



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**ESTIMACIÓN DEL CONSUMO POR  
INCURSIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS  
EN USUARIOS RESIDENCIALES PARA LA  
MOVILIDAD ELÉCTRICA SOBRE DOS  
RUEDAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: KEVIN ALEXANDER IDROVO IÑIGUEZ

TUTOR: EDWIN MARCELO GARCÍA TORRES

Quito -Ecuador

2025

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Kevin Alexander Idrovo Iñiguez con documento de identificación N°.1104311517 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 08 de diciembre del año 2025

Atentamente,



---

Kevin Alexander Idrovo Iñiguez  
1104311517

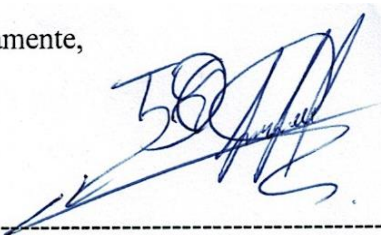
## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Kevin Alexander Idrovo Iñiguez con documento de identificación No.1104311517, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Estimación del consumo por incursión de vehículos eléctricos en usuarios residenciales para la movilidad eléctrica sobre dos ruedas”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 08 de diciembre del año 2025

Atentamente,



---

Kevin Alexander Idrovo Iñiguez  
1104311517

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Marcelo García Torres con documento de identificación N°.1803087400, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTIMACIÓN DEL CONSUMO POR INCURSIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN USUARIOS RESIDENCIALES PARA LA MOVILIDAD ELÉCTRICA SOBRE DOS RUEDAS, realizado por Kevin Alexander Idrovo Iñiguez con documento de identificación N°.1104311517, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 08 de diciembre del año 2025

Atentamente,



Ing. Edwin Marcelo García Torres, MSc  
1803087400

## ÍNDICE GENERAL

1	Introducción .....	2
2	Marco teórico .....	3
2.1	Tipos de Movilidad Eléctrica a dos ruedas.....	3
2.1.1	Motocicleta eléctrica .....	3
2.1.2	Bicicleta eléctrica .....	4
2.1.3	Scooter eléctrico .....	4
2.2	Baterías .....	4
2.2.1	Tipos de baterías.....	5
2.2.2	Rendimiento de las baterías.....	6
2.3	Eficiencia Energética .....	7
2.4	Comparación del consumo energéticos en distintos medios de transporte .....	7
2.5	Impacto ambiental de los vehículos a dos ruedas.....	7
3	Desarrollo .....	8
3.1	Afectación a la red.....	8
3.2	Descripción técnica.....	9
3.2.1	Eficiencia del consumo energético.....	9
4	Problema de estudio .....	10
4.1	Ciclo de carga y descarga .....	10
4.1.1	Motocicleta eléctrica .....	11
4.1.2	Bicicleta eléctrica .....	11
4.1.3	Scooter eléctrico.....	11
4.1.4	Características técnicas de los modelos aplicados .....	12
5	Objetivo y alcance de la movilidad a dos ruedas .....	12
5.1	Aplicación del modelo estadístico regresivo.....	12
6	Pseudocódigo .....	12
7	Análisis de resultados.....	13
7.1	Perfil de demanda de la Motocicleta eléctrica .....	15
7.2	Perfil de demanda de la Bicicleta eléctrica .....	16
7.3	Perfil de demanda de la Patineta eléctrica.....	16
7.4	Caso de estudio.....	16
7.4.1	Caso 1: red doméstica no excedida .....	16
7.4.2	Caso 2: red doméstica excedida .....	16
7.5	Costo por carga para cada vehículo eléctrico a dos ruedas .....	17
7.5.1	Costo de la carga de la Motocicleta eléctrica.....	17

7.5.2 Costo de la carga de la Bicicleta eléctrica.....	17
7.5.3 Costo de la carga del Scooter eléctrico .....	18
8 Comparación .....	18
9 Conclusiones .....	18
10 Trabajos futuros.....	20
11 Referencias .....	20
11.1 Matriz de Estado del Arte .....	24
11.2 Resumen de Indicadores .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vehículo eléctrico a dos ruedas .....	3
Figura 2. Baterías .....	4
Figura 3. Afectación del perfil de tensión en la red doméstica. ....	9
Figura 4. Ciclo de carga y descarga de una Motocicleta eléctrica .....	11
Figura 5. Ciclo de carga y descarga de una Bicicleta eléctrica .....	11
Figura 6. Ciclo de carga y descarga de un Scooter eléctrico.....	12
Figura 7. Perfil de tensión de la red doméstica .....	14
Figura 8. Perfil de tensión de la red doméstica + la demanda de vehículos eléctricos .....	14
Figura 9. Curva de demanda .....	15
Figura 10. Perfil de demanda con el ingreso de la motocicleta eléctrica .....	15
Figura 11. Perfil de demanda con el ingreso de la bicicleta eléctrica .....	16
Figura 12. Perfil de demanda con el ingreso de la patineta eléctrica .....	16
Figura 13. Perfil de tensión de la red doméstica sin exceder la carga de vehículos eléctrico..	16
Figura 14. Perfil de tensión de la red doméstica excedida con el ingreso de vehículos eléctricos.....	17
Figura 15. Perfil de demanda del usuario residencial +Motocicleta eléctrica + Bicicleta eléctrica + Patineta eléctrica.....	18
Figura 16. Resumen e indicador de la temática - Estado del arte. ....	30
Figura 17. Indicador de formulación del problema - Estado del arte.....	30
Figura 18. Indicador de solución - Estado del arte.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidad de energía .....	6
Tabla 2. Características de las baterías.....	7
Tabla 3 Comparativa de eficiencia energética .....	7
Tabla 4. Reducción de Co2 por uso de vehículos eléctricos a dos ruedas en diversos países. ..	8
Tabla 5. Ficha técnica.....	9
Tabla 6. Potencias de carga y descarga de los vehículos eléctricos a 2 ruedas.....	10
Tabla 7. Características de los modelos aplicados .....	12
Tabla 8. Algoritmo para el cálculo de la caída de tensión mediante el ingreso de la motocicleta, bicicleta y el scooter eléctrico a la red.....	13
Tabla 9. Valores de consumo del usuario residencial + Motocicleta eléctrica + Bicicleta eléctrica + Patineta eléctrica.....	15
Tabla 10. Características de costos en kW por tiempo de carga .....	18
Tabla 11. Matriz de estado del arte .....	24

# ESTIMACIÓN DEL CONSUMO POR INCURSIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN USUARIOS RESIDENCIALES PARA LA MOVILIDAD ELÉCTRICA SOBRE DOS RUEDAS

## Resumen

Debido a su autonomía y tipo de instalación los vehículos eléctricos a 2 ruedas se encuentran en cualquier zona residencial, esto debido a no necesitar de una instalación especial para su carga. Este artículo busca estimar la carga de consumo de los vehículos de tracción a dos ruedas, y analizar cómo afecta la inserción de estos vehículos eléctricos a una red residencial, para lograr implementar un problema de gestión haciendo una caracterización del comportamiento de las baterías de tracción a dos ruedas, esto se logra mediante indicadores de eficiencia determinados por las variables de corriente, voltaje, potencia, kilometraje, tiempo de carga y la ruta recorrida; con energía optimizada. Se presenta el caso número 1, implementación a la red de vehículos eléctricos a 2 ruedas sin exceder la carga de vehículos eléctricos, y, el caso número 2, inserción de cargas de varios vehículos eléctricos a 2 ruedas a la red doméstica, excediendo la demanda convencional del usuario, para poder determinar la afectación a la red eléctrica residencial. Finalmente se determina cuál de estos medios de transporte es el modo de desplazamiento más eficiente, el costo de cada consumo en [kWh], y una comparativa y análisis de este tipo de vehículos a dos ruedas para saber cuál es el transporte más idóneo entre recorridos y desplazamientos, consumo en movimiento, usando el método de simulación, indicando cuál es el medio de transporte más conveniente para el usuario.

**Palabras Clave:** Vehículos eléctricos, Movilidad eléctrica, Consumo energético, Energía renovable, Sostenibilidad.

## Abstract

Due to their autonomy and type of installation, 2-wheeled electric vehicles are found in any residential area, this is because they do not require a special installation for charging. This article seeks to estimate the consumption load of two-wheel drive vehicles and analyze how the insertion of these electric vehicles affects a residential network, to implement a management problem by characterizing the behavior of two-wheel drive batteries. two wheels, this is achieved through efficiency indicators determined by the variables of current, voltage, power, mileage, charging time and the route traveled; with optimized energy. Case number 1 is presented, implementation of 2-wheeled electric vehicles into the network without exceeding the load of electric vehicles, and case number 2, insertion of loads from several 2-wheeled electric vehicles into the home network, exceeding the demand. conventional user, to determine the impact on the residential electrical network. Finally, it is determined which of these means of transport is the most efficient mode of travel, the cost of each consumption in [kWh], and a comparison and analysis of this type of two-wheeled vehicles to know which is the most suitable transport between routes. and displacements, consumption in motion, using the simulation method, indicating which is the most convenient means of transportation for the user.

**Keywords:** Electric vehicles, Electric mobility, Energy consumption, Renewable energy, Sustainability.

# 1 Introducción

El ser humano a lo largo de los años ha causado un daño medio ambiental tremendo al planeta, por lo que, en la actualidad, se ha tornado en un problema mundial, por lo que el ser humano a reflexionado, sobre la contaminación y el cambio climático, esto ha causado que se implementen nuevas tecnologías, y formas de poder reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, gracias a los avances tecnológicos han surgido nuevos vehículos eléctricos, (VE), que han logrado sustituir a los vehículos de combustión convencionales, reduciendo la tasa de contaminación a nivel mundial, una forma factible de favorecer este cambio es gracias a la implementación de nuevas tecnologías como lo son los vehículos eléctricos de tracción a 2 ruedas que utilizan motores eléctricos y baterías recargables, buscando siempre la mayor eficiencia [1], [2], [3].

El desarrollo de nuevas tecnologías en el mejoramiento vehicular ha crecido en este siglo de una forma exponencial, presentes en baterías de alta capacidad, la respuesta en la infraestructura de carga, y el uso de nuevas fuentes de energía, dando como resultado baterías de litio más potentes y duraderas y un menor peso en el vehículo de tracción a dos ruedas en comparación con los vehículos a tracción a cuatro ruedas, los vehículos eléctricos son una respuesta inteligente a una demanda de desafíos, tanto ambientales, como energéticos, el implementar vehículos eléctricos al diario vivir, presenta ciertos beneficios al usuario y a nuestro ecosistema, como menores costos de mantenimiento, menos emisiones de CO<sub>2</sub>, reducción en el consumo de combustibles, y una conducción más silenciosa y suave [4], [5].

Una ventaja notable de usar vehículos a tracción a dos ruedas es que brindan un mayor acceso a la movilidad en carreteras congestionadas, una mayor accesibilidad al cambio de baterías ya sea por falla, o por un intercambio de una batería sin carga por una

con carga, o la facilidad de acceso a cualquier punto de corriente de uso doméstico.

Como formas de combatir el cambio climático, la contaminación atmosférica, y reducciones de CO<sub>2</sub>, gobiernos y empresas están implementando políticas, e incentivos que amenoran costos de producción, reducciones de impuestos a vehículos eléctricos, y precios al consumidor más accesibles, para incentivar a la población a la adquisición de vehículos eléctricos [6], [7].

Los (VE) a tracción a cuatro ruedas no son los únicos que pueden afectar la red eléctrica, también existen los (VE) a tracción a dos ruedas, que independientemente, aunque el consumo energético y de espacio sea menor, presenta algunos inconvenientes afectando de varias maneras la red eléctrica como: demanda energética, carga en el domicilio, gestión en la carga, infraestructura de carga en el domicilio, entre otros. A pesar de ser vehículos con menor demanda que un vehículo eléctrico convencional también requieren una cuidadosa planificación de la infraestructura eléctrica residencial y la gestión de carga para garantizar la estabilidad y la eficiencia de la red doméstica [8], [9].

A continuación, exploraremos los tipos de vehículos eléctricos a dos ruedas categorizados por una Motocicleta, Bicicleta y Scooter eléctricos, sus beneficios, desafíos y el papel fundamental que cumplen en un futuro que busca la sostenibilidad, se desarrollara un análisis debido a la inserción de estos vehículos eléctricos a dos ruedas en una red eléctrica residencial, que permitirá determinar cómo la inserción de estos vehículos eléctricos en la red doméstica afectara el perfil de tensión.

El escrito se compone por varias secciones que constan de la siguiente manera. En la sección II se caracterizará la batería, algunos conceptos para conocer su

comportamiento, y además de conceptos de manera general al respecto, en esta sección III, se analiza, como la incorporación de cargas provenientes de vehículos eléctricos (VE) de dos ruedas, afecta el perfil de tensión de la red eléctrica, y se presentan las curvas de carga y descarga correspondientes a la Motocicleta, Patineta y Bicicleta eléctricas con el fin de comprender su comportamiento.

En la sección IV se da a conocer el objetivo y alcance de la movilidad eléctrica a dos ruedas. Para la sección V se realizará una formulación del problema; y su respectivo pseudocódigo que estará planteado en la sección VI de acuerdo al modelo estadístico regresivo, en la sección VII se examinan los análisis de resultados en la que se planteó 2 casos de estudio, caso 1 análisis del perfil de demanda del usuario residencial sin exceder el perfil de tensión de la red doméstica considerando la demanda del usuario, y tomando en cuenta las cargas de los vehículos eléctricos a dos ruedas, y caso 2 análisis del perfil de demanda del usuario residencial excediendo el perfil de tensión de la red doméstica considerando la demanda del usuario, y tomando en cuenta las cargas de los vehículos eléctricos a dos ruedas, carga de la motocicleta eléctrica, la carga de la Bicicleta eléctrica y la carga de la Patineta eléctrica, la sección VIII se desarrolla una comparativa de los modelos mencionados, y una discusión sobre los resultados obtenidos, para terminar, en la sección IX en la cual se presenta las conclusiones del estudio [6], [10], [11].

A continuación, tendremos una visión amplia sobre las categorías, tipos, sistemas de suministro, eficiencia energética, el porqué del vehículo eléctrico a dos ruedas, como influyen los vehículos a dos ruedas en la red eléctrica, una síntesis comparativa entre los diferentes tipos de consumo de cada vehículo eléctrico y el impacto que ejercen los vehículos eléctricos a dos ruedas sobre el medio ambiente.

## 2 Marco teórico

La movilidad eléctrica a dos ruedas hace referencia a los tipos de vehículos eléctricos como lo son: las motos, las bicicletas, y Scooter, etc. Estos tipos de vehículos han evolucionado con el tiempo hasta alcanzar un alto índice de usuarios a nivel mundial, ya que presenta una gran alternativa en comparación con los vehículos convencionales de combustión, el uso alternativo de vehículos eléctricos a 2 ruedas presenta dos grandes ventajas a destacar, tanto en la parte económica como en la parte medioambiental; reduciendo el alto índice de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, esto se debe a que las compañías de transporte buscan la forma de mejorar su tecnología y evolucionar al menor costo posible [1], [4].

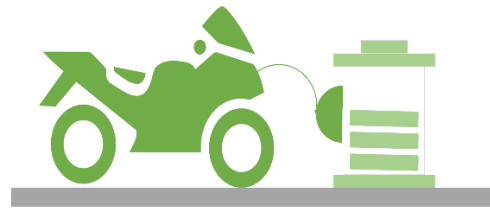


Figura 1. Vehículo eléctrico a dos ruedas

### 2.1 Tipos de Movilidad Eléctrica a dos ruedas

#### 2.1.1 Motocicleta eléctrica

Las motos eléctricas requieren un motor eléctrico para funcionar y pueden recorrer distancias de 70 a 100 [km], dependiendo del tipo de conducción que el usuario le dé. Han presentado ser un transporte accesible, seguro, confiable y económico, por lo que han estado más presentes en estos últimos tiempos en el paisaje urbano, como opción de movilidad sostenible su funcionamiento depende de un motor que a su vez usa la energía continua de una batería, que en los modelos más antiguos son las (baterías de plomo) les permite recorrer hasta 70 [km]. Las baterías de litio más modernas pueden recorrer más de 100 [km] por sí solas y duplicar el número potencial de recargas.

hasta unas 2.000 [12]. Cada día las conexiones públicas de carga están más presentes, equipadas para que los vehículos eléctricos se puedan cargar de forma rápida y cómoda mediante un cable de conexión. Además, la motocicleta eléctrica, presenta algunas ventajas sobre un vehículo eléctrico convencional, la batería es extraíble, el tiempo de carga es menor que la de un vehículo eléctrico convencional, la carga puede ser en cualquier vivienda tradicional que suministre 110 voltios, no se necesita ningún toma especial, y el espacio que usa es menor; su autonomía viene determinada por la carga energética, por el peso que pueden soportar, el modo de manejo del usufructuario y el estado del terreno. Por tanto, si se presta especial atención a estos factores, la moto no sólo tendrá una mayor autonomía, sino que también soportará mayor número de cargas, aumentando su vida útil [7], [13], [14]. Por otro lado, como el vehículo tiene menos probabilidades de averiarse, el seguro de la motocicleta eléctrica suele ser más barato.

### 2.1.2 *Bicicleta eléctrica*

A diferencia de una bicicleta “normal” la bicicleta eléctrica cuenta con accesorios extras que ayudan a movilizar la bicicleta eléctrica, tales como son, las baterías encargadas de almacenar energía, que normalmente son de plomo o litio. Las cuales ofrecen una autonomía de 36 [km] a 72 [km], y de un motor eléctrico que habitualmente se encuentra en la llanta trasera, aunque hay diseños en el que se sitúa en la llanta delantera.

La batería suele estar situada en el portaequipajes trasero o en el centro del vehículo, o debajo del asiento [9], [15], [16]. Por último, las bicicletas eléctricas tienen un mecanismo de dirección. Hay un sensor en el pedalier para detectar si estamos pedaleando o no, y los controles del sistema están situados en el manillar, donde podemos comprobar la carga de la batería y

ajustar la intensidad de la asistencia eléctrica [3].

### 2.1.3 *Scooter eléctrico*

Los scooters-eléctricos son vehículos de dos ruedas similares a las bicicletas o motos, pero utilizan un sistema de propulsión eléctrica en lugar de funcionar con gasolina, su autonomía es de 30 [km]. El motor de un Scooter eléctrico funciona con electricidad, por lo que es respetuoso con el medio ambiente y mucho más silencioso que un coche con motor de combustión interna., el cual no emite gases ni ruido ni vibraciones, lo que las hace ideales para desplazarse por la ciudad [17], [18], [19].

## 2.2 **Baterías**

Las baterías eléctricas son unos dispositivos los cuales están compuestos por celdas electroquímicas las cuales pueden realizar la conversión de energía química del interior en energía eléctrica la cual se va almacenando, así es como las baterías producen una corriente continua (CC) y actúan como una fuente de energía para diversos circuitos los cuales se están alimentando de ella [10], [11], [15], [17], [18], [19], [20], [21].

Las baterías de los (VE) a dos ruedas se las pueden encontrar en diferentes tamaños o capacidades.

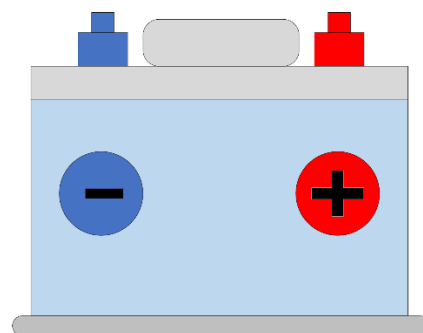


Figura 2. Baterías

### 2.2.1 Tipos de baterías

Existen varios tipos de baterías que ocupan los vehículos eléctricos a dos ruedas las cuales son:

#### 2.2.1.1 Baterías de Litio e Ion de Litio

Caracterizadas por ser las más modernas y novedosas, consiguen sacar un rendimiento mayor frente a las de plomo siendo hasta cuatro veces más ligeras que las mismas, entre sus características destaca su resistencia a la autodescarga, mayor tasa de recarga, proporciona corriente de rotación fría con un voltaje más constante que otros modelos, se caracterizan por presentar un tiempo de vida útil mayor, de entre 1000 a 2000 ciclos completos y por último presentan un tamaño más reducido y compacto [20], [22].

#### 2.2.1.2 Baterías Plomo

Uno de los elementos más clásicos en la mecánica de cualquier vehículo, presentaba problemas que contaminaban el medio ambiente y afectaban la salud del ser humano, lo que ocasionaba que sea uno de los menos usados en este entorno. Tienen unos 1500 ciclos completos de duración, observando la tasa de autodescarga, se obtiene de media un promedio de entre 6 [%] y el 10 [%] del total del mes entero sin uso, mientras que en las de litio no sucede esto reduciéndose al 1[%] [23], [24].

#### 2.2.1.3 Baterías de Níquel -Metal

Son muy poco usadas ya que este tipo de baterías será hegemónico, su retroceso en ellas resulta a lo pesadas que son, estas necesitarían de un mayor tamaño y peso para poder igualar la misma energía de una de litio.

Se sabe que hay la posibilidad de poder conectar a la red un vehículo eléctrico mientras no se está en uso, esto se debe a que las baterías funcionan como almacenadores de energía eléctrica la cual será suministrada al vehículo o medio de transporte que se utilizará para moverse [7], [13].

#### 2.2.1.4 Estado de carga / State Of Charge (SOC)

Se establece gracias al estado de la capacidad de la batería dicha por cada fabricante, el SOC indica la energía almacenada en una batería que está dado por valores de 0 al 100 %.

En la Ec. (1) se detalla la fórmula del Estado de carga la cual presenta 3 variables, con esta fórmula se puede saber el estado de cómo se va realizando la carga de la batería [21], [25].

$$SOC = \frac{Q(act)}{Q(nom)} \quad (1)$$

**Donde:**

*SOC*: Estado de carga.

*Q(act)*: Capacidad actual de la batería.

*Q(nom)*: Capacidad nominal de la batería.

#### 2.2.1.5 Descarga profunda

Valor porcentual de energía que se ha sustraído de un acumulador o batería plenamente cargado en una descarga.

En la Ec. (2) se detalla la fórmula de la Descarga Profunda la cual se observa 2 constantes y 3 variables, lo que hace dar a entender que esta fórmula es la capacidad de descarga que tiene la batería al momento de entregar energía durante el tiempo que se determinó [26].

$$DOD = 1 - \frac{Q(act)}{Q(nom)} \quad (2)$$

**Donde:**

*DOD*: Descarga profunda de la batería.

*Q(act)*: Capacidad actual de la batería.

*Q(nom)*: Capacidad nominal de la batería

#### 2.2.1.6 Autodescarga

Proceso de descarga espontánea y lenta producido en todas las baterías incluido cuando esté en desconexión debido a la corrosión lenta de las rejillas y a las impurezas [20].

#### 2.2.1.7 Autonomía de una batería

La autonomía de una batería dependerá de los sistemas o cargas conectadas a la misma.

La fórmula muestra las horas que va a durar una batería [6], [10].

En la Ec. (3) se presenta la fórmula de la autonomía de la batería la cual está representada por la variable  $K$ , la cual indica el tiempo de la duración que posee la batería, esta fórmula presenta 6 variables las cuales:

- En la primera fila se detalla cómo se obtiene la potencia de la batería por medio del producto de las dos variables que son el voltaje y corriente de la batería.
- En la segunda fila se detalla cómo se obtiene la potencia consumida de la batería por medio del producto de las dos variables que son el voltaje y corriente consumida.
- En la tercera fila se detalla cómo se obtiene la autonomía de la batería por medio de la división de las dos variables, potencia de la batería, dividida para la potencia consumida.

$$\text{Volt. bat} * \text{Corr. bat} = \text{Pot. bat} \quad (3)$$

$$\text{Volt. bat} * \text{Corr. cons} = \text{Pot. cons}$$

$$\frac{\text{Pot. bat}}{\text{Pot. cons}} = K$$

**Donde:**

*Volt. bat*: Voltaje de la batería.

*Corr. bat*: Corriente de la batería.

*Pot. bat*: Potencia de la batería.

*Corr. cons*: Corriente consumida.

*Pot. cons*: Potencia consumida.

$K$ : Tiempo de duración de la batería.

### 2.2.2 Rendimiento de las baterías

La densidad de energía es representada como la cantidad de energía que se acumula en una materia o región del espacio por unidad de volumen en un punto.

Con las nuevas tecnologías implementadas en esta era, es común encontrar una nueva generación de baterías, con propiedades más ventajosas que las actuales, que buscan soluciones a ciertos problemas habituales, en el transporte vehicular, como realizar recorridos mucho más largos.

En busca de estas soluciones el sistema se plantea como base primordial y como solución eléctrica el tiempo de recarga y la autonomía de las baterías [11], [27].

En la Tabla 1 se detalla la densidad energética de cada elemento, la ventaja de los combustibles fósiles sobre la autonomía es muy elevada a comparación de las baterías ya que representan un contenido energético bajo, estas están medidas en (kilovatios/ hora por kilogramo de peso). Aunque la evolución de las baterías actuales es muy positiva aún no se encuentran en el rango para poder competir con los combustibles convencionales.

Tabla 1. Densidad de energía

Densidad de Energía (kW. h/kg)				
Baterías			Combustión Interna	
Plomo Convencional	Ni MH	Litio	Gasolina	Gasoil
0.04	0.07	0.15	13	1207

Para poder explicar esto de una mejor manera se tiene como explicación lo siguiente:

$$1 \text{ [kg] de gasolina} = 1.35 \text{ [l]}$$

Es decir, tiene un contenido energético de 12 [kW/h].

Aunque la tecnología en la fabricación de baterías crece a pasos agigantados, aun no se ha podido encontrar un material que pueda proporcionar la gran autonomía que ha logrado los combustibles convencionales. Además, que los puntos de recarga de combustible tardan solamente minutos a comparación del tiempo de recarga que necesita una batería [26].

En la tabla 2. se observa cómo se describe las características de cada tipo de baterías

recargables usadas en los vehículos a dos ruedas. Además, que la capacidad de almacenamiento de energía de las baterías va de la mano con la autonomía del vehículo, esto quiere decir que son directamente proporcionales [8], [15].

- Energía (E):  $[Wh/kg]$
- Energía /volumen:  $[Wh/l]$
- Eficiencia energética (n):  $[\%]$
- Número de ciclos -  $[vida\ util]$

Tabla 2. Características de las baterías

Tipos de Bat. Recargable	E- $[Wh/kg]$	E/volumen - $[Wh/l]$	n - $[\%]$	# de ciclos
Polímero de Litio	200	300	90.0	1000
Iones de Litio	125	270	90.0	1000
Níquel – Hidruro Metálico (NiMH)	70	140-300	70.0	1350
Plomo-Acido	40	60-75	82.5	500

### 2.3 Eficiencia Energética

Cuando se habla de eficiencia energética se define como el uso eficiente de la energía. Se considera eficiente cuando el consumo es una cantidad inferior a la media de la energía que es usada para realizar una actividad [28], [29].

Es por eso, que la eficiencia energética busca alcanzar un nivel de consumo energético menor para lograr un nivel de confort y servicio mayor, por ejemplo, el caso de las baterías, que desde años atrás simplemente no abastecían la demanda que sus cargas consumían, suministrando un nivel muy bajo de rendimiento para lo que se encuentra en la actualidad

Lo que busca la eficiencia es realizar la mayor cantidad de trabajo, con el menor consumo posible [30].

El porcentaje de eficiencia energética en los motores eléctricos suele ser muy elevado debido a que convierten la energía eléctrica en trabajo mecánico (movimiento) con muy pocas pérdidas.

Tabla 3 Comparativa de eficiencia energética

Tecnología	Eficiencia energética del motor $[\%]$	Autonomía $[Km]$	Costo operativo	Impacto ambiental
Motocicleta eléctrica	80-90	50-60	Bajo	Bajo (sin emisiones directas)
Scooter eléctrico	90	25-30	Bajo	Bajo (sin emisiones directas)
Bicicleta eléctrica	90	36-72	Muy bajo	Muy bajo (sin emisiones directas)

### 2.4 Comparación del consumo energéticos en distintos medios de transporte

Según los datos obtenidos del artículo energía y sociedad muestran que el vehículo convencional de gasolina (ICE), con un motor de combustión interna tiene simplemente una eficiencia del 25  $[\%]$  [2], [8], [22]. Esto quiere decir que la energía del combustible introducido dentro del vehículo no es aprovechada a su total capacidad, demostrando así que el vehículo obtiene un 25  $[\%]$  de energía mecánica que es aprovechada, el mismo que se usaría para el movimiento de las ruedas, y se desaprovecharía un 75  $[\%]$  de energía restante por elementos como el rozamiento y factores termodinámicos limitadores.

Por otro lado, con la llegada de los vehículos eléctricos a dos ruedas, una de sus principales ventajas, una de las más evidentes, es el ahorro de combustible [20], [22].

### 2.5 Impacto ambiental de los vehículos a dos ruedas

Al ser considerados como la movilidad sostenible del futuro los vehículos a dos ruedas son y serán categorizados como la mejor opción dentro del ámbito de transporte y movilidad [15].

Según un estudio en India un informe del 2020 sobre motocicletas eléctricas indico

que si el 30[%] de motocicletas a combustión fueran reemplazadas por motocicletas eléctricas, se podría reducir hasta 1.5 millones de toneladas de CO2 al año [31].

En base a un estudio en china en el año 2019, se desarrolló un informe de la Agencia Internacional de Energía (IEA), indicando que el uso de bicicletas eléctricas a reemplazado a muchos vehículos tradicionales, demostrando una reducción de emisiones de efecto invernadero, en la ciudad de Pekín, se ha reducido 1 millón de toneladas de CO2 [32].

Un estudio realizado por la universidad de california en los Ángeles en el año 2024 mostro que los gases contaminantes se redujeron en un 50 [%] gracias a la implementación de Scooters eléctricos, lo que equivaldría a 70 gramos de CO2 por kilómetro recorrido, en comparación con los vehículos convencionales [33].

El impacto que ejercen en el medio ambiente es increíblemente alto, entre estas características se tiene presente que:

- Evitan las congestiones en las vías, su fácil manejo y el tamaño ergonómico que tienen estos vehículos a dos ruedas hace que sea posible adaptarse a todo tipo de sendero o ruta.
- Además de reducir las emisiones de CO2, también evitan las emisiones de otro tipo de gases nocivos para la salud, como lo son las partículas de suspensión y óxido nítrico.
- Estos vehículos no requieren mantenimiento por lo que los residuos que provocan otros tipos de vehículos convencionales no están presentes, representa un gran ahorro económico, y a su vez evita contaminar el medio ambiente con problemas como lo son: los cambios de aceite, cambios de filtros, correas y otros elementos que se desgastan con kilómetros recorrido.

Tabla 4. Reducción de Co2 por uso de vehículos eléctricos a dos ruedas en diversos países.

Año	País	Tipo de vehículo	Reducción de Co2 [T]
2022	Alemania	Bicicleta Eléctrica	48
2018	EE. UU.	Scooter Eléctrico	9308
2020	Indonesia	Motocicleta Eléctrica	0.48
2024	China	Bicicleta Eléctrica	1.96

### 3 Desarrollo

#### 3.1 Afectación a la red

El presente documento se centra en el análisis de perfil de tensión por la inserción de vehículos eléctricos a dos ruedas en una red eléctrica residencial, partiendo desde primera instancia, con los vehículos eléctricos, scooter, bicicleta y motocicleta; analizado en tres condiciones demanda punta, demanda valle y demanda promedio, de donde se toma en consideración el análisis de datos de carga y descarga.

La carga permite analizar la influencia en la red eléctrica y el consumo de esta, mientras que la descarga permite determinar el nivel de OH de la batería para saber la cantidad de carga que llego al vehículo en el transcurso del día por el uso que se le dio.

En la figura 3. se observa la gráfica de la afectación del perfil de tensión en la red doméstica durante las 24 horas del día por medio de los 3 vehículos eléctricos a dos ruedas, como se puede observar el vehículo que más afecta a la red doméstica es la motocicleta, esto se debe a que como es un vehículo que necesita más tiempo de carga y una mayor potencia en la batería, proyecta que su consumo sea directamente proporcional al valor de demanda. Por lo que su demanda es mayor. Donde:

*Morado:* curva de demanda del usuario.

*Amarillo:* curva de afectación a la red de la bicicleta eléctrica.

*Rojo:* curva de afectación de la red de la patineta eléctrica

*Azul:* curva de afectación de la red de la motocicleta eléctrica.

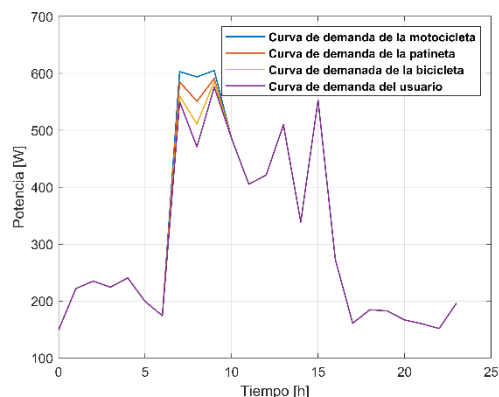


Figura 3. Afectación del perfil de tensión en la red doméstica.

### 3.2 Descripción técnica

Para evaluar más a detalle, se toma en consideración datos relevantes como lo son, la potencia de las baterías, la carga máxima de soporte, el peso del vehículo eléctrico, la velocidad máxima, condiciones del terreno y peso del conductor, datos que aportan solidez al trabajo planteado [6], [11], [17], [18], [34].

Tabla 5. Ficha técnica

Datos	Motocicleta	Scooter	Bicicleta
Potencia [W]	400	68	36
Marca	AMS Em02	Xiaomi 4	UM
Carga máxima [Kg]	150	110	120
Peso del vehículo [Kg]	110	15	38
Velocidad máxima [Km/H]	45	25	34
Sistema de frenado	Frenos convencionales	Frenos convencionales	Frenos convencionales
Torque [Nm]	100	30	50

#### 3.2.1 Eficiencia del consumo energético

Para solventar cualquier tipo de estudio mediante datos de carga y descarga de la

batería es primordial tener en cuenta el peso máximo que puede soportar el vehículo, ya que si se sobrepasa los datos técnicos que solicita el fabricante es probable que se presente un desgaste prematuro de los componentes, así como una reducción en el rendimiento del motor y de la batería, al exceder el peso recomendado predisponemos a nuestro vehículo eléctrico, a presentar problemas de aceleración, un menor rendimiento en la autonomía de la batería, y la velocidad máxima se verá afectada negativamente [1], [28], [34].

Para desarrollar un uso óptimo y poder aprovechar el mayor rendimiento posible en cualquier tipo de vehículo eléctrico es primordial contar con una batería que pueda satisfacer el requerimiento del usuario, la motocicleta, la patineta y la bicicleta eléctrica están compuestas por baterías de litio, ya que el litio al ser un material más ligero proporciona una mayor autonomía, una alta eficiencia, mayor durabilidad y una densidad energética que sobresale a la de su competencia, se conoce de forma clara que este apartado no es el único factor que influye de forma directa (peso), en lo eficiente que pueda llegar a ser el vehículo eléctrico a dos ruedas, también se presentan factores como la forma de manejo del usuario, neumáticos adecuados (presión adecuada), un motor eléctrico eficiente y el tipo de ruta.

Cabe recalcar que para que un vehículo eléctrico funcione de la forma más eficiente posible el sendero que el usuario tome, debe ser completamente plano y el tipo de manejo moderado, pero este caso es hipotético, la ruta que se tomó incluye pendientes pronunciadas, superficies planas y declives [8], [13], [16], [20], [22], [23], [24]. Dichos vehículos eléctricos a dos ruedas utilizan un BLDC (motores de corriente continua sin escobillas), al no presentar escobillas ni conmutador se reduce el desgaste, mejora la durabilidad, y elimina el riesgo de chispas o interferencias, estos motores presentan una eficiencia muy

alta debido a que se eliminan las pérdidas de energía causadas por la fricción y el calor generado por las escobillas, otra ventaja de usar este tipo de motores es que presenta un mayor tiempo de vida útil, una mejor eficiencia energética, menores pérdidas de energía-mayor autonomía, un menor mantenimiento, menos ruido, y permiten un control más preciso de la velocidad y el par motor [7], [14], [16], [24].

Si bien es cierto el peso del usuario también es importante para lograr, un uso eficiente de los (VE) a dos ruedas, se implementó un peso de 74 [Kg] (usuario), mismos que fueron destinados para cada vehículo eléctrico, para realizar las respectivas pruebas correspondientes.

#### 4 Problema de estudio

Para el desarrollo de un uso óptimo, este artículo busca estimar la carga de consumo de los vehículos de tracción a dos ruedas, y analizar cómo afecta la inserción de estos vehículos eléctricos a una red residencial, para lograr implementar un problema de gestión haciendo una caracterización del comportamiento de las baterías de tracción a dos ruedas.

La adición de las cargas de los vehículos a tracción a dos ruedas garantiza, el cómo puede afectar el consumo de energía eléctrica al usuario residencial, esto se logra mediante indicadores de eficiencia determinados por las variables de corriente, voltaje, potencia, kilometraje, tiempo de carga y la ruta recorrida; con energía optimizada, determinando el costo de cada consumo. Entre estos vehículos se determina cuál de estos medios de transporte es el modo de desplazamiento más eficiente, y también se hace una comparativa y análisis de este tipo de vehículos a dos ruedas para saber cuál es el transporte más conveniente entre recorridos y desplazamientos, consumo en movimiento.

#### 4.1 Ciclo de carga y descarga

Para la obtención de los datos de cada vehículo eléctrico a dos ruedas se utilizó el analizador Vega78, el mismo que proporciona todos los parámetros necesarios, como potencias, voltajes, corrientes, tiempos de carga, etc. Los valores que se encuentran en la tabla 6 son resultados obtenidos mediante el periodo de carga y descarga de cada vehículo eléctrico. Las potencias de carga son resultado del analizador Vega78, y la adquisición de potencias en base a la descarga, son resultados tomados mediante un multímetro, los tiempos de descarga son adquiridos gracias al panel de control de cada vehículo eléctrico.

Tabla 6. Potencias de carga y descarga de los vehículos eléctricos a 2 ruedas

Potencia [W] Carga/Descarga		
Motocicleta	Bicicleta	Scooter
350.67115	30.75166667	62.449
357.9740817	31.5986	63.45896
363.36391	31.92111	63.23697
364.0046633	32.5963	64.9231
367.2901033	32.92674	65.36741
377.4627617	33.296	65.8887
383.4671567	33.5513	66.69857143
391.312	33.9902	68.86
394.0617	34.010	71.98666667
397.89	34.39751	72.00257
399.66	35.59751 36.2	73.6352381
400.33	32.1235	73.9998
401.45	29.2226	74.01
403.41	22.369984	74.5855
405.4	18.6964	75.666
406.32	16.36987	75.999
408.79	14.263175	76.13
410.705	12.5522	70.63964
308.4	10.36452	65.65495
296.5	9.6354	55.89452
233.4		48.541
211.7		33.4876
155.030		25.6975
100.2		16.643
20.10		10.9484

#### 4.1.1 Motocicleta eléctrica

En la Figura 4. Se observa el ciclo de carga y descarga de la batería, la cual está compuesta por un banco baterías (5 baterías conectadas en serie), entre los dos procesos de carga y descarga se obtiene un total de 12 horas en las cuales las primeras 9 horas representan la carga de la batería al 100 [%] y las 3 últimas horas representan la descarga de la batería. Además, se observa que la carga comienza en los 350 [W] esto debido a que el (VE) se lo cargo desde ese punto, para luego alcanzar su carga total, la cual es de 400 [W], desde este mismo punto comienza con la descarga este proceso depende del uso que se le proporcione a la motocicleta, en la figura se muestran picos variables de descarga, esto se debe a que el recorrido fue en carretera, tanto como en rectas, pendientes y descensos pronunciados. Aproximadamente la duración de descarga de la batería es de 3 horas, se toma en cuenta que este proceso puede variar dependiendo de los factores de manipulación del vehículo, el valor porcentual de descarga de la batería nunca será menor al +/- 10%, por lo cual al descargar al máximo la batería concluimos que su pico máximo de descarga es de 20.10 [W], esto se debe a que se cuida la vida útil de la batería.

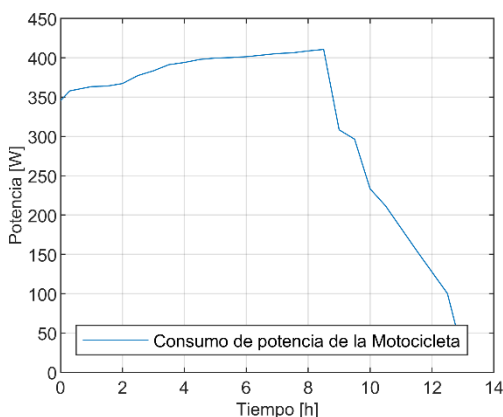


Figura 4. Ciclo de carga y descarga de una Motocicleta eléctrica

#### 4.1.2 Bicicleta eléctrica

En la figura 5. Se observa el ciclo de carga y descarga de la batería de una bicicleta

eléctrica del tipo cilíndrica, para ello se tiene un total de 4:30 horas y media entre carga y descarga, en las cuales las primeras 3 horas representan la carga de la batería en este caso la carga comenzó en 28 [W] logrando llegar hasta los 36 [W] de carga, la cual representa el 100 [%], y la 1:30 o casi dos horas restantes es el proceso de descarga del vehículo hasta alcanzar la potencia mínima de 9.57 [W], que tiende a cero.

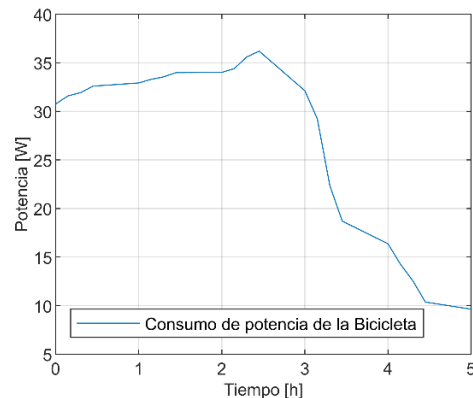


Figura 5. Ciclo de carga y descarga de una Bicicleta eléctrica

#### 4.1.3 Scooter eléctrico

En la figura 6. Se observa el ciclo de carga y descarga de la batería de una patineta eléctrica, estos dos ciclos tienen un total de casi 5 horas en las cuales las 4 primeras horas representan, a la carga, la cual comienza en 62 [W], y con el transcurrir del tiempo va aumentando hasta alcanzar el 100% de la potencia de la batería del (VE); 68 [W], en el caso de esta batería a pesar de marcar que la potencia es de 68 [W] la potencia nominal máxima que llega a alcanzar es de 73.5 [W], en la última hora y media casi dos se realiza el proceso de ciclo de descarga del vehículo hasta alcanzar la potencia mínima de 10.94 [W], que tiende a cero.

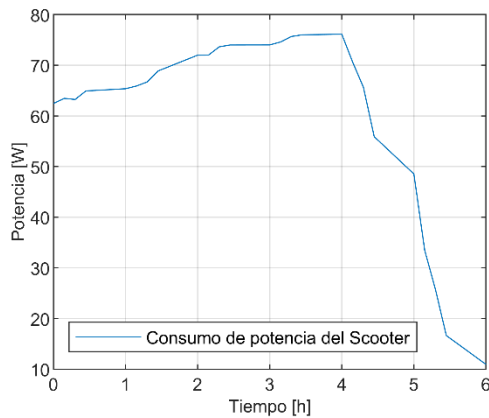


Figura 6. Ciclo de carga y descarga de un Scooter eléctrico

#### 4.1.4 Características técnicas de los modelos aplicados

En la tabla 7. Se desglosa de una mejor manera las características de cada vehículo eléctrico, tiempos de carga y descarga y potencias máximas y mínimas, Se realiza la tabla 7 en base a los resultados expuestos en el apartado 4.1.

Tabla 7. Características de los modelos aplicados

Tipo de Vehículos Eléctricos	Pot. Máxima – [W]	Pot. Mínima – [W]	Tiempo o Carga – [H]	Tiempo Descarga – [H]
Motocicleta	411.6769 [W]	20.10 [W]	9 [H]	3 [H]
Bicicleta	36.339 [W]	9.57 [W]	3 [H]	1:30 – 2:30 [H]
Scooter	76.25 [W]	10.94 [W]	4 [H]	1:30 – 2 [H]

## 5 Objetivo y alcance de la movilidad a dos ruedas

Una vez analizado los valores de carga y descarga se procede a analizar el impacto de la movilidad a dos ruedas sobre la tensión de la red eléctrica doméstica, esto se logra a través de la simulación y modelado del perfil de tensión a lo largo de un día. El estudio tiene como propósito evaluar el efecto del consumo de energía de los (VE) a dos ruedas, en la calidad de la tensión de la red y en la demanda, mismo que nos

permitirá comprender su papel en la infraestructura energética.

### 5.1 Aplicación del modelo estadístico regresivo

El alcance de este análisis se limita a un modelo de simulación que incluye la carga de (VE) en diferentes horarios y su impacto en la red doméstica, mediante la aplicación de un modelo estadístico regresivo, para la formulación de dicho modelo se procedió a realizar mediciones de los consumos de cada equipo eléctrico que se encontraban en la vivienda, obteniendo valores de voltajes, corrientes, y potencias; valores de consumo de cada equipo, mismos datos que servirían para la formulación de la ecuación polinómica, la cual representa la tensión base de la casa ajustada a una fórmula general [35].

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon \quad (4)$$

Donde:

$Y$ : Variable dependiente, respuesta.

$X_1, X_2, \dots, X_p$ : Variables independientes.

$\beta_0$ : Término constante.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ : Coeficientes del modelo.

$\epsilon$ : Vector de errores aleatorios.

La ecuación permite predecir cómo se comporta la caída de tensión en función del tiempo, en un transcurso de 24 horas, permitiendo determinar la variación de la tensión, evaluar la demanda total, simular la caída de tensión, e identificar posibles excesos de carga.

## 6 Pseudocódigo

Basado en el estudio se adquieren datos que pueden ser medidos como, corrientes, voltajes y potencias, en función del tiempo, estos datos sirven para determinar una caída de tensión en una red eléctrica residencial, mediante la inserción de la Motocicleta, Bicicleta, y Scooter eléctricos, (VE) a dos ruedas, en un tiempo de 0-23 horas, mismo

que es el uso horario, en los cuales cada vehículo eléctrico se inserta dentro de la red eléctrica residencial o demanda del usuario, pudiendo establecer el perfil de tensión y la curva de demanda de cada vehículo eléctrico, con una capacidad de soporte de carga máxima en de la red doméstica de 6400[W], cantidad de potencia instantánea máxima que podría consumirse en un instante determinado, valor que es ajustable, en base al soporte de la red eléctrica del usuario, de tal manera que estos datos, permitan observar cómo afecta la inserción de cargas de (VE) a dos ruedas a la red eléctrica residencial.

Tabla 8. Algoritmo para el cálculo de la caída de tensión mediante el ingreso de la motocicleta, bicicleta y el scooter eléctrico a la red

Pseudocódigo
<p><b>Paso 1: Inicio y Define entradas:</b>  Entrada ← Constantes  0:23 ← [Horas]  6400 ← [Carga máxima de soporte del usuario residencial]</p> <p><b>Paso 2: Define salidas:</b>  cT, ctT, dT, excarga, tajustada</p> <p><b>Paso 3: Inicialización:</b>  Imoto ← cmoto/vmoto  Iscooter ← cscooter/vscooter  Ibicicleta ← cbicicleta/vbici  tajustada ← tbase  cT ← 0  ctT ← 0  dT ← 0</p> <p><b>Paso 4: Proceso</b>  PARA i ← 1 HASTA nmotos HACER    PARA j ← hinmotos(i) HASTA hinmotos(i)+dumotos(i)-1 HACER      SI j ≤ 23 ENTONCES        tajustada [j+1]        ←tajustada[j+1]-Imoto*0.1        cT ← cT+cmoto      FIN SI    FIN PARA  FIN PARA  PARA i ← 1 HASTA nscooters HACER    PARA j ← hinscooters(i) HASTA hinscooters(i)+duscooters(i)-1 HACER      SI j ≤ 23 ENTONCES        tajustada [j+1]        ←tajustada[j+1]-Iscooter*0.1        cT ← cT+cscooter      FIN SI    FIN PARA</p>

```

FIN PARA
PARA i ← 1 HASTA nbicicletas
HACER
  PARA j ← hinbicicletas(i) HASTA hinbicicletas(i)+dubicicletas(i)-1
  HACER
    SI j ≤ 23 ENTONCES
      tajustada [j+1]
      ←tajustada[j+1]-Ibiciceta*0.1
      cT ← cT+cbicicleta
    FIN SI
  FIN PARA
FIN PARA
Paso 5: Cálculo de la caída de tensión
ctT ← SUMA (tbase-tajustada)
dT ← nmotos*cmoto+nscooters*cscooter+nbicicletas*cbicicleta
cmaxred ← 6400
excarga ← (cT > cmaxred)
SI excarga ENTONCES
  IMPRIMIR ¡advertencia excedida!
  CASO CONTRARIO
  IMPRIMIR ¡no excedida!
FIN SI
FIN
Paso 6: Fin

```

## 7 Análisis de resultados

Para este estudio, sectorizado en el país de Ecuador, en la provincia de Pichincha en el cantón Quito, en la parroquia Belisario Quevedo, barrio las Casas Bajo, se realizó el análisis de la red eléctrica en una instalación residencial, para la toma de datos de voltajes y corrientes de la red doméstica, los mismos que serán utilizados para describir el perfil de tensión en función del tiempo, este apartado busca estimar el consumo en una red doméstica, mediante la incursión de vehículos eléctricos a dos ruedas.

Gracias al Analizador Fluke View, el mismo que se encarga de proporcionar valores reales en el tiempo, se obtuvieron datos de voltajes y corrientes a lo largo de un día, en un periodo de 24 horas 8 minutos y 31 segundos dando como resultado la toma de 680 datos en pasos de 128 segundos.

En la figura 7 se observa como varia el voltaje a lo largo del tiempo, mediante una toma de datos en tiempo real representados por el eje “Y” (tensión) de 0.94 a 1.03 en

[p.u], y por el eje x (tiempo) en horas, siendo 1.0255 en la hora 12.33, el horario en el que hay un menor consumo en la red doméstica, y por otro lado el horario con mayor consumo es a las 23.57 con una caída de tensión de 0.9492 voltios en [p.u], La gráfica muestra una serie de puntos que representan como varía la tensión a lo largo del tiempo, su fluctuación dependerá de los artefactos que estén conectados a la red eléctrica en un determinado tiempo. El promedio de la corriente eléctrica en el sistema domestico representa un voltaje de 124.524853 [V] y un amperaje de 4.78717647 [A], por otro lado, el consumo máximo presente en la red doméstica es de 124.3 voltios, y 32.5 amperios.

La capacidad de la red doméstica en la que se trabajó soporta un límite de 50 amperios y 128 voltios a su capacidad máxima, lo mismo que decir 6400 [W], debido a la fórmula de la ley de Ohm ya que se trabajó con el soporte máximo de la red.

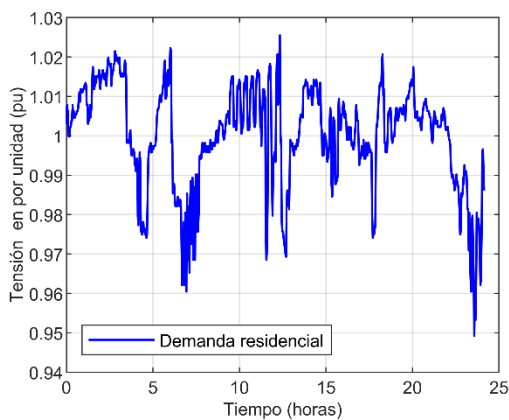


Figura 7. Perfil de tensión de la red doméstica

Para una red residencial comúnmente se trabaja con una resistencia de 0.052 [ $\Omega$ ][36], este dato es primordial para poder calcular la caída de tensión en base a la corriente de cada vehículo eléctrico, corrientes que se encuentran detalladas en la tabla 10, con una variación de tensión o diferencia de potencial que presenta cada vehículo eléctrico, para la motocicleta eléctrica un valor de 0.168428 [V], para la bicicleta eléctrica una diferencia de potencial de 0.03094 [V], y para el scooter

eléctrico un valor de 0.0613 [V], lo que provoca caídas de tensión, sin embargo son síntomas leves debido a la diferencia de potencial relativamente baja que presenta cada dispositivo, pero cabe recalcar que un aumento de carga en la red residencial que sea realmente considerable, se verá reflejada en la misma.

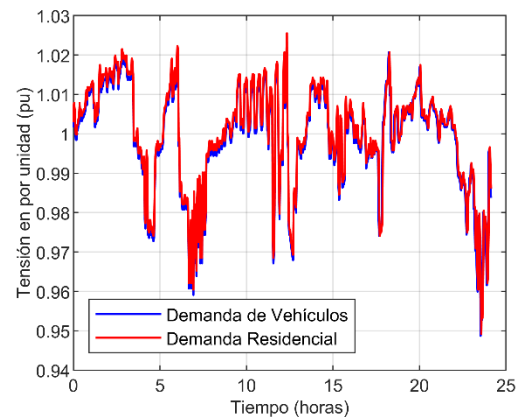


Figura 8. Perfil de tensión de la red doméstica + la demanda de vehículos eléctricos

En la tabla 9. Se agregan los valores de potencias y el uso horario que se les proporcione a los vehículos eléctricos a 2 ruedas, cabe recalcar que, para tener un uso eficiente de la energía a un menor precio, hay que tratar de cargar nuestros dispositivos en horas de menor demanda. Para el desarrollo e implementación de los vehículos eléctricos a la red doméstica se tomó un horario al azar, esto permite analizar su comportamiento en el sistema de una forma aleatoria, el horario que se le proporcione a cada vehículo eléctrico a dos ruedas es variable, puede ser modificado al antojo del usuario y completamente aleatorio.

Para el caso de estudio analizado el horario para conectar los vehículos eléctricos al sistema eléctrico no es representativo, ni comparable entre sí, debido a que las potencias de los (VE) se suman al instante a la demanda del usuario, esto sucede apenas se conecte cualquier vehículo eléctrico a la red eléctrica, no depende del horario, debido a que no se está analizando el horario más eficiente, si no como afecta

cada dispositivo (VE) a la red eléctrica, esto depende de la demanda que ejerza el vehículo eléctrico conectado a la red.

Tabla 9. Valores de consumo del usuario residencial + Motocicleta eléctrica + Bicicleta eléctrica + Patineta eléctrica

Hora	Consumo del usuario sin vehículos eléctricos (W)	Potencia de la Motocicleta (W)	Potencia de la Bicicleta (W)	Potencia del Scooter (W)
0	267.92	345.6711		
1	261.24	357.9740		
2	400.372	363.3639		
3	248.87	368.0046		
4	241.78	377.2901		
5	544.36	391.4627		
6	1329.924	395.4671		
7	1933.572	399.44		
8	1525.081	401.221		
9	1264.29			
10	575.016		30.7516	
11	377.802		32.1800	
12	378.104		35.9267	
13	376.852			66.6985
14	378.406			68.86
15	377.153			71.966
16	377.454			73.6352
17	379.614			
18	869.159			
19	1300.621			
20	1389.61			
21	458.832			
22	268.25			
23	266.25			

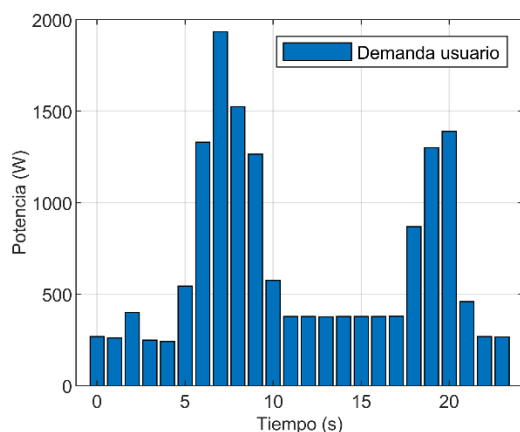


Figura 9. Curva de demanda

Se puede observar que la hora pico comienza a partir de las 6:00 horas hasta las 9:00 de la mañana con un consumo de

1933.57 [W] en su pico más alto, 7:00 AM, horario en el que empieza sus actividades diarias, se presenta una disminución del consumo a partir de las 10:00 AM hasta las 17:00 PM, la demanda se mantiene de una manera estable y vuelve a incrementa a la altura de la noche en un horario desde las 18:00 PM hasta las 20:00 PM, llegando a un consumo máximo en la noche de 1389.61[W], luego de esto empieza nuevamente a estabilizarse esto debido a que el usuario comienza su descanso.

### 7.1 Perfil de demanda de la Motocicleta eléctrica

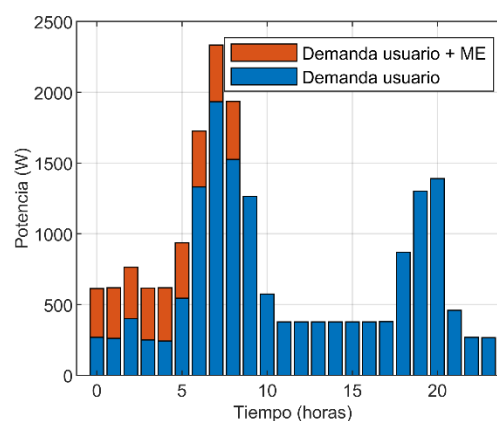


Figura 10. Perfil de demanda con el ingreso de la motocicleta eléctrica

El consumo de energía del usuario es de 14.3285 [kWh] diarios, y el de la motocicleta eléctrica es de 3.4103[kWh], por ende, el consumo de energía del usuario aumenta con la conexión de la Motocicleta eléctrica a la red con un valor de 17.7388[kWh], dando un incremento del consumo de energía del 23.74% por cada motocicleta eléctrica que se ingrese a la red.

## 7.2 Perfil de demanda de la Bicicleta eléctrica

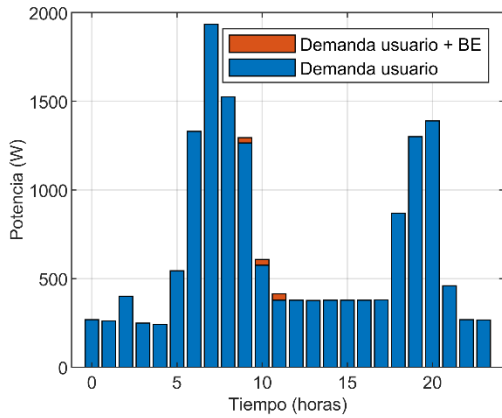


Figura 11. Perfil de demanda con el ingreso de la bicicleta eléctrica

El aumento del usuario al conectar la bicicleta eléctrica representa una demanda menor que cualquier otro vehículo eléctrico, con un consumo de 0.0989[kWh], y con un aumento del consumo de 14.4274[kWh], dando un incremento del consumo de energía del 0.69%.

## 7.3 Perfil de demanda de la Patineta eléctrica

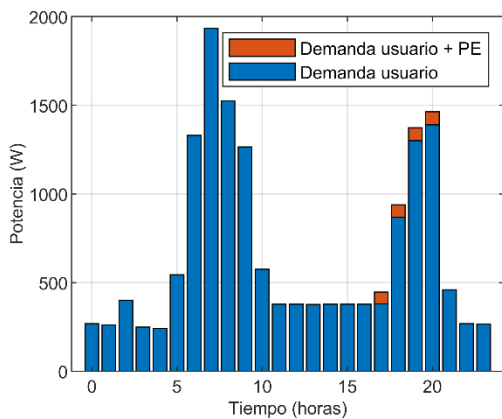


Figura 12. Perfil de demanda con el ingreso de la patineta eléctrica

El consumo en el usuario al conectar la patineta eléctrica es de 0.2812[kWh], por ende, se presenta un aumento en el consumo de 14.6097[kWh], dando así un incremento del consumo de energía del 1.96%.

## 7.4 Caso de estudio

Obteniendo los valores de potencias de consumo en el usuario residencial y de cada vehículo eléctrico se analiza 2 escenarios categorizados en Caso 1, se analiza el perfil de tensión de la red doméstica sin exceder la carga de conexión de vehículos eléctricos a dos ruedas, y el Caso 2, se analiza el perfil de tensión de la red doméstica con un exceso en el ingreso de cargas al sistema por los vehículos eléctricos a dos ruedas.

### 7.4.1 Caso 1: red doméstica no excedida

Toda red eléctrica presenta un límite de soporte, esta red se encuentra en una categoría B (redes domésticas estándar) con un límite de soporte de 50 amperios.

En la figura 13 se observa la Carga total en la red doméstica la cual es: 4468 [Wh], con una Caída de tensión total en la red eléctrica de: 4.2285 [V], en Ecuador se acepta una caída de tensión de 3-5% de la tensión nominal del sistema, por lo que la red se encuentra dentro del margen permisible, y se observa una demanda de 644 [W] debido a los nuevos dispositivos implementados en la red, los cuales fueron, 1 motocicleta, 2 patinetas y 3 bicicletas eléctricas.

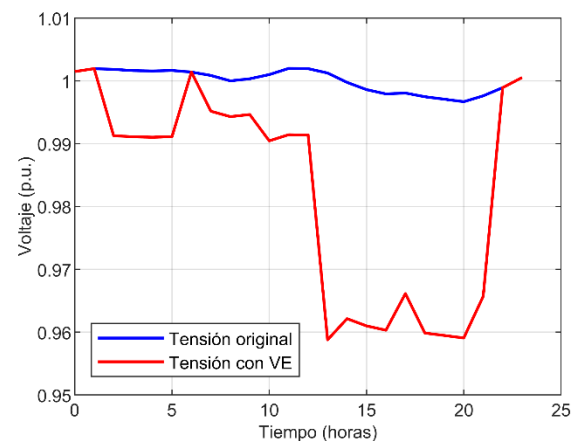


Figura 13. Perfil de tensión de la red doméstica sin exceder la carga de vehículos eléctrico

### 7.4.2 Caso 2: red doméstica excedida

Al presentar una demanda mayor, se refleja un escenario en el que se están cargando múltiples vehículos eléctricos a la vez; por lo cual se está llevando a una sobrecarga de

la capacidad de lo que soporta la red doméstica, lo que conlleva a una caída de tensión.

Para este caso de estudio se implementó 10 Motos eléctricas, 5 Scooter eléctricos, y 4 Bicicletas eléctricas, en el transcurso de 24 horas, lo que da como resultado que la capacidad de la red doméstica ha sido excedida, con una carga total en la red doméstica de 37392.00 [Wh], una caída de tensión presente en la red doméstica de 31.1989 [V], y una demanda total de los vehículos eléctricos de 4484 [W] esto nos indica que la red eléctrica no está proporcionando suficiente voltaje para mantener el funcionamiento de todos los dispositivos conectados, sin una disminución en la calidad de energía, presentando inestabilidad en la carga, riesgo de daños en los equipos, y seguridad eléctrica.

La gráfica tiende a presentar un decrecimiento, debido a que la red está sobrecargada, esto da como resultado que el voltaje disponible en los puntos de carga disminuya, a medida que la demanda supera la capacidad de la red, ya que los sistemas de distribución de energía no pueden mantener el voltaje original, y la tensión se reduce a medida que la corriente se distribuye entre todos los dispositivos conectados.

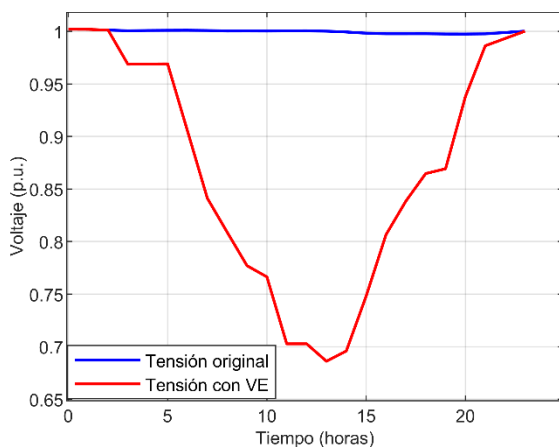


Figura 14. Perfil de tensión de la red doméstica excedida con el ingreso de vehículos eléctricos

## 7.5 Costo por carga para cada vehículo eléctrico a dos ruedas

$$P(W) = (V)x(I)$$

$$P(KW) = \frac{P(W)}{1000} \quad (5)$$

$$EC(kWh) = P(kW)xT(h) \quad (6)$$

$$CC = EC(kwh)xPR(USD/kWh) \quad (7)$$

### Donde:

*P*: Potencia

*V*: Voltaje

*I*: Corriente.

*EC*: Energía consumida.

*T*: Tiempo.

*CC*: Costo de la carga.

*PR*: Precio.

El costo por [kWh] en el Ecuador para zonas residenciales es de 0.092 ctv. de dólar [37].

### 7.5.1 Costo de la carga de la Motocicleta eléctrica

La energía de la moto eléctrica se la puede calcular en la unidad de medida de [kWh]. La potencia típica de una moto eléctrica es de 400 [W], en su promedio de carga tarda entre 4 a 9 horas, con un consumo de 3600 [Wh] y su autonomía entre 50 a 60 kilómetros, como ejemplo gastaríamos alrededor de \$ 0.3312 por cada carga en promedio, a diferencia de un vehículo de combustión el cual requiere un mayor gasto para recorrer la misma cantidad de kilómetros [6], [16].

### 7.5.2 Costo de la carga de la Bicicleta eléctrica

Este tipo de movilidad posee una batería con una capacidad de aproximadamente 36 [W], el mismo que se presta para dar un rendimiento de 1 hora y 26 minutos, o también se puede duplicar esta cantidad si

se reduce la intensidad (velocidad) a la que lo hacemos funcionar.

Por lo tanto, en promedio una batería eléctrica representa una duración de 2 horas y 15 minutos aproximadamente, y su tiempo de recarga es de 2.5 a 3 horas, con un consumo de 108 [Wh], así ofrece un recorrido de entre 36 y 72 kilómetros llegando a un costo en Ecuador de 0.0099 ctv. de dólar por carga [5]

### 7.5.3 Costo de la carga del Scooter eléctrico

El scooter eléctrico es uno de los medios de movilidad más económicos en la actualidad ya que posee una serie de ventajas la cual lo convierte en un (VE) más accesible para el consumidor, su potencia es de 68 [W], su recorrido máximo es de 30 [km], tiene una potencia de batería de 272 [Wh], con un tiempo de recarga aproximada de 4 horas. Por lo que su costo estándar redondea los 0.025 ctv. de dólar por cada carga [14]

## 8 Comparación

La tabla 10. Es un resumen de los datos adquiridos en el apartado 7, la cual especifica de una forma más clara las características de cada vehículo eléctrico así mismo como el costo por [kWh], haciendo referencia al costo en [Usd].

Tabla 10. Características de costos en kW por tiempo de carga

Datos	I	V	P	Km	Costo
Moto Eléctrica	3.23 9	126.8	410.7 05	50- 60	0.331 2
Bicicleta Eléctrica	0.59 5	62.63	37.26 4	36- 72	0. 0099
Scooter Eléctrico	1.17 9	64.97	74.65	25- 30	0.025

Al realizar una comparativa entre los 3 dispositivos eléctricos, nos damos cuenta de que el mayor consumo eléctrico lo tiene la motocicleta eléctrica esto debido a su alta demanda de potencia de la batería y a un

mayor tiempo de carga que los otros vehículos, con una corriente de 3.239 amperios en su punto más alto, la ventaja es, que su velocidad y recorrido es mayor que los otros dos vehículos, por otro lado la bicicleta eléctrica, gracias a tener una batería de forma cilíndrica ubicada en el asiento, el consumo es menor, con una corriente de 0.595 amperios, en comparativa, es el dispositivo con más rentabilidad, comparando precio- recorrido, tiempo de carga y consumo eléctrico. Para el scooter eléctrico tenemos una corriente en su pico más alto de 1.179, esto quiere decir que, si quisiéramos, invertir una cantidad menor en un dispositivo que relacione el precio de este, con el consumo de energía que presenta a la hora de carga, y el tiempo de recorrido, escogeríamos el scooter eléctrico esto debido a la comparativa con relación al precio que tiene una motocicleta y una bicicleta eléctrica, si se busca algo que esté al alcance económico del usuario.

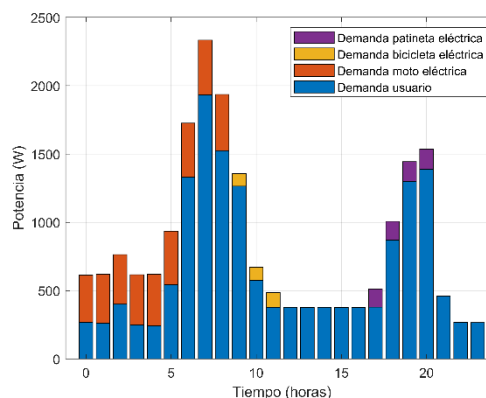


Figura 15. Perfil de demanda del usuario residencial +Motocicleta eléctrica + Bicicleta eléctrica + Patineta eléctrica

## 9 Conclusiones

La inmersión de vehículos eléctricos a la red doméstica residencial, representa un incremento moderado en la demanda de la energía eléctrica, esto dependerá del tipo de vehículo que se conecte a la red, ya que no es lo mismo cargar un vehículo de tracción a 4 ruedas que uno de tracción a 2 ruedas,

debido a la configuración de la batería y la adaptabilidad que posee uno a tracción a dos ruedas, otros factores que también influyen en la demanda eléctrica es el consumo de la batería ya que a un mayor número de vatios, mayor demanda eléctrica, otro factor, es el número de dispositivos conectados a la red en un determinado tiempo, ya que a un mayor número de dispositivos, se presenta una mayor caída tensión en la red eléctrica, y por último, la demanda residencial se verá afectada por la frecuencia en que el usuario, cargue los vehículos eléctricos.

Cuando comparamos los vehículos eléctricos a tracción a dos ruedas con el consumo de otros electrodomésticos, verificamos que el consumo de la motocicleta, bicicleta y scooter eléctricos son relativamente bajos, para implementar estos vehículos eléctricos a la red doméstica se trabajó con un soporte de 6400 [W], potencia máxima instantánea que la red doméstica soporta, con un consumo de energía de 14.3285 [kWh] diarios.

La red eléctrica podría soportar un máximo de 16 motocicletas eléctricas cargándose a la misma vez, o bien 94 Scooter eléctricos o 177 bicicletas eléctricas, siempre y cuando no consideremos las cargas que ya están conectadas en el sistema eléctrico del usuario residencial.

Por medio de la implementación de cada vehículo eléctrico se logra observar el comportamiento de la red eléctrica, mediante la incursión de cada vehículo eléctrico, se aprecia el consumo de energía, tiempo de conexión a la red, tiempo de descarga, la distancia recorrida y el costo por [kWh], estos datos ayudan a determinar el incremento de la demanda en el usuario, el costo en dólares a pagar por [kWh] de consumo por cada carga, dependiendo del vehículo eléctrico que se encuentre

conectado a la red, conocer cuál es el vehículo más económico o accesible al alcance del usuario, y conocer cual presenta un uso más conveniente en cuanto a un mayor alcance de recorrido-precio, ayudando a evidenciar, cual es la capacidad de soporte de una red doméstica y evitar una sobre carga de la red.

La motocicleta eléctrica presenta una caída de tensión en un porcentaje mucho más alto al resto, debido a la capacidad de la demanda de la batería y el tiempo de carga. Una sola Motocicleta eléctrica presenta una caída de tensión del 2.8726 % al voltaje normal que tendría un usuario residencial con su consumo tradicional, una sola Bicicleta eléctrica presenta una caída de tensión de 0.1708 % y por otro lado el Scooter eléctrico con una caída de tensión de 0.4218 %. Esto permite identificar que la Bicicleta eléctrica es la más apta para el usuario, con un costo de 0.0099 centavos de dólar por cada carga y con un máximo de recorrido de hasta 72 kilómetros, dependiendo el uso de la velocidad que se ejerza en el vehículo. La motocicleta eléctrica, aunque su consumo sea mayor su rendimiento también lo es, ya que con una velocidad promedio su duración de la batería tiene una durabilidad entre 3 a 5 horas.

El valor máximo de carga que puede soportar el sistema eléctrico donde se realizó el análisis de estudio es de 6400[W], lo que podría ocasionar una sobre carga en el sistema, si se llegan a conectar múltiples dispositivos, la suma de las potencias conectadas a la red no deben exceder el límite permisible, si se llegara a conectar más dispositivos que sobrepasen este límite como se provocó en el caso 2, figura 13, provocaría una caída tensión que ocasionaría daños en el suministro eléctrico, un mal funcionamiento en los electrodomésticos o dispositivos conectados a la red eléctrica, daño y reducción de la vida útil de los aparatos

eléctricos, pérdida de eficiencia energética lo que conlleva a un mayor consumo de energía, podrían dañar equipos sensibles, y sobrecalentamientos en equipos, las caídas de tensión podrían provocar sobrecalentamientos en los cables, disyuntores o transformadores, o podría resultar en daños a los componentes o incluso un corte eléctrico.

Al analizar los 3 vehículos eléctricos se encontró que la motocicleta eléctrica es el dispositivo con un mayor alcance en afectar la demanda del usuario, con una corriente de 3.239 amperios, esto quiere decir que la corriente del usuario residencial seguirá en aumento, dependiendo de cuantos dispositivos estemos dispuestos a conectar a la red eléctrica, por otro lado, la bicicleta eléctrica al ser el dispositivo con un menor impacto en la red residencial, con una corriente de 0.595 amperios, es el dispositivo con el menor consumo, siendo el vehículo que se lo puede conectar un mayor número veces, y abarcar un gran número de dispositivos sin afectar el sistema eléctrico.

El número, de dispositivos que se requiera conectar a la red, dependerá del uso horario adecuado, del soporte o capacidad de la red, de la potencia de la batería del vehículo eléctrico, de la conductividad, capacidad y calidad de los conductores eléctricos, de la capacidad de los disyuntores o sistemas de protección, y del tipo de red eléctrica que se encuentre instalada en el domicilio ya sea monofásica, bifásica o trifásica, para este trabajo de estudio se utilizó, una red monofásica de 120 voltios, con un soporte de 50 amperios.

## 10 Trabajos futuros

Debido a la creciente adopción de (VE) a dos ruedas y al impacto positivo que ejercen en el medio ambiente es un componente clave en el impulso hacia ciudades sostenibles sin embargo a medida que aumenta el uso de (VE) a dos ruedas surge la necesidad de:

- Optimizar el uso de la red eléctrica, garantizando de esta manera que la infraestructura pueda soportar el aumento de la demanda sin comprometer la estabilidad de la tensión ni la calidad del suministro eléctrico
- Una línea de investigación futura podría abordar el desarrollo e integración de baterías que se recarguen parcialmente con el movimiento del propio vehículo eléctrico, basado en tecnologías como la piezoelectricidad, la recuperación cinética o los generadores compactos en las ruedas.
- Un estudio que permita identificar las horas cruciales donde se pueda conectar un número mayor de vehículos eléctricos sin afectar demasiado la caída de tensión de la red doméstica.

## 11 Referencias

- H. Xiaotao *et al.*, “Operation and Maintenance System of Electric Vehicles’ Charging and Discharging Facilities Based on Repository,” in *Proceedings of 2021 IEEE 3rd International Conference on Civil Aviation Safety and Information Technology, ICCASIT 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 894–897. doi: 10.1109/ICCASIT53235.2021.9633471.
- Andrés Guachichulca and Christian Zhunio, “Análisis y producción de autonomía para distintas trayectorias de la moto eléctrica venus 2.0 de la universidad politécnica salesiana,” Cuenca, Dec. 2023. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26603/1/UPS-CT011041.pdf>
- Andrés Ordoñez and Jesús Paidá, “Diseño y construcción de un sistema para transformar energía mecánica de una máquina elíptica de ejercicios en energía eléctrica para cargar

- dispositivos de bajo voltaje,” QUITO, Apr. 2015. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9245/7/UPS%20-%20ST004778.pdf>
- [4] X. Li, M. Ci, S. Huang, N. Lin, S. Chen, and S. Wen, “High-Risk Electric Vehicle Identification Based on Logistic Regression,” in *2023 IEEE International Conference on Electrical, Automation and Computer Engineering, ICEACE 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 104–108. doi: 10.1109/ICEACE60673.2023.10442516.
- [5] G. Jungmeier *et al.*, “Key Issues in Life Cycle Assessment of Electric Vehicles-Findings in the International Energy Agency (IEA) on Hybrid and Electric Vehicles (HEV),” 2013. [Online]. Available: [www.joanneum.at](http://www.joanneum.at)
- [6] A. Dash, A. K. Sahu, S. Sharma, D. Yadav, M. Fuad, and S. Chatterjee, “Design and Analysis of Electric Bike(E-Bike),” in *2023 2nd International Conference on Smart Technologies and Systems for Next Generation Computing, ICSTSN 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023. doi: 10.1109/ICSTSN57873.2023.10151644.
- [7] Erick Castillo and Pedro Moncayo, “Evaluación de un scooter eléctrico monoplaza de 2 kW como medio de movilidad en rutas urbanas definidas de la ciudad de cuenca,” Cuenca, 2023. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24656/1/UPS-CT010451.pdf>
- [8] Solange Campos, “Análisis de la Percepción y tendencias de uso de la Bicicleta eléctrica en Guayaquil,” Guayaquil, Oct. 2022. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23950/1/UPS-GT004126.pdf>
- [9] Humberto Benavidez and Sergio Quintuña, “Implementación de un Sistema de Energización Impulsado por Bicicletas Estáticas para el Sistema de Iluminación del Gimnasio de la UPS,” Quito, Mar. 2021. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19888/1/UPS%20-%20TTS285.pdf>
- [10] A. K. Kanithi, S. Varshney, B. L. Narasimharaju, and S. M. Babu, “AC-DC PFC-Boost Converter with Ripple Reduction Technique For E-Bike Battery Charging System,” in *2022 IEEE 2nd International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation, SeFeT 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022. doi: 10.1109/SeFeT55524.2022.9908641.
- [11] J. Bilansky, T. Merva, J. Ivan, A. Marcinek, and M. Lacko, “Cyclic Tester of Battery Cells for Electric Vehicles,” in *2021 IEEE International Workshop of Electronics, Control, Measurement, Signals and their Application to Mechatronics, ECMSM 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jun. 2021. doi: 10.1109/ECMSM51310.2021.9468858.
- [12] Joerg Dieter Weigl, Inayati, Martin Henz, and Hamdani Saidi, *Converted Battery-Powered Electric Motorcycle and Hydrogen Fuel Cell Powered Electric Motorcycle in South East Asia: Development and Performance Test*, IEEE Xplore. 2015. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7496637>
- [13] Fabian Aguirre and Jhon Ortega, “Estudio para la implementación del scooter eléctrico como sistema alternativo de movilidad vehicular en la ciudad de cuenca,” Cuenca, Jun. 2020. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18708/1/UPS-CT008754.pdf>
- [14] Kevin Carpio and Angel Sarango, *Análisis del Soc. de la Bateria de un Scooter eléctrico Monoplaza de 2-kw en Función a los modos de Conducción en rutas Preestablecidas en la ciudad de Cuenca.*

- Cuenca, 2023. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24743/1/UPS-CT010496.pdf> [21]
- [15] Hasdari Rangkuti, Janriko Manalu, and Fahmi Fahmi, *Design of Efficient Electric Motorcycle Using Brushless DC Motor*, Indonesia. 2020. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=9230505](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=9230505)
- [16] Juan Toral, “Desarrollo del freno regenerativo en un motor sin escobillas para una bicicleta,” Cuenca, Feb. 2019. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16918/1/UPS-CT008145.pdf> [22]
- [17] P. Suwanapingkarl, A. Loongthaisong, S. Buasai, N. Ritsuk, C. Paorong, and K. Srivallop, “The concept of ‘ePVscooter’ an electric scooter integrated with portable photovoltaic charger system,” THAILAND, 2019. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=8945001](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=8945001) [23]
- [18] Z. Haoming and W. Yinghai, “Application of Synergic Electric Power Supply in hybrid electric scooter,” Xian, 2013. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=6640430](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=6640430) [24]
- [19] Keiichi Kaneko, Hideki Omori, Toshimitsu Morizane, Noriyuki Kimura, Mutsuo Nakaoka, and Saad Mekhilef, *A Study of Balancer-Less EDLC Stack in A New Power Electric Motor Driven Capacitor Scooter System*, IEEE Explore. 2017. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=8168610](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=8168610) [25]
- [20] Marlon Guevara, “Participación de vehículos conectados a la red (v2g) para optimizar el consumo de energía eléctrica residual para el sector residencial mediante una optimización lineal,” Quito, Oct. 2023. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26405/1/TTS1577.pdf>
- R. Rakhmawati, F. Dwi Murdianto, and G. Tabrani Ilman Syah, “Performance Evaluation of Speed Controller Permanent DC Motor in Electric bike Using Fuzzy Logic Control System,” Indonesia, 2018. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=8549813](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=8549813)
- Elmer Bernal and Arturo Granda, “Implementación de un sistema de adquisición de datos de ubicación y consumo de energía aplicado a una moto eléctrica de la universidad politécnica salesiana,” Cuenca, Mar. 2023. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24686/1/UPS-CT010465.pdf>
- Dalton Ojeda, “Diseño y construcción de un prototipo de batería recargable para una bicicleta eléctrica tipo trike mediante el uso de baterías recicladas de ion de litio 18650,” Cuenca , Jan. 2017. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13637/1/UPS-CT006930.pdf>
- Bernal Paúl and Torres Jhonatan, “Diseño e Implementación de un Sistema de Asistencia Eléctrico en una Bicicleta mediante la Reutilización de Baterías de Ni-Mh,” Cuenca , Jan. 2019. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17183/1/UPS-CT008217.pdf>
- Marin Marinov, Vencislav Valchev, Radko Stoyanov, and Pavel Andreev, *An Approach to the Electrical Sizing of The Electric Motorcycle Drive*. Bugaria, 2018. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=8447065](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=8447065)
- Mohamed YAICH, Mohamed Radhouan HACHICHA, and Moez GHARIANI, *Modeling and Simulation of Electric and*

- Hybrid Vehicles for Recreational Vehicle.* [34] Tunisia, 2015. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=7505098](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=7505098)
- [27] Diego Jumbo and Pablo Reyez, “Implementación de un motor eléctrico sobre el chasis de una motocicleta Yamaha TT125,” Cuenca , Sep. 2012. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2915/1/UPS-CT002474.pdf>
- [28] Y.-M. Tang *et al.*, “Study on Method of Comprehensive Energy Efficiency Evaluation for Distributed Energy System,” China, 2017. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=8245468](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=8245468)
- [29] Siwei Li *et al.*, *Modeling and Optimization on Energy Efficiency of Urban Integrated Energy System.* 2018. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=8582411](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=8582411)
- [30] Yuan Tian, Zicong Yu, Na Zhao, Yongqiang Zhu, and Ruihua Xia, *Optimized Operation of Multiple Energy Interconnection Network Based on Energy Utilization Rate and Global Energy Consumption Ratio.* Beijing, 2018. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s\\_tamp.jsp?tp=&arnumber=8582642](https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/stamp/s_tamp.jsp?tp=&arnumber=8582642)
- [31] Jasmeet Khurana; Appurva Appan; Kanv Garg; Shrey Singhal; Harsh Jain; Vikramaditya Singh, “Policies for India’s global leadership on EV adoption,” India, Jun. 2021.
- [32] Energy Agency International, “Global EV Outlook 2024 Moving towards increased affordability,” 2024. [Online]. Available: [www.iea.org](http://www.iea.org)
- [33] K. Ji, “The Impact of Shared E-Scooters on Travel Behavior in Campus: A Case Study of UCLA,” 2024.
- [34] B. S. Aprillia, D. K. Silalahi, J. Raharjo, M. Rokhmat, M. F. Furkhan, and F. A. Syukur Wijaya, “Design of a 72 V 40 Ah Electrical System Battery Pack for Electric Motorcycle,” in *Proceedings - 2023 3rd International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System: Responsible Technology for Sustainable Humanity, ICE3IS 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 432–435. doi: 10.1109/ICE3IS59323.2023.10335309.
- [35] T. D and G. E, “Demand Response due to The Penetration of Electric Vehicles in a Microgrid Through Sstochastic Optimization,” Apr. 2022.
- [36] Disensa, “Ficha Tecnica.” Accessed: Jan. 26, 2025. [Online]. Available: <file:///C:/Users/User/OneDrive/Escritorio/TESIS%20FINAL%20CORRECCIONES/Referencias%20de%20la%20tesis/referencias%20ups/ficha%20homios.pdf>
- [37] René Paul Jiménez, “Análisis del Perfil de Tensión por la Inserción de Motocicleta Eléctricas en un Usuario Residencial Mediante un modelo Cuantitativo,” Quito, Mar. 2022. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22178/1/UPS%20-%20TTS664.pdf>



# ESTIMACIÓN DEL CONSUMO POR INCURSIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN USUARIOS RESIDENCIALES PARA LA MOVILIDAD ELÉCTRICA SOBRE DOS RUEDAS

ITEM	DATOS		TEMÁTICA				FORMULACIÓN DEL PROBLEMA					RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA						
	AÑO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO DEL ARTÍCULO	CITAS PUBLISH OR PERISH SCHOLAR GOOGLE	MOVILIDAD ELÉCTRICA EN VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS	IMPACTO DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN REDES RESIDENCIALES	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD	GESTIÓN DE CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS	IMPACTO AMBIENTAL DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	COMPARATIVA DE COSTOS Y EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	INCREMENTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO Y AFECTACIÓN DEL PERFIL DE TENSIÓN EN REDES RESIDENCIALES	DEMANDA ENERGÉTICA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS QUE PUEDE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LAS REDES DOMÉSTICAS	OPTIMIZACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA PARA REDUCIR IMPACTOS EN EL CONSUMO ELÉCTRICO	INSUFICIENCIA DE LAS REDES ESTÁNDAR PARA SOPORTAR MÚLTIPLES CARGAS SIMULTÁNEAS	NECESIDAD DE PRIORIZAR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MENOR IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO.	LÍMITE DE SOPORTE DE LAS REDES RESIDENCIALES	TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS	CAPACIDAD MÁXIMA DE DISPOSITIVOS SIMULTÁNEAMENTE CONECTADOS	IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CARGA QUE PRIORICE HORARIOS DE BAJA DEMANDA.	DISEÑAR BATERÍAS CON TIEMPOS DE RECARGA MÁS CORTOS Y MAYOR AUTONOMÍA	EVALUAR LAS CAPACIDADES DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y REPARAR LAS ZONAS DE ALTA DEMANDA	FOMENTAR POLÍTICAS DE INCENTIVOS PARA LA ADQUISICIÓN	DESARROLLAR MODELOS DE SIMULACIÓN PARA PREDECIR EL USO DE HORARIOS ESCALONADOS PARA LA CARGA DE VEHÍCULOS	INVERSIÓN EN BATERÍAS DE LITIO MODERNAS, QUE OFRECEN MAYOR CAPACIDAD Y DURABILIDAD	DESARROLLO DE REDES INTELIGENTES RESIDENCIALES, CON	EDUCACIÓN AL USUARIO SOBRE EL USO EFICIENTE DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y LA IMPORTANCIA DE RESPETAR LOS LÍMITES DE CARGA DE LAS REDES
7	2023	Evaluación de un scooter eléctrico monoplaza de 2 kW como medio de movilidad en rutas urbanas definidas de la ciudad de Cuenca	1			☒	☒					☒					☒	☒						☒	
8	2022	Análisis de la percepción y tendencias de uso de la bicicleta eléctrica en Guayaquil	1	☒	☒					☒						☒					☒	☒	☒		
9	2021	Implementación de un sistema de energización impulsado por bicicletas estáticas para el sistema de iluminación del gimnasio de la UPS	1				☒									☒	☒	☒					☒		
10	2022	AC-DC PFC-Boost Converter with Ripple Reduction Technique For E-Bike Battery Charging System	1	☒	☒																☒	☒	☒		
11	2021	Cyclic Tester of Battery Cells for Electric Vehicles	6	☒	☒	☒		☒	☒														☒	☒	☒
12	2015	Converted battery-powered electric motorcycle and hydrogen fuel cell-powered electric motorcycle in South East Asia: Development and performance test	19	☒	☒					☒															
13	2020	Estudio para la implementación del scooter eléctrico como sistema alternativo de movilidad vehicular en la ciudad de Cuenca	7					☒	☒									☒							☒

# ESTIMACIÓN DEL CONSUMO POR INCURSIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN USUARIOS RESIDENCIALES PARA LA MOVILIDAD ELÉCTRICA SOBRE DOS RUEDAS

ITEM	DATOS		TEMÁTICA				FORMULACIÓN DEL PROBLEMA				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA									
	AÑO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO DEL ARTÍCULO	CITAS PUBLISH OR PERISH SCHOLAR GOOGLE	MOVILIDAD ELÉCTRICA EN VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS	IMPACTO DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN REDES RESIDENCIALES	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD	GESTIÓN DE CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS	IMPACTO AMBIENTAL DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	COMPARATIVA DE COSTOS Y EFICIENCIA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	INCREMENTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO Y AFECTACIÓN DEL PERFIL DE TENSIÓN EN REDES RESIDENCIALES	DEMANDA ENERGÉTICA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS QUE PUEDE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LAS REDES DOMÉSTICAS	OPTIMIZACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA PARA REDUCIR IMPACTOS EN EL CONSUMO ELÉCTRICO	INSUFICIENCIA DE LAS REDES ESTÁNDAR PARA SOPORTAR MÚLTIPLES CARGAS SIMULTÁNEAS	NECESIDAD DE PRIORIZAR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CON MENOR IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO.	LÍMITE DE SOPORTE DE LAS REDES RESIDENCIALES	TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA DE BATERÍAS	CAPACIDAD MÁXIMA DE DISPOSITIVOS SIMULTÁNEAMENTE CONECTADOS	IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CARGA QUE PRIORICE HORARIOS DE BAJA DEMANDA.	DISEÑAR BATERÍAS CON TIEMPOS DE RECARGA MÁS CORTOS Y MAYOR AUTONOMÍA	EVALUAR LAS CAPACIDADES DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y REFORZARLA EN ZONAS DE ALTA DEMANDA	FOMENTAR POLÍTICAS DE INCENTIVOS PARA LA ADQUISICIÓN	DESARROLLAR MODELOS DE SIMULACIÓN PARA PREDECIR EL USO DE HORARIOS ESCALONADOS POR LA CARGA DE LOS VEHÍCULOS	INVERSIÓN EN BATERÍAS DE LITIO MODERNAS, QUE OFRECEN MAYOR CAPACIDAD Y DURABILIDAD	DESARROLLO DE REDES INTELIGENTES RESIDENCIALES, CON INCENTIVOS PARA LA ADQUISICIÓN	EDUCACIÓN AL USUARIO SOBRE EL USO EFICIENTE DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y LA IMPORTANCIA DE RESPETAR LOS LÍMITES DE CARGA DE LAS REDES		
14	2023	Análisis del SOC de la batería de un scooter eléctrico monoplaza de 2-kW en función a los modos de conducción en rutas preestablecidas en la ciudad de Cuenca	1			☒												☒	☒								
15	2020	Design of Efficient Electric Motorcycle Using Brushless DC Motor	3	☒	☒						☒								☒							☒	
16	2019	Desarrollo del freno regenerativo en un motor sin escobillas para una bicicleta	1	☒	☒					☒											☒	☒					
17	2019	The concept of 'ePVscooter' an electric scooter integrated with portable photovoltaic charger system	3								☒																☒
18	2013	Application of synergetic electric power supply in hybrid electric scooter	2	☒	☒					☒									☒							☒	
19	2017	A Study of balancer-less EDLC stack in a new power electric motor-driven capacitor scooter system	2	☒	☒											☒								☒			
20	2023	Participación de vehículos conectados a la red (V2G) para optimizar el consumo de energía eléctrica residual para el sector residencial mediante una optimización lineal	1		☒						☒						☒							☒			







## 11.2 Resumen de Indicadores

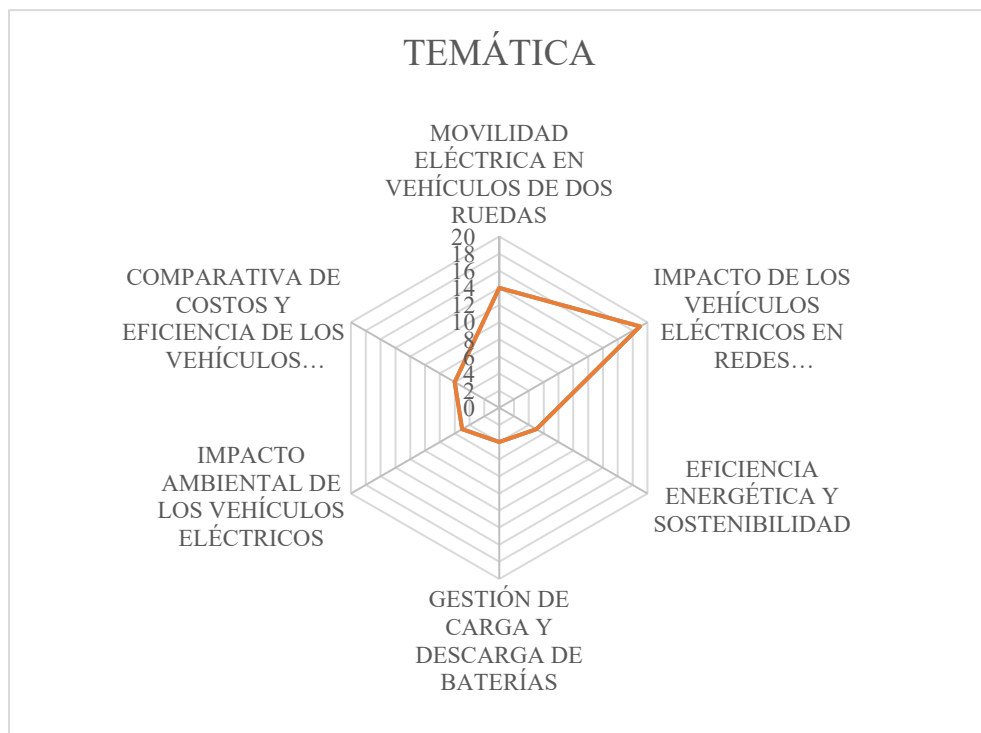


Figura 16. Resumen e indicador de la temática - Estado del arte.

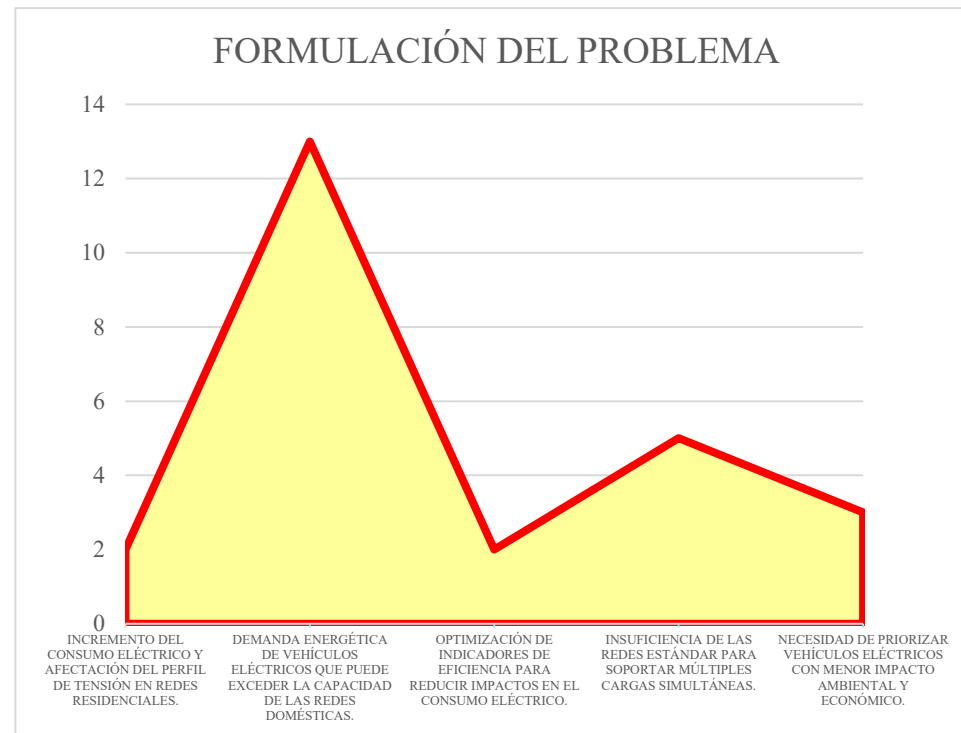


Figura 17. Indicador de formulación del problema - Estado del arte.

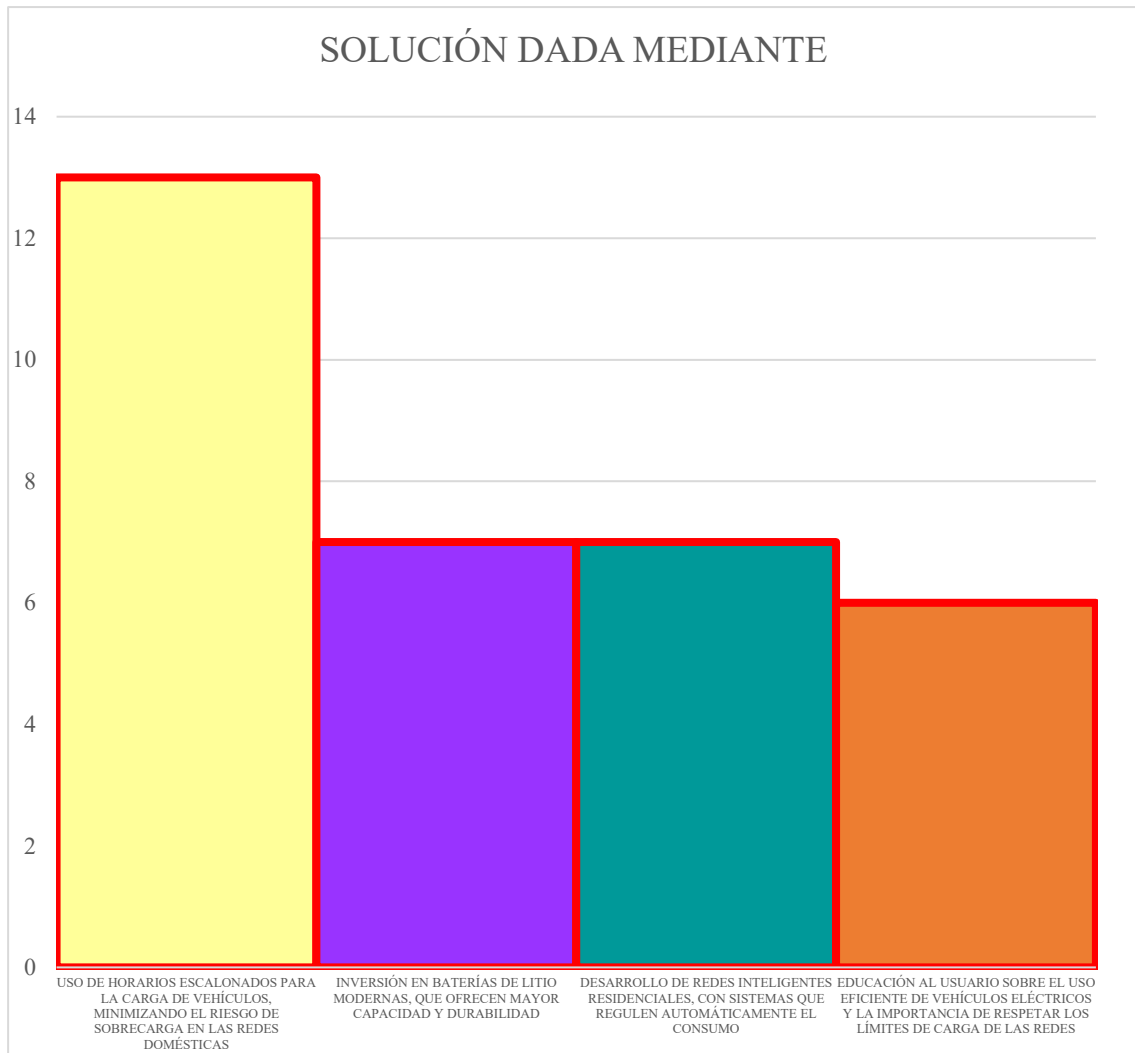


Figura 18. Indicador de solución - Estado del arte