

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

**“LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL
MERCADO DE ENERGIA DEL PERU”**

PRESENTADO POR :

Bach. Víctor Manuel Carbajal Cabrera
Bach. Abraham Saúl Acosta Cornelio

ASESOR :

Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán

NUEVO CHIMBOTE, AGOSTO DEL 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR
DE TESIS

Damos la conformidad del presente Informe, desarrollando el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para Obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.N°492-2017-CU-R-UNS); intitulado:

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
EN
ENERGIA

“LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL MERCADO
DE ENERGIA DEL PERU”

TESISTAS:

BACHILLER:

BACHILLER:

Víctor Manuel Carbajal Cabrera

Abraham Saúl Acosta Cornelio

Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores
PRESIDENTE

MSc. Julio Hipólito Néstor Escate Ravello
SECRETARIO

Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán
INTEGRANTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente Tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D: N°492-2017-CU-R-UNS) de acuerdo a la denominación siguiente

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGÍA

**“LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL MERCADO DE ENERGIA
DEL PERU”**

AUTORES :

Bach. Víctor Manuel Carbajal Cabrera
Bach. Abraham Saúl Acosta Cornelio

Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán
ASESOR



FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección E.P. de Ingeniería en Energía

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los diecinueve días del mes de marzo del año dos mil veintiuno, siendo las once horas de la mañana, se reunieron en forma virtual a través de la aplicación zoom, el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N°045-2021-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes:

- > Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES : PRESIDENTE
- > M.Sc. JULIO HIPOLITO NESTOR ESCATE RAVELLO : SECRETARIO
- > Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN : INTEGRANTE
- > M.Sc. CESAR LUIS LOPEZ AGUILAR : ACESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: "LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL MERCADO DE ENERGIA DEL PERÚ", elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: VICTOR MANUEL CARBAJAL CABRERA, con código de matrícula N° 0200711012, teniendo como asesor al docente Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán designado mediante Resolución Decanal N° 034-2020-UNS-FI de fecha 12.02.2020,

Terminada la sustentación el estudiante, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
VICTOR MANUEL CARBAJAL CABRERA	Diecisiete (17)	Muy Bueno

Siendo las doce del mediodía, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Amancio R. Rojas Flores
PRESIDENTE


M.Sc. Julio H. N. Escate Ravello
SECRETARIO


Mg. Robert F. Guevara Chinchayán
INTEGRANTE

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los diecinueve días del mes de marzo del año dos mil veintiuno, siendo las once horas de la mañana, se reunieron en forma virtual a través de la aplicación zoom, el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N°045-2021-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes:

- Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES : PRESIDENTE
- M.Sc. JULIO HIPOLITO NESTOR ESCATE RAVELLO : SECRETARIO
- Mg. ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN : INTEGRANTE
- M.Sc. CESAR LUIS LOPEZ AGUILAR : ACCESITARIO

Para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: "LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL MERCADO DE ENERGIA DEL PERÚ", elaborada por el Bachiller de Ingeniería en Energía: ABRAHAM SAUL ACOSTA CORNELIO, con código de matrícula N° 0200711015, teniendo como asesor al docente Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayán designado mediante Resolución Decanal N° 034-2020-UNS-FI de fecha 12.02.2020.

Terminada la sustentación el estudiante, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
ABRAHAM SAUL ACOSTA CORNELIO	Diecisiete(17)	Muy Bueno

Siendo las doce del mediodía, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Mg. Amancio R. Rojas Flores
PRESIDENTE


M.Sc. Julio H. N. Escate Ravello
SECRETARIO


Mg. Robert F. Guevara Chinchayán
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A mis queridos Padres

Luz Marina Cabrera Alvarado y Luis Ángel Mostacero Espinoza

Por su gran amor y ejemplo
y por ser los guías en la ruta de
del trabajo y perseverancia.

A Dios por su gracia infinita y por ser nuestro guía
en nuestra carrera y la luz en nuestra vida.

V.M.C.C

DEDICATORIA

A mis queridos Padres
Mateo Huaraz Salinas y Sabina Cornelio Bermúdez
Por su gran amor y ejemplo
y por ser los guías en la ruta de
del trabajo y perseverancia.

.

A Dios por que siempre está conmigo
en los momentos buenos y malos.

S.A.A.C.

RECONOCIMIENTO

Al Mg, Robert Guevara
Por sus consejos y enseñanzas
y su apoyo y guía en la realización de esta tesis.

A todos los Profesores de la
E.P de Ingeniería en Energía
por sus enseñanzas durante
nuestra vida universitaria.

Y para todos nuestros amigos de promoción
y colegas, por su amistad de toda la vida.

Atentamente,

.

V.M.C.C.

RECONOCIMIENTO

Al Mg. Robert Guevara
por sus oportunos consejos
y apoyo profesional en la realización de esta investigación.

A todos los Profesores de la
E.P de Ingeniería en Energía
por sus enseñanzas
en nuestro paso por la UNS.

Para nuestros colegas profesionales
y compañeros de labores.

Atentamente,

.

S.A.A.C.

INDICE

INDICE

RESUMEN

CAPITULO I: INTRODUCCION	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación	6
1.4 Hipótesis	7
1.5 Objetivos	8
CAPITULO II: MARCO TEORICO	9
2.1 Sistema automotriz convencional	10
2.2 Electromovilidad	19
2.3 Método de recarga	40
2.4 Mercado de energía del Perú.	52
CAPITULO III: MATERIALES Y METODO	59
3.1 Materiales	60
3.2 Método	68
CAPITULO IV: CALCULOS Y RESULTADOS	71
4.1 Análisis del parque automotor de pasajeros de la ciudad de Lima	72
4.2 Determinación del ahorro de energía primaria	74
4.3 Estimación de la reducción de emisiones de dióxido de carbono	88
4.4 Efecto en la demanda de energía en el SEIN	95
4.5 Condiciones de implementación de la electromovilidad en el Perú.	100
4.6 Discusión de resultados	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
Conclusiones	105
Recomendaciones	107
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	108
ANEXOS	115

FIGURAS

Figura 1: Emisiones contaminantes vehiculares	14
Figura 2: Estructura de un automóvil con hidrogeno.	24
Figura 3: Estructura de un automóvil solar	25
Figura 4: Vehículos híbridos con configuración mixta	29
Figura 5: Diagrama de bloque de HEV, sistema mixto.	30
Figura 6: Diagrama de bloque de PHEV, sistema en serie	31
Figura 7: Vehículos Híbridos Eléctrico Enchufables (PHEV) configuración serie	32
Figura 8: Configuración típica de un auto eléctrico	33
Figura 9: Configuración típica de un auto eléctrico	34
Figura 10: Capacidad de carga batería de 42 Ah.	38
Figura 11: Conexión del vehículo a la red modo 1	42
Figura 12: Conexión del vehículo a la red modo 2.	42
Figura 13: Conexión del vehículo a la red modo 3.	43
Figura 14: Conexión del vehículo a la red modo 4	44
Figura 15: Diagrama de bloques de arquitectura de recarga	47
Figura 16: Diagrama de bloques de arquitectura de recarga 2	48
Figura 17: Infraestructura de recarga	50
Figura 18: Puntos recargables en la vía publica	51
Figura 19: Parqueadero para vehículos eléctricos.	51
Figura 20: Diagrama de carga histórico del SEIN	55
Figura 21: Modelo HEV TOYOTA PRIUS C	63
Figura 22: Modelo HEV Hyundai IONIQ.	64
Figura 23: Honda Accord PHEV	65
Figura 24: Ubicación del tercer bloque horario para recarga de autos.	102

TABLAS

Tabla 1 Propiedades de las baterías usadas en EV, HEV, PHEV	39
Tabla 2 Cantidad de CO2 emitido según tipo de vehículo	40
Tabla 3 Resumen de características de modos de carga	44
Tabla 4 Potencias Normalizadas en un circuito de recarga para una vivienda Unifamiliar	52
Tabla 5 Tarifas Eléctricas en Media tensión y Baja tensión.	57
Tabla 6 Opciones tarifarias en Baja Tensión- Clientes menores	58
Tabla 7 Opciones tarifarias en Baja Tensión- Fotovoltaicas	58
Tabla 8 Estadísticas de ingreso de Tecnología motriz eléctrica al Perú	62
Tabla 9 Especificaciones técnicas del Toyota PRIUS C	62
Tabla 10 Especificaciones técnicas del Hyundai IONIQ.	63
Tabla 11 Especificaciones técnicas del Honda Accord PHEV	64
Tabla 12 Estadísticas de parque automotor de pasajeros en Lima	66
Tabla 13 Estadísticas de parque automotor acumulado de pasajeros en Lima	67
Tabla 14 Comparativo entre tecnologías Eléctrica y convencional	73
Tabla 15 Comparativo entre tecnologías Eléctrica y convencional	75
Tabla 16 Indicadores de desempeño MCI con modelo equivalente BEV	77
Tabla 17 Alternativa Tarifa BT-5A Servicio público tecnología BEV	78
Tabla 18 Alternativa Tarifa BT-2 Servicio público tecnología BEV.	79
Tabla 19 Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV-servicio particular, flota de pasajeros carga ligera	80
Tabla 20 Alternativa Tarifa MT 4 Servicio particular tecnología BEV.	81
Tabla 21 Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV-servicio público, flota de pasajeros carga ligera	82
Tabla 22 Indicadores de desempeño MCI con modelo equivalente PHEV	84
Tabla 23 Alternativa Tarifa BT-5A Servicio público tecnología PHEV	85
Tabla 24 Alternativa Tarifa BT-2 Servicio público tecnología PHEV	86
Tabla 25 Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología PHEV-servicio particular, flota de pasajeros carga ligera	87

Tabla 26 Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología HEV referente a emisiones emitidas el año 2020.	89
Tabla 27 Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV referente a emisiones emitidas el año 2020.Servicio particular.	90
Tabla 28 Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV referente a emisiones emitidas el año 2020.Servicio público.	91
Tabla 29 Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología PHEV referente a emisiones emitidas el año 2020	94
Tabla 30 Demandas eléctricas asociadas a tecnologías BEV y PHEV	95
Tabla 31 Evolución de la máxima demanda eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV	95
Tabla 32 Evolución del parque automotor de electromovilidad al corto plazo	96
Tabla 33 Evolución de la máxima demanda eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV al corto plazo (2025)	97
Tabla 34 Energía eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV	98
Tabla 35 Evolución de la máxima demanda eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV	98
Tabla 36 Evolución de la máxima demanda eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV al corto plazo (2,025)	99

GRAFICOS

Gráfico 1 Ingreso al Mercado Automotor de la tecnología eléctrica automotor	72
Gráfico 2 Participación porcentual en Mercado Automotor liviano de pasajeros de la tecnología eléctrica automotor	74
Gráfico 3 Emisiones emitidas acumuladas según tipo de tecnología convencional con respecto a la tecnología HEV	89
Gráfico 4 Emisiones emitidas acumuladas según tipo de tecnología convencional con respecto a la tecnología BEV-servicio público	92
Gráfico 5 Emisiones emitidas acumuladas según tipo de tecnología convencional con respecto a la tecnología PHEV	94

RESUMEN

La tecnología de la electromovilidad en el Perú desde el año 2016 cuenta a la fecha con 484 unidades distribuidas según las tecnologías HEV, BEV y PHEV ubicadas principalmente en la ciudad de Lima. Mediante esta tecnología se busca el reemplazo de los autos convencionales por autos eléctricos, y en la presente investigación se buscó determinar su influencia en el mercado de energía del Perú.

La presente investigación es del tipo descriptiva, cuantitativa y deductiva, en la cual se determinan las tecnologías de autos eléctricos en el Perú y sus características tecnológicas, el ahorro de energía primaria, reducción de costos y estimación de reducción de gases de efecto invernadero por la sustitución de automóviles convencionales por automóviles eléctricos del parque automotor ligero de pasajeros. Así mismo se realiza la estimación del efecto de la demanda y consumo de energía eléctrica del parque automotor eléctrico y su proyección al corto plazo en el SEIN.

Se ha determinado que la tecnología BEV (26 eléctricos enchufables) para servicio particular permitió ahorros de energía primaria entre 8,28.6 galones de GLP a 31,304.3 m³ de GNV, lo que permite ahorros económicos varían desde 29.1 % con respecto a auto con GNV hasta 66.3 % con respecto a un auto a Gasohol de 95 o 97 octanos, aplicando la tarifa BT2. Del mismo modo se han reducido 40.11 tCO₂/año para el servicio particular y de 150.8 tCO₂/año para el servicio público (51.7 % de reducción). Así mismo la demanda eléctrica de 172 kW asociada a la recarga de los 26 autos BEV y 8 autos PHEV representa tan solo el 0.0023 % de la máxima demanda del SEIN.

PALABRA CLAVE: Electromovilidad, innovación tecnológica, ahorro de energía primaria.

ABSTRACT

Electromobility technology in Peru since 2016 has 484 units to date distributed according to HEV, BEV and PHEV technologies located mainly in the city of Lima. Through this technology, the replacement of conventional cars by electric cars is sought, and in the present investigation it was sought to determine their influence on the Peruvian energy market.

This research is descriptive, quantitative and deductive, in which the technologies of electric cars in Peru and their technological characteristics, primary energy savings, cost reduction and estimation of greenhouse gas reduction by replacement of conventional cars by electric cars for the light passenger car fleet. Likewise, an estimate of the effect of the demand and consumption of electric energy of the electric vehicle fleet and its projection in the short term in the SEIN is carried out.

It has been determined that BEV (26 plug-in electric) technology for private service allowed primary energy savings between 8,28.6 gallons of LPG to 31,304.3 m³ of NGV, which allows economic savings ranging from 29.1% compared to cars with NGV up to 66.3 % compared to a 95 or 97 octane Gasohol car, applying the BT2 rate. Similarly, 40.11 tCO₂ / year have been reduced for private service and 150.8 tCO₂ / year for public service (51.7% reduction). Likewise, the electrical demand of 172 kW associated with the recharging of the 26 BEV cars and 8 PHEV cars represents only 0.0023% of the maximum demand of the SEIN.

KEY WORD: Electromobility, technological innovation, primary energy saving.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Durante muchos años, la industria automotriz ha estado dominada por un estándar tecnológico: los vehículos con motor de combustión interna alternativo, que contribuyen actualmente en la actividad humana a través de la masificación del transporte, pero emitiendo grandes cantidades de gases de efecto invernadero al medio ambiente. Consientes en la actualidad del cambio climático, se presentan graves problemas hacia la salud, causando afecciones respiratorias, según el Organismo Mundial de la Salud (OMS) uno de cada nueve muertos en el mundo se debe a esa causa. El sector transporte en nuestro País presenta numerosos retos que deben ser abordados con suma urgencia dentro de ellos la informalidad y sobre todo el nivel de contaminación, a tal punto que el nivel de material particulado PM_{2.5}, contaminante de alta penetración en las vías respiratorias sea tres veces el nivel recomendado por la OMS.

Como parte de los acuerdos de la COP 21 el año 2015, el Perú adquirió compromisos dentro de las NDC (Contribuciones Nacionalmente determinadas) en las cuales está descarbonizar sus sistemas de transporte, lo que implica un cambio radical en la forma que entendemos hoy el transporte. Esto se presenta como el primer paso para cambiar la matriz de transporte futura, que debe incluir desde la electrificación, aspectos como autonomía y suministro, conectividad en los vehículos, así como sus efectos colaterales que acompañaran a esta tecnología.

Nuestro parque automotor al margen de aplicación de normativas en lo referente a límites máximos permitidos, a la promoción de los biocombustibles en el sector automotriz y a la entrada del gas natural como combustible dentro de la matriz energética de transporte, más aún es predominante el uso de motores de combustión interna de ciclo Otto o con motores de encendido por explosión que utilizan gasohol, GLP y GNV, así como por motores de ciclo diésel o encendido por compresión, siendo el combustible el petróleo BD2 y BD5.

Tarde o temprano será inevitable la implementación de esta tecnología en el Perú, tal como está ocurriendo en la mayor parte de los países del mundo. Mas si consideramos que tenemos características para aprovechar este cambio en la concepción del transporte. Así tenemos un fuerte potencial solar (y en general renovable) para la generación de energía eléctrica, el cual podría permitir un abastecimiento confiable a los futuros vehículos eléctricos que ingresen a la flota vehicular para uso particular y

público. Así mismo los recientes descubrimientos de litio (en Puno) nos permiten tener la posibilidad de poder articularnos en la cadena productiva de vehículos eléctricos, mediante baterías de litio.

Así mismo surge también la necesidad futura de instalar surtidores públicos y privados abastecidos por la red de distribución de energía proveniente del Sistema Interconectado Nacional, lo cual de alguna manera puede provocar el incremento de la generación de energía, la cual por lo general se realizará a través de una central termoeléctrica con gas natural, según el orden de despacho actual de la generación de energía eléctrica.

Teniendo en cuenta lo enunciado se plantea el siguiente problema:

¿LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL PARQUE AUTOMOTOR LIGERO DE PASAJEROS EN EL PERU, QUE EFECTO TENDRÁ EN EL MERCADO DE ENERGIA?

1.2 ANTECEDENTES:

Se tienen los siguientes estudios que sirven como antecedente al presente informe de tesis:

En la tesis de ARIAS PEREZ, David(2015) en su tesis titulada Influencia del vehículo eléctrico sobre la fiabilidad de los sistemas eléctricos para optar el título de Ingeniero de Tecnologías Industriales en la Universidad Carlos II de Madrid en España, concluye lo siguiente : La estrategia de carga controlada se basa en la estrategia de carga en horas valle, pero durante estas horas, los usuarios ceden a los operadores de red el control de la tasa de carga de sus vehículos para lograr el mayor equilibrio de la red atendiendo a las necesidades particulares de cada usuario. Esta estrategia, al igual que la carga en horas valle, estaría motivada por beneficios en las tarifas que los usuarios obtendrían y las compañías promoverían. Los resultados obtenidos en las simulaciones de esta estrategia controlada son excelentes para todos los escenarios y no sería necesario aumentar la potencia instalada en ningún caso para el sistema eléctrico peninsular. Existe una única excepción en el valor de fiabilidad obtenido para el sistema de prueba con el escenario más agresivo, donde, a pesar de aparecer una disminución de la fiabilidad, ésta se mantiene en límites aceptables.

Del mismo modo ALEGRE BUJ, María (2017) en su tesis para optar el grado de doctor de Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Educación a distancia de Madrid en España concluye lo siguiente: La autonomía del vehículo depende del ciclo de conducción elegido, además, ésta se ve mermada por el estado de envejecimiento de la batería. Para ver la influencia de la exigencia en la conducción y los efectos que tienen la orografía de las vías y el tipo de tráfico se han hallado las autonomías para los diferentes ciclos de conducción. Así para el FTP 75 el alcance sería de 94,3 km, 123,8 km para el UNECE Elementary Urban Cycle, 102,5 km para el UNECE Extra-Urban Driving Cycle y 82,3 km para el UNECE Reg. 83 Extra-Urban Driving Cycle, en el caso de ciclos de conducción reglados. Si se elige un ciclo experimental con tráfico fluido, la autonomía es de 96,3 km y en el caso de tráfico congestionado o no fluido, ésta sería de 92,8 km.

Así mismo MAMANI APAZA, Juan en su tesis Diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía energética del vehículo eléctrico de EPIME UNA Puno, para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno manifiesta lo siguiente: El vehículo eléctrico usa la energía química acumulada en las baterías recargables, este se propulsa con la fuerza que produce un motor suministrado por energía eléctrica, estos motores se pueden instalar en un sistema eléctrico para poder recargar las baterías mientras este detenido. El motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la actuación de los campos magnéticos, el cual posee en su parte interior un elemento conductor que tiende a moverse dentro del campo magnético. Estos motores presentan varias ventajas frente a los de combustión, iniciando por un menor tamaño, peso y una mayor sencillez. El uso de estos motores aporta ventajas desde el punto de vista del medio ambiente, ya que permite disminuir el nivel de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Un vehículo solar es un vehículo propulsado por un motor eléctrico, alimentado por energía solar fotovoltaica obtenida de paneles solares ubicados en la superficie del techo, capot y puertas del automóvil. Los paneles solares convierten la energía del sol directamente a electricidad, que puede o bien ser almacenada en baterías o utilizada directamente por el motor.

En la tesis de TORRES SARMIENTO, Juan (2015) en su tesis titulada Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca para optar el título de Ingeniero Automotriz en la Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca en Ecuador, concluye lo siguiente: Los vehículos eléctricos van a representar una oportunidad para el aprovechamiento energético en la localidad de Cuenca, ya que la ciudad dispone de una cobertura energética adecuada para su implementación , por lo que por medio del análisis de la curva de demanda diaria se ha comprobado que 1598 vehículos eléctricos diarios pueden ingresar al mercado tomando como referencia la mayor demanda energética de la ciudad y tomando en consideración las recargas de los vehículos eléctricos se ejecuten en horarios supervalle(horas de la mañana) para evitar sobredimensionar la red eléctrica de distribución, con un consumo requerido para el caso de los vehículos modalidad particular de 5.395 GWh/año, representando a la red energética de Cuenca un incremento del 0,616 %, mientras que el consumo requerido para el transporte público modalidad taxi es de 13,53 GWh/año reflejando el 1,549 % de la demanda total, es decir se pudo comprobar que la mayor demanda exigida se ve reflejada en los taxis antes de que los vehículos de uso particular con aproximadamente el doble de la demanda requerida para su normal funcionamiento.

Del mismo modo ROAS VALERA, Loreto (2011) en su Informe de Investigación titulado Los vehículos eléctricos para la Universidad Antonio de Nebrija en España concluye lo siguiente: Los coches eléctricos ayudan a evitar la contaminación del aire, la contaminación acústica e incluso a nuestro bolsillo. Además, los gobiernos dan ayudas para aquellos que a la hora de comprar un coche escogen uno eléctrico o un híbrido, por ejemplo, en España estos están exentos del impuesto de matriculación. Cada vez somos más conscientes del daño que estamos causando, contaminado el lugar donde vivimos, y no es solo por la contaminación, el petróleo se está acabando y, al igual que otros muchos objetos de nuestra vida, es necesario para que los vehículos funcionen, así que necesitamos buscar nuevas alternativas como pueden ser los coches eléctricos que además ayudan a evitar la contaminación. Sin embargo, aunque este tipo de vehículos, algún día, podrá utilizar sólo recursos renovables, de momento no es así, de forma que la elección actual que tendría el menor impacto ambiental negativo sería

un cambio de estilo de vida en favor a caminar, montar en bicicleta o el uso del transporte público.

Del mismo modo ZUÑIGA LARCO, Víctor (2014) en su tesis titulada Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en Lima Metropolitana para optar el título de Ingeniero Mecánico de la Pontificia Universidad Católica del Perú concluye lo siguiente: Se puede concluir que la capacidad de las baterías y por ende, la autonomía del vehículo, depende de diversos factores, tales como: inclinaciones de terreno, cantidad de pasajeros y carga adicional, uso de accesorios y equipos. La selección del pack de baterías permite una autonomía de 58,56 km, para condiciones de tráfico pesado durante las mañanas en Lima Metropolitana, utilizando el 80% de capacidad de las baterías. El tiempo de carga del 80% de las baterías es de 6.1 horas. Del levantamiento de datos, se puede afirmar que para las condiciones de tráfico pesado en Lima Metropolitana, durante horas de la mañana, entre 9:00 a.m. y 11:00 a.m., se obtuvo que las velocidades promedio son de $15,06 \pm 4,8$ km/h, para ciclos de conducción de 3,74 km en 15 minutos; además, se registró velocidad máxima de 40 km/h. Este ciclo de conducción se validó por medio de las encuestas realizadas a usuarios de vehículos dedicados a gasolina y diésel. El vehículo eléctrico no cuenta con un MCI, lo cual significa una mejora de calidad de aire y disminución de gases de efecto invernadero. Así como también, asegura una disminución de gastos en función del recorrido, para un recorrido anual se presenta un ahorro aproximado de 6,880 Soles, frente al uso de vehículos dedicados a gasolina.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La justificación es la siguiente:

El Perú ha sido activo en la implementación de políticas de eficiencia energética en transporte a través de la renovación de flotas, la capacitación de empresas y conductores y el etiquetado de eficiencia energética. Sin embargo, es claro que se requiere de impulsos adicionales para alcanzar las metas propuestas en lo referente a la calidad y uso eficiente de la energía en el sector transporte y sus efectos colaterales. Los vehículos eléctricos presentan una interesante oportunidad para alcanzar las metas descritas en el párrafo anterior, pues en la actualidad presentan una mayor

eficiencia en términos energéticos y al mismo tiempo, ayudarían a reducir la emisión de gases de efecto invernadero al obtener su energía de una matriz energética con creciente participación de fuentes renovables o también proveniente del sistema interconectado nacional. Los vehículos eléctricos contribuyen también a reducir las emisiones de contaminantes locales en zonas de alta exposición y a reducir los niveles de ruido. Por estos y otros beneficios, así como por los avances tecnológicos de las baterías, los vehículos eléctricos son un elemento relevante en los mercados internacionales, más aún cuando ya varios países y marcas han declarado su decisión de autorizar o fabricar solamente vehículos eléctricos en plazos relativamente breves, tales como Noruega, Francia, Gran Bretaña, Holanda y Volvo, respectivamente.

Actualmente, la posición del Perú en el mercado automotor global es muy pequeña, pues no produce vehículos ni es un gran importador de escala global. Tampoco hoy juega un rol decisivo en el mercado global de baterías, componente esencial de los vehículos eléctricos, salvo por la particularidad de su importante presencia en la producción de litio, en la zona Sur aun sin explotación. Si bien hoy está limitado al rol extractivo de otros minerales (cobre, oro, etc.), existen proyectos en curso para el desarrollo de productos con alto valor agregado, como cátodos y celdas de baterías. Existen entonces espacios para el desarrollo de políticas públicas en esta materia, puesto que existe acuerdo entre los especialistas de que en la próxima década los vehículos eléctricos aumentarán de forma importante su participación en el mercado nacional. Este escenario nos obliga a prepararnos para la masificación de estos vehículos, asegurando la generación de las condiciones y la coordinación con otras políticas públicas, para que su desarrollo ocurra de forma tal que se aprovechen sus beneficios. El impacto de una adopción masiva de la electromovilidad abarca principalmente a los sectores de energía, medioambiente y transporte. Además de la posible contribución al alcance de las metas de consumo energético y emisiones ya mencionadas, los impactos en movilidad también pueden ser relevantes, sobre todo si se considera que el desarrollo de los vehículos eléctricos viene aparejado con una serie de adelantos como los vehículos autónomos conectados, el internet de las cosas, y en la forma en que las personas pueden viajar. Pese a su eficiencia energética y ambiental, los automóviles eléctricos ocupan espacio vial igual que los convencionales, por lo que es importante que el desarrollo de esta tecnología venga acompañado de otros esfuerzos que ayuden a hacer el transporte más eficiente en conjunto. En este aspecto

es necesario conocer cuál es el efecto de la electromovilidad en el mercado de energía del Perú, concedores que aun la red de energía eléctrica depende de un centro de operaciones de generación centralizado como es el SEIN, con predominante aun presencia de centrales termoeléctricas en la cobertura de la máxima demanda.

1.4 HIPÓTESIS

Se plantea la siguiente hipótesis: La implementación de la electromovilidad en el parque automotor ligero de pasajeros en el Perú reducirá el consumo de combustibles en un 5% y incrementará la oferta de generación de energía eléctrica en 5 MW en el mercado de energía del Perú para el 2021

1.5 OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la implementación de la Electromovilidad en el parque automotor ligero de pasajeros en el mercado energético peruano.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar el ahorro de energía primaria por la sustitución de automóviles convencionales por automóviles eléctricos del parque automotor ligero de pasajeros
- Estimar la reducción de gases de efecto invernadero por el reemplazo de vehículos convencionales por vehículos eléctricos del parque automotor de pasajeros
- Estimar el incremento de la demanda en el SEIN por el consumo de energía eléctrica y su efecto en la participación de la máxima demanda y consumo de energía.
- Determinar las condiciones más adecuadas para la promoción e incremento de autos eléctricos del parque automotor ligero de pasajeros.

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2.1 SISTEMA AUTOMOTRIZ CONVENCIONAL.

2.1.1 FUNDAMENTOS:

a. MOTOR DE COMBUSTION INTERNA:

Los motores de combustión interna son máquinas térmicas cuya función es transformar la energía calorífica de un combustible líquido o gaseoso en energía mecánica o de trabajo útil. Se les llama también endotérmicos, pues el trabajo se origina dentro de una cámara de combustión, en donde, al producirse el encendido y seguidamente la explosión de la mezcla de trabajo, ésta genera la expansión directa de un pistón a lo largo de un cilindro. Para que el pistón funcione por si solo es necesario que haga cuatro recorridos, carreras, tiempos o etapas: admisión, compresión, expansión y escape. A diferencia de los motores de dos tiempos, en los motores de cuatro, cada tiempo o carrera corresponde a una etapa de funcionamiento del motor, y cada etapa o carrera representa media vuelta del giro del cigüeñal, es decir, 180°. El ciclo termodinámico completo de dos vueltas será de 0° hasta 720°. (Álvarez Flores,2010)

b. MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESION:

Se basan en el Ciclo Termodinámico Diesel, en el cual se caracteriza porque la combustión se realiza a presión constante. La mayoría de los motores diésel son del ciclo de cuatro tiempos, salvo los de pequeña capacidad que son de dos tiempos. Las fases son diferentes de las de los motores de gasolina. En la primera carrera, la de admisión, el pistón sale hacia fuera, y se absorbe aire hacia la cámara de combustión. En la segunda carrera, la fase de compresión, en que el pistón se acerca. el aire se comprime a una parte de su volumen original, lo cual hace que suba su temperatura hasta unos 850 °C. Al final de la fase de compresión se inyecta el combustible a gran presión mediante la inyección de combustible con lo que se atomiza dentro de la cámara de combustión, produciéndose la inflamación a causa de la alta temperatura del aire. En la tercera fase, la fase de trabajo, la combustión empuja el pistón hacia fuera, transmitiendo la fuerza longitudinal al cigüeñal a través de la biela, transformándose en fuerza de giro par motor. La cuarta fase es, al igual que en los motores Otto, la fase de escape, cuando vuelve el pistón hacia dentro. (Álvarez Flores,2010)

Algunos motores diésel utilizan un sistema auxiliar de ignición para encender el Combustible al arrancar el motor y mientras alcanza la temperatura adecuada. La

eficiencia o rendimiento (proporción de la energía del combustible que se transforma en trabajo y no se pierde como calor) de los motores diésel dependen, de los mismos factores que los motores Otto, es decir de las presiones (y por tanto de las temperaturas) inicial y final de la fase de compresión con un valor de 30 a 35 %. Este valor se logra con un grado de compresión entre 13: 1 hasta 20 a 1 Por ello es necesaria una mayor robustez, y los motores diésel son, por lo general, más pesados que los motores Otto. Esta desventaja se compensa con el mayor rendimiento. (Mendoza, 2017).

c. MOTORES DE ENCENDIDO POR EXPLOSION:

El motor convencional del tipo Otto es de cuatro tiempos (4T), aunque en fuera borda y vehículos de dos ruedas hasta una cierta cilindrada se utilizó mucho el motor de dos tiempos. El rendimiento térmico de los motores Otto modernos se ve limitado por varios factores, entre otros la pérdida de energía por la fricción y por lo extraído por el sistema de refrigeración. La termodinámica nos dice que el rendimiento de un motor alternativo depende en primera aproximación del grado de compresión. Esta relación suele ser entre 6: 1 hasta 12: 1 en la mayoría de los motores Otto modernos. Se pueden utilizar proporciones mayores, como de 12 a 1, aumentando así la eficiencia del motor, pero este diseño requiere la utilización de combustibles de alto índice de octano para evitar el fenómeno de la detonación, que puede producir graves daños en el motor, como es el caso del motor ciclo Otto con gas natural con numero de octano igual a 130. La eficiencia o rendimiento medio de un motor Otto es de un 30 a un 25%: sólo un poco más de la cuarta parte de la energía calorífica se transforma en energía mecánica. (Cabronero, 2003)

d. AVANCES TECNOLOGICOS DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA:

Según estimaciones de los proveedores mundiales de sistemas de automoción e industrial, para el año 2030 los motores de combustión interna seguirán instalándose en alrededor del 70% de los vehículos, de los cuales el 30% dependerá exclusivamente del propulsor de combustión interna y el 40% serán híbridos. Por eso resulta fundamental continuar invirtiendo en su desarrollo. Se presentan varias tendencias para su mejor desempeño:

- Tren de válvulas variable UniAir: Es un sistema de tren de válvulas más compacto y ligero (hasta un 30% menos de peso) que los actuales. Otra de sus ventajas es que permite optimizar al máximo el aire en el motor y optimizar los cambios de carga y

velocidad. El sistema está formado de un módulo que se instala entre el árbol de levas y el vástago de la válvula, junto con el software correspondiente. Se puede implantar en diferentes motores. (Pareja,2019)

- Módulo de gestión térmica TMM: La temperatura es un factor clave para el correcto funcionamiento de un motor y en este apartado destaca un módulo de gestión térmica tanto para motores de combustión interna como híbridos y eléctricos que mejora el control de la temperatura de funcionamiento en toda la cadena cinemática, incluyendo el motor, la transmisión y los componentes eléctricos como la batería, la electrónica y el motor eléctrico. Este sistema se basa en la regulación de caudales de aire mediante unidades de corredera accionados electromecánicamente y controlados por sensores de posición. Uno de los objetivos es conseguir la temperatura de funcionamiento óptima del motor cuanto antes, para por un lado reducir las emisiones de CO₂ y por otro mejorar el confort de los pasajeros. (Pareja, 2019)
- Hibridación suave. Es una tecnología que permite una significativa reducción de los consumos y emisiones de la mayoría de los automóviles, de un modo sencillo y a bajo coste. La hibridación de 48 voltios permite electrificar plataformas convencionales, proporcionando hasta 20 kW de potencia eléctrica sin realizar grandes cambios para adaptar toda la arquitectura. Comparado con los sistemas híbridos de alto voltaje, el de 48 voltios tiene una sensacional relación coste-beneficio. Y su implementación técnica es sencilla gracias a su concepción modular, que facilita su inserción. Hay seis niveles de hibridación de 48 voltios, que cubren diferentes necesidades y prestaciones. (Schaffler,2018)
- Árbol de levas de ajuste eléctrico (ECP). Este sistema realiza ajustes rápidos en función de la velocidad y la temperatura, y permite optimizar la distribución de las válvulas en todo el rango de funcionamiento y temperatura, lo que juega un papel cada vez más importante en los sistemas híbridos, ya que los motores de combustión interna de los vehículos híbridos tienen que arrancar con una frecuencia significativamente mayor que los instalados como única fuente de accionamiento. Con esta unidad se asegura que este proceso de arranque se lleve a cabo de forma

rápida, eficiente y (lo más importante) con bajos niveles de vibración. (Hernández, 2019)

e. EFECTO CONTAMINANTE POR EL USO DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA:

Es cierto que, para minimizar esos efectos, los fabricantes han hecho grandes inversiones. Hay varios estudios que así lo atestiguan, entre los que figuran el de la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, según el cual, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) de los motores diésel se han reducido en un 90% en los últimos 20 años. Otro estudio, de ANFAC, expone que un motor diésel de los años 70 contaminaba lo que 100 actuales y responsabiliza al 20% más antiguo del parque automovilístico, del 80% de la contaminación generada por estos motores. Los NOx de un motor a gasóleo pueden ser de entre un 3 – 10 % superiores a los de su equivalente a gasolina, si bien las nuevas especificaciones de los motores diésel eliminan casi el 100 % de estos componentes, mientras que las emisiones de dióxido de carbono (CO2) de una gasolina están entre un 20 – 25 % por encima de los del gasóleo. (Pastor, 2018)

Recordemos que los óxidos de nitrógeno son en parte los causantes de la lluvia ácida y el CO2, lo es del efecto invernadero. La lluvia ácida se produce al mezclarse el agua de la lluvia con las emisiones que contienen óxido de nitrógeno, dióxido de azufre y trióxido de azufre, transformándose en ácido nítrico, ácido sulfuroso y ácido sulfúrico. Estos ácidos, al precipitarse sobre la tierra en forma de lluvia, ocasionan graves daños a la naturaleza al acidificar los suelos, lagos y mares con el consiguiente perjuicio para la flora y la fauna terrestre y marina. Por otra parte, el efecto invernadero es el causante del calentamiento global, contra el que se debe luchar, pues puede provocar (y de hecho ya lo está haciendo) el deshielo de los Polos. Noruega prohibirá la venta de vehículos diésel y gasolina para el año 2025. Holanda, Alemania, Irlanda y Dinamarca lo tienen previsto para el año 2030 y, finalmente, España, Francia y Reino Unido lo prevén para el año 2040. En este último país, RU, no podrán circular a partir del 2050. Como puede verse, son varios países los europeos que han puesto fecha al final de los automóviles con motores de combustión interna. (Pastor,2018)

Lima es una de las cinco ciudades con el aire más contaminado de América Latina, junto con Ciudad de México, Santiago de Chile, Sao Paulo y Rio de Janeiro. Esto se debe

principalmente al estado paupérrimo de su parque automotor y al poco entusiasmo que ponen sus autoridades para remediarlo. Según la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, los aportes de los sectores transporten e industria poseen una participación del 70 por ciento y 30 por ciento respectivamente en la contaminación del aire. Es decir, el transporte es el sector que domina ampliamente las emisiones atmosféricas en la zona de Lima Metropolitana. (Saavedra, 2014)

Según la Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares (2007), los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna producen, en general, tres tipos de emisiones de gases contaminantes:

- Las emisiones causadas por la evaporación de combustible pueden ocurrir cuando el vehículo está estacionado o cuando está en circulación. Su magnitud depende de las características del vehículo, de factores geográficos y meteorológicos como la altura y la temperatura ambiental y, principalmente, de la presión de vapor del combustible. La variedad de procesos por los que se presentan emisiones evaporativas en los vehículos incluye: las emisiones diurnas, generadas en el sistema de combustible del vehículo debido a los cambios de temperatura a través de las 24 horas del día. Emisiones del vehículo recién apagado con el motor caliente: que se presentan una vez que se apaga el motor, debido a la volatilización del combustible por su calor residual y emisiones evaporativas en circulación, que se presentan cuando el motor está en operación normal. (Saavedra,2014)

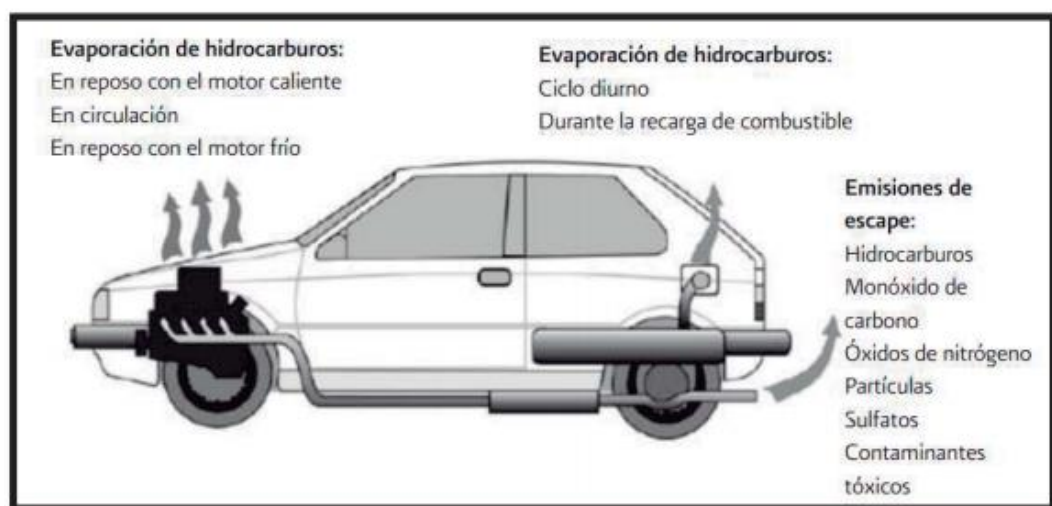


Figura 1. Emisiones contaminantes vehiculares
Fuente: (Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares, 2007)

- Las emisiones por el tubo de escape son producto de la quema del combustible y comprenden a una serie de contaminantes tales como; monóxido y dióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y material particulado, además de ciertos contaminantes presentes en el combustible como el azufre y, hasta hace algunos años, el plomo (Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares, 2007). Estas emisiones se dividen en emisiones en caliente y emisiones en frío. (Saavedra, 2014).
- Emisiones de frenos y neumáticos, estas emisiones se asocian al desgaste debido al tiempo de uso de los frenos y los neumáticos. Los contaminantes que se generan son material particulado y están en función de la categoría vehicular y del nivel de actividad que estos tengan. Para el caso específico de las emisiones de los neumáticos, estas están en función del número de llantas que posee el vehículo. (Saavedra,2014)

2.1.2 ASPECTOS ENERGETICOS:

Las máquinas térmicas (como los motores de gasolina y diésel) tienden a desperdiciar gran cantidad de energía en forma de calor. Pese a lo que pudiese parecer, la tecnología en constante evolución tan sólo puede arañar algunos puntos porcentuales en esa gran cantidad de energía desperdiciada, porque las máquinas térmicas están limitadas de modo absoluto por las leyes físicas en las que se basa su funcionamiento, que son los principios de la termodinámica. Los motores de gasolina y diésel son máquinas térmicas y, por tanto, están limitadas por el máximo absoluto de Carnot, pero su funcionamiento es sustancialmente distinto y, por definición, menos eficiente, que el de la máquina reversible y perfecta por muchos motivos. Así pues, sería más exacto hacer un modelo teórico de un motor diésel o gasolina ideales para conocer su eficiencia máxima e insuperable. (Artes, 2020)

Este modelo existe y es una especie de adaptación del ciclo reversible de Carnot al ciclo de funcionamiento de estos motores en concreto. No vamos a bucear en sus fórmulas, pero sí vamos a curiosear en sus resultados. Empezando por un motor de Ciclo Otto (gasolina convencional) y según este cálculo explicado por la Universidad de Sevilla, tomando datos razonables para las variables implicadas, la eficiencia máxima de un motor teórico perfecto de gasolina con relación de compresión 8:1 es de un 56,5%. En el caso

del ciclo diésel, que difiere ligeramente de la gasolina y permite relaciones de compresión mayores, en este cálculo realizado sobre el modelo teórico de este ciclo, se puede ver que su rendimiento perfecto para una relación de compresión de 18:1 sería de un 63,2%. (Artes, 2020)

Como ejemplo notable de la eficiencia máxima alcanzable en el mundo real por un motor diésel, ya expusimos con cierto detalle el caso del motor alternativo más potente del mundo, un diésel naval de 109.000 CV. Su eficiencia máxima era de un 51,5% girando alrededor de 100 rpm. Puesto que su lentitud lo hace mucho más eficiente que un diésel automovilístico, cabe suponer que ningún diésel montado en un coche a día de hoy se encuentre ahora mismo muy por encima de un 40% de rendimiento en su régimen de trabajo y carga óptimos, si es que lo alcanza, y desde luego no en toda su gama de revoluciones. Por lo que respecta a los motores de gasolina, deberían estar alrededor de 2/3 de esa cifra según las numerosas referencias consultadas, así que podríamos tomar como valor aproximado de rendimiento óptimo para una gasolina moderna un aprovechamiento no muy superior al 30% de la energía consumida, suponiendo que se alcance tal cota y, de nuevo, no en toda la gama de revoluciones y niveles de carga. (Polanco, 2016)

El rendimiento de un vehículo es el concepto asociado al trabajo que realiza para desplazarse en diferentes situaciones de tráfico, ya sea urbano, carretera y mixto, en función del consumo de combustible y se expresa en kilómetros por litros (Km/l). El rendimiento de un automóvil se clasifica en:

- Rendimiento urbano: Se define como un circuito estándar para el estudio, el más usado y común, un ejemplo de esta condición es el tráfico de la ciudad de Santiago, sin usar autopistas.
- Rendimiento en carretera: Se define aquel circuito para el estudio donde el vehículo mantiene velocidades constantes entre los 90 y 120 Km/h. Un ejemplo de este punto es un vehículo que se desplaza entre ciudades utilizando sólo carreteras.
- Rendimiento mixto: Es aquel circuito que mezcla las dos condiciones anteriores, un ejemplo de este punto es el desplazamiento desde un extremo de Santiago a otro, incluyendo el uso de las autopistas. (Diario Rally Movie, 2016)

Un auto con el sistema GLP puede llegar a rendir entre 30 a 35 kilómetros por galón y, en el caso del GNV, este puede llegar a rendir entre 40 a 45 kilómetros por galón. Mientras que el rendimiento global de un automóvil desde el suministro de energía, hasta la energía transmitida a los neumáticos es de 16 % siendo uno de los sistemas energéticos más ineficientes. (Diario Rally Movie, 2016)

2.1.3 SISTEMA DE PROPULSION.

La transmisión es el conjunto de mecanismos que permiten transmitir el par motor a las ruedas, aumentándolo hasta el valor necesario para el arranque y el desplazamiento a cualquier velocidad, mediante una serie de desmultiplicaciones. Asimismo, permite arrancar el vehículo desde parado, mantener el motor en marcha estando el vehículo inmóvil, y permitir su movimiento hacia atrás, por ejemplo, para aparcar. Las tecnologías de transmisión se pueden dividir en tres grupos principales, dependiendo de la naturaleza de la fuente de energía utilizada para proporcionar la potencia. (Alegre,2017)

Así, nos encontraremos con la propulsión térmica, la propulsión eléctrica y la propulsión híbrida:

- Propulsión térmica: el movimiento del automóvil se produce gracias a un motor térmico que transforma la energía térmica del combustible utilizado, en energía mecánica que se transmite al eje. Como combustible se puede utilizar, bien un combustible fósil, ya sea líquido o gaseoso: gasolina, diésel, gas natural o GLP, un biocombustible: biodiesel, biogás o bioetanol u otros combustibles como el hidrógeno.
- Propulsión eléctrica: el movimiento del automóvil se produce gracias a un motor eléctrico que transforma energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas. La energía eléctrica puede provenir de baterías, pilas de combustibles o placas solares que estén montadas en el vehículo.
- Propulsión híbrida: el movimiento del automóvil se consigue por medio de una combinación de sistemas térmicos y eléctricos. (Alegre, 2017)

2.1.4 TECNOLOGIAS EMERGENTES.

- a. **SOLUCIONES ACTIVAS:** Son estrategias de reducción de emisiones directamente en el interior del cilindro mediante la modificación en los sistemas de gestión de aire y de inyección tales como:
- Turbo de sobrealimentación: Con turbinas de geometría fija, variable, con enfriador y en los últimos tiempos sobrealimentación en varias etapas, tiene como función aprovechar la energía residual de los gases de escape, tanto en presión como en temperatura para introducir más aire dentro del cilindro, consiguiendo con esta tecnología una mejora en la eficiencia volumétrica, el efecto sería tener un mismo motor (adquirido) con un incremento en su cilindrada y potencia. (Amaya Molina,2012).
 - Recirculación de Gases de Escape EGR: Sus posteriores evoluciones (EGR refrigerado, EGR de baja presión), así como la introducción de sistemas de distribución variable que flexibilizan el proceso de renovación de la carga. Se trata de un dispositivo anticontaminante que bajo ciertos arreglos tecnológicos parte de los gases de escape vuelven a entrar en la cámara de combustión o cilindros del motor. Disminuyendo la temperatura de combustión y por tanto los gases emitidos a la atmósfera sean menos nocivos, debido a que el aire que ingresa ahora en los cilindros tiene menos porcentaje de oxígeno comparado con el exterior, lo que ayuda a reducir la emisión de óxido de nitrógeno NO_x . El uso de catalizadores en los motores Diésel no es efectivo para la eliminación del NO_x , por lo que es necesario el sistema EGR. En los motores a gasolina, se usan en combinación con las nuevas tecnologías de inyección directa. (Amaya Molina,2012)
 - Inyección: Lo que respecta a las soluciones referidas a los sistemas de inyección cabe destacar el incremento generalizado de la presión de inyección, la reducción en el diámetro de las toberas, el incremento en el número de orificios de las toberas y, por último y de manera destacada, la introducción de estrategias de inyección múltiple. Este cambio en la tecnología implica que se puede modular el proceso de mezcla y, por tanto, los procesos de combustión y emisiones. (Amaya Molina,2012)
- b. **SOLUCIONES PASIVAS:** Estas estrategias están basadas en la reducción de contaminantes por medio de la eliminación o retención y posterior eliminación de las emisiones contaminantes una vez producidas en el interior de la cámara de combustión, mediante la instalación de dispositivos de post-tratamiento específicos en la línea de escape. Dentro

de este tipo de soluciones pasivas la distinción se realiza en función del contaminante que eliminan.

- Filtro de partículas: Almacena y posteriormente quema las partículas de hollín generadas durante algunas fases de la combustión. Utiliza un sistema llamado regeneración y emplea un aditivo a base de cerina que ayuda a bajar la temperatura de combustión y a elevar la velocidad de combustión del hollín acumulado en el filtro. En Europa todos los vehículos equipados de un motor tendrán la obligación de reducir considerablemente sus emisiones de óxidos, HC y de partículas (PM) a partir de la entrada en vigor de la norma Euro 6. Por ejemplo, las emisiones procedentes de los coches y de otros vehículos destinados al transporte se limitan a 80 mg/km (lo que representa una reducción suplementaria de más del 50 % respecto de la norma Euro 5). (Campos,2015)
- Reducción catalítica selectiva SCR: Reduce las emisiones que se producen durante la combustión de un motor mediante un convertidor catalítico integrado en el sistema de escape. El funcionamiento a simple vista resulta muy sencillo puesto que lo que hace es convertir el NOx en nitrógeno diatómico (N₂) y agua (H₂O) mediante un agente reductor llamado urea. (Asencio,2008)

Las soluciones pasivas como método de reducción del contaminante deseado tienen una alta eficiencia comparadas con las soluciones activas, sin embargo, se tienen inconvenientes derivados de su aplicación, tales como: aumento del consumo de combustible y regeneración de filtros, que se ven reflejados en el aumento del costo del motor, debido a la tecnología instalada, lo que implica un mayor coste de mantenimiento para el usuario final. (Amaya Molina,2012)

2.2 ELECTROMOVILIDAD.

2.2.1 FUNDAMENTOS.

La Movilidad sostenible se refiere a un análisis para encontrar alternativas que permitan minimizar o evitar los efectos negativos causados por problemas medioambientales ocasionados por el uso del vehículo como medio de movilización; todo esto debido a que la mayoría de vehículos tienen como fuente principal de energía los combustibles fósiles; así como también reducir la explotación de los mismos. Por lo tanto la electromovilidad

es el medio que permite el transporte de personas o de carga y usa como medio propulsor un motor eléctrico en lugar de un motor de combustión interna. Este motor eléctrico es alimentado por una batería que le proporciona energía para su movimiento. En gran medida las personas consideran al vehículo eléctrico completamente un hecho reciente, aunque por el hecho de investigaciones y desarrollo tecnológico esto es de tiempos pasados. (Torres,2015)

La electromovilidad es un término general para describir el desarrollo y uso de vehículos eléctricos (VE) en calles y carreteras; su fomento a nivel mundial responde a diversas razones, siendo su eje central la necesaria respuesta al cambio climático en curso y sus temas concomitantes, tales como eficiencia energética, fomento productivo, investigación y desarrollo, innovación, entre otras. (García, 2019)

Conceptualmente, la Electromovilidad hace referencia al uso de vehículos eléctricos, siendo entendido como aquellos que hacen uso de combustibles y/o energía alternativa impulsado por uno o más motores eléctricos. Pese a lo anterior, la electromovilidad es un concepto más amplio que incluyen una serie de tipologías: aquellos con batería eléctrica (battery-electric vehicle) o 100% eléctricos, los PHEV o híbridos enchufables (plug-in hybrid) y con celdas de combustible (fuel cell vehicles) que incluyen vehículos de dos y tres ruedas, automóviles, camionetas comerciales ligeras, autobuses, camiones y otros. En definitiva, en electromovilidad hay dos tipos de tecnología: está el auto con batería de ion-litio, y está el auto de fuel cell, donde uno genera la electricidad con el combustible que es hidrógeno, y eso permite mover el motor eléctrico. Mientras que el primero requiere una recarga eléctrica que toma varias horas, el fuel cell de hidrógeno se recarga en dos minutos y tiene una autonomía mayor al auto eléctrico. (García, 2019)

A nivel mundial existen más de 3 millones de vehículos eléctricos, donde la mayor cantidad se encuentra entre China y Estados Unidos, seguidos por países como Noruega, Francia, Reino Unido, Canadá, Japón, Islandia y Suecia. Por ejemplo, los automóviles eléctricos representaron el 39% de las ventas de automóviles nuevos en Noruega en 2017, e Islandia y Suecia, lograron una participación de ventas de autos eléctricos de 11.7% y 6.3%, respectivamente, en 2017. Por su parte, China es el país con más autos eléctricos

recorriendo sus ciudades algunas de las cuales con un 100% de la flota con buses eléctricos. (García, 2019)

El coche eléctrico fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron, hasta el punto que existieron vehículos eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos sobre el que Diesel (motor diésel) y Otto (gasolina), basaron el automóvil actual. Los principales hitos de la historia del vehículo eléctrico a lo largo de la historia ocurrieron durante los siglos XIX y XX. (Alegre, 2017)

La evolución tecnológica de los componentes del vehículo eléctrico ha sido en los últimos años espectacular. El avance en la tecnología de los semiconductores ha permitido la aplicación de los motores de inducción, los cuales eliminan el problema de desgaste de los colectores y escobillas de los primeros motores de corriente continua. Éstos, también han mejorado con el motor de disco que utiliza un disco plano como rotor. Otro aspecto importante en el vehículo eléctrico es el control de la velocidad, donde el primitivo sistema, que variaba la corriente por conexión y desconexión de resistencias en serie, fue sustituido por los rectificadores de silicio y los tiristores, que permiten un ajuste fino de la velocidad y de una forma más eficaz. Los transistores de potencia disminuyen aún más las pérdidas producidas en la conmutación con una circuitería más simple. El sistema de control del vehículo eléctrico ha mejorado substancialmente gracias a los microprocesadores. (Alegre, 2017)

2.2.2 ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS:

- **Vehículo eléctrico.**

Un vehículo eléctrico es un vehículo de combustible alternativo impulsado por uno o más motores eléctricos. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utiliza otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales, los motores inerciales o aplicaciones del magnetismo como fuente de propulsión, como es el caso de los trenes de levitación magnética. (Torres, 2015)

Un vehículo eléctrico es aquel que utiliza la energía química guardada en una o varias baterías recargables. Se impulsa con la fuerza que produce un motor alimentado por

electricidad; ya que estos motores eléctricos se pueden enchufar a la red para recargar las baterías mientras está aparcado, siempre que la infraestructura eléctrica lo permita. Un motor eléctrico transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. El elemento conductor que tienen en su interior tiende a moverse cuando está dentro de un campo magnético y recibe corriente eléctrica. Hay motores eléctricos de todos los tamaños, que impulsan desde un coche de radiocontrol a una locomotora. Los motores eléctricos ofrecen muchas ventajas frente a los de combustión, empezando por un menor tamaño y peso, además de una mayor sencillez técnica. Su utilización presenta ventajas desde el punto de vista medioambiental, ya que permite disminuir el nivel de emisiones de CO₂ a la atmósfera. (Torres, 2015)

- **Vehículo cero emisiones.**

Un vehículo de cero emisiones (VCE), también popularmente conocido por su siglas en inglés como ZEV (Inglés: "Zero-emissions vehicle"), es un vehículo que no emite sustancias contaminantes a través del tubo de escape generadas por la fuente de propulsión a bordo del vehículo. Contaminantes dañinos para la salud y el ambiente incluyen partículas finas (hollín), hidrocarburos, monóxido de carbono, ozono, plomo y varios óxidos de nitrógeno. Aunque no son considerados como emisiones contaminantes por las definiciones originales de la Junta de Recursos del Aire de California (CARB por sus siglas en inglés) ni de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el uso más reciente del término también incluye compuestos orgánicos volátiles, varios tóxicos del aire, y contaminantes globales como el dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. Ejemplos de vehículo de cero emisiones incluyen vehículos de propulsión humana como las bicicletas; vehículos eléctricos, los cuales no tienen tubo de escape porque no producen emisiones; vehículos de hidrógeno impulsados por pila de combustible, los cuales solamente emiten agua por el tubo de escape; y los vehículos de aire comprimido. (Alegre, 2017)

- **Vehículo con pila combustible de hidrogeno.**

La principal diferencia de un coche de hidrógeno es que, si bien es un coche eléctrico pues son exclusivamente los motores eléctricos los que se encargan de hacer girar

las ruedas, su funcionamiento no es igual. En un coche de pila de combustible se va generando la electricidad a medida que el coche la necesita. En lugar de almacenar la energía en baterías acumuladoras, éstos utilizan una pila de combustible, algo así como una central energética portátil. En un coche de combustión la energía se obtiene al quemar los derivados del petróleo, en los coches de hidrógeno se procesa el hidrógeno para producir electricidad a demanda. (Martin, 2020)

El hidrógeno (H_2) a presión se almacena en unos tanques específicos. Este elemento se canaliza hacia la pila de combustible, donde se añade el oxígeno del aire ambiental para producir electricidad y, como producto residual, se obtiene agua (H_2O). Porque, sí, los coches de hidrógeno tienen tubo de escape, pero no contaminan, sólo expulsan vapor de agua. La electricidad generada en la pila de combustible se destina a una batería, como en un coche eléctrico, la cual es la encargada de repartir la energía al o a los motores eléctricos de los que disponga el coche. También se puede destinar electricidad bajo demanda directamente de la pila de combustible a los motores eléctricos. El sobrante de electricidad acumulado en la batería más la recuperación de energía conseguida a través de la frenada regenerativa se guardan en la batería, permitiendo a las mecánicas de pila de combustible funcionar incluso sin estar consumiendo hidrógeno. (Martin, 2020)

El hidrógeno también puede obtenerse mediante reformado de hidrocarburos, mediante gasificación de hidrocarburos o biomasa, por producción biológica de bacterias o algas a pequeña escala y mediante ciclos termoquímicos (con energía nuclear o solar) a gran escala. Otra de las cuestiones más complicadas en lo referente al hidrógeno es su almacenamiento. Se trata de un gas extremadamente volátil con una densidad de tan solo $0,0899 \text{ kg/m}^3$, por lo que mantener a este gas contenido a presión dentro de depósitos implica añadir elementos muy pesados que lo puedan retener en su interior. Con la tecnología actual es prácticamente imposible garantizar la ausencia de pérdidas, principalmente por las válvulas de llenado/vaciado. (Martin,2020)

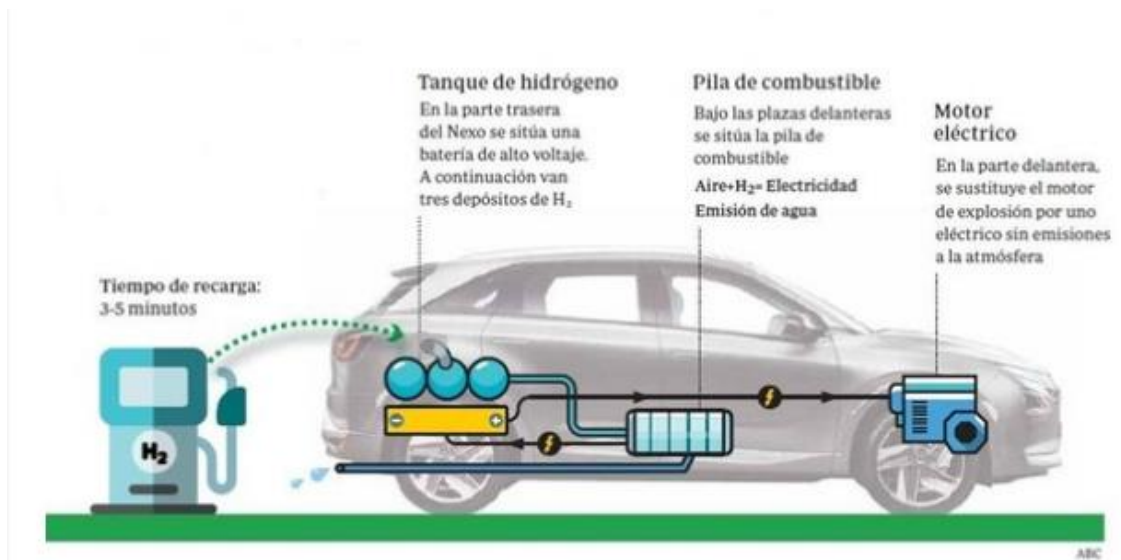


Figura 2. Estructura de un automóvil con hidrógeno.
Fuente:(Asociación Española de hidrogeno, 2020)

- **Vehículo solar.**

Un vehículo solar es un vehículo propulsado por un motor eléctrico que es alimentado por energía solar fotovoltaica obtenida de paneles solares ubicadas en la superficie del techo, capot y puertas del automóvil. Los paneles solares convierten la energía del sol directamente en electricidad, que puede o bien ser almacenada en baterías o utilizada directamente en el motor. El sistema fotovoltaico es una alternativa para generar energía eléctrica a bordo de un vehículo. Son poco eficientes (15-20 %) y costosos razón por el cual no son muy utilizados. Si se utiliza el techo de un vehículo tipo VAN, por ejemplo, no se podrían obtener más de 1 kW de potencia usando celdas de eficiencia igual a 15 %. Lo cual es insuficiente como para mover el vehículo. Durante los periodos en que el vehiculó está estacionado se podrían cargar las baterías, las cuales almacenan la energía para utilizarla posteriormente. El sistema fotovoltaico es mejor utilizado como elemento de apoyo a la tracción de un vehículo eléctrico. (Minam,2018)

Un automóvil solar, resalta los términos "eficiencia" y "energía solar" de una manera por demás atractiva, lo que ha provocado un efervescente interés por estos términos entre los ingenieros. Esto se logra, gracias a que el auto solar utiliza en su construcción materiales súper ligeros y resistentes como lo son el Kevlar y la fibra de carbono a manera de sándwich con panel de abeja de fibra de aramida, logrando así

obtener el menor peso para una estructura con una resistencia que cumple con los requisitos de seguridad, también, se reducen al máximo las pérdidas mecánicas por fricción en rodamientos, y en la transmisión, se tiene una forma aerodinámica de muy bajo coeficiente de arrastre, se reducen también las pérdidas en la electrónica usando componentes de calidad y diseñando circuitos que manejen una adecuada relación voltaje-corriente y se utilizan llantas especiales para reducir la resistencia al rodamiento. (Chandi y Salazar, 2012)



Figura 3. Estructura de un automóvil solar
Fuente: (Davies, 2018)

- **Vehículo híbrido.**

Los híbridos son automóviles que utilizan un motor eléctrico, y un motor de combustión interna para realizar su trabajo. A diferencia de los automóviles solo eléctricos, hay vehículos híbridos que no es necesario conectar a una toma de corriente para recargar las baterías, el generador y el sistema de "frenos regenerativos" se encargan de mantener la carga de las mismas. Al utilizar el motor térmico para recargar las baterías, se necesitan menor número de estas por lo que el peso total del vehículo es menor ya que el motor térmico suele ser pequeño. Tradicionalmente, los motores que han propulsado a los automóviles convencionales han sido sobredimensionados con respecto a lo estrictamente necesario para un uso habitual. La nota dominante ha sido, y es aún, equipar con motores capaces de dar una potencia bastante grande, pero que sólo es requerida durante un mínimo tiempo en la vida útil de un vehículo. (Acosta, 2013)

Los híbridos se equipan con motores de combustión interna, diseñados para funcionar con su máxima eficiencia. Si se genera más energía de la necesaria, el motor eléctrico se usa como generador y carga las baterías del sistema. En otras situaciones, funciona sólo el motor eléctrico, alimentándose de la energía guardada en la batería. En algunos híbridos es posible recuperar la energía cinética al frenar, que suele disiparse en forma de calor en los frenos, convirtiéndola en energía eléctrica. Este tipo de frenos se suele llamar "regenerativos". (Acosta,2013)

- **Vehículo de aire comprimido.**

Los motores de aire comprimido basan su funcionamiento en la compresión del aire principalmente y constan de tres ciclos, compresión, inyección y expansión. Este tipo de motor basa su funcionamiento en el siguiente fenómeno, el aire es comprimido aumentando su temperatura y posteriormente al introducirse aire a temperatura ambiente provoca un enfriamiento que a su vez hace que exista un aumento de presión moviendo el pistón. MDI (Moteur Developpment International) es una empresa creada en 1991 por el ingeniero francés Guy Nègre, quien antes había trabajado en la fabricación de motores en la industria aeronáutica y Fórmula 1. El proyecto de realizar un motor de aire comprimido viable surge en 1992, pero hasta 1998 no se realiza el primer prototipo. (Panadero,2012)

2.2.3 CLASIFICACION DE AUTOS ELECTRICOS:

- **Vehículos híbridos eléctricos (HEV).**

El funcionamiento de un vehículo híbrido se basa en la combinación de dos tipos de motores, uno eléctrico y otro convencional o de combustión interna, a través de un sofisticado sistema de control híbrido y de un paquete de baterías. En general, un vehículo híbrido funciona como uno convencional al que se le ha unido un motor eléctrico cuya misión es bien ayudar al motor de combustión cuando se precise una mayor potencia o bien impulsar él solo al vehículo, con el motor de combustión desconectado, cuando la potencia requerida sea pequeña, por ejemplo, en condiciones favorables de conducción. (Alegre, 2017)

Estos vehículos se equipan de un motor de combustión interna, un motor eléctrico de imán permanente, batería y supercondensadores los cuales se utilizan como

unidad de almacenamiento eléctrico. La batería y el super-condensador usado hacen posible la transferencia de energía de forma bidireccional entre las ruedas, baterías, o súper condensadores en la proporción deseada. También cuenta con EMC (Ordenador de gestión de la energía) instalado en el vehículo que controla todo el sistema para determinar lo que cada unidad debe hacer. Usando una batería de condensadores en lugar de únicamente una batería se reduce significativamente la potencia y los ciclos de energía requeridos, lo que aumenta la vida de la batería. Sin embargo, la eficiencia se reduce a medida que el EMC realiza la mayor parte de la transferencia de energía entre las baterías y los súper condensadores. El EMC se comunica con los controladores del condensador y la batería, el motor de combustión interna, y los controles de conducción para decidir el par requerido de los motores de la batería y los condensadores. (Alegre, 2017)

En la configuración “en serie”, el vehículo híbrido es impulsado por uno o más motores eléctricos cuya electricidad es provista por una batería o por un generador conectado al motor de combustión interna. Sin embargo, en ambos casos la fuerza motriz del vehículo proviene del o los motores eléctricos. En la configuración “en paralelo” el vehículo híbrido puede ser impulsado ya sea por el motor de combustión directamente a través del sistema de transmisión hacia las ruedas, o por uno o más motores eléctricos, o por ambos métodos simultáneamente. En ambas configuraciones la batería puede ser recargada por el motor y generador a medida que el vehículo se desplaza, de forma tal que la batería no necesita ser tan grande como aquella empleada en un vehículo eléctrico exclusivamente a baterías. Además, ambas configuraciones permiten el frenado regenerativo, donde el motor opera como generador cargando la batería y frenando el vehículo simultáneamente. (Hrudnick, 2014)

La configuración en serie tiende a ser usada sólo en aplicaciones específicas. Su principal desventaja es el hecho de que toda la energía eléctrica debe pasar a través del generador y los motores eléctricos, lo cual incrementa de forma considerable los costos. Por otra parte, la configuración en paralelo ofrece una variedad mayor de aplicaciones. Las máquinas eléctricas pueden ser más pequeñas y más baratas, dado que no tienen que convertir toda la energía del vehículo. (Hrudnick, 2014)

Existen varias formas en las cuales el HEV en paralelo puede ser usado. En el caso más simple el vehículo funciona con electricidad proveniente de las baterías, por ejemplo, en una ciudad donde las emisiones de gases son indeseadas, o puede operar sólo con el motor de combustión interna cuando se realizan viajes fuera de la ciudad. Alternativamente, y de forma más útil, el vehículo híbrido en paralelo puede combinar el uso de las baterías y el motor de combustión, continuamente optimizando la eficiencia de este último. Una disposición convencional consiste en obtener la potencia base para impulsar el vehículo, normalmente alrededor del 50% del requerimiento de máxima potencia, desde el motor de combustión interna, y extraer la potencia adicional desde el motor eléctrico y las baterías, recargando estas últimas con el motor-generator cuando no son usadas. Empleando técnicas de control modernas la velocidad y el torque del motor pueden ser controladas para minimizar las emisiones de gases y maximizar la economía de combustible. El principio básico es mantener el motor de combustión interna con carga relativamente alta, a velocidades moderadas, o desconectarlo completamente. (Hrudnick, 2014)

Por otro lado, un vehículo híbrido se puede también clasificar en función de su nivel de electrificación. Según esta clasificación, existen dos grados de hibridación: total o parcial. Cuando el vehículo es capaz de funcionar tanto con cada motor de modo totalmente independiente como de hacerlo con ambos motores simultáneamente, se denomina “full hybrid” o híbrido total. La hibridación total admite todas las combinaciones posibles de funcionamiento y es, por lo tanto, la más completa y compleja de gestionar, además, de por supuesto, la más eficiente. En segundo lugar, cuando el vehículo es capaz de hacer funcionar a los dos motores a la vez, pero sólo al motor de combustión de forma independiente se dice que es del tipo “mild hybrid”, híbrido parcial, híbrido suave o vehículo con asistencia eléctrica. A este grado de hibridación se le considera parcial o incompleto al carecer de la capacidad de funcionar de modo exclusivamente eléctrico. (Alegre, 2017)

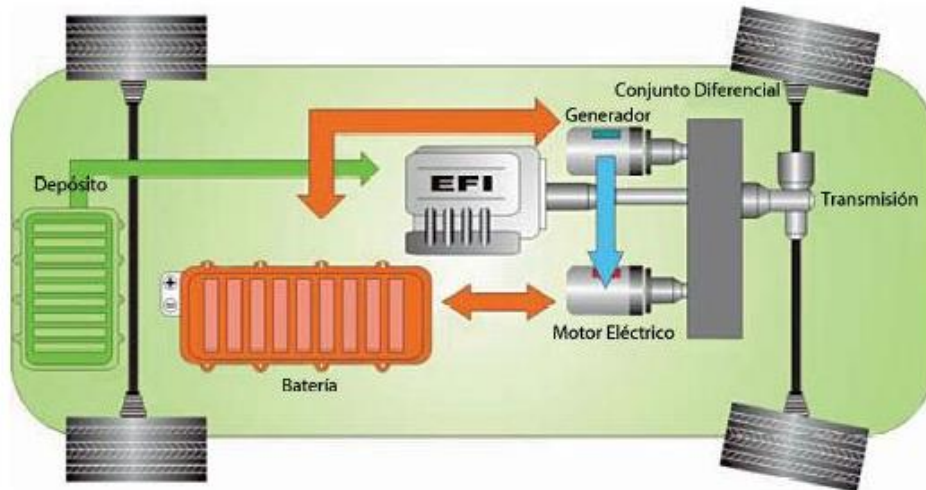


Figura 4. Vehículos híbridos con configuración mixta
Fuente: (Alegre, 2017)

Los HEV son más caros que los vehículos convencionales. Sin embargo, existen algunos ahorros potenciales tales como la no necesidad de caja de cambios ni motor de partida, entre otros. Existen varios HEV en el mercado internacional, y se espera que dicho sector continúe creciendo en los próximos años. El Toyota Prius, es el vehículo que ha puesto a los híbridos en el foco de la atención pública. Éste ocupa un motor Diesel de 1,5 litros y un motor eléctrico de 33 kW, los cuales funcionan separadamente o en conjunto para optimizar el consumo de combustible. La batería es del tipo níquel-metal (NiMH). En la partida y a bajas velocidades el Prius opera solamente con el motor eléctrico, evitando el uso del motor de combustión interna cuando emite mayor cantidad de partículas y gases y es además menos eficiente. Este automóvil usa freno regenerativo y posee una economía global de combustible del orden de 24 km/litro, una velocidad máxima de 160 km/hr y una aceleración de cero a 100 km/h en 13,4 segundos. La batería del Toyota Prius sólo es cargada con el motor y no posee conexión externa para usar la red eléctrica como fuente de abastecimiento. De esta forma el vehículo abastece su energía sólo recargando combustible de la forma tradicional. Además, posee capacidad para 4 pasajeros y el tamaño del maletero casi no se ve afectado por el tamaño de la batería. (Hrudnick, 2014)

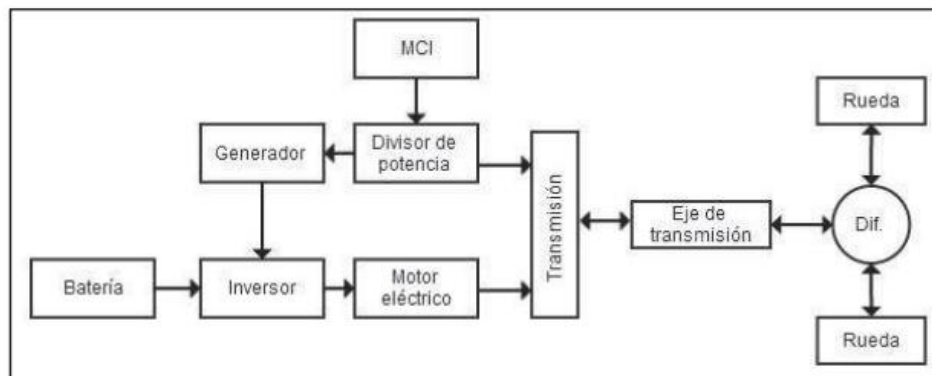


Figura 5. Diagrama de bloque de HEV, sistema mixto.
Fuente: (Zúñiga, 2014)

- **Vehículos híbridos eléctricos enchufables. (PHEV).**

Los híbridos enchufables, también llamados Vehículos Eléctricos Enchufables (PHEVs por sus siglas en inglés), son híbridos con baterías de alta capacidad que pueden ser recargadas con un enchufe eléctrico o una estación de recarga. PHEVs pueden guardar suficiente electricidad de la toma de corriente para reducir así su consumo de petróleo en condiciones típicas de manejo. (EPA,2020)

Estos vehículos son similares a los vehículos híbridos eléctricos ya que pueden cargar las baterías por medio del MCI, pero a diferencia de los HEV, en los PHEV las baterías tienen densidad de energía alta, lo que les permite un mayor recorrido que los HEV. Las baterías en los PHEV pueden ser cargadas por el motor de combustión interna o pueden cargarse al conectar el vehículo a una toma de corriente de la red eléctrica. La energía utilizada de la red eléctrica, deja de lado la energía generada al combustionar los combustibles fósiles en el MCI; esta es una ventaja frente a los HEV ya que estos necesitan un MCI para poder cargar las baterías. El PHEV es un vehículo que puede utilizarse en distancias cortas – aproximadamente 60 km – sin necesidad de utilizar el MCI, lo cual lo convierte en un ZEV (Vehículo de cero emisiones) (Zuñiga,2014)

Existen dos configuraciones básicas de PHEV: Los series híbridos enchufables, también llamados Vehículos Eléctricos de Rango Extendido (EREVs). El motor eléctrico solo hace girar las llantas; el motor de gasolina solo se utiliza para generar electricidad. Los PHEVs pueden funcionar solamente con electricidad hasta que las

baterías necesiten ser recargadas. El motor de gasolina entonces genera la electricidad que se necesita para alimentar el motor eléctrico. En viajes cortos, estos autos no usan nada de gasolina. Los híbridos enchufables paralelos o combinados. Ambos motores, el eléctrico y el de gasolina, están mecánicamente conectados a las llantas, y entre los dos impulsan el vehículo durante su funcionamiento. El auto solo funciona de modo eléctrico cuando se maneja a velocidades bajas. Los híbridos enchufables tienen diferentes capacidades de batería, permitiendo a algunos viajar más lejos en modo eléctrico que a otros. El ahorro de combustible de los PHEV, como en cualquiera de los demás autos eléctricos e híbridos regulares, dependen del estilo y las condiciones de manejo; así como del uso de accesorios. (EPA, 2020)

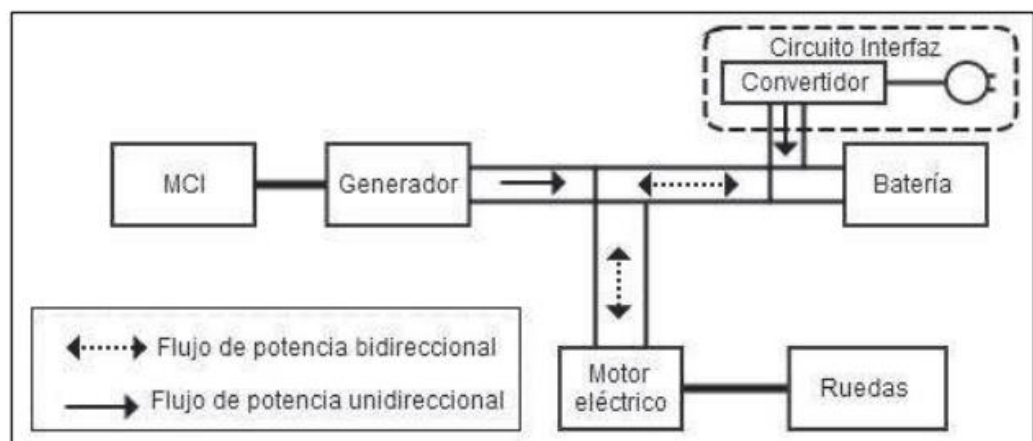


Figura 6. Diagrama de bloque de PHEV, sistema en serie.
Fuente: (Zúñiga, 2014)

Recargar la batería utilizando una toma de corriente casera de 120 voltios puede tomar varias horas; recargar utilizando una toma de corriente casera o pública de 240 voltios puede llevar de 1 a 4 horas; mientras que una "carga rápida" de hasta el 80% de su capacidad puede tomar tan solo 30 minutos. Sin embargo, estos vehículos no necesariamente deben ser conectados. Pueden ser alimentados solamente por gasolina, pero entonces no alcanzarán su máxima autonomía o ahorro de combustible sin carga eléctrica. (EPA, 2020)

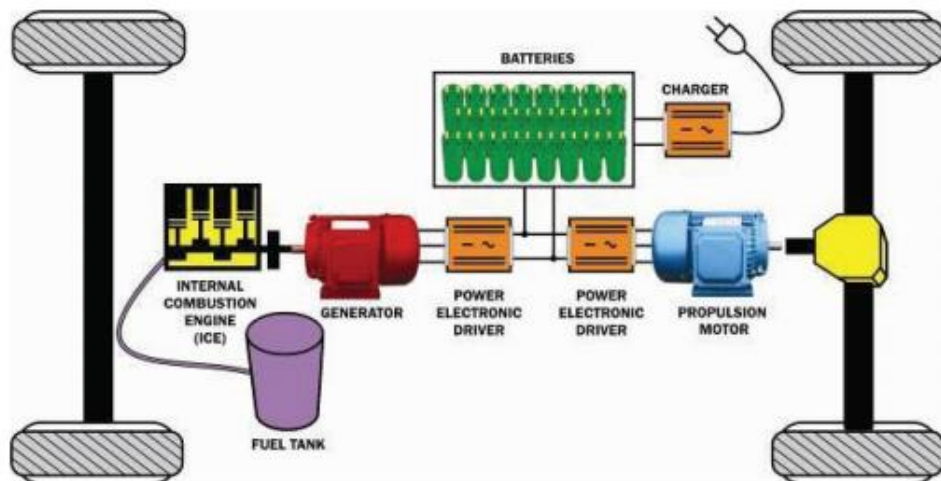


Figura 7. Vehículos Híbridos Eléctrico Enchufables (PHEV) configuración serie
Fuente: (Alegre, 2017)

- **Vehículos totalmente eléctricos. (EV)**

Son propulsados únicamente por un motor eléctrico. La fuente de energía proviene de la electricidad almacenada en la batería que se debe cargar a través de la red. Aunque también incorporan otras tecnologías de carga como el frenado regenerativo. El funcionamiento y la mecánica del EV es mucho más sencillo que en los vehículos convencionales. Fundamentalmente se basa en uno o varios motores eléctricos acoplados mecánicamente a los ejes del vehículo. Estos motores eléctricos son controlados con variadores de frecuencia y otros métodos de electrónica de potencia que ejecutan las señales recibidas por el conductor al pisar el acelerador. El volumen del motor también se reduce considerablemente frente a los motores de combustión. (Usaola, 2015)

Los vehículos eléctricos no cuentan con un motor de combustión interna, la propulsión del vehículo es lograda por uno o hasta cuatro motores eléctricos. Es un vehículo de cero emisiones (ZEV). Es necesario recargar las baterías por medio de la red eléctrica o por medio de infraestructura dedicada; es decir, grifos de electricidad. En este tipo de vehículo también se puede cargar las baterías por medio del frenado regenerativo. Sus componentes principales: · Controlador electrónico (recibe la información del usuario, aceleración y frenado, para luego transmitirla al motor eléctrico y así propulsar el vehículo o detenerlo), Convertidor electrónico de potencia

(es un convertidor para DC a AC, un inversor AC a DC y convertidor DC a DC.), · Baterías (Suministran la energía necesaria para accionar el motor eléctrico) y · Motor eléctrico (Es el encargado de propulsar el vehículo) (Zuñiga,2014)

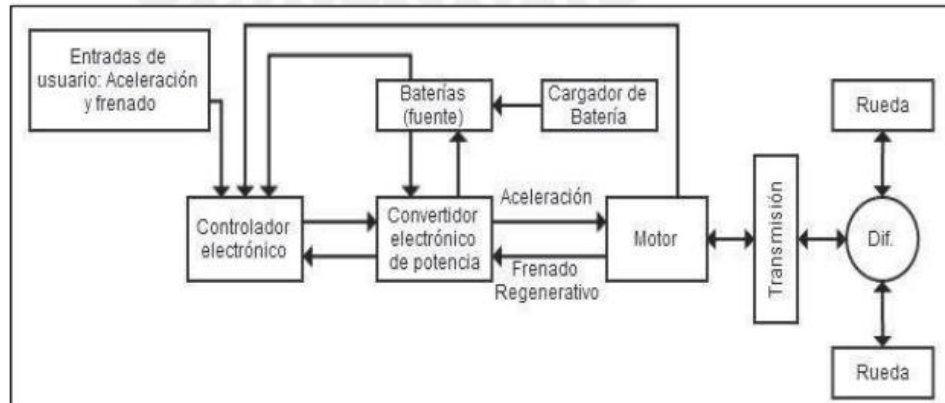


Figura 8. Configuración típica de un auto eléctrico
Fuente: (Zúñiga, 2014)

Las actuales capacidades de las baterías hacen que los Vehículos Totalmente Eléctricos (EV) se perciban como de limitada utilidad por su autonomía y tiempos de recarga necesarios. En un escenario de alta penetración de EVs, con alta fosilización del mix eléctrico, se podrían ahorrar un 46 % de emisiones de CO2 en 2050. Se considera el posible uso de los EVs como almacén energético o como una importante sinergia con las renovables. (Alegre,2017)

Para analizar las características de este tipo de vehículo se van a tomar como ejemplo los modelos más vendidos. El primer ejemplo es el Nissan Leaf, un vehículo eléctrico que ha tenido gran aceptación gracias a su buena relación calidad precio. Se trata del líder de ventas actual a nivel global. La potencia máxima de su motor eléctrico es de 80 kW, su batería tiene un almacenamiento de 24 kWh, que le da una autonomía de 199 km. El segundo ejemplo es el BMW i3. Su motor es algo más potente, con un máximo de 125 kW. La batería tiene una capacidad de 19 kWh y un alcance de 190 km. Por último, el Tesla Model S, un vehículo eléctrico de gama alta que ha conseguido posicionarse como el segundo EV en ventas a nivel global. La última versión (P85D) lleva acoplado un motor eléctrico en cada eje para obtener un mayor rendimiento y en su conjunto suman 515 kW (691 CV). La batería tiene una capacidad de 85 kWh con la que la autonomía alcanza los 407 km. En otros modelos de este

Tesla Model S, la autonomía llega a los 500 km. En todos estos modelos la batería es del tipo ión-litio. (Usaola, 2015)

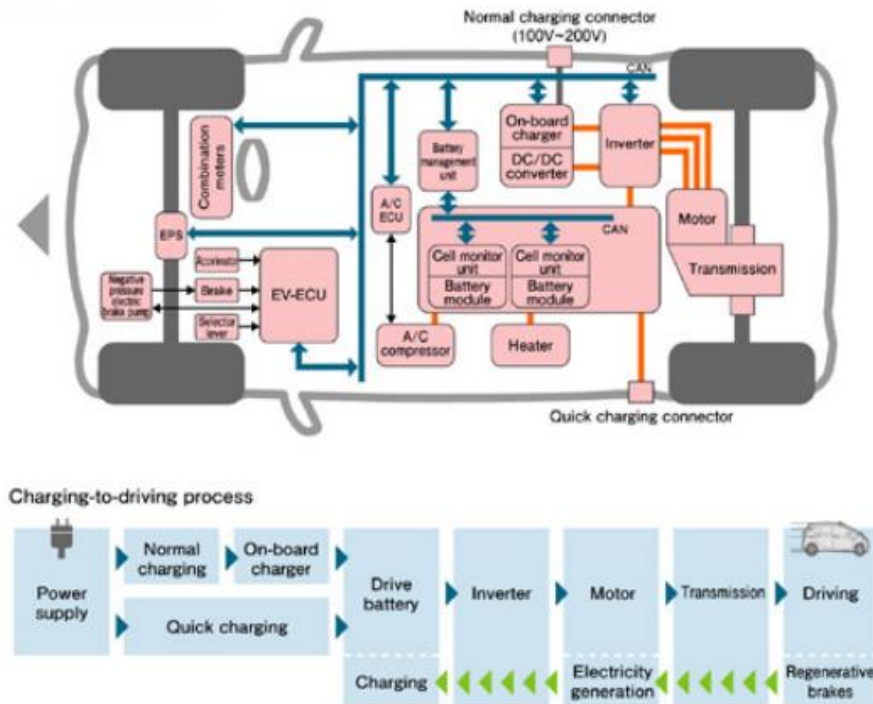


Figura 9. Configuración típica de un auto eléctrico
Fuente: (Usaola, 2015)

2.2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS AUTOS ELECTRICOS.

La gran desventaja de los EV para su posicionamiento de mercado es su precio. Las baterías de litio a pesar de su gran densidad energética aún siguen siendo muy caras y esto afecta al precio final. Se espera que esto cambie a corto plazo con la producción en masa de las baterías. Aunque los gastos en electricidad al año también son considerablemente menores que los gastos en combustible de los vehículos convencionales y ayudan a amortizar la inversión. Actualmente, el cuello de botella de los EV es la batería. Su autonomía y el tiempo necesario para la recarga son la principal desventaja frente a los vehículos convencionales en usos prolongados. Al ser las baterías aún muy pesadas, el peso total es mayor y le otorga menor autonomía. La gran ventaja de los vehículos eléctricos respecto a los vehículos con MCI es que éstos no producen ningún tipo de contaminación en el lugar ni en el momento de su uso. A pesar de ello, pueden producir contaminación indirectamente, si la electricidad utilizada para cargar sus baterías no ha sido producida por fuentes de energía limpias. Con todo esto, permite

una mayor independencia de los combustibles fósiles, y si se da el caso de que su fuente de generación es renovable, su ciclo total de emisiones será cero. (Usaola, 2015)

Los motores de los vehículos eléctricos convierten en movimiento cerca de un 90% de la energía que consumen. Por ello, a pesar de que la fuente de energía primaria sea un combustible fósil y que se produzcan pérdidas por calor en otros puntos, el vehículo eléctrico consumirá menos en comparación con uno de combustión interna (con una eficiencia cercana al 30%). Aparte de la eficiencia, de los motores también destaca lo silenciosos que son en uso. Reducirían notablemente la contaminación sonora de las ciudades. Al ser la mecánica del vehículo eléctrico el mantenimiento y sus costes son menores. En ocasiones casi nulos. Además, tienen una vida útil muy superior. (Usaola, 2015)

2.2.5 COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS HEV/PHEV/EV

- **Sistema de propulsión:**

Son los encargados de propulsar el vehículo, dependiendo del tipo de vehículo eléctrico o híbrido eléctrico y dependiendo de la configuración, puede trabajar el motor eléctrico solo, el motor de combustión interna solo o los dos de forma conjunta. El ciclo Atkinson se diferencia del ciclo Otto en la carrera de expansión, como se mencionó, en la carrera de expansión del ciclo Otto, la válvula de escape se abre antes de que el pistón llegue al PMI; en la carrera de expansión del ciclo Atkinson, la válvula de escape se abre luego que el gas en el cilindro se expanda por completo, logrando una presión cercana a la atmosférica. De esta forma, una mayor cantidad de trabajo se obtiene en la carrera de expansión, lo cual se traduce en un incremento de la eficiencia térmica [18]. Los vehículos con motores de ciclo Otto tienen relaciones de compresión de 10.5:1, en los vehículos con motores de ciclo Atkinson se puede obtener una relación de compresión de 13.4:1, relaciones de compresión del Toyota Yaris y el Toyota Prius respectivamente. (Zuñiga,2014)

- **Maquina eléctrica:**

A la maquina eléctrica utilizada en los vehículos híbridos y eléctricos, se le denomina motor eléctrico (ME) cuando convierten la energía eléctrica en mecánica, es decir, impulsan el vehículo. Cuando la maquina eléctrica convierte la energía mecánica en

eléctrica, se le denomina generador, es el caso para el frenado regenerativo. Los motores eléctricos pueden entregar alto torque a bajas velocidades, lo cual significa una gran ventaja sobre los MCI. Actualmente se utilizan varios tipos de motores eléctricos, depende del diseño del fabricante. (Zuñiga,2014)

·Motor de inducción: Existen dos tipos de motores de inducción; el motor de rotor jaula de ardilla y el motor de rotor bobinado. Los usados en vehículos híbridos y eléctricos son del tipo rotor jaula de ardilla, por lo tanto, se explica sobre este motor. El rotor está formado por barras de cobre o aluminio a lo largo de la periferia, es decir en la dirección axial, las barras están en corto circuito pues a los extremos están unidas por anillos conductores, formando así una jaula de ardilla. Los devanados del estator son tres y se distribuyen de forma espaciada en 120 grados a lo largo de la circunferencia del estator. El devanado del rotor no está conectado al circuito excitación del motor, está aislado. El voltaje es aplicado al devanado del estator, produciendo un campo magnético que gira a velocidad síncrona; ya que el rotor gira a velocidad distinta a la síncrona (incluso a velocidad de rotor cero), los conductores del rotor cortan el campo magnético del estator y se genera una variación en el flujo del circuito del rotor, lo que induce un voltaje en las barras o devanado del rotor. El voltaje inducido en el rotor causa que las corrientes fluyan en el circuito del rotor, ya que el devanado o barras se encuentran cortocircuitados. El torque se produce por la interacción del campo magnético del estator y del campo magnético inducido del rotor. (Zuñiga,2014)

Motor síncrono de imanes permanentes: Es un motor cuyo rotor está compuesto por imanes. El estator tiene tres devanados distribuidos cada 120 grados en la circunferencia del estator. La fuerza magneto motriz es producida por los imanes permanentes. Al utilizar imanes de materiales raros (neodimio, samario-cobalto), se incrementa la densidad de flujo en la brecha de aire y en consecuencia se incrementa la densidad de potencia del motor. Este motor, al tener una densidad de potencia alta, es de menor tamaño en comparación a un motor de inducción de misma potencia. El motor síncrono de imanes permanentes es más fácil de enfriar que el motor de inducción, ya que no tiene pérdidas en el cobre del rotor. El torque

electromecánico es producido por la interacción de los campos generados en el estator y en el rotor. (Zúñiga, 2014)

Motor de reluctancia conmutada: El rotor y el estator están hechos de láminas de acero magnético, el rotor no tiene bobinado ni imanes. Estos motores pueden tener varias combinaciones de polos en el estator – rotor. El devanado del estator que se encuentra en polos diametralmente opuestos, puede estar conectado en serie o en paralelo para formar una fase del motor. El torque se produce cuando una fase del estator es energizada y la pareja de polos más adyacente del rotor es atraída hacia el estator energizado, con el fin de disminuir la reluctancia del camino magnético. Al energizar fases consecutivas en sucesión, se puede desarrollar torque constante en cualquier sentido de rotación. Una gran ventaja sobre otros motores eléctricos es que la temperatura máxima permisible del rotor es mayor. Este tipo de motor eléctrico se usa en aplicaciones de tracción, ya que se pueden diseñar con una región amplia de potencia constante. (Zúñiga, 2014)

- **Baterías.**

Una batería presenta parámetros que especifican su comportamiento. Estos deben ser considerados para su uso en un vehículo eléctrico. Los más importantes se detallan a continuación:

Tensión de las baterías y celdas: Las celdas eléctricas, dependiendo de su química, tienen una tensión nominal que entrega un valor aproximado del voltaje que tendría cuando se esté entregando energía. Las celdas son conectadas en serie para obtener los niveles de voltaje que se buscan. Sin embargo, la tensión de las celdas puede cambiar. Cuando la celda está entregando corriente, la tensión disminuye y cuando se está cargando esta aumenta. El cambio en la tensión de la celda se puede explicar con el concepto de resistencia interna y el circuito equivalente de la celda. (Vargas,2012)

Capacidad de Carga: Corresponde a la cantidad de energía eléctrica que la batería es capaz de entregar. Se usa como unidad de medida el Ampere/Hora (Ah). Si una batería tiene una capacidad de 10 Ah, significa que puede entregar 1 Ampere por 10 horas (medida nominal), 2 Amperes por 5 horas, o en teoría 10 Amperes en 1 hora.

No obstante, esto no siempre se cumple en la práctica. La capacidad de carga es afectada por la velocidad en que es removida la carga. En la figura 7 se muestra la capacidad de carga para una batería de 42 Ah. Se observa como si la carga es removida en una hora se entregan solo 34 Ah, por el otro lado si se descarga lentamente, como por ejemplo en 20 horas, la capacidad aumenta a cerca de 46 Ah. (Vargas,2012)

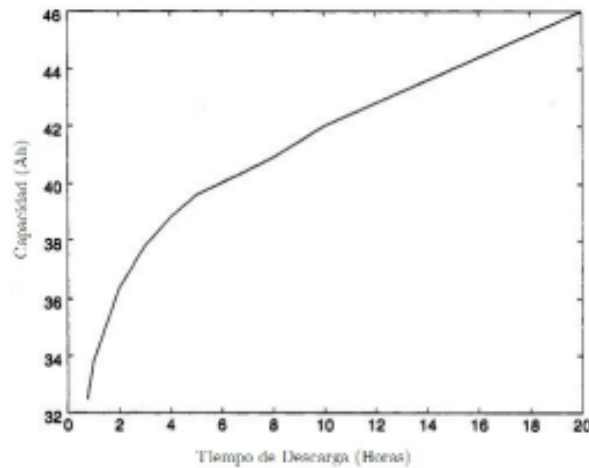


Figura 10. Capacidad de carga batería de 42 Ah.

Fuente: (Vargas, 2012)

Eficiencia de Carga: Corresponde a la relación entre la energía que entrega la batería, con la que recibe. El valor de esta, varía según el tipo de batería, temperatura y la velocidad de la carga. También es susceptible al estado de carga de la batería, por ejemplo, entre el 20 % y 80 % tiene una eficiencia de carga cercana al 100 %, cuando se acerca a la carga total ésta disminuye de forma importante. (Vargas, 2012)

Tasa de auto descarga: Las baterías sufren una descarga cuando no son usadas, esto es importante ya que las baterías no pueden ser dejadas sin cargar por un periodo muy largo de tiempo. Esta tasa varía según el tipo de batería y temperatura (que al ser muy grande aumenta considerablemente la auto descarga). Vida útil y ciclos de descarga: Las baterías pierden su capacidad de carga a medida que estas sufren descargas. Este parámetro depende principalmente del tipo de batería y de cómo es usada la batería. Es una variable muy importante ya que al definir la vida útil de las baterías, se pueden realizar aproximaciones de los costos. (Vargas, 2012)

En los vehículos híbridos y eléctricos actuales, las baterías que se usan principalmente son las siguientes: · Hidruro metálico de níquel (Ni-MH) · Iones de litio (Li-ion)

Tabla 1. Propiedades de las baterías usadas en EV, HEV, PHEV

Tipo de Batería	Energía específica (Wh/kg)	Potencia específica (W/seg)	Eficiencia energética (%)	Ciclo de vida
Hidruro metálico de níquel	60-80	200-400	70	1000
Iones de litio	90-160	200-350	>90	>1000

Fuente: Zúñiga (2014)

Los ultra capacitores son componentes alternativos para almacenar energía, a los capacitores convencionales se les ha aumentado la densidad de energía a costa de la reducción de densidad de potencia, con el objetivo de hacerlos funcionar de forma similar a las baterías. La densidad de potencia o potencia específica es de 10^6 W/m³ y la densidad de energía o energía específica es de 10^4 Wh/m³. Los ultra capacitores aún no pueden utilizarse en un HEV o VE como sistema de almacenamiento principal, pues no cuentan con la energía específica suficiente, pero si pueden utilizarse como intermedio de las baterías y motor eléctrico, ya que pueden proporcionar la potencia repentina que demanda el vehículo para situaciones de aceleración y subida de pendientes. (Zúñiga, 2014)

La batería es el factor más importante que tiene influencia en el rendimiento y costo de los vehículos eléctricos enchufables. En los vehículos eléctricos de batería, ésta constituye aproximadamente un tercio del precio de venta. Existen diferentes tipos de baterías disponibles para su uso en vehículos de pasajeros. Sin embargo, más del 90% de los fabricantes de automóviles actualmente utilizan baterías de iones de litio debido a su rendimiento superior en densidad de energía, vida útil, ciclos de carga y fiabilidad. Se espera en un futuro previsible que las baterías de iones de litio sean el principal tipo de batería (Gobierno del Perú, 2019)

2.2.6 EMISIONES DE CO2.

Las emisiones de un vehículo pueden dividirse en dos; contaminantes del aire, los cuales producen smog, neblina y problemas de salud; y gases de efecto invernadero, los cuales son el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄). Los gases de CO₂, emitidos luego de la combustión del MCI, son los principales causantes del efecto invernadero. Los HEV, PHEV y VE, emiten menor cantidad de CO₂. El Departamento de Energía de Estados Unidos realizó un estudio para determinar la cantidad de CO₂ emitido por los vehículos antes mencionados, en un viaje de 100 millas, lo que equivale a 160 kilómetros. Los resultados obtenidos por el Departamento de Energía de Estados Unidos se dan en unidades del sistema inglés (libras), por lo cual se realiza la conversión al sistema internacional (kilogramo).

Tabla 2. Cantidad de CO₂ emitido según tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	Cantidad de CO ₂ emitido
Convencional	39.5 kg
Hibrido eléctrico enchufable	28.1 kg
Hibrido eléctrico	25.8 kg
Eléctrico	24.5 kg

Fuente: *Departamento de Energía EEUU (2014)*

2.3 METODOS DE RECARGA.

2.3.1 GENERALIDADES.

Un aspecto fundamental a la hora de impulsar el vehículo eléctrico resulta el poder responder a la pregunta que se plantean muchas personas: `¿Dónde es posible recargar su batería?`. Además, muchos de los potenciales compradores se preguntan si el modelo actual sería capaz de ofrecer suficientes puntos de suministro de energía para todos los vehículos. Respuestas claras a dichas cuestiones parecen necesarias para que finalmente se produzca el cambio en el modelo del transporte a nivel europeo. Es decir, de existir una falta de infraestructuras, parece muy complicado que el vehículo eléctrico logre consolidarse. (Sanz, 2015)

Lo cierto es que los puntos de recarga presentan algunas ventajas frente a los de los convencionales vehículos de combustión interna. La principal es la existencia de unas redes eléctricas ya implantadas por todo el territorio europeo, por lo que se posibilita un

abastecimiento de energía distribuido por toda la geografía. Esto se traduce en que la recarga no se produce únicamente en puntos específicos de la ciudad o la carretera (como ocurre con los vehículos convencionales al ser necesario acudir a gasolineras), sino que es posible en cualquier lugar donde exista electricidad. De esta manera, los propietarios de vehículos eléctricos podrían beneficiarse de la implantación de puntos de suministro de energía en vías públicas, parkings públicos de las ciudades e incluso en sus propios hogares. Por lo tanto, supone una menor dependencia al no tener que acudir siempre al mismo lugar. (Sanz, 2015)

Existen sistemas convencionales, que requieren entre seis y ocho horas para una recarga completa de la batería (según el modelo) y también sistemas rápidos. La rapidez depende del tipo de corriente eléctrica (alterna o continua) por lo que se pueden obtener distintos niveles de potencia. Los puntos de recarga rápida siguen en desarrollo, pero se calcula que en tan sólo diez minutos serían capaces de recuperar aproximadamente unos 60 kilómetros de autonomía. Para su uso los vehículos deben contar con la interfaz de carga rápida. Es importante que exista variedad de equipos de distinta clase según la localización del punto de recarga. Además, para una mayor facilidad en cuanto a su uso es necesaria la estandarización de los conectores. (Sanz, 2015)

Otra cuestión relevante es el tramo horario en que se conecta a la red. Los gobiernos fomentan con bonificaciones las llamadas 'horas valle', momentos durante los cuales la demanda eléctrica es menor, en este caso durante la noche. Se trata de una manera de optimizar el cambio de modelo a través de un cambio en los hábitos y costumbres de sus usuarios. En todo caso, habría que decir que para evitar que las infraestructuras de recarga constituyan un obstáculo al cambio de modelo, deberían de implantarse en forma de un proceso más o menos rápido y previo a la aparición de manera generalizada del vehículo Ignacio Sanz Arnaiz 50 eléctrico. Además, estos sistemas deberían de funcionar de manera autónoma y su mantenimiento no debería de suponer ningún problema. Disponer de un sistema de medida de energía eléctrica y de un sistema de pago fiable serían otros aspectos a tener en cuenta. (Sanz, 2015)

2.3.2 TECNOLOGIAS:

Los tipos de recarga del vehículo eléctrico pueden ser divididos esencialmente en recarga convencional y recarga rápida. La rapidez de la recarga depende fundamentalmente de la corriente y potencia eléctrica proporcionada. Con una corriente directa se consiguen distintos niveles de amperaje y de potencia eléctrica que con la corriente alterna para la recarga de las baterías. Las diferencias de tiempo entre una recarga convencional y una recarga rápida pueden ser tan amplias como de 8 horas a 15 minutos. Teniendo en cuenta que en la mayoría de las ocasiones la recarga rápida de 15 minutos supone la carga del 65% de la capacidad de la batería, pues a partir de cierto porcentaje por características de las baterías de ión litio, la recarga es algo más lenta. (Arias, 2015)

Existen cuatro modos de carga definidos por la norma IEC 61851 que dependen del nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga. Los modos con numeración más alta corresponden generalmente a infraestructuras con nivel de protocolos de comunicación más elevados

- En el modo de carga 1 el vehículo es conectado a corriente alterna sin comunicaciones con la infraestructura de recarga. Es una conexión típicamente doméstica. La intensidad máxima permitida son 16 A por fase. La potencia máxima de este modo es 3,7 kW para la conexión monofásica y 11kW para la conexión trifásica. (Arias, 2015)



Figura 11. Conexión del vehículo a la red modo 1.

Fuente: (Endesa, 2014)

- En el modo 2 el cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto para verificar la correcta conexión del vehículo a la red de alterna. La intensidad máxima de recarga son 32 A por fase. La potencia máxima que se puede entregar en este modo son 7,4 kW para conexión monofásica y 22 kW para la conexión trifásica. (Arias, 2015)



Figura 12. Conexión del vehículo a la red modo 2.

Fuente: (Endesa, 2014)

- En el modo 3 el coche se conecta de nuevo a la red de alterna, pero en esta ocasión los dispositivos de control y protecciones se encuentran integrados en la infraestructura de recarga. El cable destina un hilo al control de la conexión. La intensidad máxima para este modo se mantiene en 32 A. (Arias, 2015)



Figura 13. Conexión del vehículo a la red modo 3.

Fuente: (Endesa, 2014)

- El modo 4 sólo es aplicable a la recarga rápida. El punto de recarga incorpora un convertidor a corriente continua e incorpora el sistema regulador. La potencia máxima que se puede entregar en este modo son 210kW para la conexión trifásica alterna (250 A por fase) y 240 kW para la conexión en corriente continua (400 A). (Arias, 2015)



Figura 14. Conexión del vehículo a la red modo 4
Fuente: (Endesa, 2014)

Los puntos de carga más lentos están destinados por su idoneidad a los domicilios o lugares donde pernocten los vehículos y los puntos de carga rápida tienen como objetivo la carga de vehículos en la vía pública.

Tabla 3. Resumen de características de modos de carga

Modo	Corriente (A)	Potencia 1f/3f (kW)	Carga	Recarga en	Recargada controlada
Modo 1	Max. 16 A por fase	3.7/11	Lenta	AC	No
Modo 2	Max. 16 A por fase	7/22	Lenta	Ac	No
Modo 3	Max. 16 A por fase	14/44	Semi rápida	AC	Si
Modo 4	Max. 16 A por fase	56	Rápida	DC	Si

Fuente: *Departamento de Energía EEUU (2014)*

Atendiendo a las distintas potencias, corrientes de circulación y tiempos de carga podemos hablar de

- Carga lenta o convencional: La recarga convencional aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 8 horas aproximadamente. La carga convencional monofásica emplea la intensidad y voltaje eléctricos del mismo nivel que la propia vivienda, es decir, 16 amperios y 230 voltios. Esto implica que, la

potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 3,7 kW. Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda unas 8 horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario. Para conseguir que el vehículo eléctrico sea una realidad y teniendo en cuenta el sistema eléctrico actual, la recarga óptima desde el punto de vista de eficiencia energética, es realizar este tipo de recarga durante el período nocturno, que es cuando menos demanda energética existe. (Alegre, 2017)

También llamada carga convencional, normal o estándar lenta, es, como su nombre indica, la más habitual, provee energía para la carga lenta de baterías de vehículos eléctricos y que tiene una potencia de salida entre 7 kilovatios y 49 kilovatios, lo que permite realizar la recarga completa de las baterías en un plazo de 6 a 8 horas. Este tipo de recarga es la más sencilla de utilizar, ya que no requiere de instalación previa, únicamente es necesario contar con un conector doméstico. La carga lenta es la opción más recomendada para cargar las baterías durante la noche. Además, permite reducir gastos debido a la tarifa eléctrica nocturna, más económica que en el resto de franjas horarias. (Gobierno del Perú, 2019)

- Carga semi-rápida La recarga semi-rápida aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 4 horas aproximadamente. La carga semi-rápida emplea 32 amperios de intensidad y 230 VAC de voltaje eléctrico. Esto implica que, la potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 7,3 kW. Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda unas 4 horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario. (Alegre, 2017)
- Carga rápida El tipo de carga más adecuada es la recarga rápida, que supone que en 15 minutos se puede cargar el 65 % de la batería. La carga rápida emplea una mayor intensidad eléctrica y, además, entrega la energía en corriente continua, obteniéndose una potencia de salida del orden de 50 kW. Esta solución es la que,

desde el punto de vista del cliente, se asemeja a sus hábitos actuales de repostaje con un vehículo de combustión. Estas cargas deben ser concebidas como extensión de autonomía o cargas de conveniencia. Las exigencias a nivel eléctrico son mayores que en la recarga convencional. Lo que puede implicar la necesidad de adecuación de la red eléctrica existente. Por poner una referencia, la potencia requerida para este tipo de instalaciones es comparable a la de un edificio de 15 viviendas. (Alegre, 2017)

La recarga rápida se realiza a una potencia muy alta, las baterías de vehículos eléctricos cuentan con una potencia de salida superior a 50 kilovatios. Una característica muy destacable de este tipo de carga, es que la media hora a la que hacemos referencia, es el tiempo necesario para recargar aproximadamente el 80% de la batería. Habitualmente no supone ningún tipo de inconveniente pues cuando recargamos el vehículo las baterías no suelen estar del todo agotadas, pero en el caso de querer recargar el 20% restante hasta alcanzar la carga completa, el proceso se ralentiza y puede tardar hasta 20 minutos más en alcanzar el 100%. (Gobierno del Perú, 2019)

2.3.3 INFRAESTRUCTURA DE RECARGA.

La infraestructura de recarga es el conjunto de dispositivos físicos y lógicos, destinados a la recarga de los vehículos eléctricos que cumplan los requisitos de seguridad y disponibilidad previstos para cada caso, con capacidad para prestar servicio de recarga de forma completa e integral. Incluye las estaciones de recarga, el sistema de control, canalizaciones eléctricas, los cuadros eléctricos de mando y protección y los equipos de medida, cuando éstos sean exclusivos para la recarga de [vehículo eléctrico. (Gobierno del Perú, 2019)

La funcionalidad principal del sistema de recarga de vehículos eléctricos es conseguir cargar la batería de los vehículos. Esta recarga se debe realizar de manera ordenada para no perjudicar a diferentes elementos del sistema eléctrico. De ahí que se necesite de dotar a la infraestructura de recarga de una gestión inteligente de la demanda. En la figura siguiente se puede observar de manera esquemática los flujos energéticos que serán gestionados entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga, para dos tipologías de puntos de recarga. (Tapia, 2014)

El sistema de recarga de los vehículos eléctricos debe poseer ciertas características para que pueda realizar una gestión de la demanda eficiente:

- Capacidad de gestión energética de numerosos puntos de recarga.
- Flexibilidad: para poder incorporar en el futuro funcionalidades que no están disponibles en estas primeras etapas.
- Seguridad: para dotar de fiabilidad al sistema.
- Robustez: para seguir funcionando de manera eficaz a pesar de la aparición de interferencias externas.
- Estandarización de los componentes críticos del sistema de recarga.
- Interoperabilidad: para permitir una libertad de recarga a lo largo de todo un territorio, aunque haya varios sistemas de recarga en el territorio. (Tapia, 2014)

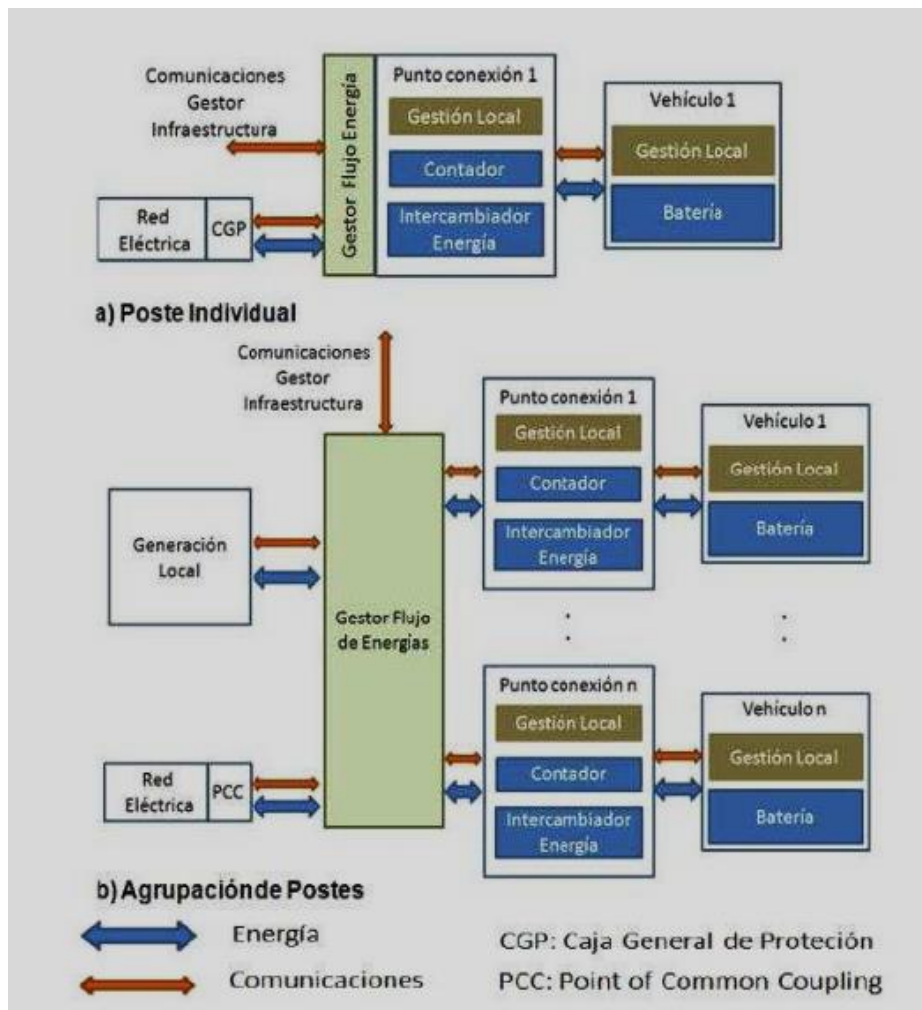


Figura 15. Diagrama de bloques de arquitectura de recarga
Fuente: (Tapia, 2014)

Estas funcionalidades del sistema de recarga se pueden dividir en tres unidades individuales que en su conjunto consiguen realizar una eficiente gestión de la recarga. Estas tres unidades son el punto de recarga (PR), el gestor local (GL) y el centro de gestión (CG). El punto de recarga es la frontera física entre la infraestructura de recarga y el vehículo eléctrico. Su función es la de asegurar la seguridad eléctrica y mecánica de la conexión, tanto para el vehículo como para el usuario. Asimismo, debe ser capaz de medir la cantidad de energía que fluye por él, hacia o desde el vehículo. En algunas ocasiones puede ser capaz de identificar al usuario/vehículo que desea recargar sus baterías en dicho punto de recarga. El gestor local es el encargado de gestionar los flujos energéticos que se distribuirán entre los diferentes puntos de recarga. Debe ser capaz de configurar una previsión de la demanda de los puntos de recarga que gestiona y de medir la potencia disponible para los vehículos eléctricos conectados a dichos puntos. El centro de gestión coordina el correcto funcionamiento de todos los gestores locales. Su función es la de validar las diferentes previsiones de carga aportadas por los GL, comprobar con los diferentes agentes del sistema eléctrico que la previsión de los GL se puede cumplir. (Tapia, 214)

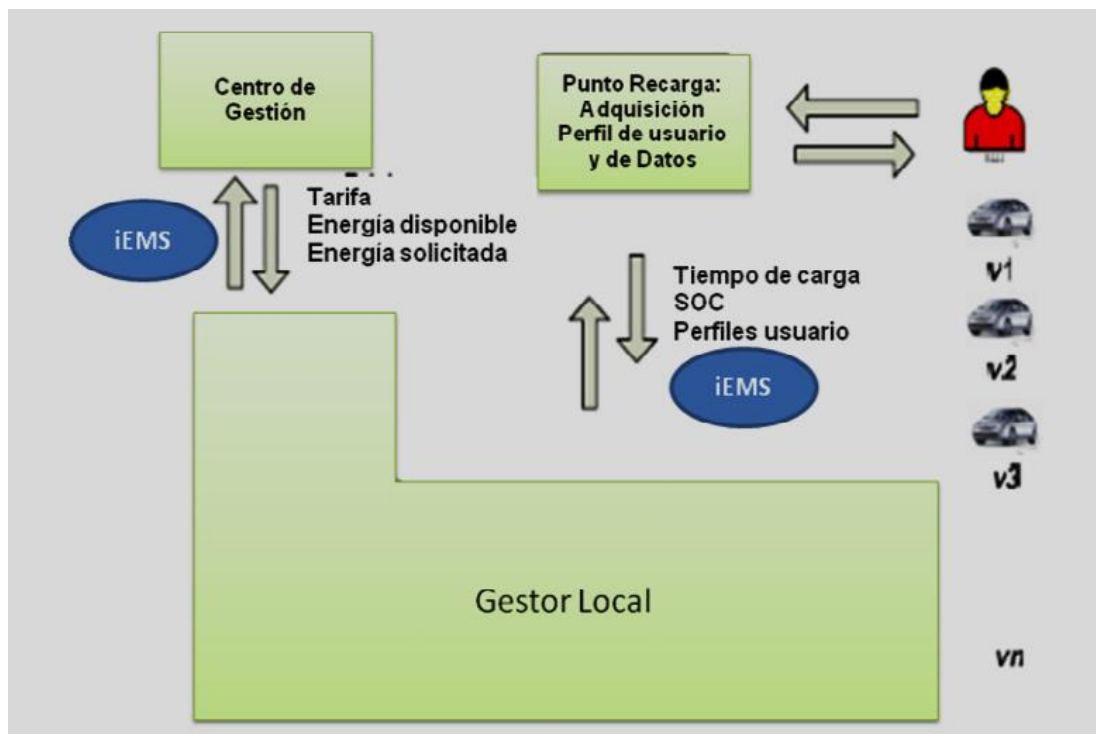


Figura 16. Diagrama de bloques de arquitectura de recarga 2
Fuente: (Tapia, 2014)

Como cualquier sistema de transporte, el vehículo eléctrico requiere de la existencia de una infraestructura que le permita tener acceso a la fuente de energía que alimenta su motor, en este caso, la electricidad. Uno de los principales retos del vehículo eléctrico es crear una infraestructura de recarga fiable, accesible y cómoda para el ciudadano. Y se ubican en:

- Centros Públicos.
- Vías públicas.
- Garajes privados.
- Estaciones de servicios de recarga
- Privados.
- Garajes de particulares.
- Garajes para flotas. (Tapia,2014)

Una electrolinera es una estación de carga de coches eléctricos en la que los vehículos enchufables pueden recargarse y obtener la energía que necesitan para continuar funcionando. Repsol inauguró en la localidad de Abanto Zierbena (Vizcaya) la estación de recarga para coches eléctricos de mayor potencia de España y de Europa. Equipada al 100 % con tecnología vasca, dispone de cuatro terminales que entregan cada uno 400 kW y que permiten una recarga del 80 % de la batería de un vehículo eléctrico en ocho minutos. (Torres, 2015)

Una infraestructura de recarga está compuesta de varios elementos como son:

- Instalación de enlace: Es la que une la caja general de protección y media (CPM) con las instalaciones interiores o receptoras, es decir, desde el final de la acometida hasta los dispositivos generales de mando y protección.
- Acometida Es la instalación eléctrica entre la red de distribución y la caja general de protección y media (CPM).
- CPM: Es la caja donde encontramos los elementos de protección y media de la línea general de alimentación (LGA) y el contador.
- Caja general de protección y media (CPM) Es un sistema centralizado para gestionar datos estadísticos e incidencias de todas las estaciones de recarga para vehículos electricos. (Torres,2015)

- Estación de recarga.
- Centro de adquisición de datos.
- Cables.
- Instalaciones del cliente.
- Comunicaciones. Es muy indispensable la comunicación entre el punto de recarga y el sistema de distribución de energía eléctrica, para conocer en tiempo real el funcionamiento y las necesidades de las operadoras eléctricas.
- Interruptor de control de potencia (ICP) Es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada. Se utiliza para suministros en bajo voltaje y hasta una corriente de 63A. (Torres,2015)

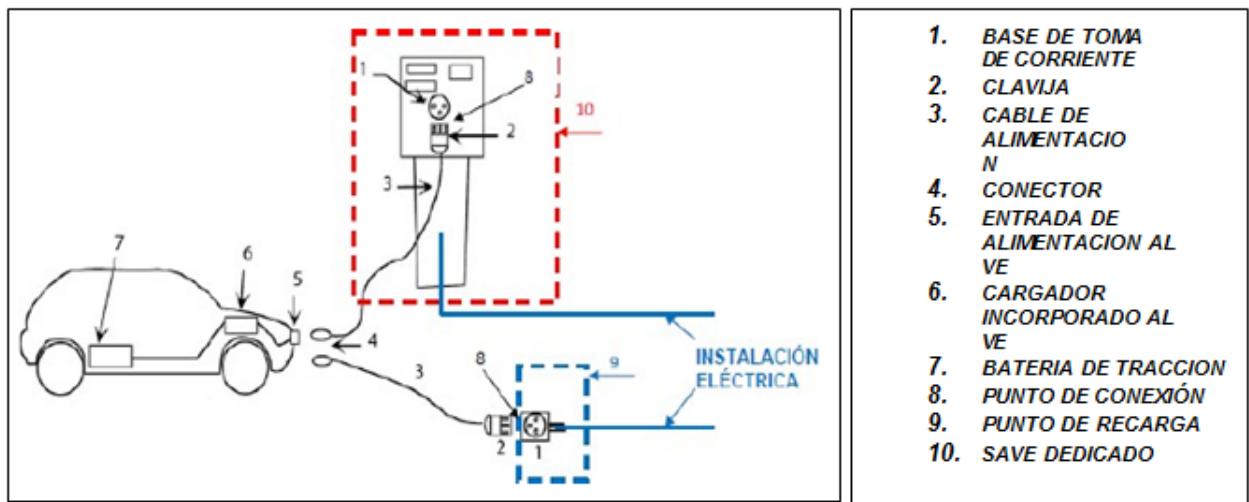


Figura 17. Infraestructura de recarga.
Fuente: (Ministerio de Industria y Comercio de España, 2014)

2.3.4 PUNTOS DE RECARGA

El vehículo eléctrico para su recarga requiere indudablemente de una fuente de suministro. La potencia requerida para cada punto de recarga deberá ser variable dependiendo en sí de varios parámetros como son: potencia de la acometida, franja horaria de recarga, incidencias en la red, perfiles de recarga del usuario, etc. El tipo de suministro es generalmente a través de la red eléctrica de distribución o a través de suministros autónomos con sistemas fotovoltaicos. Dada las características de los diferentes perfiles de los usuarios se podría clasificar los puntos de recarga en los siguientes:

- Recarga en Vías Públicas.

Los puntos de recarga en la vía pública da la posibilidad y facilidad a los propietarios de los vehículos eléctricos en acceder a la recarga de su vehículo en el transcurso de su jornada de trabajo o paseo familiar, consiguiendo así una mayor autonomía disponible. Las recargas en las vías públicas deben ser concebida como un complemento al punto de recarga completa, es decir, en caso de necesidad. (Gómez, 2015)



Figura 18. Puntos recargables en la vía pública.

Fuente: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56837>

- Recarga en Parqueaderos eléctricos: Considerando a la movilidad sostenible y teniendo en cuenta que cada vez más los medios del transporte crecen y crecen de una manera satisfactoria ofreciendo a los usuarios comodidad y rapidez; la opción más factible son los parqueaderos eléctricos públicos y privados por lo que es la adecuada mientras los vehículos no están siendo usados. (Chancusig, 2014)



Figura 19. Parqueadero para vehículos eléctricos.

Fuente: (Alcaldía de Bogotá, 2018)

- Recarga en residencias Privadas o Colectivas

Representa la parte más esencial y es debido a que la mayoría de los usuarios guardan el vehículo en su residencia y en especial por las noches en donde permanecerá el vehículo por unas 10 horas y es cuando la opción de recargar el vehículo resulta óptima. (Chancusig, 2014)

En el caso de una vivienda unifamiliar, las potencias para un circuito de recarga están normalizados y se detallan en la tabla 4 que se muestra a continuación:

Tabla 4. Potencias Normalizadas en un circuito de recarga para una vivienda unifamiliar.

Voltaje nominal	Interruptor Automático de protección en el origen del circuito	Potencia Instalada	Puntos de carga simultáneos por circuito
230V	10 A	2300 W	1
	16 A	3680 W	1
230/400 V	16 A	11,085 W	De 1 A 3

Fuente: *Elaboración propia con datos proporcionados por la Comisión Nacional de Energía.*

En especial en España, la empresa nacional de electricidad S.A. (ENDESA) ofrece una opción viable para la recarga de este tipo de vehículos en los hogares la cual consiste en facilitar el pago a través de una cuota diaria de 1,85€ por día el cual es incrementada en la factura de energía eléctrica. (ENDESA, 2013)

Estaciones de servicio eléctricas.

Una infraestructura de este tipo debe contar con al menos dos estaciones de carga que permitan la carga simultánea de los vehículos. En los vehículos eléctricos la autonomía ha sido uno de los impedimentos para su comercialización masiva. Teniendo en consideración que la autonomía promedio de un vehículo eléctrico es de aproximadamente 200 a 300 km; por lo que es indispensable que para un propietario de este tipo de vehículo el acceso a una recarga en un plazo de tiempo asumible. (ENDESA,2013)

2.4 MERCADO DE ENERGIA DEL PERU.

2.4.1 GENERALIDADES OPERATIVAS:

El suministro de energía eléctrica como servicio público es la actividad desarrollada por un conjunto de instituciones públicas o privadas con el fin de satisfacer una necesidad social determinada. Los servicios públicos son el conjunto de actividades y prestaciones permitidas, reservadas o exigidas a las administraciones públicas por la legislación en cada Estado, y que tienen como finalidad responder a diferentes imperativos del funcionamiento social, y, en última instancia, favorecer la realización efectiva de la igualdad y del bienestar social. Desde el punto de vista citado anteriormente, se concluye que la energía eléctrica como servicio público debe llegar a todos los peruanos, existiendo para los compradores la posibilidad de tener alternativas de compra desligadas a la rigidez de la venta de energía establecida por los procesos de regulación, optando inclusive por seleccionar a su propio suministrador de energía, teniendo para ello un mercado de libre competencia. (Miranda y Álvarez, 2015)

El Mercado Eléctrico Peruano se comporta como un modelo Pool, el cual tiene al Comité de Operación Económica del Sistema (COES) como operador y administrador del sistema eléctrico. El Mercado peruano se desenvuelve en función a LCE (Ley de Concesiones Eléctricas). El concepto del modelo "Pool" corresponde a una estructura de mercado en la cual los productores y consumidores no están en relación comercial directa. El "Pool" o Coordinador, que es una entidad sin fines de lucro, realiza un despacho de generación basado en los costos variables de las centrales participantes (precios spot), a través de un mecanismo preestablecido y aceptado por todos sus miembros. El Pool provee además un esquema de tarificación para el sistema de transmisión y el conjunto de servicios complementarios necesarios para la operación segura y confiable del sistema eléctrico, y por último debe de actuar como un intermediario frente a la aparición de discrepancias entre los participantes en el mercado. (Miranda y Álvarez, 2015)

En el despacho de generación las centrales de generación compiten entre si con la finalidad de poder cubrir una determinada venta de energía en función a la demanda requerida por el sistema. Es aquella actividad relacionada a la operación conjunta de todas las Centrales de Energía conformantes de un sistema eléctrico. La operación económica que involucra la generación de potencia y el suministro, se puede subdividir en dos partes: una, llamada despacho económico, que se relaciona con el costo mínimo

de producción de potencia y otra, la de suministro con pérdidas mínimas de la potencia generada a las cargas. Para cualquier condición de carga, el despacho económico determina la salida de potencia de cada central generadora que minimizará el costo de combustible necesario. (Guevara, 2020)

El despacho de energía teórico toma el criterio de la teoría de costos marginales, en la cual se da un ordenamiento de las centrales de generación de energía en función de sus costos marginales de corto plazo o costos variables totales (CVT), según el siguiente ordenamiento en el cual van generando energía e inyectarla a la red en un mercado de libre competencia, con lo cual una fracción de las centrales de energía quedan de reserva, al tener el Perú una considerable oferta de generación

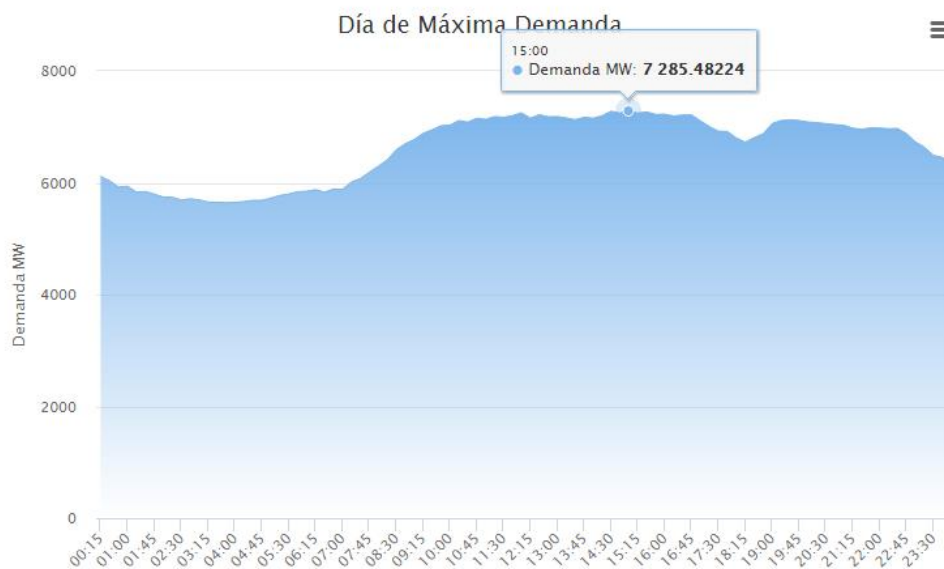


Figura 20. Diagrama de carga histórico del SEIN.
Fuente: (COES, 2020)

Según la normatividad las Centrales con Recursos Energéticos Renovables no marginan y se ubican primero, antes del despacho que tienen las Centrales Termoeléctricas Las Centrales de Cogeneración según la normatividad tienen la prioridad en el despacho y no marginarán, ubicándose en esta condición la Central Térmica de SDF (con Tecnología de turbinas a gas) y la Central de Cogeneración con Biomasa de Agroindustrias Paramonga S.A.A y Maple Etanol. (Guevara, 2020)

Oferta de generación de energía a la sumatoria de potencias efectivas de las centrales de generación de energía en condición de disponibilidad e indisponibilidad pertenecientes a un sistema eléctrico de potencia (Guevara, 2020)

Las Empresas distribuidoras se desenvuelven cada una de ellas en distintas zonas de concesión, para lo cual se desenvuelven bajo la figura de monopolios naturales. Ya que solo es factible económicamente la presencia de un solo distribuidor dentro de una zona de concesión. El nuevo marco regulatorio permite que la distribución de electricidad pueda ser desarrollada por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, de acuerdo con el sistema de concesiones y autorizaciones establecidos por el MEM, que estipula que las empresas requieren de una concesión cuando la potencia instalada es mayor a los 500 KW. Los concesionarios de distribución están obligados a prestar servicio eléctrico a quien lo requiera dentro de su área de concesión. Además, están obligados a tener contratos vigentes con las empresas generadoras que cubran sus requerimientos de potencia y energía durante los siguientes dos años, como mínimo. (Miranda y Alvares, 2014)

2.4.2 GESTION COMERCIAL.

El mercado libre o de grandes consumidores, es aquel mercado en que se transan consumos superiores a 2.5 MW. Los Usuarios cuya máxima demanda anual sea mayor de 200 kW, hasta 2500 kW, tienen derecho a elegir entre la condición de Usuario Regulado o de Usuario Libre, cumpliendo los requisitos y condiciones establecidos en el Reglamento de Mercado Libre. Las transferencias de electricidad se llevan a cabo entre generadoras y distribuidoras cuya electricidad no se destina al servicio público. Siendo así, en este mercado, la determinación del precio es fijado libremente por oferta y demanda, se cubre los costos de la transmisión y la distribución está regulada por el OSINERGMIN. En este mercado, los clientes denominados libres, efectúan sus transacciones con sus proveedores de energía a un precio pactado de común acuerdo y que se encuentra definido en sus respectivos contratos de suministro de energía. Podemos mencionar que en este mercado, tanto los generadores como los distribuidores actúan como comercializadores (pues realizan las funciones de servicio de venta), debido a que pueden negociar el precio de la energía con los clientes libres. Un caso especial son los grandes usuarios de Energía con máximas demandas superiores a 10 MW, que están en la

posibilidad de acceder a precios según el Mercado Spot de Generación. (Miranda y Álvarez, 2015)

Los clientes regulados son aquellos usuarios de energía cuya facturación es sujeto a la regulación de los precios de energía y potencia a través del organismo regulador OSINERGMIN. El límite de potencia para los suministros sujetos al régimen de regulación de precios es de 200 kW. En el rango de demanda entre 200 hasta 2500 kW el usuario puede optar por ser cliente libre o cliente regulado. Los clientes regulados tienen suministros en baja o media tensión según el tipo de acometida y suministro. Firman un contrato de suministro de duración anual, el cual puede ser renovado una vez durante el año de vigencia. Los usuarios pueden seleccionar o escoger el tipo de tarifa más adecuada para el tipo de consumo que tenga. (Miranda y Álvarez, 2017)

El sistema convencional de energía eléctrica es aquel referido al suministro por medio del distribuidor de energía eléctrica ubicado dentro de una zona de concesión. La empresa distribuidora de energía se encarga de suministrar la energía eléctrica a los usuarios mediante tarifas eléctricas que pueden ser reguladas o por contrato de mutuo acuerdo según el mercado libre de electricidad. (OSINERGMIN, 2012)

2.4.2 TARIFAS ELECTRICAS:

Las tarifas eléctricas son disposiciones específicas que contienen las cuotas y condiciones que rigen los suministros de energía eléctrica y se identifican oficialmente por su número y/o letra(s) según su aplicación. La tarifa eléctrica es el precio que tenemos que pagar por la electricidad que consumimos. El precio final de la tarifa eléctrica parte de la facturación básica, a la que se suman algebraicamente los recargos o descuentos correspondientes a los cuatro complementos tarifarios existentes. Esta cantidad se complementa con los importes del alquiler de los equipos de medida y de los impuestos. (ENDESA, 2019)

Para clientes regulados se presenta el siguiente menú tarifario vigente:

Tabla 5. Tarifas Eléctricas en Media tensión y Baja tensión.

Opción tarifaria	Sistema y parámetros de medición	Cargos de facturación
MT2 / BT2	Medición de 2 energías activas y 2 potencias activas: Energía activa en horas punta y Energía activa en horas fuera de punta. Medición de energía reactiva. Modalidad de facturación de potencia activa variable.	Cargo fijo mensual. Cargo por EAHP Cargo por EAHFP Cargo por energía reactiva. Cargo por potencia activa de generación en HP. Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en HP. Cargo por exceso de potencia activa por uso de redes de distribución en HFP.
MT3 / BT3	Medición de 2 energías activas y 1 potencia activa: Energía activa en horas punta y Energía activa en horas fuera de punta. Potencia máxima del mes. Medición de energía reactiva. Modalidad de facturación de potencia activa variable. Calificación de potencia según grado de calificación: P: Usuario calificado en HP FP: Usuario calificado en HFP	Cargo fijo mensual. Cargo por EAHP Cargo por EAHFP Cargo por energía reactiva. Cargo por potencia activa de generación. Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.
MT4 / BT4	Medición de 1 energía activa y 1 potencia activa: Energía activa total. Potencia máxima del mes. Medición de energía reactiva. Modalidad de facturación de potencia activa variable. Calificación de potencia según grado de calificación: P: Usuario calificado en HP FP: Usuario calificado en HFP	Cargo fijo mensual. Cargo por EA Cargo por energía reactiva. Cargo por potencia activa de generación. Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.

Fuente: *Elaboración propia con datos obtenidos de Resolución N° 206-2013 OS/CD*

De igual forma se tienen tarifas en baja tensión para sistemas fotovoltaicos aislados, prepago y para usuarios residenciales.

Tabla 6. Opciones tarifarias en Baja Tensión- Clientes menores

BT5A	Medición de 2 energías activas	Cargo fijo mensual
	Energía en horas punta	Cargo por energía activa en horas punta
	Energía en horas fuera de punta	Cargo por energía activa en horas fuera de punta Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta
BT5B	Medición de 1 energía activa	Cargo fijo mensual
	Energía activa total mes	Cargo por energía activa total

Fuente: *Elaboración propia con datos obtenidos de Resolución N° 206-2013 OS/CD*

Tabla 7. Opciones tarifarias en Baja Tensión- Fotovoltaicas

Inversiones 100 % Peruanos					
Tarifa equivalente por energía promedio (ctm S/. /kWh)					
Region	Tipo de Modulo				
	BT8-070	BT8-100	BT8-160	BT8-240	BT8-320
Costa	392.28	341.42	250.47	220.46	216.66
Sierra	387.27	335.56	245.23	215.07	210.56
Selva	566.52	491.51	360.57	313.50	308.25
Amazonia	610.21	535.45	395.99	348.29	345.84
Aplicable a las zonas de la amazonia bajo el ambito de la ley N° 27037, Ley de Promocion de la amazonia (1)					

Fuente: *Elaboración propia con datos obtenidos de Resolución N° 206-2013 OS/CD*

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL:

3.1.1 SUSTANCIAS:

Energía eléctrica: La energía eléctrica es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos.

Petróleo BD 2 o BD5: El Diésel B5 es un combustible constituido por una mezcla de Diésel N.º 2 y 5% en volumen de biodiésel (B100). El Diésel N.º 2 es un combustible derivado de hidrocarburos obtenido de procesos de refinación. Biodiésel (B100) es un combustible diésel derivado de recursos renovables que puede ser obtenido a partir de aceites vegetales o de grasas animales. Prácticamente no contiene azufre. El Diésel B5 de PETROPERÚ S.A., cuya denominación comercial es Biodiésel B5 PETROPERÚ, cumple con las especificaciones técnicas de la norma técnica peruana vigente y guarda concordancia con los principales ensayos de los estándares internacionales ASTM, D975 y SAE J313.

Gasohol: Es la mezcla que contiene un 92.2% de volúmenes de gasolina (de 84, 90, 95 o 97 octanos) y un 7.8% de volúmenes de alcohol carburante. Su uso en el país es obligatorio desde junio del 2011.

Gas licuado de Petróleo: Es un combustible formado por una mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disuelto en el petróleo. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que el GLP es una mezcla de propano (60 %) y butano (40 %). El GLP es un combustible limpio. No es tóxico, pero puede provocar asfixia. Puede ocasionar irritaciones en contacto con la piel y con los ojos. Es altamente inflamable, su combustión es muy rápida generando altas temperaturas. Dentro sus propiedades termodinámicas tenemos las siguientes:

Poder calorífico inferior: 23,072 (kcal/m³) (Fuente: Repsol) Densidad: 584 (kg/m³) (Fuente: Repsol)

Gas Natural Vehicular: Se denomina gas natural vehicular (GNV por sus siglas en español o NGV por sus siglas en inglés), a la utilización del gas natural como combustible para vehículos. Puede utilizarse tanto en estado líquido (GNL) como gaseoso (comprimido, GNC). El GNV es el mismo gas natural que utilizan los consumidores residenciales, las industrias y las generadoras eléctricas, con la diferencia que el GNV es el gas natural comprimido y almacenado para su expendio en alta presión (+/-200 bar.) y su empleo en el transporte vehicular. En el sector transporte, el GNV sustituye con ventajas económicas y ambientales a la gasolina, el diésel, y al gas licuado de petróleo (GLP). El GNV permite ahorros de hasta el 60% comparado con otros combustibles empleados en el sector transporte.

3.1.2 ESTADÍSTICAS DEL PARQUE AUTOMOTOR LIGERO DE PASAJEROS:

Referente a las definiciones de vehículos híbrido-eléctrico PHEV y de vehículos eléctricos (EV, conforme a lo declarado por Dirección general de asuntos ambientales y la Dirección general de transporte terrestre del MTC-Perú se precisa que, en el ámbito emergente de tecnología vehicular eléctrica, se llaman vehículos híbridos a los que cuentan con un motor convencional más uno o más motores eléctricos alimentados por baterías. Si las baterías son recargadas sin conectarse a la red eléctrica, se denominan Vehículo híbrido HEV. Por otro lado, si las baterías son recargadas conectándose a la red eléctrica, el vehículo toma el nombre de Vehículo enchufable PHEV. Ambos vehículos híbridos pueden o no tener carga de baterías por medio de sus frenos regenerativos. Mientras que la denominación BEV está referido a autos eléctrico a baterías que necesitan enchufarse para cargarse. Así mismo en el pero aún no se cuenta con la cuarta tecnología la cual es FCEV, vehículo de pila combustible de hidrogeno.

Los vehículos eléctricos EV o BEV, cuentan con uno o más motores eléctricos alimentados por baterías que se cargan exclusivamente conectados a la red eléctrica. Los motores eléctricos no se conectan a la red eléctrica, sino al sistema de carga,

Tabla 8. Estadísticas de ingreso de Tecnología motriz eléctrica al Perú

Año	Tecnología HEV Híbridos convencionales	Tecnología BEV Eléctricos puros	Tecnología PHEV Híbridos enchufables	Total
2020	450	26	8	484
2019	338	23	5	366
2018	155	18	2	175
2017	85	10	1	96
2016	9	2	0	11

Fuente: *Elaboración propia con datos proporcionados por SUNARP y AAP (Asociación Automotriz Automotor)*

3.1.3 Modelos de automóviles de tecnología eléctrica:

a. Modelo HEV TOYOTA PRIUS C

Tabla 9. Especificaciones técnicas del Toyota PRIUS C.

Especificaciones	Unidad	Detalle
Modelo		PRIUS C.1 5 CVT
Garantía como sistema híbrido		8 años o 180,000 km
Dimensiones(largo/ancho/alto)	mm	4,050/1,695/1,450
Peso bruto	kg	1,565
Costo	U\$	22,000.00
Motor de Gasolina y transmisión		
Potencia	HP/rpm	72.4/4,000
Relación de compresión		1:13.4
Cilindrada	cm ³	1,497
Configuración		4 cilindros en L 16 válvulas
Generador Eléctrico		60.3 HP con potencia combinada de 99.2 HP
Batería híbrida		Miquel e hidruro metálico de 144 V y 6.5 Ah
Control		Sistema de gestión inteligente y dispositivo divisor de potencia

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por Toyota del Perú.*



Figura N°21: Modelo HEV TOYOTA PRIUS C.
Fuente: (Toyota del Perú,2020)

b. Modelo BEV HYUNDAI IONIQ.

Tabla 10. Especificaciones técnicas del Hyundai IONIQ.

Especificaciones	Unidad	Detalle
Modelo		IONIQ Eléctrico
Autonomía	km	300
Dimensiones(largo/ancho/alto)	mm	4,470/1,820/1,460
Peso bruto	kg	1,880
Costo	U\$	39,000.00
Motor y Batería		
Potencia	kW	88
Tipo		Motor síncrono de imán permanente PMSM
Tiempo de carga standard 120 v	horas	24
Tiempo de carga standard 240 v	horas	4 y 30 minutos
Carga rápida (hasta 80 %)	horas	30 minutos
Transmisión de motor eléctrico		Engranaje de reducción de una sola velocidad
Capacidad de batería	Ah	38
Tipo de batería		Polímero de ion litio de 38.5 kWh
Unidad de control de energía eléctrica		EPCU regula sistema de gestión eléctrica y electrónica, convertidor AC/DC.
Cargador tipo OBC		Con AC 110-220 V(Estándar europeo)

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por Hyundai del Perú.*



Figura 22. Modelo BEV Hyundai IONIQ.
Fuente: (Hyundai del Perú, 2020)

c. Modelo PHEV Honda Accord PHEV

Tabla 11. Especificaciones técnicas del Honda Accord PHEV

Especificaciones	Unidad	Detalle
Modelo		Honda Accord PHEV
Autonomía eléctrica	km	21
Dimensiones(largo/ancho/alto)	mm	4,860/1,850/1,465
Peso bruto	kg	1,725
Costo	U\$	43,000
Motor de Gasolina y transmisión		
Potencia	kW	127 (102 kW solo gasohol)
Relación de compresión		13.5
Cilindrada	cm ³	2,000
Configuración		4 en línea
Generador Eléctrico		Motor eléctrico: imán permanente síncrono de CA, 124 kW
Batería		Ion-Litio de 6.7 kWh
Control		Sistema de gestión inteligente y dispositivo divisor de potencia

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por Hyundai del Perú.*



Figura 23. Honda Accord PHEV
Fuente: (Honda del Perú, 2020)

3.1.4 Electrolinería:

Según el D.S N° 022-2020- EM Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica, establece que una electrolinería es una estación instalada con el fin de brindar la carga de baterías para la movilidad eléctrica. El servicio de carga de baterías lo ejercen las personas naturales o jurídicas que demuestren que la infraestructura de carga reúne los requisitos técnicos y de seguridad vigentes. La infraestructura de carga accede a las redes eléctricas y garantiza la interoperabilidad, cumpliendo los requisitos técnicos y de seguridad vigentes. El servicio de carga de baterías puede ser brindado como un servicio adicional en los establecimientos de venta al público de combustibles, estaciones de servicio, gasocentros y establecimientos de venta al público de GNV, a través de la infraestructura de carga que cumpla los requisitos técnicos y de seguridad vigentes establecidos por la autoridad competente.

Actualmente se cuenta con 40 electrolinerías a lo largo del Perú de la Empresa Enel X. Estando ubicadas en 23 ciudades peruanas: Puno, Ayaviri, Sicuani, Cusco, Ollantaytambo, Limatambo, Abancay Andahuaylas, Ayacucho, Huancayo, Tarma, Cerro de Pasco, Pisco, Lima, Barranca, Casma, Chimbote, Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo, Piura y Puntal Sal.

3.1.5 Estadística de parque automotor de pasajeros en la ciudad de Lima.

Tabla 12. Estadísticas de parque automotor de pasajeros en Lima

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 P/
TOTAL	5 796	6 782	7 325	8 108	7 792	8 472	9 130	9 982	10 971	12 840	13 907	15 052	15 989
01 Año	445	356	97	321	603	394	1 516	1 234	1 549	625	674	2069	2602
02 Años	509	1 163	922	316	1 133	1 249	1 339	1 462	1 119	1 172	1 234	1 393	1 678
03 Años	369	614	1 309	1 308	367	1 227	1 162	1 367	1 545	1 292	1 358	1 286	1 373
04 Años	323	446	682	1 482	1 037	348	334	990	1 312	1 270	1 390	1 360	1 286
05 Años	178	330	456	771	1 167	992	968	302	960	1 577	1 286	1 236	1 247
06 Años	131	181	321	513	609	1 142	1 107	939	294	1 343	1 515	1 551	1 471
07 Años	159	128	168	325	373	579	539	1 108	905	986	1334	1341	1421
08 Años	252	155	128	171	283	346	339	526	1 106	305	974	956	963
09 Años	137	251	137	128	151	268	276	330	488	892	300	277	360
10 Años	176	131	240	136	113	149	143	272	335	1 095	0 888	0 878	0 794
11 Años	108	170	128	241	92	123	99	128	255	520	1057	1024	987
12 Años	164	99	164	120	186	89	84	91	126	327	511	496	551
13 Años	412	149	94	160	105	185	169	88	78	251	312	301	305
14 Años	402	389	141	91	150	106	85	166	79	118	239	223	254
15 Años	142	391	366	124	66	142	131	76	150	72	108	93	107
16 Años	339	134	387	388	118	69	56	131	80	74	65	56	64
17 Años	268	309	109	421	306	110	92	56	108	146	72	69	61
18 Años	208	243	283	98	303	283	260	96	52	79	143	133	114
19 Años	68	190	218	268	81	271	251	247	84	116	71	69	73
20 Años	39	58	166	203	192	69	55	220	209	51	105	88	81
Mas de 20 Años	512	476	433	290	207	194	91	105	97	293	164	105	127

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por MTC-Perú*

Tabla 13. Estadísticas de parque automotor acumulado de pasajeros en Lima

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 P/
TOTAL	5 796	12 123	19 029	26 761	34 320	42 642	51 635	61 583	72 506	85 306	98 977	113 922	129 863
01 Año	445	801	898	1,219	1,822	2,216	3,732	4,966	6,515	7,140	7,814	9,883	12,485
02 Años	509	1 672	2,594	2,910	4,043	5,292	6,631	8,093	9,212	10,384	11,618	13,011	14,689
03 Años	369	983	2,292	3,600	3,967	5,194	6,356	7,723	9,268	10,560	11,918	13,204	14,577
04 Años	323	769	1,451	2,933	3,970	4,318	4,652	5,642	6,954	8,224	9,614	10,974	12,260
05 Años	178	508	964	1,735	2,902	3,894	4,862	5,164	6,124	7,701	8,987	10,223	11,470
06 Años	131	312	633	1,146	1,755	2,897	4,004	4,943	5,237	6,580	8,095	9,646	11,117
07 Años	159	287	455	780	1,153	1,732	2,271	3,379	4,284	5,270	6,604	7,945	9,366
08 Años	252	407	535	706	989	1,335	1,674	2,200	3,306	3,611	4,585	5,541	6,504
09 Años	137	388	525	653	804	1,072	1,348	1,678	2,166	3,058	3,358	3,635	3,995
10 Años	176	307	547	683	796	945	1,088	1,360	1,695	2,790	3,678	4,556	5,350
11 Años	108	278	406	647	739	862	961	1,089	1,344	1,864	2,921	3,945	4,932
12 Años	164	263	427	547	733	822	906	997	1,123	1,450	1,961	2,457	3,008
13 Años	412	561	655	815	920	1,105	1,274	1,362	1,440	1,691	2,003	2,304	2,609
14 Años	402	791	932	1,023	1,173	1,279	1,364	1,530	1,609	1,727	1,966	2,189	2,443
15 Años	142	533	899	1,023	1,089	1,231	1,362	1,438	1,588	1,660	1,768	1,861	1,968
16 Años	339	473	860	1,248	1,366	1,435	1,491	1,622	1,702	1,776	1,841	1,897	1,961
17 Años	268	577	686	1,107	1,413	1,523	1,615	1,671	1,779	1,925	1,997	2,066	2,127
18 Años	208	451	734	832	1,135	1,418	1,678	1,774	1,826	1,905	2,048	2,181	2,295
19 Años	68	258	476	744	825	1,096	1,347	1,594	1,678	1,794	1,865	1,934	2,007
20 Años	39	97	263	466	658	727	782	1,002	1,211	1,262	1,367	1,455	1,536
Mas de 20 Años	512	988	1,421	1,711	1,918	2,112	2,203	2,308	2,405	2,698	2,862	2,967	3,094

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por MTC-Perú*

3.2 METODO.

3.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

La Investigación es del tipo:

- Descriptiva: La Investigación es descriptiva ya que se empleó la información real referente al parque automotor de pasajeros de la ciudad de Lima hasta diciembre 2020 en lo referente a motores convencionales y autos con tecnología eléctrica.
- Cuantitativa: Se establecen resultados cuantificables en función al efecto de la electromovilidad en el mercado de energía del Perú.
- No experimental: Porque no se altera el objeto de la investigación.
- Deductivo: La investigación es una estrategia de razonamiento empleada para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios. En este sentido, es un proceso de pensamiento que va de lo general (leyes o principios) a lo particular

.2.2 DISEÑO:

Se utilizará el diseño pre-experimental:

Observación inicial	Proceso	Observación final
Mercado energético (condición inicial sin implementación de electromovilidad).	Implementación de la electromovilidad	Mercado energético (condición final con implementación de electromovilidad).

3.2.3 POBLACION Y MUESTRA:

La población está conformada por el parque automotor ligero de pasajeros en la ciudad de Lima (según lo detallado en la Tabla 8 Estadísticas de ingreso de Tecnología motriz eléctrica al Perú) con un total de 484 unidades para los cuales se incluye en el presente informe su efecto en el mercado energético.

Del mismo para cada una de las tecnologías de electromovilidad se ha seleccionado un modelo (comercialmente el más requerido en el mercado automotor peruano), así tenemos que para la tecnología HEV (según Tabla 9) se utilizó el modelo Toyota PRIUS C, para la Tecnología BEV (según Tabla 10) se utilizó el modelo HYUNDAI IONIQ y para la tecnología PHEV (según Tabla 11) se utilizó el modelo Honda Accord PHEV.

3.2.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS:

Las técnicas de recolección empleadas son las siguientes:

Observación, que consistió en observar personas, hechos, acciones, situaciones, etc., para obtener una determinada información que se investigó (Hernández y otros, 2010, p. 173).

Tomando nota de manera selectiva y organizada de todos aquellos datos que son de relevancia para la investigación cuya data son tomados de las fichas técnicas de los 03 modelos de automóviles eléctricos de las tecnologías analizadas HEV, BEV y PHEV lo cual permitió el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos.

Investigación, se basó en la recopilación de información (física o virtual) referente al performance de los motores de combustión interna automotriz y del mismo modo de las características de desempeño de los modelos de automóviles eléctricos de las tecnologías analizadas que se nos proporcionó a través de SUNARP, OSINERGMING, Ministerio de Transporte y comunicaciones y principalmente por la Asociación Peruana Automotriz que fueron de suficiente ayuda para lograr encaminarnos en la realización de la presente investigación.

Los instrumentos de recolección de datos serán los siguientes:

Registro de información, consistió en instrumentos de recolección de información y registros referente a estadísticas de parque automotor y estadísticas de ingreso de Tecnología motriz eléctrica al Perú de acuerdo a los factores que son resultados antes y después de la implementación de la electromovilidad.

Ficha técnica, son los instrumentos que permiten el registro e identificación de las fuentes de información, básicamente de los 03 modelos de automóviles eléctricos de las tecnologías analizadas HEV, BEV y PHEV.

3.2.5 TECNICAS PARA EL ANALISIS DE RESULTADOS:

Para el presente trabajo de investigación y el análisis de datos se hizo uso de medidas descriptivas para relacionar las variables de estudio; y las medidas de inferencia para probar las hipótesis planteadas en la investigación, las cuales se explican a continuación:

Análisis estadístico descriptivo.

Se empleo los cuadros de comparación de costos entre tecnologías existentes con relación a los 03 modelos de autos eléctricos de las tecnologías HEV, BEV y PHEV, así mismo mediante gráficos y diagramas se registró las características operativas del parque

automotor ligero de pasajeros que permiten determinar la influencia entre las dos variables en estudio. Asimismo, para representar los datos, se emplearán gráficos de barras.

Toda esta forma metodológica se tuvo en cuenta para los datos de la variable “Electromovilidad” el cual se determinó su efecto en el mercado de energía del Perú.

3.2.6 PROCEDIMIENTO:

Se tiene la siguiente secuencia de cálculo para los resultados del informe:

Determinación de las tecnologías de autos eléctricos en el Perú y sus características tecnológicas.

Determinación el ahorro de energía primaria y reducción de costos por la sustitución de automóviles convencionales por automóviles eléctricos del parque automotor ligero de pasajeros.

Estimación de la reducción de gases de efecto invernadero por el reemplazo de vehículos convencionales por vehículos eléctricos del parque automotor de pasajeros.

Estimación del efecto de la demanda y consumo de energía eléctrica del parque automotor eléctrico y su proyección al corto plazo en el SEIN.

Elaboración de propuestas de promoción para la promoción de la electromovilidad en lo referente a autos eléctricos del parque automotor ligero de pasajeros.

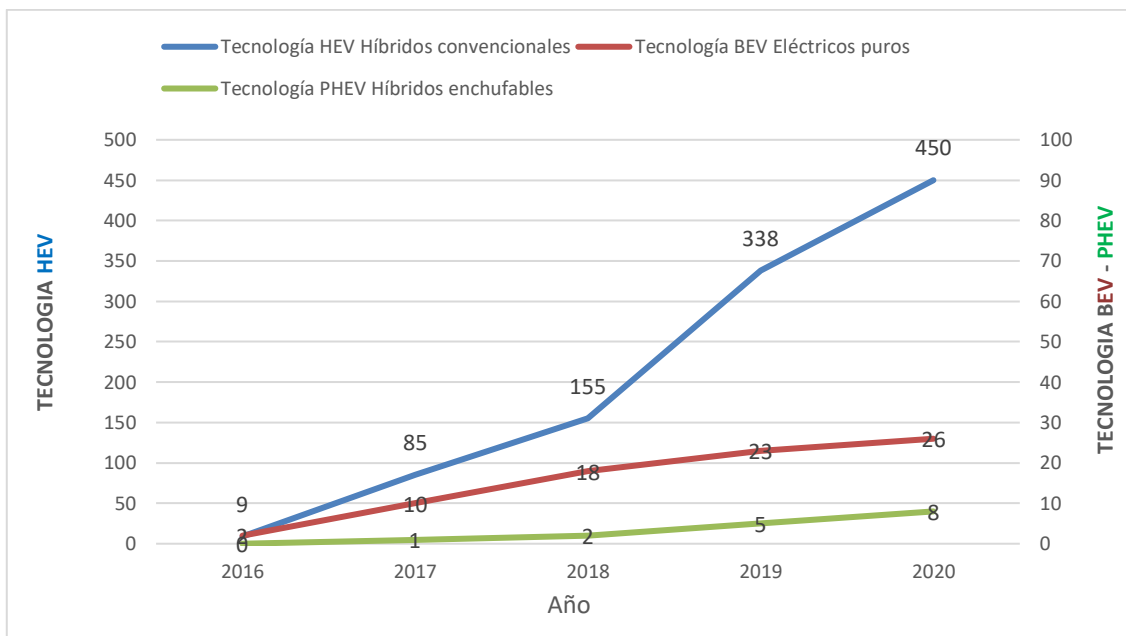
CAPITULO IV

CALCULOS Y RESULTADOS

4.1 Análisis del parque automotor de pasajeros de la ciudad de Lima.

Evolución del parque automotor ligero de pasajeros. Se presenta el grafico N° 1 referente a la evolución de las compras de automóviles de distinta tecnología eléctrica, siendo el de preferencia en los 5 años de ingreso al mercado peruano , la tecnología HEV con 45, 0 unidades, habiendo crecido 33.13 % con respecto al año anterior (2019), mientras que la tecnología BEV contiene 26 unidades ,creciendo un total de 13 % con respecto al año anterior, mientras que la tecnología PHEV cuenta con tan solo 8 unidades , creciendo un total de 60 % con respecto al año anterior. La preferencia por la tecnología HEV radica en dos motivos: la primera de ella referente a los costos de cada unidad (una unidad HEV en promedio es 50 % menor que el costo de una unidad BEV) y el hecho de que aún persiste la idea de no dejar la tecnología convencional con MCI, debido a la falta de difusión de las ventajas de la tecnología eléctrica en automóviles.

Gráfico 1. Ingreso al Mercado Automotor de la tecnología eléctrica automotor

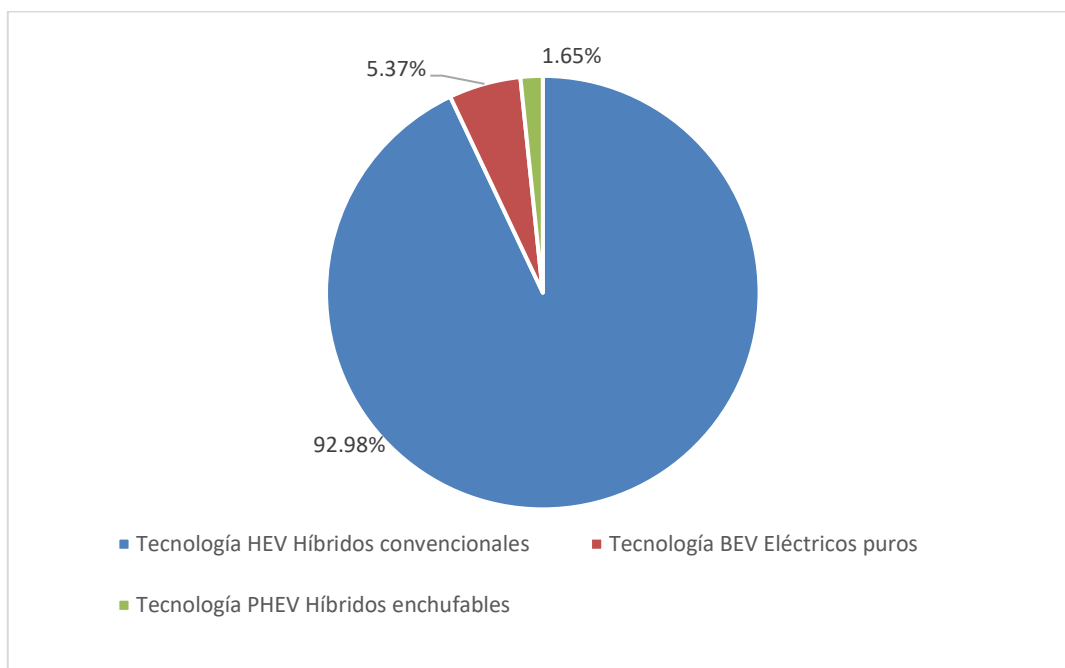


Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por SUNARP y AAP*

Del mismo para inicios del año 2021 el % de participación de la tecnología eléctrica acumulada se representa en el grafico N°2, contándose con un total de 484 automóviles eléctricos de pasajeros los cuales el 92.98% son de tecnología HEV, 5.37 % es de la tecnología BEV y 1.65 % es de tecnología PHEV. Están registrados en su totalidad en la

ciudad de lima y tan solo 30 están registrados en el servicio de taxis perteneciente al consorcio de las Empresas Enel X, BYD y Taxi Directo.

Gráfico 2. Participación porcentual en Mercado Automotor liviano de pasajeros de la tecnología eléctrica automotor



Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por SUNARP y AAP*

Del mismo modo, se presenta el comparativo entre el parque automotor ligero de pasajeros entre los años 2016-2020.

Tabla 14. Comparativo entre tecnologías Eléctrica y convencional

Año	Tecnología Eléctrica	Tecnología Convencional	% de Cobertura respecto a Flota total
2016	11	85,306	0.01%
2017	96	98,977	0.10%
2018	175	113,922	0.15%
2019	366	129,863	0.28%
2020	484	133,500	0.36%

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por SUNARP y AAP*

En la tabla anterior se puede visualizar el % de cobertura con respecto a la flota total ligera de pasajeros, el cual es igual a 0.369 % en la ciudad de Lima. Este último valor no incluye a las camionetas, pick up o furgonetas y SUV o todoterrenos.

4.2 Determinación del Ahorro de energía primaria.

4.2.1 Referente a la Tecnología HEV:

a. Para un motor con tecnología HEV de pasajeros se tienen las siguientes consideraciones:

- Número de unidades evaluadas: 450.
- Eficiencia convencional de automóvil con MCI con gasohol 25 %
- Eficiencia de automóvil tecnología HEV 30%.
- Fracción de desplazamiento utilizado por el Motor Eléctrico con respecto al MCI 20 %.
- Tiempo promedio de recorrido para un usuario de auto de pasajeros ligero en la ciudad de Lima: 1.0 horas. (Uso personal a máxima velocidad)
- Combustible utilizado Gasohol de 95 a 97 octanos.
- Poder calorífico del combustible: 11,200 kcal/kg (Fuente: REPSOL)
- Densidad del combustible: $0.758 \text{ gr/cm}^3 = 0.758 \text{ kg/litro}$ (Fuente: REPSOL)

b. Calculo energético con motor convencional:

Determinación del volumen de combustible por hora consumido. (en función al Modelo Toyota PRIUS C.)

$$\text{Energía del motor} = \text{Eficiencia del MCI} * \text{PCI}_{\text{gasohol}} * m_{\text{gasohol}}$$

$$\frac{72.5 \text{ HP} * 0.745 \text{ kW}}{1 \text{ HP}} * 1 \text{ h} \\ = 0.25 * 11,200 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0.758 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * \frac{3.785 \text{ litro}}{\text{galon}} * 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kcal}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} * V_{\text{gasohol}}$$

$$V_{\text{gasohol}} = 5.8 \text{ galones}$$

c. Calculo energético con tecnología HEV.

$$\text{Energía del motor} * (1 - \text{fracción de desplaz.}) \\ = \text{Eficiencia del HEV} * \text{PCI}_{\text{gasohol}} * m_{\text{gasohol}}$$

$$\frac{72.5 \text{ HP} * 0.745 \text{ kW}}{1 \text{ HP}} * 1 \text{ h} * (1 - 0.2) \\ = 0.3 * 11,200 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0.758 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * 3.785 \frac{\text{litro}}{\text{galon}} * 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kcal}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} * V_{\text{gasohol}}$$

$$V_{gasohol} = 3.86 \text{ galones}$$

- c. Ahorro de energía primaria y costos. Se tiene el siguiente ahorro de energía primaria:

$$\text{Ahorro de energía primaria}_{\text{unidad día}} = 5.8 - 3.86 = 1.94 \text{ galones Gasohol}$$

$$\text{Ahorro de energía primaria}_{450 \text{ mes}} = 1.94 * 30 * 450 = 26,190 \text{ galones Gasohol/mes}$$

$$\text{Ahorro de energía primaria}_{450 \text{ año}} = 26,190 * 12 = 314,280 \text{ galones Gasohol/año}$$

$$\% \text{ de Ahorro de Energía} = \frac{5.8 - 3.86}{5.8} * 100\% = 33 \%$$

Del mismo modo para un precio del gasohol de 95 octanos de 11.2 S/. /galón.

$$\text{Ahorro mensual}_{\text{unidad mes}} = 1.94 * 30 * 11.2 = S/ 651.84$$

- d. Comparativo en el supuesto reemplazo de que la tecnología HEV se hubiese realizado en función a un motor convencional de GLP, GNV o Petróleo BD5. La Tecnología HEV permite un ahorro económico con respecto a tecnologías automotrices convencionales, con respecto a un MCI con gasohol S/. 21.73(33 %), MCI con petróleo S/. 10.51 (19.5 %). MCI con GLP (0.09 %), mientras que, con respecto al gas natural vehicular, este último resulta más económico que la tecnología HEV.

Tabla 15. Comparativo entre tecnologías Eléctrica y convencional

Detalle	Tecnología	Tecnología convencional			
	HEV	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5
Unidad de consumo	Galones	Galones	litros	m ³	Galones
Consumo	3.86	5.80	29.04	24.21	4.79
Eficiencia (%)	30	25	25	25	30
PCI (kcal/kg)	11,200	11,200	10,970	12,009	9,860
Potencia (kW)	54.01	54.01	54.01	54.01	54.01
Precio (S./unidad)	11.2	11.2	1.49	1.4	11.22
Costo unitario(S/)	43.23	64.96	43.27	33.89	53.74
Ahorro (S/.)		21.73	0.04	-9.34	10.51

Fuente: *Elaboración propia*

4.2.2 Referente a la Tecnología BEV:

a. Para un motor con tecnología BEV de pasajeros se tienen las siguientes consideraciones:

- Número de unidades evaluadas: 26.
- Eficiencia convencional de automóvil con MCI con gasohol 25 %
- Eficiencia de automóvil tecnología BEV 90%.
- Tiempo promedio de recorrido para un usuario de auto de pasajeros ligero en la ciudad de Lima: 1.0 horas. (Uso personal a máxima velocidad)
- Combustible utilizado Gasohol de 95 a 97 octanos.
- Poder calorífico del combustible: 11,200 kcal/kg (Fuente: REPSOL)
- Densidad del combustible: $0.758 \text{ gr/cm}^3 = 0.758 \text{ kg/litro}$ (Fuente: REPSOL)
- Recorrido: 35 km/galón (ciudad) y 50 km/galón (carretera) (Fuente: Hyundai Corp.)

b. Calculo energético con motor convencional:

Determinación del volumen de combustible por hora consumido. (en función a un modelo Hyundai de potencia equivalente)

$$\text{Energía del motor} = \text{Eficiencia del MCI} * PCI_{\text{gasohol}} * m_{\text{gasohol}}$$

$$88 \text{ kW} * 1 \text{ h} = 0.25 * 11,200 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0.758 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * \frac{3.785 \text{ litro}}{\text{galon}} * 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kcal}} * \frac{\text{h}}{3,600 \text{ s}} * V_{\text{gasohol}}$$

$$V_{\text{gasohol}} = 9.4 \text{ galones}$$

$$\text{Recorrido maximo desarrollado} = 9.4 \text{ galones} * 35 \frac{\text{km}}{\text{galon}} = 329 \text{ km}$$

$$\text{Costo unitario recorrido} = \frac{V_{\text{gasohol}} * \text{precio unitario de gasohol}}{\text{recorrido maximo desarrollado}}$$

$$\text{Costo unitario recorrido} = \frac{9.4 * 11.2}{329} = 0.32 \frac{\text{S/}}{\text{km}}$$

Seguidamente se presente el cuadro comparativo de las diversas tecnologías convencionales para los sistemas automotrices, entre las cuales el costo con GNV es más el más económico, seguido del GLP, el petróleo BD5 y el gasohol.

Tabla 16. Indicadores de desempeño MCI con modelo equivalente BEV

Detalle	Tecnología convencional			
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones
Consumo	9.40	35.76	35.76	8.89
Eficiencia (%)	25	25	25	30
PCI (kcal/kg)	11,200	10,970	12,009	9,860
Autonomía (km)	329.00	329.00	329.00	329.00
Precio (S./unidad)	11.2	1.49	1.4	11.22
Costo unitario recorrido (S//km)	0.320	0.162	0.152	0.303
Costo transporte liviano (S/)	105.28	53.28	50.07	99.77
Recorrido automóvil liviano	50	50	50	50
Costo transporte liviano (S/)	16.00	8.10	7.61	15.16

Fuente: *Elaboración propia.*

- c. Calculo energético y de costos con tecnología BEV. Servicio particular

Calculo para un usuario residencial con TARIFA BTA máxima demanda en HP y HFP 20 kW, recarga standard 3 kW, con autonomía de 300 km por 38.5 kWh.

$$Energía_{servpart.} \text{ para } 50 \text{ km} = \frac{50 \text{ km} * 38.5 \text{ kWh}}{300 \text{ km}} = 6.42 \text{ kWh}$$

Se estima un periodo de carga de:

$$Tiempo \text{ de recarga} = \frac{6.42 \text{ kWh}}{3 \text{ kW}} = 2.14 \text{ horas}$$

Se presentan las siguientes alternativas de recarga del automóvil en las tarifas en baja tensión para la zona de concesión de distribución de la zona de Lima, con precios unitarios para los cargos de facturación para el mes de enero, 2021.

Alternativa 1: Tarifa BT-5A, con Potencia de hasta 20 kW en HP y HFP. Para lo cual el usuario deberá instalar un cargador standard de 3 kW a más en su predio. Así mismo establece una Potencia contratada de 3 kW.

Se presenta los resultados con los cargos correspondientes a la Tarifa BT-5A: Cargo fijo mensual, Cargo por energía activa en horas fuera de punta (EAHFP), cargo por energía activa en horas punta (EAHP) y cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta (ExPHFP). Se asume que la recarga se realiza en horas de la madrugada durante 2.14 horas, debido a lo cual el valor de ExPHFP es igual al valor máximo de 3 kW. Asimismo, se realiza una recarga diaria.

Tabla 17. Alternativa Tarifa BT-5A Servicio público tecnología BEV.

Cargos	Valores	Costo Unitario	Unidades	Facturación unitaria	N° recargas	Costo
Cargo Fijo		3.66	S./mes	3.66	1	3.66
EAHFP (kWh)	6.4	0.2502	S./kWh	1.60	30	48.04
EAHP (kWh)	0	1.3607	S./kWh	0.00	0	0.00
ExPHFP (kW)	3.0	50.04	S./kW-mes	150.12	1	150.12
Subtotal (S/.)						201.82
Total (S/.)						238.15

Fuente: *Elaboración propia.*

Alternativa 2:

Del mismo modo se presenta la alternativa BT2. con operación en Horas fuera de punta. Para lo cual el usuario deberá instalar un cargador standard de 3 kW a más en su predio. Así mismo establece una Potencia contratada de 3 kW.

Se presenta los resultados con los cargos correspondientes a la Tarifa BT2 : Cargo fijo mensual, Cargo por energía activa en horas fuera de punta (EAHFP), cargo por potencia activa de generación en horas punta (PAGHP), cargo por potencia activa de distribución en horas punta y cargo por exceso de potencia activa de distribución en horas fuera de punta (ExPADHFP). Se asume que la recarga se realiza en horas de la madrugada durante 2.14 horas o en cualquier hora del día que no coincida con las horas punta comprendidos entre las 18.00 a 23.000 horas. Al no existir consumo de energía en Horas punta, los cargos PAGHP y PADHP toman un valor igual a cero. Por lo tanto, el valor del cargo ExPADHFP asume el valor máximo de 3 kW.

Tabla 18. Alternativa Tarifa BT-2 Servicio público tecnología BEV.

Cargos	Valores	Costo Unitario	Unidades	Facturación unitaria	N° recargas	Costo
Cargo Fijo		3.66	S./mes	3.66	1	3.66
EAHFP (kWh)	6.4	0.2502	S./kWh	1.60	30	48.04
PAGHP (kW)	0.0	68.43	S./kW-mes	0.00	1	0.00
PADHP(kW)	0	55.11	S./kW-mes	0.00	1	0.00
ExPADHFP(kW)	3	38.74	S./kW-mes	116.22	1	116.22
Subtotal (S/.)						137.14
Total (S/.)						161.82

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por OSINERGMIN.*

Del mismo modo se presenta benchmarking entre tecnología BEV y las tecnologías convencionales automotriz para la flota actual de pasajeros, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Número de unidades evaluadas: 16 de las 26 unidades BEV, los 10 restantes realizan servicio de taxi.
- Eficiencia de automóvil tecnología BEV 90%.
- Autonomía o recorrido: 50 km. (Valor promedio de circulación para un vehículo ligero de pasajeros en Lima para uso particular, Fuente: MTC)
- Operación anual de 30 días y 12 meses.
- El comparativo de ahorro económico y de combustible se realiza en relación a los costos de la facturación BT 2, la cual es la más económica en relación a la alternativa con tarifa BT-5A.

El costo unitario de recorrido se hace mucho más barato en la tarifa BT 2, la cual no requiere de un transformador de MT/BT, ya que la acometida está a 220 voltios, tan solo es necesario realizar un contrato adicional dentro de un mismo predio con una tarifa BT 2 para el cargador. (La norma tarifaria no excluye la posibilidad de su implementación).

Los ahorros económicos conseguidos varían desde 29.1 % con respecto a auto con GNV hasta 66.3 % con respecto a un auto a Gasohol de 95 o 97 octanos.

Tabla 19. Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV-servicio particular, flota de pasajeros carga ligera

Detalle	Tecnología convencional				Tecnología BEV	
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5	BT5A	BT2
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones	kWh	kWh
Consumo	1.43	5.43	5.43	1.35	6.42	6.42
Eficiencia (%)	25	25	25	30	90	90
Costo unitario recorrido (S//km)	0.320	0.162	0.152	0.303	0.159	0.108
Recorrido automóvil servicio público (km)	50	50	50	50	50	50
Costo día transporte servicio público (S/)	16.00	8.10	7.61	15.16	7.94	5.39
Costo mes transporte servicio público (S/)	480.00	242.93	228.26	454.86	238.15	161.82
Costo año transporte servicio público 16 autos (S/)	92,160.00	46,643.48	43,826.09	87,334.05	45,723.98	31,070.35
Ahorro de combustible año con respecto a Tarifa BT2	8,228.6	31,304.3	31,304.3	7,783.8		
Ahorro económico año con respecto a Tarifa BT2	61,089.65	15,573.13	12,755.74	56,263.71		
% Ahorro económico año con respecto a Tarifa BT2	66.3%	33.4%	29.1%	64.4%		

Fuente: *Elaboración propia.*

d. Cálculo energético y de costos con tecnología BEV. Servicio público (10 autos)

Se presenta los cálculos para el servicio público de flota ligera de pasajeros. Para lo cual la estimación se realizará para una tarifa en MT calculo para un usuario residencial con TARIFA BTA máxima, teniendo en cuenta el mismo comportamiento de trabajo de los gasocentros convencionales, los cuales operan a cualquier hora del día.

$$Energía_{servpub.} \text{ para } 300 \text{ km} = 38.5 \text{ kWh}$$

Se estima un periodo de carga de:

$$Tiempo \text{ de recarga} = \frac{38.5 \text{ kWh}}{10 \text{ kW}} = 3.8 \text{ horas}$$

Se presentan las siguientes alternativas de recarga del automóvil en las tarifas en media tensión para la zona de concesión de distribución de la zona de Lima, con precios unitarios para los cargos de facturación para el mes de enero, 2021.

Alternativa MT4: con operación en Horas fuera de punta horas punta. Para lo cual el usuario deberá instalar un cargador estándar como mínimo 10 kW o más en su predio. Así mismo establece una Potencia contratada superior a 10 kW.

Se presenta los resultados con los cargos correspondientes a la Tarifa MT 4: Cargo fijo mensual, Cargo por energía activa total (EAT), cargo por potencia activa de generación en horas fuera de punta (PAGHFP) y cargo por potencia activa de distribución en horas fuera de punta (PADHFP). Se asume que la recarga se realiza en cualquiera de las horas del día y de preferencia en horas de la madrugada. Esta tarifa es ideal para los gasocentros que cuenten con linearas o empresas de servicio público con cargadores en sus instalaciones.

Tabla 20. Alternativa Tarifa MT 4 Servicio particular tecnología BEV.

Cargos	Valores	Costo Unitario	Unidades	Facturación unitaria	N° recargas	Costo
Cargo Fijo		3.66	S./mes	3.66	1	3.66
EAT (kWh)	38.5	0.2311	S./kWh	8.90	30	266.92
PAGHFP(kW)	10.0	28.99	S./kW-mes	289.90	1	289.90
PADHFP(kW)	10	11.42	S./kW-mes	114.20	1	114.20
Subtotal (S/.)						674.68
Total (S/.)						794.77

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por OSINERGMIN.*

Del mismo modo se presenta benchmarking entre tecnología BEV servicio público y las tecnologías convencionales automotriz para la flota actual de pasajeros, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Número de unidades evaluadas: 10 de las 26 unidades BEV.
- Eficiencia de automóvil tecnología BEV 90%.
- Autonomía o recorrido: 300 km. (Valor promedio de circulación para un vehículo ligero de pasajeros en Lima para uso particular, Fuente: MTC)
- Operación anual de 30 días y 12 meses.
- El comparativo de ahorro económico y de combustible se realiza en relación a los costos de la facturación MT 4.

El costo unitario de recorrido se hace mucho más barato en la tarifa MT 4, la cual requiere de un transformador de MT, ya que la acometida está a una tensión superior a 1 kV, en

caso de ser una empresa lo recomendable es realizar un contrato adicional para el mismo predio con una tarifa MT 4 para el cargador. (La norma tarifaria no excluye la posibilidad de su implementación).

Los ahorros económicos conseguidos varían desde 42 % con respecto a auto con GNV hasta 72.4 % con respecto a un auto a Gasohol de 95 o 97 octanos.

Tabla 21. Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV-servicio público, flota de pasajeros carga ligera

Detalle	Tecnología convencional				Tecnología BEV
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5	MT4
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones	kWh
Consumo	8.57	32.61	32.61	8.11	38.5
Eficiencia (%)	25	25	25	30	90
Costo unitario recorrido (S//km)	0.320	0.162	0.152	0.303	0.088
Recorrido automóvil particular (km)	300	300	300	300	300
Costo día transporte público (S/)	96.00	48.59	45.65	90.97	26.49
Costo mes transporte público (S/)	2,880.00	1,457.61	1,369.57	2,729.19	794.77
Costo año transporte publico 10 autos (S/)	345,600.00	174,913.04	164,347.83	327,502.70	95,372.84
Ahorro de combustible año con respecto a Tarifa MT4	30,857.14	117,391.30	117,391.30	29,189.19	
Ahorro económico año con respecto a Tarifa MT4	250,227.16	79,540.21	68,974.99	232,129.87	
% Ahorro económico año con respecto a Tarifa MT4	72.4%	45.5%	42.0%	70.9%	

Fuente: *Elaboración propia.*

4.2.3 Referente a la Tecnología PHEV:

a. Para un motor con tecnología PHEV de pasajeros se tienen las siguientes consideraciones:

- Número de unidades evaluadas: 8.
- Eficiencia convencional de automóvil con MCI con gasohol 25 %
- Eficiencia de automóvil tecnología PHEV 90%.
- Autonomía con motor eléctrico 21 km
- Recorrido con motor eléctrico: Primeros 50 Km.
- Recorrido con MCI: Conmutación a MCI luego de 50 km
- Combustible utilizado Gasohol de 95 a 97 octanos.
- Poder calorífico del combustible: 11,200 kcal/kg (Fuente: REPSOL)

- Densidad del combustible: $0.758 \text{ gr/cm}^3 = 0.758 \text{ kg/litro}$ (Fuente: REPSOL)
- Recorrido: 35 km/galón (ciudad) y 50 km/galón (carretera) (Fuente: Hyundai Corp.)
- Batería: 6.7 kWh

b. Cálculo energético con motor convencional:

Determinación del volumen de combustible por hora consumido. (en función a un modelo equivalente a un Honda Accord PHEV)

$$\text{Energía del motor} = \text{Eficiencia del MCI} * \text{PCI}_{\text{gasohol}} * \dot{m}_{\text{gasohol}}$$

$$127 \text{ kW} * 1 \text{ h} = 0.25 * 11,200 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 0.758 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * \frac{3.785 \text{ litro}}{\text{galon}} * 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kcal}} * \frac{\text{h}}{3,600 \text{ s}} * V_{\text{gasohol}}$$

$$V_{\text{gasohol}} = 13.6 \text{ galones}$$

$$\text{Recorrido máximo desarrollado} = 13.6 \text{ galones} * 35 \frac{\text{km}}{\text{galon}} = 476 \text{ km}$$

$$\text{Costo unitario recorrido} = \frac{\dot{m}_{\text{gasohol}} * \text{precio unitario de gasohol}}{\text{recorrido máximo desarrollado}}$$

$$\text{Costo unitario recorrido} = \frac{13.6 * 11.2}{476} = 0.32 \frac{\text{S/}}{\text{km}}$$

Seguidamente se presente el cuadro comparativo de las diversas tecnologías convencionales para los sistemas automotrices, entre las cuales el costo con GNV es más el más económico, seguido del GLP, el petróleo BD5 y el gasohol.

Tabla 22. Indicadores de desempeño MCI con modelo equivalente PHEV

Detalle	Tecnología convencional			
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones
Consumo	13.60	51.74	51.74	12.86
Eficiencia (%)	25	25	25	30
PCI (kcal/kg)	11,200	10,970	12,009	9,860
Autonomía (km)	476.00	476.00	476.00	476.00
Precio (S./unidad)	11.2	1.49	1.4	11.22
Costo unitario recorrido (S//km)	0.320	0.162	0.152	0.303
Costo auto transporte público (S/)	152.32	77.09	72.43	144.34
Recorrido automóvil particular (km)	50	50	50	50
Costo auto transporte particular (S/)	16.00	8.10	7.61	15.16

Fuente: *Elaboración propia.*

c. Cálculo energético y de costos con tecnología PHEV.

Cálculo para un usuario residencial con TARIFA BTA máxima demanda en HP y HFP 20 kW, recarga standard 3 kW, con autonomía de 21 km por 6.7 kWh.

$$\text{Energía servpart. para 21 km} = 6.7 \text{ kWh}$$

Se estima un periodo de carga de:

$$\text{Tiempo de recarga} = \frac{6.7 \text{ kWh}}{3 \text{ kW}} = 2.23 \text{ horas}$$

Con lo cual el recorrido como auto particular de 50 km lo realiza según la siguiente secuencia:

Con motor eléctrico: 21 km.

Con MCI con gasohol: 29 km. De los cuales por ser una tecnología híbrida similar a la Tecnología HEV, puede realizar recarga regenerativa a partir del desempeño de su MCI, considerándose:

20 % Regenerativo: 5.8 km.

80 % con MCI puro: 23.2 km. (Por lo tanto, el consumo de combustible estará sujeto al recorrido de 23.2 km como auto de servicio particular)

Se presentan las siguientes alternativas de recarga del automóvil en las tarifas en baja tensión para la zona de concesión de distribución de la zona de Lima, con precios unitarios para los cargos de facturación para el mes de enero, 2021.

Alternativa 1: Tarifa BT-5A, con Potencia de hasta 20 kW en HP y HFP. Para lo cual el usuario deberá instalar un cargador standard de 3 kW a más en su predio. Así mismo establece una Potencia contratada de 3 kW.

Se presenta los resultados con los cargos correspondientes a la Tarifa BT-5A: Cargo fijo mensual, Cargo por energía activa en horas fuera de punta (EAHFP), cargo por energía activa en horas punta (EAHP) y cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta (ExPHFP). Se asume que la recarga se realiza en horas de la madrugada durante 2.23 horas, debido a lo cual el valor de ExPHFP es igual al valor máximo de 3 kW. Asimismo, se realiza una recarga diaria.

Tabla 23. Alternativa Tarifa BT-5A Servicio público tecnología PHEV.

Cargos	Valores	Costo Unitario	Unidades	Facturación unitaria	N° recargas	Costo
Cargo Fijo		3.66	S./mes	3.66	1	3.66
EAHFP (kWh)	6.7	0.2502	S./kWh	1.68	30	50.29
EAHP (kWh)	0	1.3607	S./kWh	0.00	0	0.00
ExPHFP (kW)	3.0	50.04	S./kW-mes	150.12	1	150.12
Subtotal (S/.)						204.07
Total (S/.)						240.80

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por OSINERGMIN.*

Alternativa 2:

Del mismo modo se presenta la alternativa BT2. con operación en Horas fuera de punta. Para lo cual el usuario deberá instalar un cargador standard de 3 kW a más en su predio. Así mismo establece una Potencia contratada de 3 kW.

Se presenta los resultados con los cargos correspondientes a la Tarifa BT2: Cargo fijo mensual, Cargo por energía activa en horas fuera de punta (EAHFP), cargo por potencia activa de generación en horas punta (PAGHP), cargo por potencia activa de distribución en horas punta y cargo por exceso de potencia activa de distribución en horas fuera de punta (ExPADHFP). Se asume que la recarga se realiza en horas de la madrugada durante 2.23 horas o en cualquier hora del día que no coincida con las horas punta comprendidos

entre las 18.00 a 23.000 horas. Al no existir consumo de energía en Horas punta, los cargos PAGHP y PADHP toman un valor igual a cero. Por lo tanto, el valor del cargo ExPADHFP asume el valor máximo de 3 kW.

Tabla 24. Alternativa Tarifa BT-2 Servicio público tecnología PHEV.

Cargos	Valores	Costo Unitario	Unidades	Facturación unitaria	N° recargas	Costo
Cargo Fijo		3.66	S./mes	3.66	1	3.66
EAHP (kWh)	6.7	0.2502	S./kWh	1.68	30	50.29
PAGHP (kW)	0.0	68.43	S./kW-mes	0.00	1	0.00
PADHP (kW)	0	55.11	S./kW-mes	0.00	1	0.00
ExPADHFP(kW)	3	38.74	S./kW-mes	116.22	1	116.22
Subtotal (S/.)						137.14
Total (S/.)						161.82

Fuente: *Elaboración propia con información proporcionada por OSINERGMIN.*

Del mismo modo se presenta los resultados para el consumo de Gasohol equivalente 23.2 km de recorrido.

$$\text{Costo unitario recorrido} = 0.32 \frac{S/}{km}$$

$$\text{Costo por total recorrido} = 23.2 \text{ km} * 0.32 \frac{S/}{km} = S/7.25$$

Seguidamente se determina el valor del combustible asociado.

$$0.32 \frac{S/}{km} = \frac{V_{\text{gasohol}} * 11.2 \frac{S/}{galon}}{23.2 \text{ km}}$$

$$V_{\text{gasohol}} = 0.67 \text{ galones}$$

Se realiza el benchmarking entre tecnología PHEV y las tecnologías convencionales automotriz para la flota actual de pasajeros, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Eficiencia de automóvil tecnología BEV 90%.

- Recorrido: 50 km. (Valor promedio de circulación para un vehículo ligero de pasajeros en Lima para uso particular, Fuente: MTC)
- Operación anual de 30 días y 12 meses.
- El comparativo de ahorro económico y de combustible se realiza en relación a los costos de la facturación BT 2, la cual es la más económica en relación a la alternativa con tarifa BT-5A.

El costo unitario de recorrido se hace económica en la tarifa BT 2, la cual no requiere de un transformador de MT/BT, ya que la acometida está a 220 voltios, tan solo es necesario realizar un contrato adicional dentro de un mismo predio con una tarifa BT 2 para el cargador. (La norma tarifaria no excluye la posibilidad de su implementación).

Los ahorros económicos conseguidos varían desde 21 % con respecto a auto con Gasohol de 95 o 97 octanos hasta 16.6 % con respecto a un auto a Petróleo BD5. Mientras que frente a la tecnología con GNV o GLP es antieconómica. El costo mes transporte particular incluye el costo por energía eléctrica y el costo asociado por 30 días de consumo de gasohol.

Tabla 25. Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología PHEV-servicio particular, flota de pasajeros carga ligera

Detalle	Tecnología convencional				Tecnología PHEV	
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5	BT5A	BT2
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones	kWh	kWh
Energía eléctrica(kWh)					6.7	6.7
Consumo Gasohol	1.43	5.43	5.43	1.35	0.67	0.67
Eficiencia (%)	25	25	25	30	90/30	90/30
Costo unitario recorrido (S//km)	0.320	0.162	0.152	0.303	0.306	0.253
Recorrido automóvil particular (km)	50	50	50	50	50	50
Costo día transporte particular (S/)	16.00	8.10	7.61	15.16	15.28	12.64
Costo mes transporte particular (S/)	480.00	242.93	228.26	454.86	458.30	379.32
Costo año transporte particular 8 autos (S/)	46,080.00	23,321.74	21,913.04	43,667.03	43,997.07	36,415.17
Ahorro de combustible año con respecto a Tarifa BT2	8,228.6	31,304.3	31,304.3	7,783.8		
Ahorro económico año con respecto a Tarifa BT2	9,664.83	-13,093.43	-14,502.13	7,251.85		
% Ahorro económico año con respecto a Tarifa BT2	21.0%	-56.1%	-66.2%	16.6%		

Fuente: *Elaboración propia.*

4.3 Estimación de la Reducción de emisiones de dióxido de carbono.

Tomando en cuenta los valores de la fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - Volumen 2: Energía, pág. 2.16 - 2.17 del MINAM, se tienen los siguientes factores de emisiones:

Petróleo BD5 74.1 Ton CO₂/TJ

Gasohol de 84,90,95, 97 y 98 plus 69.3 Ton CO₂/TJ

GLP 63.1 Ton CO₂/TJ

GNV 56.1 Ton CO₂/TJ

Para la Tecnología HEV.

Se presenta el cálculo de emisiones vertidas a la atmosfera para los 450 autos con Tecnología HEV para el año 2020:

Energía consumida año

$$= 3.86 \frac{\text{Galon}}{\text{dia}} * 365 \frac{\text{dia}}{\text{año}} * 1 \text{ año} * 0.758 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * 3.785 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * 11200 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \\ * 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kcal}} * \frac{\text{TJ}}{10^9 \text{kJ}} = 0.19 \text{ TJ}$$

$$\text{Emisiones emitidas año} = 0.19 \text{ TJ} * 69.3 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{TJ}} = 13.11 \text{ Ton CO}_2$$

$$\text{Emisiones emitidas 450 autos} = 13.11 * 450 = 5,899.50 \text{ Ton CO}_2$$

Del mismo modo se han realizado los cálculos para las unidades equivalentes a la tecnología HEV con tecnología convencional haciendo uso de combustible como gasohol, GLP, GNV y Petróleo BD5. Seguidamente se ha realizado el comparativo entre la tecnología HEV y el supuesto que la adquisición de un auto con tecnología HEV haya reemplazado a algunas de las tecnologías convencionales.

Para el año 2020 se tuvo una reducción entre el 33.5 al 17.7 % de emisiones de dióxido de carbono equivalentes con los 450 autos con tecnología HEV.

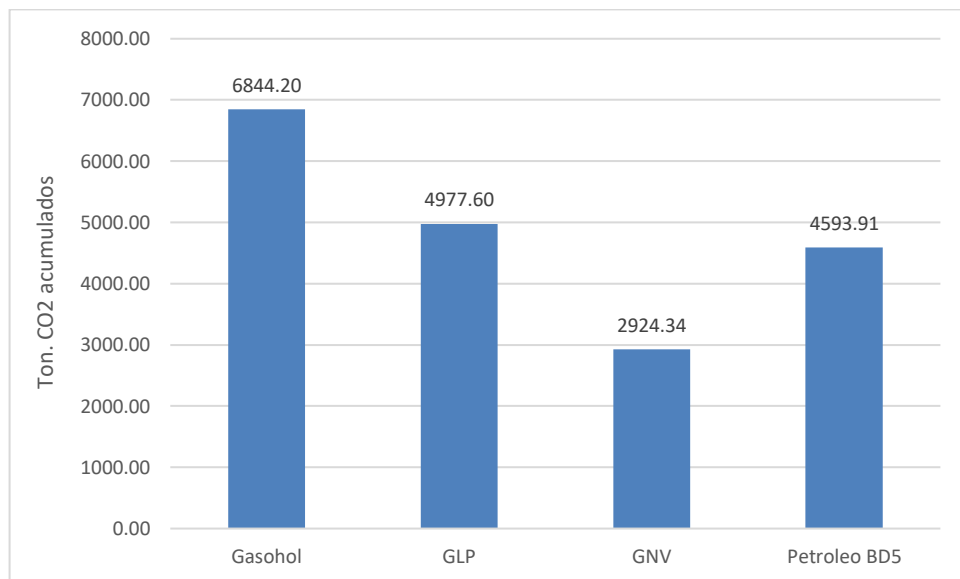
Tabla 26. Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología HEV referente a emisiones emitidas el año 2020.

Detalle	Tecnología	Tecnología convencional			
	HEV	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5
Unidad de consumo	Galones	Galones	litros	m3	Galones
Consumo	3.86	5.8	29.04	24.21	4.79
Eficiencia (%)	30	25	25	25	30
PCI (kcal/kg)	11,200	11,200	10,970	12,009	9,860
Factor de emisión (Ton CO ₂ /TJ)	69.3	69.3	63.1	56.1	74.1
Emisiones auto (Ton CO ₂ /año)	13.11	19.71	17.91	15.93	17.54
Emisiones 450 autos (Ton CO ₂ /año)	5,899.50	8,869.50	8,059.50	7,168.50	7,893.00
Reducción de emisiones CO ₂ /año		2,970.00	2,160.00	1,269.00	1,993.50
Reducción % emisiones CO ₂ /año		33.5%	26.8%	17.7%	25.3%

Fuente: *Elaboración propia*

Se presenta el grafico de emisiones acumuladas dejadas de emitir (2016-2020) hasta inicios del año.

Gráfico 3. Emisiones emitidas acumuladas según tipo de tecnología convencional con respecto a la tecnología HEV



Fuente: *Elaboración propia.*

Para la Tecnología BEV.

Se tiene el factor de emisiones para la generación de energía eléctrica de 0.4119 Ton. CO₂/MWh. (Valor del factor de emisión determinado para la central hidroeléctrica Runatullo III -DGEE-MINEM)

Se presenta el cálculo de emisiones vertidas a la atmosfera para los 16 autos servicio particular con Tecnología BEV para el año 2020:

Emisiones emitidas auto BEV año

$$= 6.42 \frac{kWh}{dia} * 365 \frac{dia}{año} * 1 año * \frac{MWh}{1000 kWh} * 0.4119 \frac{Ton CO_2}{MWh}$$

$$= 2.3433 Ton CO_2$$

$$Emisiones emitidas auto BEV año = 2.3433 Ton CO_2 * 16 = 37.4928 Ton CO_2$$

Se presenta los resultados de las emisiones vertidas por los 16 automóviles con tecnología BEV de servicio particular y su comparativo con autos con tecnologías convencionales. Se indica que la adquisición de un auto BEV fue una adquisición ante una necesidad de tener un auto eléctrico, en reemplazo de la compra de un auto con tecnología convencional, se tiene una reducción de emisiones entre 29.8 % (con respecto al GNV) y de 52.6 % (con respecto al petróleo BD5)

Tabla 27. Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV referente a emisiones emitidas el año 2020.Servicio particular.

Detalle	Tecnología convencional				Tecnología BEV
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5	BT2/BT5 A
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones	kWh
Consumo	1.43	5.43	5.43	1.35	6.42
Eficiencia (%)	25	25	25	30	90
PCI (kcal/kg)	11,200	10,970	12,009	9,860	
Factor de emisión (Ton CO ₂ /TJ)	69.3	63.1	56.1	74.1	
Factor de emisión (Ton CO ₂ /MWh)					0.4119
Emisiones auto (Ton CO ₂ /año)	4.85	3.35	3.34	4.94	2.3433
Emisiones 16 autos (Ton CO ₂ /año)	77.6	53.6	53.44	79.04	37.4928
Reducción de emisiones CO ₂ /año	40.11	16.11	15.95	41.55	
Reducción % emisiones CO ₂ /año	51.7%	30.1%	29.8%	52.6%	

Fuente: *Elaboración propia.*

Se presenta el cálculo de emisiones vertidas a la atmosfera para los 10 autos servicio público (taxis) con Tecnología BEV para el año 2020:

$$\begin{aligned}
 & \text{Emisiones emitidas auto BEV año} \\
 & = 38.50 \frac{kWh}{\text{dia}} * 365 \frac{\text{dia}}{\text{año}} * 1 \text{ año} * \frac{MWh}{1000 kWh} * 0.4119 \frac{\text{Ton CO}_2}{MWh} \\
 & = 14.05 \text{ Ton CO}_2
 \end{aligned}$$

$$\text{Emisiones emitidas auto BEV año} = 14.05 \text{ Ton CO}_2 * 10 = 140.53 \text{ Ton CO}_2$$

Se presenta los resultados de las emisiones vertidas por los 10 automóviles con tecnología BEV de servicio público y su comparativo con autos con tecnologías convencionales. Se tiene una reducción de emisiones entre 29.9 % (con respecto al GLP) y de 52.6 % (con respecto al petróleo BD 5)

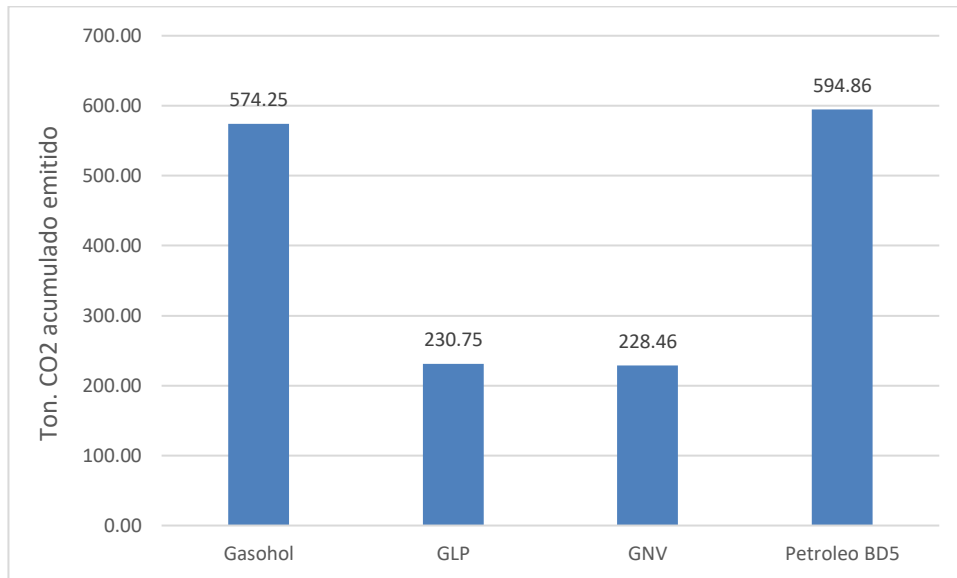
Tabla 28. Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología BEV referente a emisiones emitidas el año 2020. Servicio público.

Detalle	Tecnología convencional				Tecnología BEV
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5	MT4
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones	kWh
Consumo	8.57	32.61	32.61	8.11	38.50
Eficiencia (%)	25.00	25.00	25.00	30.00	90
PCI (kcal/kg)	11,200.00	10,970.00	12,009.00	9,860.00	
Factor de emisión (Ton CO ₂ /TJ)	69.30	63.10	56.10	74.10	
Factor de emisión (Ton CO ₂ /MWh)					0.4119
Emisiones auto (Ton CO ₂ /año)	29.1	20.1	20.04	29.64	14.05
Emisiones 10 autos (Ton CO ₂ /año)	291	201	200.4	296.4	140.53
Reducción de emisiones CO ₂ /año	150.48	60.48	59.88	155.88	
Reducción % emisiones CO ₂ /año	51.7%	30.1%	29.9%	52.6%	

Fuente: *Elaboración propia*

Se presenta el grafico de emisiones acumuladas dejadas de emitir (2016-2020) hasta inicios del año para los 10 autos con tecnología BEV.

Gráfico 4. Emisiones emitidas acumuladas según tipo de tecnología convencional con respecto a la tecnología BEV-servicio publico



Fuente: *Elaboración propia*

Para la Tecnología PHEV.

Se tiene el factor de emisiones para la generación de energía eléctrica de 0.4119 Ton. CO₂/MWh. (Valor del factor de emisión determinado para la central hidroeléctrica Runatullo III -DGEE-MINEM)

Se presenta el cálculo de emisiones vertidas a la atmosfera para los 16 autos servicio particular con Tecnología PHEV para el año 2020:

Componente por consumo de energía eléctrica:

Emisiones emitidas auto PHEV año c. e. e

$$\begin{aligned}
 &= 6.7 \frac{kWh}{dia} * 365 \frac{dia}{año} * 1 año * \frac{MWh}{1000 kWh} * 0.4119 \frac{Ton CO_2}{MWh} \\
 &= 1.00 Ton CO_2
 \end{aligned}$$

Componente por consumo de gasohol:

Energía consumida año PHEV auto

$$= 0.67 \frac{\text{Galon}}{\text{dia}} * 365 \frac{\text{dia}}{\text{año}} * 1 \text{ año} * 0.758 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} * 3.785 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} \\ * 11200 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kcal}} * \frac{\text{TJ}}{10^9 \text{kJ}} = 0.033 \text{ TJ}$$

$$\text{Emisiones emitidas año PHEV auto c. g} = 0.033 \text{ TJ} * 69.3 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{TJ}} \\ = 2.28 \text{ Ton CO}_2$$

$$\text{Emisiones emitidas año PHEV auto} = 1.00 + 2.28 = 3.28 \text{ Ton CO}_2$$

$$\text{Emisiones emitidas año PHEV 8 autos} = 3.28 * 8 = 26.26 \text{ Ton CO}_2$$

Se presenta los resultados de las emisiones vertidas por los 8 automóviles con tecnología PHEV y su comparativo con autos con tecnologías convencionales. Se tiene una reducción de emisiones entre 1.7 % (con respecto al GNV) y de 33.6 % (con respecto al petróleo BD 5). Actualmente estos autos se utilizan tan solo para servicio particular, debido a que resulta antieconómico utilizarlos como automóvil para servicio público de taxis (debido a la baja autonomía de la batería 6.7 kWh para tan solo 21 km) , para el resto del recorrido diario debe consumir gasohol de manera similar a un auto tecnología HEV, salvo que realice una nueva recarga de 2.23 horas.

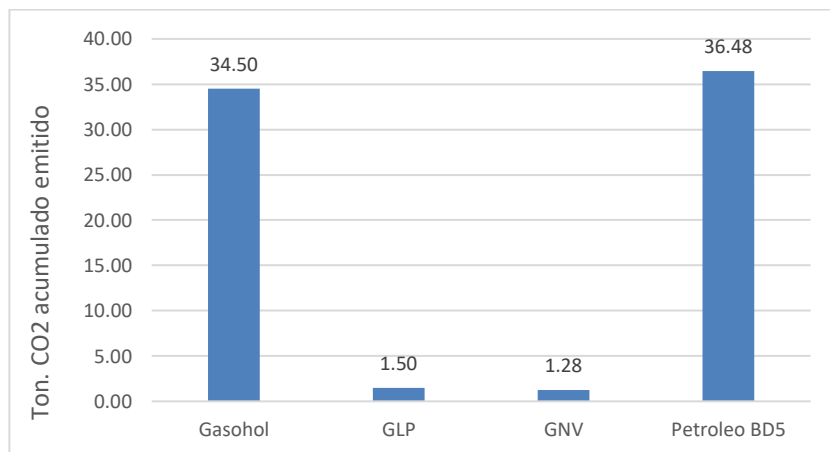
Tabla 29. Benchmarking entre tecnología convencional y tecnología PHEV referente a emisiones emitidas el año 2020.

Detalle	Tecnología convencional				Tecnología PHEV
	Gasohol	GLP	GNV	Petróleo BD5	BT2
Unidad de consumo	Galones	litros	m3	Galones	kWh/Galones
Energía eléctrica(kWh)					6.7
Consumo	1.43	5.43	5.43	1.35	0.67
Eficiencia (%)	25	25	25	30	90/30
Factor de emisión (Ton CO ₂ /TJ)	69.30	63.10	56.10	74.10	69.30
Factor de emisión (Ton CO ₂ /MWh)					0.4119
Emisiones auto (Ton CO ₂ /año)	4.85	3.35	3.34	4.94	3.28
Emisiones 8 autos (Ton CO ₂ /año)	38.80	26.80	26.72	39.52	26.26
Reducción de emisiones CO ₂ /año	12.54	0.54	0.46	13.26	
Reducción % emisiones CO ₂ /año	32.3%	2.0%	1.7%	33.6%	

Fuente: *Elaboración propia*

Se presenta el grafico de emisiones acumuladas dejadas de emitir (2016-2020) hasta inicios del año 2021 para los 8 autos con tecnología PHEV.

Gráfico 5. Emisiones emitidas acumuladas según tipo de tecnología convencional con respecto a la tecnología PHEV



Fuente: *Elaboración propia*

4.4 Efecto en la demanda de energía en el SEIN.

4.4.1 Referente a la Demanda:

Se presenta el cuadro de cargas para las tecnologías BEV y PHEV, las cuales realizan recargas diarias para su operatividad según sus características de consumo.

Tabla 30. Demandas eléctricas asociadas a tecnologías BEV y PHEV

AÑO	Tecnología			Demanda eléctrica asociada(kW)		
	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV
2020	16	10	8	3	10	3
2019	13	10	7	3	10	3
2018	13	5	4	3	10	3
2017	5	5	2	3	10	3
2016	2	0	1	3	10	3

Fuente: *Elaboración propia*

Se presenta el cálculo de la máxima demanda coincidente, en el supuesto caso de que exista un factor de simultaneidad igual a 1, en el cual todos los sistemas de recargas realizan la operación de recarga al mismo instante.

Para la tecnología BEV (servicio particular):

$$\text{Demanda eléctrica coincidente BEV serv. part.} = 16 * 3 = 48 \text{ kW}$$

$$\text{Demanda eléctrica coincidente BEV serv. pub.} = 10 * 10 = 100 \text{ kW}$$

$$\text{Demanda eléctrica coincidente PHEV} = 8 * 3 = 24 \text{ kW}$$

$$\text{Máxima Demanda} = 48 + 100 + 24 = 172 \text{ kW}$$

Tabla 31. Evolución de la máxima demanda eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV

AÑO	Demanda eléctrica coincidente(kW)			Máxima Demanda (kW)
	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV	
2020	48	100	24	172
2019	39	100	21	160
2018	39	50	12	101
2017	15	50	6	71
2016	6	0	3	9

Fuente: *Elaboración propia*

La máxima demanda del SEIN para el año 2020 es de 7,285.48 MW, con lo cual la máxima demanda por el empleo de autos eléctricos en el Perú a la fecha representa:

$$\text{Participación de la electromovilidad} = \frac{0.172}{7,285.48} * 100\% = 0.0023 \%$$

El índice de penetración de la electromovilidad es de:

$$\begin{aligned} \text{Índice de penetración de electromovilidad BEV} &= \left(\frac{26}{2}\right)^{1/4} - 1 = 0.8988 \\ &= 89.88 \% \end{aligned}$$

$$\text{Índice de penetración de electromovilidad PHEV} = \left(\frac{8}{1}\right)^{1/4} - 1 = 0.6818 = 68.18 \%$$

Se presenta la evolución del parque automotor eléctrico al año 2025, considerando los respectivos índices de penetración para las tecnologías BEV y PHEV, con porcentajes de participación de 61.53 % y 38.47 % para la tecnología BEV servicio particular y servicio público (16 y 10 autos según tecnología).

Tabla 32. Evolución del parque automotor de electromovilidad al corto plazo

AÑO	Tecnología		
	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV
2020	16	10	8
2021	31	19	14
2022	58	37	24
2023	111	70	41
2024	212	132	69
2025	402	252	117

Fuente: *Elaboración propia*

Se presenta el cálculo de la máxima demanda coincidente, en el supuesto caso de que exista un factor de simultaneidad igual a 1, en el cual todos los sistemas de recargas realizan la operación de recarga al mismo instante.

Para la tecnología BEV (servicio particular):

$$\text{Demanda eléctrica coincidente BEV serv. part. 2025} = 402 * 3 = 1,206 \text{ kW}$$

$$\text{Demanda eléctrica coincidente BEV serv. pub. 2025.} = 252 * 10 = 2,520 \text{ kW}$$

$$\text{Demanda eléctrica coincidente PHEV 2025} = 117 * 3 = 351 \text{ kW}$$

$$\text{Máxima Demanda} = 1,206 + 2,520 + 351 = 4,077 \text{ kW}$$

Tabla 33. Evolución de la máxima demanda eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV al corto plazo (2025)

AÑO	Demanda eléctrica coincidente(kW)			Máxima Demanda (kW)
	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV	
2020	48.0	100.0	24.0	172.0
2021	93.0	190.0	42.0	325.0
2022	174.0	370.0	72.0	616.0
2023	333.0	700.0	123.0	1,156.0
2024	636.0	1,320.0	207.0	2,163.0
2025	1,206.0	2,520.0	351.0	4,077.0

Fuente: *Elaboración propia*

La máxima demanda del SEIN para el año 2025 se determina en función a la tasa de proyección de la Demanda del SEIN el cual es igual 2.8 % según el Informe N° 193-2,020-GRT, informe para la determinación de los precios de barra para el periodo Mayo-2,020 a abril 2,021.

$$\text{Maxima Demanda SEIN 2025} = 7,285.48 * (1 + 0.028)^5 = 8364.2 \text{ MW}$$

Con lo cual la máxima demanda por el empleo de autos eléctricos en el Perú al corto plazo año 2,025 será:

$$\text{Participacion de la electromovilidad} = \frac{4.077}{8,364.2} * 100\% = 0.005 \%$$

Al ritmo de crecimiento de la demanda del SEIN y el incremento de autos con tecnología BEV y PHEV, este último no afecta significativamente a la máxima demanda del SEIN a corto plazo.

4.4.2 Referente a la energía.

Se presenta el cuadro de cargas para las tecnologías BEV y PHEV, las cuales realizan recargas diarias para su operatividad según sus características de consumo.

Tabla 34. Energía eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV

AÑO	Tecnología			Energía Activa asociada(kWh)		
	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV
2020	16	10	8	6.4	38.5	6.7
2019	13	10	7	6.4	38.5	6.7
2018	13	5	4	6.4	38.5	6.7
2017	5	5	2	6.4	38.5	6.7
2016	2	0	1	6.4	38.5	6.7

Fuente: *Elaboración propia*

Se presenta el cálculo de la energía eléctrica consumida por los automóviles de las dos tecnologías de autos eléctricos.

Para la tecnología BEV (servicio particular):

$$\text{Energía consumida al año – BEV serv. part.} = 16 * 6.4 * 30 * 12 = 36,864 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Energía consumida al año – BEV serv. pub.} &= 10 * 38.5 * 30 * 12 \\ &= 138,600 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\text{Energía consumida al año – PHEV} = 8 * 6.7 * 30 * 12 = 19,296 \text{ kWh}$$

$$\text{Energía consumida electromovilidad año} = 194.76 \text{ MWh}$$

Tabla 35. Evolución de la energía eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV

AÑO	Energía activa coincidente anual (kWh)			Energía total consumida (MWh)
	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV	
2020	36,864	138,600	19,296	194.76
2019	29,952	138,600	16,884	185.44
2018	29,952	69,300	9,648	108.90
2017	11,520	69,300	4,824	85.64
2016	4,608	0	2,412	7.02

Fuente: *Elaboración propia*

La máxima demanda del SEIN para el año 2020 es de 48'705,885.20 MWh, con lo cual la máxima demanda por el empleo de autos eléctricos en el Perú a la fecha representa:

$$\text{Participación de la electromovilidad} = \frac{194.76}{48'705,885.20} * 100\% = 0.0004 \%$$

Según los índices de penetración de la electromovilidad (según ítem 4.4.1) y los valores de las tablas 30,31 y 33 se presentan los resultados de la energía activa consumida anualmente en el corto plazo año 2,021-2,025.

Tabla 36. Evolución del consumo de energía eléctrica asociadas a tecnologías BEV y PHEV al corto plazo (2,025)

AÑO	Energía anual consumida (MWh)			Energía anual consumida (GWh)
	BEV-(Part.)	BEV-(Pub.)	PHEV	
2020	36.9	138.6	19.3	0.19
2021	71.4	859.3	458.3	1.39
2022	133.6	1,607.8	892.4	2.63
2023	255.7	3,076.9	1,688.4	5.02
2024	488.4	5,876.6	3,183.8	9.55
2025	926.2	11,143.4	6,078.2	18.15

Fuente: *Elaboración propia*

El consumo de energía eléctrica del SEIN para el año 2025 se determina en función a la tasa de proyección de la Demanda del SEIN el cual es igual 5.2 % según el Informe N° 193-2020-GRT, informe para la determinación de los precios de barra para el periodo Mayo-2,020 a abril 2,021.

$$\begin{aligned} \text{Energía consumida SEIN 2025} &= 48,705.89 \text{ GWh} * (1 + 0.052)^5 \\ &= 62,756.7 \text{ GWh} \end{aligned}$$

Con lo cual a participación del consumo de energía eléctrica con electromovilidad con respecto al consumo de energía eléctrica en el SEIN a corto plazo año 2,025 será:

$$\text{Participación de la electromovilidad} = \frac{18.15}{62,756.7} * 100\% = 0.029 \%$$

Al ritmo de crecimiento de la demanda del SEIN y el incremento de autos con tecnología BEV y PHEV, este último no afecta significativamente al consumo global de energía eléctrica proyectada para el SEIN a corto plazo. Más aun los precios de generación no se verán alterados por el consumo de energía eléctrica y demanda de la electromovilidad,

4.5 Condiciones de implementación de la electromovilidad en el Perú.

En América latina países, tal como Chile cuentan para el año 2,020 un total de 900 autos eléctricos y tiene un plan que para el año 2,030 existan 80,000 vehículos eléctricos. Para la cual en los siguientes cinco años se prevé la construcción de 1200 puntos de recarga (cada 75 km desde Punta Arenas hasta Arica y ha establecido tarifas reguladas diferenciadas para la electromovilidad.

Argentina, Brasil y Colombia aplican exención o reducción de los aranceles tributarios para la importación de autos eléctricos.

Para el Perú se presentan aun barreras que deben ser superadas, para lo cual se presentan las siguientes contribuciones:

Incentivos financieros: Con el objetivo de promover y fortalecer la electromovilidad como medida efectiva para la reducción de consumo de combustible derivado de los hidrocarburos, la contaminación ambiental, los daños a la salud pública y humana y reducción de los costos de transporte. Se propone la creación de una Comisión para el otorgamiento de incentivos. Los costos de venta de los automóviles en el orden de HEV, BEV y PHEV son muy altos y son una de las barreras principales en la introducción de los vehículos eléctricos. Estos incentivos financieros pueden estar direccionados a la reducción de los costos anuales de propiedad o de uso de un vehículo eléctrico. De cualquier manera, los incentivos financieros para reducir los costos de propiedad o uso de los vehículos eléctricos, pueden ser diseñados para mantener estables los ingresos tributarios mediante el aumento de las respectivas tasas para los vehículos convencionales de motor de combustión interna. Asimismo, el costo de venta de un auto eléctrico es significativamente más alto que de un vehículo convencional, por consiguiente, es importante la promoción del otorgamiento de un bono para fomentar la adquisición de los vehículos eléctricos, de manera similar como se realizó en la ciudad de Lima con el GNV.

Los incentivos no financieros, son aquellas políticas públicas que los países promueven para la electromovilidad. Se puede considerar tres de los beneficios más comunes que son: Exención de las restricciones de vehículos, como en las restricciones de placas.

Estacionamientos exclusivos, las restricciones basadas en las placas para la circulación de ciertos automóviles en algunos días de la semana y en horas pico es una política común en ciudades de América Latina (por ejemplo, Bogotá, México DF y Sao Paulo).

Estas políticas se han promulgado para mitigar los problemas ambientales y de congestión.

Mediante ordenanzas o normativas se puede encargar un porcentaje mínimo de o número exclusivo de plazas de estacionamiento para los vehículos eléctricos en los estacionamientos públicos. Esta es probablemente una buena política para promover los vehículos eléctricos, ya que afectará solamente de manera marginal la disponibilidad en los estacionamientos para los vehículos de motor de combustión interna mientras brindan un gran beneficio para los vehículos eléctricos.

Los concejos municipales podrán definir su política para la exoneración del pago de parquímetros para los vehículos eléctricos.

Referente a restricciones ambientales, las limitaciones a las emisiones del tubo de escape de los motores convencionales tales como material particulado, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, permitirán el incremento de ventas e importaciones de vehículos eléctricos.

En el Perú se ha avanzado con la eliminación del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) (aún vigente de 10 %) para la importación de vehículos eléctricos, para renovar el parque automotor a vehículos más limpios, y tanto en el Poder Ejecutivo como en el Congreso de la República se está trabajando en regular los incentivos y la promoción para los vehículos eléctricos e híbridos. No obstante, lo señalado, en nuestro país no se cuenta aún con un marco normativo exclusivo que regule los incentivos y la promoción para los vehículos eléctricos.

En lo referente a la demanda para la realizar la recarga eléctrica es factible crear un tercer periodo tarifario, el cual debe comprender dentro de las horas de menor consumo de energía y demanda en el SEIN, el cual se realiza en horas de la madrugada, entre las 00 horas a las 5.00 horas, periodo en el cual se pueden crear opciones tarifarias para los clientes residenciales que deseen instalar un cargador dentro de su predio.

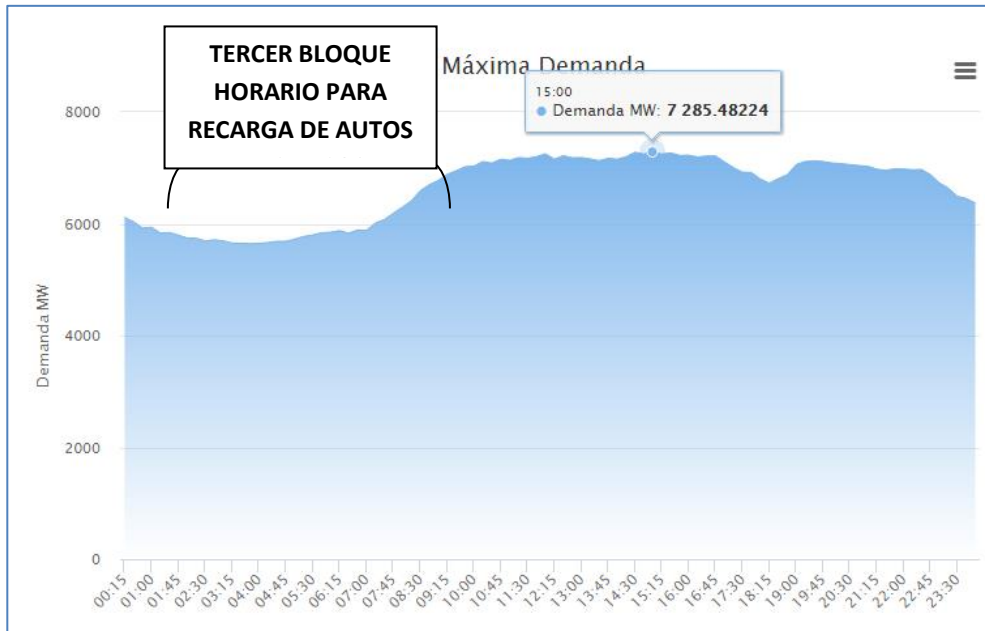


Figura 24. Ubicación del tercer bloque horario para recarga de autos.
Fuente: (Elaboración propia)

4.6 Discusión de resultados.

Los procesos de recarga principalmente en el servicio particular requiere de una estrategia tarifaria con precios diferenciados en un tercer bloque de energía aun no existente en el Perú sobre todo porque este proceso se realiza en horas de la madrugada con duraciones entre 2 a 3 horas, con lo cual coincidimos con Arias Pérez(2015) quien plantea también una estrategia de carga controlada en horas valle o de baja demanda en España lo cual se refuerza con una estrategia tarifaria que permita beneficios económicos a los usuarios para promover la electromovilidad.

La autonomía de un auto está en función al cambio tecnológico y la evolución de las baterías, con los recientes modelos de autos eléctricos de tecnologías HEV, BEV o PHEV , los cuales principalmente el auto BEV tiene autonomías ahora de 6.4 kWh para 50 km de recorrido de servicio particular y de 38.5 kWh para recorridos de 329 km, representado una mayor capacidad y menor peso en el compartimiento del motor, con lo cual se difiere con Alegre Beju (2,017) , quien manifestaba que la autonomía del vehículo depende del ciclo de conducción elegido, además, ésta se ve mermada por el estado de envejecimiento de la batería, lo cual en tan solo tres años se refuta debido al desempeño de las baterías de litio. Así mismo no concordamos con la investigación de

Zúñiga Alarco (2014) en el hecho de que la tecnología ha evolucionado en 5 años de tal forma que los tiempos de recargas en estaciones de carga estándar se pueden realizar en periodos cortos de tiempo en función a la capacidad de las baterías sin necesidad de optar por una estación de recarga rápida que podría generar una mayor demanda o potencia de la estación de recarga.

Es cierto que las baterías juegan un papel muy importante en los tecnologías HEV, BEV y PHEV , pero también los mecanismos de aprovechamiento de la desaceleración o frenado del automóvil en los sistemas HEV y PHEV (o automóviles híbridos), en estos últimos la eficiencia de aprovechamiento de la energía química del combustibles 30 % en relación a los autos convencionales que tienen una eficiencia del 25 %, en donde el combustible utilizado es gasohol, debido al menor peso de los MCI en comparación con los MCI que funcionan con petróleo BD5. Con lo cual se coincide con Mamani Apaza (2017) quien también indica sobre las ventajas medioambientales de los autos eléctricos en la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera, lo cual también está demostrado en el presente informe de investigación.

En la presente investigación se tiene como resultado que la actual flota de 484 con autos eléctricos con tecnologías HEV, BEV y PHEV no han afectado a la demanda y al consumo de energía eléctrica en el SEIN , ni tampoco tiene un efecto significativo en el corto plazo (hacia el año 2,025) manteniendo el mismo índice de penetración de ingreso de autos eléctricos y la tasa de crecimiento de la energía y la demanda del SEIN, con lo cual se coincide con el informe de Torres Sarmiento (2,015) para el estudio en la ciudad de Cuenca para un total de 1,598 autos eléctricos en proceso de recarga en la horas valle en la mañana permiten una confiabilidad de la red eléctrica , pero no se coincide en el hecho de que existe preferencia en el servicio de pasajeros con taxis o servicio público a diferencia del Perú donde ha habido mayor ingreso de autos para el servicio particular.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se ha determinado el ahorro de energía primaria con la tecnología HEV, con la actual flota de 460 autos híbridos estimándose en un valor de 314,280 galones/año, con un 33% de reducción de combustible comparando un motor MCI convencional con auto HEV. Del mismo modo se ha realizado un comparativo de la misma tecnología, el cual es empleado en servicio particular, con respecto a otros MCI equivalentes con distintos combustibles así tenemos con MCI con gasohol S/. 21.73(33 %) y con petróleo S/. 10.51 (19.5 %).

Con respecto a la tecnología BEV (26 eléctricos enchufables) para servicio particular se obtienen ahorros de energía primaria entre 8,286 galones de GLP a 31,304.3 m³ de GNV, para los 26 autos BEV disponibles a la fecha, con ahorros económicos que varían desde 29.1 % hasta 66.3 %, aplicando la tarifa BT2. Mientras que para el servicio público se obtienen ahorros de energía primaria del orden de 30,857 galones de Gasohol o 164,347.83 m³ de GNV, lo que permite ahorros económicos que varían desde 42 % con respecto a auto con GNV y de 72.4 % respecto a un auto a Gasohol de 95 o 97 octanos.

Se determino la reducción de emisiones de dióxido de carbono, siendo la más representativa su comparación con motores convencionales con gasohol, así tenemos para la tecnología HEV es de 2,970 tCO₂/año (33.5 % de reducción) , con respecto a la tecnología BEV es de 40.11 tCO₂/año para el servicio particular y de 150.8 tCO₂/año para el servicio público (51.7 % de reducción) y con respecto a la tecnología PHEV 12.54 tCO₂/año (32.3 % de reducción)

A la fecha (enero 2021) se tiene una demanda eléctrica de 172 kW asociada a la recarga de los 26 autos BEV y 8 autos PHEV con lo cual la participación de la electromovilidad en la máxima del SEIN es 0.0023 %, con lo cual se prevé al corto plazo (año 2025 una participación en la máxima demanda del SEIN de 0.005 % con una demanda de la electromovilidad de 4.077 MW, para un parque automotor BEV y PHEV de 771 autos.

Es necesario aplicar incentivos financieros y no financieros para incrementar el índice de penetración de los autos de tecnología BEV y PHEV principalmente, considerándose implementar la reducción de aranceles a la importación y la aplicación de un bono eléctrico para el incremento de la flota automotriz eléctrica. Del mismo modo es necesario la implementación de un tercer bloque tarifario durante las horas de la madrugada, periodo en el cual se realiza la mayor parte del servicio de recarga eléctrica.

RECOMENDACIONES

Es un estudio pendiente lo referente al efecto del tercer bloque horario tarifario en horas de la madrugada como mecanismo de incentivo a la electromovilidad, ya que tan solo a la fecha se cuenta con una flota de 484 automóviles (de los cuales 460 son de tecnología HEV, 26 de tecnología BEV y 8 de tecnología PHEV). Con precios diferenciados que estimulen la instalación de los puntos de recarga particulares y el ingreso de una mayor cantidad de autos eléctricos sobre todo de tecnología BEV y PHEV.

La acción del estado juega un papel muy importante con una reforma normativa que permita la promoción de la electromovilidad de manera efectiva (teniendo en cuenta que la mayor parte de los países vecinos salvo Ecuador, tienen políticas de incentivo financiero y no financiero que estimulan la compra de un auto eléctrico). Es tarea de agenda pendiente para los MTC, MINAM y el MTC.

La tecnología de autos eléctricos puros con celdas combustibles es un estudio pendiente en función al avance tecnológico, reducción de costos y mayor autonomía de este tipo de autos que en un corto plazo pueden ser atractivos comercialmente.

Un estudio sobre el Bono Eléctrico y sus efectos en el incremento de la penetración de los autos eléctricos es tarea pendiente como objeto de investigación, teniendo en cuenta que el efecto Bono GNV permitió tener el parque automotor de lima con mas de 50,000 autos con GNV en solo 8 años.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

TEXTOS

Crouse W. (1993). Mecánica del automóvil. Editorial Marcombo. 3° Edición. España. 484 p. ISBN 849161320X

Grupta H. (2012) Fundamentos de motores de combustión interna. Editorial Eastern Economy Editions. USA. 676 p. ISBN 8120346807

Ros J. y Barrera O. (2017). Vehículos eléctricos e híbridos. Editorial Paraninfo. 1° Edición. España. 201 p. ISBN 8428339406

Rovira de Antonio A. (2015). Motores de combustión Interna. Editorial UNED. 1 ° Edición digital. España. 511 p. ISBN 843627086X

Sanz S.(2017). Vehículos híbridos y eléctricos-Motores". Editorial Editex. 1 Edición. España. 180 p. ISBN 849161320X

Schermeller D., Velarde J. y Solís B. (2019). Electromovilidad, conceptos, políticas y lecciones aprendidas en el Perú. Ediciones OSINERGMIN. 1 Edición. Perú. 165 p. ISBN 978-612-47350-5-9

Trashorras J. (2019). Vehículos Eléctricos. Editorial Paraninfo. 1° Edición. España. 283 p. ISBN 8428343039

TESIS

Alegre M. (2017). Modelado del vehículo eléctrico e híbrido paralelo por medio de Matlab/simulink y planificación de estaciones de carga mediante sistemas de información geográfica y algoritmos genéticos. Tesis doctoral en Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Educación a distancia en Madrid. España.

- Amaya O. (2012). Generación y seguimiento de estrategias de operación para el ahorro de combustible y disminución de contaminantes en motores fuel injection. Tesis para optar el Grado de Maestro en Ciencias de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Autónoma de Nuevo León en México.
- Arias D. (2015). Influencia del vehículo eléctrico sobre la fiabilidad de los sistemas eléctricos. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial de Tecnologías en la Universidad Carlos II de Madrid. España.
- Freile A. y Robayo, S. (2016). Estudio de Factibilidad para la Implementación de Medios de Transporte Eléctricos en el Centro Histórico de Quito. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Automotriz en la Universidad Internacional del Ecuador.
- Mamani J.(2018). Diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía energética del vehículo eléctrico de EPIME UNA PUNO. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional del Altiplano en Puno. Perú.
- Roas L. (2011). Los autos eléctricos. Informe de Investigación realizada para la Universidad Antonio de Nebrija en Madrid. España. 2011.
- Torres J. (2015). Estudio de la viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Automotriz. Universidad Politécnica Salesiana de cuenca. Ecuador.
- Vargas J. (2012). Conversión a auto eléctrico basada en un ´ accionamiento trifásico: diseño, modelación e implementación. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial Electricista en la Universidad de Chile.

Zúñiga V. (2014). Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en Lima Metropolitana. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Pontificia Universidad Católica en Perú.

LINKOGRAFIA

Asociación Automotriz del Perú. (2021). Informe Estadístico Automotor. Asociación automotriz del Perú. [Consulta: 7 de enero del 2021]. Disponible en:
<https://aap.org.pe/estadisticas/informe-estadistico-automotor/>

Asociación Automotriz del Perú. (2021). Informe del sector automotor 2020. Asociación automotriz del Perú. [Consulta: 10 de enero del 2021]. Disponible en:
<https://aap.org.pe/informes-estadisticos/noviembre-2020/Informe-Noviembre-2020.pdf>

Chema Green. (2017). Normativa EURO 6 sobre emisiones. Normativas sobre emisiones publicadas por la entidad CHEMA GREEN. [Consulta: 1 de noviembre del 2020]. Disponible en:
<https://es.greenchem-adblue.com/normativa-euro-6-sobre-emisiones/>

COES. (2021) Reparte de generación de energía 2020 en el SEIN. SEIN. Perú. [Consulta: 11 de enero del 2021]. Disponible en:
<https://www.coes.org.pe/Portal/portalinformacion/generacion>

Congreso de la Republica. (2019). Ley que promueve estaciones de carga para vehículos eléctricos y el otorgamiento de incentivos para la renovación de automotor. [Consulta: 1 de enero del 2021]. Disponible en:
https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Proyectos_de_Ley_y_de_Resoluciones_Legislativas/PL0469520190815.pdf

Congreso de la Republica (2018). Vehículos eléctricos híbridos. Aspectos conceptuales, legislación nacional y comparada. Perú. [Consulta: 3 de enero del 2021]. Disponible en:

[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/\\$FILE/VEHICULOS-EL%C3%89CTRICOS-H%C3%8DBRIDOS.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/$FILE/VEHICULOS-EL%C3%89CTRICOS-H%C3%8DBRIDOS.pdf)

Delgado P. y Guerrero P. (2019). Electromovilidad tecnología para la carga eléctrica. Instituto Nacional de Propiedad Industrial, INAPI. Chile. [Consulta: 16 de octubre del 2020]. Disponible en:
https://www.inapi.cl/docs/default-source/default-document-library/informe-98.pdf?sfvrsn=f7a1cd63_0

Diario La República. (2021). Movilidad eléctrica en el Perú: las barreras que frenan su masificación. Diario La República. Perú. [Consulta: 26 de octubre del 2020]. Disponible en:
<https://larepublica.pe/economia/2021/01/03/movilidad-electrica-en-el-peru-las-barreras-que-frenan-su-masificacion/>

Duarte G. (2019). Vehículos Eléctricos e Híbridos: Aspectos Conceptuales, Legislación Nacional y Comparada. Congreso de la República del Perú. [Consulta: 24 de noviembre del 2020]. Disponible en:
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/\\$FILE/VEHICULOS-EL%C3%89CTRICOS-H%C3%8DBRIDOS.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/$FILE/VEHICULOS-EL%C3%89CTRICOS-H%C3%8DBRIDOS.pdf)

Enel. (2020). ¿Qué es un auto eléctrico y qué tipos hay? Página web de empresa ENEL. Perú. [Consulta: 24 de agosto del 2020]. Disponible en:
<https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-un-auto-electrico-y-que-tipos-hay.html>

Enel. (2020). Día del Vehículo Eléctrico: Enel X Perú instala primera red de electrolineras del país. Página web de empresa ENEL. Perú. [Consulta: 29 de agosto del 2020]. Disponible en:
<https://www.enel.pe/es/conoce-enel/prensa/press/d202009-dia-del-vehiculo-electrico--enel-x-peru-instala-primera-red-de-e.html>

García N. (2019). Electromovilidad: Tendencias y experiencia nacional e internacional. Biblioteca Nacional del Congreso de Chile. [Consulta: 22 de noviembre del 2020]. Disponible en:

https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27343/1/BCN___Electromovilidad_Experiencias_comparadas_.pdf

Gobierno del Perú. (2020) Consultar precios de combustibles. Gobierno del Perú. [Consulta: 20 de noviembre del 2020]. Disponible en:

<https://www.gob.pe/553-consultar-precios-de-combustibles>

Hyundai del Perú. (2021). Nuevo IONIQ eléctrico. Empresa Hyundai. Perú. [Consulta: 12 de noviembre del 2020]. Disponible en:

https://hyundai.pe/wp-content/uploads/2020/04/hyundai-ionic_electrico.pdf

Hyundai del Perú. (2020). El nuevo Hyundai Ioniq Electric estrena batería de 39 kWh para llegar a los 300 km de autonomía. Empresa Hyundai. Perú. [Consulta: 29 de noviembre del 2020]. Disponible en:

<https://www.motorpasion.com/hyundai/hyundai-ioniq-electrico-2020>

Madrigal M. (2019). Electromovilidad: transporte más limpio, seguro y eficiente. Energía del futuro. México. [Consulta: 30 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/energia/es/electromovilidad-transporte-mas-limpio-seguro-y-eficiente/>

Ministerio del Ambiente. (2014). Seguimiento ambiental del sector eléctrico peruano. Gobierno del Perú. [Consulta: 4 de octubre del 2020]. Disponible en:

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/155212/17_seguimiento-ambiental-del-mercado-automotriz-peruano.pdf

Ministerio de Energía y Minas. (2020). Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la

movilidad eléctrica DECRETO SUPREMO N.º 022-2020-EM. Gobierno del Perú.
[Consulta: 14 de noviembre del 2020]. Disponible en:
http://www.minem.gob.pe/lfddata/5529359/DS_022_2020_DM.pdf

Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú. (2010). Decreto Supremo N° 047-2001-MTC. Gobierno del Perú. 1° Edición. [Consulta: 4 de noviembre del 2020]. Disponible en:
<http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=1114&verPor=tema&idTipoElemento=3&idTipoFuente=>

Ministerio de Transporte y comunicaciones. (2020). Estadística - Servicios de Transporte Terrestre por Carretera - Parque Automotor. Gobierno del Perú. [Consulta: 4 de noviembre del 2020]. Disponible en:
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344892-estadistica-servicios-de-transporte-terrestre-por-carretera-parque-automotor>

Ministerio del Ambiente. (2017). Ruta del Perú hacia el COP 21. Informe técnico del Ministerio del Ambiente. Gobierno del Perú. 1° Edición. [Consulta: 4 de diciembre del 2020]. Disponible en:
http://www.minam.gob.pe/peruclimatico/wp/content/uploads/sites/96/2017/04/Ruta-Hacia-la-COP21_Semanas-Clim%C3%A1ticas_final-280415.pdf

Olivares. (2018). Regulación del sector eléctrico habilitante para la electromovilidad. Osinergmin. [Consulta: 9 de diciembre del 2020]. Disponible en:
<file:///C:/Users/HP%20250/Documents/Documents/2020/INVESTIGACION%20RER/ACOSTA/Osinergmin-Regulacion-para-EM.pdf>

Osinergmin. (2021). Tarifas eléctricas del servicio público de electricidad en Lima enero 2021. Gobierno del Perú. [Consulta: 4 de diciembre del 2020]. Disponible en:
<https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegoTarifario.aspx?Id=150000>

Osinergmin. (2020). Informe N° 193-2020-GRT. Informe Técnico que Sustenta la Fijación de Precios en Barra Periodo mayo 2020 - abril 2021. [Consulta: 4 de octubre del 2020]. Disponible en:

file:///C:/Users/HP%20250/Documents/Documents/2020/CENTRALES%20TERMOELECTRICAS2020-2/1%20UNIDAD/Informe-Tecnico-193-2020-GRT.pdf

Pérez M. (2019). Guía del vehículo eléctrico. Consejería de economía y finanzas de la comunidad de Madrid. España. [Consulta: 10 de noviembre del 2020]. Disponible en:

<https://www.icmm.csic.es/es/divulgacion/documentos/Guia-del-Vehiculo-Electrico-2009-fenercom.pdf?id=127>

Rafael M. y Hernández A. (2014). Caracterización de un motor de combustión interna con dos tipos de combustible. Trabajo de investigación realizada para el Instituto Mexicano de Transporte. México. [Consulta: 16 de diciembre del 2020]. Disponible en:

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt417.pdf>

Transmeridian. (2019) Aumenta importación de autos eléctricos e híbridos en Perú, ¿cómo impulsar su uso? Diario Gestión. Perú. [Consulta: 16 de diciembre del 2020]. Disponible en:

<https://transmeridian.pe/news-transmeridian-14>

Toyota (2020). Modelo Prius C Toyota. Perú. [Consulta: 16 de diciembre del 2020]. Disponible

https://www.toyotaperu.com.pe/sites/default/files/CATALOGO_PRIUS_C_PERU_0.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Hoja informativa del COES referente a consumo de energía 2020.

Anexo 2: Tarifas en Media tensión Lima enero 2021.

Anexo 3: Tarifas en Baja Tensión Lima enero 2021.

Anexo 4: DS 022-2020 EM.

Anexo 5: Factores de emisiones de GEI

Anexo 1: Hoja informativa del COES referente a consumo de energía 2020.

→ ↻ coes.org.pe/Portal/portalinformacion/generacion

EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA RIO BAÑOS S.A.C.	130 245,020
HIDROELECTRICA HUANCHOR S.A.C.	142 721,130
HUAURA POWER GROUP S.A.	138 262,110
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	139 621,100
EMPRESA ELECTRICA RIO DOBLE	92 930,000
AGRO INDUSTRIAL PARAMONGA	92 055,610
MINERA CERRO VERDE	739,160
INFRAESTRUCTURA Y ENERGIAS DEL PERU	8 011,840
ELECTRO ZAÑA S.A.C.	73 064,620
TACNA SOLAR SAC.	49 679,870
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	69 598,910
GR PAINO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	432,510
AGUAS Y ENERGIA PERU	66 674,920
PETRAMAS	51 593,350
PANAMERICANA SOLAR SAC.	55 258,810
AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.	54 018,430
ELECTRO ORIENTE	42 278,190
MOQUEGUA FV S.A.C.	47 310,500
MAJES ARCUS S.A.C.	42 877,360
REPARTICIÓN ARCUS S.A.C.	41 858,910
ELECTRICA YANAPAMPA SAC	25 069,070
HIDROCAÑETE S.A.	27 155,620
MAJA ENERGIA S.A.C.	16 077,070
ATRIA ENERGIA S.A.C.	4 725,130
HYDRO PATAPO S.A.C.	1 917,240
TOTAL	49 705 885,290

Datos instantáneos de potencia cada 30 minutos del sistema SCADA/COES

Fuente: COES

Anexo 2: Tarifas en Media tensión Lima enero 2021

Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad

Empresa: Enel Distribución (ex - Edelnor)

Pliego	Vigencia	Sector
LIMA NORTE	4/Ene/2021	1

	MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
TARIFA MT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S/./mes	4.46
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S/./kW.h	27.40
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S/./kW.h	23.11
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S/./kW-mes	62.12
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S/./kW-mes	10.78
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S/./kW-mes	10.83
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/./kVar.h	4.97
TARIFA MT3:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S/./mes	3.66
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S/./kW.h	27.40
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S/./kW.h	23.11
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	54.39
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	28.99
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	11.95
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	11.42
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/./kVar.h	4.97
TARIFA MT4:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S/./mes	3.66
	Cargo por Energía Activa	ctm. S/./kW.h	24.11
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	54.39
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	28.99
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	11.95
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	11.42
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/./kVar.h	4.97

Fuente: OSINERGMIN

Anexo 3: Tarifas en Baja Tensión Lima enero 2021.

CARGO POR ENERGÍA REACTIVA QUE EXCEDE EL 30% DEL TOTAL DE LA ENERGÍA ACTIVA		UNIDAD	TARIFA
BAJA TENSIÓN			Sin IGV
TARIFA BT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	4.46
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	29.67
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	25.02
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	68.43
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	55.11
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	38.74
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.97
TARIFA BT3:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.66
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	29.67
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	25.02
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	59.32
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	36.03
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	55.82
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	48.71
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.97
TARIFA BT4:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.66
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	26.11
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	59.32
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	36.03
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	55.82
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	48.71
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.97
TARIFA BT5A:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 2E		
	a) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.66
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	136.37
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	25.02
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./kW-mes	50.04
	b) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y 50kW en HFP		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.66
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	183.41
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	25.02
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./kW-mes	50.04

Fuente: OSINERGMIN

ESTADÍSTICA EDITORA PERÚ
Fecha: 20/08/2020 09:28:22

10 **NORMAS LEGALES** Sábado 22 de agosto de 2020 /  **El Peruano**

Artículo 2. La presente Resolución Suprema es referendada por el Ministro de Defensa, el Ministro del Interior y la Ministra de Economía y Finanzas.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO
Presidente de la República

JORGE LUIS CHÁVEZ CRESTA
Ministro de Defensa

MARÍA ANTONIETA ALVA LUPERDI
Ministra de Economía y Finanzas

JORGE EDUARDO MONTOYA PÉREZ
Ministro del Interior

1879172-5

ENERGÍA Y MINAS

Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica

**DECRETO SUPREMO
N° 022-2020-EM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22.2 del artículo 22 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, establece que los Ministerios diseñan, establecen, ejecutan y supervisan políticas nacionales y sectoriales, asumiendo la rectoría respecto de ellas; asimismo, los literales a) y b) del numeral 23.1 del artículo 23 de la referida Ley establecen que son funciones de los Ministerios formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial bajo su competencia, aplicable a todos los niveles de gobierno, así como aprobar las disposiciones normativas que les correspondan, respectivamente;

Que, mediante el numeral 5.1 del artículo 5 de la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, se establece que el Ministerio de Energía y Minas tiene competencias exclusivas para diseñar, establecer y supervisar las políticas nacionales y sectoriales en materia de energía y de minería, asumiendo la rectoría respecto de ellas; asimismo, el numeral 5.2 del artículo 5 de la referida Ley establece que el Ministerio de Energía y Minas tiene competencia para regular la infraestructura pública de carácter y alcance nacional en materia de energía y de minería;

Que, de conformidad con el numeral 7.2 del artículo 7 de la Ley acotada en el considerando precedente, el Ministerio de Energía y Minas ejerce la función rectora de dictar normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión de las políticas; para la gestión de los recursos energéticos y mineros; para el otorgamiento y reconocimiento de derechos; para la realización de acciones de fiscalización y supervisión; para la aplicación de sanciones administrativas; y para la ejecución coactiva, de acuerdo a la normativa vigente;

Que, mediante el artículo 1 de la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, se declara de interés nacional la promoción del uso eficiente de la energía para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional, reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos;

Que, asimismo, el literal a) del artículo 2 de la precitada Ley, establece que el Ministerio de Energía y Minas es la autoridad competente del Estado para promover la creación de una cultura orientada al empleo racional de los recursos energéticos para impulsar el desarrollo sostenible del país buscando un equilibrio entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico;

Que, el artículo 1 del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, establece que las disposiciones de la referida Ley norman lo referente a las actividades relacionadas con la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica; precisando además que el Ministerio de Energía y Minas y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería en representación del Estado son los encargados de velar por su cumplimiento, en el marco de sus competencias;

Que, en materia de electricidad, mediante el artículo 8 de la Ley señalada en el considerando precedente, se establece un régimen de libertad de precios para los suministros que puedan efectuarse en condiciones de competencia y un sistema de precios regulados en aquellos suministros que por su naturaleza lo requieran, reconociendo los costos de eficiencia correspondientes; para lo cual, se faculta al Ministerio de Energía y Minas para que, mediante Decreto Supremo, defina los criterios mínimos a considerar en los contratos sujetos al régimen de libertad de precios;

Que, de conformidad con el numeral 6.4 del artículo 6 del Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, aprobado por el Decreto Supremo N° 053-2007-EM, el Ministerio de Energía y Minas en coordinación con los sectores correspondientes, impulsa el uso eficiente de la energía en el sector transporte;

Que, mediante Decreto Supremo N° 064-2010-EM, que aprueba la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, se establece entre los objetivos de política energética nacional, contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía; y, desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de desarrollo sostenible;

Que, mediante Decreto Supremo N° 058-2016-RE, que ratifica el Acuerdo de París, en virtud al compromiso adquirido ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En este Acuerdo, el Perú presenta sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés), contribuyendo de esta manera con lo dispuesto en el artículo 9 del Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático, aprobado por el Decreto Supremo N° 013-2019-MINAM, con relación a la implementación de las medidas de adaptación y mitigación en el marco de las NDC, por parte de las autoridades sectoriales;

Que, mediante Decreto Supremo N° 004-2013-PCM, que aprueba la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, se establece entre los objetivos de política nacional de modernización de la gestión pública el monitoreo y evaluación la eficiencia y eficacia en la transformación de los insumos, en los productos y resultados que los ciudadanos demandan;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 250-2019-MINEM/DM, se autoriza la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba "Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de abastecimiento", a efectos de recibir sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general;

Que, en atención a la normativa vigente, resulta necesario facilitar la introducción de tecnologías de transporte energéticamente más eficientes y su infraestructura de carga, para reducir el consumo de hidrocarburos y contribuir a la disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como a la disminución de las emisiones de gases contaminantes, coadyuvando al cumplimiento de los compromisos internacionales y la reducción en daños a la salud pública;

Que, en ese sentido, corresponde aprobar las disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica;

De conformidad con lo dispuesto en los numerales 8) y 24) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del

Ministerio de Energía y Minas; el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas; la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía; la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático; el Decreto Supremo N° 053-2007-EM, que aprueba Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía; el Decreto Supremo N° 064-2010-EM, que aprueba la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040; y el Decreto Supremo N° 004-2013-PCM, que aprueba la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública;

DECRETA:

Artículo 1. Objeto

El presente Decreto Supremo tiene por objeto aprobar disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica, con la finalidad de hacer uso eficiente de la energía y coadyuvar a reducir el consumo de combustible fósil, disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, y dar cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental ratificados por el Perú, así como reducir daños en la salud pública.

Artículo 2. Definiciones

Para los efectos de este Decreto Supremo, se aplica las definiciones contenidas en el presente artículo; así como, en lo que resulte pertinente, las definiciones de acuerdo al Anexo II del Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por Decreto Supremo N° 058-2003-MTC.

2.1. Carga de batería. Es un conjunto de funciones para que, a través del suministro eléctrico, se adapte la tensión y/o corriente a las baterías de la movilidad eléctrica para su operación.

2.2. Concesionario de distribución eléctrica. Es el titular de una concesión de distribución eléctrica.

2.3. Infraestructura de carga. Estación instalada con el fin de brindar la carga de baterías para la movilidad eléctrica.

2.4. Etiqueta de Eficiencia Energética (EEE) o Tabla de Eficiencia Energética. Información respecto del consumo de energía y el rango de eficiencia energética de los equipos energéticos, la cual está contenida en una etiqueta, la misma que es ubicada sobre el envase, empaque, publicidad o cuerpo de los equipos energéticos en un lugar visible para el consumidor. Está impresa o adherida al artefacto y no es removida del producto hasta después de que éste haya sido adquirido por el consumidor.

2.5. Interoperabilidad en la movilidad eléctrica. Se refiere a la capacidad de interactuar e intercambiar datos e información entre los diferentes componentes del sistema de movilidad eléctrica (infraestructura de carga, los vehículos y la red eléctrica) haciendo uso de protocolos estandarizados y ampliamente reconocidos. En la movilidad eléctrica, la referida capacidad permite facilitar la compatibilidad e integración entre infraestructuras de carga y a su vez una adecuada gestión del sistema de carga.

2.6. Movilidad eléctrica. Referida al transporte terrestre que hace uso de uno o más motores eléctricos para generar la locomoción, compuesto por Vehículos Eléctricos (EV/BEV), Vehículos Híbrido Enchufables (PHEV) y Vehículos Eléctricos con Autonomía Extendida (REEV) u otros vehículos de transporte terrestre que obtienen toda o parte de su energía eléctrica de un sistema de almacenamiento de energía recargable.

Artículo 3. Servicio de carga de baterías

El servicio de carga de baterías para la movilidad eléctrica tiene carácter comercial, se efectúa en condiciones de competencia, es de acceso público y se

brinda a nivel nacional, a través de la infraestructura de carga.

Artículo 4. Régimen del servicio de carga de baterías

4.1 Ejercen el servicio de carga de baterías las personas naturales o jurídicas que demuestren que la infraestructura de carga reúne los requisitos técnicos y de seguridad vigentes.

4.2 La infraestructura de carga accede a las redes eléctricas y garantiza la interoperabilidad, cumpliendo los requisitos técnicos y de seguridad vigentes.

4.3 El servicio de carga de baterías puede ser brindado como un servicio adicional en los establecimientos de venta al público de combustibles, estaciones de servicio, gasocentros y establecimientos de venta al público de GNV, a través de la infraestructura de carga que cumpla los requisitos técnicos y de seguridad vigentes establecidos por la autoridad competente.

Artículo 5. Supervisión y fiscalización

5.1 La supervisión de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica respecto a la calidad, seguridad y eficiencia del servicio brindado a los usuarios finales, en lo que corresponda, está a cargo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) en el marco de sus funciones y competencias establecidos en el artículo 5 de la Ley N° 26734, Ley del Organismo Supervisor de Inversión en Energía, y el artículo 34 del Reglamento General del Organismo Supervisor de Inversión en Energía, aprobado por Decreto Supremo N° 054-2001-PCM.

5.2 La fiscalización del cumplimiento de la normativa técnica y de seguridad vigente aplicable a la infraestructura de carga para la movilidad eléctrica está a cargo de las Municipalidades de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad – Utilización y en el marco de sus funciones y competencias establecidas en la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.

Artículo 6. Carga privada de baterías

La carga privada de baterías para la movilidad eléctrica no tiene carácter comercial y se desarrolla a nivel nacional a través de la infraestructura de carga en espacios de acceso privado para el consumo propio o para el consumo dentro de las instalaciones del titular del suministro, cumpliendo la normativa vigente.

Artículo 7.- Infraestructura de carga

Es obligación del titular de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos garantizar que los documentos y planos en su concepción general sean elaborados y firmados por un ingeniero electricista o mecánico electricista colegiado en observancia de la normativa correspondiente.

Artículo 8. Corte de suministro

8.1 Es obligación del titular de la infraestructura de carga mantener en condiciones óptimas sus instalaciones destinadas a la carga de baterías para la movilidad eléctrica.

8.2 La autoridad competente en el marco de su función supervisora y fiscalizadora, conforme a lo señalado en el artículo 5 del presente Decreto Supremo, ante la presunción de la existencia de peligro para la seguridad de las personas o las propiedades, informa al concesionario de distribución eléctrica a efectos de disponer el corte de suministro.

Artículo 9. Etiquetado de eficiencia energética

Los vehículos eléctricos cuentan con la etiqueta de eficiencia energética, de acuerdo a la reglamentación que se apruebe de conformidad con la Quinta Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Artículo 10. Sustitución de flota vehicular de entidades públicas

10.1 Las entidades públicas cuando requieran sustituir su flota vehicular de acuerdo a sus fines, metas y

objetivos, la realizan por tecnología energéticamente más eficiente que considere a la movilidad eléctrica.

10.2 El reemplazo de la flota vehicular de las entidades públicas se alinea a los objetivos del Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.

Artículo 11. Priorización de estacionamiento

Las entidades públicas con zonas de parqueo vehicular evalúan según sus necesidades, disponer de, cuando menos, un espacio para el parqueo de movilidad eléctrica.

Artículo 12. Política y planificación

El Ministerio de Energía y Minas formula la política y los planes energéticos sectoriales, así como las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional del sector energía, para la integración de la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica como parte de la Política Energética Nacional y sus planes de desarrollo.

Artículo 13. Financiamiento

La implementación de lo dispuesto en la presente norma, se financia con cargo al presupuesto institucional de las respectivas Entidades Públicas sin demandar recursos adicionales al tesoro Público.

Artículo 14. Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y el Ministro de Energía y Minas.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera. Reglamento para la instalación y operación de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica

El Poder Ejecutivo, en un plazo máximo de un año contado a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, mediante Decreto Supremo refrendado por el/la Ministro/a de Energía y Minas, aprueba el reglamento para la instalación y operación de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica, que incluye disposiciones para el cumplimiento de los artículos 3, 4, 6, 7 y 8 del presente Decreto Supremo, para lo cual coordina con los sectores involucrados.

Segunda. Plan de Uso Eficiente de la Energía

El Ministerio de Energía y Minas en un plazo máximo de doscientos setenta días calendario contados a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, mediante Resolución Ministerial, aprueba el Plan de Uso Eficiente de la Energía que define las acciones estratégicas y sectoriales sobre infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética.

Tercera. Obligación de reporte de información

Los titulares de las infraestructuras de carga tienen la obligación de reportar los precios del servicio de carga de baterías al Osinergmin, en la forma y oportunidad que esta determine, a fin que los mismos sean publicados y puestos en conocimiento de la ciudadanía en general.

Cuarta. Cambio de carácter comercial del servicio de carga

Las condiciones de carácter comercial referidas a precios, mediante las cuales se desarrolla el servicio de carga de baterías, cuando presenten una distorsión y/o vulneren el carácter competitivo del mismo, son modificadas por el Poder Ejecutivo, mediante Decreto Supremo refrendado por el/la Ministro/a de Energía y Minas, previo estudio desarrollado por Osinergmin, a fin de garantizar que dicho servicio se brinde de manera eficiente y que asegure un carácter comercial equitativo entre el proveedor del servicio y los usuarios.

Quinta. Etiqueta de eficiencia energética

El Poder Ejecutivo, mediante Decreto Supremo, refrendado por el/la Ministro/a de Energía y Minas, aprueba la reglamentación correspondiente al etiquetado de eficiencia energética de vehículos que incluya a la movilidad eléctrica, para lo cual coordina con los sectores involucrados.

Sexta. Datos abiertos de infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica

El Osinergmin publica en el Portal Nacional de Datos Abiertos, como mínimo, la lista de los titulares de las infraestructuras de carga, su razón social y su Registro Único de Contribuyentes (RUC), así como los precios de carga de baterías conforme su disponibilidad.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única. Transitoriedad

En tanto se implemente lo dispuesto en la Primera Disposición Complementaria Final, las instalaciones destinadas a la carga de baterías para la movilidad eléctrica cumplen como mínimo las disposiciones establecidas en el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 009-93-EM, en lo que corresponda a la prestación del servicio público de electricidad, así como el Código Nacional de Electricidad – Utilización, en lo que corresponda.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintún días del mes de agosto del año dos mil veinte.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO
Presidente de la República

WALTER MARTOS RUIZ
Presidente del Consejo de Ministros

MIGUEL INCHÁUSTEGUI ZEVALLOS
Ministro de Energía y Minas

1879172-2

Autorizan la publicación del Proyecto de Decreto Supremo que establece medida especial relacionada a los instrumentos de gestión ambiental del sector minero y su exposición de motivos

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 233-2020-MINEM/DM

Lima, 21 de agosto de 2020

VISTOS: El Informe N° 283-2020/MINEM-DGAAM-DEAM-DGAM de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, y el Informe N° 489-2020-MINEM/OGAJ de la Oficina General de Asesoría Jurídica;

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 9.1 del artículo 9 de la Ley N° 30705, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, establece, entre otras competencias del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, MINEM), aprobar las disposiciones normativas que le correspondan;

Que, el MINEM tiene entre sus funciones específicas promover la inversión sostenible y las actividades del sector; así como ejercer la potestad de autoridad sectorial ambiental para las actividades de minería, en concordancia con los lineamientos de política y las normas nacionales establecidas por el Ministerio del Ambiente, de conformidad con lo dispuesto en los numerales 7.1 y 7.6 del artículo 7 del Decreto Supremo N° 031-2007-EM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, y sus modificatorias;

Anexo 5: Factores de emisiones de GEI

CUADRO 2.2

FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LAS INDUSTRIAS ENERGÉTICAS
(kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta)

Combustible	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	FE por defecto (kgCO ₂ /TJ)	Inferior	Superior	FE por defecto (kgCH ₄ /T)	Inferior	Superior
Petróleo crudo	73,300	71,000	75,500	3,00	1,00	10,00
Gas Natural Licuado	64,200	58,300	70,400	3,00	1,00	10,00
Gasolina para motores	69,300	67,500	73,000	3,00	1,00	10,00
Gasolina para la aviación	70,000	67,500	73,000	3,00	1,00	10,00
Gasolina para motor a reacción	70,000	67,500	73,000	3,00	1,00	10,00
Gas/Diesel Oil	74,100,00	72,600,00	78,800,00	3,00	1,00	10,00
Fuelóleo residual	77,400	75,500	78,800	3,00	1,00	10,00
Gases licuados de petróleo	63,100	61,600	65,600	1,00	0,30	3,00
Lubrificantes	73,300	71,900	75,200	3,00	1,00	10,00
Gas de refinería	57,600	48,200	63,000	1,00	0,30	3,00
Ceras de parafina	73,300	72,200	74,400	3,00	1,00	10,00
Espiritoblanco y SBP	73,300	72,200	74,400	3,00	1,00	10,00
Otros productos del petróleo	73,300	72,200	74,400	3,00	1,00	10,00
Antracita	98,300	94,600	101,000	1,00	0,30	3,00
Carbón de coque	94,600	87,300	101,000	1,00	0,30	3,00
Gas natural	56,100	54,300	58,300	1,00	0,30	3,00
Biogasolina	70,800	59,800	84,300	3,00	1,00	10,00
Biodiésel	70,800	59,800	84,300	3,00	1,00	10,00
Otros biocombustibles líquidos	79,600	67,000	95,300	3,00	1,00	10,00
Otra biomasa sólida primaria	100,000	84,700	117,000	30,00	10,00	100,00
Biomasa sólida	112,000	95,000	132,000	300,00	100,00	900,00
Maderal/Desechos de madera	112,000	95,000	132,000	200,00	70,00	600,00
Carbón vegetal	54,800	46,200	66,000	1,00	0,30	3,00
Biomasa gaseosa	71,900	70,800	73,700	3,00	1,00	10,00
Kerosene	71,900	70,800	73,700	3,00	1,00	10,00
Gas de vertedero	54,800	46,200	66,000	1,00	0,30	3,00
Gas de vertedero	71,900	70,800	73,700	3,00	1,00	10,00
Gas de vertedero	54,800	46,200	66,000	1,00	0,30	3,00
Gas de vertedero	71,900	70,800	73,700	3,00	1,00	10,00
Gas de vertedero	54,800	46,200	66,000	1,00	0,30	3,00
Gas de vertedero	71,900	70,800	73,700	3,00	1,00	10,00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - Volumen 2: Energía, págs. 2.16 - 2.17



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, ROBERT FABIAN GUEVARA CHINCHAYAN

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Departamento Académico	ENERGIA, FISICA Y MECANICA					
Título:	X	Maestría:		Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa. Asesor / Unidad de Investigación revisora del trabajo de Investigación intitulado:

“LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL MERCADO DE ENERGIA DEL PERU”

De los estudiantes: Víctor Manuel Carbajal Cabrera y Saul Abraham Acosta Cornelio

De la escuela / departamento académico: Ingeniería en Energía

Constato que la investigación presentada tiene un porcentaje de similitud aceptable el cual se verifica con el reporte de originalidad de la aplicación Turnitin a posterior.

Quién suscribe la presente, declaro el haber revisado y analizado y concluyo que las coincidencias detectadas no se conforman como plagio. A mi claro saber y entender, la investigación cumple con las normas de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 14 de abril del 2021

Firma:

Nombres y Apellidos del Asesor/presidente UI: Robert Fabian Guevara Chinchayán

DNI: 32788460



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, SAUL ABRAHAM ACOSTA CORNELIO, estudiante de la

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:	Ingeniería en Energía					
Departamento Académico:						
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación es un **trabajo inédito**, intitulado:

“LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL MERCADO DE ENERGIA DEL PERU”

presentado en ...138..... folios, para la obtención del Grado académico: ()

Título profesional: (X) Investigación anual: ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Chimbote, 14 de abril del 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Saúl Abraham Acosta Cornelio

DNI:70018396



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, VICTOR MANUEL CARBAJAL CABRERA

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:	Ingeniería en Energía					
Departamento Académico:						
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación es un **trabajo inédito**, intitulado:

“LA ELECTROMOVILIDAD Y SU EFECTO EN EL MERCADO DE ENERGIA DEL PERU”

presentado en ...138..... folios, para la obtención del Grado académico: ()

Título profesional: (X) Investigación anual: ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Chimbote, 14 de abril de 2021

Firma:

Nombres y Apellidos: Víctor Manuel Carbajal Cabrera

DNI:42209958