV/híbrida a través del T24 cargador de batería - CC, sin pasar por el T18 cargador de batería, denominado a menudo cargador de batería del motor de accionamiento. La toma tiene un mecanismo de bloqueo que bloquea el enchufe combinado CC, mientras se transfiere alimentación al paquete de batería EV/híbrida. El bloqueo mecánico es un sistema de seguridad controlado por el módulo de control del tren motor EV/híbrido 2. Este mecanismo de bloqueo se desactivará cuando se haya completado o terminado el proceso de carga y la CC de alta tensión se reduzca a un nivel de tensión seguro en el enchufe combinado de CC.

El módulo de control del tren motor EV/híbrido 2 monitoriza y verifica las siguientes condiciones antes de que pueda empezar el proceso de carga:

- La estación de carga estática puede de suministrar alimentación CC de alta tensión al paquete de batería EV/híbrida.
- La temperatura del paquete de batería EV/híbrida puede mantenerse dentro del intervalo normal de funcionamiento.
- No hay averías de seguridad eléctrica de alta tensión presentes.
- El mecanismo de bloqueo de la toma funciona correctamente.
- La inmovilización del vehículo es satisfactoria, si dispone de ella.
- Si alguna de estas condiciones falla durante el proceso de carga, entonces se terminará el proceso de carga.
- Cable/estación de carga del cargador de baterías del motor de accionamiento

El vehículo al ser conectado con la electrolinera con una fuente de alimentación de 220V tendrá un aproximado de 8 horas promedio para que su batería se recargue al 100% con la cual tendrá una autonomía de 397 km en carretera o ciudad por lo que al ser uno de los primeros autos eléctricos de la marca CHEVROLET que circulara en Ecuador su autonomía genera expectativas en los usuarios que están llenos de dudas sobre este novedoso auto.

### Figura 38

*Estimación de duración de la carga*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Al realizar el proceso de carga este auto que tenía una reserva de 5% de carga en su batería de alto voltaje nos indica el tiempo de recarga será de 7 horas con 25 minutos los cuales están reflejados en su pantalla, por lo que transcurrido este periodo se realiza una prueba de ruta de un aproximado de 256 km desde la ciudad de Quito hacia San Miguel de Salcedo y de retorno de igual manera en un lapso de 3,5 horas.

**Figura 39**

*Carga completa en función del tiempo*



**Elaborado por:** (Autores, 2023)

Para verificar el suministro eléctrico de la electrolinera, se observó que proporciona un voltaje de 220V con una intensidad de corriente de 32A. Al multiplicar estos valores, obteniendo la potencia eléctrica:

**Ecuación 2.** *Cálculo del voltaje*

$$P = V \times I$$

$$P = 220V \times 32A = 7.040W$$

Este resultado de 7.040W (0.00704kW) indica la potencia suministrada por la electrolinera. Dado que esta potencia está por debajo de 32 kW, cumple con la condición para la tarifa de 10,04 centavos por kilovatio hora (kWh).

La fórmula para calcular el costo de carga sería:

**Ecuación 3.** *Costo de carga*

$$\text{Costo} = \left( \frac{P \times \text{Tiempo de carga}}{1000} \right) \times \text{kwh}$$

Dado que se menciona un tiempo de carga estimado de 8 horas, se utiliza esta información para calcular el costo total de carga. Usando la potencia (P) calculada previamente:

$$\text{Costo} = \left( \frac{7.040W \times 8h}{1.000} \right) \times 10.4$$

$$\text{Costo} = 5.85 \text{ USD}$$

Por lo tanto, la carga completa en la electrolinera costaría aproximadamente 5.85 dólares. Es importante tener en cuenta que esta es una estimación basada en la potencia suministrada, el tiempo de carga y la tarifa proporcionada.

El cálculo establece una tarifa de 0.73 centavos por kWh, aplicable a una potencia igual o inferior a 32 kW, según lo estipulado por el control de ARCONEL. Es importante tener en consideración que las tarifas y regulaciones pueden variar, por lo tanto, es esencial verificar los detalles específicos de la tarifa y las regulaciones locales para obtener resultados precisos.

**Tabla 7.**

*Tarifa por carga*

<b>Tiempo de carga (horas)</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Costo de carga (USD)</b>
1	7.04	0.73
2	14.08	1.46
4	28.16	2.92
8	56.32	5.85

**Elaborado por:** (Los Autores, 2023)

Esta tabla asume una tarifa constante de 0.73 centavos por kWh y muestra cómo varía el costo de carga en función del tiempo de carga. Es importante tener en cuenta que estos cálculos son estimaciones y que los costos reales pueden variar según las tarifas eléctricas locales como costos de implementación y las condiciones específicas de la electrolinera.

### **4.3 Costo real para cobro en la UIDE**

Para calcular el valor que se debe cobrar por la carga, se consideraron varios factores, como el costo de instalación de la electrolinera, la ganancia mensual esperada y el plazo de recuperación de la inversión.

Costo de instalación de la electrolinera: \$2082.16

Ganancia mensual esperada: 10%

Plazo de recuperación de la inversión: 5 años (60 meses)

Primero, se calcula la ganancia mensual esperada en base al costo de instalación de la electrolinera:

Ganancia mensual = Costo de instalación \* Porcentaje de ganancia mensual

Ganancia mensual = \$2082.16 \* 10% = \$208.22

Luego, se divide esta ganancia mensual entre el número de cargas esperadas en el mes (considerando una carga por día durante el mes):

Ganancia por carga = Ganancia mensual / Número de cargas esperadas en el mes

Ganancia por carga =  $\$208.22 / 30 = \$6.94$  (aproximadamente)

Finalmente, se suma este valor a nuestro costo de carga calculado anteriormente:

Costo total de la carga (sin mantenimiento) =  $\$5.85$

Ganancia por carga =  $\$6.94$  (aproximadamente)

Valor total para cobrar por carga = Costo total de la carga (sin mantenimiento) +  
Ganancia por carga

Valor total para cobrar por carga =  $\$5.85 + \$6.94 \approx \$12.79$

Por lo tanto, el valor que se debe cobrar por cada carga para cubrir el costo de instalación de la electrolinera, obtener una ganancia mensual del 10% y recuperar la inversión en un plazo de 5 años sería aproximadamente  $\$12.79$ .

1. **Costo de instalación de la electrolinera (\$2024.87):** Este costo se obtuvo a partir de la suma de todos los gastos asociados con la adquisición e instalación de la infraestructura de carga. Esto incluiría el costo de compra de los equipos, los materiales necesarios para la instalación, así como los honorarios de instalación si corresponde. Los registros de compra y facturas proporcionarían la información necesaria para calcular este costo.
2. **Ganancia mensual esperada (10%):** Esta ganancia se estima como un porcentaje del costo de instalación. Es común en los negocios establecer objetivos de ganancias mensuales basados en el capital invertido. El 10% se determinó como una cifra realista para este escenario específico, considerando el rendimiento esperado de la inversión y otros factores económicos relevantes.
3. **Cálculo de la ganancia mensual:** La ganancia mensual se calculó multiplicando el costo de instalación por el porcentaje de ganancia mensual. Este cálculo es estándar en la determinación de los ingresos esperados de una inversión. En este caso, el 10% de la inversión inicial proporciona la cantidad esperada de ganancia mensual.



4. **División de la ganancia entre el número de cargas esperadas en el mes:** La ganancia mensual se dividió entre el número de cargas esperadas en el mes. Se asumió una carga por día durante el mes, lo que proporciona una estimación razonable del número total de cargas esperadas en un mes. Este enfoque se basa en la frecuencia de uso prevista de la electrolinera.
5. **Suma de la ganancia por carga al costo total de la carga:** Se agregó la ganancia por carga calculada al costo total de la carga. Esto proporciona el valor total que se debe cobrar por cada carga para cubrir los costos operativos y obtener la ganancia esperada. Esta suma refleja el equilibrio entre la recuperación de la inversión y la generación de ganancias a lo largo del tiempo.

## CONCLUSIONES

La investigación exhaustiva sobre las características de las diferentes baterías y su implementación en el sistema de carga eléctrica ha sido fundamental para comprender cómo maximizar la eficiencia y la efectividad de la electrolinera implementada en la UIDE. Este estudio ha permitido seleccionar tecnologías de baterías de ion-litio que ofrecen un equilibrio óptimo entre capacidad de almacenamiento, durabilidad y sostenibilidad. La elección informada de estas baterías subraya la importancia de un análisis detallado de los componentes del sistema de carga, asegurando que la estación de carga no solo cumpla con los requerimientos actuales de vehículos eléctricos, sino que también esté preparada para adaptarse a futuras innovaciones en tecnología de baterías. Este enfoque garantiza la relevancia a largo plazo de la infraestructura de carga, alineándose directamente con el objetivo de investigar y documentar las mejoras tecnológicas y ambientales introducidas por la electrolinera.

El proceso de documentación y análisis del impacto ambiental de la implementación de la electrolinera en el campus universitario ha demostrado una contribución significativa al desarrollo sostenible y a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Se estima que la estación de carga puede reducir hasta 120 toneladas de CO<sub>2</sub> al año, asumiendo que 50 vehículos eléctricos utilizan la estación diariamente, cada uno ahorrando aproximadamente 2.4 kg de CO<sub>2</sub> por carga completa comparado con vehículos de gasolina equivalentes. La operación exitosa de la estación, que puede cargar un vehículo eléctrico en 7 horas con 25 minutos para ofrecer una autonomía de 398 km, ilustra el potencial de las energías renovables para reemplazar fuentes de energía más contaminantes. Este tiempo de carga se optimiza para preservar la integridad de la batería y maximizar la eficiencia energética, utilizando una carga semi-rápida que equilibra velocidad y cuidado del vehículo. La eficacia de la estación de carga, combinada con su accesibilidad económica, refleja una convergencia exitosa de sostenibilidad ambiental y viabilidad económica, cumpliendo con el objetivo de demostrar mejoras ambientales y fomentar la adopción de energías limpias entre la comunidad universitaria.

El análisis de los costos de instalación y mantenimiento de la electrolinera ha confirmado la viabilidad económica del proyecto, destacando que la inversión inicial y los

costos operativos son consistentes con los beneficios a largo plazo de promover una infraestructura de transporte sostenible. La determinación de que cargar un vehículo eléctrico cuesta aproximadamente 1 dólar con 24 centavos por carga resalta la eficiencia económica de la electrolinera, proporcionando un incentivo financiero para su uso por parte de estudiantes y personal. Este resultado cumple con el objetivo de analizar los costos asociados y demuestra que las electrolineras no solo son factibles desde una perspectiva ambiental sino también desde una económica, ofreciendo una solución práctica y accesible para la movilidad sostenible en la UIDE.

## RECOMENDACIONES

Fomentar la Investigación y Desarrollo en Tecnologías de Baterías de Nueva Generación: Dada la importancia crítica de las baterías en la eficacia y sostenibilidad de los vehículos eléctricos, se recomienda que la UIDE continúe y amplíe sus esfuerzos en la investigación y desarrollo de tecnologías de baterías de nueva generación. Esto podría incluir la exploración de materiales alternativos que ofrezcan mayores densidades energéticas, tiempos de carga reducidos y menor impacto ambiental. La colaboración con industrias y centros de investigación podría acelerar estos desarrollos, asegurando que la universidad se mantenga a la vanguardia de la innovación tecnológica. Estas investigaciones no solo beneficiarían el rendimiento y la viabilidad de las electrolinerías futuras, sino que también podrían contribuir significativamente al cuerpo global de conocimiento en tecnologías sostenibles de almacenamiento de energía.

Expansión de la Infraestructura de Carga y Promoción de Políticas de Movilidad Sostenible: En respuesta a la viabilidad económica y el impacto ambiental positivo demostrado por la electrolinería actual, se recomienda la expansión de la infraestructura de carga dentro del campus universitario y posiblemente en áreas asociadas. Esta expansión debería ir acompañada de políticas que promuevan la movilidad sostenible entre la comunidad universitaria, incluyendo incentivos para la adquisición y uso de vehículos eléctricos. La creación de conciencia y la educación sobre los beneficios ambientales y económicos de la movilidad eléctrica podrían acelerar la adopción de estas tecnologías. Adicionalmente, la universidad podría explorar asociaciones con gobiernos locales y empresas privadas para aumentar el número de electrolinerías disponibles al público, contribuyendo así a una red más amplia de infraestructura de carga en la región.

Integración de Currículos y Proyectos Estudiantiles Relacionados con la Sostenibilidad: Para aprovechar al máximo el proyecto de la electrolinería y potenciar su impacto educativo, recomendamos integrar temas de energía renovable, movilidad sostenible y ingeniería ambiental en los planes de estudio ya existentes. Proponemos que los estudiantes participen en proyectos prácticos como el diseño, investigación y mantenimiento de la infraestructura de carga eléctrica, así como en planes para su futura expansión. Involucrar a los estudiantes en estos proyectos reales no solo preparará a futuros ingenieros y tecnólogos para liderar en la transición hacia tecnologías más

limpias, sino que también enriquecerá su aprendizaje y reafirmará el liderazgo de la UIDE en educación sostenible y tecnología ambiental.

## REFERENCIAS

- AEADE (2022). Anuario 2022, Quito-Ecuador
- ARCOSA. (2023). Pliego tarifario para los proveedores de servicio de carga de vehículos eléctricos límites máximo de costos. Quito-Ecuador
- Arrow Automotive. (2021). *Normativa y certificación de los vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/regulations-and-certification-for-electric-vehicles>
- Autosoprote, (2019). *Tipos de batería de los vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://autosoprote.com/tipos-de-baterias-de-los-autos-electricos/>
- Barrera, O. & Ros J. (2017). *Vehículos eléctricos e híbridos*. Editorial Paraninfo. Madrid-España
- Carreras, R., Flores, A., Callejón, I., Carrera, X., Balsells, O., Bonet, O., Espada, I., Forns, S., Isidro, Ll., Miret, S. & Casanova, J. (2005). *Motores alternativos de combustión interna*. Universidad Politécnica de Catalunya
- El Comercio. (2016). *Kia lanzó a la venta el primer vehículo eléctrico en Ecuador a USD 34 990*. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/kia-vehiculo-electrico-venta-ecuador.html>
- González, P. (2019). *Principios básicos del vehículo eléctrico*. Universidad de Valladolid. Escuela de ingenierías industriales.
- Heras, M. (2008). *Fuentes de energía para el futuro*. Secretaria General Técnica
- Hove, A. & Sandalow, D. (2019). *Electric vehicle charging in China and the United States*. Columbia SIPA
- Laborde, M. & Williams, R. (2016). *Energía Solar*. Editorial ANCEF. Buenos Aires-Argentina
- Laguna, I. (2022). *La generación de energía eléctrica y el ambiente*. Gaceta ecológica
- LugEnergy. (2022). *Conector SAR J1772 Tipo 1 para Coche Eléctrico*. Recuperado <https://www.lugenergy.com/sae-j1772/>
- LugEnergy. (2023). *Modos de recarga de vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://www.lugenergy.com/modos-de-recarga-vehiculos-electricos/>
- Montoya, C. (2011). *Energía Solar Fotovoltaica*. Escuela de Organización Industrial

Pañero, E. (2019). *Tipos de conectores en los vehículos eléctricos*. Centro Zaragoza Escuela de Mecánica y Electrónica.

Romero, A. (2010). *Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles*. Departamento de ingeniería Química. Valverde-Madrid

## ANEXOS

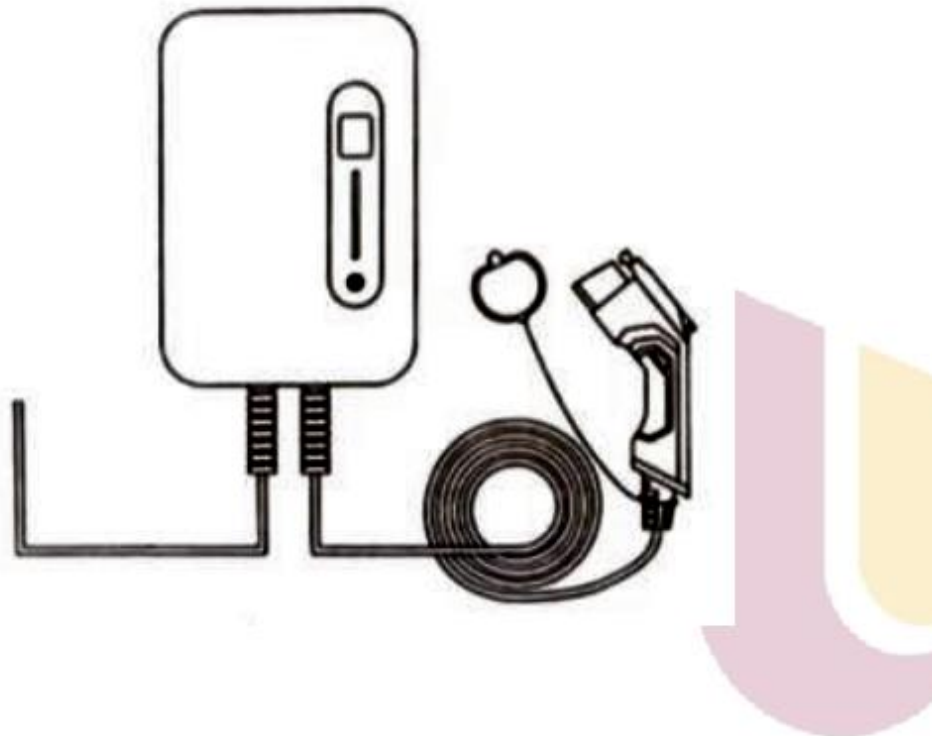
### Anexo 1. Manual del Equipo



# EV CHARGER

CONECTOR	NEMA 14-50	SAE J1772 (TIPO 1) ESTANDAR NORTEAMERICANO
	NEMA 06-50	IEC 62196-2 (TIPO 2) EU ESTANDAR EUROPEO

## MANUAL DE USUARIO







## CONTENIDO

### 02 – 03 AVISO DE USUARIO

---

DECLARACION	ADVERTENCIAS	PRECAUCIONES
CONSEJOS DE SEGURIDA	PROTECCION DE SEGURIDAD	CARACTERISTICAS CLAVE

### 04 – 04 TIPOS DE ENCHUFE

---

### 05 – 06 ESTACION DE CARGA EV CAJA DE PARED LF-F30

---

### 05 – 05 ACCESORIOS PARA EL MONTAJE

---

### 05 – 05 PARAMETROS TÉCNICOS

---

### 06 – 06 PANTALLA DEL PRODUCTO

---

### 06 – 06 CONECTOR DE ENERGIA

---

### 07 – 07 ILUSTRACION DE LA PANTALLA LED

---

### 08 – 08 GUIA DE INTALACION

---

### 09 – 09 INSTRUCCIONES DE USO

---

### 09 – 09 SOBRE MANTENIMIENTO

---

### 10 – 10 INTRUCCION DE GARANTIA

---

JAVIER ENRIQUEZ

SANTIAGO CHICAIZA

1  
FRANCISCO TUTACHA



## AVISO DE USUARIO

### DECLARACION

Debido al producto, los gráficos proporcionados en este manual del usuario pueden ser diferentes del producto real, consulte el producto que compro.

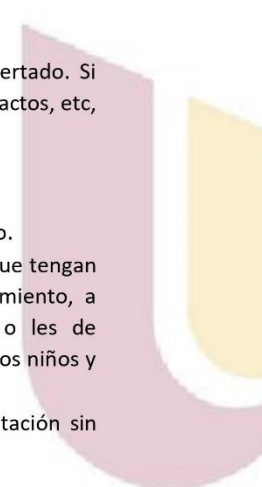
Debido a actualizaciones técnicas, existen diferencias funcionales en el producto sin previo aviso.

### PRECAUCIONES

- Asegúrese que la toma de corriente cumpla con los estándares de seguridad.
- Este cargador EV solo se utiliza para vehículos tipo 1 (SAE J1772) o tipo 2 (IEC 62196-2). No utilices en vehículos eléctricos con otro tipo de enchufe.
- La estructura interna del cargador EV es complicada, sin ningún soporte técnico profesional no lo desmonte.
- No utilice este producto para ningún otro propósito, incluida tracción, fijación, etc.
- No tire del cable de alimentación para desenchufar el conector.
- Instale el cargador de vehículos eléctricos en un lugar alejado de chispas, polvo y corrosión.
- Utilice el cargador EV en una temperatura constante, humedad constante y un ambiente limpio.
- Cuando el cargador no se utilice durante un periodo prolongado o en condiciones climáticas adversas como tormentas eléctricas, corte la alimentación.
- Si necesitas utilizar un disyuntor, utilice un disyuntor que supere la corriente nominal del producto. Por ejemplo, si compra un cargador de 32A, elija un disyuntor superior a 32<sup>a</sup> (40A, 45A, 50A, etc).

### ADVERTENCIA

- Asegúrese de que el enchufe de alimentación este firmemente insertado. Si encuentra alguna anomalía como olor a quemado, chispas en los contactos, etc, corte la alimentación inmediatamente.
- No utilice cables de alimentación dañados
- Esta prohibido compartir enchufes con otros aparatos eléctricos.
- No permitan que los niños toquen el cargador cuando este alimentado.
- Esta prohibido el uso de este cargador a personas (incluidos niños) que tengan deficiencias sensoriales, mentales o falta de experiencia y conocimiento, a menos que alguien responsable de su seguridad los supervise o les de instrucciones relacionadas con el uso del cargador. Se debe cuidar a los niños y asegurarse que no jueguen con el cargador.
- Esta prohibido utilizar el cargador debajo de una fuente de alimentación sin protección contra fugas.





- No enchufar ni desenchufar con las manos mojadas.
- Esta prohibido utilizar el cargador en agua o lavarlo con agua.
- Esta prohibido utilizar el cargador con un cable de extensión o adaptador.
- Está prohibido utilizar el cargador en gases volátiles o gases no contaminantes.

#### CONSEJOS DE SEGURIDAD

- El cargador tiene una salida de alto voltaje; preste atención a la seguridad personal al usuario.
- Compruebe periódicamente el cargador para detectar daños evidentes. El uso de productos dañados puede provocar descargas eléctricas.
- Antes de encender el dispositivo, asegúrese que este correctamente conectado a tierra para evitar accidentes.
- Si ocurre un error de conexión a tierra, se debe asumir que el cable de conexión a tierra tiene voltaje. Verifique el circuito y asegure que no haya aparatos eléctricos de alta potencia en uso en todo el circuito.
- En ninguna circunstancia, no modifique ni cambie ninguna pieza usted mismo.
- Todas las piezas metálicas deben estar aisladas o protegidas para evitar circuitos causados por herramientas que entran en contacto con piezas metálicas.
- Antes de encender el cargador, confirme que el voltaje de entrada, la frecuencia, el disyuntor y otras condiciones del cargador cumplan con las especificaciones.

#### PROTECCION DE SEGURIDAD

Funciones de advertencia e indicador

Salida sobre protección actual

Protección contra sobrecalentamiento

Protección de sobretensión de entrada

Protección de corriente corta

Entrada bajo protección de voltaje

Protección del suelo

Detección del estado de carga

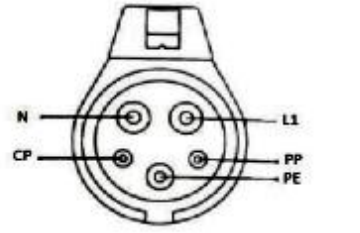
#### CARACTERISTICAS CLAVE

1. **Alta compatibilidad:** Compatible con todos los vehículos eléctricos con enchufes tipo 1 (SAE J1772) y tipo 2 (IEC 62196-2) con un 99% de compatibilidad.
2. **Garantía de Seguridad:** Ya paso todas las pruebas de CE, FCC. Se toman todo tipo de medidas de protección para garantizar la seguridad de cada usuario.
3. **Carcasas robustas:** Para brindar calidad de primera clase, utilizamos un nuevo diseño y utilizamos aleaciones de alta resistencia. Prueba experimental, el cargador EV puede soportar el peso del automóvil.

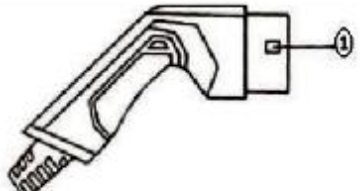
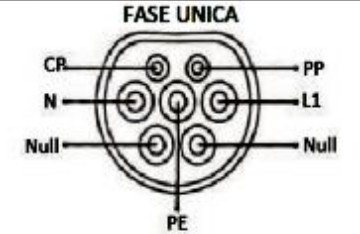
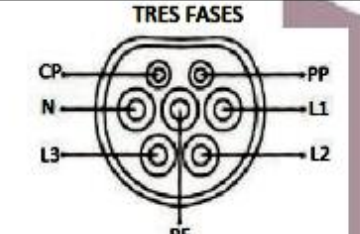


4. **Chip inteligente:** Reparar automáticamente problemas menores de carga durante la carga. La luz indicadora parpadear de diferentes maneras para indicar diferentes problemas, lo que le ayudara a conocer la situación de carga a tiempo.

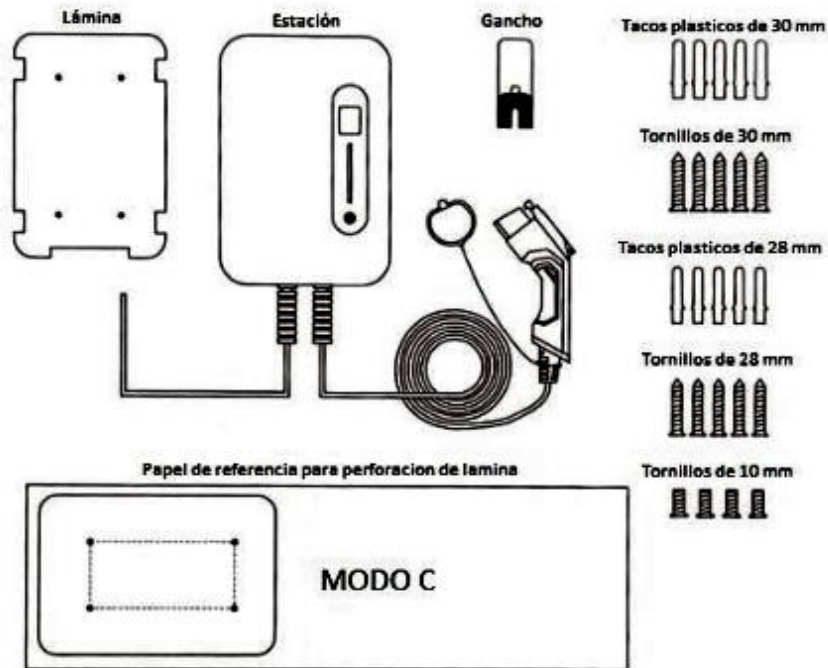
**ENCHUFE TIPO 1 (SAE J1772)**

	
<p>1 y 2 son estructuras protectoras, solo presione el botón para cortar la corriente y sacar el enchufe. 2 hay un orificio redondo para bloquear, esta estructura se usa para evitar que el enchufe genere chispa repentinamente.</p>	<p><b>CP-CPP:</b> Función de comunicación de línea de señal. <b>N:</b> Neutral <b>PL:</b> Protección de puesta a tierra <b>L1 L2 L3:</b> Alineación de corriente alterna (CA)</p>

**ENCHUFE TIPO 2 (IEC 62196-2)**

	<p>Orificio de bloqueo electromagnético, si el vehículo tiene una función de bloqueo electromagnético, consultar el manual del vehículo-</p>
<p style="text-align: center;"><b>FASE UNICA</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>TRES FASES</b></p> 
<p><b>CP PP:</b> Función de comunicación en línea de señal <b>N:</b> Neutro <b>PE:</b> Protección puesta a tierra <b>L1:</b> Alimentación de corriente alterna CA</p>	<p><b>CP PP:</b> Función de comunicación de línea de señal <b>N:</b> Neutro <b>PE:</b> Protección puesta a tierra <b>L1 L2 L3:</b> Alimentación de corriente alterna CA</p>

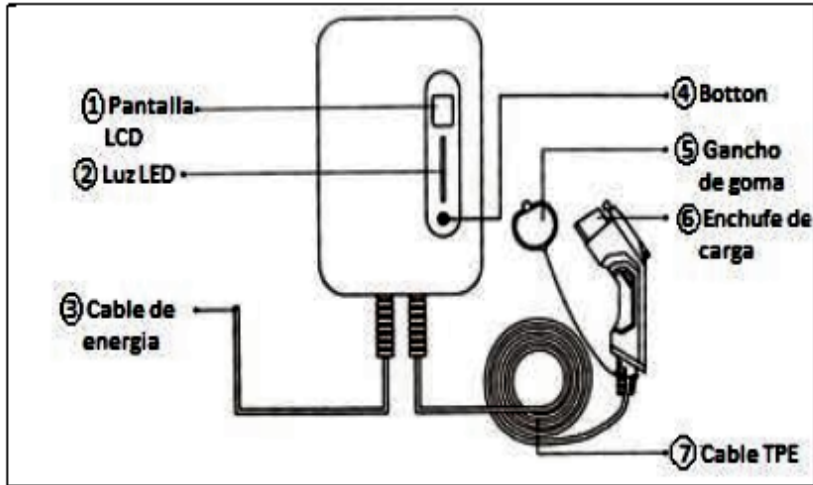
### ACCESORIOS PARA EL MONTAJE



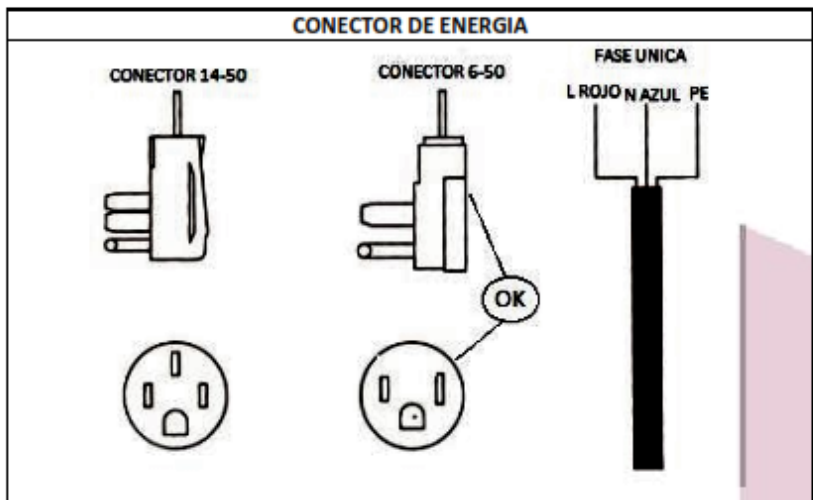
### PARAMETROS TECNICOS

MODO DE FASE	FASE UNICA
ESTANDAR APLICABLE	SAE J1772 (tipo 1) IEC 62196-2 (tipo 2)
CLASIFICACION DE IP	IP66
TENSION NOMINAL	100V - 250V
CORRIENTE NOMINAL	32A
POTENCIA MAXIMA	7,6KW / 9,6KW
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-40°C + 70°C
MATERIAL DEL RECINTO	ABS + ALEACION DE PC
LONGITUD DEL CABLE	6,1 METROS





En el gráfico se muestra solo el enchufe de carga tipo 1 (SAE J1772)

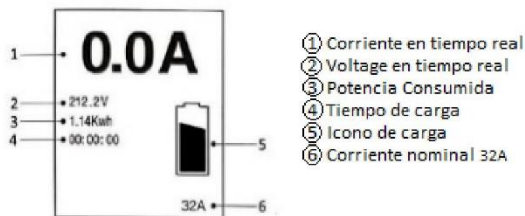


En el grafico se muestra el conector ideal para la conexión, conector 6-50

### ILISTRACION DE LA PANTALLA LED

**NOTA:** Esta corriente solo se puede ajustar de acuerdo con la corriente realmente recibida por los vehículos eléctricos, no necesariamente la corriente nominal máxima.

La clasificación actual del producto depende del producto que compre (32A o 40ª).



### PANTALLA LED

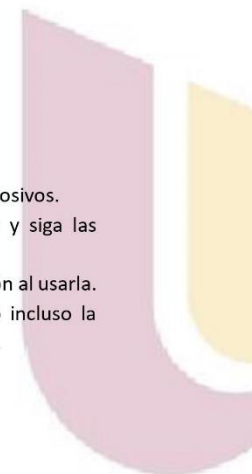
INACTIVO	CONECTADO	CARGANDO	TERMINADO	ERROR
				
APAGADO	LUZ CONTINUA	RODANTE	LUZ CONTINUA	ROJO INTERMITENTE

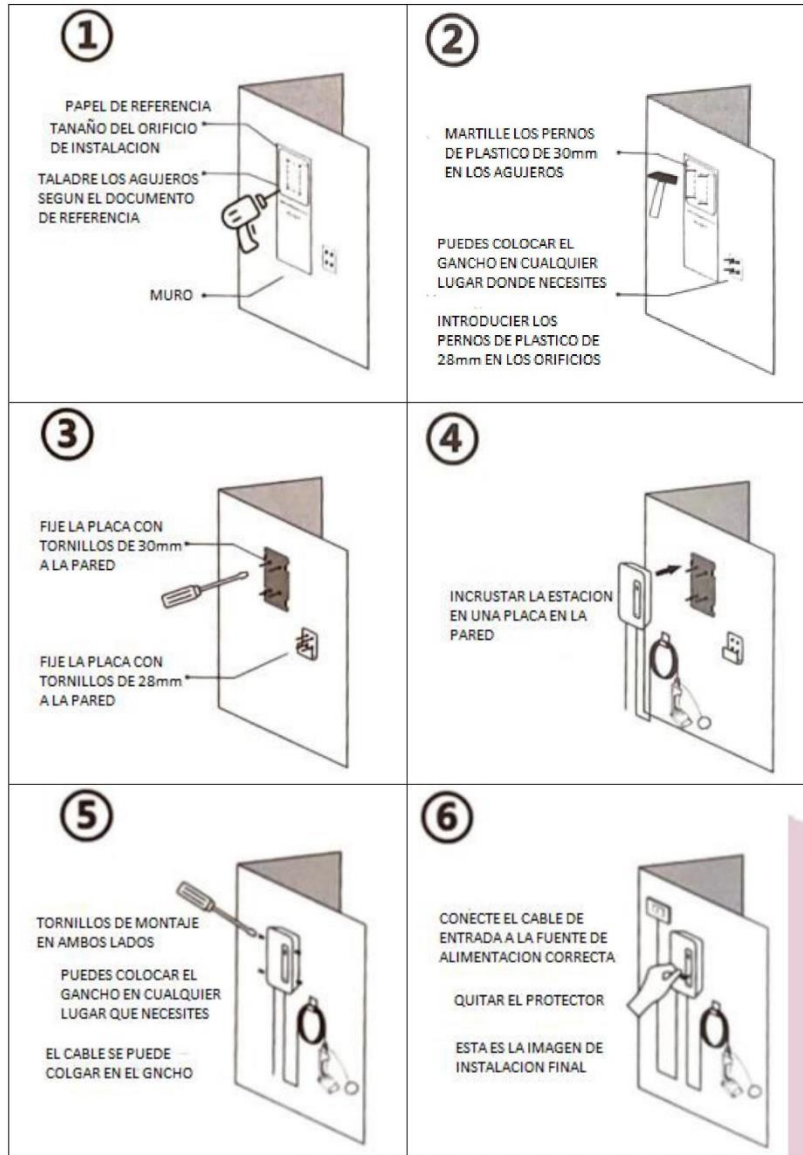
**NOTA:** Cuando ocurren pequeños problemas como corriente corta, la caja de pared se reiniciará automáticamente para reparar y continuar cargando.

Para fallas graves, el sistema no puede recuperarse automáticamente, para recordarle al usuario esta falla, después de que el usuario desconecte, el sistema automáticamente hará una cuenta regresiva en 10 segundos para reiniciarse.

### PRECAUCION

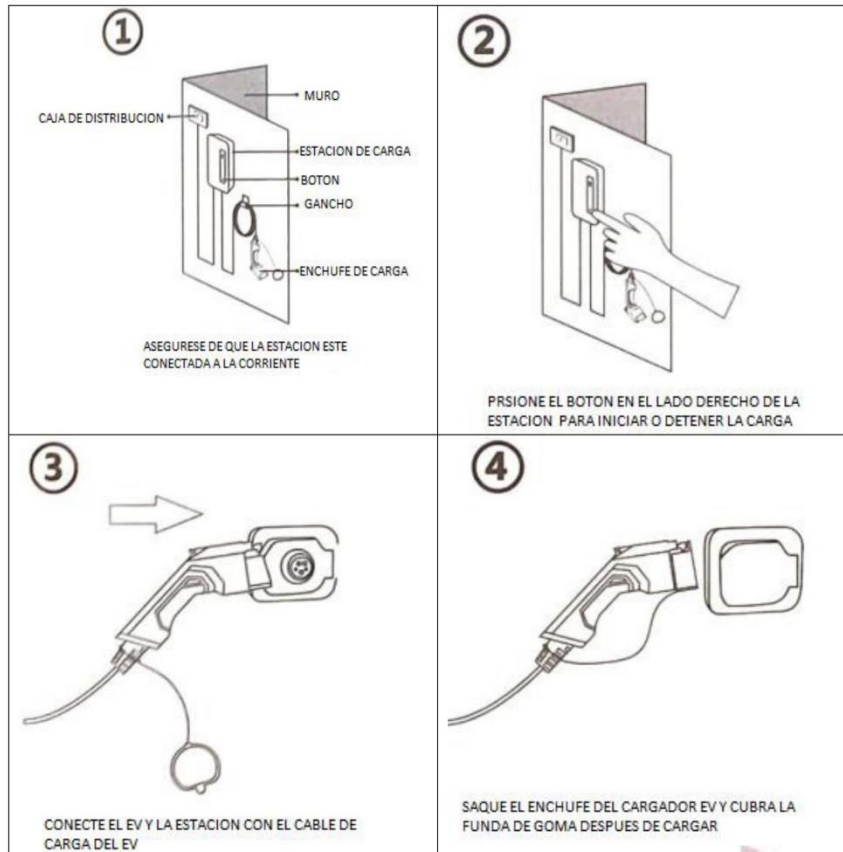
- No seguir las instrucciones puede resultar peligroso.
- Los niños tienen prohibido usar o tocar la estación de carga.
- No desmontar la estación de carga mientras está en funcionamiento.
- Instale la estación de carga lejos de lugares pirotécnicos, polvorientos o corrosivos.
- Utilice la estación de carga solo cuando esté funcionando normalmente y siga las instrucciones.
- La estación de carga produce una salida de alto voltaje. Debe prestar atención al usarla.
- Si ocurre un mal funcionamiento, puede causar una descarga eléctrica o incluso la muerte. En situaciones de emergencia, puede cortar el suministro de energía.







**INSTRUCCIONES DE USO**



**SOBRE EL MANTENIMIENTO**

1. Para garantizar el uso normal del cargador de vehículos eléctricos y reducir el riesgo, el equipo debe recibir mantenimiento dentro de un tiempo específico. El mantenimiento del equipo debe ser realizado por profesionales utilizando herramientas de mantenimiento calificadas y seguras.
2. El producto ha sido empaquetado de fábrica. Durante el transporte, se deben evitar impactos y golpes fuertes para evitar daños internos al producto.
3. El cargador de vehículos eléctricos debe colocarse con una temperatura ambiente de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa no debe excederse al 95%. El aire no debe contener ácidos, álcalis u otros elementos corrosivos/explosivos gases.



### **INSTRUCCIONES DE GARANTIA**

Emos realizado pruebas de simulación de acuerdo con los requisitos de diseño y el estándar técnico. Antes consignación de equipos. Desde el día de la compra, cualquier problema de calidad del producto podrá ser reflejado al distribuidor al plazo de 12 meses.

Cualquier daño directo o mal funcionamiento causado por negligencia, uso/instalación incorrecta, reparación por parte de los usuarios o daño natural no esta cubierto por la garantía.



JAVIER ENRIQUEZ

SANTIAGO CHICAIZA

10  
FRANCISCO TUTACHA

## Anexo 2. Tarifa demanda vehículos eléctricos

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO *Con conciencia energética*

**Tarifa con demanda horaria para vehículos eléctricos**

RANGO (de consumo)	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
Lunes a viernes De 08:00 a 18:00	\$ 4,050	\$ 0,080	\$ 1,414
Lunes a domingo De 18:00 a 22:00		\$ 0,100	
Lunes a domingo De 22:00 a 08:00 Sábado y domingo De 08:00 a 18:00		<b>\$ 0,050</b>	

Se recomienda cargar el vehículo eléctrico en **horario nocturno**, cuando **el costo de la energía es menor para quienes tienen este medidor.**

#EEQsiempreJuntoAti @ElectricaQuito

## Anexo 3. Lugar de implementación electrolinera



**Anexo 4.** *Equipo de carga Type 2 (IEC 62196-2)*



**Anexo 5.** *Equipo de carga Type 2 (IEC 62196-2)*



**Anexo 6.** *Equipo de carga Type 2 (IEC 62196-2) con conector*





**Anexo 7. Materiales para conexión de equipo**



**Anexo 8. Materiales para conexión y protección de equipo**



**Anexo 9.** *Elaboración caja de Protección*



**Anexo 10.** *Caja de Protección Terminada*



**Anexo 11.** *Instalación caja de Protección*



**Anexo 12.** *Conexión eléctrica*





**Anexo 13.** *Conector para vehículos eléctricos*



**Anexo 14.** *Enchufe de Equipo*



**Anexo 15.** *Equipo para cargar vehículos eléctricos*



**Anexo 16.** *Comprobación energía para equipo de carga*



**Anexo 17.** *Comprobación energía para equipo de carga*



**Anexo 18.** *Equipo encendido*

