



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA  
VEHÍCULO URBANO ELÉCTRICO Y CONTROL MEDIANTE  
APLICACIÓN MÓVIL.**

**AUTORES: EDWIN MARCELO CUASQUI PUPIALES  
ANDERSON DAVID RUIZ GARCÍA**

**DIRECTOR: ING. IGNACIO BAYARDO BENAVIDES CEVALLOS MSC.**

**IBARRA, 2023**

## CERTIFICADO

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director de Plan de Trabajo de Grado, previo a la obtención del Título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Concejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado titulado es **"IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA VEHÍCULO URBANO ELÉCTRICO Y CONTROL MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL"**. presentado por el señor Edwin Marcelo Cuasqui Pupiales con número de cédula 1003818521, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 3 días del mes de marzo del 2023

Atentamente



Ing. Ignacio Benavides MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

## CERTIFICADO

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director de Plan de Trabajo de Grado, previo a la obtención del Título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Concejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado titulado es **"IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA VEHÍCULO URBANO ELÉCTRICO Y CONTROL MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL"**. presentado por el señor Anderson David Ruiz García, con número de cédula 1004681282, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 3 días del mes de marzo del 2023

Atentamente



Ing. Ignacio Benavides MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003818521		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cuasqui Pupiales Edwin Marcelo		
DIRECCIÓN:	Imbabura, Cantón Pimampiro Parroquia Mariano Acosta Calles Camilo gallegos y Intipungo		
EMAIL:	emcuasquip@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2680120	TELÉFONO MÓVIL:	0988410710

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004681282		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Anderson David Ruiz García		
DIRECCIÓN:	Imbabura, Cantón Otavalo, Ciudadela Jacinto Collahuazo		
EMAIL:	adruizg@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0981964277

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA VEHÍCULO URBANO ELÉCTRICO Y CONTROL MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL
AUTOR (ES):	Edwin Marcelo Cuasqui Pupiales Anderson David Ruiz García
FECHA: DD/MM/AAAA	03/04/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Ignacio Bayardo Benavides Cevallos MSc.

## 2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 3 días del mes de abril de 2023

### LOS AUTORES:



Cuasqui Pupiales Edwin Marcelo

1003818521



Ruiz García Anderson David

1004681282

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación dedico a: Mi madre Luceny quien con su amor me ha inculcado el ejemplo de esfuerzo para luchar por nuestros sueños.

A mi esposa Karla quien también ha sido mi apoyo incondicional que me motivaba para seguir persistiendo cuando me iba a rendir.

A mis hermanas por el apoyo moral que me brindaron en este camino de vida universitaria y por estar siempre presentes.

A mis docentes que no desistieron en enseñarme y depositaron esperanza en mí, ya que estudiaron y aprobaron nuestra tesis.

Para todos ellos es esta dedicatoria de titulación pues se los debo por tener confianza y apoyo en mí.

**Ruiz García Anderson David**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado a Dios por permitirme culminar con satisfacción cumpliendo uno más de mis grandes sueños de ser Ingeniero en Mantenimiento Automotriz. También dedico este trabajo a mis padres Fidencio y Martha por darme la vida, brindándome su apoyo incondicional en todo momento

**Cuasqui Pupiales Edwin Marcelo**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios y a la Virgen María que me bendicen la vida. También quiero expresar mi agradecimiento a mi madre quien con su esfuerzo y dedicación supo sacarme adelante para culminar mi carrera universitaria, me ayudo con todo el apoyo que estaba en sus manos que todo parecía complicado.

De igual manera agradezco a mi tutor de Tesis Ing. Ignacio Benavides MSc que gracias a sus correcciones y consejos se pudo culminar el trabajo de titulación, también agradezco al Ing. Erik Hernández MSc y Ing. Carlos Segovia MSc por ser nuestros asesores gracias a sus conocimientos puedo desarrollarme como profesional.

Agradezco a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en mantenimiento Automotriz que me brindaron el conocimiento obtenido y valores para ser un excelente profesional.

A la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad y permitirme formarme como profesional enriqueciéndome de conocimiento.

**Ruiz García Anderson David**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de superación y aprendizaje permanente.

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz sus docentes por brindarme a lo largo de mi carrera sus enseñanzas y consejos para formarme como una profesional en el mundo automotriz.

Un agradecimiento especial al Ing. Ignacio Bayardo Benavides Cevallos MSc. Director del trabajo de grado quien ha guiado y contribuido permanentemente en esta investigación con su experiencia académica y profesional.

**Cuasqui Pupiales Edwin Marcelo**

## ÍNDICE CONTENIDOS

	PAGÍNA
<b>DEDICATORIA</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>vii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>viii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xix</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xx</b>
<b>1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos</b>	<b>1</b>
1.1.1 Objetivo General	1
1.1.2 Objetivos Específicos	1
<b>1.2 Antecedentes</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Planteamiento del Problema</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Alcance</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Justificación</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Matriz energética en el Ecuador</b>	<b>5</b>
1.6.1 Incentivos para la adquisición de VE	5
1.6.2 Movilidad sustentable	6
<b>1.7 Vehículos eléctricos</b>	<b>7</b>
1.7.1 Historia	7
1.7.2 Componentes de un VE	8
1.7.3 Autonomía	9
<b>1.8 Tipos de vehículos eléctricos disponibles en el mercado</b>	<b>9</b>
1.8.1 Mercado internacional	9
1.8.2 Tipos de vehículos eléctricos en Ecuador	9
<b>1.9 Sistema de carga para vehículos eléctricos</b>	<b>10</b>
1.9.1 Sistema de carga lenta (Modo de carga 1)	11
	x

1.9.2	Sistema de carga semi rápida (Modo de carga 2)	11
1.9.3	Sistema de carga rápida (Modo de carga 3)	11
1.9.4	Sistema de carga Ultra rápido (Modo de carga 4)	12
<b>1.10</b>	<b>Tipos de conectores</b>	<b>12</b>
1.10.1	Normativa internacional para conectores	12
<b>1.11</b>	<b>Tipos de estaciones de carga</b>	<b>13</b>
1.11.1	Infraestructura	14
1.11.2	Los vehículos y la gestión del sistema eléctrico	16
<b>1.12</b>	<b>Aplicaciones móviles</b>	<b>17</b>
1.12.1	Plug4car	17
1.12.2	Plataforma web	17
1.12.3	Nextcharge	17
1.12.4	Aplicación móvil	18
<b>2</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Metodología de la investigación</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Método de investigación</b>	<b>20</b>
2.2.1	Método cualitativo	20
2.2.2	Método cuantitativo	20
<b>2.3</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>21</b>
2.3.1	Materiales	21
2.3.2	Equipos	21
<b>2.4</b>	<b>Diagrama de flujo</b>	<b>23</b>
2.4.1	Investigar beneficios de los vehículos eléctricos	26
2.4.2	Estudiar los diferentes tipos de cargadores	26
2.4.3	Selección de equipo de carga	26
2.4.4.	Definir y validar el lugar para la instalación	27
2.4.5.	Estudio de las características eléctricas de la red de distribución	27
2.4.6.	Determinar materiales y equipos	28
2.4.7.	Selección del interruptor de protección	28
2.4.8.	Selección tipo de cable	28
2.4.9.	Selección del tipo de tubería	28
2.4.10.	Instalar equipo de carga	29
2.4.11.	Realizar pruebas de funcionamiento	30
2.4.12.	Realizar señalización	30
2.4.13.	Análisis costo beneficio de vehículos eléctricos	32
<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS</b>	<b>33</b>

<b>3.1</b>	<b>Análisis de los beneficios de los vehículos eléctricos y su aporte a la conservación al medio ambiente.</b>	<b>33</b>
3.1.1	No emiten material particulado	33
3.1.2	No realizan combustión fósil	34
3.1.3	Eficiencia energética	35
3.1.4	Recargan las baterías durante conducción	35
3.1.5	Menos mantenimiento y uso de elementos contaminantes	36
<b>3.2</b>	<b>Determinación de componentes y materiales para la instalación de una estación de carga de vehículos eléctricos.</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Análisis de los diferentes tipos de cargadores</b>	<b>42</b>
3.3.1	Sistema de carga lenta (Modo de carga 1)	42
<b>3.4</b>	<b>Pruebas en ruta</b>	<b>46</b>
3.4.1	Ruta Aeropuerto Quito-Ibarra	46
3.4.2	Ruta Yahuarcocha	48
3.4.3	Ruta semáforo yahuarcocha mirador la estelita ascenso	51
3.4.4	Ruta estelita universidad descenso	53
3.4.5	Ruta San Antonio universidad	59
3.4.6	Análisis de recorrido del Kia Soul EV 2017 al mes	61
<b>3.5</b>	<b>Prueba de funcionamiento de la estación de carga</b>	<b>65</b>
3.5.1	Prueba de funcionamiento de la aplicación EVSE4098	67
3.5.2	Análisis de prueba de funcionamiento del equipo de carga	69
<b>3.6</b>	<b>Priego tarifario para vehículos eléctricos</b>	<b>70</b>
3.6.1	Costo por carga horario L-V 08:00am hasta 18:00pm	71
3.6.2	Costo por carga horario L-D 18:00m hasta 22:00pm	72
3.6.3	Costo por carga horario L-D 22:00 pm hasta 08:00 am	73
3.6.4	Costo por carga horario S-D 08:00 am hasta 18:00 pm	74
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>4.1</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
<b>4.2</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA NÚM.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PAG.</b>
1.1	Partes de un coche eléctrico	8
1.2	Tipos de estaciones de carga	14
1.3	Estructura de bloque de recarga	15
1.4	APP Nextcharge	18
1.5	Aplicaciones móviles	19
2.1	Equipo de carga Morec EV tipo 2	22
2.2	Diagrama de flujo	25
2.3	Ubicación del lugar de implementación	27
2.4	Gabinete metálico sujeto a la pared	29
2.5	Ubicación del equipo de carga	29
2.6	Comprobación de funcionamiento del equipo	30
2.7	Señalética estación de carga	31
2.8	Proceso de pintado de logo para VE	31
2.9	Señalización designada para vehículo eléctrico en el estacionamiento	32
3.1	Emisiones de gases de efecto invernadero por medio de transporte	33
3.2	Generacion y transporte de energia	34
3.3	Eficiencia energetica	35
3.4	Funcionamiento freno regenerativo	36
3.5	Interruptor termo magnético 2x40 220 V	39
3.6	Cable triple concéntrico	40
3.7	Tubo corrugado	41
3.8	Ruta Quito Ibarra	46
3.9	Ruta Yahuarcocha	49
3.10	Ruta ascenso Yahuarcocha mirador la Estelita	51

<b>3.11</b>	Ruta descenso mirador la Estelita-Yahuarcocha	53
<b>3.12</b>	San Antonio-Universidad	59
<b>3.13</b>	Soul 2016	65
<b>3.14</b>	Conector SAE J1772	66
<b>3.15</b>	Conexión equipo de carga y vehículo	66
<b>3.16</b>	Display de indicador de tiempo y porcentaje de carga	67
<b>3.17</b>	Desconexión del conector SAE J1772	67
<b>3.18</b>	Grafica del tiempo de carga	70
<b>3.19</b>	Grafica de cantidad de energía suministrada al vehículo en kW/h	70
<b>3.20</b>	Aplicación EVSE4098	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA NÚM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
<b>1.1</b>	Tipos de vehículos eléctricos	10
<b>1.2</b>	Tipos de conectores para vehículos eléctricos	13
<b>2.1</b>	Listado de materiales	21
<b>2.2</b>	Listado de equipos	21
<b>2.3</b>	Características equipo Morec EV tipo 2	23
<b>2.4</b>	Dimensiones mínimas para estacionamiento vehicular	30
<b>3.1</b>	Requisitos de instalación para estaciones de carga	38
<b>3.2</b>	Requisitos circuitos de ramales	39
<b>3.3</b>	Tabla de características cable triple concéntrico	40
<b>3.4</b>	Características tubo corrugado	41
<b>3.5</b>	Megear EV modo 1	42
<b>3.6</b>	Carga semi-rápida modo 2	43
<b>3.7</b>	Súper cargador modo 3	44
<b>3.8</b>	Comparación de equipos de carga	45
<b>3.9</b>	Características equipo Morec EV tipo 2	45
<b>3.10</b>	Costo de consumo de energía ruta Aeropuerto Mariscal Sucre-Ibarra	48
<b>3.11</b>	Consumo de energía ruta Yahuarcocha	51
<b>3.12</b>	Consumo de energía ruta ascenso Yahuarcocha-mirador la estelita	53
<b>3.13</b>	Consumo de energía ruta descenso Yahuarcocha-mirador la estelita	55
<b>3.14</b>	Consumo ruta semáforo ingreso yahuarcocha-mirador la estelita-universidad	57
<b>3.15</b>	Consumo total de energía aeropuerto Quito-Ibarra-Yahuarcocha-Mirador la Estelita	59
<b>3.16</b>	Consumo de energía ruta San Antonio-Universidad	61

<b>3.17</b>	Costo de consumo al mes	64
<b>3.18</b>	Pliego tarifario para vehículos eléctricos	71
<b>3.19</b>	Costo por carga y mes	76
<b>3.20</b>	Costo de carga al 100 %	76
<b>3.21</b>	Costo de un vehículo Kia Soul a gasolina en periodo de 8 años	80
<b>3.22</b>	Costo de un Kia Soul EV en periodo de 8 años	80

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>ECUACIÓN NÚM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
[3-1]	Porcentaje de consumo de batería	47
[3-2]	Consumo energético	47
[3-3]	Costo de consumo de energía	48
[4-4]	Días para terminar autonomía	61
[5-5]	N veces a cargar al mes	62
[6-6]	Costo de carga al mes	62
[7-7]	Costo por carga	71

## RESUMEN

El presente trabajo de grado sobre tecnología automotriz tiene como finalidad “Implementar una estación de carga para vehículos eléctricos con aplicación móvil de control en el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica del Norte”. En principio se realizó la investigación de los sistemas de carga con características en sus diferentes modos: carga lenta (modo 1), semi-rápida(modos 2), rápida(modos 3) el cual su tiempo de carga de 6 a 8 horas, de 2 a 4 y 30 minutos respectivamente, siguiendo, se estudió los cargadores semi rápidos para vehículos eléctricos y de acuerdo a las características como: potencia, intensidad, tiempo de carga y un factor muy importante el presupuesto con el que se contó para la implementación de un dispositivo tecnológico como es el cargador de VE que su vez viene con una aplicación móvil con el que informa al usuario las características de carga que se obtenga al momento de realizar las pruebas, con este programa facilita el proceso, ya que la información llega al dispositivo celular.

Esta investigación se desarrolló por recursos bibliográficos que se dispone en el internet y en la biblioteca universitaria, además se contó con los equipos y la infraestructura adecuada que existe en el taller de ingeniería Automotriz, como por ejemplo la red de distribución eléctrica que facilita la implementación de la estación de carga de VE. Se realizó la instalación de la cargadora verificando la normativa colombiana ya que no existe en el Ecuador esta información para este tipo de proyectos.

Se realizó las pruebas de funcionamiento, también la aplicación móvil que es compatible con IOS y Android dando un buen resultado, los análisis de carga se lo realizó a un vehículo Kia Soul EV, se realizó pruebas en diferentes rutas para sacar la comparación de gasto de KWh frente al consumo de un vehículo a combustión en gasolina extra acotando los gastos de mantenimiento de cada uno a lo largo de 8 años.

## **ABSTRACT**

The objective of this degree project on automotive technology is "Implement a charging station for electric vehicles with a mobile control application located in the Automotive Engineering workshop of the Technical University of the North". In the beginning, the investigation of the charging systems with characteristics in its different modes was carried out: slow charging (mode 1), semi-fast (mode 2), and fast (mode 3) whose charging time was 6 to 8 hours, from 2 to 4 hours and 30 minutes respectively. Next, the semi-fast chargers for electric vehicles were studied and according to the characteristics such as power, intensity, charging time; A very important factor is the budget that was available for the implementation of a technological device such as the EV charger, which in turn comes with a mobile application that informs the user of the charging characteristics obtained at the time of carrying out the tests, this program facilitates the process since the information reaches the mobile device.

This research was developed using bibliographic resources that are available on the internet and in the university library, in addition, the equipment and adequate infrastructure that exists in the Automotive engineering workshop were used, such as, for example, the electrical distribution network that facilitates the implementation of the EV charging station. The loader was installed by verifying the Colombian regulations since this information does not exist in Ecuador for this type of project.

Likewise, the functional tests were carried out, using the mobile application that is compatible with both IOS and Android, giving a good result, the load analyzes were carried out on a Kia Soul EV vehicle, and tests were carried out on different routes to get the comparison of KWh expense against the consumption of a combustion vehicle in extra gasoline, reducing the maintenance expenses of each one over 8 years.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio se encuentra conformado por los antecedentes, para luego justificar el problema, proponiendo un objetivo general y objetivos específicos, para dar paso a un alcance propuesto. A continuación, está la revisión bibliográfica, para luego identificar los materiales y métodos que van a ser utilizados en el proyecto, luego estarán los resultados y discusión del trabajo con los que se obtendrá las conclusiones y recomendaciones

En el transcurso de la historia la movilidad humana ha ido creciendo con ello los vehículos de combustión interna también, provocando una gran contaminación a nivel mundial por los gases producidos debido a la quema de combustible esto con lleva al cambio climático, por lo que el ser humano se ha visto en la necesidad de obtener energías renovables para contrarrestar estos problemas, una de las alternativas es el uso de los vehículos eléctricos. Otro gran motivo para utilizar la movilidad eléctrica es que los combustibles derivados del petróleo son recursos limitados no renovables y que cualquier momento se acabarían en el planeta, con este antecedente se puede decir que el uso de VE podría ayudar a la disminución de la. Para realizar la adquisición de un VE se debe contar con cargadores o puntos de carga, por lo que la ciudad de Ibarra carece de estos, lo que vendría siendo un problema para que la ciudadanía considere la compra de estos vehículos. Es por esta razón es la que se considera la implementación de una estación de carga para VE que beneficiara a la carrera en mantenimiento Automotriz para su uso y estudio de los vehículos eléctricos. En la implementación de la estación de carga se la realiza un análisis de los diferentes tipos de cargadores investigando características fundamentales como intensidad, potencia, tiempo de cargar, certificación, precio, normativas sobre instalaciones eléctricas que están vigentes en el país que faciliten información sobre los implementos para una conexión eléctrica, distribución eléctrica para tensiones de 220 V y normativa que especifique los parámetros de señalización, pruebas de

funcionamiento con un vehículo (Kia Soul EV), comparando un vehículo eléctrico y uno de combustión interna en cuanto al precio del combustible galón por kilómetros recorridos y el precio del kilovatio hora en el cual se carga el vehículo con su autonomía.

Este proyecto proporciona al público en general el conocimiento necesario para aprender una pequeña parte sobre vehículos eléctricos el tipo de carga y sus cargadores.

# 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo General

Implementar una estación de carga para vehículos urbanos eléctricos con una aplicación móvil de control en el taller de la carrera de Ingeniería Automotriz en la Universidad Técnica del Norte.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Investigar los beneficios de la utilización de vehículos eléctricos y como aportan en la conservación del medio ambiente.
- Determinar los componentes y materiales para la instalación de una estación de carga de vehículos eléctricos.
- Estudiar y comparar los diferentes tipos de cargadores de vehículos existentes para la implementación de una estación de carga.
- Realizar un análisis del rendimiento de una estación de carga para vehículos urbanos eléctricos en cuanto costo-beneficio.

## 1.2 Antecedentes

Con el pasar del tiempo la movilidad humana ha ido incrementando progresivamente y con ello el uso de vehículos que funcionan con combustibles fósiles para moverse de un punto a otro, lo que ha ocasionado un aumento del parque automotor a nivel mundial como se evidencia en las grandes ciudades. Provocando tráfico, accidentes de tránsito más a menudo y una de las consecuencias más significativas que afecta a nivel mundial es la contaminación ambiental

debido a que en la actualidad se utiliza combustibles y estos al ser combustionados en los motores de combustión interna producen gases como: CO<sub>2</sub>, HC NO<sub>x</sub> entre otros, con tanta contaminación se busca otras alternativas para reemplazar a estos vehículos contaminantes, entre las alternativas están los vehículos eléctricos (VE).

Los vehículos eléctricos (BEV) fueron fabricados para disminuir la contaminación ambiental. Este tipo de vehículos vienen con uno o varios motores eléctricos siendo su principal alimentación una batería de litio, que pueden ser recargadas mediante estaciones de carga. La mayoría de estos vehículos traen incorporados sistemas de recuperación de energía como es el freno regenerativo (Gonzalo, 2018).

Las baterías son las partes más caras de los vehículos eléctricos, ya sea al momento de realizar su mantenimiento o a su vez cambiarla. Al momento de hacer comparaciones entre baterías se debe tener en cuenta cuál es su energía específica, sus ciclos de carga y descarga, potencia específica (Freile Veloz & Patricio, 2016).

Se puede evidenciar un cargador de batería ubicado en el vehículo eléctrico enchufable que tiene una entrada acoplada a una fuente de energía externa, una unidad de batería y uno o más sensores para monitorear las condiciones de la fuente de energía externa, el cargador de batería usa lecturas para controlar la potencia, tiempo, temperatura a la salida del cargador (Santiago, 2017).

Dependiendo de las necesidades, se pueden instalar cargadores de autos eléctricos en lugares tan comunes como domicilios, centros comerciales, restaurantes, edificios de oficinas, etc. o en lugares destinados únicamente para la carga de autos eléctricos denominados estaciones de carga rápida (Barros & Ortega, 2018).

Las estaciones de carga importantes para recargar el vehículo eléctrico cuentan con carga convencional que trabaja con 16 amperios y 220 voltios, alcanzando un 80% de carga de la batería en un tiempo de 1 hora con 30 minutos en 2 horas un 100% de carga.

La carga rápida trabaja con 32 amperios y con 440 voltios de tensión alcanzando el 80% de la batería en 20 minutos y llegando a cargar en su 100% en 40 minutos (Valentina & Felipe, 2019). La SAE en una de sus publicaciones establece una nueva tecnología de cargadores eléctricos que integran protocolos de carga y estable una norma que es SAE 1772 que contemplan 2 niveles de potencias para cargadores de autos eléctricos. De esta forma con el nuevo SAE J1772 los vehículos eléctricos y los híbridos enchufables plugin permiten reducir el tiempo de carga de ocho horas a solo 20 minutos sin necesidad de cambiar el conector (Antonio, 2012).

### **1.3 Planteamiento del Problema**

El avance tecnológico ha permitido la modernización de la industria automotriz a tal punto que hoy en día existen varias alternativas ecológicas que permiten combatir el cambio climático que es evidenciado en la actualidad, entre estas alternativas se encuentran los vehículos eléctricos. En el año 2019 en el Ecuador se eliminó el subsidio a los combustibles debido a que representan grandes gastos al país por la importación de combustibles derivados del petróleo, otro factor importante para tomar esta decisión, el país es uno de que contribuye a la contaminación ambiental y nada se hace para frenar esta problemática por este motivo el gobierno toma una importante decisión, buscando nuevas alternativas una de ellas es incentivar al uso de energías limpias y al uso de vehículos eléctricos.

La carrera de Ingeniería Automotriz incorpora un vehículo 100% eléctrico para fines de investigación y se ve la necesidad de implementar una estación de carga semi rápida para este tipo de vehículos, la carrera de Ingeniería Automotriz y la ciudad de Ibarra no disponen de este tipo de infraestructura para contribuir a la investigación tecnológica que en la actualidad va en crecimiento en el país y a nivel mundial.

## **1.4 Alcance**

Se implementará una estación de carga semi rápida. En el taller automotriz de la Universidad Técnica del Norte, con el propósito de realizar la carga de los vehículos eléctricos.

Se instalará un cargador que brinde electricidad a las baterías de los VE tomando en cuenta que en la ciudad de Ibarra se maneja voltajes de 120V con respecto a instalaciones monofásicas en domicilios y en una instalación trifásica para empresas e instituciones públicas y privadas que trabajan con un voltaje de 220V. El taller cuenta con esta instalación que facilita la conexión de este cargador que nos permite cargar las baterías de un vehículo eléctrico en un tiempo de 4 horas.

## **1.5 Justificación**

Con los diferentes cambios que se realizó en la matriz energética en el Ecuador se dio paso a las energías renovables con la construcción de megaproyectos de generación eléctrica, lo que El gobierno central dio paso a la eliminación de subsidios siendo un gasto muy elevado al estado ecuatoriano conociendo que es un recurso no renovable, que a futuro no se dispondrá de este tipo, el Ecuador está comprometido a contribuir a la conservación al medio ambiente toma iniciativas como: repotenciar las hidroeléctricas, construir proyector que aporten a producción de energías limpias (Velez, 2016).

La implementación de una estación de carga con un control de aplicación móvil, para vehículos eléctricos, permitirá abastecer de energía a estos vehículos, que actualmente se encuentran limitadas por la falta de este tipo de estaciones en la provincia de Imbabura. En el 2019 el gobierno crea una normativa de exoneración de cero impuestos, para la importación de vehículos eléctricos y sus componentes con la finalidad de incentivar la adquisición de este tipo de vehículos.

Siendo la primera estación de carga que se instale en el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, se pretende que más instituciones se sumen a estos tipos de proyectos y contar con más estaciones de carga, aumentando la posibilidad que los usuarios de vehículos a combustión tomen la iniciativa de sustituir sus vehículos por un vehículo eléctrico contribuyendo con el medio ambiente.

## **1.6 Matriz energética en el Ecuador**

En la actualidad el estado ecuatoriano considera al sector eléctrico como una de las mejores alternativas para reemplazar al petróleo, por lo que implementaron estándares que apoyan y permiten progresar muy significativamente, la constitución del Ecuador describe el buen vivir para toda la población y energía eléctrica como un derecho de cada ciudadano.

Con los cambios que se realizó en la vigente matriz energética del país, por motivo que se construyó varias megas obras de generación eléctrica, se inició con la idea de nuevas políticas para luego ser ejecutadas con relación al uso de las energías renovables, y así dejar de utilizar combustibles que se derivan del petróleo. De acuerdo con la investigación de (Rodrigo & Sonia, 2017) la energía eléctrica cuya elaboración se da a través de las plantas de generación térmica, conlleva un elevado costo para el país, tanto en el factor económico como en términos ambientales; es el primero en referencia a que el diésel al ser un derivado refinado de petróleo no se consigue en su totalidad dentro del país y para satisfacer la demanda nacional debe ser importado, lo que significa gastos por subsidios del Gobierno Central para que el costo sea accesible a la población; en el segundo aspecto se contempla que para generar el calor y posterior vapor de agua debe realizar una combustión que permita la realización de todo el procedimiento y este proceso provoca emisiones de CO<sub>2</sub> los mismos provocan que una carga negativa al medio ambiente poniendo en peligro la salud de los seres vivos.

### **1.6.1 Incentivos para la adquisición de VE**

En los últimos gobiernos se ha implantado varios proyectos para la compra de VE y lo más principal se eliminó los aranceles para que sea de fácil adquisición de vehículos eléctricos

mejorando la acogida y circulación libre dentro del país. Los siguientes detalles indican los incentivos: como por ejemplo apoya a la adquisición, con el 0% en IVA el valor no debe superar los treinta y cinco mil dólares americanos. En lo que se refiere a carga eléctrica la tarifa del kW/h dependerá del horario alergia para cargar si se realiza la carga de 22:00 a 04:00 le costara 0.05ctvs, y en horario de 8:00 a 18:00 la tarifa es de \$0,08ctvs. También se ha logrado un ICE del cero % otra de las más importantes se ha logrado realizar convenios con marcas como Renault, BYD, Nissan y Kia. Llevando a la generación de trabajo y no solo la incentivación si como la fabricación de partes y piezas para los EV(De et al., 2017).

Para la aplicación de los incentivos en Ecuador se considera que los recursos hídricos, en el país son 8 nuevas hidroeléctricas que producen aproximadamente 14520 GW/h representando el 59% más de producción de energía eléctrica. Se hace referencia del consumo de energía eléctrica en nuestro país actualmente es de 18469 GW/h, teniendo energía sobrante con la que se podrá abastecer la demanda de los vehículos eléctricos y la implementación de electrolineras en cualquier provincia del país.

En cuanto a la economía al evaluar si es rentable los sistemas eléctricos, que en principio deben apoyar la transición hacia un transporte sostenible, cabe destacar que las autoridades deben tener los conocimientos y habilidades en el campo de la electricidad y el medioambiente para llevar a cabo -un estudio profundo y completo estudio del impacto de los sistemas anteriores en el suministro de electricidad para vehículos eléctricos y una investigación eficiente. En este sentido, es necesario realizar un estudio crítico de la capacidad del sistema eléctrico nacional, así como del sistema eléctrico regional para poder evaluar las soluciones de acuerdo con las políticas que están destinadas a las energías no contaminantes.

## **1.6.2 Movilidad sustentable**

La movilidad es la que caracteriza el movimiento espacial de la materia, las personas y la información y se construye socialmente. La movilidad se logra a través de varios medios

y componentes, por lo tanto, se puede distinguir por su importancia y capacidades. Aspectos de la infraestructura física y las funciones también son componentes de la liquidez. Servicios promocionales para comunicaciones móviles. En relación con este trabajo, el análisis de la movilidad Primera diferenciada por tipo: Pasajero. Material e información en segundo lugar, por el nivel de alcance y finalmente, en tercer lugar, por el modo de transporte (CEPAL, 2015).

## **1.7 Vehículos eléctricos**

Mediante la investigación realizada son aquellos vehículos que utilizan una fuente de energía diferente a los de combustión para su funcionamiento, estos vehículos llevan conectado un motor eléctrico en la parte delantera del coche o un motor individual para cada rueda con la finalidad de generar el movimiento necesario al vehículo, transformando la energía cinética producida por las ruedas en energía eléctrica (Alvarado, 2017).

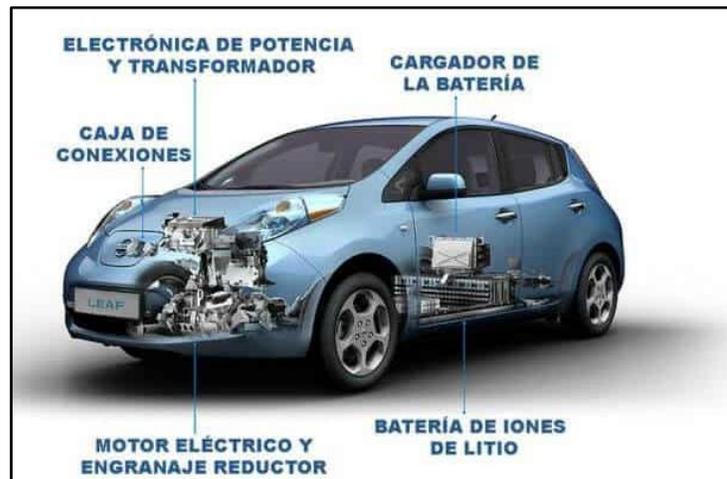
### **1.7.1 Historia**

En los años 1832 y 1839 Robert Anderson fue el que creó el primer coche eléctrico (Moreno, 2016), y fue uno de los primeros VE que existieron antes de que se fabricaran coches de cuatro tiempos. Al finalizar el siglo XIX se dio paso a la fabricación de baterías, a comienzos del siglo XX se fabricaron varios modelos de VE con un motor de corriente continua y una batería con una autonomía de 20 y 30 km llegando a alcanzar velocidades de 25 km/h un valor de 2000 a 3000 USD

En 1920 en Texas y parte de Estados Unidos se encontraron grandes yacimientos de petróleo bajando los costos de la gasolina y aumentando la fabricación de vehículos de combustión interna llegando a tener una autonomía limitada. El vehículo eléctrico en los años 70 y posteriores se retomó la fabricación de este tipo de vehículos debido a que se está eliminando paulatinamente los subsidios de los combustibles y la contaminación ambiental.

### 1.7.2 Componentes de un VE

En los VE ya no existe el motor de combustión y con ello también algunas partes más como: embrague, caja de cambios, catalizador, diferencial, sistema de escape y para su funcionamiento el vehículo usa diferentes tecnologías de propulsión. En la figura 1.1 se puede ver los componentes: de un VE, los mismos que se detallan a continuación.



**Figura 1.1** Partes de un coche eléctrico  
(R, 2017)

**Motor eléctrico:** es de corriente continua o alterna el vehículo puede tener uno o varios motores, dependerá de su diseño y las necesidades de servicio.

**Cargador:** es el encargado de conectar el vehículo con la red eléctrica de forma directa y almacenar de energía las baterías.

**Transformador:** convierte la corriente interna de la red en continua para luego ser almacenada en las baterías.

**Baterías:** es uno de los componentes importantes del vehículo eléctrico y su función son de almacenar la energía y de suministrar a los diferentes componentes del vehículo, para la autonomía de un coche va a depender del tamaño de las baterías y que cantidad de energía pueden estas almacenar en kW/h, siendo las más utilizadas en los VE las de iones de Litio. El Renault Twizy dispone de dos baterías una de tracción de 58 voltios en la que almacena toda la

energía y una segunda batería de 12V que es la encargada de proporcionar la energía para el funcionamiento de todos sus accesorios (luces, limpiaparabrisas) (Salmoral, 2016).

### **1.7.3 Autonomía**

Dependerá del tamaño de las baterías que tendrán una capacidad de 70 kWh, con un consumo medio de 20 kWh por 100 Km de recorrido que realice el vehículo circulando a 120 km/m (García, 2020). Las baterías no deben descargarse por completo ni cargarla al 100% en realidad será un 80% de su carga y se puede determinar una autonomía real de 280 kilómetros. La autonomía de un Renault Twizy es de 100 km de recorrido por carretera y tendrá un tiempo para cargar sus baterías de 7 horas conectada a una red del servicio eléctrico de 110V.

## **1.8 Tipos de vehículos eléctricos disponibles en el mercado**

### **1.8.1 Mercado internacional**

La Agencia Internacional de la Energía (IEA) dio a conocer las ventas de VE que alcanzaron los 6.6 millones en el 2021 a nivel mundial, se ha triplicado las ventas más que en el 2019, en este crecimiento se aprecia el enorme aumento de costos de los materiales claves como: el acero, aluminio y cobre, siendo los principales materiales para la construcción de una batería de un vehículo eléctrico.

En el mercado internacional la venta de vehículos se lleva a cabo en limitados países como China, Estados Unidos, Japón entre los más principales con un 95% en ventas se concentran en 10 países a nivel mundial.

### **1.8.2 Tipos de vehículos eléctricos en Ecuador**

En el país son varias las marcas de vehículos eléctricos que tienen como objetivo promover el uso de nuevas tecnologías y alternativas en el uso de energías limpias entre estas empresas están, BYD, Renault, Kia, Nissan. Como se indica en la tabla 1.1.

**Tabla 1.1** Tipos de vehículos eléctricos

<b>Vehículos</b>	<b>Características</b>
Renault Twizy	<ul style="list-style-type: none"><li>• Autonomía de 120km.</li><li>• Consumo de 63Wh/km.</li><li>• Alimentación 220V y 110V</li></ul>
Kia Soul EV	<ul style="list-style-type: none"><li>• Autonomía de más de 200 Km</li><li>• Consumo de 13,5 kW/h</li><li>• Alimentación de 110 – 220 V.</li></ul>
Nissan Leaf	<ul style="list-style-type: none"><li>• Autonomía de 240 Km/h.</li><li>• Consumo de 20kW/h</li><li>• Alimentación 220V y 110V</li></ul>

En tres provincias del país se puede hacer una introducción de vehículos eléctricos frente a los de combustibles fósiles, Guayas tiene un 71.84% de VE, Pichincha con 11.65% y Galápagos con el 10,68% las marcas más comercializadas son Kia, Renault, BYD (Universo, 2020).

Según Castillo (2018), en el país circulan 240 autos eléctricos esto gracias a un proyecto de ley que permite la importación de vehículos y sus partes al igual implementos para este tipo de autos y se prevé que para el año 2025 esta parte del parque automotor suba a 15000 mil.

### **1.9 Sistema de carga para vehículos eléctricos**

Además de la autonomía, otro aspecto importante es la duración y naturaleza del proceso de la carga la batería. Se tratará de la posible introducción de vehículos eléctricos Los usuarios deben poder cargar sus vehículos de forma rápida y sencilla. Antes, Debe ponerse en marcha la infraestructura que permite. Esto significa que la recarga es conveniente para mayor comodidad en el hogar, en la vía pública y en las estaciones de carga establecidas carga rápida en viajes largos. A continuación, se expondrán los diferentes

estándares o normas creadas para la recarga de vehículos eléctricos, se comenta los diferentes modos de recarga definidos, así como los conectores que se han diseñado (Torres, 2018).

En la actualidad existen cinco tipos de carga, que depende de la velocidad para recargar las baterías, esto afecta directamente del tipo de batería de la potencia que se podría disponer y características propias de la red (Bastidas, 2019).

### **1.9.1 Sistema de carga lenta (Modo de carga 1)**

La carga lenta está asociada con la carga nocturna. Esta es una definición fácil a comprensión que se traduce en un lapso de seis a ocho horas, esta carga se basa en el voltaje de la red que se maneja 120 V, 15 A, en este modo suministraría unos 6.6 Kw.

Al no disponer de protecciones eléctricas y debido al elevado riesgo de calentamiento en las líneas y conectores, solamente se utiliza para recargar bicicletas y patinetas con poca capacidad (ORBIS, 2018).

### **1.9.2 Sistema de carga semi rápida (Modo de carga 2)**

Este modelo se puede utilizar en casa o en lugares públicos. Tiene una capacidad máxima especificada de 32 A y, al igual que el modelo anterior, utiliza un enchufe normalizado con conductor, neutro y cable de tierra de protección. Cargaría 2kw lo que significa que una batería de 40 kW demoraría unas 10 horas aproximadamente (Aragón, 2018).

### **1.9.3 Sistema de carga rápida (Modo de carga 3)**

Los sistemas de carga rápida para vehículos eléctricos son cada vez más importantes para facilitar la transición a la movilidad con cero emisiones. Estos sistemas permiten viajes de larga distancia para vehículos eléctricos (EV) con tiempos de carga más cortos y un uso más eficiente de las estaciones dominantes. La potencia de los vehículos de pasajeros es de alrededor de 44 kW, estos cargadores no reducen la vida útil de la batería, una ventaja es garantizar durante la carga la seguridad de la personas (Majdalani, 2021).

#### **1.9.4 Sistema de carga Ultra rápido (Modo de carga 4)**

Este tipo se lo realiza en electrolinerías que se necesita una adecuación de la red para que la batería llegue a un 70% de carga en un estimado de 30 minutos la corriente que necesita es de alrededor de 600 V y un amperaje de 400 A, llegando a una potencia de 125 y 240 kW, la conexión se la hace en un lado del vehículo.

#### **1.10 Tipos de conectores**

Los conectores para vehículos eléctricos deben estar dentro de los parámetros que especifica la norma Técnica 1650/2004 (IEC 60884-1)(Valentín et al., 2018). La norma SAE J1172 – 2009 dispone que todos los tipos de conectores sean estándar y debe ser fabricada por la Sociedad de Ingenieros Automotrices, de esta manera los conectores serán capaces de conectar a diferentes vehículos.

##### **1.10.1 Normativa internacional para conectores**

Existen diferentes conectores que son fabricados bajo las siguientes normas internacionales:

Norma SAE J1772 (2009), detalla que el conector con una potencia de 16.8 Kw, se conecta a una corriente de 120-240 V, debe ser de forma redonda de 43mm de diámetro y con cinco pines con capacidad de soportar 100000 ciclos de conexión y desconexión con una vida útil de 27 años.

Norma IEC 62196 es específicamente para bases de toma de corriente, conectores para recargar el vehículo detalla que no debe superar de 480V en corriente actual y no exceda los 53 A, en trifásico y 70 A, en monofásico (Espa, 2017).

El Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), implemento un reglamento cuya finalidad es establecer la seguridad de los conectores, cargadores, cableado y baterías de los vehículos eléctricos con la única finalidad de proteger a los usuarios al momento de realizar la recarga las baterías de sus vehículos, este reglamento se acoge a las normas internacionales ya establecidas. En la tabla 1.2 se muestra los tipos de conectores.

**Tabla 1.2** Tipos de conectores para vehículos eléctricos

Modelo	Norma	Tensión	Intensidad	Pines	Modelos de vehículos	Imagen
Toma schuko	CEE 7/4	230V	16A	2	Renault Twizy	
Tipo 1 SAE J1772	IEC 62196-2	230/400 V	32A	5	Nissan Leaf Kia Soul Chevrolet Bolt Eléctrico	
Tipo 2 Mennekes	IEC 62196-2	230V 400V	63A trifásico 70A monofásico	7	Nissan Leaf 2018 Renault ZOE BMW i3	
Tipo 3 Scame	IEC 62196-2	230V 400V	16A 32A monofásico 32A trifásico	4 5 7	Micro coches	
Tipo 4 Chademo	IEC 62196-1 UL 2551	500 V cc	120A	9	Nissan Env200 & Leaf 2018 Mitsubishi Outlander	

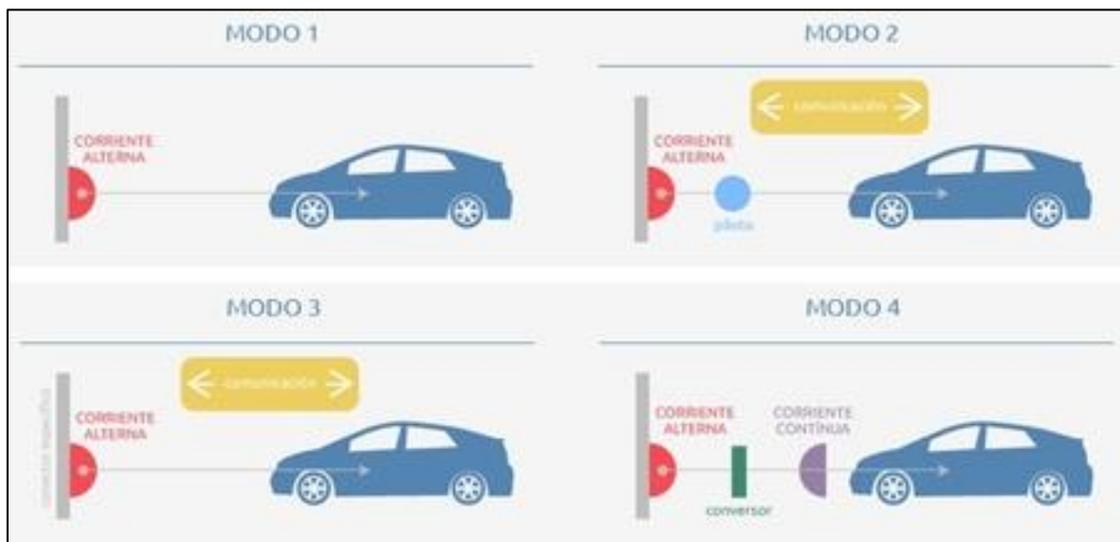
### 1.11 Tipos de estaciones de carga

Las estaciones de carga simplemente entregan la energía al vehículo, generalmente en forma de CA o CC de alto voltaje. Normalmente no tienen las funciones de cargador que debe transformar la energía eléctrica en una forma que pueda aplicarse directamente a la batería.

El equipo de suministro de vehículos eléctricos o el equipo de carga son requisitos previos que se pueden clasificar en términos generales como:

- Estaciones de carga de CA.
- Estaciones de carga de CC.

Todos los vehículos eléctricos poseen de un dispositivo para realizar la carga de energía. En la figura 1.2 se observa que este sistema contiene un transformador de corriente alterna a corriente continua, este permite que la recarga de la batería sea rápida y segura. Donde los vehículos con estos sistemas de carga rápida de corriente continua no necesitan de un transformador, y para vehículos con sistemas de carga con corriente alterna va instalado fuera del vehículo como por ejemplo una estación de carga (Vélez, 2017).



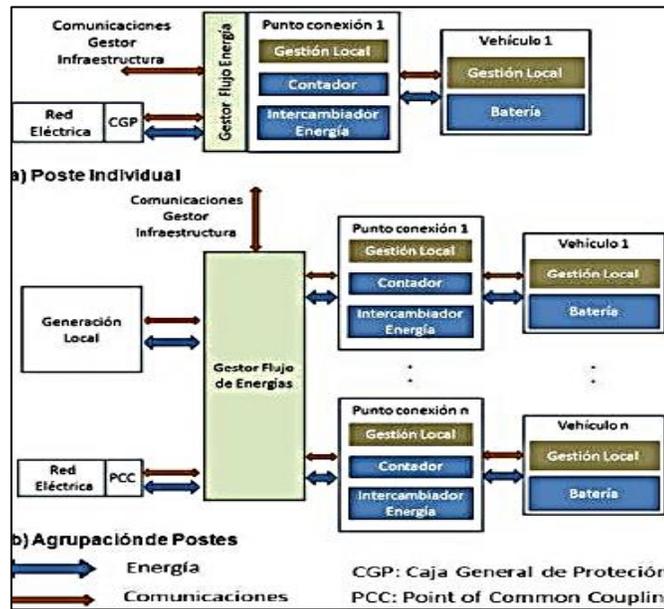
**Figura 1.2** Tipos de estaciones de carga

(Ibanez, 2016)

### 1.11.1 Infraestructura

Para instalar una adecuada infraestructura de recarga debe tener la capacidad de brindar seguridad al usuario al momento de recargar energía al vehículo eléctrico, a través de la instalación de diferentes puntos de recarga. “Se debe tener una potencia adecuada para cada punto de carga, pero debe ser variable ya que hay algunos parámetros (potencia de la acometida, perfiles de la recarga del usuario, horaria en la recarga, incidencias en la red,) para esto se deberá gestionar localmente para la transferencia de energía en la infraestructura con los diferentes

puntos de carga” (DAVID, 2015). Para una buena gestión de la demanda energética, es importante implementar un sistema donde la comunicación sea robusta, segura y abierta que puedan interactuar los datos de todos los elementos de la infraestructura de recarga y los diferentes actores del sistema eléctrico.



**Figura 1.3** Estructura de bloque de recarga

(Tapia, 2010)

El principal fin del sistema de recarga de vehículos eléctricos es conseguir cargar la batería de los vehículos. Como todo elemento automotriz debe cumplir secuencias de manera ordenada para no dañar a diferentes elementos que componen el sistema eléctrico tanto en el vehículo como en el establecimiento donde se va a instalar la estación de carga. De ahí es obligación adecuar a la infraestructura de una estación inteligente al demandar gran cantidad de potencia eléctrica. En la figura 1.3 muestra de manera esquemática los flujos energéticos entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga (estación).

En cuanto a las infraestructuras, el propio desarrollo de la tecnología ha ido definiendo paulatinamente los modos de recarga y los tipos de enchufes utilizados, si bien el desarrollo de

la tecnología, para abordar en su totalidad las cuestiones planteadas, debe ir acompañado de una normativa pertinente que defina y facilite su implementación. Por lo tanto, temas como la legalización de las instalaciones, la simplificación administrativa y la facilidad de aplicación de tarifas adecuadas para las empresas distribuidoras de electricidad son factores clave para acelerar la implementación.

Desde un punto de vista práctico, para implantar un punto, o una red de puntos de recarga, podemos seguir un sencillo árbol de procesos que nos permita dilucidar nuestras necesidades; así, la primera bifurcación a considerar es la de si se trata de un punto de recarga para interior (estacionamiento, garaje, nave, etc.) o exterior (vía pública, centro comercial, estacionamientos al aire libre, etc.), determinando así dos familias de productos totalmente distintas: las cajas Wall-box y los postes (Circuitor, 2017).

### **1.11.2 Los vehículos y la gestión del sistema eléctrico**

Resulta que la eficiencia energética de las locomotoras de combustión interna es apenas del 15 por ciento. Hasta el 85% de toda la energía requerida para mover un vehículo se pierde para rodar una unidad de distancia. Esto sucede porque la energía se transforma y se evapora durante la producción y logística del combustible: refinación, transporte, carga y descarga del producto a la estación de servicio, carga en el vehículo (Cisneros, 2019).

Algo similar sucede con la combustión en el motor de un automóvil. En cambio, en los VE, debido a la ausencia de un proceso de combustión y al uso de una composición de la matriz energética con un alto nivel de ERNC (energías renovables no convencionales), el rendimiento de este proyecto puede alcanzar cerca del 80%. Sin embargo, la simple mejora de la eficiencia energética del vehículo no es suficiente si estos ahorros no se trasladan a la red con beneficios adicionales para el conductor y el sistema en su conjunto.

## **1.12 Aplicaciones móviles**

Una aplicación móvil está diseñada para ejecutarse y utilizar en un dispositivo móvil, que puede ser un celular o una Tablet. Incluso si las aplicaciones suelen ser pequeñas unidades de software con funciones limitadas, se las arreglan para proporcionar a los usuarios servicios y experiencias de calidad (Herazo, 2020).

A diferencia de las diferentes aplicaciones diseñadas para computadoras, las aplicaciones móviles se alejan de los sistemas de software incorporados. En cambio, las aplicaciones móviles tienen funcionalidad segmentada y limitada. Por ejemplo, puede ser un juego, una calculadora o un controlador de un artefacto mediante controlador de teléfono.

### **1.12.1 Plug4car**

Es desarrollada y comercializada por Dimática Software (Grupo Sermicro) se compone de hardware con puntos físicos y un software con su respectiva plataforma web y aplicación móvil disponible para celulares.

### **1.12.2 Plataforma web**

Permite la captura y gestión de la información que proviene de los puntos de carga, monitorea, registra y supervisa las actualizaciones sobre los cargadores como:

- La gestión y control de usuarios.
- La reserva de cargador inteligente para la carga.
- Información de tarifas (horario, días, precio kW consumido).
- Historial de consumo.

### **1.12.3 Nextcharge**

Esta App facilita la gestión y control permitiendo al usuario interactuar con el punto de carga de forma fácil, unas de sus características:

- Reserva un punto de carga para realizar una carga.

- Historial de recargas fallidas, completadas y solicitadas.
- Proporciona información el estado de carga.

#### 1.12.4 Aplicación móvil

Es una aplicación que permite localizar puntos para recargar los vehículos, está disponible para Android e IOS tiene conexión con más de 200.000 puntos en todo el mundo. En la figura 1.4 nos muestra toda información práctica como el tipo de conector, la potencia que entrega el cargador, el tiempo que tarda en recargar la batería y la velocidad de carga.



**Figura 1.4** APP Nextcharge

(Nextcharge, 2020)

Si hay algo que es indudable es que en las carreteras de todo el mundo serán necesarios multitud de puntos de recarga para proveer la demanda de energía de los vehículos eléctricos, apostando por un modelo más sostenible.

Para promover la carga de vehículos eléctricos, todo lo que tiene que hacer es descargar una aplicación de Google Play y otros sistemas operativos para rastrear la ubicación de los puntos de carga en su teléfono. En la figura 1.5 se observa varios tipos de aplicaciones que permite mediante geolocalización encontrar el punto de recarga más cercano, incluso reservar con antelación (Patricia, 2019).



**Figura 1.5** Aplicaciones móviles

## **2 MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 Metodología de la investigación**

En el presente capítulo la metodología de investigación que se empleó para la ejecución del proyecto, cumpliendo con los objetivos propuestos, por medio del método cualitativo se recolectó información necesaria, importante que aporte a la investigación y ejecución del proyecto. Utilizando el diagrama de flujo propuesto se establecen los procedimientos en un orden secuencial, con el método cuantitativo se analizará las diferentes variables para la obtención del resultado.

### **2.2 Método de investigación**

#### **2.2.1 Método cualitativo**

Para desarrollar este proyecto se empleó el método cualitativo en donde se recolecta una gran cantidad de información como: normativa INEN para vehículos eléctricos en donde especifica los requisitos para el funcionamiento de este tipo de proyectos, normativa para instalaciones eléctricas utilizando varias fuentes como: tesis, libros, artículos científicos, internet entre otros.

#### **2.2.2 Método cuantitativo**

Se utilizó el método cuantitativo para analizar las diferentes variables como: carga lenta, semi-rápida, seleccionar la ubicación idónea para la instalación del equipo otra variable fundamental es conocer los voltajes existentes en el taller, realizar pruebas de funcionamiento en donde se obtuvieron valores de tiempo, temperatura al momento de cargar las baterías una vez obtenidos los valores se analizó el costo de carga por kW/h finalizando con la redacción en tablas comparativas los valores de costo, distancia recorrida, y consumo energético que representa tener un vehículo eléctrico.

## 2.3 MATERIALES Y EQUIPOS

En este capítulo se da a conocer los materiales y equipos que se utilizaron para la ejecución de este proyecto, los mismos que se detallan en la tabla 2.1 con las características resaltantes.

### 2.3.1 Materiales

En esta sección se detalla cada material utilizado en la instalación de la estación de carga como se muestra en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1** Listado de materiales

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Vehículo eléctrico	1
Protección eléctrica	1
Cable concéntrico triple	5m
Tubo corrugado	5m
Taco Fischer	8
Pernos	8
Pintura	1 lt
Gabinete metálico	1

### 2.3.2 Equipos

En esta sección se detalla el equipo que se utilizó para realizar el proyecto. La tabla 2.2 muestra el número de equipos utilizados.

**Tabla 2.2** Listado de equipos

<b>Equipo</b>	<b>Marca</b>
Estación de carga	Morec EV tipo 2

### **Estación de carga**

En la ejecución de este proyecto se seleccionó el equipo Morec EV tipo 2 como se observa. En la figura 2.1 y cumple con lo siguiente:

Potencia de carga de 7,2 kW, temperatura de sobrecalentamiento de -40°C a 55°C, protección contra la humedad y polvo de tipo IP66, cuenta con una certificación CE y con certificación alemana TUV. A diferencia de Megear EV Level 2 con una potencia de 3.1 kW, Besenergy EV Level 2 7,2 kW de potencia se descartó los antes mencionados siendo la única opción Morec EV Tipo 2 por que es el único que cuenta una aplicación móvil de control para la ejecución de proyecto.



**Figura 2.1** Equipo de carga Morec EV tipo 2

(Cargarcochelectrico, 2021)

En la tabla 2.3 se observa las características de la estación de carga Morec EV Tipo 2 compatible para gran la variedad de vehículos eléctricos.

**Tabla 2.3** Características equipo Morec EV tipo 2

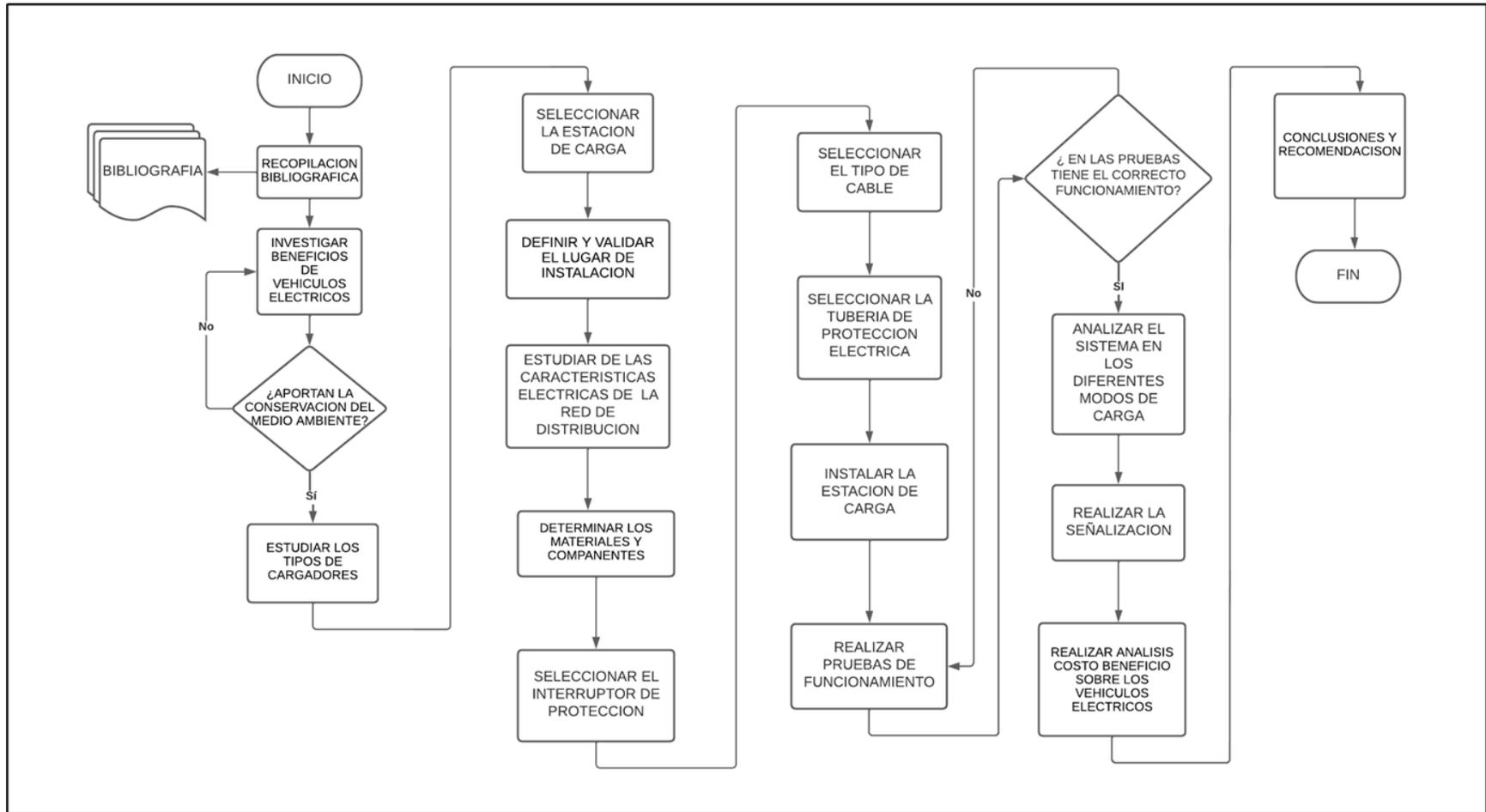
<b>Morec EV Tipo 2</b>	
<b>Características</b>	
Potencia	7,2 KW
Amperios	32 <sup>a</sup>
Tensión Nominal	220-240 V
Clasificación IP	IP66
Enchufe	NEMA 14-50
Temperatura de funcionamiento	-40°F -131°F
Certificado	CE & FCC

## **2.4 Diagrama de flujo**

En la figura 2.2 se puede apreciar un diagrama de flujo que detalla cómo se va a cumplir los objetivos, el mismo que inicia por una investigación sobre los beneficios de la utilización de vehículos eléctricos dando un resultado positivo para dar paso al estudio de las diferentes estaciones de carga, para posteriormente seleccionar la estación más idónea en cuanto a prestaciones para realizar su adquisición.

Seleccionar el lugar en donde se va instalar el equipo, teniendo en cuenta la instalación eléctrica local que no afecten a otros equipos, determinar los materiales y componentes que cumplan con la normativa de instalaciones eléctricas a utilizarse en la instalación, tomando en cuenta los parámetros establecidos de cada material se selecciona el dispositivo de protección contra cortocircuito, para la línea de conexión desde la caja principal al toma corriente se debe seleccionar el cable y el tubo por donde ira el cableado para la conexión del toma energía, instalar el equipo de carga en el lugar que ya se seleccionó, realizar pruebas de funcionamiento como: encendido del equipo, compatibilidad con el dispositivo móvil para el funcionamiento de la aplicación móvil.

Al finalizar estas pruebas se realizó la señalización del espacio donde se ubicarán los vehículos a cargar y señalética de precaución, al final se debe realizar un análisis de costo-beneficio del uso de vehículos eléctricos, todos estos pasos darán resultados para realizar las respectivas conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.



**Figura 2.2** Diagrama de flujo

#### **2.4.1 Investigar beneficios de los vehículos eléctricos**

Se realizó una recopilación de información bibliográfica con relación a los beneficios que aportan los vehículos eléctricos a la conservación del medio ambiente y a la economía de su propietario llegando a determinar que el vehículo es una mejor alternativa debido a que consume energía eléctrica que produce cero emisiones y de esta manera este tipo de tecnología ayuda a la conservación del medio ambiente.

#### **2.4.2 Estudiar los diferentes tipos de cargadores**

Existen cuatro tipos de cargadores para vehículos eléctricos en el mercado que son: japonés-estadounidense, japonés-coreano, europeo y chino, los tipos de cargadores van a ser diferentes para cada marca de vehículo y el cargador a utilizar dependerá a la velocidad de carga lenta, semi-rápida, rápida y la disponibilidad de corriente que suministre la red eléctrica.

#### **2.4.3 Selección de equipo de carga**

Para poder realizar la selección del equipo se debe establecer diferentes comparaciones entre los diferentes equipos existentes en el mercado, analizando los costos de cada equipo, características como:

**Seguridad:** Que los usuarios al momento de utilizar este tipo de equipos estén protegidos contra las descargas eléctricas al momento de conectar el cargador al vehículo eléctrico.

**Potencia:** un parámetro que es muy importante al momento de la carga de un vehículo conocer que cantidad de energía es transferida de la red eléctrica al coche.

**Resistencia:** al momento de conectar el coche con el equipo debe tener una resistencia de carga de acuerdo con los modos de carga y una resistencia del equipo a las condiciones ambientales.

**Homologación:** estos equipos deben ser aprobados por las fábricas de vehículos eléctricos.

**Programable:** el equipo permite que los vehículos se conecten con el interfaz de carga sin ningún inconveniente y se puede programar para cada vehículo los tiempos de carga seleccionados por el usuario.

#### **2.4.4. Definir y validar el lugar para la instalación**

Para definir el lugar para realizar la implementación se tomó en cuenta el taller de mecánica que está ubicado en el campus el Olivo de la Universidad Técnica del Norte, siendo uno de los talleres que dispone varias características como: puntos de alimentación eléctrica, espacio para el estacionamiento del vehículo para realizar las debidas pruebas de funcionamiento con el equipo de carga como indica la figura 2.3.



**Figura 2.3** Ubicación del lugar de implementación

#### **2.4.5. Estudio de las características eléctricas de la red de distribución**

La distribución eléctrica se realiza habitualmente por unos generadores hacia el lugar de consumo final, pasando por diferentes etapas de distribución llegando a las subestaciones, bajando la tensión para que esta energía sea repartida a grandes y pequeños consumidores garantizando la calidad de energía eléctrica.

La red de distribución del país cuenta con:

**Redes primarias:** de alta tensión trifásicas, de dos fases y neutro, monofásicas con un voltaje de 13,8/7,97 kV y 6,3/4,2 kV siendo de tipo radial las líneas de alimentación con

ramificaciones a los distintos tableros de distribución con conductores de cobre y aleaciones de aluminio.

**Redes secundarias:** de baja tensión trifásicos, de dos fases y monofásicos a un voltaje de 220/127 V y 240/120 V, las líneas de alimentación son de tipo radial y los ramales de diferentes calibres.

#### **2.4.6. Determinar materiales y equipos**

Indicar y precisar los materiales, equipos que cumplan con las características y normas de seguridad en instalaciones eléctricas que se va a utilizar durante el desarrollo de este proyecto para poner en funcionamiento.

#### **2.4.7. Selección del interruptor de protección**

Para realizar la instalación de este equipo se seleccionó un dispositivo de protección que cumpla la función de cortar el paso de corriente cuando exista una sobre carga del sistema para evitar daños irreparables del sistema y equipo y para la selección de este dispositivo nos basamos en el código eléctrico nacional INEN 19:2001 que establece que se debe utilizar interruptor de 40A en instalaciones eléctrica de 220V.

#### **2.4.8. Selección tipo de cable**

Para seleccionar del tipo de cable se debe tomar en cuenta las características que presentan los diferentes cables que se utilizan para instalaciones eléctricas de 220 voltios que cumplen con requisitos que establece el código eléctrico nacional INEN 19:2001 en donde para soportar un amperaje de 40 se utilizó cable de calibre 8 AWG.

#### **2.4.9. Selección del tipo de tubería**

Para la instalación del cableado de la caja de distribución a gabinete donde se va a instalar el equipo de utilizo tubería corrugada de  $\frac{3}{4}$  de diámetro que servirá de aislamiento del cableado permitiendo la protección de este para su correcto funcionamiento.

#### **2.4.10. Instalar equipo de carga**

Se procede a instalar el gabinete metálico en la pared el cual consta con una placa en donde se coloca el equipo, como se muestra en la figura 2.4.



**Figura 2.4** Gabinete metálico sujeto a la pared

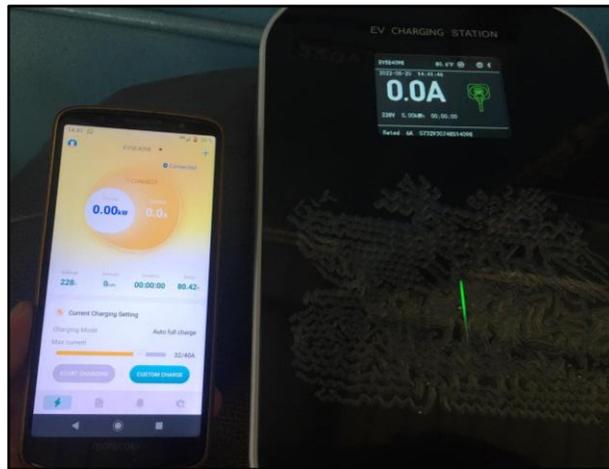
Una vez que empotramos el gabinete metálico y la placa a la pared se instaló el equipo cargador para vehículos eléctricos en la placa, como se muestra en la figura 2.5.



**Figura 2.5** Ubicación del equipo de carga

#### 2.4.11. Realizar pruebas de funcionamiento

Posterior a la instalación del equipo de carga se procedió a conectar a una toma de alimentación de 220 voltios, encender el equipo, comprobar su funcionamiento y aplicación móvil como, se indica en la figura 2.6.



**Figura 2.6** Comprobación de funcionamiento del equipo

#### 2.4.12. Realizar señalización

Posterior a las pruebas de funcionamiento del equipo, se realizó la respectiva señalización del parqueadero para vehículos tomando en cuenta las dimensiones mínimas para plazas de parqueaderos de diferentes tipos de vehículos, como se indica en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4** Dimensiones mínimas para estacionamiento vehicular

Tipo de Vehículo	Dimensiones mínimas (mm)		
	a	B	h
Motos	2400	2400	2200
Autos	2400	5000	2200
Furgonetas	2400	5400	2600
Ambulancias	3500	5400	2600

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

(NTE INEN 2 248, 2016)

En la figura 2.7 se muestra la señalización que indica el lugar donde va a estar ubicada la estación de carga para vehículos eléctricos.



**Figura 2.7** Señalética estación de carga

Para finalizar el proceso de señalización se hizo una señalética en el piso indicando el lugar de estacionamiento para vehículos eléctricos que harán uso de este espacio para recargar sus baterías, como lo indica la figura 2.8.



**Figura 2.8** Proceso de pintado de logo para VE

Una vez que se terminó de pintar el logo distintivo para vehículos eléctricos se dejó secar unos minutos para retirar el molde, se observó como resultado la señalización en el taller, como lo muestra la figura 2.9.



**Figura 2.9** Señalización designada para vehículo eléctrico en el estacionamiento

#### **2.4.13. Análisis costo beneficio de vehículos eléctricos**

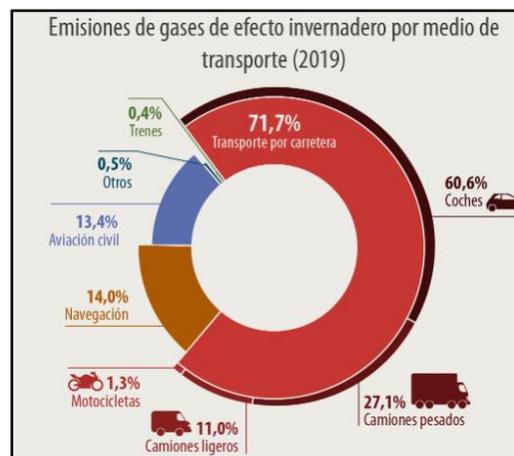
Se hizo un análisis del costo del kW/h, la distancia que el vehículo recorre con la batería al 100% para llegar a esta instancia es necesario saber que el kilovatio hora cuesta 0,09 centavos y la autonomía de un vehículo es de 150Km, teniendo en cuenta estas características se podrá decir que el vehículo eléctrico reduce el costo de recarga de sus baterías.

### 3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 Análisis de los beneficios de los vehículos eléctricos y su aporte a la conservación al medio ambiente.

##### 3.1.1 No emiten material particulado

Esto da entender que, al no producir gases, no contaminan al medio ambiente, y al pasar esto disminuye el efecto invernadero que contribuye con más de una quinta parte que produce el calentamiento global. Un trabajo realizado en el 2018 de la Agencia Europea de medio Ambiente concluye que para fabricar un vehículo de combustión o eléctricos se reduce de 17 al 30% de emisiones, como se muestra en la figura 3.1.



**Figura 3.1** Emisiones de gases de efecto invernadero por medio de transporte

(Europea, 2019)

¿Qué es el efecto invernadero?

Es el efecto que por el cual el calor del sol no rebota en la tierra, cierto porcentaje permite que la temperatura sea ideal para que haya vida en el planeta. Cuando existe mayor cantidad de gases de efecto invernadero trae consecuencias negativas como el aumento de la

temperatura global y esto desencadena colapsos como, movimientos atmosféricos aumentando el nivel del mar también el cambio climático y severo. (Europea, 2019).

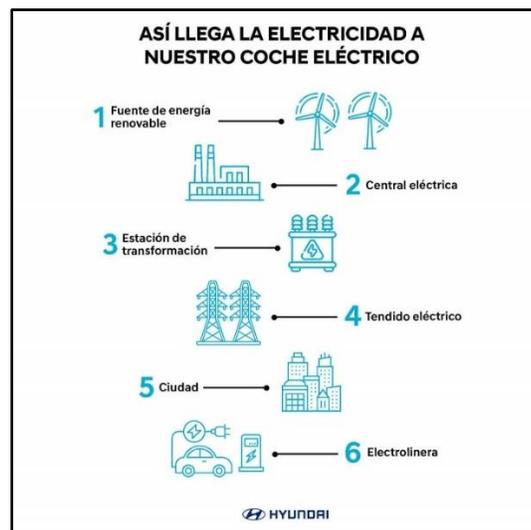
### 3.1.2 No realizan combustión fósil

Estos vehículos usan electricidad como fuente de energía y al no utilizar combustibles fósiles, reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>. Es más, ni si quiera tienen tubo de escape, ya que su motor que se alimenta de la batería que se la recarga con la red eléctrica que en muchos de los casos viene de fuentes renovables.

¿Cuáles son las fuentes renovables?

Para poder generar la electricidad existen algunas formas como el viento, el sol, el agua, las mareas entre otras. Estas fuentes se convierten hidroeléctricas, parques eólicos y generadores de corriente con las mareas. (Zona Eco , 2022).

La legislación europea explica que a partir del 2020 el 40% de la electricidad debe ser de una fuente renovable lo que daría emisiones de 30 gramos por CO<sub>2</sub> por 100 Km que es una quinta parte de emisiones que produce el vehículo. En la siguiente figura 3.2 indica cómo llega la electricidad a un vehículo eléctrico mediante energías renovables.

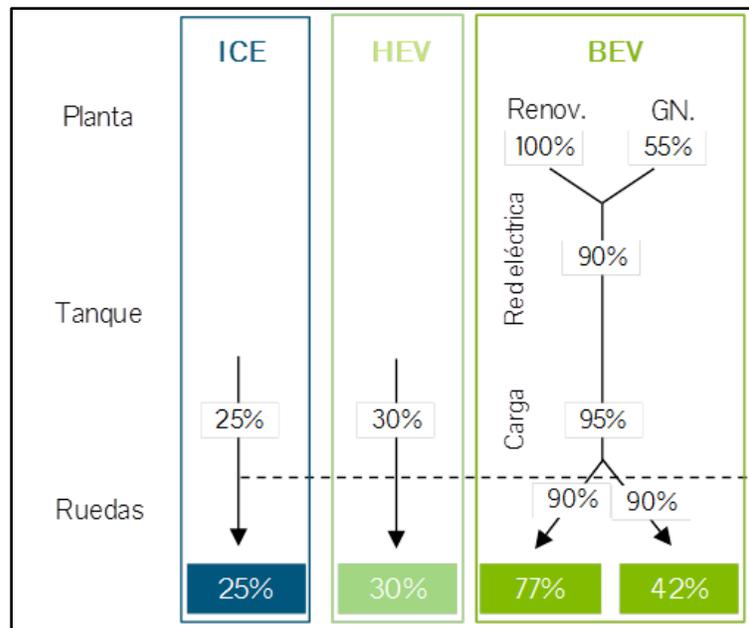


**Figura 3.2** Generacion y transporte de energia

(Zona Eco , 2022)

### 3.1.3 Eficiencia energética

Otro beneficio es la cantidad de energía que utilizan los vehículos eléctricos ya que al no tener muchas piezas móviles en el motor que realizan procesos internos utiliza menor energía. Esto quiere decir según datos obtenidos mediante estudios como indica en la siguiente figura 3.3 donde el motor de combustión interna tiene una eficiencia del 25% es decir que del 100% de energía de combustible, para que las ruedas realicen su movimiento es solo el 25%, mientras que un vehículo eléctrico alcanza una eficiencia de 77% si tiene su origen renovable y un 42% en energía producida por gas natural. (Energía y sociedad, 2019)



**Figura 3.3** Eficiencia energética

(Energía y sociedad, 2019)

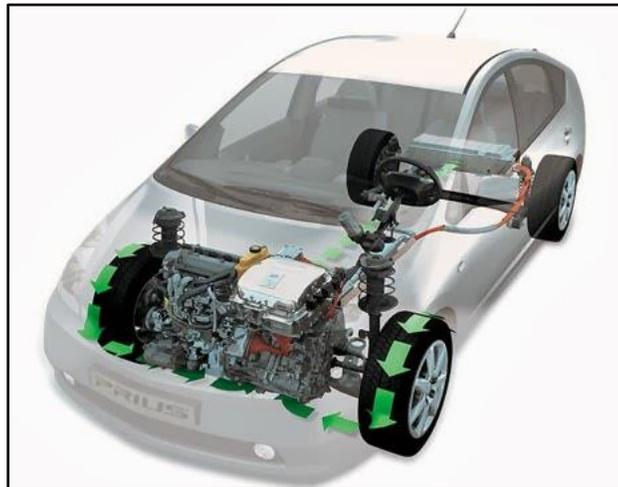
### 3.1.4 Recargan las baterías durante conducción

Los vehículos eléctricos poseen un sistema inteligente de conducción que permite que las baterías se carguen mediante el freno regenerativo con el que cuentan, es decir energía cinética se transforman en energía eléctrica.

¿Cómo funciona el freno regenerativo?

El motor eléctrico entra en modo marcha para atrás y ralentiza las ruedas al momento que funciona al revés actúa como generador eléctrico que alimenta las baterías.

Sin embargo, también tienen frenos estándar para dar la suficiente potencia al momento de frenar. En la figura 3.4 indica cómo funciona el freno regenerativo y cómo va la energía a las baterías (Vega, 2020).



**Figura 3.4** Funcionamiento freno regenerativo

(Vega, 2020)

### **3.1.5 Menos mantenimiento y uso de elementos contaminantes**

El número de piezas totales en un vehículo eléctrico es menor por lo que los mantenimientos también se reducen tampoco utilizan aceites de motor y refrigerantes que son altamente contaminantes. La contaminación acústica que produce es mínima ya que el sonido del motor de combustión interna es alto a comparación de un silbido que produce. De hecho, hay estudios que afirman que a menos contaminación acústica mayor calidad de vida por la reducción de estrés. (Sanches, 2021).

### **Proceso de propulsión de un vehículo eléctrico**

La propulsión vehículo eléctrico y el de combustión es una diferencia enorme porque la electricidad no necesita ser bombeada en oleoductos, ni ser refinada además de contaminar

los lugares donde se explotan. Si la energía eléctrica no viene de fuentes renovables también viene a partir de la quema del carbón que está lejos de la población donde vive la población. En los Estados Unidos el 47% de la energía eléctrica proviene de fuente renovable, el porcentaje de energía limpia aumenta que reduce las fábricas de carbón y gas natural.

¿Qué pasa con las minas de litio?

La extracción de litio no ha causado tanto daño como lo hace el petróleo cuando hay derrames importantes. Además, las baterías de litio al acabar su vida útil en el vehículo se las puede utilizar para el almacenamiento de pequeñas energías como negocios dándole una segunda vida. (Ambientum, EFE VERDE, 2020).

De esta manera se llega a determinar que un coche eléctrico si está contribuyendo al cuidado del medio ambiente debió a que en su funcionamiento no se utiliza ningún combustible para la producción de su energía en este caso se utiliza energía eléctrica que se suministra desde una estación de carga o electrolinera para recargar sus baterías siendo una energía limpia que no contamina al momento de ser utilizada ni al ser producida.

### **3.2 Determinación de componentes y materiales para la instalación de una estación de carga de vehículos eléctricos.**

Para determinar los componentes y materiales para realizar la instalación de una estación de cargar nos adaptamos a normas internacionales ya que en nuestro país no hay una norma que especifiquen los componentes, materiales y como se deben realizar instalaciones eléctricas para vehículos eléctricos se optó por tomar la normativa internacional y se adaptó a nuestro entorno como es en la ciudad de Ibarra ya que es en esta provincia se ejecuta el proyecto, también para realizar las instalaciones eléctricas nos basamos en las normativas vigentes en el país que hacen referencia a instalaciones eléctricas domésticas.

Para realizar la instalación de nuestra estación de carga se utilizó la normativa colombiana en donde nos detalla lo siguiente para una instalación de carga rápida y semi-rápida en la

tabla nos detalla potencia mínima que necesita el equipo, la tensión que va a ser de 32 amperios, protección de 2x40 amperios, longitud desde la caja de distribución hacia el equipo de carga y diámetro de la tubería, como indica la tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Requisitos de instalación para estaciones de carga

Potencia mínima de carga	Corriente nominal A	Tensión	Protección mínima de circuito	Calibre mínimo del circuito	Longitud máxima del circuito para cumplir % de regulación	Diámetro mínimo de la tubería	Protección diferencial
6,6 kW 7,6 kW	32A	Monofásico 240V Trifásico 208V	2X40A	Nº8 AWG	30m	¾"	Corriente residual de funcionamiento ≤30mA con características equivalentes como mínimo al Tipo A.
				Nº6 AWG	40m		
				Nº4 AWG	76m	1"	

(UNIDAD N&L, 2019)

### Interruptor de protección

En la figura 3.5 se observa un interruptor de protección de carga para la estación que funciona a una tensión de 240 V, un consumo de corriente de 40A.



**Figura 3.5** Interruptor termo magnético 2x40 220 V

(Euroeléctrica, n.d.)

La tabla 3.2 indica los calibres AWG (calibre de alambre EE. UU.) que permite seleccionar el más adecuado para el desarrollo de la instalación desde la caja de distribución a él toma corriente en donde se conectara el equipo de carga.

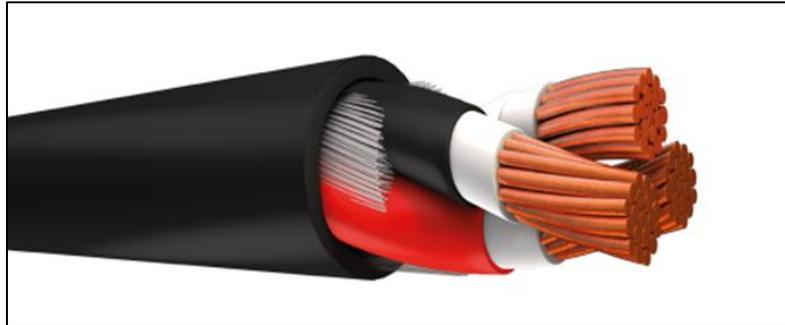
**Tabla 3.2** Requisitos circuitos de ramales

<b>Requisitos de los circuitos ramales</b>					
Corriente nominal del circuito	15A	20A	30A	40A	50A
Conductores (AWG)	2,08(14)	3,3(12)	5,25(10)	8,36(8)	13,29(6)
Salidas derivadas	2,08(14)	2,08(14)	2,08(14)	3,3(12)	3,3(12)
Protección contra cobre	15A	20A	30A	40A	50A
Carga máxima	15A	20A	30A	40A	50A

(Euroeléctrica, n.d.)

## Cable

En la figura 3.6 indica un cable triple concéntrico el cual resiste hasta 600Volts, 90° de temperatura.



**Figura 3.6** Cable triple concéntrico

(Promesa, n.d.)

En la tabla 3.3 indica las especificaciones sobre el cable triple concéntrico

**Tabla 3.3** Tabla de características cable triple concéntrico

<b>Aplicación</b>	<b>Interconexión de equipo y maquinarias</b>
Componente	Cobre
Recubrimiento	PVC
Tipo	ST-THHN
Ancho mm	380
Alto mm	120
Medida pulg	3 x 14
Sección transversal	08, 2
Número de conductores	3
Espesor de aislamiento	0, 38
Amperaje	15 A
Voltaje	600 V
Temperatura máxima	90°C

## Tubo corrugado

En la figura 3.7 indica un tubo que se usa para protección del cableado eléctrico, el conducto es flexible, la sección dependerá del diámetro del cable.



**Figura 3.7** Tubo corrugado

(pplucaravan, s.f.)

En la tabla 3.4 indica las características del tubo corrugado.

**Tabla 3.4** Características tubo corrugado

<b>Características</b>	
Resistencia a la compresión	320N
Resistencia al curvado	Curvable
Resistencia al impacto	1J
Temperatura máxima	60°C
Temperatura mínima	-5°C

Para la selección del equipo de carga se tuvo que revisar catálogos de diferentes fabricantes de cargadores para vehículos eléctricos que cumplan con normas de seguridad, fiabilidad y sea facilitar interactuar usuario y equipo en este punto se hace más fácil conocer el tiempo de carga, temperatura, la potencia que entrega el equipo al coche y la tensión a la que está trabajando el equipo al momento de entrar en funcionamiento y esto se hace más fácil

monitorear desde la aplicación móvil. Morec EV tipo 2 tiene la facilidad de conectarse mediante bluetooth a un celular inteligente y desde el celular monitorear lo antes mencionado.

### 3.3 Análisis de los diferentes tipos de cargadores

Selección del más apto de acuerdo con el presupuesto e instalaciones con las que se cuenta para el proyecto, se inició investigando fundamentales características como las siguientes: intensidad de carga, potencia de carga, tiempo de carga, certificación de seguridad y precio.

#### 3.3.1 Sistema de carga lenta (Modo de carga 1)

La carga lenta está asociada con la carga nocturna. Esta es una definición fácil a comprensión que se traduce en un lapso de seis a ocho horas, esta carga se basa en el voltaje de la red que se maneja 120 V, 15A, con un chufe tipo 1 en este modo suministraría hasta 3Kw, como se detalla en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5** Megear EV modo 1

Características	Megear EV Nivel 1	
Intensidad de carga	16 A	
Potencia de carga	3.1 KW	
Tiempo de carga	10 -12horas	
Certificación de seguridad	TUV (asociación de inspección técnica), CE (certificación europea) y UL (Underwriter Laboratories)	
Precio aprox.	\$349	

Al no disponer de protecciones eléctricas y debido al elevado riesgo de calentamiento en las líneas y conectores, solamente se utiliza para recargar bicicletas y patinetas con poca capacidad(ORBIS, 2018).

### 3.3.2 Sistema de carga semi rápida (nivel 2)

Este modo puede ser utilizado en el domicilio o en sitios públicos. Su intensidad tope definida es de 32 A, y al igual que en el modo explicado anteriormente, viene a utilizar tomas de corriente estandarizadas con fase (s), neutro y conductores de tierra para protección. Cargaría 7,2kw lo que significa que una batería de 40 kW demoraría de 4 a 6 horas aproximadamente(Aragón, 2018).

En la siguiente tabla 3.6 se detalla un cargador tipo 2 en donde se explica la intensidad, potencia de carga tiempo de carga y precio.

**Tabla 3.6** Carga semi-rápida modo 2

Características	Carga semi-rápida	
Intensidad de carga	32 A	
Potencia de carga	7.2 KW	
Tiempo de carga	4 a 6 horas	
Certificación de seguridad	CSA Asociación de normalización canadiense CE Certificación Europea TUV asociación de inspección técnica de Alemania	
Precio aprox.	\$558.99	

### 3.3.3 Sistema de carga rápida (Modo de carga 3)

Los sistemas de carga rápida para vehículos eléctricos son cada vez más importantes para facilitar la transición a la movilidad con cero emisiones, Estos sistemas permiten una viajes de larga distancia para vehículos eléctricos (EV) con tiempos de carga más cortos y un uso más eficiente de las estaciones dominante La potencia de los vehículos de pasajeros es de alrededor de 44kW, estos cargadores no reducen la vida útil de la batería, una ventaja es garantizar durante la carga la seguridad de la personas(Majdalani, 2021).

Se inició investigando un súper cargador la cual esta detallado en la tabla 3.7 y se adjunta una imagen.

**Tabla 3.7** Súper cargador modo 3

<b>Características</b>	<b>Súper cargador Nivel 3</b>	
<b>Intensidad de carga</b>	<125 A	
<b>Potencia de carga</b>	150KW	
<b>Tiempo de carga</b>	20 a30 minutos	
<b>Certificación de seguridad</b>	CE Certificación Europea CSA Asociación de normalización canadiense TUV asociación de inspección técnica de Alemania	
<b>Precio aprox.</b>	\$7999	

En base al estudio antes realizado se procedió a seleccionar tres equipos con sus diferentes características y a la selección de un equipo idóneo para la ejecución de este proyecto como se muestra en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8** Comparación de equipos de carga

Características	Besenergy EV Tipo 2	Primecom EV Tipo 2	Morec EV Tipo 2
Intensidad de carga	16 A	16 A	32 A
Potencia de carga	3.1 KW	3.1 KW	7.2 KW
Certificación de seguridad	CE	TUV, CE y UL	CSA, CE y TUV.
Precio aprox.	\$149	\$349	\$558.99

**Nota:** los precios antes mencionados no incluyen impuestos de importación.

En la tabla 3.9 se observa las características de la estación de carga Morec EV Tipo 2 compatible para gran variedad de vehículos eléctricos.

**Tabla 3.9** Características equipo Morec EV tipo 2

Morec EV Tipo 2	
Características	
Potencia	7,2 KW
Amperios	32 A
Tensión Nominal	220-240 V
Clasificación IP (Protección de ingreso)	IP66 Polvo y aguacero
Enchufe	NEMA 14-50
Temperatura de funcionamiento	-40°F -131°F
Certificado	CE certificación europea FCC Comunicación federal de comunicaciones

Para la ejecución de este proyecto se seleccionó el equipo Morec EV tipo 2 como se observa en la tabla 3.9 y por cumplir con lo siguiente:

Posee una potencia de carga de 7,2 kW, con una temperatura de sobrecalentamiento de -40°C a 55°C con una protección contra la humedad y el polvo de tipo IP66, cuenta con una certificación CE (certificación europea) y con certificación alemana TUV. A diferencia de Primecom EV Level 2 que cuenta con una potencia de 3.1 kW que no es suficiente al igual que Besenergy EV Level 2 se descarta estos antes mencionados siendo la única opción Morec EV Tipo 2 para implementación. En comparación de los tres tipos de cargadores para vehículos eléctricos, se eligió a la opción número 3 Morec EV tipo Nivel 2 ya que ofrece características de mucho beneficio ya que viene incorporado con aplicación móvil, que es compatible con Bluetooth y Wifi excelente para estar informado sobre el tiempo y el porcentaje de carga además de otras características fundamentales que se detalló en la tabla con las que se pudo adquirir e instalar en el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica del Norte en el campus del Olivo.

### 3.4 Pruebas en ruta

#### 3.4.1 Ruta Aeropuerto Quito-Ibarra

En la figura 3.8 nos muestra un recorrido de 115.18 km de aeropuerto Mariscal Sucre-Ibarra.



**Figura 3.8** Ruta Quito Ibarra

Para conocer el porcentaje de consumo de la batería se hizo lo siguiente: apagar el vehículo y en el tablero de instrumentos nos indica el porcentaje que disponemos para continuar con otro recorrido y realizamos una resta utilizando la siguiente ecuación:

$$x = a - b \quad [3-1]$$

Donde:

a: es el 100% inicial de la batería

b: es el % disponible de la batería

x: el % de consumo de la batería

$$x = 100\% - 46\% = 54\%$$

Una vez que tenemos el porcentaje de consumo de la batería calculamos el consumo de energía utilizando la siguiente ecuación, con la regla de tres simple:

$$x = \frac{c \cdot b}{a} \quad [3-2]$$

Donde:

a: el% de consumo de energía batería

b: capacidad de la batería kW/h

c: el % inicial de la batería

x: consumo de energía kW/h

$$x = \frac{54\% * \frac{27kW}{h}}{100\%} = 14,54kW/h$$

Para calcular el costo de consumo de energía realizamos una multiplicación utilizando la siguiente ecuación:

$$\$ = \text{Consumo de energía} \frac{kW}{h} * \text{costo} \frac{kW}{h} \quad [3-3]$$

Donde:

El consumo de energía es de 14.54kW/h

Costo del kW/h es de 13 centavos

$$\$ = \frac{14.54kW}{h} * \frac{0.13ctvskW}{h} = 1.85 \text{ ctvs}$$

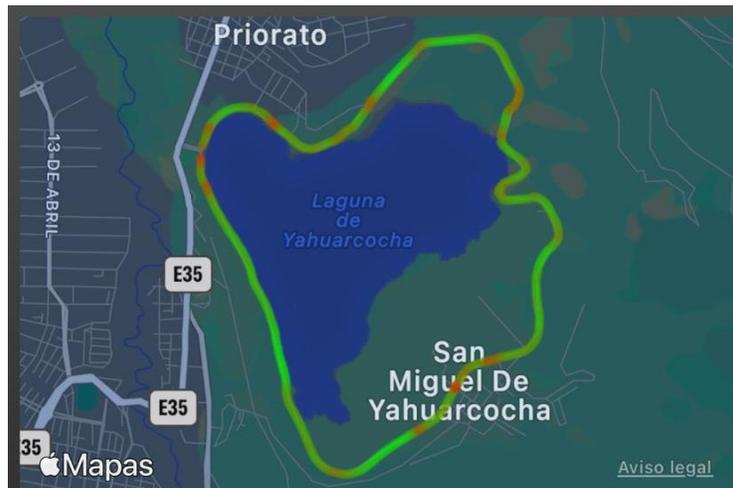
Realizado todas las operaciones obtenemos un consumo de energía de la batería en un 54%, consumo de energía de 14.54kW/h y un costo de \$ 1.89 ctvs. En una distancia de 115.18 de recorrido como indica la tabla 3.10.

**Tabla 3.10** Costo de consumo de energía ruta Aeropuerto Mariscal Sucre-Ibarra

<b>Vehículo</b>	<b>Distancia recorrida (km)</b>	<b>Consumo de energía (kW/h)</b>	<b>Costo de energía (USD/kW/h) \$</b>	<b>Costo de consumo energético \$</b>	<b>Consumo de energía en %</b>
Kia Soul EV 2017	115.18	14,58	0,13	1,89	54

### 3.4.2 Ruta Yahuarcocha

En la figura 3.9 nos indica la ruta que recorrió el vehículo Kia Soul en Yahuarcocha con un recorrido de 10.1 km consumiendo 1.35 kW/h de energía.



**Figura 3.9** Ruta Yahuarcocha

Para conocer el porcentaje de consumo de energía de la batería apagar el vehículo y miramos un valor de 38%, repetimos este procedimiento para obtener el porcentaje al finalizar la ruta es de 33% de consumo en este recorrido utilizando la siguiente ecuación se obtuvo el consumo por ruta.

$$x = a - b$$

Donde:

a: es el 38% al iniciar la ruta

b: es el 33% de consumo al finalizar la ruta

x: el % de consumo por ruta

$$x = 38\% - 33\% = 5\%$$

Una vez que tenemos el porcentaje de consumo de la batería calculamos el consumo de energía utilizando la siguiente ecuación:

$$x = \frac{c \cdot b}{a}$$

Donde:

a: el% de consumo de la batería por ruta

b: capacidad de la batería kW/h

c: el % inicial de la batería

x: consumo de energía kW/h

$$x = \frac{5\% * \frac{27kW}{h}}{100\%} = 1.35kW/h$$

Para calcular el costo de consumo de energía realizamos una multiplicación utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{\$} = \text{Consumo de energía} \frac{kW}{h} * \text{costo} \frac{kW}{h}$$

Donde:

El consumo de energía es de 1.35kW/h

Costo del kW/h es de 13 centavos

$$\text{\$} = \frac{1.35kW}{h} * \frac{0.13ctvskW}{h} = 0.17 \text{ ctvs}$$

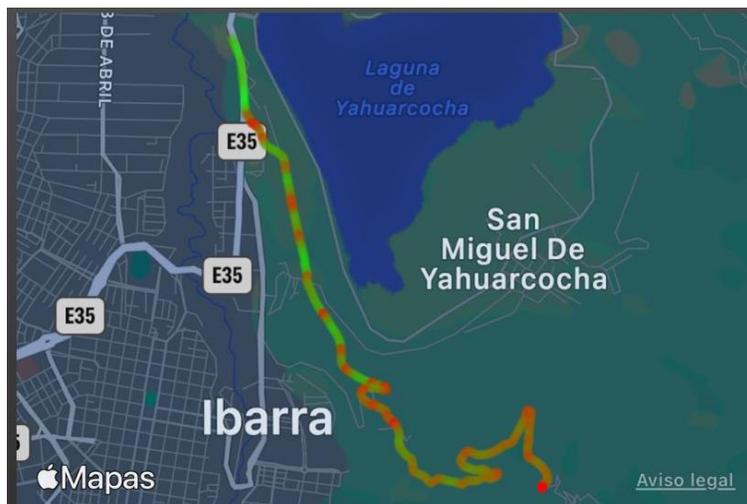
Se obtuvo un 5% de consumo por ruta, consumo de energía de 1.35Kw/h en una distancia de 10.1 km con un costo de consumo por ruta de \$ 0.17ctvs. como indica la tabla 3.11.

**Tabla 3.11** Consumo de energía ruta Yahuarcocha

Vehículo	Distancia recorrida (km)	Consumo de energía (kW/h)	Costo de energía (USD/kW/h) \$	Costo de consumo energético \$	Consumo de energía en %
Kia Soul EV 2017	10.1	1.35	0,13	0,17	5%

### 3.4.3 Ruta semáforo yahuarcocha mirador la estelita ascenso

En la figura 3.10 nos indica una distancia recorrida de 6.4 km desde la entrada a Yahuarcocha hasta el mirador la Estelita.



**Figura 3.10** Ruta ascenso Yahuarcocha mirador la Estelita

Para conocer el porcentaje de consumo de energía de la batería apagar el vehículo y miramos un valor de 33%, repetimos este procedimiento para obtener el porcentaje al finalizar la ruta es de 17% utilizando la siguiente ecuación se obtuvo el porcentaje por ruta.

$$x = a - b$$

Donde:

a: es el 33% al iniciar la ruta

b: es el 17% de consumo al finalizar la ruta

x: el % de consumo por ruta

$$x = 33\% - 17\% = 16\%$$

Una vez que tenemos el porcentaje de consumo de la batería calculamos el consumo de energía utilizando la siguiente ecuación:

$$x = \frac{c \cdot b}{a}$$

Donde:

a: el% de consumo de la batería por ruta

b: capacidad de la batería kW/h

c: el % inicial de la batería

x: consumo de energía kW/h

$$x = \frac{16\% * \frac{27kW}{h}}{100\%} = 4.32kW/h$$

Para calcular el costo de consumo de energía realizamos una multiplicación utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{\$} = \text{Consumo de energía} \frac{kW}{h} * \text{costo} \frac{kW}{h}$$

Donde:

El consumo de energía es de 4.32kW/h

Costo del kW/h es de 13 centavos

$$\text{\$} = \frac{4.32kW}{h} * \frac{0.13ctvskW}{h} = 0.56 \text{ ctvs}$$

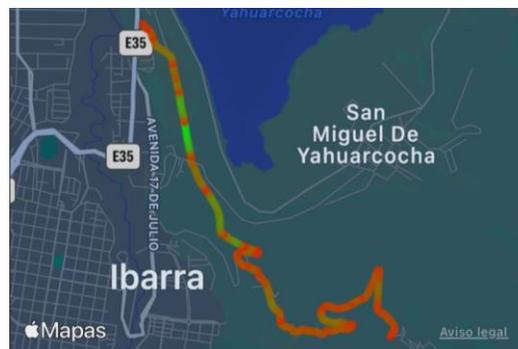
Se obtuvo un 16% de consumo por ruta, consumo de energía de 4.32Kw/h en una distancia de 6.4 km con un costo de consumo por ruta de \$ 0.56ctvs. Como indica la tabla 3.12.

**Tabla 3.12** Consumo de energía ruta ascenso Yahuarcocha-mirador la estelita

Vehículo	Distancia recorrida (km)	Consumo de energía (kW/h)	Costo de energía (USD/kW/h) \$	Costo de consumo energético \$	Consumo de energía en %
Kia Soul EV 2017	6,4	4,32	0,13	0,59	16%

### 3.4.4 Ruta estelita universidad descenso

En la figura 3.11 nos indica un recorrido desde el mirador la Estelita hasta la universidad de 5,8 km.



**Figura 3.11** Ruta descenso mirador la Estelita-Yahuarcocha

Observo que no existe reducción de capacidad de la batería al iniciar esta ruta se tiene 17% y al finalizar la ruta tenemos 20% llegando a cargarse un 3% de capacidad de la batería se utilizó la siguiente ecuación para obtener el consumo por ruta.

$$x = a - b$$

Donde:

a: es el 17% al iniciar la ruta

b: es el 20% de consumo al finalizar la ruta

x: el % de consumo por ruta

$$x = 17\% - 20\% = 3\%$$

Una vez que tenemos el porcentaje de consumo de la batería calculamos el consumo de energía utilizando la siguiente ecuación:

$$x = \frac{c \cdot b}{a}$$

Donde:

a: el% de consumo de la batería por ruta

b: capacidad de la batería kW/h

c: el % inicial de la batería

x: consumo de energía kW/h

$$x = \frac{3\% * \frac{27kW}{h}}{100\%} = 0.81kW/h$$

Para calcular el costo de consumo de energía realizamos una multiplicación utilizando la siguiente ecuación:

$$\$ = \text{Consumo de energía} \frac{kW}{h} * \text{costo} \frac{kW}{h}$$

Donde:

El consumo de energía es de 0.81kW/h

Costo del kW/h es de 13 centavos

$$\$ = \frac{0.81kW}{h} * \frac{0.13ctvskW}{h} = 0.10ctvs$$

Se obtuvo un 3% de consumo por ruta, consumo de energía de 0.81Kw/h en una distancia de 5.4 km con un costo de consumo por ruta de \$ 0.10ctvs. Como indica la tabla 3.13.

**Tabla 3.13** Consumo de energía ruta descenso Yahuarcocha-mirador la estelita

<b>Vehículo</b>	<b>Distancia recorrida (km)</b>	<b>Consumo de energía (kW/h)</b>	<b>Costo de energía (USD/kW/h) \$</b>	<b>Costo de consumo energético \$</b>	<b>Consumo de energía en %</b>
Kia Soul EV 2017	5,8	0,81	0,13	0.10	3%

Unificación de ruta ascenso y descenso tenemos una distancia de recorrido de 12,2 km se inició la ruta con 33% y al finalizar con un 20% de consumo de la batería desde el semáforo al ingreso a yahuarcocha-mirador la estelita y retorno hacia la universidad.

$$x = a - b$$

Donde:

a: es el 33% al iniciar la ruta

b: es el 20% de consumo al finalizar la ruta

x: el % de consumo por ruta

$$x = 33\% - 20\% = 13\%$$

Una vez que tenemos el porcentaje de consumo de la batería calculamos el consumo de energía utilizando la siguiente ecuación:

$$x = \frac{c \cdot b}{a}$$

Donde:

a: el% de consumo de la batería por ruta

b: capacidad de la batería kW/h

c: el % inicial de la batería

x: consumo de energía kW/h

$$x = \frac{13\% * \frac{27kW}{h}}{100\%} = 3.51kW/h$$

Para calcular el costo de consumo de energía realizamos una multiplicación utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{\$} = \text{Consumo de energía} \frac{kW}{h} * \text{costo} \frac{kW}{h}$$

Donde:

El consumo de energía es de 3.51kW/h

Costo del kW/h es de 13 centavos

$$\$ = \frac{3.51kW}{h} * \frac{0.13ctvs kW}{h} = 0.45ctvs$$

Se obtuvo un 13% de consumo por ruta, consumo de energía de 3.51Kw/h en una distancia de 12,2km con un costo de consumo por ruta de \$ 0.45ctvs, Como indica la tabla 3.14.

**Tabla 3.14** Consumo ruta semáforo ingreso yahuarcocha-mirador la estelita-universidad

<b>Vehículo</b>	<b>Distancia recorrida (km)</b>	<b>Consumo de energía (kW/h)</b>	<b>Costo de energía (USD/kW/h) \$</b>	<b>Costo de consumo energético \$</b>	<b>Consumo de energía en %</b>
Kia Soul EV 2017	12.2	3.51	0,13	0.45	13%

Durante el desarrollo de las pruebas de ruta desde Quito-Ibarra, Yahuarcocha y el mirador la Estelita se recorrió 162 km iniciando con un 100% de capacidad de la batería y al finalizar las pruebas de ruta con 19%

$$x = a - b$$

Donde:

a: es el 100% al iniciar la ruta

b: es el 19% de consumo al finalizar la ruta

x: el % de consumo por ruta

$$x = 100\% - 19\% = 81\%$$

Una vez que tenemos el porcentaje de consumo de la batería calculamos el consumo de energía utilizando la siguiente ecuación:

$$x = \frac{c \cdot b}{a}$$

Donde:

a: el% de consumo de la batería por ruta

b: capacidad de la batería kW/h

c: el % inicial de la batería

x: consumo de energía kW/h

$$x = \frac{81\% * \frac{27kW}{h}}{100\%} = 21.87kW/h$$

Para calcular el costo de consumo de energía realizamos una multiplicación utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{\$} = \text{Consumo de energía} \frac{kW}{h} * \text{costo} \frac{kW}{h}$$

Donde:

El consumo de energía es de 21.87kW/h

Costo del kW/h es de 13 centavos

$$\text{\$} = 21.87 \frac{kW}{h} * \frac{0.13ctvs kW}{h} = 2.84 \text{ ctvs}$$

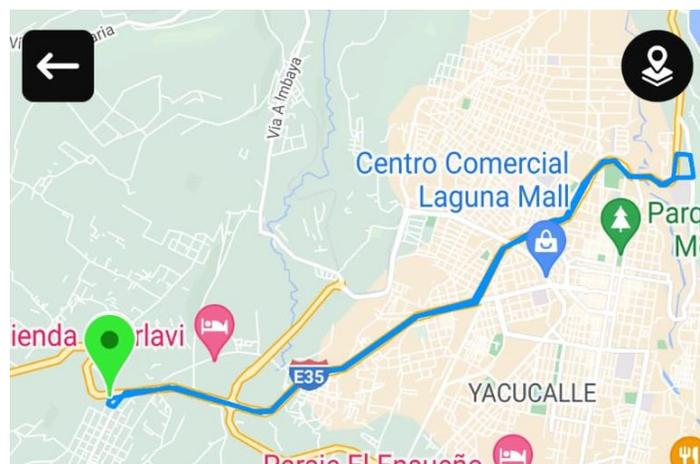
Se obtuvo un 81% de consumo en el recorrido de las rutas Aeropuerto Quito-Ibarra, Yahuarcocha, semáforo ingreso yahuarcocha-mirador la estelita-universidad con un consumo de energía de 22.20Kw/h en una distancia de 162km con un costo de consumo por ruta de \$ 2.88ctvs. Como indica la tabla 3.15.

**Tabla 3.15** Consumo total de energía aeropuerto Quito-Ibarra-Yahuarcocha-Mirador la Estelita

Vehículo	Distancia recorrida (km)	Consumo de energía (kW/h)	Costo de energía (USD/kW/h) \$	Costo de consumo energético \$	Consumo de energía en %
Kia Soul EV 2017	162	22,20	0,13	2,88	81%

### 3.4.5 Ruta San Antonio universidad

En la figura 3.12 nos indica la ruta desde San Antonia hasta la universidad de ida y retorno con una distancia de 17.51 km.



**Figura 3.12** Ruta San Antonio-Universidad

Se hizo el recorrido de san Antonia-universidad con un recorrido de 17.51km iniciando con un 100% de capacidad de la batería y al finalizar las pruebas de ruta con 9%

$$x = a - b$$

Donde:

a: es el 100% al iniciar la ruta

b: es el 92% de consumo al finalizar la ruta

x: el % de consumo por ruta

$$x = 100\% - 92\% = 8\%$$

Una vez que tenemos el porcentaje de consumo de la batería calculamos el consumo de energía utilizando la siguiente ecuación:

$$x = \frac{c \cdot b}{a}$$

Donde:

a: el% de consumo de la batería por ruta

b: capacidad de la batería kW/h

c: el % inicial de la batería

x: consumo de energía kW/h

$$x = \frac{8\% * \frac{27kW}{h}}{100\%} = 2.16kW/h$$

Para calcular el costo de consumo de energía realizamos una multiplicación utilizando la siguiente ecuación:

$$\$ = \text{Consumo de energía} \frac{kW}{h} * \text{costo} \frac{kW}{h}$$

Donde:

El consumo de energía es de 2.16kW/h

Costo del kW/h es de 13 centavos

$$\$ = 2.16 \frac{kW}{h} * \frac{0.13ctvs kW}{h} = 0.28 \text{ ctvs}$$

Se obtuvo un 8%, consumo de energía de 2.16Kw/h en una distancia de 17.51km con un costo de consumo por ruta de \$ 0.28ctvs. Como indica la tabla 3.16.

**Tabla 3.16** Consumo de energía ruta San Antonio-Universidad

<b>Vehículo</b>	<b>Distancia recorrida (km)</b>	<b>Consumo de energía (kW/h)</b>	<b>Costo de energía (USD/kW/h) \$</b>	<b>Costo de consumo energético \$</b>	<b>Consumo de energía en %</b>
Kia Soul EV 2017	17,51	2.16	0,13	0.28	8%

### 3.4.6 Análisis de recorrido del Kia Soul EV 2017 al mes

Se realizó una división entre la autonomía y la distancia recorrida entre la universidad- el mirador la estelita (Yuracusito) para conocer los días que puede recorrer un vehículo eléctrico con una autonomía de 162km utilizamos la siguiente formula:

$$x = \frac{\text{autonomia total km}}{\frac{\text{diastancia km}}{\text{dia}}} \quad [3-4]$$

Donde:

La autonomía es de 162km en un 81% de consumo de la capacidad de la batería

La distancia recorrida por día es 12.2km

x: los días que recorre hasta alcanzar su autonomía

$$x = \frac{162km}{\frac{12.2km}{día}} = 13ias$$

Para calcular el número de veces que vamos a realizar la carga del vehículo al mes vamos a realizar una división entre los 30 días por los días que demora en consumir su autonomía la siguiente operación con la fórmula:

$$n = \frac{1 \text{ mes}}{\text{consumo autonomía mes}} \quad [3-5]$$

Donde:

n: número de veces a cargar al mes

30 días por recorrer con una autonomía de 162 km

Días por consumir su autonomía

$$n = \frac{30días}{13días} = 2$$

Para finalizar se calculó el costo por recarga al mes con la siguiente formula:

$$\$ = n * \frac{\text{costo por cargakW}}{h} \quad [3-6]$$

Donde:

\$: es el costo total al mes

n: número de veces que se carga al mes

costo del kW/h

$$\$ = 2 * \frac{2.88kW}{h} = 7.76$$

Se realizó una división entre la autonomía y la distancia recorrida en un día desde san Antonio- universidad y viceversa para conocer los días que puede recorrer un vehículo eléctrico con una autonomía de 162km utilizamos la siguiente formula:

$$x = \frac{\text{autonomia total km}}{\frac{\text{diastancia km}}{\text{dia}}}$$

Donde:

La autonomía es de 162km en un 81% de consumo de la capacidad de la batería

La distancia recorrida por día es 17.51km

x: los días que recorre hasta alcanzar su autonomía

$$x = \frac{162km}{\frac{17.51km}{\text{dia}}} = 9 \text{ dias}$$

Para calcular el número de veces que vamos a realizar la carga del vehículo al mes vamos a realizar la siguiente operación con la fórmula:

$$n = \frac{30 \text{ dias}}{\text{consumo autonomia dias}}$$

Donde:

n: número de veces a cargar al mes

30 días por recorrer con una autonomía de 162 km

Días por consumir su autonomía

$$n = \frac{30 \text{ dias}}{9 \text{ dia}} = 3$$

Para finalizar se calculó el costo por recarga al mes con la siguiente formula:

$$\text{costo al mes } \$ = n * \frac{\text{costo por carga kW}}{h}$$

Donde:

\$: es el costo total al mes

n: número de veces que se carga al mes

Costo del kW/h

$$\$ = 3 * \frac{2.88 \text{ kW}}{h} = 8.64$$

Se realizó las operaciones correspondientes si se obtuvo que podemos recorrer 9 días recorriendo una distancia de 12.2km, cargando la batería del vehículo entre 3 veces, llegando a pagar un valor de \$8.64 ctvs., al mes por carga total, como lo indica en la tabla 3.17.

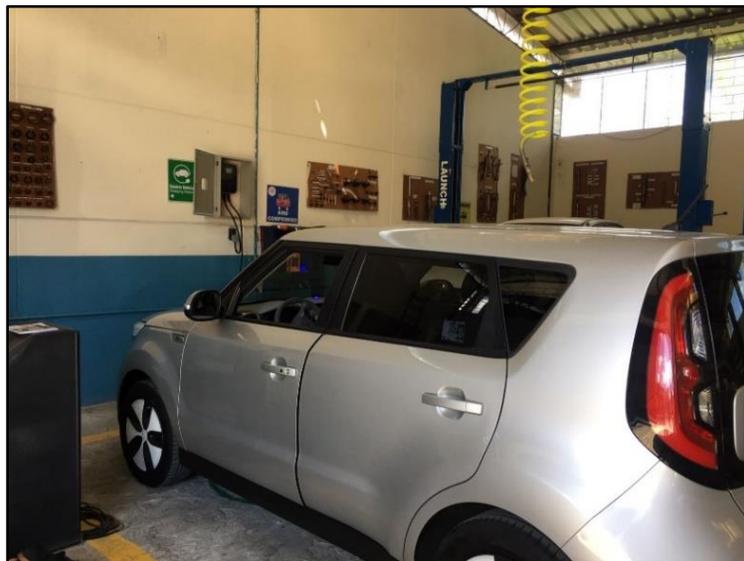
**Tabla 3.17** Costo de consumo al mes

Vehículo	Autonomía km al 81%	Costo por carga (USD/kW/h)	Distancia de recorrido km/día	Días	Nº de carga al mes	Costo de
----------	------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	------	--------------------------	-------------

						<b>carga al mes</b>
Kia Soul EV 2017	162	2.88	12.2	13	2	5.76
Kia Soul EV 2017	162	2.88	17.51	9	3	8.64

### 3.5 Prueba de funcionamiento de la estación de carga

Posterior a la instalación de la estación de carga se procedió a realizar la respectiva prueba de funcionamiento en un vehículo Kia Soul año 2017 el vehículo debe estar estacionado en el lugar designado para vehículos eléctricos y en frente del equipo de carga como. Se muestra en la siguiente figura 3.13.



**Figura 3.13** Kia Soul 2016

Luego se reconoció los conectores de carga semi-rápida y rápida del vehículo Kia Soul, llegando a localizar dos conectores para realizar la carga se seleccionó el conector SAE J1772, como nos indica la figura 3.14.



**Figura 3.14** Conector SAE J1772

En la figura 3.15 indica la conexión entre el equipo de carga y el vehículo en el tablero de instrumentos el indicador de carga siempre va a estar encendido una vez que termine la carga esta se apaga.



**Figura 3.15** Conexión equipo de carga y vehículo

Una vez establecida la comunicación entre el equipo y vehículo se observan en la pantalla las características de carga como: indica el inicio de carga, tiempo, temperatura y tensión de carga, además en el tablero de instrumentos del vehículo se observa el estado de la batería con un 19% de carga y el tiempo que tardará en cargarse, como se muestra en la figura 3.16.



**Figura 3.16** Display de indicador de tiempo y porcentaje de carga

Al finalizar el tiempo de carga se procede a apagar el equipo, desconectar del vehículo y recoger el cable, de esta manera se finaliza el proceso de prueba de funcionamiento, como indica la figura 3.17.



**Figura 3.17** Desconexión del conector SAE J1772

### **3.5.1 Prueba de funcionamiento de la aplicación EVSE4098**

EVSE MÁSTER APP es una aplicación para estaciones de carga inteligentes que se conectan mediante bluetooth y wifi desde un celular inteligente con equipo de carga con esta aplicación

podemos contralar el inicio, final de carga, potencia que suministra, cantidad de carga, el tiempo que tardara en carga una batería y la temperatura que se encuentra al iniciar la carga como se muestra en la figura 3.18.



**Figura 3.18** Aplicación Móvil EVSE4098

la aplicación guardara registros como: fechas de carga, tiempo de carga la cantidad de energía que suministro el equipo a las baterías en kW/h y el usuario como se muestra en la figura 3.19.

The screenshot shows the 'Mis registros' section of the EVSE4098 mobile application. It features a table with columns for 'Fecha de inicio', 'Cantidad', 'Duración', and 'Usuario'. There are three records listed, all for the user '8606897505847248'.

Fecha de inicio	Cantidad	Duración	Usuario
2023-02-03 08:07:29	13.50 kWh	137.36 min	860689750584 7248
2023-02-02 11:36:10	22.21 kWh	226.73 min	860689750584 7248
2022-07-07 10:51:40	16.72 kWh	170.25 min	860689750584 7248

**Figura 3.19** Registros por carga

### 3.5.2 Análisis de prueba de funcionamiento del equipo de carga

Una vez ejecutada la prueba de funcionamiento del equipo, se procedió a realizar carga del vehículo eléctrico Kia Soul año 2017 comenzando con un 19% de su capacidad para cargar la batería se debe completar con un 81% para obtener un porcentaje del 100% se tardó un tiempo de 3 horas con 46 minutos, con suministro de energía de 22,20 kW/h como indica la figura 3.20.



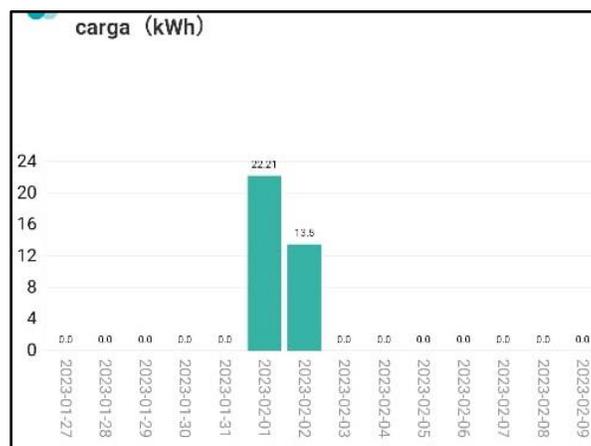
**Figura 3.20** Aplicación EVSE4098

Para obtener el 100% de carga del coche eléctrico es necesario de 5 horas una batería de 29kWh en este caso es más fácil comprender como se realiza la carga, el equipo cuenta con una aplicación móvil que la podemos descargar desde Play store y conectarnos mediante bluetooth y sabremos el estado de carga, la información se guarda en la nube y en cualquier momento podemos ver el tiempo de carga en diferentes días, como indica la siguiente figura 3.21.



**Figura 3.21** Grafica del tiempo de carga

En la figura 3.22 indica una gráfica en el instante que se utilizó el equipo para cargar el vehículo eléctrico se pudo observar que se consumió una cantidad de energía de 22,20kW/h.



**Figura 3.22** Grafica de cantidad de energía suministrada al vehículo en kW/h

### 3.6 Pliego tarifario para vehículos eléctricos

En el pliego tarifario para el año 2023 según una resolución del Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR). Especifica el valor a cancelar por kW/h esta tarifa va a variar dependiendo el día y hora que se va a cargar el vehículo eléctrico como nos indica la tabla 3.18.

**Tabla 3.18** Pliego tarifario para vehículos eléctricos

	<b>Rango de consumo días/horas</b>	<b>Energía (USD/kW/h)</b>
Vehículos eléctricos	L-V 08:00 hasta 18:00	0,080
	L-D 18:00 hasta 22:00	0,100
	L-D 22:00 hasta 08:00	0,050
	S-D 08:00 hasta 18:00	0,050

En la tabla 22 nos indica que si cargamos en el horario de 08:00 am hasta 18:00 pm el precio será de \$ 8 centavos por kW/h en los días de lunes a viernes, en los días de lunes a domingo de 18:00 pm a 22:00 pm el costo será de \$ 10 centavos, de 22:00 pm a 08:00 am los lunes a domingo el costo será de \$ 5 centavos y los días sábado y domingo de 08:00 am a 18:00 pm el costo será de \$ 5 centavos el kW/h. en estos últimos horarios el precio será menor debido a que son pocos los consumidores conectados a la red.

Una vez que se conoció el pliego tarifario establecido para vehículos eléctricos se realizó un análisis de costo utilizando como ejemplo la ruta San Antonio-universidad. En donde se observó que el vehículo tiene una autonomía de 162km consumiendo un 81% de la capacidad de la batería dando un consumo de energía de 22.20 kW/h. para conocer el costo por carga de la batería realizamos los siguientes cálculos con los diferentes horarios.

### **3.6.1 Costo por carga horario L-V 08:00am hasta 18:00pm**

Se realizó una multiplicación entre el costo del kW/h en este horario por los kW/h a cargar utilizando la siguiente ecuación.

$$\text{Costo por carga \$} = \text{costo} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * \text{energía por recuperar} \frac{\text{kW}}{\text{h}} \quad [3-7]$$

Donde:

El costo de kW/h es de 0,08 ctvs.

La energía por recuperar es de 22.20 kW/h

$$\text{Costo por carga \$} = 0,08\text{ctvs} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 22.20\text{kW/h} = 1,77$$

### **Costo al mes**

Para conocer que valor se va a cancelar al mes por cargar las baterías del vehículo eléctrico se realizó la siguiente operación multiplicar el costo por recarga por las veces que se va a carga al vehículo al mes con la siguiente ecuación.

$$\text{costo por mes \$} = \text{costo por recarga\$} * n \text{ de veces al mes}$$

Donde:

El costo por recarga va a ser \$ 1,77

n: el número de veces de carga de la batería al mes

Costo por mes el valor a cancelar en la planilla

$$\text{costo por mes \$} = 1,77 * 3 = 5,31$$

### **3.6.2 Costo por carga horario L-D 18:00m hasta 22:00pm**

Se realizó una multiplicación entre el costo del kW/h en este horario por los kW/h a cargar utilizando la siguiente ecuación.

$$\text{Costo por carga \$} = \text{costo} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * \text{energía por recuperar kW/h}$$

Donde:

El costo de kW/h es de 0,08 ctvs.

La energía por recuperar es de 22.20 kW/h

$$\text{Costo por carga \$} = 0,10\text{ctvs} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 22.20\text{kW/h} = 2,22$$

### **Costo al mes**

Para conocer que valor se va a cancelar al mes por cargar las baterías del vehículo eléctrico se realizó la siguiente operación multiplicar el costo por recarga por las veces que se va a carga al vehículo al mes con la siguiente ecuación.

$$\text{costo por mes \$} = \text{costo por recarga\$} * n \text{ de veces al mes}$$

Donde:

El costo por recarga va a ser \$ 2,22

n: el número de veces de carga de la batería al mes

Costo por mes el valor a cancelar en la planilla

$$\text{costo por mes \$} = 2,22 * 3 = 6,66$$

### **3.6.3 Costo por carga horario L-D 22:00 pm hasta 08:00 am**

Se realizó una multiplicación entre el costo del kW/h en este horario por los kW/h a cargar utilizando la siguiente ecuación.

$$\text{Costo por carga \$} = \text{costo} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * \text{energía por recuperar kW/h}$$

Donde:

El costo de kW/h es de 0,08 ctvs.

La energía por recuperar es de 22,20 kW/h

$$\text{Costo por carga \$} = 0,05 \text{ctvs} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 22,20 \text{kW/h} = 1,11$$

### **Costo al mes**

Para conocer que valor se va a cancelar al mes por cargar las baterías del vehículo eléctrico se realizó la siguiente operación multiplicar el costo por recarga por las veces que se va a carga al vehículo al mes con la siguiente ecuación.

$$\text{costo por mes \$} = \text{costo por recarga\$} * n \text{ de veces al mes}$$

Donde:

El costo por recarga va a ser \$ 1,11

n: el número de veces de carga de la batería al mes

Costo por mes el valor a cancelar en la planilla

$$\text{costo por mes \$} = 1,11 * 3 = 3,33$$

### **3.6.4 Costo por carga horario S-D 08:00 am hasta 18:00 pm**

Se realizó una multiplicación entre el costo del kW/h en este horario por los kW/h a cargar utilizando la siguiente ecuación.

$$\text{Costo por carga \$} = \text{costo} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * \text{energía por recuperar kW}$$

Donde:

El costo de kW/h es de 0,08 ctvs.

La energía por recuperar es de 22.20 kW/h

$$\text{Costo por carga \$} = 0,05\text{ctvs} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 22.20\text{kW/h} = 1,11$$

### **Costo al mes**

Para conocer qué valor se va a cancelar al mes por cargar las baterías del vehículo eléctrico se realizó la siguiente operación multiplicar el costo por recarga por las veces que se va a carga al vehículo al mes con la siguiente ecuación.

$$\text{costo por mes \$} = \text{costo por recarga\$} * n \text{ de veces al mes}$$

Donde:

El costo por recarga va a ser \$ 1,11

n: el número de veces de carga de la batería al mes

Costo por mes el valor a cancelar en la planilla

$$\text{costo por mes \$} = 1,11 * 3 = 3,33$$

El costo por carga en el horario L-V 08:00 hasta 18:00 será de \$ 1,77 llegando a cancelar mensualmente un valor de \$ 5,31, en los días L-D 18:00 hasta 22:00 el valor del kW/h es de \$ 10 ctvs. Costando cada carga \$1,77 y mensualmente \$ 6,66, en los días L-D 22:00 hasta 08:00 el kW/h es de \$0,05 ctvs. En este horario existe una reducción a la tarifa debido a que no existen muchos consumidores conectados a la red cancelando un valor de \$1,11 por carga y al mes \$3,33 como se indica en la tabla 3.19.

**Tabla 3.19** Costo por carga y mes

<b>Vehículos eléctricos</b>	<b>Rango de consumo días/horas</b>	<b>Costo (USD/kW/h)</b>	<b>Recuperación de energía (kW/h)</b>	<b>Costo por carga (USD)</b>	<b>Costo al mes \$</b>
Kia Soul EV 2017	L-V 08:00 hasta 18:00	0,080	22,20	1,77	5,31
	L-D 18:00 hasta 22:00	0,100	22,20	2,22	6,66
	L-D 22:00 hasta 08:00	0,050	22,20	1,11	3,33
	S-D 08:00 hasta 18:00	0,050	22,20	1,1	3,33

En la tabla 3.20 se detalla los valores a cancelar por carga y al mes teniendo en cuenta que se consumió toda la capacidad de la batería y se comienza a cargar desde 0% hasta llegar al 100% se conoce que la capacidad de almacenamiento de la batería del Kia Soul EV es de 27 kW y se conoce los días, horas y el costo por kW/h como lo indica en la tabla 3.18 del pliego tarifario para vehículos eléctricos.

**Tabla 3.20** Costo de carga al 100 %

<b>Vehículos eléctricos</b>	<b>Rango de consumo días/horas</b>	<b>Costo (USD/kW/h)</b>	<b>Recuperación de energía (kW/h)</b>	<b>Costo por carga (USD)</b>	<b>Costo al mes \$</b>
Kia Soul EV 2017	L-V 08:00 hasta 18:00	0,080	27	2,16	6,48
	L-D 18:00 hasta 22:00	0,100	27	2,7	8,81
	L-D 22:00 hasta 08:00	0,050	27	1,35	4,05
	S-D 08:00 hasta 18:00	0,050	27	1,35	4,05

En la tabla 3.21 se apreciar que un vehículo Kia Soul de combustión de 2.0 litros en un periodo de 8 años el costo de mantenimiento será \$5178.1, \$ 12800 el costo en combustible, \$2080 el valor a cancelar por cambio de neumáticos y el valor del coche es de 25000 durante los 8 años nuestro vehículo está en un valor de \$46242.1.

**Tabla 3.21** Costo de un vehículo Kia Soul a gasolina en periodo de 8 años

Mantenimiento en 8 años	Costo de mantenimiento \$	Costo total de mantenimiento en 8 años \$	Costo de combustible en 8 años \$	Costo del vehículo \$	Costo total vehículo en 8 años \$
Cada 5000km	786.24	5178.1	12800	250000	46242.1
Cada 50000km	2311.86				
Cambios neumáticos 40000km	2080				

El costo de mantenimiento de vehículo eléctrico Kia Soul será 12741.44 en los 8 años más el costo al cambio de neumáticos de \$2080, más el valor a cancelar de consumo de energía de \$639.36 y el valor del vehículo es de 35000 con un costo total en 8 años sumados todos los valores nos da \$48380.8, como se observa en la figura 3.22

**Tabla 3.22** Costo de un Kia Soul EV en periodo de 8 años

Mantenimiento en 8 años	Costo de mantenimiento	Costo energía	Costo total en mantenimiento en 8 años	Costo vehículo \$	Costo total vehículo en 8 años
Mantenimiento preventivo cada 20000km	4664	639.36	13380.8	35000	48380.8
Mantenimiento correctivo	8077.44				

### **Análisis vehículo a combustión vs eléctrico**

En un VE el costo de mantenimiento es mayor con un valor de \$13380.8 con relación a uno de combustión es de \$5178.1 sumado a estos valores los costó de cada vehículo al realizar la compra obtenemos un valor de \$46242.1 y un eléctrico de \$48380.8. la compra de un vehículo

eléctrico, mantenimiento son muy elevados consumo de energía es menor debido a que el kW/h es de 10 centavos y un lapso de 8 años se cancelara \$639.36 sumado el costo mantenimiento y valor al que se compró el vehículo se obtiene un valor \$48380.8. los valores en un vehículo a gasolina 2.0 litros el mantenimiento será de \$5178.1 en este caso el consumo de combustible es de \$12800, el valor adquisitivo es de \$25000 y en 8 años tendrá un valor total de \$46242.1 siendo menor esto se debe a que los vehículos a combustión son más confiables y más asequibles lo más importante que el combustible se encuentra en estaciones encargadas de suministrar este tipo de combustible de forma rápida a diferencia de un eléctrico que para abastecerse de energía se debe esperar un lapso de 5 horas.

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- El propósito fundamental de esta investigación sobre la utilización de vehículos eléctricos y su aporte en la conservación del medio ambiente, se hace énfasis en numerosas ventajas como: la reducción de los gases de invernadero hasta un 30%. También la disminución total de CO<sub>2</sub>, CO y otros contaminantes, otra ventaja positiva es aprovechar hasta el 77% de eficiencia energética que ingresa al motor eléctrico a comparación de los de combustión que es del 25%, además el gasto es mínimo en mantenimientos ya que no necesita aceite, refrigerantes, filtros, bujías entre otros elementos, otro beneficio es que la electricidad no es bombeada en oleoductos, ni todos los procesos que para extraer el petróleo.
- Se determinó los componentes y materiales para la implementación de la estación eléctrica en base a la Norma Técnica Colombia NTC 2050 sección 625 ya que previo a una investigación se observó que no hay normativa ecuatoriana para la implementación de este tipo de proyectos.
- Se realizó un estudio mediante la investigación sobre los diferentes tipos de cargadores y sus respectivos modos de carga obteniendo como resultados: la carga lenta, semi-rápida y rápida. Se realizó una comparación de los costos de cada equipo y las características más importantes que pueden proporcionar cada cargador entre estas estuvo: la seguridad, potencia, resistencia, homologación y que sea programable, el cual se escogió el cargador Morec EV Tipo 2 de carga semi-rápida que ofrece muchos beneficios y también cuenta con una aplicación móvil EVSEMaster 4098 muy favorable ya que informa el tiempo y el porcentaje de carga.
- Los datos de obtención de los costos de mantenimiento de un Kia Soul EV fueron investigados y a través de distintas proformas y los datos operativos fue mediante rutas, teniendo en cuenta la autonomía que es de 162 km puede recorrer un periodo de 9 días con un recorrido de 17.51 km/día, para cargar sus baterías se debe hacer 2.3

ocasiones al mes pagando un valor de \$6.62 en la planilla de luz, siendo más económico consumir energía eléctrica en relación con un vehículo de combustión el mismo vehículo puede llenar su tanque con gasolina extra a un valor de \$ 30 dólares llegando a recorrer una distancia de 616km, si se coloca gasolina súper tendrá un valor \$50 dólares se obtuvo un ahorro de \$23.38ctvs y \$43.38ctvs respectivamente.

- El costo de energía en 8 años será de \$637.20 en relación a consumo de combustible será de 12800 en este aspecto el vehículo eléctrico resulta más económico sumados los costos de mantenimiento, combustible y valor del vehículo en un periodo de 8 años es de \$ 41800, en vehículo de combustión en el mismo periodo el vehículo eléctrico tendría un costo final de \$53957.6 con una diferencia de \$ 12157.6 a favor de un vehículo a gasolina este seguirá siendo el más económico al momento de adquirir uno y en sus mantenimientos.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre las fuentes energías limpias para cargar vehículos eléctricos, cuanta contaminación total se obtendría, si es factible o no de este tipo de proyectos para la incentivación a adquirir un EV
- Diseñar o idear una normativa ecuatoriana para la instalación de electrolinerías o estaciones de carga semi-rápida ya que de momento existe la INEN 19:2001, siendo muy antigua para las instalaciones que utilizan los vehículos eléctricos en la actualidad.
- Se recomienda seguir las instrucciones de carga que indica el fabricante para lograr un perfecto funcionamiento y así evitar daños favoreciendo a extender su vida útil. El equipo debe estar en un ambiente abierto con ventilación para evitar sobrecalentamientos en el sistema.
- Realizar una investigación sobre la cargadora semi-rápida para vehículos eléctricos Morec EV en el que incluya su funcionamiento a la altura de la ciudad de Ibarra y la utilización en los diferentes horarios si afecta o no en su desempeño para su funcionamiento.
- Para futuras investigaciones se recomienda la implementación de una estación de carga industrial que contabilicen la cantidad de suministro de energía a las baterías, el costo por kW/h y el costo total por carga como proporcional las bombas que despachan el combustible.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- 1) (s.f.). Obtenido de <https://electromovilidad.wordpress.com/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>
- 2) Freile Veloz, A. A., & Robayo Calle, S. P. (2016). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de Medios de Transporte Eléctricos en el Centro Histórico de Quito*. Quito.
- 3) Alvarado Goya, S. A. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de electrolineras en el Distrito*. Quito.
- 4) Ambientum, EFE VERDE. (2020). *línea verde de huelva*. Obtenido de línea verde de huelva: <http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/Coches-de-combustion-VS-Coches-electricos/Coches-de-combustion-VS-Coches-electricos.pdf>
- 5) Auquilla, B. B. (2019). *Repositorio Escuela Politecnica Nacional*. Obtenido de Repositorio Escuela Politecnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20472/1/CD%209957.pdf>
- 6) AWE. (2018). MANUAL DE INTRODUCCIÓN PARALA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. *ORBIS energía inteligente*.
- 7) Barros, H., & Ortega, L. (2018). *Ropositorio Institucional Universidad Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16376/1/UPS-CT007975.pdf>
- 8) Bohórquez, J. A., López, C. P., Díez, A. E., & Díez, I. C. (2011). REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA NORMATIVIDAD ACTUAL DE PRODUCTOS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS FRENTE A LA ENTRADA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN COLOMBIA. *Revista Investigaciones Aplicadas | ISSN 2011-0413 |*, 120.
- 9) Botsford, C., & Szczepanek, A. (13 de Mayo de 2017). *researchgate*. Obtenido de researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/228997158\\_Fast\\_Charging\\_vs\\_Slow\\_Charging\\_Pro Pros\\_and\\_cons\\_for\\_the\\_New\\_Age\\_of\\_Electric\\_Vehicles](https://www.researchgate.net/publication/228997158_Fast_Charging_vs_Slow_Charging_Pro Pros_and_cons_for_the_New_Age_of_Electric_Vehicles)
- 10) Bustamante, E., & Reibán, G. (2020). *Repositorio Universidad de Cuenca*. Obtenido de Repositorio Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34809/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- 11) Cano Murilo, V., & Moreno Viveros, F. (2019). *Implementación de una RaspberryPi como agregador eléctrico en una red de electrolineras*.
- 12) Castillo, M. A., & Serrano, D. (10 de Junio de 2018). 240 vehículos eléctricos circulan en Ecuador.

- 13) Circutor Chile. (2017). *circuitor*. Obtenido de circuitor:  
<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3086&ni=tecnologia-para-la-infraestructura-de-carga-de-los-vehiculos-electricos>
- 14) Cisneros, P. (2020). *Banco de desarrollo de America Latina*. Obtenido de Banco de desarrollo de America Latina:  
<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2019/07/energias-renovables-y-eficiencia-energetica-para-la-movilidad-urbana-sostenible-un-futuro-no-tan-lejano/>
- 15) Clofent, J. P. (2017). *Equipos de recarga de vehículos eléctricos*. Madrid: Circutor.
- 16) Coviello, M. (2015). *Repositorio Cepal*. Obtenido de Repositorio Cepal:  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37686/1/S1500025\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37686/1/S1500025_es.pdf)
- 17) Diez, P. (2019). *Repositorio Universidad de Valladolid*. Obtenido de Repositorio Universidad de Valladolid: <https://core.ac.uk/download/pdf/222807924.pdf>
- 18) *Electromovidad*. (2016). Obtenido de <https://electromovilidad.wordpress.com/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>
- 19) Energía y sociedad. (2019). *Energía y sociedad*. Obtenido de Energía y sociedad:  
<https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/4-2-la-eficiencia-energetica-del-vehiculo-electrico/>
- 20) Euroelectrica. (s.f.). *Euroelectrica*. Obtenido de Euroelectrica:  
<https://euroelectrica.com.mx/producto/interruptor-termomagnetico-acti9-2-polos-40-a-220-440-vca-ic60n-riel-din/>
- 21) Europea, A. (2019). *europarl*. Obtenido de europarl:  
<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20190313STO31218/emisiones-de-co2-de-los-coches-hechos-y-cifras-infografia>
- 22) García, G. (2018). Tipos de vehículos eléctricos: funcionamiento y características de cada tecnología. *Híbridos y Eléctricos Ecotecnología del Vehículo*.
- 23) García, G. (2020). La autonomía y la recarga del coche eléctrico alcanzan la madurez tecnológica. *Híbridos y Eléctricos Ecotecnología del vehículo*.
- 24) González Ramírez, J. (2019). *El coche eléctrico*. Obtenido de <https://elcocheelectrico.com/partes-coche-electrico/>
- 25) Herazo, L. (2020). *Anicubator*. Obtenido de Anicubator: <https://anicubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/>
- 26) Ibáñez. (2012). Tipos de conectores, tipos de recarga y modos de carga. *Motor Pasión*.

- 27) Ibañez. (2016). *Motor Pasion*. Obtenido de Motor Pasion:  
<https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/tipos-de-conectores-tipos-de-recarga-y-modos-de-carga>
- 28) Iglesias, L., & Ruperti, J. (2017). *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria* . Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/235988547.pdf>
- 29) INEN. (2017). *INEN SERVICIO ECUATORIANO DE NORALIZACIÓN*.
- 30) León, F., & Salinas, M. (2018). *Repositorio Universidad de Cuenca*. Obtenido de Repositorio Universidad de Cuenca:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31275/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>
- 31) Moreno, F. M. (2016). *Vehículos Eléctricos. Historia, Estado Actual Y Retos*.
- 32) Morocho, S. E. (2017). *Repositorio Institucional Universidad de Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28482/1/Trabajo%20de%20titulacion%3%B3n.pdf>
- 33) Orbea, L., Toapaxi, J., & Guano, C. (s.f.). *Repositorio UIDE*. Obtenido de Repositorio UIDE:  
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3758/11/%E2%80%9CAn%C3%A1lisis%20de%20incentivos%20y%20proyecciones%20del%20veh%C3%ADculo%20100%25%20el%C3%A9ctrico%20en%20el%20Ecuador%E2%80%9D.pdf>
- 34) ORBIS TECNOLOGIA ELECTRICA;S.A. (2019). Manual de introduccion para la recarga de vehiculos electricos. *ORBIS*, 6.
- 35) Pañero, E. (2019). Tipos de conectores en los vehículos eléctricos. *Mecánica y Electrónica*.
- 36) pplucaravan. (s.f.). *pplucaravan*. Obtenido de pplucaravan: pplucaravan
- 37) Promesa. (s.f.). *Promesa*. Obtenido de Promesa:  
<https://www.promesa.com.ec/producto/cable-sjt-awg-electrocables-3-x-16>
- 38) Rea Toapanta, A. R., & Velez Murillo, K. P. (2016). *Repositorio digital Universidad Central*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9117>
- 39) Restrepo Laverde, J. A., & Tobón Ramirez, D. A. (2018). Development of a charging station for electric vehicles. *Lámpsakos*.
- 40) SAE. (2012). SAE INTERNATIONAL PRESENTA EL NUEVO CONECTOR DE CARGA RÁPIDA. *Revista del Motor*.
- 41) Salmoral, E. (2016). *AutoBild.es*. Obtenido de <https://www.autobild.es/noticias/asi-funciona-coche-electrico-renault-303111>

- 42) Sanches, A. (2021). *Renault*. Obtenido de Renault: <https://www.renault.es/blog/coches-electricos/beneficios-coche-electrico-respecto-coche-combustion.html>
- 43) Sialsol. (2019). *SialsolHome*. Obtenido de SialsolHome: <https://www.sialsolhome.com/categoria-producto/cargadores-coches-electricos/>
- 44) Tapia, J. (2020). *Conama*. Obtenido de Conama: <http://www.conama.org/conama10/download/files/conama/CT%202010/41083.pdf>
- 45) TATA ELXSI. (2019). *tataelxsi*. Obtenido de tataelxsi: [https://www.tataelxsi.com/Perspectives/WhitePapers/TataElxsi\\_Whitepaper\\_An\\_Overview\\_on\\_Electric\\_Vehicle\\_Charging\\_Infrastructure.pdf](https://www.tataelxsi.com/Perspectives/WhitePapers/TataElxsi_Whitepaper_An_Overview_on_Electric_Vehicle_Charging_Infrastructure.pdf)
- 46) Torres, V. (2018). *Repositorio de a Universidad de Zaragoza*. Obtenido de Repositorio de a Universidad de Zaragoza: <https://zaguan.unizar.es/record/76842/files/TESIS-2019-014.pdf>
- 47) UNE. (2017). *UNE*. Obtenido de [www.une.org](http://www.une.org)
- 48) Universo, E. (16 de Agosto de 2020). En tres provincias se concentra la mayor compra de carros eléctricos.
- 49) Vega, F. A. (2020). *Cnta*. Obtenido de Cnta: <https://cnta.ec/sistema-de-freno-regenerativo-funcionamiento-parte-1/>
- 50) Vélez, J. (2017). *Repositori Universidad de Cuenca*. Obtenido de Repositori Universidad de Cuenca: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27353/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION.pdf>
- 51) Wallbox, T. (2015). *Wallbox.eu*. Obtenido de Wallbox.eu: <http://wallbox.eu/es/info/tipos-de-conectores-de-vehiculos-electricos.html>
- 52) Wolbertus, R. (13 de Noviembre de 2020). *Mdpi*. Obtenido de Mdpi: <https://www.mdpi.com/2032-6653/11/4/73/pdf>
- 53) Zona Eco . (04 de 2022). *Hyundai*. Obtenido de Hyundai: <https://www.hyundai.com/es/zonaeco/eco-life/econciencia/coches-electricos-contaminan>