



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTUDIO DE ESTRATEGIAS PARA LA INSERCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS TIPO TAXI EN LA CIUDAD DE QUITO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

Biof. BYRON WILFRIDO BASTIDAS AUQUILLA

byron.bastidas@epn.edu.ec

DIRECTOR:

Ing. ÁNGEL ADALBERTO PORTILLA AGUILAR, M.Sc.

angel.portilla@epn.edu.ec

Quito, Julio 2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Byron Wilfrido Bastidas Auquilla, bajo mi supervisión.

M.Sc. Ángel Portilla

DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, **Byron Wilfrido Bastidas Auquilla**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Biof. Byron Wilfrido Bastidas Auquilla

DEDICATORIA

A mis padres Juan Bastidas y María Juana Auquilla por ser un ejemplo de vida y por saberme guiar por el camino del bien.

A mis hermanas Gloria, Mayra y Carmen por apoyarme en todo momento.

A mis sobrinitas Nuria, Anahí y Amaya quienes son la mejor motivación para alcanzar mis metas.

Y una dedicatoria especial a mi novia Adriana Michel por permitirme creer que con la fuerza de voluntad todo es posible.

Byron Wilfrido Bastidas Auquilla

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, a la Agencia Nacional de Tránsito, a la Unión de Cooperativas de Transporte en Taxis de Pichincha y a la Cooperativa de Taxis América.

Un agradecimiento especial a mi tutor M.Sc. Ángel Portilla por guiarme de la mejor manera durante la realización de este estudio.

A Dios, a mi familia y amigos que siempre han sido un apoyo fundamental para cursar con éxito esta maestría.

Byron Wilfrido Bastidas Auquilla

CONTENIDO

Certificación	i
Declaración.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento.....	iv
Introducción	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
Alcance	2
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Estado del arte	4
1.1.1. Panorama global	4
1.1.1.1. Iniciativa de vehículos eléctricos	9
1.1.1.2. Campaña EV30@30	9
1.1.2. Taxis eléctricos en la región	10
1.1.2.1. Taxis eléctricos en Rio de Janeiro.....	10
1.1.2.2. Taxis eléctricos en San José de Costa Rica.....	10
1.1.2.3. Taxis eléctricos en Ciudad de México	11
1.1.2.4. Taxis eléctricos en Aguas Calientes – México.....	11
1.2. Movilidad vehicular terrestre	12
1.2.1. Vehículo con motor de combustión interna	12
1.2.2. Vehículo eléctrico	14
1.2.2.1. Funcionamiento básico de un vehículo eléctrico	15
1.2.2.2. Tipos de vehículos eléctricos	16
1.2.2.3. Recarga de vehículos eléctricos enchufables.....	18
1.2.2.4. Sistemas de carga para vehículos eléctricos.....	19
1.2.2.5. Modos de carga o nivel de comunicación con la red eléctrica	20
1.2.2.6. Tipos de Conectores más comunes	21
1.2.2.7. Motor eléctrico.....	23
1.2.2.8. Baterías para vehículos eléctricos.....	23
1.2.2.9. Características de las baterías utilizadas en vehículos eléctricos.....	23
1.2.2.10. Tipos de baterías para vehículos eléctricos según su química.....	26
1.2.2.11. Desarrollo tecnológico de baterías para vehículos eléctricos	28
1.2.2.12. Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos	29
2. METODOLOGÍA.....	30
2.1. Tamaño de la muestra.....	32

2.2.	Encuesta	33
2.2.1.	Datos generales	33
2.2.2.	Datos del vehículo tipo taxi	34
2.2.3.	Datos por día de trabajo	34
2.2.4.	Datos por carrera.....	34
2.2.5.	Datos de costos por mantenimiento.....	34
2.2.6.	Datos sobre la percepción del vehículo eléctrico	34
2.2.7.	Datos estratégicos	34
2.3.	Datos de GPS.....	35
2.4.	Condiciones típicas de operación	36
2.5.	Estrategias para la inserción de vehículos eléctricos	36
2.5.1.	Factores económicos.....	37
2.5.1.1.	Inversión inicial.....	37
2.5.1.2.	Costos de operación	38
2.5.1.3.	Costos de mantenimiento.....	39
2.5.2.	Factores técnicos	39
2.5.2.1.	Autonomía.....	39
2.5.2.2.	Recarga de baterías.....	39
2.5.3.	Factores ambientales	40
2.5.3.1.	Matriz energética nacional	40
2.5.3.2.	Emisiones de CO ₂	40
2.5.4.	Factores sociales.....	41
2.5.4.1.	Conocimiento sobre el vehículo eléctrico	41
2.5.4.2.	Concienciación ambiental	41
2.5.4.3.	Precio que los taxistas pagarían por un vehículo eléctrico tipo taxi	42
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1.	Resultados	43
3.1.1.	Factores económicos.....	43
3.1.1.1.	Inversión inicial.....	43
3.1.1.2.	Costos de operación	50
3.1.1.3.	Costo de mantenimiento	64
3.1.1.4.	Costos totales	68
3.1.2.	Factores técnicos	74
3.1.2.1.	Autonomía.....	74
3.1.2.2.	Recarga de baterías.....	75
3.1.2.3.	Horas de trabajo al día.....	75
3.1.2.4.	Jornada de trabajo preferida	76

3.1.2.5.	Horario en el que se realizan el mayor número de carreras	77
3.1.3.	Factores ambientales	80
3.1.3.1.	Matriz energética nacional	80
3.1.3.2.	Emisiones de CO ₂	81
3.1.4.	Factores sociales.....	82
3.1.4.1.	Conocimiento sobre el vehículo eléctrico	82
3.1.4.2.	Concienciación ambiental	82
3.1.5.	Resumen de estrategias.....	86
3.2.	Discusión.....	88
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
4.1.	Conclusiones.....	91
4.2.	Recomendaciones.....	91
	Referencias Bibliográficas	93
	Anexos	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Evolución del stock mundial de vehículos eléctricos 2010 – 2018.....	4
Figura 1.2. Componentes de un vehículo con MCI.	13
Figura 1.3. Componentes básicos de un vehículo eléctrico.....	15
Figura 1.4. Esquema de un EV con los elementos exteriores de conexión.	19
Figura 1.5. Ejemplos de enchufes para la carga de vehículos eléctricos.....	22
Figura 2.1. Diagrama de la metodología utilizada en el estudio.	31
Figura 3.1. Costo inicial de un vehículo tipo taxi con MCI convencional.....	44
Figura 3.2. Modelos de vehículos tipo taxi más comunes.	45
Figura 3.3. Costos internacionales de vehículos eléctricos.	46
Figura 3.4. Costo inicial de un vehículo eléctrico versus un vehículo con MCI.....	47
Figura 3.5. Detalle a pagar al momento de matricular un vehículo tipo taxi.....	50
Figura 3.6. Distancia diaria recorrida.	51
Figura 3.7. Tipo de combustible utilizado por los vehículos tipo taxi.	54
Figura 3.8. Gasto diario en combustible.....	55
Figura 3.9. Costo del consumo energético cada 100 km para un vehículo con MCI.....	60
Figura 3.10. Costo energético cada 100 km con subsidios.	62
Figura 3.11. Costo energético cada 100 km con precio del combustible sin subsidio.....	62
Figura 3.12. Costos con precios de electricidad y combustible sin subsidios.	63
Figura 3.13. Costo de mantenimiento cada 100 000 y 200 000 km recorridos.	67
Figura 3.14. Costos totales VE Nissan Leaf cada 100 000 km recorridos.	69
Figura 3.15. Costos totales VE Nissan Leaf cada 200 000 km recorridos.	70
Figura 3.16. Costos totales VE Nissan Leaf cada 160 000 km recorridos.	72
Figura 3.17. Costos totales VE BYD e5 cada 200 000 km recorridos.....	73
Figura 3.18. Costos totales VE BYD e5 cada 600 000 km recorridos.....	74
Figura 3.19. Horas de trabajo durante un día de operación.	76
Figura 3.20. Jornada de trabajo preferida.	77
Figura 3.21. Horario en el que se realiza el mayor número de carreras	78
Figura 3.22. Estaciones de carga para la Cooperativa de Taxis América.....	80
Figura 3.23. Emisiones de CO ₂ y CO ₂ equivalente.	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Políticas, estrategias e incentivos para la inserción de vehículos eléctricos.....	6
Tabla 1.2. Clasificación ISO de vehículos según su grado de electrificación.	16
Tabla 1.3. Características de los tipos de carga para vehículos eléctricos.....	20
Tabla 1.4. Características de los tipos de baterías para vehículos eléctricos.....	27
Tabla 1.5. Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos.....	29
Tabla 3.1. Inversión inicial de un vehículo tipo taxi con MCI.	43
Tabla 3.2. Modelos de vehículos tipo taxi más comunes.	44
Tabla 3.3. Costos internacionales de vehículos eléctricos (BEV & PHEV).	45
Tabla 3.4. Carga tributaria para vehículos eléctricos	48
Tabla 3.5. Rubros que se pagan con la matrícula de un vehículo	49
Tabla 3.6. Distancia recorrida determinada por GPS.	52
Tabla 3.7. Tipo de combustible utilizado por vehículos tipo taxi.	53
Tabla 3.8. Gasto diario en combustible.....	54
Tabla 3.9. Registro de consumo de combustible de taxis	56
Tabla 3.10. Costos de consumo energético estimado cada 100 km recorridos.	58
Tabla 3.11. Costos de consumo energético cada 100 km recorridos.	59
Tabla 3.12. Costo por consumo energético cada 100 km para un vehículo eléctrico.	60
Tabla 3.13. Costo de mantenimiento cada 100 000 km recorridos.....	64
Tabla 3.14. Costo de mantenimiento cada 200 000 km recorridos.....	66
Tabla 3.15. Costos totales cada 100 000 km recorridos.....	68
Tabla 3.16. Costos totales cada 200 000 km recorridos.....	69
Tabla 3.17. Costos totales cada 160 000 km recorridos.....	71
Tabla 3.18. Número de horas que trabaja un taxista.....	75
Tabla 3.19. Jornada de trabajo preferida por taxistas.	77
Tabla 3.20. Conocimiento sobre el vehículo eléctrico.	82
Tabla 3.21. Conocimiento sobre la contaminación que genera un taxi.....	83
Tabla 3.22. Apoyo a iniciativas para reducir la contaminación.	83
Tabla 3.23. Contribución con la eficiencia energética del transporte en taxi.	83
Tabla 3.24. Disposición para cambiar un taxi convencional por uno eléctrico.	84
Tabla 3.25. Optar por un vehículo eléctrico, conociendo las ventajas y desventajas.....	85
Tabla 3.26. Disposición para optar por un taxi eléctrico al implementar estrategias.....	85
Tabla 3.27. Resumen de estrategias para la inserción de taxis eléctricos en Quito	86

RESUMEN

En este trabajo se propone estrategias para la inserción de vehículos eléctricos en el transporte de pasajeros por taxi en la ciudad de Quito. Las estrategias se fundamentan en el análisis de la información proporcionada por una muestra de estudio y de la experiencia de diferentes ciudades y países alrededor del mundo que han tenido éxito en la inserción de vehículos eléctricos. La información necesaria se obtuvo a través de revisión bibliográfica, encuestas, registros y datos de sistemas de posicionamiento global (GPS). Mediante el procesamiento y sistematización de la información se caracterizó el sector transporte tipo taxi según las condiciones típicas de operación. Los principales parámetros analizados fueron: costos de inversión, operación y mantenimiento, autonomía, consumo energético, emisiones, ventajas y desventajas de la utilización de vehículos eléctricos en modalidad taxi y lugares estratégicos para la ubicación de estaciones de carga. Conforme a los resultados obtenidos se concluye que la inserción de vehículos eléctricos para el transporte en taxi en la zona urbana de la ciudad de Quito es viable con la implementación de estrategias fundamentales como: establecimiento de normas y reglamentos, exoneración total de impuestos de importación y tributos aduaneros para vehículos eléctricos, repuestos y baterías, incentivos gubernamentales y locales para la compra de vehículos eléctricos y de sus baterías, exoneración de costos por matrícula, costos preferenciales de energía eléctrica, bonos por la no emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y una infraestructura de carga pública adecuada.

Palabras Clave: consumo energético, transporte, estrategia, taxi, vehículo eléctrico, Quito.

ABSTRACT

This paper proposes strategies for the insertion of electric cabs for the transport of passengers in the city of Quito. The strategies are based on the analysis of the information provided by a study sample and the experience of different cities around the world, which have been successful in the insertion of electric vehicles. The necessary information was obtained through bibliographic review, surveys, records and data from global positioning systems (GPS). Through the processing and systematization of the information, the study focused on the service of cabs according to the typical operating conditions. The main parameters analyzed were investment costs, operation and maintenance, autonomy, energy consumption, emissions, advantages and disadvantages of the use of electric vehicles as cabs and strategic locations of charging stations. According to the results obtained, it is concluded that the insertion of electric cabs in the urban area of the city of Quito is viable with the implementation of fundamental strategies such as: establishment of standards and regulations, exception of import and customs taxes for electric vehicles, spare parts and batteries, government and local incentives for the purchase of electric vehicles and replacement batteries, charges reduction for vehicles registration, preferred rates for electric bills, bonus for the non-emission of greenhouse gases (GHG) and public charging infrastructure.

Keywords: energy consumption, transportation, strategy, taxi, electric vehicle, Quito.

ESTUDIO DE ESTRATEGIAS PARA LA INSERCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS TIPO TAXI EN LA CIUDAD DE QUITO

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha experimentado un gran desarrollo económico en todos los sectores de la actividad humana, lo que ha ocasionado un gran aumento de la demanda energética mundial. Uno de los sectores que ha contribuido en mayor medida a ello es el transporte, que a partir de los años 90 se ha convertido en el sector con mayor demanda de energía final [1].

Según la Agencia Internacional de Energía Renovable (*IRENA*), el transporte representa alrededor del 30 % del consumo global de energía. Cerca del 98 % de la energía consumida por este sector proviene de derivados de petróleo. Lo que conlleva a que el transporte tenga una dependencia extrema de los combustibles fósiles. El transporte además es el responsable del 14 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) [2].

Con el rápido incremento de vehículos de uso personal en todo el mundo, la demanda de combustibles seguirá aumentando junto con las emisiones de GEI, a menos que haya un cambio significativo en el transporte.

Considerando este panorama se están desarrollando una variedad de tecnologías de “vehículos limpios”. Los vehículos eléctricos enchufables son la alternativa más prometedora para reducir el uso de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de GEI del sector transporte. Para alcanzar este objetivo la energía consumida por este tipo de vehículos deberá provenir de fuentes renovables [2], [3].

Las políticas, estrategias e incentivos gubernamentales han permitido que el stock mundial de vehículos eléctricos para diciembre de 2018 supere los 5,1 millones [4]. Esta cantidad corresponde únicamente a vehículos eléctricos a batería y vehículos eléctricos híbridos enchufables livianos para pasajeros.

Noruega es el ejemplo a seguir a nivel mundial, ya que es el país que ha logrado la mayor participación del vehículo eléctrico en el mercado (46,42 %) en 2018 [4]. El gobierno noruego pretende que a partir de 2025 todos los nuevos vehículos ligeros sean “vehículos de cero emisiones” y que estos vehículos sean propulsados con energía renovable. Esto con el propósito de lograr una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero del

95 % para 2050 respecto a los niveles registrados en 1990, aprovechando de esta manera su matriz energética renovable conformada principalmente por generación hidroeléctrica [5], [6].

En Ecuador, durante 2016 el sector transporte también fue el principal demandante de energía con alrededor del 48,8 %, porcentaje que sigue incrementándose cada año debido al crecimiento del parque automotor [7].

En este sentido, el presente estudio pretende establecer estrategias viables que promuevan la inserción de vehículos 100 % eléctricos en el transporte tipo taxi en la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito. Las estrategias establecidas deberán acoplarse a la realidad nacional y local, así como también a los intereses de los propietarios de vehículos tipo taxi.

Objetivo general

Estudiar y proponer estrategias para la inserción de vehículos eléctricos tipo taxi en la ciudad de Quito.

Objetivos específicos

- Establecer las condiciones típicas de operación para los vehículos que prestan el servicio de transporte tipo taxi en la ciudad de Quito.
- Calcular las necesidades energéticas del sector de transporte tipo taxi.
- Determinar los costos de inversión, operación y mantenimiento de vehículos tipo taxi convencionales con motor de combustión interna versus vehículos eléctricos “*Plug-in*”.
- Establecer estrategias factibles que promuevan la inserción de vehículos eléctricos en el transporte tipo taxi.

Alcance

Para el desarrollo de este estudio se utilizará información disponible y también información que se obtendrá del sector de transporte tipo taxi en la ciudad de Quito.

Se asumirá que un vehículo eléctrico a batería es técnicamente viable dentro de la zona urbana de la ciudad de Quito y se considerará únicamente vehículos catalogados como taxis de cooperativas.

Los parámetros principales que se analizarán son: costos de inversión, mantenimiento, consumo energético y emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de los vehículos tipo taxi. Estos mismos parámetros se analizarán para el caso de vehículos 100 % eléctricos denominados como vehículos eléctricos a batería (BEV por sus siglas en inglés).

El estudio se enfocará en establecer varias estrategias que permitan impulsar la inserción de vehículos 100 % eléctricos en el transporte tipo taxi en la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito. Esto a fin de procurar un futuro con eficiencia energética en este sector para el beneficio de los propietarios de los vehículos y del medio ambiente.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Estado del arte

En esta sección se describe brevemente la experiencia internacional de la inserción de vehículos eléctricos ligeros para pasajeros y también la experiencia de varias ciudades de la región que han incorporado vehículos eléctricos tipo taxi. La información aquí presentada se desarrolló en base a la información disponible en los reportes: *Global EV Outlook 2018 (Towards cross-modal electrification)*, *Nordic EV Outlook 2018 (Insights from leaders in electric mobility)* y *Global EV Outlook 2019 (Scaling up the transition to electric mobility)* de la Agencia Internacional de Energía [5], [6], [4].

1.1.1. Panorama global

En 2018, el stock mundial de vehículos eléctricos de pasajeros superó los 5,1 millones, y los registros de ventas alcanzaron un récord con más de 2 millones de ventas alrededor del mundo. Estos vehículos eléctricos incluyen vehículos eléctricos de batería, vehículos eléctricos híbridos enchufables y vehículos eléctricos de pila de combustible, que por sus siglas en inglés son conocidos como BEV, PHEV y FCEV, respectivamente.

El parque automotor eléctrico mundial creció continuamente desde 2010. Ver Figura 1.1. Siendo la expansión de vehículos eléctricos de batería consistentemente mayor a la de los vehículos eléctricos híbridos enchufables.

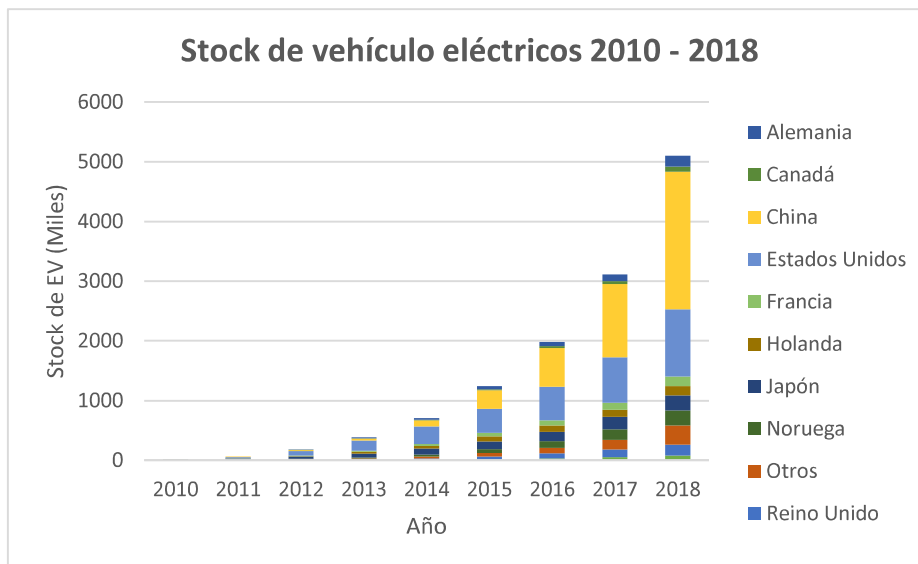


Figura 1.1. Evolución del stock mundial de vehículos eléctricos 2010 – 2018.
(Fuente: [4], [5])

Noruega es el país que ha logrado la mayor participación del vehículo eléctrico en el mercado durante 2018 con una participación del 46,42 %. Le siguen Islandia con el 17 %, Suecia con el 7,92 % y Países Bajos con el 6,57 %. Mientras que países como Francia, Reino Unido y Alemania apenas tienen participaciones en el mercado cercanas al 2 %.

En 2018, el stock global de vehículos eléctricos superó los 5,1 millones, lo que representó un incremento del 63 % respecto a 2017. Esto debido a que se duplicó el número de ventas de vehículos eléctricos nuevos.

La República Popular de China sigue siendo el mercado de vehículos eléctricos más grande del mundo. Durante 2018 en este país se vendieron cerca de 1,1 millones de vehículos eléctricos livianos para pasajeros (BEV + PHEV). El stock total de este tipo de vehículos en China supera los 2,3 millones, lo que representa casi la mitad del stock mundial. Sin embargo, la participación del vehículo eléctrico en el mercado apenas fue del 4,48 %.

El segundo lugar en términos del stock de vehículos eléctricos lo ocupó Europa con 1,2 millones, seguido muy de cerca por Estados Unidos con 1,1 millones. Esto se atribuye a que en Estados Unidos y varios países europeos se han implementado mandatos para vehículos de cero emisiones a fin de cumplir con el compromiso de reducir el porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en los próximos años.

Además, hasta finales de 2018, Noruega con el 46,42 % es el líder mundial en términos de participación en el mercado de vehículos eléctricos. Este porcentaje representa más del doble respecto a Islandia que ocupa el segundo lugar con el 17 % y más de cinco veces respecto a Suecia que ocupa el tercer lugar con el 7,92 %.

A medida que se incrementa el número de vehículos eléctricos en carretera, la infraestructura de carga de baterías de acceso público y privado también lo hace. En 2018 el número de cargadores para vehículos eléctricos livianos (LDV, por sus siglas en inglés) se incrementó a un estimado de 5,2 millones en todo el mundo. La mayoría son cargadores lentos (niveles 1 y 2 ubicados en hogares y lugares de trabajo), complementados por casi 540 000 cargadores de acceso público (incluidos 150 000 cargadores rápidos, de los cuales el 78 % se encuentran en China). Con los 156 000 cargadores rápidos para autobuses, el stock de cargadores rápidos instalados fue de aproximadamente 300 000 a nivel mundial hasta finales de 2018. Sin embargo, mientras el número de vehículos eléctricos crece constantemente, la infraestructura de carga de baterías de acceso público no lo hace en la misma proporción, lo que implica la necesidad de una mayor oferta de infraestructura de carga.

Es innegable que el mercado actual de vehículos eléctricos está influenciado en gran medida por el entorno de estrategias, incentivos y políticas gubernamentales. En la Tabla 1.1 se detallan los mecanismos de apoyo adoptados en los mercados de vehículos eléctricos más importantes. El soporte está dirigido tanto al despliegue de vehículos eléctricos como al de la infraestructura de carga.

Tabla 1.1. Políticas, estrategias e incentivos para la inserción de vehículos eléctricos.

Principales políticas de soporte para la inserción de vehículos eléctricos	
Canadá	<ul style="list-style-type: none"> - Regulaciones estándar de ahorro de combustible y regulaciones de emisiones de gases de efecto invernadero para vehículos de pasajeros y camiones livianos. - Exenciones en las tarifas de peajes y estacionamientos en Ontario y Quebec. - Acceso a carriles preferenciales en Columbia Británica, Ontario y Quebec. - Incentivos de compra locales en: Columbia Británica, Ontario y Quebec.
China	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de la cuarta etapa del marco legal sobre el consumo de combustible. - Exoneración del impuesto de adquisición (según el motor y precio) lo que significa un ahorro de 5 100 a 8 700 dólares estadounidenses (USD). - Exoneración del impuesto de propiedad y de circulación. - Posibilidad de subsidios locales dentro del límite del 50 % del monto otorgado a través de subsidios centrales. - En siete centros urbanos principales, exenciones de las restricciones de acceso. - Acceso local a las rutas de autobuses y exención de las restricciones de acceso en horas pico. - Carga y estacionamientos gratuitos.
Dinamarca	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de la norma de emisiones y regulación de la economía de combustible de la Unión Europea (Euro 6). - Exoneración del impuesto de registro hasta 2015 y eliminación gradual entre 2016 y 2022. - Disminución del 20 % de la tasa de impuesto total para los BEV. - A partir de 2017, la devolución de impuestos de compra estará basada en la capacidad de la batería (USD 225/kWh con un almacenamiento máximo 45 kWh).
Francia	<ul style="list-style-type: none"> - Norma de emisiones y regulación de la economía de combustible de la Unión Europea. - Esquema eco bonus-malus basado en emisiones de CO₂/km, bono de 6 900 dólares para BEV y 1 100 dólares para los PHEV, y hasta 11 000 dólares para los BEV y 3 900 dólares para los PHEV al devolver un automóvil diésel viejo. - Exoneración del impuesto a la electricidad y al hidrógeno. - A partir de 2017, existe el compromiso para que el 50 % de la renovación de la flota gubernamental sea con EV y el 20 % para las autoridades locales.

Alemania	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento de la Norma de emisiones y regulación de la economía de combustible de la Unión Europea. - Reembolsos por la compra de BEV de hasta 4 400 dólares y 3 300 dólares para los PHEV, con un límite de 400 000 vehículos hasta 2020 o hasta cubrir un presupuesto estimado de 674 millones de dólares. - Los fabricantes de automóviles deben proporcionar la mitad del monto del incentivo y el gobierno cubrirá la otra mitad. - Exención de impuestos de circulación por diez años, reducida a cinco años a partir de 2021. - Placas diferenciadas para vehículos eléctricos, para aplicar medidas diferenciadas locales como: estacionamiento gratuito, estacionamiento dedicado y acceso a los carriles preferenciales de autobuses.
Japón	<ul style="list-style-type: none"> - Estándar de emisiones (PNLT 2009, equivalente a Euro 6). - Subsidio de compra de hasta 7 700 dólares, basado en la capacidad de la batería y en el rango eléctrico, por ejemplo: El Nissan Leaf con una batería de 30 kWh, podrá acceder a un subsidio de 3 000 dólares. - A nivel local se promueven las exenciones en las tarifas de circulación y el acceso a tráfico restringido.
Noruega	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento de la norma de emisiones y regulación de la economía de combustible de la Unión Europea. - Exención de impuestos de compra (11 600 dólares). - Exención del IVA para BEV (25 % del precio del vehículo antes de impuestos). - Exención del IVA para BEV arrendados. - Exención en los peajes de las carreteras y las tarifas del ferry. - A partir de 2016, la gestión de medidas de estacionamiento gratuito se transfirió desde el nivel central a nivel municipal.
Corea	<ul style="list-style-type: none"> - Estándar de emisiones CARB NMOG (equivalente a Euro 6). - Subvenciones de compra de 12 329 dólares para BEV y 4 400 dólares para PHEV. - Subsidios de compras locales adicionales desde 2 700 a 10 600 dólares. - Reducción fiscal de alrededor de 3 540 dólares para BEV y 2 389 dólares para PHEV.
Suecia	<ul style="list-style-type: none"> - Norma de emisiones y regulación de la economía de combustible de la Unión Europea. - Descuento de compra de 4 500 dólares para BEV y 2 300 dólares para PHEV con emisiones por debajo de 50 gCO₂/km. - Exención de cinco años del impuesto anual de circulación para vehículos eléctricos con un consumo máximo de 37 kWh/100 km (equivalente a un ahorro que va desde 57 a 340 dólares al año). - Para empresas, un bono del 35 % de la diferencia de precio entre el EV comprado y el automóvil comparable más cercano, dentro del límite de 4 500 dólares para BEV y 2 300 dólares para PHEVs.
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> - Estándar corporativo de economía de combustible promedio para vehículos eléctricos y motores alternativos. - El crédito fiscal que va desde 2 500 a 7 500 dólares, se eliminará luego de que se vendan 200 000 unidades por fabricante para su uso dentro del país.

	<ul style="list-style-type: none"> - Mandatos de producción de vehículos de cero emisiones en vigor en nueve estados. - En algunos estados, descuentos para la compra de vehículos eléctricos y exenciones fiscales de registro.
--	--

(Fuente: [5])

El soporte, mandatos, normativas, regulaciones, incentivos arancelarios y financieros, el despliegue de una infraestructura de carga adecuada y otros instrumentos (principalmente aplicados en las ciudades) aumentan la posibilidad de uso del vehículo eléctrico.

Los sectores del transporte público de pasajeros y los municipios son actores importantes para acelerar la transición al transporte eléctrico. Al probar y demostrar las mejores prácticas del uso de vehículos eléctricos, las ciudades no solo pueden actuar como modelos para otras ciudades que buscan acelerar su transición, sino que también pueden ayudar a mejorar el proceso de desarrollo de políticas.

Para reducir las barreras en la adopción de vehículos eléctricos el apoyo normativo seguirá siendo indispensable, por lo menos a mediano plazo. Sin embargo, a medida que las ventas de vehículos eléctricos sigan creciendo, los gobiernos deberán reconsiderar sus políticas. Esto debido a que la necesidad de incentivos para la compra de vehículos eléctricos disminuirá y los subsidios no serán económicamente sostenibles con grandes volúmenes de ventas, lo cual es predecible sobre todo en los países subdesarrollados.

Los ingresos recaudados por el comercio de los combustibles convencionales también se reducirán, por lo que se requerirá una transición sobre la forma en que estos ingresos apunten a desarrollar la infraestructura del transporte por carretera.

El stock de vehículos eléctricos en la actualidad corresponde aproximadamente apenas al 0,2 % del total de vehículos ligeros para pasajeros en circulación. Los vehículos eléctricos aún tienen un largo camino por recorrer antes de contrarrestar la creciente demanda mundial de petróleo y las consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Considerando este panorama los principales países que promueven el desarrollo de vehículos eléctricos han establecido dos estrategias para el despliegue futuro de vehículos eléctricos: 1) iniciativa de vehículos eléctricos, y 2) campaña EV30@30. Esto debido a que las áreas urbanas son excelentes plataformas para la experimentación de nuevos servicios de transporte de pasajeros y mercancías utilizando vehículos eléctricos.

1.1.1.1. Iniciativa de vehículos eléctricos

La Iniciativa de Vehículos Eléctricos (EVI, por sus siglas en inglés) es un foro político multigubernamental establecido en 2009. Esta iniciativa pretende acelerar el despliegue de vehículos eléctricos en todo el mundo.

La iniciativa de vehículos eléctricos sirve como una plataforma para el intercambio de conocimientos sobre políticas y programas que respaldan el desarrollo y la implementación de vehículos eléctricos.

Los gobiernos actualmente activos en la iniciativa son: Canadá, China, Finlandia, Francia, Alemania, India, Japón, México, Países Bajos, Noruega, Suecia, Reino Unido y Estados Unidos. Este grupo incluye los mercados de vehículos eléctricos más grandes y de mayor crecimiento en todo el mundo. Estos países en conjunto representaron la gran mayoría de las ventas mundiales de vehículos eléctricos en 2017. Canadá y China son los líderes y La Agencia Internacional de la Energía (IEA) se desempeña como coordinadora de esta iniciativa.

1.1.1.2. Campaña EV30@30

La campaña EV30@30, lanzada en la Octava Conferencia Ministerial de Energía Limpia en 2017, redefinió la ambición de la EVI al establecer el objetivo colectivo para todos los estados miembros de que los vehículos eléctricos logren una participación en el mercado del 30 % (excepto vehículos de dos ruedas) para el año 2030.

La campaña incluye varias acciones para ayudar a conseguir el objetivo de acuerdo con las prioridades y programas de cada país que forman parte de la Iniciativa de Vehículos Eléctricos. Estas acciones incluyen:

- Soporte para el despliegue de cargadores de vehículos eléctricos.
- Estimular los compromisos del sector público y privado para la adopción de EV en las flotas de empresas y proveedores.
- Ampliar la investigación de políticas, incluido el análisis de la eficacia de las políticas implementadas, el intercambio de información y experiencias.
- Apoyar a los gobiernos que necesitan políticas y asistencia técnica a través de la capacitación y el desarrollo de capacidades.

Además, como parte de la campaña, con el programa denominado *Global EV Pilot City*, se pretende facilitar el intercambio de experiencias y la reproducción de las mejores prácticas para la inserción de vehículos eléctricos en las ciudades.

1.1.2. Taxis eléctricos en la región

Varias ciudades alrededor del mundo han implementado programas piloto para introducir vehículos eléctricos tipo taxi en sus sistemas de transporte público de pasajeros. Los gobiernos municipales apoyan este tipo de iniciativas con fines netamente ambientales. Esto como una medida para intentar mejorar la calidad del aire de las ciudades.

Bajo esta perspectiva, las autoridades promueven la sustitución de taxis convencionales con motores de combustión interna por vehículos eléctricos con el objetivo de disminuir la emisión de gases contaminantes.

A continuación, se describe brevemente la experiencia de la inserción de vehículos eléctricos tipo taxis en diferentes ciudades de la región.

1.1.2.1. Taxis eléctricos en Rio de Janeiro

El gobierno de la ciudad de Rio de Janeiro, Nissan de Brasil y Petrobras, se asociaron para desplegar una flota de 15 unidades del vehículo 100 % eléctrico Nissan Leaf para operar como taxis dentro de la ciudad.

Las autoridades apostaron por el Nissan Leaf, debido a que es un vehículo eléctrico enchufable diseñado para satisfacer las necesidades de movilidad urbana moderna.

Los primeros taxis eléctricos fueron desplegados en el aeropuerto Santos Dumont y la carga se proporciona en dos estaciones de servicio de Petrobras ubicadas en lugares estratégicos de la ciudad, a fin de que los vehículos puedan desplazarse por toda la ciudad con el respaldo de que cuentan con una estación de carga próxima.

El programa fue parte del objetivo para reducir las emisiones de GEI en un 16 % en 2016, en comparación con los niveles de emisiones de 2005.

Durante el primer año de operación la flota logró recorrer más de 500 mil kilómetros, con lo cual se evitó la emisión de 75 toneladas de CO₂.

El programa también recibió incentivos fiscales locales durante la fase de inversión y registro [8].

1.1.2.2. Taxis eléctricos en San José de Costa Rica

En enero de 2013, la marca china *BYD Auto* firmó un acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente y Energía de Costa Rica para desplegar 200 vehículos eléctricos denominados como "taxis verdes".

Los vehículos están exentos de derechos de importación y el gobierno ha desplegado puntos de carga en lugares estratégicos de la ciudad de San José. Conjuntamente se espera desplegar una infraestructura de carga de tal manera que los puntos de recarga estén ubicados cada 80 kilómetros en las carreteras nacionales y cada 120 kilómetros en la red de carreteras municipales.

Además, se pretende que por ley las compañías de taxis tengan la obligación de reemplazar lentamente sus flotas por vehículos eléctricos, con una participación mínima del 10 % de "ecotaxis o taxis verdes". Un complemento importante para lograr esta meta es garantizar una concesión más larga a aquellos que deban invertir sustantivamente como pioneros en la disminución de su huella de carbono, lo mismo que el uso de vías exclusivas para autobuses o taxis verdes, garantizando así una renta mayor debido al incremento de su demanda [9].

El objetivo global del gobierno costarricense es que para el 2035 al menos el 70 % de su flota de taxis sean eléctricos [10].

1.1.2.3. Taxis eléctricos en Ciudad de México

En noviembre de 2010, el gobierno de la ciudad de México llegó a un acuerdo con Nissan, a fin de que los primeros 100 vehículos totalmente eléctricos (Nissan Leaf) operaran como parte de la flota de taxis de la capital mexicana.

Los taxis eléctricos están exentos del régimen de restricción de conducción implementado por número de placa para restringir el acceso a la Ciudad de México y también se dispuso de varios puntos de recarga en diferentes sitios estratégicos.

Este tipo de vehículos contribuyen a modelos de movilidad de transporte sustentable a favor del medio ambiente y en beneficio de todos los habitantes de la Ciudad de México. Estos vehículos eléctricos tipo taxi tienen una autonomía de 175 km para el recorrido en la ciudad [11].

1.1.2.4. Taxis eléctricos en Aguas Calientes – México

En mayo de 2012, Nissan, en colaboración con el Gobierno de Aguascalientes y la Secretaría de Medio Ambiente, dio inicio al "Programa de Transporte Verde Cero Emisiones".

El programa inició con 50 unidades de vehículos totalmente eléctricos (Nissan Leaf) operando en la ciudad de Aguascalientes, y en marzo de 2016 se sumaron 15 unidades

más para la expansión del programa, con lo cual existen 65 taxis eléctricos distribuidos en diversos puntos de la ciudad.

Con este programa, Nissan, en conjunto con el gobierno local y estatal, buscan disminuir las emisiones generadas por el transporte público de pasajeros. Además, como parte del programa se desplegó la infraestructura de carga necesaria. Existen 50 estaciones nivel 2 y varias estaciones de carga rápida nivel 3 y 4, cargadores públicos en puntos estratégicos de la ciudad, 15 cargadores sencillos de pared y estaciones con paneles solares. El sistema de paneles solares generará 400 MWh al año, lo cual abastecerá al menos el 70 % de la energía eléctrica necesaria para recargar los taxis eléctricos.

Mediante el uso de vehículos cien por ciento eléctricos Nissan Leaf, la compañía contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes de Aguascalientes.

A través de este programa, y a bordo del vehículo eléctrico tipo taxi, se ha evitado la emisión de más de 2 850 toneladas de CO₂ a la atmósfera y se han concientizado a más de 250 000 personas en materia de movilidad sustentable [12].

1.2. Movilidad vehicular terrestre

El desplazamiento de personas u objetos desde un lugar a otro requiere la realización de un trabajo, donde el aporte de energía es necesario durante todo el proceso de movimiento [13]. En el caso del transporte terrestre con vehículos, el movimiento requerido para el desplazamiento es originado por motores de diversos tipos.

A continuación, se detalla las principales características de un vehículo con motor de combustión interna y de un vehículo eléctrico a batería cuya propulsión es originada por un motor eléctrico, ya que son las dos alternativas a comparar en este estudio.

1.2.1. Vehículo con motor de combustión interna

El vehículo con un motor de combustión interna (MCI) tuvo sus inicios en los vehículos propulsados a vapor y desde entonces ha existido un gran desarrollo tecnológico que ha permitido llegar a fabricar una gran variedad de modelos de vehículos con diferentes prestaciones según las necesidades de los consumidores. En la actualidad todo vehículo está constituido por dos grandes conjuntos de elementos mecánicos como son: la carrocería y el chasis [14].

La carrocería está determinada por el propósito para el cual el vehículo ha sido diseñado y construido. La carrocería debe ofrecer el espacio, la seguridad y el confort necesario para

ser utilizado dentro de las regulaciones y parámetros nacionales e internacionales pertinentes. Mientras que el chasis está conformado por un conjunto de elementos mecánicos que constituyen la base estructural que sostiene, aporta rigidez y da forma al vehículo. El chasis sostiene la mayor parte del vehículo, que incluye el motor, la transmisión, la carrocería, el sistema de escape y la caja de dirección [14].

En la Figura 1.2 se puede observar los principales componentes de un vehículo con motor de combustión interna.



Figura 1.2. Componentes de un vehículo con MCI.
(Fuente: [14])

Uno de los componentes más relevantes de un vehículo es el motor. En este caso se considera el motor de combustión interna, el cual transforma la energía térmica procedente de la quema de combustible (gasolina, diésel, o gas) en energía mecánica, lo que permite el desplazamiento del vehículo [15].

En la actualidad los motores de combustión interna son utilizados por todo tipo de vehículos autopropulsados para el transporte por carretera como: automóviles, motocicletas, camiones, autobuses y hasta locomotoras.

Estos motores operan en diferentes ciclos termodinámicos como son: otto y diésel y normalmente son conocidos como motor a gasolina y motor diésel. Cada uno de estos motores puede ser de dos tiempos o de cuatro tiempos. En la industria automotriz también se utilizan motores rotativos denominados *Wankel* para automóviles y aplicaciones diésel. Pero en la propulsión vehicular terrestre siguen gobernando los motores de combustión interna otto y diésel [16].

El rendimiento de los motores de combustión interna ha mejorado desde el orden del 10 % en sus inicios hasta lograr actualmente un rendimiento entre el 35 % o 40 %, en el mejor de los casos (Motor de ciclo diésel). Además, debido a nuevas tecnologías aplicadas se ha logrado mejoras sustanciales en los materiales con los que se fabrican este tipo de motores. Esto ha permitido una reducción en los costos de producción y mantenimiento [16].

1.2.2. Vehículo eléctrico

En esta sección se describe los aspectos más importantes del vehículo eléctrico a batería, debido a que es la tecnología que se pretende promover para su uso en el transporte en taxi en la ciudad de Quito.

El primer vehículo eléctrico se ensambló hace más de un siglo, pero no ha sido hasta las dos últimas décadas que este tipo de propulsión se ha desarrollado de forma notable. Actualmente se ha tenido que llegar a la concienciación de que la energía fósil, que es la principal fuente de energía en el transporte, tarde o temprano terminará por agotarse, por lo que se busca retomar otras tecnologías como el vehículo eléctrico, que utilice energía procedente de fuentes renovables [17].

Uno de los componentes principales y que diferencia al vehículo eléctrico de otro tipo de vehículos es el motor eléctrico que incorpora para su propulsión. La idea de utilizar motores eléctricos como propulsores de vehículos es tan antigua como el mismo concepto de vehículo. En la actualidad, el hecho de utilizar motores eléctricos para el transporte vehicular terrestre se debe principalmente a que estos motores no emiten gases contaminantes. Pero para que el uso de esta tecnología sea energéticamente sostenible, se debe tener en cuenta la procedencia de la energía eléctrica que alimentará los motores de este tipo de vehículos, la forma en que se obtienen los materiales con los cuales se fabrican las baterías y la gestión que se le dará a estas baterías después de haber cumplido su vida útil [17].

En la actualidad el vehículo eléctrico cuenta con motores y baterías que le han permitido brindar prestaciones que cada vez se acercan más a su claro competidor, el vehículo con MCI. Sin embargo, se enfrenta a grandes retos a mediano y largo plazo. Los retos más importantes son: 1) conseguir baterías de alta capacidad de almacenamiento de energía que permitan una mayor autonomía, 2) desarrollar motores compactos de altas prestaciones respecto a la potencia y al torque, de tal manera que lleguen a ser comparables a las prestaciones alcanzadas por los MCI y 3) precios competitivos. En definitiva la tecnología está lista, sólo hace falta saltar estas barreras [17].

En la Figura 1.3 se puede observar los componentes básicos de un vehículo totalmente eléctrico. Sin embargo, cada fabricante realiza sus propias variaciones en la configuración de la disposición de los componentes.



Figura 1.3. Componentes básicos de un vehículo eléctrico.
(Fuente: [18])

1.2.2.1. Funcionamiento básico de un vehículo eléctrico

Esta sección se refiere al funcionamiento de un vehículo eléctrico a batería o conocido también como 100 % eléctrico.

La tracción de un vehículo eléctrico a batería es realizada totalmente por un motor eléctrico. El motor está alimentado normalmente con una corriente eléctrica alterna trifásica, cuya energía es proporcionada por una batería de alta tensión. En los modelos más recientes el motor eléctrico también realiza las funciones de generador para la recuperación de energía.

La batería se recarga a través de un conector o enchufe que se acopla a un punto exterior de carga o tomacorriente. Los tiempos de carga varían de un fabricante a otro dependiendo del tipo de batería que incorporen en sus vehículos eléctricos.

Las baterías normalmente proporcionan corriente continua, por lo que el vehículo debe incorporar un transformador para convertir la corriente continua en corriente alterna apta para el motor. Además, pueden proporcionar corriente a baja tensión para cargar la batería destinada para el funcionamiento del sistema eléctrico del vehículo.

La autonomía de estos vehículos consiste en un equilibrio entre la capacidad de las baterías y el consumo que realice el motor eléctrico. La mayoría de los modelos actuales presentan autonomías entre 200 y 300 kilómetros [19].

1.2.2.2. Tipos de vehículos eléctricos

Bajo la denominación de vehículo eléctrico y/o híbrido, existe una diversidad de tecnologías, que a lo largo de los últimos años han ido tomando diferentes nombres para diferenciar las peculiaridades de cada una. Entonces para intentar clasificarlas correctamente, los organismos internacionales se rigen según una normativa ISO que ordena y clasifica a este tipo de vehículos de acuerdo a su grado de electrificación.

En la Tabla 1.2 se presenta los diferentes grados de electrificación, las características generales y riesgos que presentan los diferentes tipos de vehículos eléctricos.

Tabla 1.2. Clasificación ISO de vehículos según su grado de electrificación.

Clasificación de vehículos eléctricos según su grado de electrificación				
Clasificación ISO	Nombre oficial	Características generales	Riesgos	
NO ENCHUFABLE	μ HEV (Micro Hybrid Electric Vehicle)	Vehículo microhíbrido	Incorpora una placa solar fotovoltaica, sistema Stop & Start, sistema recuperador de energía (KERS). Estos sistemas no pueden superar los 5 kW de potencia. No incorpora ningún sistema de tracción eléctrica.	Los sistemas por lo general no superan la tensión de seguridad (50V), pero presentan riesgos añadidos, es decir, riegos por averías o accidentes que pueden provocar incendios y/o explosiones.
	mHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle)	Vehículo híbrido "suave"	Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrico que no supera los 15 kW de potencia. También incorpora KERS. Se lo conoce como vehículo híbrido en paralelo con MCI.	Datos comunes en los mHEV, HEV, PHEV, REEV, FCEV, EV y BEV Contienen elementos con alta tensión: baterías, cableado, motores, generadores, transformadores, etc.
	HEV (Hybrid Electric Vehicle)	Vehículo Híbrido	Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrica que supera los 15 kW de potencia. Incorpora KERS. También se lo conoce como vehículo híbrido en paralelo con MCI.	Las baterías de alta tensión contienen químicos potencialmente peligrosos y varias

	FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)	Vehículo de pila de combustible	Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrica que supera los 15 kW de potencia. También incorpora KERS. Incorpora además un depósito y una instalación de hidrógeno a alta presión. Por lo que también es conocido como vehículo de hidrógeno.	de ellas con riesgo de explosión cuando alcanzan altas temperaturas. Los FCEV al incluir un depósito de hidrógeno presentan un alto riesgo de inflamación y explosión. Los vehículos eléctricos enchufables (PHEV, REEV, EV y BEV) disponen de un sistema de cableado para conectarse a la red eléctrica por tanto tienen una tensión peligrosa.
ENCHUFABLE	PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)	Vehículo híbrido enchufable	Es un vehículo híbrido (HEV) con MCI, pero que además dispone de un sistema de carga exterior que permite conectarlo a la red eléctrica.	
	REEV (Range Extended Electric Vehicle)	Vehículo eléctrico de autonomía extendida	Conocido como vehículo eléctrico de largo alcance. Es un vehículo con la potencia motriz proporcionada por un motor eléctrico, pero con un pequeño MCI que sirve para accionar un generador que suministra energía al motor eléctrico y/o recarga la batería. Incorpora alta tensión. Posee un sistema de tracción eléctrica que supera los 15 kW de potencia. También incorpora KERS. Son enchufables.	
	EV (Electric Vehicle)	Vehículo eléctrico	Incorpora alta tensión. Incorpora un sistema de tracción eléctrica que otorga toda la tracción del vehículo. También incorpora KERS. Son enchufables. Un EV hace referencia en forma general a los vehículos eléctricos enchufables (PHEV, REEV, FCEV y BEV).	

	BEV (Battery Electric Vehicle)	Vehículo eléctrico a batería	Es un vehículo eléctrico. Su fuente de energía proviene exclusivamente de una batería recargable. Son conocidos como vehículos totalmente eléctricos o vehículos 100% eléctricos (REEV y BEV).	
--	-----------------------------------	------------------------------	--	--

(Fuente: [19], [20])

1.2.2.3. Recarga de vehículos eléctricos enchufables

Los vehículos eléctricos enchufables disponen de un conector o enchufe y cableado para conectarse a la red eléctrica. Entre este tipo de vehículos eléctricos se tiene: los vehículos eléctricos a batería (BEV), los vehículos eléctricos de autonomía extendida (REEV) y los vehículos híbridos enchufables (PHEV), aunque también puede haber vehículos de pila de combustible (FCEV) que también se pueden enchufar [19].

Al instalar un sistema de conexión exterior, se añaden unos elementos con los que los usuarios deberán interactuar. Los fabricantes diseñan y construyen todos estos elementos bajo los criterios más estrictos de seguridad para evitar accidentes.

En la Figura 1.4 se muestra el esquema básico de un vehículo eléctrico y de los elementos exteriores para la conexión a la red eléctrica. En este esquema se considera que la red eléctrica es de 220 V de corriente alterna y 50 Hz de frecuencia.

El conector o enchufe se acopla:

- Por el exterior, con un cable con dos conectores: uno para conectar el vehículo y otro para conectar al tomacorriente de la red eléctrica (CRE).
- Por el interior del vehículo, a un transformador que convierte la tensión recibida (corriente alterna de 220 V, usualmente) a corriente continua apta para recargar la batería de alta tensión. En el ejemplo del esquema son 400 V, pero este valor depende del tipo de baterías utilizadas.

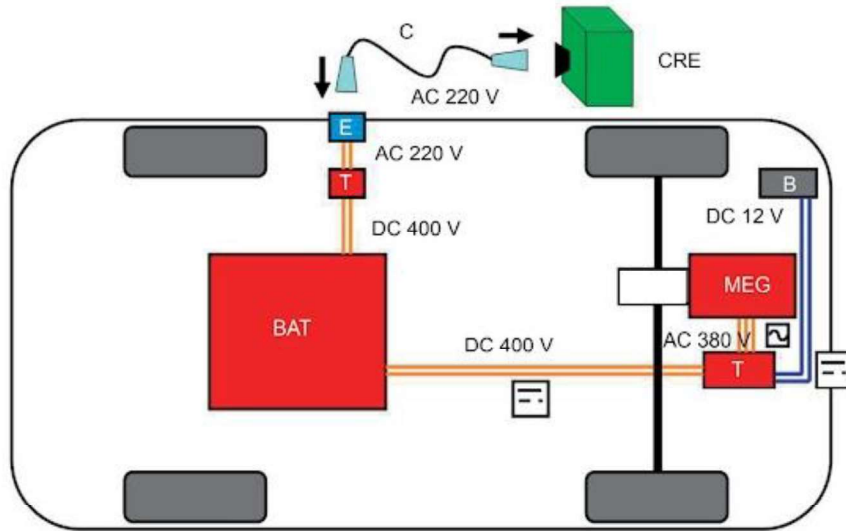


Figura 1.4. Esquema de un EV con los elementos exteriores de conexión.
(Fuente: [19])

Notas: AC = corriente alterna; B = batería de accesorios; BAT = batería de alta tensión; C = cable conector; CRE = conector red eléctrica; DC = corriente continua; E = enchufe; MEG = motor eléctrico-generador; T = transformador.

1.2.2.4. Sistemas de carga para vehículos eléctricos

A los sistemas de carga de vehículos eléctricos se les conoce normalmente como EVSE por sus siglas en inglés. Las tres características principales de los EVSE que diferencian a los cargadores entre sí incluyen:

- Nivel: el rango de potencia de la salida del EVSE.
- Modo: el protocolo de comunicación entre el vehículo y el cargador.
- Tipo: el tomacorriente y el conector utilizados para cargar.

En la actualidad se consideran cinco tipos de recarga según su velocidad, es decir, cuánto tiempo lleva recargar las baterías, lo cual depende directamente del tipo de batería, de la potencia disponible, y de las características propias de la red de energía eléctrica.

La Tabla 1.3 proporciona las características básicas de los tipos de recarga y tiempos. Lo cual está determinado en función de la corriente y del voltaje.

Tabla 1.3. Características de los tipos de carga para vehículos eléctricos.

Tipo de carga	Características básicas	Corriente	Voltaje	Tiempo de carga
Súper lenta	Cuando la intensidad de corriente se limita a 10 A o menos. No dispone de una base de recarga con protección e instalación adecuada. Recarga completa de baterías de 22 a 24 kWh.	AC	110 V	10 - 12 horas
Lenta	Se la conoce como recarga normal o convencional. Se realiza a 16 A. Demanda una potencia de carga de 3,6 kW. Recarga completa de baterías de 22 a 24 kWh.	AC	220 V	6 - 8 horas
Semi-rápida	Se realiza a una potencia de carga de 22 kW	AC	220 V	1 - 1,25 horas
Rápida	Demanda una potencia de carga de 44 – 50 kW. Recarga completa de baterías de 22 a 24 kWh.	AC	400 V	20 - 30 minutos
Ultra rápida	Aún se considera experimental. Demanda una potencia de carga elevada. Recarga completa de baterías de 22 a 24 kWh.	DC	400 V	5 - 10 minutos

(Fuente: [5])

Notas: A = amperios; AC = corriente alterna; DC = corriente continua; kW = kilovatios; V = voltios.

1.2.2.5. Modos de carga o nivel de comunicación con la red eléctrica

Los modos de carga tienen que ver con el nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga (y por consiguiente de la red eléctrica), y el control que se

puede tener del proceso de carga, para programarla, ver el estado, pararla, reanudarla, o incluso devolver electricidad a la red.

Modo 1, sin comunicación con la red. Sería el que se aplica a una toma de corriente convencional con conector *schuko*.

Modo 2, bajo grado de comunicación con la red. El cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto que sirve para verificar la correcta conexión del vehículo a la red de recarga. Podría seguir usándose un conector *schuko*.

Modo 3, elevado grado de comunicación con la red. Los dispositivos de control y protecciones se encuentran dentro del propio punto de recarga, y el cable incluye hilo piloto de comunicación integrado (por ejemplo, los conectores SAE J1772, *Mennekes*, combinado o *Scame*).

Modo 4, elevado grado de comunicación con la red. Hay un conversor a corriente continua y solo se aplica a recarga rápida (por ejemplo, conector *CHAdeMO*).

1.2.2.6. Tipos de Conectores más comunes

Los tipos de conectores todavía no están estandarizados a nivel mundial. Es así que existen varios tipos de conectores o enchufes de diferente tamaño y propiedades, lo que implica que existan diferentes tipos de tomacorrientes.

Conector doméstico tipo *schuko*, es compatible con las tomas de corriente europeas. Tiene dos bornes y toma de tierra y soporta corrientes de hasta 16 A, solo para recarga lenta y sin comunicación integrada.

Conector *SAE J1772*, a veces conocido también como Yazaki. Es un estándar norteamericano, y es específico para vehículos eléctricos. Tiene cinco bornes, los dos de corriente, el de tierra, y dos complementarios, de detección de proximidad (el coche no se puede mover mientras esté enchufado) y de control (comunicación con la red). Este tipo de conector tiene dos niveles:

- Nivel 1: Hasta 16 A, para recarga lenta.
- Nivel 2: Hasta 80 A, para recarga rápida.

Conector *Mennekes*, es un conector alemán de tipo industrial, a priori no específico para vehículos eléctricos. Tiene siete bornes, los cuatro para corriente (trifásica), el de tierra y dos para comunicaciones.

- Monofásico, hasta 16 A, para recarga lenta.

- Trifásico, hasta 63 A (43,8 kW) para recarga rápida.

Conector único *Combinado*, ha sido propuesto por norteamericanos y alemanes como solución estándar. Tiene cinco bornes, para corriente, protección a tierra y comunicación con la red. Admite recarga tanto lenta como rápida.

Conector *CHAdeMO*, es el estándar de los fabricantes japoneses (Mitsubishi, Nissan, Toyota y Fuji). Está pensado específicamente para recarga rápida en corriente continua. Tiene diez bornes, toma de tierra y comunicación con la red. Admite hasta 200 A de intensidad de corriente (para recargas ultra-rápidas). Es el de mayor diámetro, tanto el conector como el cable.

La mayoría de los países europeos utilizan los conectores ordenados por la directiva de la Unión Europea. Mientras que los cargadores *CHAdeMO* se están utilizando en Australia, Sudáfrica y América del Sur [21].

Los protocolos de carga dependen de diferentes conexiones físicas, lo que hace complicado que estos enfoques sean compatibles en las diferentes regiones.

Desde el inicio de la fabricación de vehículos eléctricos se han diseñado muchos tipos de enchufes pensando siempre en la seguridad, fiabilidad y facilidad de uso.

En la Figura 1.5 se muestra diferentes tipos de enchufes y su compatibilidad entre ellos.



Figura 1.5. Ejemplos de enchufes para la carga de vehículos eléctricos.
(Fuente: [19])

Los componentes más relevantes de un vehículo eléctrico son el motor y la batería, ya que justamente estos son los principales componentes que lo diferencian de los vehículos con MCI.

1.2.2.7. Motor eléctrico

Para la tracción de vehículos eléctricos actualmente se emplean motores eléctricos trifásicos. Estos motores son máquinas potentes, progresivas, silenciosas, fiables, duraderas y que tienen rendimientos de hasta el 98 % [19].

El motor eléctrico transforma la energía eléctrica en energía mecánica, es decir, es un sistema motriz capaz de otorgar par-potencia para lograr el movimiento del vehículo [17].

1.2.2.8. Baterías para vehículos eléctricos

Las baterías son elementos capaces de almacenar energía eléctrica en forma de energía química para poder utilizarla cuando sea necesaria. Las baterías de vehículos eléctricos trabajan a alta tensión y su principal ventaja sobre otros sistemas de almacenamiento de energía es que tienen una mayor capacidad de almacenaje de energía por unidad de volumen [19].

Las baterías actuales que usan los vehículos eléctricos se basan en la tecnología de iones de litio. Los paquetes de baterías modernos tienen densidades de energía gravimétrica del orden de 200 vatios-hora por kilogramo (Wh/kg) y densidades de energía volumétrica de 200 a 300 vatios-hora por litro (Wh/l) [22], [23].

1.2.2.9. Características de las baterías utilizadas en vehículos eléctricos.

Las principales características de las baterías de alta tensión utilizadas en vehículos eléctricos son:

1.2.2.9.1. La tensión

La tensión de una batería es la diferencia de potencial eléctrico que tiene entre sus dos polos positivo y negativo. Es importante distinguir entre tensión nominal, tensión real y tensión de carga.

La tensión nominal es la tensión de referencia a la que se ha de conectar una batería. Si una batería tiene una tensión nominal, por ejemplo, de 400 voltios, todos los elementos que se conecten con esa batería deberán estar referenciados en sus características técnicas con 400 voltios de entrada [19]. La tensión real de una batería es el valor de la

tensión que obtenemos al medir con un voltímetro entre sus polos. La tensión de carga es la tensión que se debe suministrar a la batería para reponer su carga eléctrica, es decir, para recargarla. En general la tensión de carga es aproximadamente un 16 % mayor a la tensión nominal [19].

1.2.2.9.2. La capacidad

La capacidad de una batería es el valor de la intensidad de corriente eléctrica que puede proporcionar a una determinada tensión, multiplicada por el tiempo durante el cual puede proporcionarla [19]. La capacidad normalmente se expresa en amperios por hora (Ah). La capacidad nominal corresponde a un estado de carga del 100 %. Por lo que la capacidad real que tiene la batería dependerá de su estado de carga.

1.2.2.9.3. La intensidad máxima

La intensidad máxima de una batería muestra la cantidad máxima de amperios que nos puede suministrar. Por lo tanto, si se llegará a superar este valor la batería podría resultar averiada. La intensidad máxima se expresa en amperios (A). La intensidad máxima real también depende de su estado de carga [19].

1.2.2.9.4. El estado de carga

El estado de carga de una batería es un valor que nos indica la proporción de carga que dispone la batería en un momento determinado en relación con la carga total. El estado de carga se expresa en porcentaje y normalmente el estado de carga se puede verificar a través de la propia electrónica de control que incorpora el vehículo. Sin embargo, el valor indicado debe tomarse solo como un valor aproximado, no como un valor exacto. Esto es debido a que el método de medición no es un método directo sino que se deduce de mediciones indirectas como la variación de la tensión o de la carga consumida por el vehículo [19].

1.2.2.9.5. La densidad de energía

La densidad de energía nos da una idea de la energía que puede almacenar una batería en función de su masa. La densidad de energía se expresa en vatios-hora por kilogramos (Wh/kg). La densidad de energía se puede obtener de la relación entre el producto de la tensión nominal por la capacidad y la masa.

1.2.2.9.6. Tamaño de la batería

Los tamaños de batería encontrados en los vehículos eléctricos actuales varían considerablemente. Para vehículos eléctricos de trabajo ligero, el rango es de aproximadamente desde 20 kWh a 100 kWh. Los tres vehículos eléctricos chinos más vendidos tienen tamaños de batería que oscilan entre 18,3 kWh y 23 kWh, principalmente porque son vehículos pequeños y su diseño se centra en la asequibilidad.

Los vehículos de tamaño medio en Europa y América del Norte tienen baterías que oscilan entre 23 kWh y 60 kWh. Los vehículos más grandes y vehículos utilitarios deportivos (SUV, por sus siglas en inglés) tienen baterías entre 75 kWh y 100 kWh [5].

Las baterías grandes suelen tener costos específicos más bajos (por unidad de energía almacenada). Se espera que una batería de 70 kWh tenga un costo 25 % menor por unidad de energía almacenada que una batería de 30 kWh. Esto se debe a que las baterías grandes tienen una mayor proporción de célula a paquete, es decir, que las baterías de mayor tamaño tienen un mayor número de celdas o células ensambladas en un “paquete de baterías” ya sea en serie o en paralelo, y que en conjunto proporcionan una gran capacidad.

1.2.2.9.7. Velocidad de carga

La velocidad de carga actual permite un 80 % de recarga en aproximadamente 40-60 minutos con un cargador rápido. Dicha velocidad de carga constituye un desafío para el diseño actual de la batería. Aunque las prácticas de carga difieren en todo el mundo.

Diseñar baterías para una carga ultrarrápida (300-400 kW) aumenta la complejidad de su diseño y acorta su vida útil, debido a que las celdas recibirán más potencia en menos tiempo. La carga rápida también requiere consideraciones específicas de diseño de la batería, como disminuir el grosor de los electrodos. Estas restricciones de diseño adicionales tienden a aumentar el costo de la batería y a disminuir su densidad de energía [6].

Con un diseño apropiado y un sistema de gestión térmico de tamaño adecuado, se espera que la carga rápida no afecte la vida útil de la batería. Por otro lado, un análisis realizado por el Departamento de Energía de Estados Unidos sugiere que el cambio en el diseño de la batería para adaptar carga de 400 kW casi duplicaría los costos de cada celda o célula que conforman la batería [24].

1.2.2.9.8. Autonomía

En 1914 el primer Detroit eléctrico fue capaz de recorrer hasta 387 km con una sola recarga de su batería, pero bajo condiciones de conducción muy poco prácticas hoy en día. Esta autonomía en la actualidad es alcanzada y superada por pocos vehículos. A inicios de los años 90 ya se disponía de vehículos eléctricos con una autonomía cercana a los 160 km. Pero para el 2010 la autonomía seguía en el orden de los 170 km [1].

La autonomía depende directamente del tamaño de la batería y del ciclo de conducción. En la actualidad gracias al desarrollo de las baterías de iones de litio se ha logrado fabricar baterías que otorgan autonomías superiores a los 300 km. Así por ejemplo: según el protocolo "*Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure*" (WLTP, que proporciona cifras más realistas respecto a la autonomía de EV) vigente en Europa desde septiembre de 2017, la batería del vehículo eléctrico Nissan Leaf 2018 de 40 kWh puede otorgar una autonomía de hasta 389 km para ciclo urbano, de 270 km para ciclo combinado, y una autonomía igual o menor para ciclo en carretera, lo que dependerá de la potencia requerida por el vehículo para ir a una determinada velocidad y para superar las pendientes. La carga de la batería se podrá recuperar hasta en un 80 % al cargarla entre 40 y 60 minutos en una estación de carga rápida [25].

1.2.2.9.9. Vida útil de una batería

Para las baterías de vehículos eléctricos, un buen indicador es el kilometraje esperado asociado con la vida útil de la batería y su capacidad para retener una buena parte de su capacidad inicial (generalmente 80 %). La literatura disponible sugiere que la química moderna del ion litio (Li-ion) para las baterías de vehículos eléctricos puede resistir la degradación de 1 000 ciclos [26].

A manera de ejemplo, al asumir una capacidad de batería de 35 kWh y un consumo promedio de la batería de 0,2 kWh/km, se espera que el umbral de ciclo de vida no sea alcanzado durante los primeros 175 000 km de conducción [5].

1.2.2.10. Tipos de baterías para vehículos eléctricos según su química.

Actualmente en los vehículos eléctricos se están utilizando básicamente tres tipos de químicas que son las de litio, níquel y sodio.

En la Tabla 1.4 se muestra las características principales de las baterías de litio, níquel y sodio, que son el tipo de baterías más utilizadas para proveer la energía necesaria durante la propulsión de vehículos eléctricos.

Tabla 1.4. Características de los tipos de baterías para vehículos eléctricos.

Tipo de batería	Características principales
Litio	<ul style="list-style-type: none"> - La tensión que produce cada celda o célula que conforman la batería (3,7 V) es de las más elevadas que se obtiene entre las baterías conocidas. - La densidad de energía es del orden de 90 a 160 Wh/kg. - La vida útil se encuentra en un rango de 1000 y 3000 ciclos de descarga. - No presentan problemas de temperatura, por lo que tienen un rango amplio de funcionamiento. - Produce contaminación por metales tóxicos, cuando no se realiza una gestión adecuada después de haber cumplido su vida útil. Esto puede ocurrir sobre todo en el proceso de desguace del vehículo cuando no se tiene el suficiente cuidado en todo el proceso. - Presenta peligro de explosión, por impacto en caso de accidentes y por sobrecalentamiento. - No presentan problemas de “efecto memoria”. - Presenta muy baja autodescarga. - El costo de fabricación aún es elevado.
Níquel	<ul style="list-style-type: none"> - La tensión que produce cada celda (1,2 V) es relativamente baja. - La densidad de energía está en el orden de 45 a 110 Wh/kg. - La vida útil se encuentra en un rango de 1500 y 2000 ciclos de descarga. - Presentan problemas de “efecto memoria”. - Produce contaminación por metales pesados, especialmente por el cadmio que es un metal altamente contaminante. Esto puede ocurrir sobre todo cuando el proceso de desguace no es adecuado. - Necesitan sistema de refrigeración. - Presenta una autodescarga alta del 20 % en un mes. - Costo elevado, debido a los metales utilizados.

Sodio	<ul style="list-style-type: none"> - La tensión que produce cada celda (1,2 V) es relativamente baja, pero que si se las conecta en serie se puede conseguir la tensión deseada. - La densidad de energía está en el orden de 45 a 110 Wh/kg. - La vida útil se encuentra en un rango de 1500 y 2000 ciclos de descarga. - Produce contaminación por azufre y cloro. - No tienen problemas de efecto memoria. - Costo elevado debido al proceso de fabricación.
-------	---

(Fuente: [19])

Nota: El efecto memoria consiste en que, si la batería no está completamente descargada, es decir, mantiene una cierta carga parcial, tras ser cargada completamente no presenta la misma capacidad que tenía anteriormente. Su capacidad de carga ha disminuido debido a la presencia de la carga que tenía almacenada antes de cargarla.

1.2.2.11. Desarrollo tecnológico de baterías para vehículos eléctricos

Las evaluaciones recientes de las tecnologías de baterías sugieren que se espera que las baterías de iones de litio sigan siendo la tecnología de elección para la próxima década.

Los principales desarrollos que probablemente se implementarán en las baterías de litio durante los próximos años incluyen:

- Para el cátodo, la reducción del contenido de cobalto con el objetivo de reducir el costo y aumentar la densidad energética, es decir, del 80 % de níquel y 15% de cobalto de las baterías actuales a mayor porcentaje de participación del níquel [22].
- Para el ánodo, mejorar aún más la estructura de grafito, lo que permitiría velocidades de carga más rápidas [22].
- Para el electrolito, el desarrollo de material electrolítico tipo gel [22].

Se espera que la próxima generación de baterías de iones de litio que entren en el mercado de producción masiva en 2025 tenga un bajo contenido de cobalto y una alta densidad de energía.

Se pretende agregar silicio al ánodo de grafito en pequeñas cantidades para aumentar la densidad de energía hasta en un 50 % [22]. Las sales de electrolito capaces de soportar mayores voltajes también contribuirán a mejorar el rendimiento.

En el período 2025-30, es probable que las tecnologías que prometen densidades de energía significativamente más altas comiencen a ingresar al mercado y rebasen los límites de las baterías de Li-ion avanzado. Por ejemplo, los cátodos de metal de litio son una vía prometedora para las baterías de iones de litio con un rendimiento mejorado sin depender del cobalto y los ánodos de compuesto de silicio podrían entrar en el diseño. En este período, también se espera introducir electrolitos de estado sólido y mejorar aún más la densidad de energía y la seguridad de la batería.

La tecnología Li-ion podría ser superada por otros diseños de baterías que cuentan con mayores densidades teóricas de energía y menores costos teóricos. Los ejemplos incluyen baterías Li-air y Li-sulphur. Sin embargo, su nivel de desarrollo aún es muy bajo, el rendimiento práctico todavía no se ha probado y la ventaja de rendimiento con respecto a la de iones de litio no se ha demostrado.

1.2.2.12. Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos

En la Tabla 1.5 se muestra las principales ventajas y desventajas que actualmente tienen los vehículos eléctricos en relación a los vehículos con motores de combustión interna.

Tabla 1.5. Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Presentan un mejor rendimiento en el aprovechamiento de la energía. - Disminuyen la dependencia de los combustibles fósiles. - Menor costo por mantenimiento preventivo. - Menor costo por kilómetro recorrido. - Reducen la contaminación acústica. - Cero emisiones de gases contaminantes. - Son automáticos y poseen una buena aceleración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inversión inicial elevada respecto a un vehículo con MCI. - Requiere recambio de baterías a un costo elevado. - Necesidades especiales de la red de distribución eléctrica para la carga de las baterías. - Menor Autonomía con una carga completa respecto a un vehículo con MCI con el tanque de combustible lleno. - Tiempos prolongados para la carga completa de las baterías (carga lenta). - Varias prestaciones aún son superadas por los vehículos con MCI.

(Fuente: [19])

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este estudio tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo. Los resultados se muestran en gráficas y tablas resúmenes con los promedios de los parámetros analizados.

A continuación, se describe la metodología utilizada:

- Mediante información bibliográfica y encuestas realizadas a los propietarios y conductores se establecieron las condiciones típicas de operación de taxis en la ciudad de Quito.
- Con los datos de GPS se corroboró las distancias recorridas por los vehículos tipo taxi.
- En función de las distancias recorridas, registros del consumo de combustible y datos del fabricante se determinó el consumo energético bajo las condiciones típicas de operación.
- Se estableció los costos de inversión, operación, mantenimiento y de consumo energético de taxis con motor de combustión interna a gasolina versus vehículos eléctricos.
- Se analizó las ventajas y desventajas de la utilización de vehículos eléctricos en modalidad taxi.
- Se propuso lugares estratégicos para la ubicación de estaciones de carga, en base a la ubicación geográfica de la cooperativa de taxis y en base a los sitios de preferencia para cargar combustible.
- Finalmente, en base a los resultados obtenidos y tomando como ejemplo las mejores estrategias implementadas con éxito en otras ciudades alrededor del mundo, se propuso estrategias viables que promuevan la inserción de vehículos eléctricos tipo taxi dentro de la urbe de la ciudad de Quito.

Para el establecimiento de las condiciones típicas de operación se consideró la totalidad de taxis existentes en la ciudad.

El tamaño de la muestra se determinó de tal manera que se garantice un nivel de confianza del 95 %, es decir, esto se aplicó para el caso de las encuestas. Mientras que para el caso de los datos registrados por GPS y de los registros del consumo de combustible, el tamaño de la muestra fue considerado en función de la disponibilidad y accesibilidad a este tipo de datos.

En la Figura 2.1 se muestra un diagrama simplificado de la metodología utilizada en el estudio.

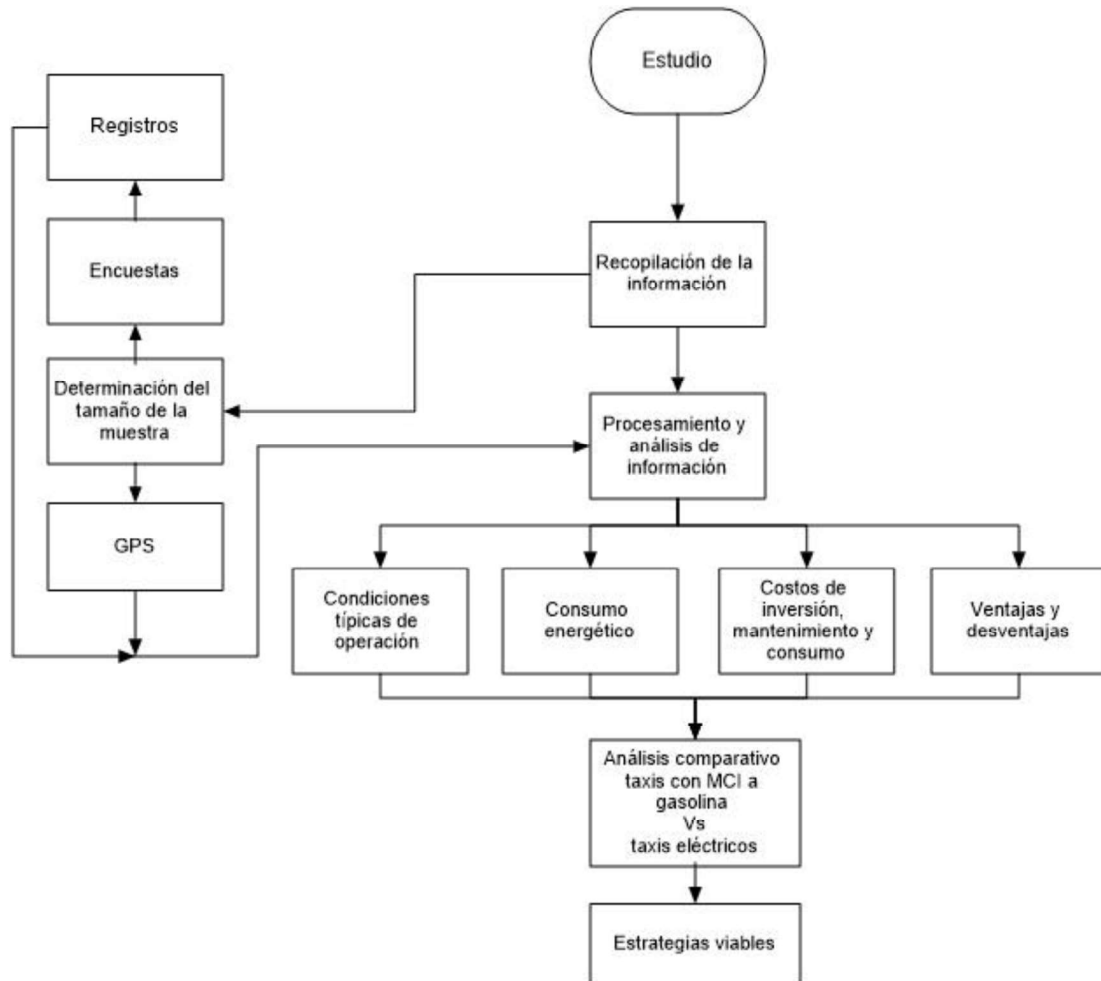


Figura 2.1. Diagrama de la metodología utilizada en el estudio.
(Fuente: Propia)

La tabulación de las encuestas se lo realizó en Excel y los resultados se muestran principalmente en tablas y gráficas. Mientras que los datos de GPS fueron procesados en Access, Excel y en el software GPS TrackMaker. Esto permitió obtener gráficas de los desplazamientos de los vehículos tipo taxi para determinar las distancias recorridas, lo cual se convirtió en un factor muy importante a la hora de determinar la autonomía que deberán cubrir los vehículos eléctricos para operar como taxi en la ciudad de Quito.

2.1. Tamaño de la muestra

La encuesta fue dirigida a conductores y propietarios de vehículos tipo taxi que operan en la zona urbana de la ciudad de Quito. La investigación se realizó a partir del análisis de una muestra de la población de taxis convencionales. El tamaño de la muestra establecido se basa en un método estadístico que permite determinar una muestra aleatoria simple cuando se conoce el tamaño de la población. El tamaño de la muestra en este estudio se determinó a través de la ecuación 2.1. [27].

$$n = \frac{N \times K^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + K^2 \times p \times q}$$

Ecuación 2.1.

Donde:

N es el tamaño de la población

K es una constante que depende del nivel de confianza

p es la variabilidad positiva o probabilidad de éxito

q es la variabilidad negativa o probabilidad de fracaso

e es la precisión o margen de error

Según la Agencia Nacional de Transito hasta diciembre de 2017 existían 15 197 taxis autorizados para operar en la ciudad de Quito. Entonces el tamaño de la población (N) corresponde al número total de posibles encuestados, es decir, al número total de taxis legalizados hasta esa fecha.

El nivel de confianza es una medida de confiabilidad que la muestra seleccionada refleja de forma suficientemente precisa a la población. El estándar común utilizado para este tipo de investigaciones es del 95 %, establecido como el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable. En esta investigación también se consideró un nivel de confianza del 95 %, entonces $K = 1,96$ [27].

La variabilidad es la probabilidad con el que se aceptó la hipótesis. Por lo que considerando que p y q son complementarios, se asume una variabilidad $p = 0,5$ y $q = 0,5$ [27].

La precisión o margen de error representa el límite aceptable de error muestral, es decir, equivale a elegir una probabilidad o porcentaje que describe que tanto se acerca la respuesta que da la muestra al valor real en la población. El margen de error utilizado en esta investigación es del 5 % [27].

Reemplazando los valores correspondientes en la ecuación 2.1., se tiene:

$$n = \frac{15197 \times (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5}{(0,05)^2 \times (15197 - 1) + (1,96)^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = \frac{14595,20}{38,95}$$

$$n = 374,71$$

Entonces para este estudio se estableció un tamaño de la muestra de 375, que corresponde al número de encuestas realizadas.

2.2. Encuesta

La encuesta fue estructurada con diversas preguntas abiertas y cerradas en siete secciones de la siguiente manera:

1. Datos generales
2. Datos del vehículo tipo taxi
3. Datos por día de trabajo
4. Datos por carrera
5. Datos de costos por mantenimiento
6. Datos sobre la percepción del vehículo eléctrico
7. Datos estratégicos

La aplicación de las encuestas se realizó directamente abordando a los conductores que se encontraban haciendo turno en las sedes de las cooperativas.

También se aprovechó concentraciones masivas de taxistas, como la concentración denominada "Hora Cero", realizada el 26 de marzo de 2018.

Además, un gran porcentaje de las encuestas fueron realizadas gracias a la colaboración de la Unión de Cooperativas de Transporte en Taxi de Pichincha.

2.2.1. Datos generales

En esta sección se planteó varias preguntas para obtener información respecto a la cooperativa a la que pertenece el vehículo tipo taxi, el sector donde opera la cooperativa y datos básicos de contacto del encuestado como: nombre, teléfono y correo electrónico.

2.2.2. Datos del vehículo tipo taxi

En esta sección se propuso diferentes preguntas con el objetivo de obtener información relevante respecto a: inversión inicial del vehículo, marca, modelo, año de fabricación, cilindrada, el tipo de combustible que utiliza y dentro de que grupo comercial se encuentra catalogado o registrado el taxi.

2.2.3. Datos por día de trabajo

En la sección de datos por día de trabajo se plantearon diferentes preguntas, con las cuales se obtuvo la siguiente información: la cantidad de horas que normalmente labora un taxi, kilometraje recorrido, número de carreras realizadas, el gasto incurrido por combustible y horarios preferidos de trabajo. Todos estos parámetros considerando un día de trabajo.

2.2.4. Datos por carrera

En la sección de datos por carrera se propuso diferentes interrogantes a fin de obtener la siguiente información: distancia promedio por carrera, índice de ocupación y velocidad preferida al conducir.

2.2.5. Datos de costos por mantenimiento

En esta sección se elaboró diferentes preguntas con el objetivo de conseguir información respecto al costo por el tipo de mantenimiento más común que se realiza en los vehículos tipo taxi convencionales, por lo que se consultó sobre la frecuencia de cambio de: neumáticos, aceite del motor, frenos, filtros, amortiguadores y batería; y sus respectivos costos.

2.2.6. Datos sobre la percepción del vehículo eléctrico

En esta sección se preguntó de forma general sobre la percepción que tienen los conductores y/o propietarios de taxis sobre el vehículo eléctrico, sobre el grado de concientización de la contaminación que generan sus vehículos con MCI a gasolina y respecto a las posibles medidas de eficiencia energética que se pueden implementar en este sector.

2.2.7. Datos estratégicos

En esta sección se procuró que los encuestados conozcan las ventajas y desventajas del vehículo eléctrico, para que luego de ello pudieran considerar o no al vehículo eléctrico como una alternativa viable para ser usado en el transporte en taxi.

También se propuso diferentes estrategias “políticas e incentivos” basadas en la experiencia internacional y que serían aplicables a nivel local para que el encuestado seleccione las que él considere de mayor relevancia. Esto a fin de que consideren en cambiar su taxi actual con MCI a gasolina por uno eléctrico.

Un aspecto importante considerado en esta sección fue el indagar hasta cuánto estarían dispuestos a invertir inicialmente para la adquisición de un vehículo eléctrico tipo taxi.

Además, se consultó sobre cuál sería el año más adecuado para adquirir un vehículo eléctrico para su uso como taxi.

Formato de la encuesta ver Anexo I.

2.3. Datos de GPS

Los datos de GPS fueron proporcionados por la Agencia Nacional de Transito (ANT), Matriz Quito. Estos datos fueron obtenidos gracias al kit de seguridad con el que cuentan los vehículos tipo taxi, dentro del programa denominado “Transporte Seguro” implementado por la ANT.

Los taxis que disponen del kit de seguridad son monitoreados en tiempo real y entre otras cosas cuentan con un dispositivo de rastreo satelital GPS que sirve para localizar los vehículos cuando se activan las alarmas en caso de emergencia. El GPS instalado transmite información sobre la ubicación geo referenciada y la velocidad del vehículo mientras éste se encuentre encendido [28].

Los datos proporcionados corresponden al monitoreo de 24 vehículos tipo taxi. Estos vehículos fueron monitoreados durante las 24 horas del día durante una semana, desde el 15 al 19 de enero de 2018.

La matriz de datos contiene la siguiente información:

- Número de placa
- Latitud
- Longitud
- Orientación
- Velocidad
- Fecha y hora

Mientras el sistema se mantiene encendido los datos son registrados cada minuto. Para este estudio se obtuvo un total de 65 525 registros.

Debido a la gran cantidad de datos en una primera etapa fueron procesados en Access. Posteriormente fueron manipulados en Excel y de esta forma se logró analizarlos y estructurarlos en matrices.

Luego se procedió a generar archivos en formato “.csv” (archivo de valores separados por comas de Microsoft Excel) y con la ayuda de Google Earth se convirtió dichos archivos en formato KML.

Finalmente utilizando el programa GPS Track Maker (programa de libre acceso) se graficó los desplazamientos de los vehículos monitoreados y se logró determinar las distancias recorridas diariamente durante el periodo de monitoreo.

Matriz de datos de GPS y ejemplo de gráfica de desplazamientos ver Anexo II.

2.4. Condiciones típicas de operación

Las condiciones típicas de operación se establecieron considerando los siguientes parámetros:

- Tipo de combustible utilizado por los vehículos tipo taxi convencionales
- Jornada de trabajo preferida por los conductores
- Horas de trabajo al día
- Horario en el que se realizan el mayor número de carreras
- Distancia diaria recorrida en kilómetros
- Velocidad preferida de conducción
- Y número de personas transportadas por carrera

Los resultados de estos parámetros se muestran en porcentaje o en valores promedio. Para ello se realizó tablas resúmenes de frecuencia y se graficó los parámetros de interés sin considerar los valores atípicos.

2.5. Estrategias para la inserción de vehículos eléctricos

En base a los incentivos, estrategias y políticas establecidas en los países con mayor inserción del vehículo eléctrico y considerando las experiencias de varias ciudades de la región que han insertado taxis eléctricos, se planteó a los encuestados las siguientes estrategias:

- Subsidio, descuentos y reembolsos para la compra de vehículos eléctricos nuevos
- Incentivos de compra por parte de los gobiernos locales

- Exoneración de impuestos de compra, registro y circulación
- Alianzas estratégicas con fabricantes de vehículos eléctricos
- Infraestructura de carga pública y privada adecuada
- Regulaciones de emisiones de GEI
- Medidas diferenciadas: carga y estacionamiento gratuito, acceso a tráfico restringido y carriles preferenciales.

Bajo esta perspectiva, para el establecimiento de estrategias que permitan insertar vehículos eléctricos en el transporte en taxi en la ciudad de Quito, se consideran los siguientes factores:

Factores:

- Económicos
- Técnicos
- Ambientales
- Sociales

2.5.1. Factores económicos

Dentro de los factores económicos que influyen directamente en la decisión de optar o no por un vehículo eléctrico se tiene:

- Inversión inicial
- Costos de operación
- Costos de mantenimiento

2.5.1.1. Inversión inicial

El costo inicial del vehículo con MCI a gasolina se determinó haciendo un promedio de las respuestas a la pregunta: ¿Costo inicial del vehículo en dólares?

También se determinó cual es modelo de vehículo más utilizado como taxi en la ciudad de Quito. Esto con el fin de comparar el costo actual del vehículo tipo taxi con MCI más común versus el costo de un vehículo eléctrico comparable.

Entonces se solicitó una cotización del vehículo con MCI a un concesionario de la marca. Mientras que en el caso del vehículo eléctrico se consideró el precio internacional y también el precio que tendría por impuestos y trámites al importarlo a Ecuador.

2.5.1.2. Costos de operación

En este estudio los costos de operación fueron establecidos en función del costo por consumo de combustible para el caso de un taxi con MCI a gasolina y del costo por consumo de electricidad para el caso de un vehículo eléctrico. Los parámetros utilizados para determinar estos costos son:

- Distancia recorrida en kilómetros
- Tipo de combustible
- Gasto diario en combustible
- Costo oficial del combustible utilizado
- Costo de electricidad

Para comparar los costos obtenidos también se consideró datos técnicos conocidos respecto a:

- Consumo real de combustible para un ciclo de conducción urbano en Quito
- Consumo de combustible cada 100 kilómetros de recorrido en ciudad según los datos del fabricante

La distancia recorrida por un vehículo tipo taxi fue determinada en función del promedio de las respuestas a la pregunta: ¿Cuántos kilómetros recorre al día? (Sección 3 de la encuesta). Pero como medio de verificación de este valor también se consideró la distancia diaria promedio recorrida por los vehículos monitoreados con GPS.

Para determinar el consumo real de combustible se consideró datos de un trabajo previo respecto al rendimiento real del combustible de un vehículo con motor de ciclo otto para un ciclo de conducción urbano en el Distrito Metropolitano de Quito [29].

El consumo de combustible se determinó en función del promedio de consumo en dólares. Es decir, se determinó el promedio de las respuestas a la pregunta: ¿Cuánto gasta diariamente en combustible?, con lo cual se obtuvo un primer valor referencial. Pero como medio de verificación se estimó el consumo de combustible en vehículos tipo taxi mediante el registro del kilometraje y del valor pagado con el respaldo de las facturas respectivas. Para ello se tuvo la colaboración de los socios de la Cooperativa de Taxis América, quienes realizaron cinco registros de carga de combustible cada uno. Formato de registro Ver Anexo III.

En función de los datos obtenidos se determinó el costo cada 100 kilómetros recorridos para el caso de un vehículo con MCI a gasolina y para el caso de un vehículo 100 % eléctrico.

Finalmente se determinó el costo de operación de acuerdo a la autonomía requerida por los vehículos tipo taxi en la ciudad de Quito.

2.5.1.3. Costos de mantenimiento

Para determinar el costo por mantenimiento se consideró el costo por mantenimiento durante los primeros 100 000 kilómetros recorridos para el modelo de vehículo más utilizado como taxi en la ciudad de Quito.

2.5.2. Factores técnicos

Los factores técnicos de mayor interés son:

- Autonomía
- Recarga de baterías

2.5.2.1. Autonomía

Para determinar la autonomía que necesita un vehículo eléctrico tipo taxi en la ciudad de Quito se consideró principalmente el promedio de la distancia diaria recorrida obtenida a través de las encuestas y de los datos de GPS.

Un aspecto importante a considerar en la autonomía de un vehículo eléctrico es el tamaño de la batería, el tiempo de carga, y la vida útil de la batería.

2.5.2.2. Recarga de baterías

Para la recarga de las baterías se consideró la experiencia de aquellas ciudades que han tenido un desarrollo importante de su infraestructura de carga tanto pública como privada. Esto con el fin de establecer la mejor modalidad de carga, el tipo de carga, el tipo de conectores y sitios estratégicos de carga.

Para el caso de la cooperativa objeto de estudio, los sitios estratégicos de carga se determinaron principalmente en función de su zona de operación, es decir, de la ubicación geográfica de la cooperativa.

Para la recarga de las baterías también se consideró las horas más adecuadas para hacerlo en función de la demanda de energía eléctrica en la ciudad y en función de la

jornada de trabajo preferida por los propietarios de taxis y de los horarios de mayor demanda de taxis.

2.5.3. Factores ambientales

Los factores ambientales considerados son:

- Matriz energética nacional
- Emisiones de CO₂

2.5.3.1. Matriz energética nacional

Se analizó la oferta de energía y el consumo energético del sector transporte. Esto con el fin de determinar si es razonable o no el uso de vehículo eléctricos en el país.

En esta sección también se analizó el mix energético del sistema nacional interconectado que abastecerá la energía necesaria para los vehículos eléctricos.

2.5.3.2. Emisiones de CO₂

Las emisiones de vehículos con motores de combustión interna son consideradas como emisiones directas. Esto debido a que son emisiones de fuentes que posee o controla el sujeto que realiza la actividad [30].

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ de vehículos tipo taxi con MCI a gasolina se consideró el siguiente factor de emisión:

- Gasolina: 2,38 kgCO₂/litro

Este factor no considera las emisiones indirectas que provienen de fuentes que no controla el sujeto, por ejemplo las emisiones generadas durante la explotación del petróleo y la producción del combustible [30].

También se consideró las emisiones indirectas de la energía eléctrica, que en el caso de los vehículos eléctricos son debido al consumo de electricidad. Para calcular estas emisiones asociadas, debe aplicarse un factor de emisión de CO₂ atribuible al suministro eléctrico del Sistema Nacional Interconectado (SNI) o también conocido como mix eléctrico. Este factor representa las emisiones asociadas a la generación eléctrica conectada a la red nacional necesaria para cubrir el consumo. En este caso el factor de emisión está dado en t CO₂ eq/MWh (toneladas de CO₂ equivalente por mega vatio hora) [30].

Para este caso de estudio se consideró el factor de emisión de CO₂ equivalente del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, publicado en el Informe 2017 del Operador Nacional de Electricidad (CENACE).

Entonces el factor de emisión de CO₂ equivalente atribuible al suministro eléctrico es:

- Electricidad: 0,3349 tCO₂eq/MWh

Este factor de emisión corresponde al factor de emisión margen combinado 2017, es decir, este factor considera un promedio ponderado del margen de operación para el periodo 2014 – 2016 y del margen de construcción 2017 [31].

2.5.4. Factores sociales

Los factores sociales que se abordaron en el estudio son:

- Conocimiento sobre el vehículo eléctrico
- Concienciación ambiental
- Disposición del monto a pagar por un vehículo eléctrico tipo taxi nuevo

2.5.4.1. Conocimiento sobre el vehículo eléctrico

Se determinó el grado de apreciación que tienen los conductores y/o propietarios de taxis sobre el vehículo eléctrico a través de los siguientes parámetros:

- Conocimiento sobre el vehículo eléctrico
- Percepción sobre si un vehículo eléctrico contribuiría a mejorar la eficiencia del transporte urbano

Estos parámetros permitieron tener un panorama general sobre el conocimiento que tienen los taxistas sobre el vehículo eléctrico.

2.5.4.2. Concienciación ambiental

A los conductores y propietarios de vehículos tipo taxi se les preguntó sobre:

- La percepción que tienen sobre si su vehículo contamina o no el ambiente
- La predisposición para apoyar iniciativas que contribuyan a reducir la contaminación provocada por el sector transporte
- Disposición a contribuir a mejorar la eficiencia energética del transporte en taxi
- Y si estuviese dispuesto a cambiar su vehículo por uno que no contamine tanto el ambiente

Estos parámetros permitieron determinar de forma general el grado de concienciación ambiental que tienen los conductores y propietarios de taxis.

2.5.4.3. Precio que los taxistas pagarían por un vehículo eléctrico tipo taxi

Este factor fue considerado debido a la gran diferencia de precios que existe actualmente entre un vehículo con motor de combustión interna y un vehículo eléctrico. Entonces se preguntó sobre el precio que los taxistas estarían dispuestos a pagar para adquirir un vehículo eléctrico nuevo.

Además, a los encuestados se les planteó varias estrategias para que ellos seleccionen las que consideren de mayor importancia. Esto debido al hecho que, por más buenas que sean las estrategias, incentivos y políticas que se implementen a nivel nacional o local, el optar o no por un vehículo eléctrico únicamente dependerá de los propietarios de los vehículos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

En esta sección se presentan los resultados más relevantes obtenidos a través de información bibliográfica, encuestas, registros y del procesamiento de datos de GPS. En función de estos resultados se plantean diferentes estrategias para promover la inserción de vehículos 100 % eléctricos en el transporte en taxi en la zona urbana de la ciudad de Quito.

3.1.1. Factores económicos

Los principales parámetros analizados son:

3.1.1.1. Inversión inicial

3.1.1.1.1. Costo promedio de un vehículo tipo taxi

En promedio un taxista realizó una inversión de 14 411,65 dólares en la adquisición de su vehículo con MCI. En este caso no se consideraron los valores atípicos que se encuentran fuera de los límites internos (límite inferior: \$ 5 000 y límite superior: \$ 25 000).

En la Tabla 3.1 se detalla la frecuencia y porcentaje del costo inicial en el que incurrieron los propietarios de taxis en la adquisición de su vehículo.

Tabla 3.1. Inversión inicial de un vehículo tipo taxi con MCI.

Rango de precio (dólares)	Frecuencia	Porcentaje (%)
> 25 000	7	1,87
< 10 000	33	8,80
20 000 – 25 000	51	13,60
15 000 – 20 000	139	37,07
10 000 – 15 000	145	38,67
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

La Figura 3.1 muestra la gráfica de la frecuencia del costo inicial para diferentes rangos de precios. La tabulación completa de las respuestas de la encuesta se detalla en el Anexo III.

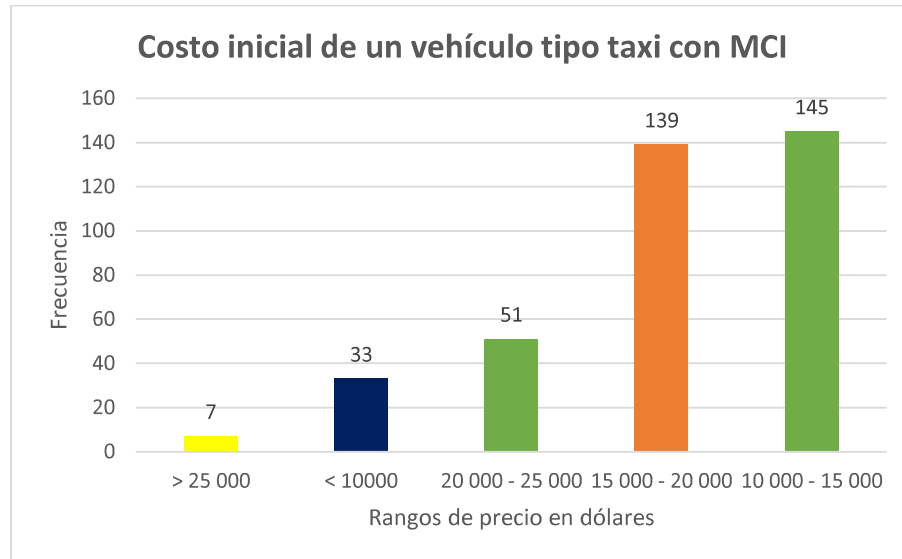


Figura 3.1. Costo inicial de un vehículo tipo taxi con MCI convencional.
(Fuente: Propia)

3.1.1.1.2. Costo actual del modelo de vehículo más utilizado como taxi

En la Tabla 3.2 se detallan los modelos de vehículos más utilizados como taxi en la ciudad de Quito. Siendo el vehículo Aveo Family de la marca Chevrolet el más común.

Tabla 3.2. Modelos de vehículos tipo taxi más comunes.

Vehículo con MCI		Frecuencia	Porcentaje (%)
Modelo	Marca		
Aveo Family	Chevrolet	125	33,33
Sentra	Nissan	110	29,33
Accent	Hyundai	85	22,67
Otra	N/A	30	8,00
Cerato	KIA	25	6,67
Total		375	100,00

(Fuente: Propia)

En la Figura 3.2 se muestra la frecuencia con la que los encuestados indicaron el modelo de taxi que conducen. La tabulación completa de las respuestas de la encuesta se detalla en el Anexo IV.

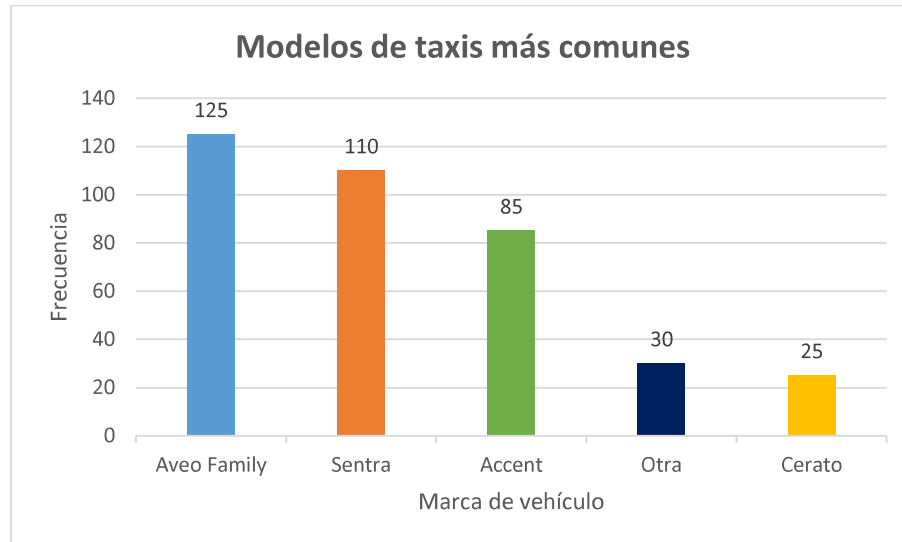


Figura 3.2. Modelos de vehículos tipo taxi más comunes.
(Fuente: Propia)

3.1.1.1.3. Costos de vehículos eléctricos

En la Tabla 3.3 se muestran los costos de varios modelos de vehículos eléctricos enchufables en Estados Unidos sin impuestos y sin subsidios.

Tabla 3.3. Costos internacionales de vehículos eléctricos (BEV & PHEV).

Tipo de vehículo	Modelo	Precio de venta en Estados Unidos sin impuestos y sin subsidios [USD]
BEV	BMW i3	42 400
	Chevy Bolt	37 495
	Fiat 500e	31 800
	Ford Focus Electric	29 120
	Mercedes Benz B-Class Electric	39 900
	Nissan Leaf	30 680
	Nissan Leaf 2019 S	29 990
	Nissan Leaf 2019 SV	32 600
	Niro EV 2019	38 500
	BYD e5	34 990
	Tesla Model S	68 000
Tesla Model X	74 000	

	Volkswagen e-Golf	28 995
PHEV	BMW X5 xDrive40e	62 100
	Chevy Volt	33 220
	Ford C-Max Energi	27 120
	Ford Fusion Energi	31 120
	Fusion Energi Titanium 2019	34 595
	Niro Plug-in Hybrid 2019	28 500
	Optima Plug-in Hybrid 2020	36 090
	Toyota Prius Prime	27 100

(Fuente: [32])

En la Figura 3.3 se muestran los precios de los vehículos 100 % eléctricos comparables más económicos y que son comparables a los modelos de vehículos tipo taxi. Estos vehículos eléctricos normalmente son catalogados como de gama baja en Estados Unidos. Pero por sus prestaciones varios de estos modelos ya han sido utilizados como taxis en varias ciudades alrededor del mundo.

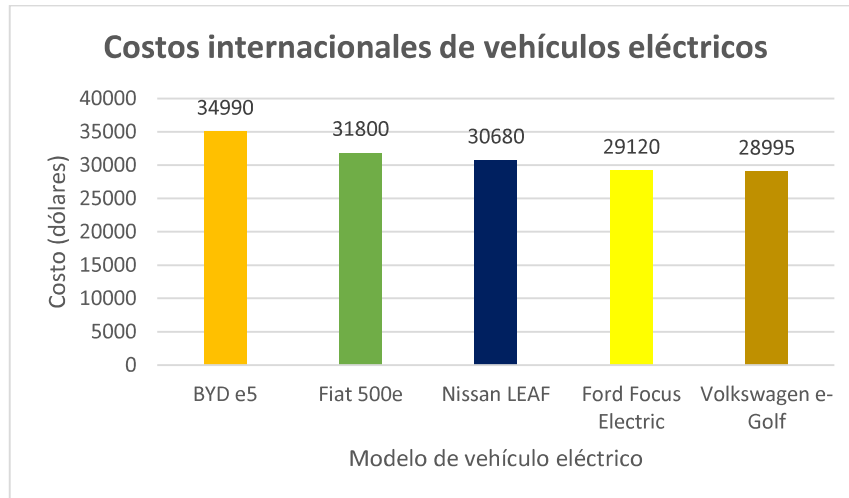


Figura 3.3. Costos internacionales de vehículos eléctricos.

(Fuente: [32])

3.1.1.1.4. Comparación de costos

Se decidió tomar como referencia el costo actual del vehículo más utilizado como taxi, el modelo Aveo Family, y el costo del vehículo Nissan Leaf por ser un vehículo eléctrico que

por sus prestaciones ya ha sido utilizado como taxi en varias ciudades de la región como en Rio de Janeiro, Ciudad de México y Aguas Calientes.

La Figura 3.4 muestra el costo de un vehículo Aveo Family cotizado en una concesionaria versus el costo internacional del vehículo eléctrico Nissan Leaf y el costo cotizado localmente del vehículo eléctrico modelo BYD e5. Las cotizaciones se muestran en el Anexo VIII. En este ejemplo el costo del vehículo eléctrico tiene un incremento del 83,82 % respecto al costo de un vehículo con MCI.

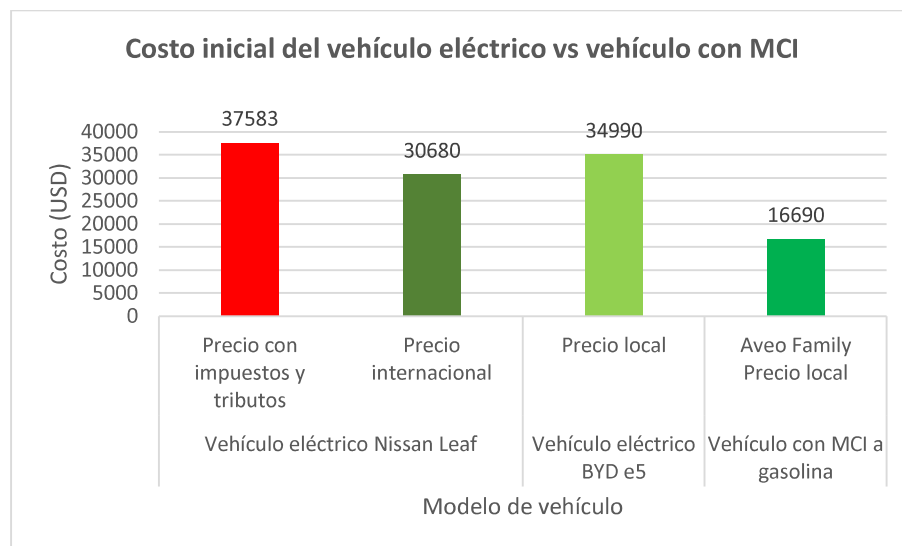


Figura 3.4. Costo inicial de un vehículo eléctrico versus un vehículo con MCI. (Fuente: [32], Propia)

Estrategia 1: para que un vehículo eléctrico sea atractivo para los propietarios de taxis, su costo deberá ser muy similar al costo de un vehículo con MCI. Esta es una de las primeras barreras a vencer para lograr la inserción de vehículos eléctricos en el transporte en taxi.

En Ecuador un vehículo tiene una carga tributaria elevada en comparación con otros países de la región, ya que todo vehículo está sujeto a impuestos y aranceles desde que ingresa al país hasta su venta en una concesionaria. Esto hace que entre el 39 % y 49 % del precio de venta de un vehículo que se comercializa en el país corresponda a tributos, según los datos proporcionados por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.

La Aduana del Ecuador establece los siguientes impuestos: arancel a las mercancías conocido como “ADVALOREM” (20 % sobre el precio CIF que incluye el costo de la mercancía, flete y seguro), fondo de desarrollo para la infancia “FODINFA” (0,5 % sobre el

precio CIF), impuesto a los consumos especiales “ICE” (oscila entre el 5 % y 30 % según el precio del vehículo y el impuesto al valor agregado “IVA” (12 %).

A nivel local según la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno desde diciembre de 2015 los vehículos eléctricos de hasta 35 000 dólares están exentos del IVA y del ICE. Pero el costo de venta aún está influenciado por los otros impuestos.

Así, por ejemplo, si consideramos un vehículo eléctrico como el Nissan Leaf, el cual tiene un precio internacional de 30 680 dólares, el monto a pagar por impuestos sería de aproximadamente \$ 6 903,23 dólares. Ver Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Carga tributaria para vehículos eléctricos

Cálculo de impuestos para un vehículo eléctrico (Nissan Leaf)	
CIF	Valor en dólares [USD]
Costo de la mercancía (FOB)	30 680,00
Flete (\$ 1,50/kg)	2 334,00
Seguro (2 % del FOB + Flete)	660,28
Total CIF	33 674,28
TRIBUTOS	Valor en dólares [USD]
AD-VALOREM	6 734,86
FODINFA	168,37
ICE	0,00
Subtotal (AD-VALOREM + FODINFA + ICE)	6 903,23
IVA (12 % del subtotal)	0,00
Total Impuestos [USD]	6 903,23

(Fuente: [33])

Entonces una posible estrategia consiste en proponer que los vehículos 100 % eléctricos sean exonerados de todos los impuestos y aranceles tributarios citados. Esto a fin de que el costo local sea muy similar al costo internacional. De lo contrario, en el ejemplo mencionado el costo se incrementaría en un 22,5 %. Con lo cual este vehículo eléctrico tendría un costo de 37 583,23 dólares, un precio inaccesible para los propietarios de taxis.

En Ecuador el pleno del Comité de Comercio Exterior (COMEX) mediante Resolución Nro. 016-2019 de fecha 03 de junio de 2019 resolvió: la exoneración total de aranceles a la importación de vehículos eléctricos, baterías y cargadores, así como también para el kit de ensamblaje y kit de montaje (CKD, por sus siglas en inglés) para vehículos eléctricos de valor FOB de hasta 40 000 dólares (precio en el lugar de origen). Esta medida gubernamental busca una mayor oferta en este mercado en el mediano plazo [34].

A pesar de conseguir liberar de impuestos a los vehículos eléctricos su costo es aún elevado respecto al costo de un vehículo con MCI. Para compensar la diferencia se propone implementar incentivos, bonos y descuentos mediante alianzas estratégicas entre el gobierno central, el municipio y los fabricantes de vehículos eléctricos, tal como lo han hecho en los países con mayor inserción de vehículos eléctricos alrededor del mundo.

Otra estrategia importante sería mantener la exoneración de los rubros que se pagan con la matriculación vehicular para los vehículos tipo taxi. Ver Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Rubros que se pagan con la matrícula de un vehículo

Rubros que se pagan con la matrícula	
Impuesto a la propiedad de vehículos motorizados	Exención vigente del 100 % para los vehículos motorizados de propiedad de operadoras de transporte público de pasajeros y taxis, legalmente constituidas.
Impuesto ambiental a la contaminación vehicular (El 24 de mayo de 2019 el presidente de Ecuador anunció la eliminación de este impuesto)	Exención vigente del 100 % para: Los vehículos destinados al transporte público de pasajeros y los de transporte comercial de modalidad escolar y taxis. Los vehículos eléctricos (el beneficio se aplica de manera directa según la información del catastro vehicular).
Tasa por matriculación de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT)	Variable
Impuesto municipal al rodaje	Exención vigente del 100 % para taxis en el DMQ.
Tasa del Sistema Público para pago de accidentes de tránsito (SPPAT)	Variable

(Fuente:[33])

Además, para incentivar la inserción de vehículos eléctricos en el transporte tipo taxi incluso se sugiere exonerar completamente el pago por concepto de matriculación vehicular al menos durante los cinco primeros años de circulación, es decir, se propone la exención de la tasa por matriculación de la ANT y de la tasa SPPAT, con lo cual un taxi que no tenga infracciones ni multas no pagaría ningún valor al matricular su vehículo eléctrico. De lo contrario, un vehículo tipo taxi estándar que se acoge a los beneficios de las exenciones legales pertinentes y que no haya tenido infracciones o multas deberá pagar alrededor de 89,00 dólares para matricular su vehículo con MCI en 2019. Ver Figura 3.5.

SRI en línea

Placa: PCX5008

Marca	Modelo	Año de modelo	País
CHEVROLET	AVEO EMOTION GLS AC 1.6 4P 4X2 TM	2017	ECUADOR

Último año de pago: 2018

Total valores a pagar: Matricula USD \$89.00
A pagar: **USD \$89.00**

Medios de pago

Detalle de valores a pagar

Impuestos, tasas y otros

Detalle valores - 5 registros

Tipo deuda	Rubro	Período fiscal	Beneficiario	Valor
PAGO DEL VALOR DE LA MATRÍCULA	IMPUESTO AMBIENTAL	2019 - 2019	SRI	\$0.00
PAGO DEL VALOR DE LA MATRÍCULA	TASA SPPAT	2019 - 2019	SPPAT	\$48.00
PAGO DEL VALOR DE LA MATRÍCULA	IMPUESTO A LA PROPIEDAD	2019 - 2019	SRI	\$0.00
PAGO DEL VALOR DE LA MATRÍCULA	IMPUESTO RODAJE	2019 - 2019	MUNICIPIO METROPOLITANO DE QUITO	\$0.00
PAGO DEL VALOR DE LA MATRÍCULA	TASAS ANT	2019 - 2019	MUNICIPIO METROPOLITANO DE QUITO	\$41.00
Total:				USD \$89.00

Figura 3.5. Detalle a pagar al momento de matricular un vehículo tipo taxi.
(Fuente: [33])

3.1.1.2. Costos de operación

3.1.1.2.1. Distancia diaria recorrida

a. Según los resultados de las encuestas

Según los datos de las encuestas realizadas un vehículo tipo taxi recorre en promedio 204,33 km durante un día de operación en la ciudad de Quito. Ver Figura 3.6. La tabulación completa de las respuestas de la encuesta se detalla en el Anexo V. El día de operación

considera 24 horas, donde el 76 % de los encuestados respondieron que prefieren trabajar durante el día normalmente en dos jornadas. El promedio en este caso fue determinado sin considerar valores atípicos que estén fuera de los límites internos de 70 y 325 kilómetros. Los valores atípicos fueron determinados siguiendo estos pasos:

1. Ordenar los datos de menor a mayor
2. Calcular la mediana
3. Calcular el primer cuartil
4. Calcular el tercer cuartil
5. Calcular el rango intercuartil
6. Multiplicar el rango intercuartil por 1,5
7. Sumar el resultado anterior al tercer cuartil (límite interno superior) y restarlo del primer cuartil (límite interno inferior) [35].

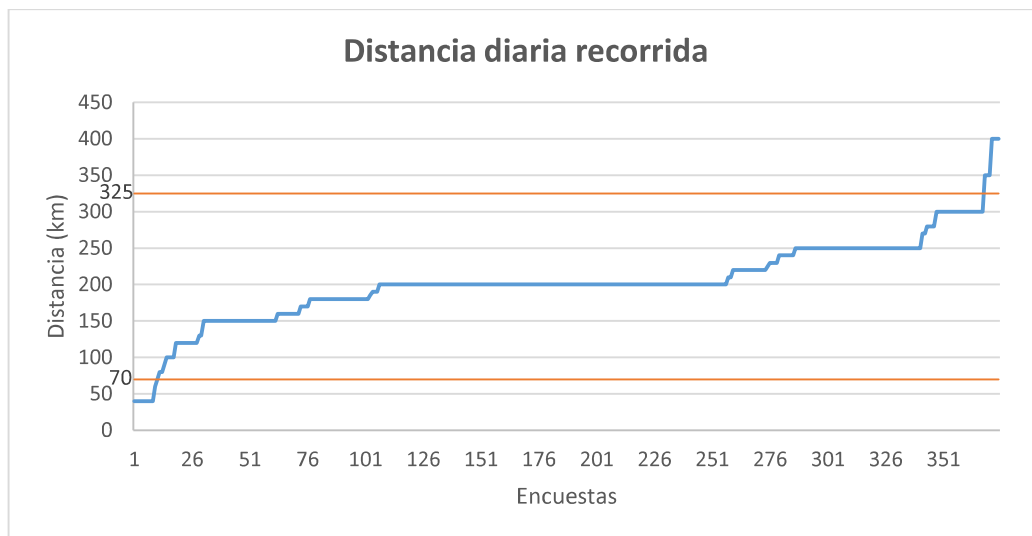


Figura 3.6. Distancia diaria recorrida.
(Fuente: Propia)

b. Según los datos de GPS

La distancia promedio recorrida por vehículos tipo taxi según los registros de los GPS es de 197,36 km. Ver Tabla 3.6. Lo que indica que existe una diferencia del 3,4 % entre la distancia promedio determinada a través de encuestas y la distancia promedio determinada por GPS.

En la Tabla 3.6 se muestra los datos de las distancias recorridas por los vehículos tipo taxi según los datos proporcionados por GPS.

Tabla 3.6. Distancia recorrida determinada por GPS.

Distancia recorrida en kilómetros - GPS					
Vehículo	Día				Distancia promedio [km]
	1	2	3	4	
1	163	259	242	167	207,75
2	252	170	169	141	183,00
3	238	252	175	179	211,00
4	191	242	174	156	190,75
5	236	203	245	169	213,25
6	156	169	253	209	196,75
7	206	169	207	163	186,25
8	249	142	155	183	182,25
9	141	213	257	213	206,00
10	244	175	249	167	208,75
11	144	239	216	145	186,00
12	210	208	158	182	189,50
13	246	236	225	250	239,25
14	197	189	151	225	190,50
15	230	250	151	214	211,25
16	220	207	241	254	230,50
17	182	175	179	148	171,00
18	176	208	192	211	196,75
19	217	207	255	221	225,00
20	181	206	257	174	204,50
21	166	148	159	170	160,75
22	182	148	191	200	180,25
23	244	153	206	142	186,25
24	208	147	140	223	179,50
Promedio total					197,36 km/día

(Fuente: Propia)

En base a los resultados tanto de las encuestas como de los GPS se considera una distancia diaria recorrida referencial de 200 km para un taxi que opera en la ciudad de Quito.

Estrategia 2: durante la selección del modelo de vehículo se deberá tener en cuenta que para que un vehículo eléctrico sea viable para su uso como taxi en la ciudad de Quito su autonomía debe ser mayor o igual a 250 km para una carga diaria completa. Esto debido al hecho que normalmente la autonomía real es menor a la autonomía ofertada según el ciclo de conducción en el que se utilice el vehículo.

3.1.1.2.2. Tipo de combustible

El combustible preferido por los conductores de taxis es la gasolina EXTRA con el 76,53 %. El 22,93 % utiliza gasolina SUPER en sus vehículos. El uso del diésel u otro tipo de combustible se puede considerar despreciable en este sector.

En la Tabla 3.7 se detalla la frecuencia con el que los conductores y propietarios de vehículos tipo taxi respondieron sobre el tipo de combustible que utilizan.

Tabla 3.7. Tipo de combustible utilizado por vehículos tipo taxi.

Tipo de combustible	Frecuencia	Porcentaje (%)
Extra	287	76,53
Súper	86	22,93
Diésel	1	0,27
Otro	1	0,27
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

La Figura 3.7 muestra el tipo de combustible más utilizado por vehículos tipo taxi.

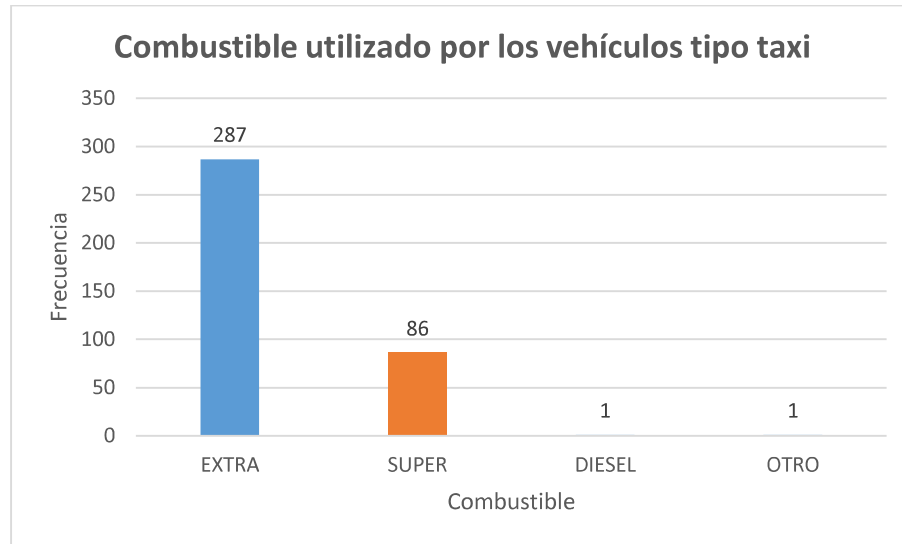


Figura 3.7. Tipo de combustible utilizado por los vehículos tipo taxi.
(Fuente: Propia)

3.1.1.2.3. Gasto diario en combustible

El gasto promedio de un vehículo tipo taxi en combustible durante su operación diaria es de 9,01 dólares.

Además, el 85,33 % de los conductores de vehículos tipo taxi encuestados indicaron que el consumo diario de combustible no supera los 10 dólares.

En la Tabla 3.8 se detalla la frecuencia con que los encuestados respondieron respecto al costo diario que realizan por concepto de combustible.

Tabla 3.8. Gasto diario en combustible.

Gasto en combustible (dólares)	Frecuencia	Porcentaje (%)
20	5	1,34
19	1	0,27
16	1	0,27
15	6	1,60
14	2	0,53
13	4	1,07
12	34	9,07
11	2	0,53

10	157	41,87
9	12	3,20
8	66	17,60
7	57	15,20
6	13	3,47
6	2	0,53
5	13	3,47
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

La Figura 3.8 muestra los resultados a la pregunta: ¿Cuánto gasta diariamente en combustible? (Sección 3 de la encuesta). Pero para determinar el promedio no se consideraron los valores atípicos que se encuentran fuera de los límites internos (límite superior: 13 dólares y límite inferior: 5 dólares).

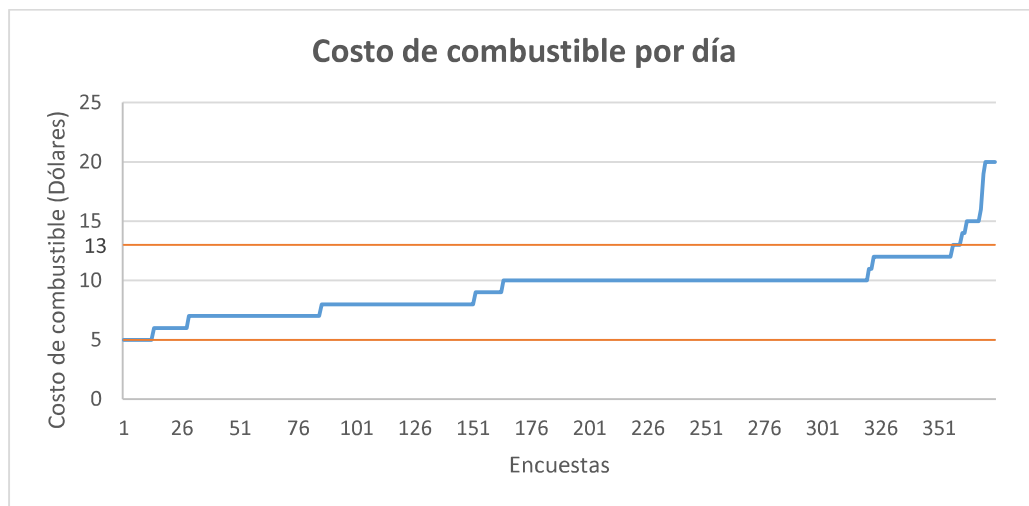


Figura 3.8. Gasto diario en combustible.
(Fuente: Propia)

Estrategia 3: según datos publicados por EP Petroecuador, el gobierno subsidia 0,57 dólares por cada galón de gasolina extra automotriz. Entonces si un vehículo tipo taxi no consumiera gasolina extra por un año, es decir, que se cambió por uno eléctrico, el gobierno podría evitar gastar en este subsidio cerca de 1 000 dólares anuales por cada taxi que deje de consumir este combustible. Una posible estrategia sería que este subsidio sea orientado para apoyar la compra de vehículos eléctricos mediante incentivos.

3.1.1.2.4. Consumo energético cada 100 km para un vehículo con MCI

a. Según rendimiento real en la ciudad de Quito

Se determinó el costo de consumo energético según el rendimiento real de un vehículo con MCI a gasolina para el ciclo de conducción urbano (consumo en ciudad) en el Distrito Metropolitano de Quito.

El consumo energético se determinó en función del kilometraje recorrido y del valor facturado por el combustible utilizado para recorrer esa distancia. Para ello se registró 5 cargas de combustible (gasolina extra) de 10 vehículos tipo taxi (Aveo Family 1.4) de la cooperativa de taxis América.

La Tabla 3.9 muestra los registros realizados, el consumo en dólares cada 100 km recorridos por cada vehículo tipo taxi y el consumo promedio.

Tabla 3.9. Registro de consumo de combustible de taxis

Vehículo	Fecha	Kilometraje	Kilómetros Recorridos	N° de Factura	Valor	Consumo
	dd/mm/aa	km	Δ Km		\$	\$/100 km
1	11/01/2019	30030	795	089-011-000190765	7,40	4,12
	13/01/2019	30250		044-004-000794666	9,25	
	16/01/2019	30552		089-011-000192768	5,00	
	18/01/2019	30736		059-011-000641993	11,10	
	19/01/2019	30825		089-019-000168680	5,55	
2	14/01/2019	48570	399	089-015-000225365	7,00	6,27
	15/01/2019	48713		089-019-000167090	5,01	
	16/01/2019	48824		089-015-000226272	7,00	
	17/01/2019	48875		089-019-000167994	6,00	
	18/01/2019	48969		089-015-000227339	7,00	
3	11/01/2019	560210	880	059-011-000636226	12,00	5,91
	13/01/2019	560402		059-011-000637884	15,00	
	16/01/2019	560637		059-012-000301050	10,00	

	18/01/2019	560850		001-007-000003803	15,00	
	23/01/2019	561090		059-011-000646555	12,00	
4	12/01/2019	86886	886	001-004-000383075	10,00	4,51
	13/01/2019	86995		002-010-000589336	10,00	
	14/01/2019	87225		002-011-000488661	10,00	
	16/01/2019	87410		014-007-000641049	10,00	
	18/01/2019	87772		001-009-000574615	10,00	
5	10/01/2019	520263	1 180	001-001-00	12,15	4,18
	11/01/2019	520562		001-003-00	11,95	
	13/01/2019	520857		005-003-000085496	12,25	
	15/01/2019	521152		001-002-00	13,00	
	18/01/2019	521443		0039851	12,60	
6	11/01/2019	221685	1 195	089-019-000165761	15,00	4,02
	16/01/2019	222025		089-015-000226452	13,00	
	18/01/2019	222279		000351585	10,00	
	19/01/2019	222679		002-000-000033362	10,00	
	20/01/2019	222880		002-000-000033498	12,00	
7	11/01/2019	54400	850	089-018-000252012	10,00	4,25
	15/01/2019	54600		089-017-000303098	7,50	
	16/01/2019	54800		089-017-000303919	11,10	
	17/01/2019	55100		089-017-000304616	7,50	
	21/01/2019	55250		089-017-000307108	8,00	
8	10/01/2019	27810	781	046-016-000585975	8,00	3,59
	11/01/2019	28019		085-010-000283120	6,50	
	13/01/2019	28191		085-013-000459735	5,51	
	15/01/2019	28387		085-011-000380259	8,00	
	18/01/2019	28591		085-011-000380999	8,54	
9	09/01/2019	89066	1 037	001-001-107038	11,00	4,63
	11/01/2019	89352		002-100-00203587	13,00	
	12/01/2019	89569		001-001-107820	11,00	
	15/01/2019	89817		002-001-000370544	13,00	
	17/01/2019	90103		059-011-000641114	13,00	
10	11/01/2019	206221	1 199	0254008	14,00	4,75
	13/01/2019	206536		001-008-245284022	15,00	
	15/01/2019	206854		089-015-000225789	14,00	

	17/01/2019	207165		014-007-000641354	14,00	
	18/01/2019	207420		089-012-000172056	14,00	
Promedio					\$ 4,62 /100 km	

(Fuente: Propia)

Las facturas pueden ser verificadas en la página web del Servicio de Rentas Internas del Ecuador (<http://www.sri.gov.ec>). Ejemplos de facturas ver Anexo IX.

b. Según consumo estimado mediante las encuestas

Para determinar el consumo energético cada 100 km estimado acorde a los resultados de las encuestas se consideró el consumo diario de combustible promedio en dólares, la distancia diaria recorrida y el costo oficial de la gasolina extra (precio de venta a nivel de terminal).

Tabla 3.10. Costos de consumo energético estimado cada 100 km recorridos.

Costos de consumo energético estimado según los resultados de las encuestas cada 100 km	Vehículo con MCI
	Ciclo en ciudad
	Precio oficial de la gasolina extra subsidiado: \$ 1,68/galón (incluye el 12% del IVA)
	Consumo promedio diario de combustible: \$ 9,01 (5,36 galones)
	Distancia promedio recorrida al día: 204,33 km
Resultados	\$ 4,41/100 km

(Fuente: Propia)

Nota: Precios vigentes desde el 15 de enero de 2019, conforme Decreto Ejecutivo No. 619 y Acuerdo Interministerial No. 001-2019.

Como medio de verificación de los resultados obtenidos se consideró un estudio experimental realizado por los autores Quinchimbla & Solis en 2017, debido a que el rendimiento evaluado en este estudio corresponde al vehículo Aveo Family 1.4, que es el mismo modelo de vehículo objeto de estudio al ser el vehículo más utilizado como taxi en la ciudad de Quito.

El consumo real según el estudio es:

- Consumo en ciudad: 11,29 L/100 km

La Tabla 3.11 muestra el consumo energético según el rendimiento real cada 100 kilómetros recorridos por un vehículo particular Aveo Family 1.4, versus el consumo del mismo modelo de vehículo pero que es utilizado como taxi. Para este caso la diferencia encontrada es de \$ 0,75 cada 100 kilómetros recorridos, lo que significa que el consumo de combustible en este estudio es 19,38 % mayor al determinado de forma experimental por Quinchimbla & Solis (2017). Mientras que la diferencia entre el consumo energético determinado mediante registros es de \$ 0,21 cada 100 km recorridos respecto al determinado directamente a través de los resultados de las encuestas, es decir, el consumo determinado con los resultados de las encuestas es un 4,5 % menor al determinado mediante registros.

Tabla 3.11. Costos de consumo energético cada 100 km recorridos.

	Vehículo Aveo Family 1.4		
Consumo energético	Ciclo en ciudad		
	Precio actual gasolina extra con subsidio: \$ 1,68/galón		
	Costos según rendimiento real cada 100 km recorridos		Costo estimado según los resultados de las encuestas cada 100 km recorridos
	Quinchimbla & Solis	Estudio propio	Estudio propio
	2,98 gal/100 km	2,75 gal/100 km	2,63 gal/100 km
Resultados	\$ 3,87/100 km	\$ 4,62/100 km	\$ 4,41/100 km

(Fuente: [29], [36])

La Figura 3.9 muestra los costos por consumo energético cada 100 kilómetros recorridos.

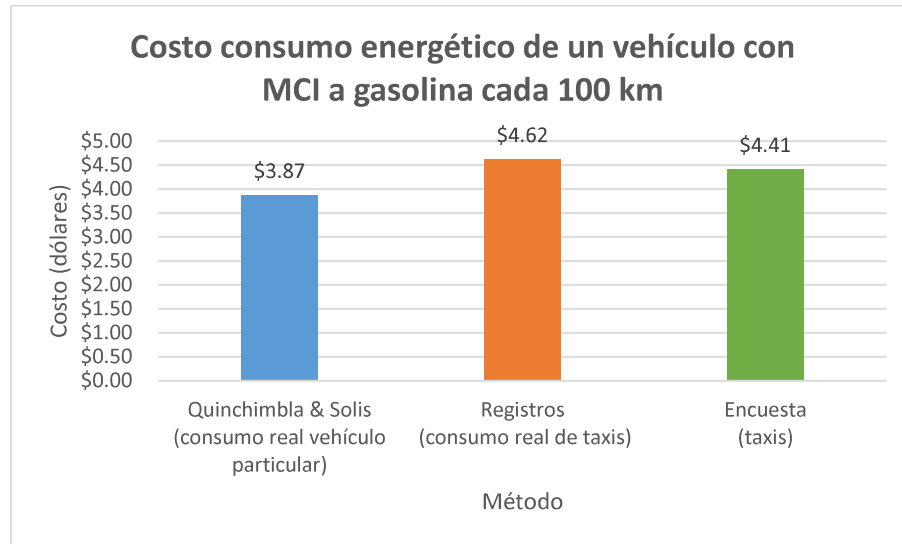


Figura 3.9. Costo del consumo energético cada 100 km para un vehículo con MCI.
(Fuente: [29])

3.1.1.2.5. Consumo energético cada 100 kilómetros recorridos para un vehículo eléctrico

Los costos por el consumo energético se determinaron en función de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del vehículo eléctrico.

La Tabla 3.12 muestra los costos por consumo energético considerando un recorrido de 100 km para dos modelos de vehículos eléctricos comparables y que ya han sido utilizados como taxi en ciudades como México, Rio de Janeiro, San José de Costa Rica, Aguas Calientes, Bogotá, entre otras. Los resultados se reflejan en dólares por cada 100 km recorridos.

Tabla 3.12. Costo por consumo energético cada 100 km para un vehículo eléctrico.

Vehículo eléctrico		
Consumo según	BYD e5	Nissan Leaf
datos del fabricante cada 100 km	Dato del fabricante: Batería de 47,5 kWh para una autonomía crucero de 300 km. 15,83 kWh/100 km	Dato del fabricante: Batería de 40 kWh para una autonomía en ciclo combinado de 270 km. 14,81 kWh/100 km

Costos por consumo de electricidad con demanda horaria diferenciada [\$/kWh]				
Horario	Bajo voltaje	Medio voltaje	Alto voltaje	
L-V: 08h00 – 18h00	0,080	0,069	0,069	
L-D: 18h00 – 22h00	0,100	0,086	0,086	
L-D: 22h00 – 08h00	0,050	0,043	0,043	
S y D: 08h00 – 18h00				
Resultados [\$/100 km]				
Horario	BYD e5		Nissan Leaf	
	Bajo voltaje	Medio y alto voltaje	Bajo voltaje	Medio y alto voltaje
L-V: 08h00 – 18h00	1,27	1,09	1,18	1,02
L-D: 18h00 – 22h00	1,58	1,36	1,48	1,27
L-D: 22h00 – 08h00	0,79	0,68	0,74	0,64
S y D: 08h00 – 18h00				

(Fuente: [25], [37], [38])

Nota: Los precios de electricidad fueron tomados del pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución periodo enero – diciembre 2019. Este pliego tarifario se basa en la resolución Nro. ARCONEL- 002/19 (31 de enero de 2019) y resolución Nro. ARCONEL - 050/18 (28 de diciembre de 2018).

La autonomía del vehículo BYD e5 está determinada como autonomía crucero, mientras que la autonomía del Nissan Leaf está dada para un ciclo combinado (BYD & Nissan 2018). Esto considerando que por la topografía propia de la ciudad de Quito se debe pensar en que los taxis realizarán un ciclo combinado para evitar sobreestimar la autonomía ofertada por los fabricantes.

En la Figura 3.10 se muestra el costo por consumo energético cada 100 km, según las especificaciones del fabricante para dos modelos de vehículos eléctricos comparables y considerando el mayor costo por consumo de electricidad según la demanda horaria diferenciada (consumo de electricidad de lunes a domingo en el horario de 18h00 hasta las 22h00, bajo voltaje) versus el costo según el consumo real para un vehículo tipo taxi con MCI.

Los costos tanto de la electricidad como del combustible son subsidiados. Este es el panorama actual del país.

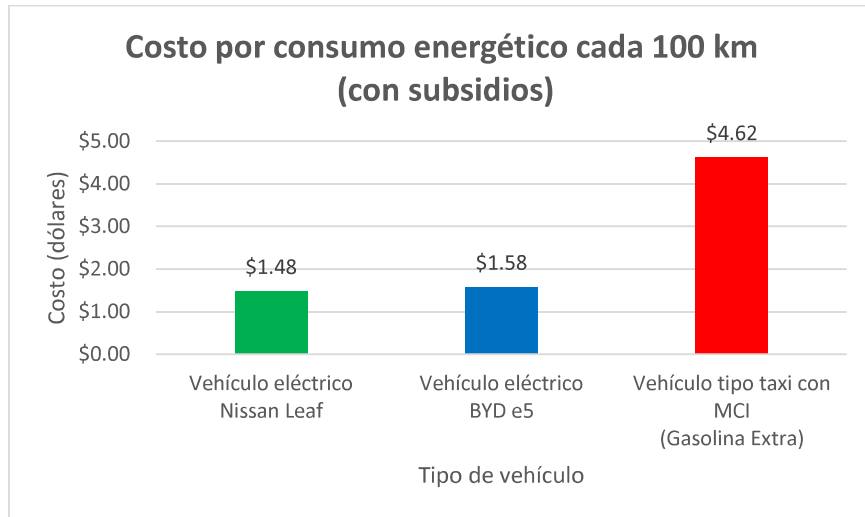


Figura 3.10. Costo energético cada 100 km con subsidios.
(Fuente: Propia)

En la Figura 3.11 se muestra los costos por consumo energético cada 100 km para el mismo caso anterior pero esta vez considerando el costo del mercado internacional de la gasolina extra, es decir, el costo de la gasolina extra sin subsidio (\$ 2,34/galón) [36].

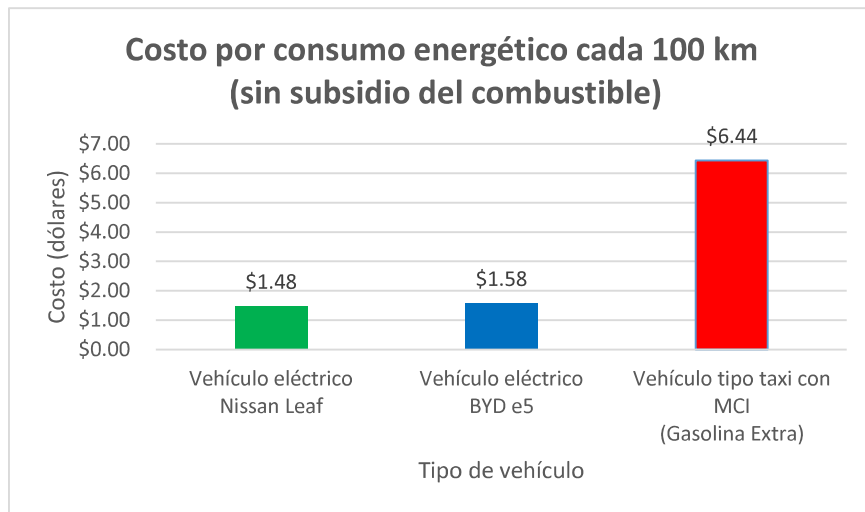


Figura 3.11. Costo energético cada 100 km con precio del combustible sin subsidio.
(Fuente: Propia)

La Figura 3.12 muestra los costos por consumo energético cada 100 km para el mismo caso anterior pero esta vez considerando el costo real de la electricidad, que según la

Agencia de Regulación y Control de Electricidad tiene un costo de \$ 0,142/kWh, y el costo del mercado internacional de la gasolina extra, es decir, costos no oficiales sin subsidios.

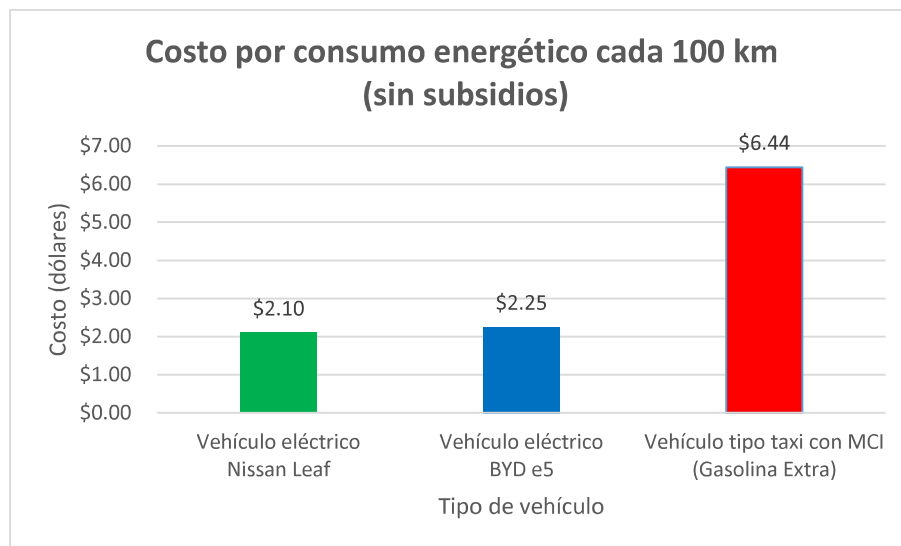


Figura 3.12. Costos con precios de electricidad y combustible sin subsidios.
(Fuente: Propia)

El costo por consumo energético cada 100 km de un vehículo eléctrico es hasta tres veces inferior que el costo que tendría un vehículo con MCI que utilice gasolina extra. Esto considerando precios subsidiados tanto de la gasolina extra como de la electricidad. Mientras que, al considerar el precio del mercado internacional de la gasolina extra, el costo por consumo para las mismas condiciones sería al menos cuatro veces inferior para un vehículo eléctrico que para un vehículo con MCI.

Finalmente, al considerar el precio real de la electricidad en el país y el precio internacional de la gasolina extra, es decir, precios sin subsidios, el consumo energético cada 100 km de un vehículo eléctrico es 2,86 veces inferior que el costo que tendría un vehículo con MCI. Este panorama muestra que el vehículo eléctrico es más rentable cuando los costos del combustible son elevados (costos reales), tal como sucede en los países europeos.

Estrategia 4: el ahorro por consumo de electricidad en lugar de gasolina por cada kilómetro recorrido es evidente. Esta situación mejora notablemente cuando se considera los precios reales del combustible y cuando el precio de electricidad es el mínimo posible. Además, si un taxista cambia su vehículo con MCI por uno eléctrico dejaría de consumir gasolina extra. Entonces el dinero que el gobierno gasta en la producción e importación de la gasolina

extra que utilizan los vehículos tipo taxi con MCI (aproximadamente USD 4 000 anuales por cada taxi), debería enfocarse para apoyar la compra de vehículos eléctricos mediante incentivos. Otra alternativa sería eliminar el subsidio de \$ 0,57 por cada galón de gasolina extra para los taxistas, pero siempre que ese dinero sea orientado para apoyar la compra de vehículos eléctricos. Según el consumo de combustible determinado en este estudio, el monto anual que le correspondería a cada taxista por no ser beneficiario del subsidio sería de aproximadamente 1 000,00 dólares (considerando un consumo promedio de 5,36 galones diarios y 6 días laborables a la semana). Este monto debería ser adjudicado a aquellos taxistas que opten por cambiar su vehículo con MCI por uno completamente eléctrico.

3.1.1.3. Costo de mantenimiento

Para el presente estudio se consideró únicamente los costos por mantenimiento preventivo para una distancia recorrida de 100 000 kilómetros (o 5 años, lo que se cumpla primero), que es el kilometraje que los fabricantes normalmente dan como garantía de un vehículo con MCI. También se asume que no se presenta un mantenimiento correctivo durante el periodo de garantía.

En la Tabla 3.13 se detalla los costos de mantenimiento principales de un vehículo con MCI a gasolina y de un vehículo eléctrico para un kilometraje acumulado de 100 000 kilómetros. Esto considerando la percepción de los conductores y propietarios de taxis respecto al número de cambios o sustitución que forman parte del mantenimiento correspondiente y con los precios obtenidos a través de cotizaciones.

Tabla 3.13. Costo de mantenimiento cada 100 000 km recorridos.

Ítem	Vehículo con MCI			Vehículo eléctrico		
	Número de cambios	Costo unitario [USD]	Costo total cada 100 000 km [USD]	Número de cambios	Costo unitario [USD]	Costo total cada 100 000 km [USD]
Neumáticos (cambio de los 4 neumáticos)	2	300,00	600,00	2	300,00	600,00
Aceite del motor y filtro	20	33,34	666,80	0	0,00	0,00

Líquido de frenos	2	30,00	60,00	2	30,00	60,00
Lubricantes y filtros (lubricantes de mecanismos y filtro de aire, de aire acondicionado y de combustible)	10	60,00	600,00	0	0,00	0,00
Amortiguadores	2	160,00	320,00	2	160,00	320,00
Batería de accesorios	1	82,32	82,32	1	82,32	82,32
Total [USD]		2 329,12			1 062,32	

(Fuente: Propia)

Los costos de mantenimiento de un vehículo con MCI a gasolina fácilmente duplican los costos de mantenimiento de un vehículo eléctrico cada 100 000 kilómetros recorridos. En este estudio el costo de mantenimiento de un taxi con MCI es 2,20 veces mayor al costo de mantenimiento del que tendría un taxi eléctrico. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el costo de mantenimiento de un vehículo eléctrico después de recorrer 200 000 km se verá afectado por el costo que conlleva el cambio de la batería principal.

El cambio de la batería de un vehículo eléctrico se lo debería realizar después de cumplir sus ciclos de carga y descarga o después de un determinado kilometraje recorrido acorde al tipo de batería y a sus especificaciones técnicas. Por ejemplo, para el caso del vehículo eléctrico Nissan Leaf (BEV) que tiene una batería de 40 kWh, su capacidad óptima normalmente se verá reducida hasta en un 25 % a los 160 000 km (Nissan, 2018). Lo que implica un cambio de batería dentro de los 200 000 km recorridos, que es un kilometraje que un taxi lo alcanzaría en aproximadamente 3 años. Esto teniendo en cuenta el kilometraje diario promedio recorrido por vehículos tipo taxis en la ciudad de Quito.

En la Tabla 3.14 se muestra los costos de mantenimiento de un vehículo con MCI a gasolina y de un vehículo eléctrico para un kilometraje acumulado de 200 000 kilómetros. Esto a fin de comparar los costos de mantenimiento al tener que realizar un cambio de la batería principal del vehículo eléctrico (BEV).

Tabla 3.14. Costo de mantenimiento cada 200 000 km recorridos.

Ítem	Vehículo con MCI			Vehículo eléctrico		
	Número de cambios	Costo unitario [USD]	Costo total cada 200 000 km [USD]	Número de cambios	Costo unitario [USD]	Costo total cada 200 000 km [USD]
Neumáticos (cambio de los 4 neumáticos)	4	300,00	1 200,00	4	300,00	1 200,00
Aceite del motor y filtro	40	33,34	1 333,60	0	0,00	0,00
Líquido de frenos	4	30,00	120,00	4	30,00	120,00
Lubricantes y filtros (lubricantes de mecanismos y filtro de aire, de aire acondicionado y de combustible)	20	60,00	1 200,00	0	0,00	0,00
Amortiguadores	4	160,00	640,00	4	160,00	640,00
Batería de accesorios	2	82,32	164,64	2	82,32	164,64
Batería para BEV	0	0,00	0,00	1	10 400,00	10 400,00
Total [USD]		4 658,24			12 524,64	

(Fuente: Propia)

Nota: se consideró una batería de 40 kWh con un precio referencial de \$ 260/kWh (doscientos sesenta dólares estadounidenses por kilovatio hora). Este precio es comparable con los costos de producción de baterías que tiene un valor aproximado de \$ 215/kWh, es decir, que solo se considera un margen de beneficio del 20 % para los proveedores de baterías [4].

En este caso el costo de mantenimiento preventivo de un vehículo eléctrico después de recorrer 200 000 km fácilmente duplica (2,69 veces mayor) el costo de este tipo de mantenimiento para un vehículo tipo taxi con MCI.

La Figura 3.13 muestra el costo de mantenimiento de un vehículo con MCI a gasolina y de un vehículo eléctrico para un kilometraje acumulado de 100 000 y 200 000 kilómetros. Donde se puede notar claramente que el costo de mantenimiento en el primer caso es favorable para el vehículo eléctrico, mientras que en el segundo caso es favorable para el vehículo con MCI.

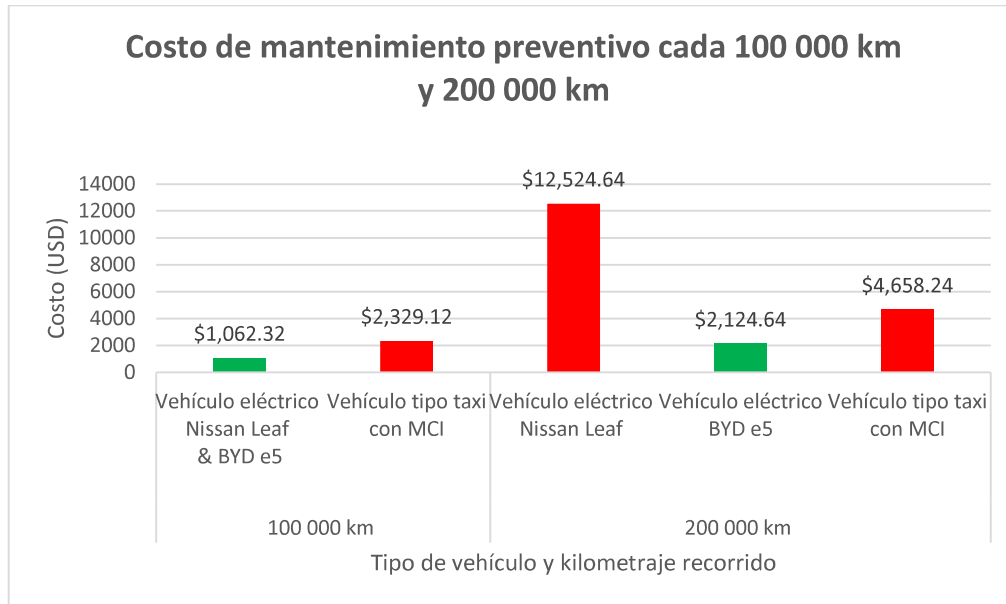


Figura 3.13. Costo de mantenimiento cada 100 000 y 200 000 km recorridos.
(Fuente: Propia)

En el caso del vehículo eléctrico BYD e5 que dispone de una batería de 47,5 kWh, cuya capacidad se mantendrá en un 80 % después de cumplir 4 000 ciclos de carga (en el caso de un taxi se cumplirían en aproximadamente en 10 años o 600 000 km), los costos por mantenimiento preventivo hasta antes de llegar a este kilometraje seguirán siendo favorables para este tipo de vehículo. Esto teniendo en cuenta el kilometraje diario promedio recorrido por vehículos tipo taxis en la ciudad de Quito considerando que el taxi opera seis días a la semana.

Estrategia 5: debido a que actualmente el costo de una batería para vehículos eléctricos (BEV) es elevado. Una posible estrategia sería que este costo sea cubierto en cierta medida por incentivos, descuentos y exoneración total de aranceles para la importación y comercialización de baterías nuevas y de equipos para la carga de las baterías, tal como

se propuso para la importación de vehículos eléctricos. Lo mismo se deberá aplicar para los repuestos de vehículos eléctricos.

3.1.1.4. Costos totales

Además del costo inicial de un vehículo tipo taxi, durante su operación se deberá considerar el costo por consumo energético (combustible o electricidad) más el costo por mantenimiento referenciados cada 100 000 y 200 000 kilómetros recorridos.

En la Tabla 3.15 se muestra los costos iniciales del vehículo, los costos de consumo energético y los costos por mantenimiento cada 100 000 kilómetros para un vehículo tipo taxi con MCI y para un vehículo eléctrico comparable con un costo inicial según el mercado internacional.

Tabla 3.15. Costos totales cada 100 000 km recorridos.

Ítem		Vehículo con MCI (Aveo Family)	Vehículo Eléctrico (Nissan Leaf)
Costo inicial del vehículo [USD]		16 690,00	30 680,00
Costo de consumo energético según registros y catálogo [USD]	Con subsidios	4 620,00	1 480,00
	Sin subsidio del combustible	6 440,00	1 480,00
	Sin subsidios	6 440,00	2 100,00
Costo de mantenimiento [USD]		2 329,12	1 062,32
Total [USD]	Con subsidios	23 639,12	33 222,32
	Sin subsidio del combustible	25 459,12	33 222,32
	Sin subsidios	25 459,12	33 842,32

(Fuente: Propia)

A pasar del ahorro en los costos de operación y mantenimiento de un taxi eléctrico versus un taxi con MCI después de recorrer 100 000 kilómetros, la diferencia en costos totales es aún significativa si consideramos el costo inicial del vehículo. Esto aun considerando el caso favorable para el vehículo eléctrico, es decir, con el costo de la energía eléctrica subsidiada y el precio del mercado internacional de la gasolina extra. En este caso, el vehículo eléctrico resulta un 30,49 % más costoso que el vehículo con MCI a gasolina. Mientras que al considerar los costos actuales subsidiados la diferencia es 40,54 %; y si

se considera los costos reales tanto de la electricidad como del combustible la diferencia es 32,93 %. Ver Figura 3.14.

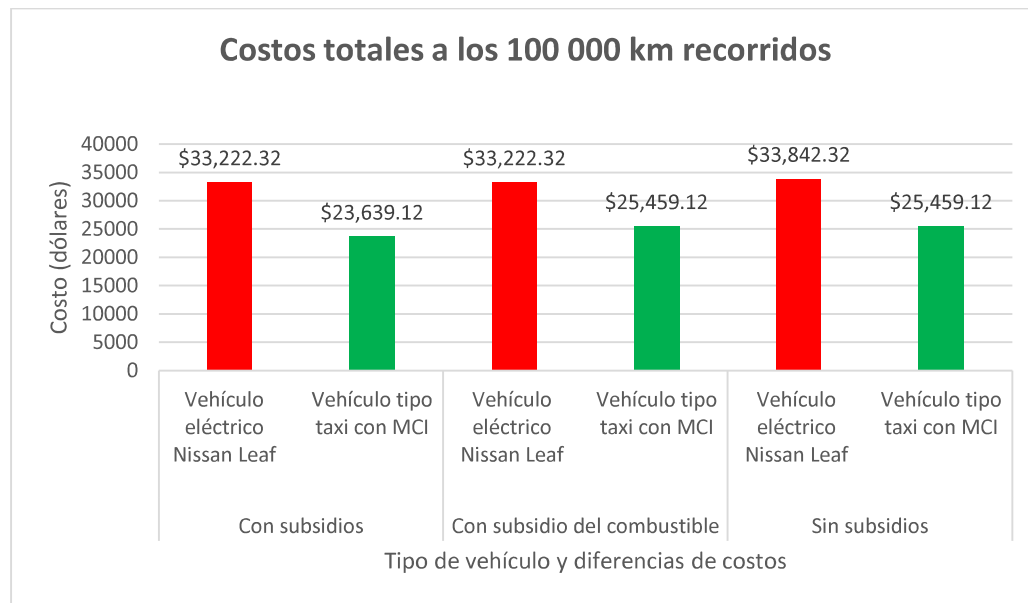


Figura 3.14. Costos totales VE Nissan Leaf cada 100 000 km recorridos.
(Fuente: Propia)

Las diferencias en los costos totales son aún más notorias al considerar los costos de mantenimiento cuando se tenga que realizar el cambio de la batería principal del vehículo eléctrico, por ejemplo, al recorrer 200 000 km.

Tabla 3.16. Costos totales cada 200 000 km recorridos.

Ítem		Vehículo con MCI (Aveo Family)	Vehículo Eléctrico (Nissan Leaf)
Costo inicial del vehículo [USD]		16 690,00	30 680,00
Costo de consumo energético según registros y catálogo [USD]	Con subsidios	9 240,00	2 960,00
	Sin subsidio del combustible	12 880,00	2 960,00
	Sin subsidios	12 880,00	4 200,00
Costo de mantenimiento [USD]		4 658,24	12 524,64
Total [USD]	Con subsidios	30 588,24	46 164,64

	Sin subsidio del combustible	34 228,24	46 164,64
	Sin subsidios	34 228,24	47 404,64

(Fuente: Propia)

Después de recorrer 200 000 km incluyendo un cambio de la batería principal del vehículo eléctrico, su costo total se incrementó 50,92 % versus el costo del vehículo con MCI a gasolina al considerar costos con subsidios. Esto significa que, a pesar del ahorro por el consumo energético al recorrer el doble de la distancia del caso anterior, hubo un incremento del 10,38 % respecto a los costos totales debido al alto costo de la batería principal del vehículo eléctrico. Por otra parte, al considerar el costo del mercado internacional de la gasolina extra la diferencia es 34,87 %; y si se considera los costos reales tanto de la electricidad como del combustible la diferencia es 38,50 %. Ver Figura 3.15. Este sería el panorama del vehículo eléctrico tipo taxi durante su tiempo de vida útil. Por ello la necesidad de implementar políticas y estrategias que contrarresten esta realidad.

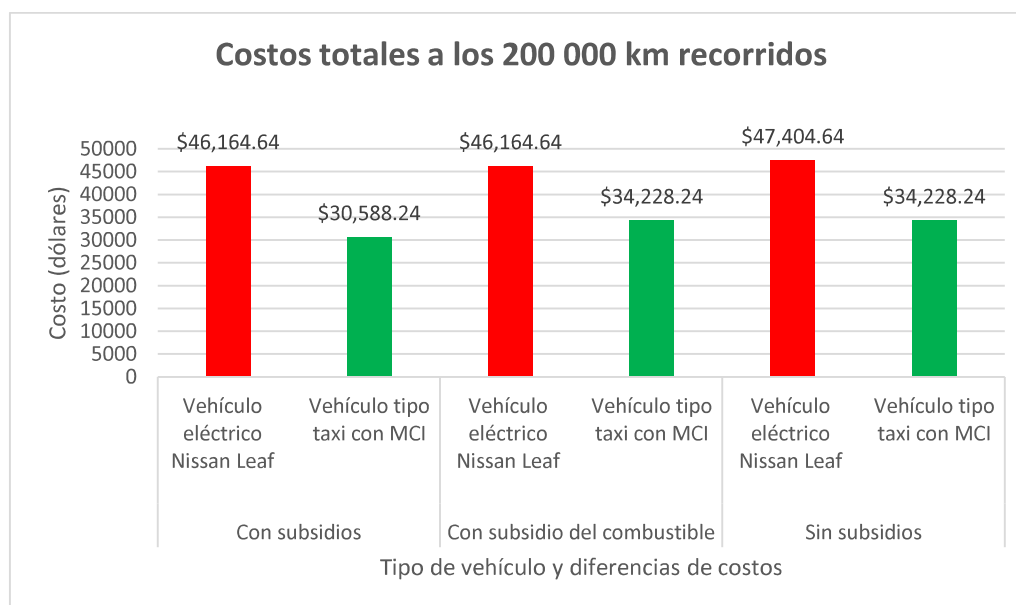


Figura 3.15. Costos totales VE Nissan Leaf cada 200 000 km recorridos.

(Fuente: Propia)

La Tabla 3.17 considera el menor costo de energía para cargar la batería del vehículo eléctrico. Este sería el caso más favorable para el vehículo eléctrico respecto al ahorro por

consumo energético (4,43 centavos de dólar por kilovatio hora, al cargar las baterías en el horario de lunes a domingo desde las 22h00 hasta las 08h00 y los sábados y domingos desde las 08h00 hasta las 18h00).

Además, se considera una distancia recorrida de 160 000 km, que es el kilometraje referencial justo antes de considerar el cambio de la batería principal del vehículo eléctrico.

Tabla 3.17. Costos totales cada 160 000 km recorridos.

Ítem		Vehículo con MCI (Aveo Family)	Vehículo Eléctrico (Nissan Leaf)
Costo inicial del vehículo [USD]		16 690,00	30 680,00
Costo de consumo energético según registros y catálogo [USD]	Con subsidios	7 392,00	1 019,30
	Sin subsidio del combustible	10 304,00	1 019,30
	Sin subsidios	10 304,00	3 365,93
Costo de mantenimiento [USD]		3 579,20	1552,32
Total [USD]	Con subsidios	27 661,20	33 251,62
	Sin subsidio del combustible	30 573,20	33 251,62
	Sin subsidios	30 573,20	35 598,25

(Fuente: Propia)

Después de recorrer 160 000 km la diferencia en los costos totales del vehículo eléctrico versus un vehículo con MCI se ha reducido considerablemente debido al ahorro por consumo de electricidad en lugar de combustible.

Sin embargo, los costos totales del vehículo eléctrico es 20,21 % mayor que los costos de un vehículo con MCI a gasolina al considerar costos con subsidios.

Mientras que, al considerar el costo del mercado internacional de la gasolina extra la diferencia es 8,76 %; y al considerar los costos reales tanto de la electricidad como del combustible la diferencia es 16,44 %. Ver Figura 3.16.

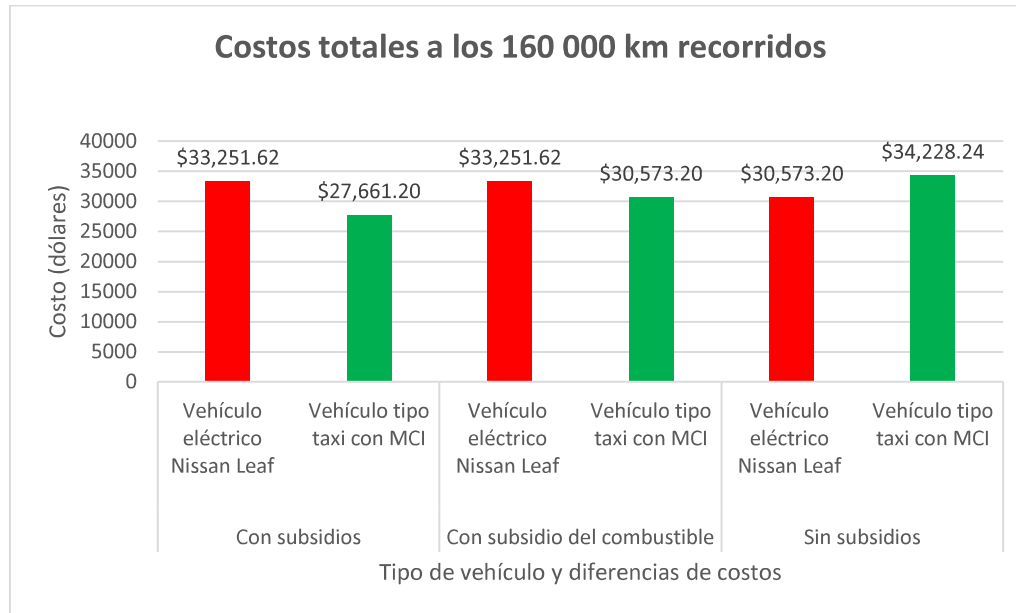


Figura 3.16. Costos totales VE Nissan Leaf cada 160 000 km recorridos.

(Fuente: Propia)

En este caso, a pesar de considerar el menor costo de energía eléctrica para cargar las baterías y sin aún considerar su reemplazo, los costos totales del vehículo eléctrico siguen siendo mayores a los costos totales de un vehículo con MCI a gasolina.

La diferencia se incrementa considerablemente al tener que cambiar la batería principal del vehículo eléctrico, a pesar del ahorro del consumo energético que conlleva el utilizar electricidad en lugar de gasolina.

Es por ello la importancia de implementar diferentes estrategias e inventivos para que el costo inicial del vehículo eléctrico y de las baterías disminuya con el objetivo de que mientras más recorra un taxi eléctrico sea más rentable, lo que llamará la atención de los propietarios de este tipo de vehículos.

En el caso del vehículo eléctrico BYD e5 los costos totales después de recorrer 200 000 km aún siguen siendo mayores a los costos totales de un vehículo con MCI. Esta diferencia sigue siendo influenciada en gran medida por el alto costo inicial del vehículo eléctrico respecto al costo inicial del vehículo con MCI. Ver Figura 3.17.

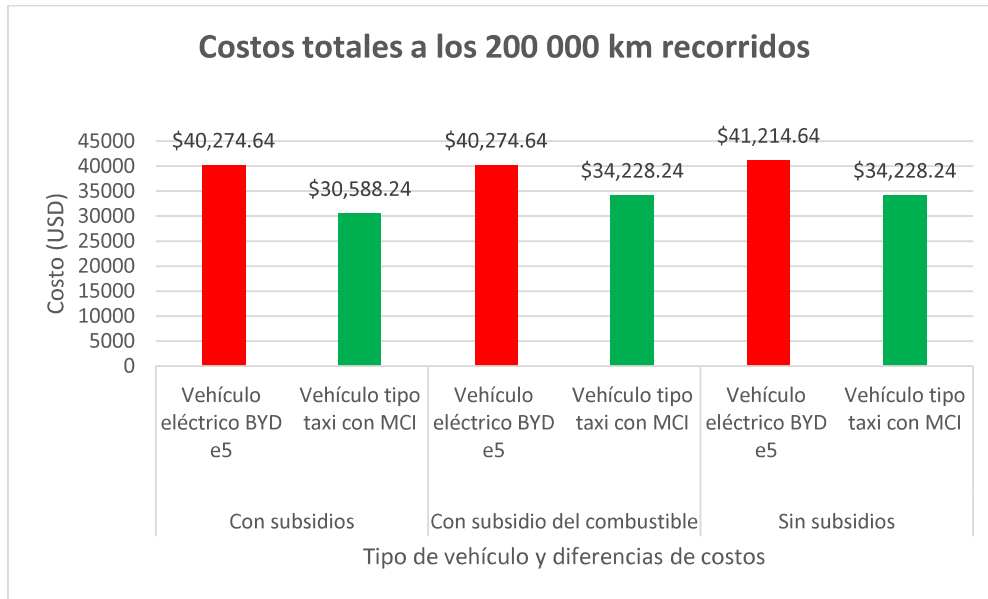


Figura 3.17. Costos totales VE BYD e5 cada 200 000 km recorridos.

(Fuente: Propia)

La diferencia en los costos totales del vehículo eléctrico BYD e5 versus el vehículo con MCI se reducirá cada vez más mientras la distancia recorrida por este vehículo eléctrico se incremente y si además se considera el menor costo de energía eléctrica acorde a la demanda horaria diferenciada.

Esta situación tendrá lugar hasta llegar a un punto de equilibrio, donde debido al ahorro por consumo energético al utilizar electricidad en lugar de gasolina, los costos totales se equilibrarán y después de ello serán favorables para este modelo de vehículo eléctrico.

Entonces para el BYD e5 se consideró los costos totales después de recorrer 600 000 kilómetros, que es el kilometraje aproximado que le permitiría recorrer su batería hasta antes de reducir su capacidad.

En la Figura 3.18 se puede notar que los costos totales del vehículo eléctrico BYD e5 son menores a los costos totales del vehículo con MCI.

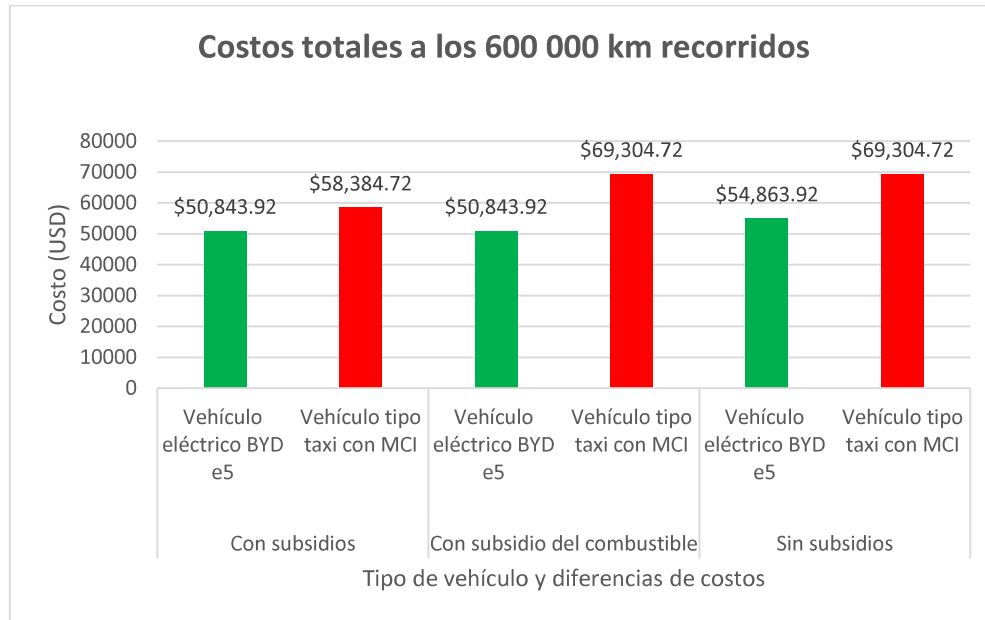


Figura 3.18. Costos totales VE BYD e5 cada 600 000 km recorridos.
(Fuente: Propia)

3.1.2. Factores técnicos

En esta sección los parámetros analizados son:

3.1.2.1. Autonomía

Un vehículo tipo taxi en promedio recorre 204,33 km/día, por lo que la autonomía no sería un obstáculo para los vehículos eléctricos actuales que ofertan autonomías mayores a 200 km para ciclos de carga completa. Por ejemplo, el vehículo eléctrico Nissan Leaf con una batería de 40 kWh al 100 % de su carga permite recorrer hasta 270 km en ciclo combinado. Es decir, que con el 100 % de carga un vehículo eléctrico puede normalmente operar durante un día en la ciudad de Quito. Sin embargo, las baterías actuales de ion-litio que es la tecnología mayormente utilizada en un vehículo eléctrico pierden su capacidad óptima normalmente a los 160 000 km o cuando superan los 1 000 ciclos de carga completa. Por lo que los vehículos eléctricos tipo taxi que realicen una carga completa por día y considerando que operan normalmente 6 días a la semana tendrían que cambiar su batería aproximadamente a los 3 años de uso. Esto implicaría un costo de 10 400 dólares según los costos actuales (\$ 260/kWh) [4].

Las perspectivas de desarrollo de las baterías para vehículos eléctricos pretenden que a mediano plazo sus costos descendan hasta valores entre USD 105 – 120 kWh [4]. Además

de la reducción en el costo se espera que en los próximos años las baterías otorguen mayores autonomías, con lo cual la viabilidad del vehículo eléctrico tipo taxi se tornará más evidente.

3.1.2.2. Recarga de baterías

Para la recarga de las baterías en primera instancia se analizó el horario más adecuado para cargar las baterías en función de la demanda de energía eléctrica.

3.1.2.3. Horas de trabajo al día

En promedio un taxi realiza una jornada de 11,45 horas al día. El 19,73 % trabaja más de 12 horas al día. Mientras que solo el 0,53 % de los encuestados indicaron que su vehículo opera todo el día. El promedio en este caso fue determinado sin considerar valores atípicos, es decir, se consideró únicamente los valores que se encuentran dentro de los límites internos (7 y 15 horas respectivamente).

En la Tabla 3.18 se detalla la frecuencia con la que los encuestados respondieron cuando se les preguntó sobre el número de horas que trabaja diariamente.

Tabla 3.18. Número de horas que trabaja un taxista.

N° Horas	Frecuencia	Porcentaje (%)
3	1	0,27
5	2	0,53
6	10	2,67
7	2	0,53
8	41	10,93
9	3	0,80
10	68	18,13
11	3	0,80
12	171	45,60
13	4	1,07
14	46	12,27
15	10	2,67
16	10	2,67
18	2	0,53

20	1	0,27
24	1	0,27
Total	375	100,00
Promedio	11,45 h/día	

(Fuente: Propia)

La Figura 3.19 muestra la totalidad de respuestas respecto al número de horas que trabaja un taxista.

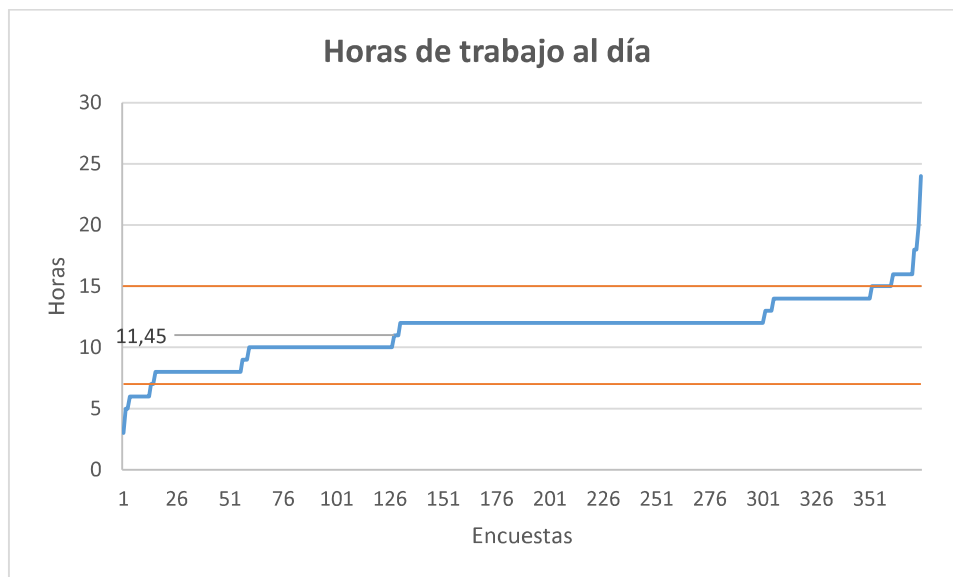


Figura 3.19. Horas de trabajo durante un día de operación.
(Fuente: Propia)

3.1.2.4. Jornada de trabajo preferida

La jornada de trabajo preferida por los conductores y propietarios de taxis es durante el día con el 76 %. El 19,47 % alterna su jornada de trabajo, es decir, que ciertos días prefiere laborar en la noche y otros en el día y solo el 4 % prefiere trabajar únicamente durante la noche.

En la Tabla 3.19 se detalla la frecuencia con la que los encuestados respondieron respecto a la jornada en la que prefieren trabajar.

Tabla 3.19. Jornada de trabajo preferida por taxistas.

Jornada	Frecuencia	Porcentaje (%)
Día	285	76,00
Día & Noche	73	19,47
Noche	15	4,00
Indiferente	2	0,53
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

La Figura 3.20 muestra la jornada preferida por los taxistas para trabajar.

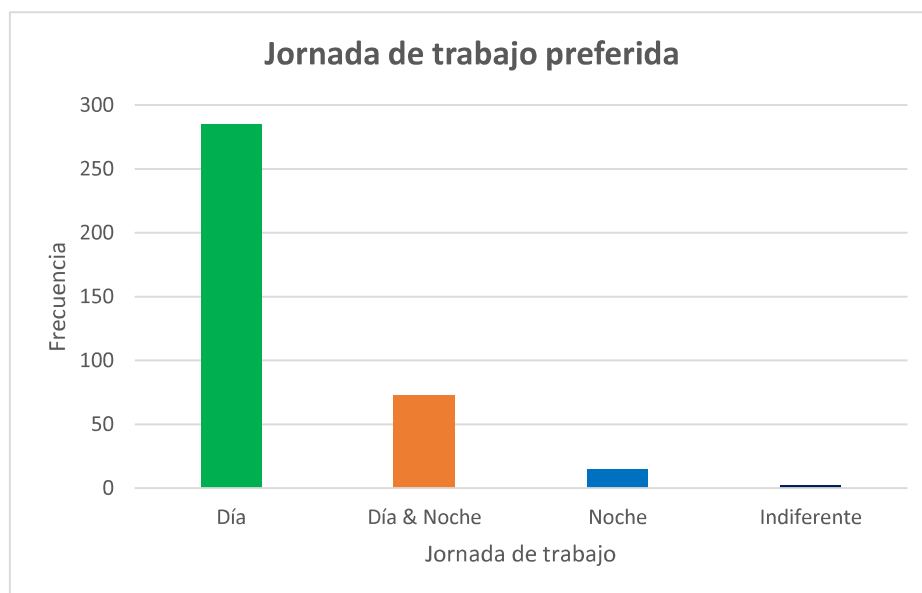


Figura 3.20. Jornada de trabajo preferida.

(Fuente: Propia)

3.1.2.5. Horario en el que se realizan el mayor número de carreras

El horario preferido por los taxistas, en el cual mencionaron que realizan el mayor número de carreras, es desde las 06h00 hasta las 10h00 con el 80 % de preferencia. En segundo lugar, pero muy por debajo con el 8 % de preferencia está el horario comprendido entre las 18h00 y 22h00. Mientras que el 7,2 % indico que realizan el mayor número de carreras

desde las 10h00 hasta las 18h00 y solo el 3,73 % respondió que realiza el mayor número de carreras durante la noche desde las 22h00 hasta las 06h00. Ver Figura 3.21.

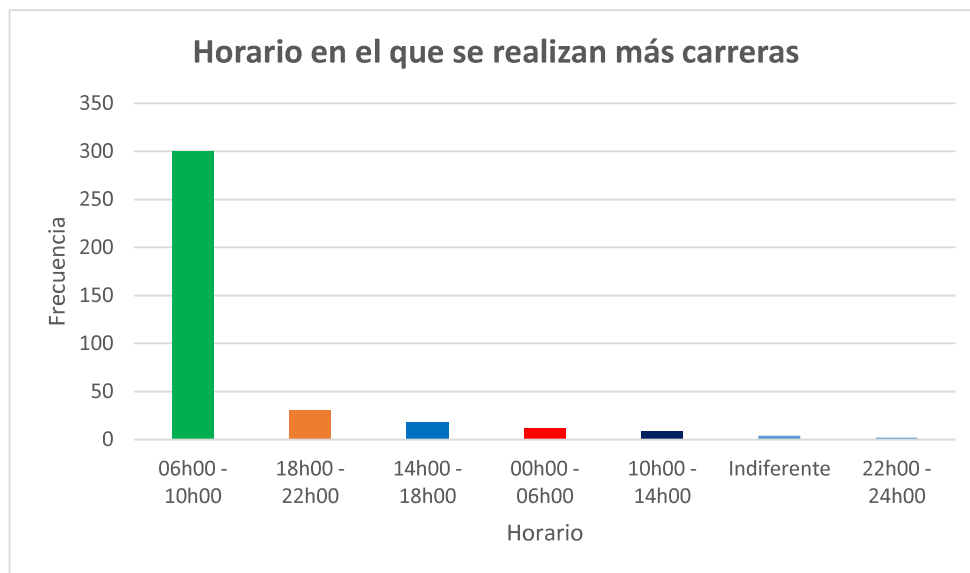


Figura 3.21. Horario en el que se realiza el mayor número de carreras (Fuente: Propia)

Estrategia 6: considerando que los taxistas en promedio trabajan 11 horas y media al día, el tiempo restante deberá estar orientado para la carga del vehículo eléctrico tipo taxi. Esto si el principal medio de carga es a través del modo de carga lenta que normalmente requiere de tiempos de carga entre 6 y 8 horas (IRENA, 2017).

El horario de carga además se deberá realizar en las horas de menor demanda de energía eléctrica para evitar incrementar los picos de esta demanda y afectar la estabilidad de la red eléctrica. En este sentido, se debe considerar el cargar los taxis eléctricos entre las 23h00 y las 06h00 donde se tiene una demanda de media a mínima (CONELEC, 2017) y donde el costo por consumo de electricidad es menor.

El horario donde se realizan el mayor número de carreras es desde las 06h00 hasta las 10h00 y desde las 18h00 hasta las 22h00, por lo que durante este horario sería muy poco probable que los taxistas opten por cargar las baterías. Entonces se tendrá disponible un periodo durante el día comprendido entre las 10h00 hasta las 18h00 para cargar los vehículos. En este tiempo la carga de las baterías necesariamente se lo deberá realizar mediante carga rápida que lleva periodos entre 20 y 30 minutos. Pero en este periodo se tiene una demanda de energía eléctrica media y un mayor costo por consumo de

electricidad, por lo que las estaciones de carga o electrolineras aparte de estar ubicadas estratégicamente también deberán contemplar la generación de energía, por ejemplo, haciendo uso de paneles solares, con el fin de causar el menor impacto posible en la red y en los picos de demanda de energía eléctrica.

Además, se deberá contemplar la utilización de colores y placas diferenciadas para permitir el acceso de los taxis eléctricos a los carriles de transporte público preferenciales al menos durante las horas pico. Así como también para otorgar parqueadero público gratuito y la eliminación de restricciones de circulación.

Por otro lado, para la ubicación estratégica de estaciones de carga se propone analizar a detalle cada cooperativa, ya que cada una de ellas tiene definida su zona de operación.

Como caso de estudio se consideró la Cooperativa de Taxis América, de la cual se obtuvieron los registros para estimar el consumo de combustible.

Si en esta cooperativa se logra la inserción de vehículos eléctricos, las estaciones de carga estarán en función de la ubicación geográfica de la cooperativa, de su sede, de los desplazamientos realizados por los vehículos, de la ubicación de las estaciones donde frecuentemente cargan combustible y en función de la infraestructura de la red consultada con la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

Respecto a la infraestructura de la red se consultó a la EEQ si en los puntos graficados se dispone de las condiciones técnicas respectivas para la instalación de estaciones de carga, a lo cual informaron que necesariamente se deberán instalar transformadores y líneas de distribución según los requerimientos de este tipo de estaciones. Pero que el costo lo deberá asumir el solicitante.

En este sentido, se deberá establecer convenios entre el gobierno central y local con la EEQ a fin de que estos costos no afecten a los propietarios de taxis que deseen optar por cambiar su vehículo actual por uno eléctrico.

Las estaciones de carga para el caso de estudio se deberían ubicar en los siguientes puntos graficados:

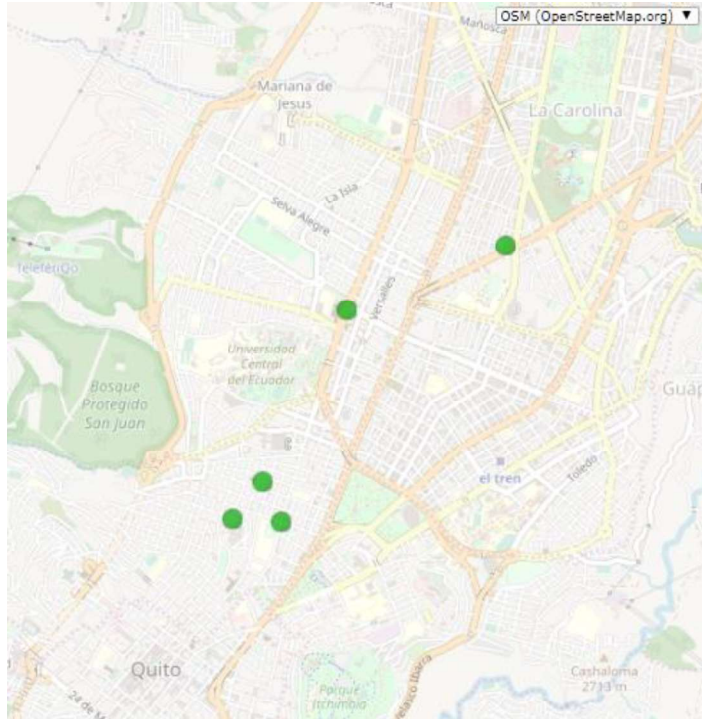


Figura 3.22. Estaciones de carga para la Cooperativa de Taxis América.
(Fuente: Propia)

De forma general se recomienda que las estaciones de carga sean instaladas en espacios públicos y privados de gran concurrencia y de fácil acceso, por ejemplo: en los parques más representativos de la ciudad, estaciones del metro, estaciones principales del trolebús y ecovía, en edificios gubernamentales, parqueaderos públicos y centros comerciales.

3.1.3. Factores ambientales

Los parámetros analizados son:

3.1.3.1. Matriz energética nacional

Según el balance energético nacional la hidroenergía se ha intensificado en los últimos 10 años. Pasó de 11 297 GWh en 2007 a 19 793 GWh en 2016. Este insumo se convierte en la fuente principal de las centrales de generación eléctrica, que se incrementó un 20,90 % respecto al 2015. En este sentido, el uso de vehículo eléctricos está más que sustentado en Ecuador, ya que la energía eléctrica que consumirán este tipo de vehículos principalmente proviene de fuentes renovables. Esto hace pensar que el sistema de

transporte público de pasajeros en taxi puede convertirse en un sistema energéticamente eficiente y sostenible.

3.1.3.2. Emisiones de CO₂

El combustible considerado para el cálculo es la gasolina a 15°C con una densidad de 748 kilogramos por metro cúbico [30]. Además, se consideró un galón americano de gasolina (1 galón = 3,785 litros).

Con el factor de emisión y el consumo real se determinó que un vehículo tipo taxi con MCI emite aproximadamente 25 kg CO₂ por cada 100 kilómetros de recorrido. Es decir, que durante un día de operación cada taxi emite cerca de 50 kg de CO₂, lo que representa una emisión anual de alrededor de 16 toneladas de CO₂.

Por otro lado, la inserción del vehículo eléctrico en el transporte en taxi también involucra emisiones debido al consumo de energía eléctrica. Entonces aplicando el factor de emisión del mix eléctrico cada uno de estos vehículos emitiría cerca de 4 toneladas de CO₂ equivalente al año. Ver Figura 3.23.

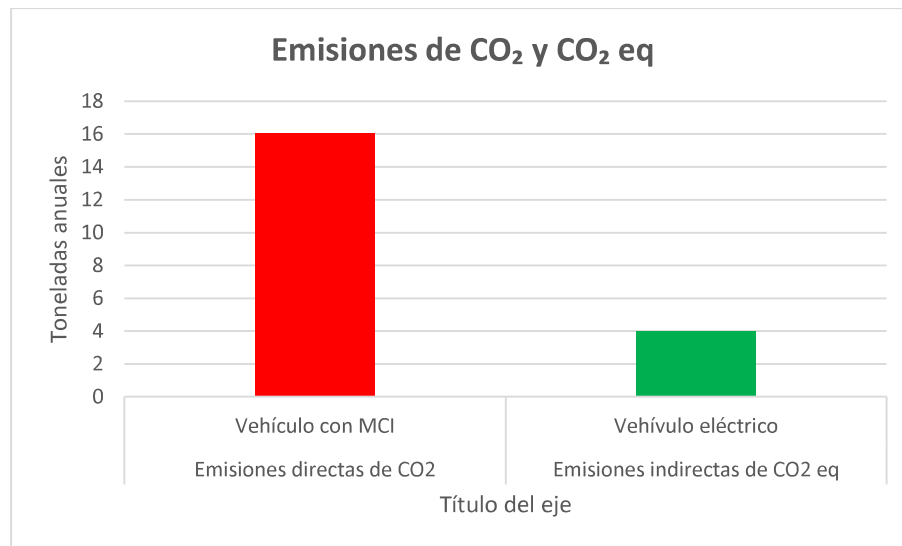


Figura 3.23. Emisiones de CO₂ y CO₂ equivalente.
(Fuente: [7], [30], [31])

La Figura 3.23 muestra una comparación desequilibrada de las emisiones de un vehículo con MCI versus un vehículo eléctrico. Esto debido a que en el caso del vehículo con MCI las emisiones se cuantificaron en función de las toneladas de CO₂ emitidas de forma directa

debido al consumo de gasolina. Sin embargo, no se han considerado las emisiones indirectas, por ejemplo, las emisiones debido a la explotación y producción del combustible. Mientras que en caso del vehículo eléctrico las emisiones se consideran en toneladas de CO₂ equivalente, es decir, se refiere a las emisiones de gases de efecto invernadero, donde se incluye los seis gases de efecto invernadero establecidos en el Protocolo de Kioto. Pero no se han considerado las emisiones, por ejemplo, debido a la fabricación del vehículo eléctrico y de todos sus componentes, así como tampoco se han considerado las emisiones debido a la explotación de los minerales utilizados para la fabricación de las baterías.

3.1.4. Factores sociales

Los parámetros analizados son:

3.1.4.1. Conocimiento sobre el vehículo eléctrico

El 56,80 % de taxistas encuestados afirmaron que conocen o han escuchado hablar sobre el vehículo eléctrico. Mientras que el 42,40 % no tiene conocimiento sobre esta tecnología y el 0,80 % se mostró indiferente a esta pregunta. Ver Tabla 3.20.

Tabla 3.20. Conocimiento sobre el vehículo eléctrico.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje (%)
Conoce	213	56,80
Desconoce	159	42,40
Indiferente	3	0,80
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

3.1.4.2. Concienciación ambiental

3.1.4.2.1. Percepción que tienen los taxistas sobre si su vehículo contamina o no el ambiente

El 75,73 % de los encuestados está consciente de que el vehículo que conducen contamina el ambiente. Pero el 23,47 % no tiene noción del impacto negativo que genera su vehículo en el ambiente. Ver Tabla 3.21.

Tabla 3.21. Conocimiento sobre la contaminación que genera un taxi.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	284	75,73
No	88	23,47
Desconoce	3	0,80
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

3.1.4.2.2. Apoyo de los encuestados a iniciativas que contribuyan a reducir la contaminación provocada por el sector transporte

Un resultado importante es que el 94,40 % de los encuestados estarían dispuestos a apoyar iniciativas que contribuyan a reducir la contaminación provocada por el sector transporte. Pero el 4,80 % no estaría dispuesto. Ver Tabla 3.22. Además, el 0,80 % se mostró indiferente a esta pregunta.

Tabla 3.22. Apoyo a iniciativas para reducir la contaminación.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	354	94,40
No	18	4,80
Indiferente	3	0,80
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

3.1.4.2.3. Disposición para contribuir con la eficiencia energética del transporte en taxi

El 72 % de los encuestados considera que un taxi eléctrico si contribuye a mejorar la eficiencia del transporte urbano. Mientras que el 27,20 % cree que un taxi eléctrico no lo haría. Ver Tabla 3.23. Además, el 0,80 % se mostró indiferente ante esta pregunta.

Tabla 3.23. Contribución con la eficiencia energética del transporte en taxi.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	270	72,00
No	102	27,20

Indiferente	3	0,80
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

3.1.4.2.4. Disposición a cambiar su vehículo por uno que no contamine el ambiente

a. Primero, se indagó sobre la disposición para cambiar el vehículo tipo taxi con MCI por uno que contamine menos, por ejemplo, un vehículo eléctrico. Sin antes conocer las posibles ventajas y/o desventajas.

El 71,20 % de los encuestados respondieron que si estarían dispuestos a cambiar su taxi actual a gasolina por uno que no contamine el ambiente. La alternativa planteada fue un vehículo 100 % eléctrico. Este gran porcentaje de conductores respondió favorablemente incluso sin conocer las posibles ventajas que les proporcionaría un taxi eléctrico. Pero lamentablemente el 28 % aún no estaría dispuesto a cambiar su vehículo actual. Ver Tabla 3.24. En este caso el 0,80 % también se mostró indiferente a la pregunta propuesta.

Tabla 3.24. Disposición para cambiar un taxi convencional por uno eléctrico.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	267	71,20
No	105	28,00
Indiferente	3	0,80
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

b. Segundo, se preguntó sobre la disposición para cambiar el vehículo tipo taxi con MCI por un vehículo eléctrico. Esto luego de que se dieran a conocer las posibles ventajas y/o desventajas de un vehículo eléctrico.

El 44 % de los conductores luego de conocer las ventajas y desventajas que tienen los vehículos eléctricos respondieron que si considerarían adquirir un vehículo eléctrico o a su vez cambiar su vehículo tipo taxi actual por uno eléctrico. Mientras que el 29,07 % no lo haría y el 25,87 % se encontraba indeciso. Ver Tabla 3.25. Además, el 1,07 % se mostró indiferente a esta pregunta.

Tabla 3.25. Optar por un vehículo eléctrico, conociendo las ventajas y desventajas.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	165	44,00
No	109	29,07
Tal vez	97	25,87
Indiferente	4	1,07
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

c. Tercero, se indagó sobre la disposición para optar por un vehículo eléctrico tipo taxi. Pero siempre que se implementen varias estrategias como: Exoneración de impuestos de importación, bonos por cero emisiones, facilidades para cargar y renovar las baterías, entre otras.

Aproximadamente el 50 % de los encuestados indicaron que optarían por un vehículo eléctrico siempre y cuando se implementen las estrategias más importantes y de mayor impacto sobre el costo de inversión y de operación para un vehículo eléctrico tipo taxi. Mientras que el 24 % lo consideraría como una buena opción a futuro. Sin embargo, el 25,07 %, es decir, la cuarta parte de encuestados definitivamente no optaría por un vehículo eléctrico bajo ninguna circunstancia.

Tabla 3.26. Disposición para optar por un taxi eléctrico al implementar estrategias.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	184	49,07
No	94	25,07
Lo consideraría como una buena opción a futuro	90	24,00
Indiferente	7	1,87
Total	375	100,00

(Fuente: Propia)

La inserción de vehículos eléctricos dependerá en gran medida de los incentivos, políticas y estrategias, por lo cual esta información deberá ser ampliamente socializada con los propietarios de vehículos tipo taxi, ya que cerca del 50 % de encuestados no optaría por un vehículo eléctrico incluso luego de proponerles varias estrategias favorables.

3.1.5. Resumen de estrategias

En la Tabla 3.27 se presentan las principales estrategias que pueden ser aplicables en la ciudad de Quito para lograr la inserción de vehículos eléctricos tipo taxi.

Tabla 3.27. Resumen de estrategias para la inserción de taxis eléctricos en Quito

ESTRATEGIAS PARA LA INSERCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS TIPO TAXI		
Parámetro	Estrategia	Beneficio
Marco legal	Normas y reglamentos que promuevan la inserción de EV.	Una normativa adecuada facilitará la estandarización de protocolos de estaciones de carga, tipo de conectores, tipo de baterías, etc. Mientras que mediante reglamentos y regulaciones se puede promover costos preferenciales de energía eléctrica para la carga de los taxis eléctricos.
Compra de vehículos eléctricos	Exoneración de impuestos y aranceles: ADVALOREM Impuesto a consumos especiales (ICE) Impuesto al valor agregado (IVA)	Evitar incrementar alrededor del 20 al 25 % el costo del vehículo eléctrico nuevo respecto al precio internacional sin impuestos.
Exoneración de los rubros que se pagan con la matriculación vehicular	Tasa por matriculación de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT). Tasa del Sistema Público para pago de accidentes de tránsito (SPPAT).	Ahorro de alrededor de 100 dólares anuales por costos de matrícula.
Costos de consumo energético	No generación y/o importación de gasolina extra. Eliminación total de los subsidios del combustible. Tarifas preferenciales de energía eléctrica para la carga de las baterías de vehículos eléctricos tipo taxi (Está vigente la resolución No. ARCONEL-038/15 referente a los pliegos y cargos tarifarios para la carga de VE). Se considera que sería mejor subsidiar la energía eléctrica que produce el país en lugar de subsidiar los combustibles que son importados.	El gobierno evitaría gastar alrededor de 4 000 dólares anuales por cada taxi que dejaría de consumir gasolina extra. El gobierno evitaría gastar alrededor de 1000 dólares anuales en subsidio del combustible por cada taxi. Con tarifas preferenciales se puede disminuir en un gran porcentaje el costo por consumo energético, lo que llamaría la atención de los taxistas por el ahorro generado por cada kilómetro recorrido.

Especificaciones de EV	Alianzas estratégicas con los fabricantes de EV para que oferten vehículos con las prestaciones y con la autonomía necesaria.	Permitirá ofertar vehículos con las prestaciones y especificaciones técnicas adecuadas para la ciudad de Quito, a precios tanto del VE, de la batería principal y de sus repuestos acordes a la realidad nacional.
Mantenimiento	Exoneración de impuestos y aranceles (ADVALOREM, ICE, IVA) para la compra de repuestos y la batería.	Promueve una mayor oferta para conseguir repuestos y baterías de forma inmediata y a costos accesibles.
Movilización	Uso de carriles preferenciales durante las horas pico	Facilidad de circulación en las horas de mayor tráfico, lo que permite optimizar los tiempos de desplazamiento.
Carga de EV	Estaciones de carga en lugares públicos y privados con gran concurrencia y de fácil acceso	Acceso oportuno para la carga de taxis eléctricos, tanto para la carga cotidiana como para cubrir largos trayectos.
Renovación de flota de taxis	Plan RENOVA - Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016 – 2035 (PLANEE). El PLANEE contempla un proyecto que reconfigurará y reactivará el Plan RENOVA, el cual está enfocado en modernizar el parque automotor, mediante la salida de vehículos ineficientes y en mal estado que prestan servicio de transporte público. El PLANEE también contempla mecanismos para incentivar la importación/fabricación nacional de vehículos híbridos, eléctricos o de nuevas tecnologías, que sean más eficientes, reduzcan o eliminen las emisiones. Con este proyecto se debería incentivar el cambio de vehículos tipo taxi con MCI por vehículos eléctricos.	Renovación de taxis viejos (10 – 15 años de uso) con MCI por vehículos nuevos completamente eléctricos.
Emisiones de GEI	Bonificación por la no emisión de GEI	Recibir bonos procedentes por no emitir GEI, por ejemplo, del dinero recaudado por el impuesto ambiental “impuesto verde” a vehículos (bono aprox. de 200 dólares

		anuales para cada taxi eléctrico. Sin embargo, el 24 de mayo de 2019 el presidente de Ecuador anunció la eliminación del “impuesto verde”.
--	--	---

(Fuente: Propia)

3.2. Discusión

El uso de vehículos eléctricos en el transporte en taxi en la ciudad de Quito es viable según los factores analizados. Esto teniendo en cuenta principalmente la jornada de trabajo preferida por los conductores, la distancia diaria recorrida, los costos por consumo energético, los costos de mantenimiento y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto siempre que exista el apoyo del gobierno central y de los gobiernos locales principalmente para la compra de vehículos eléctricos nuevos y de sus baterías.

La jornada de trabajo preferida, el número de horas de trabajo al día, el horario en el que se realizan el mayor número de carreras, las horas pico de demanda de energía eléctrica y los costos por consumo de electricidad con demanda horaria diferenciada son factores que están estrechamente ligados al mejor horario disponible para la carga de las baterías de los vehículos eléctricos.

La velocidad promedio de conducción (29,14 km/h), el número promedio de personas transportadas por carrera (2 personas por carrera) y las condiciones geográficas de la ciudad indican que el vehículo eléctrico tipo taxi deberá tener prestaciones similares a un vehículo tipo taxi con MCI sedán. Pero sobre todo deberá disponer de la potencia necesaria para movilizarse en un ciclo combinado, es decir, en ciudad y en carretera. Esta potencia dependerá en gran medida del motor (aprox. 100 HP; 141 Nm a 4200 rpm) y del tamaño de la batería (alrededor de 40 kWh) del vehículo eléctrico. Esto además porque en ciertas zonas de la ciudad existen pendientes de hasta 70 %, donde el vehículo podrá transitar, pero con un mayor consumo de energía, lo que implica una disminución de la autonomía ofertada.

La distancia diaria recorrida también es uno de los parámetros más importantes a considerar al momento de la selección del tipo de vehículo eléctrico tipo taxi. Esto debido al hecho que el vehículo deberá recorrer alrededor de 200 km diarios, lo que implica que según la capacidad de las baterías actuales se deberá realizar al menos una carga

completa al día. Sin embargo, pese a que la autonomía ofertada por los fabricantes se basa en diferentes protocolos de pruebas homologados, en general la autonomía real suele ser inferior, incluso en el orden del 30 % menor. Entonces se debe elegir vehículos eléctricos que oferten autonomías a partir de los 260 km para que puedan operar normalmente con una carga completa durante un día en la zona urbana de la ciudad de Quito.

El costo de operación de un vehículo eléctrico dependerá básicamente del costo por consumo energético, es decir, del costo actual de electricidad. Pero a pesar de que se evidencia un gran ahorro económico en el consumo de electricidad con el precio actual versus el consumo de gasolina extra subsidiado, para que el vehículo eléctrico tipo taxi sea rentable y sostenible se debe implementar precios preferenciales de energía eléctrica para la carga de las baterías. Esto al menos durante los primeros años de operación.

Las emisiones de CO₂ del parque automotor de taxis se reducirán (no emisión de aprox. 16 toneladas anuales de CO₂/taxi). Pero para hacer un impacto importante en las emisiones totales del sector transporte se necesitaría la inserción masiva de vehículos eléctricos, lo cual bajo las condiciones actuales principalmente respecto a la red de distribución y de la demanda de energía eléctrica no sería apropiado. Es por ello que, en base a experiencias similares, se sugiere que se empiece con la inserción de vehículos eléctricos tipo taxi en una cooperativa piloto, para luego considerar la inserción paulatina, por ejemplo, hasta cubrir que al menos un porcentaje del 5 % de la flota de cada cooperativa de taxis urbanos sean vehículos eléctricos.

La carga de las baterías de los vehículos eléctricos tipo taxi deberá realizarse con carga lenta en los hogares, de preferencia en los horarios de lunes a domingo desde las 22h00 hasta las 08h00 y los sábados y domingos desde las 08h00 hasta las 18h00, en los cuales se tiene el menor precio por consumo de electricidad; y con carga rápida en estaciones de carga estratégicamente ubicadas, tal como lo hacen en aquellas ciudades que han logrado la inserción de un gran número de vehículos eléctricos. Pero la carga rápida y de ser viable también la carga ultra rápida deberán ser consideradas no como una opción para reemplazar la carga lenta, sino más bien como una opción para largos trayectos.

Los costos totales son favorables para el vehículo eléctrico al recorrer grandes distancias debido al ahorro por consumo energético y siempre que no se tenga que cambiar la batería principal.

Un gran porcentaje de propietarios de vehículos tipo taxi desconoce sobre el vehículo eléctrico. Pero sin embargo son conscientes de la contaminación que generan sus vehículos con MCI por lo que están dispuestos apoyar iniciativas que permitan disminuir la

contaminación generada por la emisión de GEI y que además permitan el desarrollo del sector.

Si bien se proponen varias estrategias que pueden cautivar la atención de los propietarios de vehículos tipo taxi, para lograr la inserción de vehículos 100 % eléctricos en este sector, se requiere del soporte tanto del gobierno central como de los municipios. Donde el marco legal jugará un papel decisivo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Las condiciones típicas de operación de taxis en la ciudad de Quito son favorables para lograr la inserción de vehículos completamente eléctricos en este sector.
- El costo del consumo energético cada 100 km de recorrido de un vehículo completamente eléctrico es mínimo tres veces inferior respecto al costo por el consumo energético de un vehículo con MCI que utiliza gasolina extra, con precios de electricidad y combustible subsidiados. Se obtuvo un valor similar al considerar precios reales, es decir, sin subsidios. Mientras que este costo es alrededor de cuatro veces menor si consideramos el costo del mercado internacional de la gasolina extra.
- El costo inicial de un vehículo eléctrico puede llegar hasta duplicar el costo de un vehículo con MCI comparable. Mientras que el costo por mantenimiento es 2,20 veces menor para un vehículo eléctrico, pero hasta antes de tener que realizar el recambio de la batería principal del vehículo eléctrico, donde el costo se eleva considerablemente hasta 2,67 veces mayor debido al alto costo actual de las baterías. En este caso los costos totales del vehículo eléctrico son mayores al vehículo con MCI a gasolina.
- Las principales estrategias para la inserción de vehículos eléctricos en el transporte en taxi son: marco legal firme, exoneración total de aranceles para vehículos eléctricos a batería, subsidios gubernamentales y locales para la compra de vehículos eléctricos, bajos costos de energía eléctrica y una infraestructura de carga adecuada.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda implementar un plan piloto en alguna de las cooperativas de taxis de la zona urbana de la ciudad de Quito, para insertar al menos un 25 % de vehículos eléctricos en la flota de taxis de esta cooperativa, lo que permitirá analizar y contrastar los parámetros analizados en este estudio.
- Se debe ampliar y estudiar con mayor profundidad los factores y parámetros analizados en este estudio.
- Se debe considerar que las estaciones de carga también generen su propia energía a partir de fuentes renovables.

Trabajos futuros:

- Para la ubicación estratégica de las estaciones de carga se debe realizar un estudio particular en función de la capacidad actual de la red eléctrica de la ciudad.
- Estudiar con un mayor detalle las emisiones directas e indirectas de GEI tanto del vehículo con MCI a gasolina como del vehículo eléctrico.
- Analizar a profundidad los costos por mantenimiento preventivo e incluso considerando el mantenimiento correctivo de vehículo tipo taxi.

Referencias Bibliográficas

- [1] K. Van Dijck, "Guía del Vehículo Eléctrico.," 2015.
- [2] IRENA - International Renewable Energy Agency, *Electric Vehicles - Technology Brief*, no. Febrero. 2017.
- [3] R. Al Junaibi and A. M. Farid, "A method for the technical feasibility assessment of electrical vehicle penetration," *SysCon 2013 - 7th Annu. IEEE Int. Syst. Conf. Proc.*, pp. 606–611, 2013.
- [4] International Energy Agency (IEA), "Global EV Outlook 2019 'Scaling up the transition to electric mobility,'" 2019.
- [5] I. E. A. International and E. Agency, "Global EV Outlook 2018 'Towards cross-modal electrification,'" 2018.
- [6] I. E. A. International and E. Agency, "Nordic EV Outlook 2018 'Insights from leaders in electric mobility,'" 2018.
- [7] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, "Balance Energético Nacional 2017." 2017.
- [8] Nissan, "Nissan Brasil presenta resultados de su programa de taxis eléctricos a un año de operación," 2014. [En línea]. Disponible en: <https://latam.nissannews.com/es/releases/nissan-brasil-presenta-resultados-de-su-programa-de-taxis-el-ctricos-a-un-a-o-de-operaci-n?mode=print#>.
- [9] P. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Costa Rica, "Rumbo a la carbono neutralidad en el transporte público de Costa Rica."
- [10] M. de A. y E. CostaRica, "Plan de Descarbonización."
- [11] G. de la C. México, "La mejor alternativa de transporte sustentable," *La mejor alternativa de transporte sustentable*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.ste.cdmx.gob.mx/taxi-electrico>. [Accessed: 15-Jun-2019].
- [12] Nissan, "El Gobierno de Aguascalientes adquiere 15 unidades Nissan LEAF adicionales para el Programa de Transporte Verde Cero Emisiones más grande de Latinoamérica," 2016. [En línea]. Disponible en: <https://mexico.nissannews.com/es-MX>.
- [13] A. García and P. Martín, "Usos de la energía en el transporte." p. 64, 2008.

- [14] S. A. Otero, *Manual Básico Acerca del Automóvil y su Motor*, no. Abril. 2018.
- [15] R. Antonio and D. Marta, *Motores de Combustion Interna*. Madrid, 2015.
- [16] A. Martínez, “Motores De Combustion Interna.” pp. 1–94, 2007.
- [17] Sociedad de Técnicos de Automoción, *El Vehículo Eléctrico*, Primera Ed. Barcelona, 2011.
- [18] KIA, “SOUL EV ECO ELECTRIC,” 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.kia.com/ec/showroom/soul-ev.html> .
- [19] J. A. Ros Marín and Ó. Barrera, *Vehículos Eléctricos e Híbridos*, Primera Ed. Madrid, 2017.
- [20] R. M. Dell and R. D. A., “Towards Sustainable Transport,” *Sci. Direct*, 2014.
- [21] CHAdeMO, “Worldwide application and the future,” 2018. [En línea]. Disponible en: www.chademo.com.
- [22] M. Meeus, “Review of status of the main chemistries for the EV market,” 2018.
- [23] Argonne National Laboratory, “BatPaC: A Lithium-Ion Battery Performance and Cost Model for Electric-Drive Vehicles.” [En línea]. Disponible en: www.cse.anl.gov/batpac/index.html.
- [24] U. Department of Energy, “Enabling Fast Charging: A Technology Gap Assessment,” 2017. [En línea]. Disponible en: [www.energy.gov/sites/prod/files/2017/10/f38/XFC Technology Gap Assessme%0Ant_Report_FINAL_10202017.pdf](http://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/10/f38/XFC_Technology_Gap_Assessme%0Ant_Report_FINAL_10202017.pdf).
- [25] Nissan, “<https://www.nissan.es>,” 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.nissan.es/vehiculos/nuevos-vehiculos/leaf/autonomia.html>.
- [26] J. Warner, “The Handbook of Lithium-Ion Battery Pack Design,” *Elsevier Sci.*, 2015.
- [27] C. Fuentelsaz, “Cálculo del tamaño de la muestra,” 2004.
- [28] Agencia Nacional de Tránsito, “Transporte seguro,” 2018. [En línea]. Disponible en: www.ant.gob.ec.
- [29] F. Quinchimbla and J. Solis, “Desarrollo de ciclos de conducción en ciudad, carretera y combinado para evaluar el rendimiento real del combustible de un vehículo con motor de ciclo otto en el Distrito Metropolitano de Quito,” Escuela Politécnica Nacional, 2017.

- [30] C. I. del C. C. Cataluña, "Guía Práctica Para el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero," 2011.
- [31] Operador Nacional de Electricidad (CENACE), "Factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado," 2017.
- [32] T. C. P. Hybrid & Electric Vehicle, "Hybrid and Electric Vehicles," 2017.
- [33] Servicio de Rentas Internas, "Rubros que se pagan con la matrícula de un vehículo," 2019. [En línea]. Disponible en: www.sri.gob.ec .
- [34] Pleno del Comité de Comercio Exterior, "Exoneración total de aranceles a la importación de vehículo eléctricos y CKD," *Resolución Nro. 016-2019*, 2019. [En línea]. Disponible en: www.comercioexterior.gob.ec.
- [35] Universidad de Buenos Aires, "Identificación de valores atípicos," 2018.
- [36] Ep Petroecuador, "Precios de venta a nivel de terminal para las comercializadoras calificadas y autorizadas a nivel nacional," 2019.
- [37] BYD, "Sedán Eléctrico e5," 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bydelectrico.com/autos-electricos/e5/>. [Accessed: 20-Jul-2019].
- [38] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, "Pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución codificado," Quito - Ecuador, 2019.

ANEXOS

ANEXO I

FORMATO DE ENCUESTA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
MAESTRÍA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA



ENCUESTA

Yo, Byron Bastidas, estudiante de la **Escuela Politécnica Nacional** en colaboración con la **Unión de Cooperativas de Transporte en Taxis de Pichincha**, me encuentro realizando un estudio de factibilidad para la inserción de vehículos eléctricos tipo taxi en la ciudad de Quito, razón por la cual solicito amablemente su colaboración.

Las preguntas formuladas persiguen fines netamente investigativos y sus respuestas serán tratadas con absoluta confidencialidad. En este sentido, le solicito muy comedidamente contestar las siguientes preguntas con la mayor claridad posible. *Gracias.*

INSTRUCCIONES					
<input type="checkbox"/> Lea cuidadosamente cada una de las preguntas			<input type="checkbox"/> Marque con una equis (X) según corresponda		
<input type="checkbox"/> De preferencia utilizar esferográfico de color azul y letra imprenta.			<input type="checkbox"/> Contesté todas las preguntas formuladas.		
1. DATOS GENERALES					
Nombre de la Cooperativa				Barrio o Sector	
Nombre del Encuestado			Teléfono		
			E-mail		
2. DATOS DEL VEHÍCULO TIPO TAXI					
Costo Inicial del vehículo (Dólares)		Marca		Modelo	
Año de Fabricación		Tipo de Combustible		Año de Fabricación	
Cilindrada		EXTRA		SUPER	
		DIESEL		OTRO	
¿En qué tipo de taxi se encuentra usted catalogado?		COOPERATIVA		EJECUTIVO	
		RADIO TAXI		TAXI RUTA	
3. DATOS POR DÍA DE TRABAJO					
¿Cuántas horas trabaja al día?		¿Cuántos kilómetros recorre al día?		¿En promedio cuántas carreas realiza al día?	
¿Cuánto gasta diariamente en combustible? (dólares)		¿Cuál es su ganancia libre al día? (dólares) (Descontar gastos operativos, mantenimiento, repuestos, etc.)			
¿En qué jornada prefiere usted trabajar?		Día		00h00 - 06h00	
		Noche		06h00 - 10h00	
		Ambas		10h00 - 14h00	
				14h00 - 18h00	
				18h00 - 22h00	
				22h00 - 24h00	
4. DATOS POR CARRERA					
¿Cuál es la distancia promedio recorrida por carrera (Km)		¿Cuánto tiempo dura en promedio una carrera? (minutos)		¿Cuál es la velocidad preferida al conducir durante la carrera? (km/h)	
¿En promedio cuántas personas transporta por carrera?		¿Cuánto tiempo transcurre normalmente para tomar otra carrera? (minutos u horas)			
¿De la distancia total recorrida diariamente, cuántos kilómetros cree usted que utilizó para su transporte personal o de su familia? <i>De no utilizar su taxi para este fin dejar el casillero en blanco.</i>					
¿Cuánto tiempo en promedio permanece estacionado durante el horario de trabajo? (minutos u horas)					
¿Cuál creé usted que es el costo diario de operación de un taxi en la ciudad de Quito? (dólares)					
¿Utiliza usted algún aplicativo móvil como: Easy Taxi, Fastmóvil, Libertaxi, TaxiCaller, Unitaxi, etc.?					
				SI NO	



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
MAESTRÍA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA**



5. DATOS DE COSTOS POR MANTENIMIENTO			
Descripción	Frecuencia de cambio o mantenimiento (Tiempo o kilómetros recorridos)	Costo en Dólares (Incluir mano de obra)	
¿Cada cuánto cambia de neumáticas y costo?			
¿Cada cuánto cambia el aceite del motor y costo?			
¿Cada cuánto cambia el líquido de frenos y costo?			
¿Cada cuánto cambia el filtro de aceite y costo?			
¿Cada cuánto cambia los amortiguadores y costo?			
¿Cada cuánto cambia la batería y costo?			
6. DATOS ESENCIALES			
DESCRIPCIÓN	SI	NO	
¿Conoce usted sobre el vehículo eléctrico?			
¿Creó usted que su taxi contamina el ambiente?			
¿Apoyaría iniciativas que contribuyan a reducir la contaminación provocada por el sector transporte?			
¿Le gustaría contribuir a mejorar la eficiencia energética del sector transporte tipo taxi?			
¿Creó usted que un taxi eléctrico contribuiría a mejorar la eficiencia del transporte urbano?			
¿Cambiaría su taxi a gasolina por uno que no contamine el ambiente, por ejemplo, uno eléctrico?			
7. DATOS ESTRATÉGICOS			
TENIENDO EN CUENTA LAS SIGUIENTES VENTAJAS Y DESVENTAJAS QUE PRESENTAN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS:			
VENTAJAS: Menor costo por mantenimiento preventivo (<i>más del 50 % de ahorro</i>) Menor costo por kilómetro recorrido (<i>Más del 50 % de ahorro</i>) Menor Ruido Cero emisiones de gases contaminantes Son automáticos y poseen una buena aceleración		DESVENTAJAS: Mayor costo inicial vs un vehículo a combustible Requiere recambio de baterías a un costo elevado La mayoría son óptimos solo para entorno urbano Relativamente Baja Autonomía (existen vehículos eléctricos con baterías que duran desde aprox. 200 km por cada carga completa)	
¿Consideraría usted adquirir o cambiar su vehículo tipo taxi actual por uno eléctrico?	SI	NO	TAL VEZ
SI SE IMPLEMENTARA LAS SIGUIENTES ESTRATEGIAS: (Por favor marque las que considere más importantes)			
<input type="checkbox"/> Exoneración de impuestos de importación <input type="checkbox"/> Dar su vehículo tipo taxi actual como parte de pago <input type="checkbox"/> Cero costos en parqueaderos públicos <input type="checkbox"/> Incentivos arancelarios y tributarios <input type="checkbox"/> Descuentos en la matriculación <input type="checkbox"/> Uso de carriles preferenciales <input type="checkbox"/> Libres del pico y placa		<input type="checkbox"/> Bonos por cero emisiones <input type="checkbox"/> Exoneración de pagos por circulación y peajes <input type="checkbox"/> Normativa y reglamentación clara <input type="checkbox"/> Costos de energía eléctrica preferenciales <input type="checkbox"/> Exoneración del impuesto ambiental ("verde") <input type="checkbox"/> Facilidades para cargar y renovar las baterías <input type="checkbox"/> Facilidades para el mantenimiento especializado	
¿Optaría usted por un vehículo eléctrico tipo taxi?	SI	NO	LO CONSIDERARÍA COMO UNA BUENA OPCIÓN A FUTURO
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un vehículo eléctrico tipo taxi?			
Precios (en miles de dólares)		Elegir una opción	
Entre \$ 15 000 y \$ 20 000			
Entre \$ 20 000 y \$ 25 000			
Entre \$25 000 y \$ 30 000			
Más de \$ 30 000			
¿Dentro de cuantos años considera usted que sería una buena opción adquirir un vehículo eléctrico tipo taxi?			
Año		Elegir una opción	
2018			
Después de 2 a 3 años			
Después de 4 a 5 años			
Nunca lo será			

MUCHAS GRACIAS POR SU VALIOSA COLABORACIÓN

ANEXO II

RESPUESTA DE LA AGENCIA NACIONAL DE TRÁNSITO



Oficio Nro. ANT-ANT.-2018-1601

Quito, D.M., 14 de marzo de 2018

Asunto: Solicitud información

Señor Biófico
Byron Wilfrido Bastidas Auquilla
Analista de Patrones
MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE
En su Despacho

De mi consideración:

En cumplimiento al Oficio Nro. ANT-ANT.-2018-1091 de 21 de febrero de 2018, me permito adjuntar la base de datos de 20 unidades de taxi de la Provincia de Pichincha las mismas que fueron monitoreadas por el periodo de una semana de acuerdo a lo conversado.

La misma contiene los siguientes datos:

- Nombre de la operadora
- Placa del vehículo
- Latitud
- Longitud
- Orientación
- Velocidad
- Fecha y hora

Por el tamaño del archivo el mismo se envía por WeTransfer a la dirección de correo electrónico willy_byron2007@yahoo.es.

Cabe mencionar que el contenido del correo electrónico incluidos los archivos adjuntos, es de carácter confidencial y está protegido por el artículo 66 de la Constitución Ecuatoriana, literales 19 que menciona: *"El derecho a la protección de datos de carácter personal, que incluye el acceso y la decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. La recolección, archivo, procesamiento, distribución o difusión de estos datos o información requerirán la autorización del titular o el mandato de la ley."*

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,
DIOS, PATRIA Y LIBERTAD

Av. Antonio José de Sucre (Av. Occidental) y J. Sánchez
P.O. Box 1203-000
Quito - Ecuador
www.ant.gob.ec

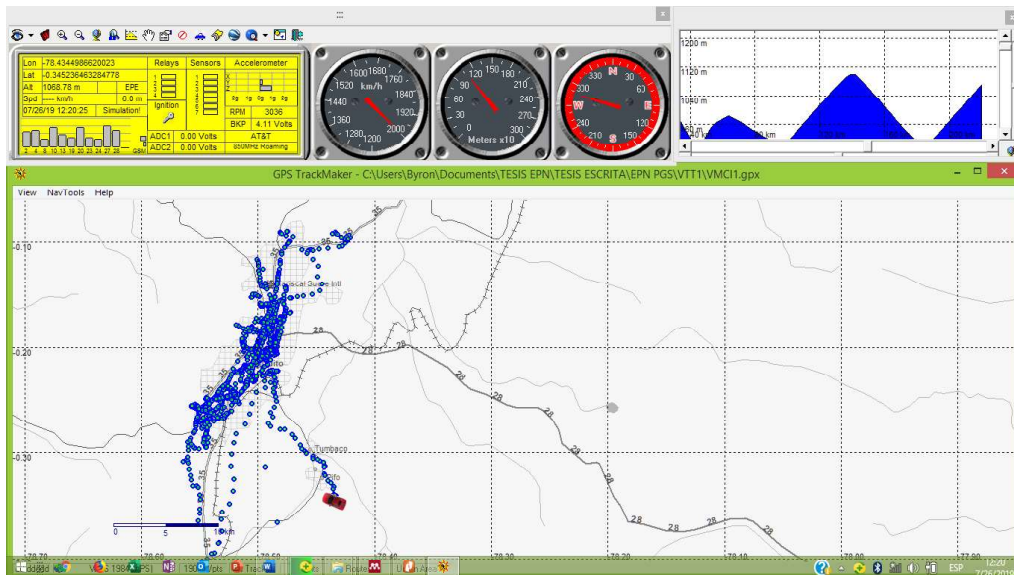
* Documento generado por Outlook

1/2

ANEXO III MATRIZ DE DATOS DE GPS




PLACA	LATITUD	LONGITUD	ORIENTACI	VELOCIDAD	FECHA Y HORA
	-0.225345	-78.506558	359.00	48	15/01/2018 21:10
	-0.229980	-78.506273	333.00	20	15/01/2018 21:09
	-0.228563	-78.507127	182.00	18	15/01/2018 21:08
	-0.228413	-78.507137	168.00	1	15/01/2018 21:07
	-0.226553	-78.506718	179.00	18	15/01/2018 21:06
	-0.223848	-78.507713	0.00	0	15/01/2018 21:05
	-0.219452	-78.507007	218.00	55	15/01/2018 21:04
	-0.214452	-78.503267	211.00	31	15/01/2018 21:03
	-0.212110	-78.501818	213.00	38	15/01/2018 21:02
	-0.208022	-78.500015	0.00	0	15/01/2018 21:01
	-0.207277	-78.499678	0.00	0	15/01/2018 21:00
	-0.207483	-78.496935	210.00	29	15/01/2018 20:59
	-0.203523	-78.494620	210.00	27	15/01/2018 20:58
	-0.202298	-78.493648	241.00	16	15/01/2018 20:57
	-0.199928	-78.490878	0.00	0	15/01/2018 20:56
	-0.197972	-78.490143	205.00	35	15/01/2018 20:55
	-0.195762	-78.495025	131.00	20	15/01/2018 20:54
	-0.191495	-78.493375	0.00	0	15/01/2018 20:53
	0.188325	-78.492082	0.00	0	15/01/2018 20:52
	-0.187952	-78.491560	0.00	0	15/01/2018 20:51
	-0.189800	-78.488592	291.00	31	15/01/2018 20:50
	-0.189603	-78.488078	191.00	31	15/01/2018 20:49

EJEMPLO DE GRÁFICA DE LOS REGISTROS DE GPS



ANEXO IV

FORMATO REGISTRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS TIPO TAXI

	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL MAESTRÍA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA				
CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS TIPO TAXI					
DATOS GENERALES					
Conductor o Propietario	Nombre:				
	Teléfono:		Correo:		
Vehículo	Placa:		Marca:		
	Modelo:		Cilindraje:		
REGISTRO					
N° de cargas de Combustible	Fecha (dia/mes/año)	Hora (hora/minutos)	Kilometraje al Momento de cada carga (km)	Valor Pagado (Dólares)	N° de Factura
1					
2					
3					
4					
5					
<p>Nota: En caso de factura electrónica puede ser enviada al siguiente correo: willy_byron2007@yahoo.es (Favor indicar la placa del vehículo correspondiente). Para cualquier inquietud favor contactarse al celular: 0987399438</p>					
MUCHAS GRACIAS POR SU VALIOSA COLABORACIÓN					

ANEXO V

COSTO INICIAL DE UN VEHÍCULO TIPO TAXI

Costo (dólares)	Respuestas	Porcentaje
35000	1	0,27
29000	1	0,27
26200	1	0,27
26000	1	0,27
25000	3	0,80
24000	6	1,60
23000	4	1,07
22700	1	0,27
22000	8	2,13
21000	8	2,13
20700	1	0,27
20600	1	0,27
20500	1	0,27
20000	21	5,60
19500	1	0,27
19000	5	1,33
18900	1	0,27
18000	13	3,47
17500	3	0,80
17300	1	0,27
17200	2	0,53
17000	13	3,47
16900	1	0,27
16700	1	0,27
16500	1	0,27
16400	1	0,27
16000	30	8,00
15600	1	0,27
15000	65	17,33

14800	1	0,27
14500	1	0,27
14400	1	0,27
14000	31	8,27
13800	1	0,27
13700	1	0,27
13500	2	0,53
13400	1	0,27
13100	1	0,27
13000	14	3,73
12500	4	1,07
12000	30	8,00
11800	1	0,27
11700	1	0,27
11500	2	0,53
11200	1	0,27
11000	17	4,53
10500	1	0,27
10000	1	0,27
10000	33	8,80
9800	1	0,27
9500	1	0,27
9000	5	1,33
8000	10	2,67
7000	4	1,07
6000	8	2,13
6000	1	0,27
5000	2	0,53
4000	1	0,27
Total	375	100,00

Anexo VI

Modelo de vehículo más utilizado en el transporte en taxi

Marca	Modelo de vehículo tipo taxi	Frecuencia	Porcentaje (%)
Chevrolet	Aveo Family	125	33,33
	Sail	2	0,53
	Emotion	3	0,80
	Activo	7	1,87
	Corsa	1	0,27
	San Remo	3	0,80
Nissan	Sentra	110	29,33
	Versa	5	1,33
Hyundai	Accent	85	22,67
	Sonata	1	0,27
KIA	Cerato	25	6,67
	Rio	2	0,53
	Stylus	1	0,27
Renault	Logan	4	1,07
Otra	Seray	1	0,27
Total		375	100,00

Anexo VII

Distancia diaria recorrida

Distancia (km)	Frecuencia	Porcentaje (%)
400	4	1,07
350	3	0,80
300	21	5,60
280	4	1,07
270	2	0,53
250	55	14,67
240	7	1,87
230	4	1,07
225	1	0,27
220	15	4,00
210	2	0,53
200	151	40,27
190	3	0,80
185	1	0,27
180	26	6,93
170	4	1,07
160	10	2,67
150	32	8,53
130	2	0,53
120	10	2,67
100	4	1,07
90	1	0,27
80	2	0,53
70	1	0,27
60	1	0,27
40	9	2,40
Total	375	100,00

ANEXO VIII

COTIZACIONES

Vehículo eléctrico

MECAUTOMOTRIZ S.A.



Guayaquil, 19 DE NOVIEMBRE DE 2018

BYD E5

Cotizado por:	
Vendedor:	BETTY GUTIERREZ
Compañía:	MECAUTOMOTRIZ S.A
Dirección:	KM 2,5 VIA CARLOS JULIO AROSEMENA
Dirección:	
Ciudad:	GUAYAQUIL
Teléfono:	046023120 EXT. 302
Fax/Cel:	991525713
	bgutierrez@byd.com.ec
Cotizar a:	
Nombre:	BYRON BASTIDAS
Compañía:	
Dirección:	
Dirección:	
Ciudad:	
Teléfono:	
Fax/Cel:	
e-mail:	

Modelo (*)	
12%	\$ -
	IVA
PRECIO INTRODUCCION	\$ 34,990.00
CREDITO DIRECTO	
Forma de Pago	
30.0%	\$ 10,497.00
	Entrada
	\$ 24,493.00
	Saldo Financia
60	15.0%
Plazo (meses)	
	\$ 582.89
	Cuota Mensual

MATRICULA APROX.	\$ 260.00	SEGURO APROX.	\$ 1,239.64
DISPOSITIVO	\$ 789.00	GASTOS LEGALES	\$ 240.00
		\$ -	

Vehículo con MCI



MATRIZ: QUITO: 10 DE AGOSTO 55-05 Y VILALLENDA. Teléfono: 023847730 /
NORTE: QUITO: AV. 8 DE DICIEMBRE 5N Y MURILDO. Teléfono: 023847730 / 023266671
SUR MORAN: QUITO: AV. MORAN VALVERDE Y AV. TENIENTE HUGO ORTIZ. Teléfono: 023847730 /
COMEDA MORAN VALQUITO: AV. MORAN VALVERDE 5N Y AV. TENIENTE HUGO ORTIZ FRENTE QUICENTRO SUR
SANTO DOMINGO: SANTO DOMINGO: AV. ABRAHAM CALAZACON 1 FRENTE A BOMBEROS. Teléfono: 023847730

PROFORMA DE VEHÍCULOS

Código: 060444208001 Cliente: BASTIDAS AUQUILLAS BAYRON WILFRIDO Ciudad: QUITO Dirección: CLL BOGOTA Y CLL CANADA Teléfonos: 022616083 Celular: 0987398438	Proforma: 115159 Fecha: 27 NOV 2018 Agencia: SUR MORAN Asesor: UQUILLAS CEVALLOS GABRIELA PATRICIA Teléfonos: Extensión: Celular: 0992511719
--	---

VEHÍCULO AÑO 2014

Modelo: CHEVROLET: AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Precio + IVA + ICE: \$16,690.00	
Versión: NORMAL	Cilindraje: 1498	

Planes de Pago:	Cuota Inicial	Plazo	Seguro	Dispositivo	Accesorios	Pago Mes	Adicionales	Fuente de Financiamiento
	\$16,690.00	0	12	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	LATINOAMERICANA DE VEHIC

Observaciones: CREDITO: \$ 5700

$C/M = 320 \text{ APROX} \times 60 \text{ MESES}$
 $\rightarrow \text{IUC: } 58 \text{ AT.D} + \text{RPT.} \times \text{IUCO.}$

cliente
 MAT ?
 PDE — 23
 REU
 ZUL
 STREK? } 58 P.W.

$TEA = \text{COST} = 8 \text{ A 10 D. UBO. } \text{CRED} = 15 \text{ A 20 P. UB.}$

REQUISITOS PARA OBTENER EL CRÉDITO

NOTA: 1.- Esta proforma no tiene valor comercial, únicamente es de carácter informativo. 2.- Precio sujeto a cambio sin previo aviso. 3.- La validez de la proforma es de 8 días.	REQUISITOS PARA EL CRÉDITO DEL DEUDOR Y GARANTE * Copias de cédulas de identidad o RUC y pasaportes de votación del deudor y cónyuge. * Certificado bancario de Cta. corriente, ahorros o cooperativas. * 2 Balances comerciales que identifiquen monto de compra, producto, antigüedad. * Si es empleado de empresa: certificado de trabajo y copia de los 3 últimos roles de pago. * Último pago de predios urbanos o escrituras de las propiedades. * Copia del último pago de teléfono, agua o luz. * Copias de las matrículas de los vehículos que poseen
---	--

Neumáticos

COTIZADOR			
CLIENTE <u>BYRON BASTIDAS</u>			
DIRECCIÓN _____			
C.I.: _____		TELF.: _____	
FECHA: <u>05-07-2018</u>		MAIL: _____	
VENDEDOR: <u>Simon Carrizosa</u>		AGENCIA: <u>J. Sae</u>	
<u>0957212916</u>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	TOTAL
	MEDIDA: <u>185/60R14</u>		<u>18 cm</u>
	DISEÑO: <u>Continental PC2</u>	<u>34,64</u>	
	⇒ <u>Posición (3x4) \$ 300,00//</u>		
	<u>185/60R14 Continental XP7</u>	<u>82,88</u>	
APLICA	3X4 \$ <u>286,00//</u>		
OBSERVACIONES: <u>4/185/60R14 BARCEL \$ 69,44</u>			
⇒ <u>Posición (3x4) \$ 225,00//</u>			
<u>PILLAMINS con 50000KMS</u>			TOTAL
<small> MTRZ D'ITO: Av. Amador del 17 y Pi Vaso, Tel. 005311511 TLUAMCO: Av. Antropología 107 y Homero Gual (Jardines) Camal, Tel. 005311511 SAN JUAN D'IN: Av. Abad Calderín, Lote 205 y Antonio Guzmán, Tel. 024011101 SUR: Av. Tecnológico del Océano y Calle Francisco Gantús a la Troncal Sur, Tel. 001171132 PRY: Avenida Latorre y Pinar Escudo Melloso (Vía) San Gerónimo Pinaral, Tel. 020511000 CUCA: Av. Pinar del Oeste y Calle Arroyo Pinaral, Tel. 020501110 </small>			
COMUNICATE CON NOSOTROS AL 1001 TECNILLANTA 1833645			
011 N° 001300			



PROFORMA TIRE HOUSE, TECNICENTRO SUR

NOMBRE: UNION DE COOP DE TRANSPORTE EN TAXIS DE PICHINCHA.

RUC: 1790101169001

- **ROADSTONE TECNOLOGIA KOREANA, N°priz 185/60R14**

PRECIO: \$55.00 C/U efectivo

\$59.40 C/U tarjeta

- **YOKOHAMA TECNOLOGIA JAPONESA 185/60R14 Es32**

PRECIO: \$70.00 C/U efectivo

\$75.60 C/U tarjeta

- **SAFERICH TECNOLOGIA HOLANDESA 185/60R14 Frc16**

PRECIO: \$46.00 C/U efectivo

\$50.00 C/U tarjeta

PRECIOS ESTA INCLUIDO EL 25% DE DESCUENTO

LÓS PAGOS CON TARJETA HASTA 6 MESES SIN INTERESES CON TARJETAS PICHINCHA, PACIFICARD, RUMIÑAHUI

INCLUYE

- ALINEACION
- ENLLANTAJE
- NITROGENO
- BALANCEO

Batería de accesorios



MAKROCOMERCIO CIA LTDA
 RUC 1891718515001
 Teléfono 022418-250
 Banco Pichincha Cuenta Corriente # 3338226104

PROFORMA No. 001288

Quito, 17 de diciembre de 2018

SEÑORES BYRON BASTIDAS
 ATT.
 DIRECCIÓN
 TELF. 987399438
 RUC 604444208

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	P.UNITARIO	TOTAL \$
42	1	BATERIA 42	105,00	105,00

1	SUMAN \$	105,00
	DSCTO 30%	31,50
	SUBTOTAL	73,50
	12% IVA	8,82
	TOTAL \$	82,32


SON: OCHENTA Y DOS CON 32/100


FORMA DE PAGO CONTADO
 ENTREGA INMEDIATA
 GARANTIA UN AÑO
 OBSERVACIONES EL DESCUENTO ES DEJANDO LA BATERIAS VIEJA

ATENTAMENTE,

 Mario José Barona
 Baterías Elektra
 Celular: 0999 717 352


Amazonas N45 - 160 y de la Canela (sector El Labrador)
 Quito - Ecuador

 Av. Amazonas N45-160 y De La Canela, sector El Labrador

 (593-2) 2418 250 - 2400 612

Quito - Ecuador

Cambio de aceite

	<p>LIMPIOCAR CIA.LTDA AV. LOS GRANADOS E 14-697 RUC: 1791411080001 TELEFONO 023-340-655 Guilo-Ecuador</p>				
<p>CLIENTE: BYRON BASTIDAS</p> <p>ATENCION:</p> <p>DIRECCION: Bogota OE-632 y Canada</p> <p>TELEFONO: 09873994388</p> <p>FECHA EMISION: 17/12/2018</p>					
CODIGO	DESCRIPCION	CANT	P.UNIT	DESCT	SUBTOTAL
	GALON 10W30 SHELL	1	26,78		26,78
ML 3387	FILTRO miller	1	2,99		2,99
ELABORADO POR: Silvia Castillo	OBSERVACIONES: Tiempo aproximado 1H30 incluye lavado de carroceria limpieza interior			SUBTOTAL 12% IVA TOTAL	29,77 3,57 33,34

ANEXO IX

EJEMPLOS DE FACTURAS POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE

<p style="text-align: center;">NUEVAS OPERACIONES COMERCIALES NUCOPSA S.A. RUC: 0991306498001 AV. Francisco de Orellana y Alberto Bo rges Edif. Centrium Piso 10 042634220 AMAZONAS QUITO AMBIENTE:PRODUCCION Cliente: CONSTANTE PRGANO DAVID EDUARDO RUC/CI: 1704951035 Fecha: 16/01/2019 15:47:58 Factura No.: 089-015-000226272 Forma Pago: Efectivo Placa: PCX5331 Turno: 2 Isla: 5 Caras: 20 Manguera: 40</p> <hr/> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">DESC</th> <th style="text-align: left;">CANT</th> <th style="text-align: left;">P.SIN</th> <th style="text-align: left;">PREC</th> <th style="text-align: left;">SUB</th> <th style="text-align: left;">TOTAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th style="text-align: left;">SUBSI</th> <th style="text-align: left;">UNIT</th> <th style="text-align: left;">SIDIO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EXTRA</td> <td>3.78</td> <td>2.00</td> <td>1.65</td> <td>0.35</td> <td>6.25</td> </tr> </tbody> </table> <hr/> <p>SubTotal \$ 4.25 IVA \$ 0.75 Total \$ 7.00 Val Tot Sin Sub: 8.49 Ahorro por Sub: 1.49 Vendedor: ANGEL PAUL GORDILLO CARILLO</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Clave Acceso SRI: 16012019010991306498001208901500022627 21234567816 Descarga tu factura en: http://Nucopsapista.com/ Usuario: 1704951035 Clave: 51035</p> <p style="text-align: center;">Powered By www.zencillo.com</p>	DESC	CANT	P.SIN	PREC	SUB	TOTAL			SUBSI	UNIT	SIDIO		EXTRA	3.78	2.00	1.65	0.35	6.25	<p style="text-align: center;">NUEVAS OPERACIONES COMERCIALES NUCOPSA S.A. RUC: 0991306498001 AV. Francisco de Orellana y Alberto Bo rges Edif. Centrium Piso 10 042634220 CENTRAL QUITO AMBIENTE:PRODUCCION Cliente: VILLACIS JACOME JOSE OSWALDO RUC/CI: 0501530513 Fecha: 11/01/2019 07:25:17 Factura No.: 059-011-000636226 Forma Pago: Efectivo Placa: PBR6297 Turno: 2 Isla: 1 Cara: 9 Manguera: 17</p> <hr/> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">DESC</th> <th style="text-align: left;">CANT</th> <th style="text-align: left;">P.SIN</th> <th style="text-align: left;">PREC</th> <th style="text-align: left;">SUB</th> <th style="text-align: left;">TOTAL</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th style="text-align: left;">SUBSI</th> <th style="text-align: left;">UNIT</th> <th style="text-align: left;">SIDIO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EXTRA</td> <td>6.49</td> <td>2.00</td> <td>1.65</td> <td>0.35</td> <td>10.71</td> </tr> </tbody> </table> <hr/> <p>SubTotal \$ 10,71 IVA \$ 1,29 Total \$ 12,00 Val Tot Sin Sub: 14,55 Ahorro por Sub: 2,55 Vendedor: GRACE LORENA LOVATO ESPINOZA</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Clave Acceso SRI: 11012019010991306498001205901100063622 61234567819 Descarga tu factura en: http://Nucopsapista.com/ Usuario: 0501530513 Clave: 30513</p> <p style="text-align: center;">Powered By www.zencillo.com</p>	DESC	CANT	P.SIN	PREC	SUB	TOTAL			SUBSI	UNIT	SIDIO		EXTRA	6.49	2.00	1.65	0.35	10.71
DESC	CANT	P.SIN	PREC	SUB	TOTAL																																
		SUBSI	UNIT	SIDIO																																	
EXTRA	3.78	2.00	1.65	0.35	6.25																																
DESC	CANT	P.SIN	PREC	SUB	TOTAL																																
		SUBSI	UNIT	SIDIO																																	
EXTRA	6.49	2.00	1.65	0.35	10.71																																

EJEMPLOS DE FACTURAS POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE

ESTACION DE SERVICIOS COOPTRACAL S.A.
 RUC: 1792449367001
 Telefono: 2425059
 QUITO - ECUADOR

8695

Obligado a Llevar Contabilidad
 Contribuyente Especial
 Resolución No. 342
 del 12/18/2018

10

FACTURA 002-010-000589336
 Clave Acceso SRI:
 130120190117924493670012002010000589336
 1234567816

AMBIENTE: PRODUCCION
 FECHA: 13/01/2019 01:36:48
 M. PAGO: CONTADO
 CODIGO: 86487
 CLIENTE: LUIS FABIAN ROBLERO
 RUC/CI: 1722066543
 EMAIL:
 PLACA: PCW7244

CANT.	DESCRIP	P. SIN	VALOR	VALOR
		SUB	SUB	UNIT.
5.405	Extra	2.00	0.35	1.6518 8.93
Sub Total:				8.93
Iva 12.00%:				1.07
Total:				10.00

Valor total sin subsidio: 12.12
 Ahorro por subsidio: 2.12
 (Incluye IVA cuando aplique)

Forma de Pago:
 Sin utilización del Sistema Financiera
 10.00

Despacho: 3999738
 Despachador: CNAFLA JOSE
 Dispensador: 06 Manguera: 14

FACTURACION SISTEMA FUELCONTROL
 Descarga tu factura en:
www.solintec.com
 Usuario y Contraseña: RUC/CI

ATIMASA S.A.
 RUC: 0991331859001
 Matriz: AV. DE LAS AMERICAS 406-GUAYAQUIL
 Contribuyente Especial
 Resolución Nro. 01477 - 12/12/2008
 ATIMASA 6 DE DICIEMBRE
 Sucursal: 6 DE DICIEMBRE PASAJE A - QUITO
 REPRESENTACION IMPRESA DE FACTURA:
 014-007-000641049
 Clave de Acceso: 1601201901099133185
 900120140070006410491357246811
 Cliente: LUIS ROBLERO
 CEDULA: 1722066543
 Fecha: 16/01/2019 Hora: 01:38:23 PM
 Cajero: MENA CASTRO EDWIN AN Turno: 2
 Prod Cantidad Precio V.Total

EXTRA	5.405	1.652	8.93
***	Valor Venta 0% US\$		0.00
***	Valor Venta 12% US\$		8.93
***	I.V.A. 12% US\$		1.07
***	TOTAL A PAGAR US\$		10.00

FORMA DE PAGO:
 US\$: 10.00
 SIN UTILIZACION DEL SIST O DIAS PLAZO

INFORMATIVO:
 Precio sin Subsidio x GI US\$ 2.003
 Valor Total sin Subsidio US\$ 12.12
 Ahorro por Subsidio US\$ 2.12

Lado: 02 Placa: PCW7244
 AGRADECEMOS TU COMPRA
 Descarga tu comprobante autorizado
 desde el portal www.primax.com.ec
 Ingresa con tu usuario: RUC o Cedula
 Remitir sus comprobantes de retención a
relectronicas@atimasa.com.ec
 PRIMAX SIEMPRE MAS