



**Despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos particulares
en la ciudad de Lima**

Trabajo de investigación presentado para cumplir con uno de los requisitos para
la obtención del grado académico de Magister en Gestión de la Energía por:

Ramiro Willy Alvarez Jara

Nicolás Ronald Loloy Polo

Ramiro Lorenzo Sotomayor Berrio

Edwin Moisés Vivanco Zacarías

Programa de la Maestría en Gestión de la Energía

Lima, 19 de mayo de 2022

Este trabajo de investigación

Despliegue de la Infraestructura de Carga de Vehículos Eléctricos Particulares en la Ciudad de Lima

ha sido aprobado.



.....
Carlos Aguirre Gamarra (Jurado)



.....
Rosendo Yoné Ramirez Tasa (Jurado)



.....
César Augusto Martín Fuentes Cruz (Asesor)

Universidad ESAN

2022

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción del problema.....	3
1.2.1 Estrategia Nacional ante el Cambio Climático - Perú	3
1.2.2 Electrificación del Transporte – Políticas de Carbono-neutralidad al 2050.	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4. Justificación.....	6
1.5. Contribución.....	7
1.6. Alcance.....	7
1.7. Limitaciones	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Tecnología del Vehículo Eléctrico	9
2.1.1 Introducción.....	9
2.1.2 COVID 19 y el crecimiento de la demanda de vehículos eléctricos	11
2.1.3 Prohibición de venta de Vehículos Convencionales a Gasolina, Diesel, Gas o Híbridos	11
2.1.4 Tecnología del Vehículo Eléctrico	13
2.1.5 Clasificación de los Vehículos Eléctricos.....	15
2.1.6 Sistema de Almacenamiento de Energía	17
2.1.7 Consumo energético de los vehículos eléctricos	22
2.2. Infraestructura de carga de Vehículos Eléctricos.....	23
2.2.1 Segmentación de la infraestructura de carga según los hábitos y preferencias de carga del usuario	23
2.2.2 Segmentación de la infraestructura de carga según la propiedad del gestor u operador de carga.....	24
2.2.3 Estandarización de la tecnología de carga	24
2.2.4 Equipamiento de la Infraestructura de carga comercialmente mas usual ...	25
2.2.5 Gestión inteligente de la carga.....	27
2.2.6 Control de potencia y gestión de energía.....	27
2.2.7 Ubicación de estaciones de carga	28
2.2.8 Inversión para la infraestructura de carga.....	28
2.2.9 Desafíos de la investigación y oportunidades abiertas en la Electromovilidad	29
2.3. Situación actual del transporte terrestre peruano.....	30
2.4. Oportunidad del Uso del vehículo eléctrico en el Perú.....	31
2.5. Transición a la electromovilidad - Impulso nivel internacional.....	32
2.6. Cambio Climático y compromisos a la COP 21 - Perú	33
2.7. Plan Estratégico de Desarrollo Nacional - Plan Perú 2021.....	35
2.8. Marco Institucional y Regulatorio del Sector Eléctrico Peruano.....	35
2.9. Promoción de la inversión privada en el Perú	37
2.9.1 Principios generales aplicables a la inversión privada.....	38
2.9.2 Evolución de las modalidades de inversión privada.....	41
2.9.3 Adopción de mejores prácticas - principios de la OCDE	41
2.10. Estructuración de una Asociación Pública Privada en el Perú	42
2.10.1 Definición de una Asociación Pública Privada	42

2.10.2 Marco normativo de las APP.....	43
2.10.3 Modalidades de APP	44
2.10.4 Características de las APP en el Perú.....	45
2.10.5 Fuente de financiamiento de una APP	46
CAPÍTULO III. PROPUESTA DEL PLAN NACIONAL DE	
ELECTROMOVILIDAD.....	47
3.1. Plan Nacional de Electromovilidad.....	47
3.1.1 Marco de Referencia internacional de electromovilidad	48
3.1.2 Planteamiento del problema y alternativas de solución.....	48
3.1.3 Costo Total de Propiedad (TCO)	49
3.1.4 Análisis del Costo Total de Propiedad y estimación de la demanda (análisis de difusión).....	51
3.1.5 Propuesta de incentivos para promover la electromovilidad.....	52
3.1.6 Incentivos priorizados.....	55
3.1.7 Sostenibilidad de las medidas propuestas.....	55
3.1.8 Hoja de ruta.....	59
3.1.9 Conclusiones del Estudio.....	62
3.1.10 Recomendaciones del Estudio.....	62
CAPÍTULO IV. DESPLIEGUE DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA ...	63
4.1. Identificación y análisis comparativo de las políticas para incentivar la electromovilidad a nivel global y regional.....	63
4.2. Impacto de las principales políticas de promoción de la electromovilidad	65
4.3. Correlación del incremento de ventas de vehículos eléctricos y la implementación de infraestructura de carga	66
4.4. Justificación de la implementación de la Infraestructura de Carga como Factor relevante para la transición a la Electromovilidad	68
4.5. Servicios para la implementación de la Infraestructura de Carga	70
4.6. Barreras para la implementación de infraestructura de carga para buses eléctricos	72
4.7. Sector de la movilidad eléctrica liviana – Transporte privado.....	74
4.8. Modelos de Implementación y Gestión de Sistemas de Carga usuales a nivel internacional.....	77
4.9. Justificación del modelo Impulsado por el Gobierno como alternativa en la Implementación y Gestión de Carga para la ciudad de Lima.....	79
4.10. Estructuración de una Alianza Pública Privada (APP) como instrumento en la Implementación de la Infraestructura de Carga - Modelo Impulsado por el Gobierno	88
4.10.1 Evaluación de la Gestión en la estructuración de la APP.....	90
4.10.2 Evaluación del financiamiento en la estructuración de la APP.....	91
4.10.3 Evaluación de la asignación de riesgos en la estructuración de la APP....	92
4.10.4 Experiencia de la estructuración de una APP a nivel global.....	94
4.11. Despliegue operativo de sistemas de carga para vehículos Eléctricos Livianos.....	95
4.11.1 Características de los Equipos de carga de Vehículos Eléctricos.....	96
4.11.2 Infraestructura de Carga	96
4.11.3 Infraestructura de Hardware	97
4.11.4 Gestión de Datos	98
4.11.5 Mantenimiento y Servicio	99

4.11.6 Cambio de Baterías	100
4.11.7 Tipos de Cambio de Batería	100
4.11.8 Funciones en la implementación de la infraestructura de carga.....	101
CAPÍTULO V. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN - FORMULACIÓN DE UNA	
APP.....	103
5.1. Objetivo.....	103
5.2. Ámbito de aplicación.....	103
5.3. Costo de inversión-financiada o cofinanciada.....	104
5.4. Cláusula anticorrupción.....	104
5.5. Planeamiento y programación.....	104
5.6. Formulación	105
5.6.1 Estudios Técnicos	105
5.6.2 Evaluación de alternativas	105
5.6.2.1. Parque vehicular actual en el Perú y evolución de la flota de vehículos eléctricos a 2030.	105
5.6.2.2. Consumo energético anual y diario de la Electromovilidad	112
5.6.2.3. Hábitos y preferencias de recarga por cada segmento de vehículo y para cada tipo de tecnología de punto de recarga.....	112
5.6.2.4. Potencia eléctrica instalada necesaria para garantizar el suministro eléctrico del parque de vehículos eléctricos.	112
5.6.2.5. Distribución estimada de los puntos de recarga entre áreas urbanas e interurbanas.....	114
5.6.2.6. Estimación de la inversión necesaria para realizar el despliegue de la infraestructura de recarga.....	118
5.6.2.7. Segmentación de la inversión pública y privada para el despliegue de la infraestructura de recarga.....	118
5.6.2.8. Estimación de las posibles tarifas de recarga.....	119
5.6.2.9. Fuerza laboral para el despliegue de infraestructura de carga.....	119
5.6.3 Definición de los servicios esperados.....	120
5.6.4 Análisis de la demanda	120
CAPÍTULO VI. ESTRUCTURACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA DE LA APP	
.....	121
6.1. Estructuración Económica - Financiera.....	121
6.1.1 Proyección Anual de Ingresos	122
6.1.2 Estimación de Inversiones	122
6.1.3 Flujo de Inversiones (ampliación de la infraestructura)	124
6.1.4 Estimación de Costos de Operación y Mantenimiento.....	125
6.1.5 Estimación de montos de depreciación de activos.....	126
6.1.6 Estimación de Costos administrativos.....	127
6.1.7 Análisis de financiamiento.....	128
6.1.8 Mecanismos de recuperación de la inversión	129
6.1.9 Estructuración económico financiero	130
6.1.9.1. Estimación de la cuenta de Pérdidas y Ganancias	130
6.1.9.2. Flujo de Caja (Cash Flow)	132
6.1.9.3. Flujo de caja económico del Proyecto	133
6.1.9.4. Flujo financiero del Proyecto.....	135
6.1.9.5. Equilibrio económico financiero.....	137
6.1.9.6. Análisis de Sensibilidad.....	137
6.1.10 Análisis, Asignación y Mecanismo de mitigación de Riesgos	139

CAPÍTULO VII. FORMULACIÓN CONTRACTUAL DE LA APP	148
7.1. Ejecución contractual.....	148
7.1.1 Totalidad del Contrato	148
7.1.2 Condiciones Favorables.....	148
7.1.3 Interpretación del Contrato	149
7.1.4 Plazo de vigencia del contrato (Concesión).....	149
7.1.5 Prorroga de la vigencia	149
7.1.6 Régimen de bienes.....	149
7.1.6.1. Bienes de la Concesión	149
7.1.6.2. Derechos Exclusivos.....	149
7.1.6.3. Reversión de los Bienes de la Concesión.....	150
7.1.6.4. Inventario de los Bienes de la Concesión	150
7.1.7 Cierre financiero	150
7.1.7.1. Términos de Endeudamiento	150
7.1.7.2. Cierre Financiero.....	150
7.1.8 Garantías.....	151
7.1.8.1. A favor del Concedente.....	151
7.1.8.2. Monto y Vigencia de la Garantía de Fiel Cumplimiento.....	151
7.1.9 Expediente Técnico, Ejecución de Obras y Estudios	152
7.1.9.1. Obras	152
7.1.9.2. Inicio de Obras	152
7.1.9.3. Ejecución de Obras	152
7.1.9.4. Expediente Técnico.....	152
7.1.9.5. Aprobación del Expediente Técnico.....	153
7.1.9.6. Calendario de Trabajo y Calendario de Inversiones	153
7.1.9.7. Calendario de Trabajo.....	153
7.1.9.8. Optimización del Proyecto.....	153
7.1.9.9. Cooperación del Concedente	154
7.1.9.10. Culminación de Obras	154
7.1.9.11. Pruebas de Puesta en Marcha	154
7.1.10 Periodo de Operación	154
7.1.10.1. Fin del Periodo Inicial e inicio del Periodo de Operación.....	154
7.1.10.2. Operación.....	154
7.1.10.3. Manual de Operación y Mantenimiento	155
7.1.10.4. Contratos de Servicio de Carga	155
7.1.10.5. Costo del Servicio de Carga	155
7.1.10.6. Reparación, Conservación y Mantenimiento.....	155
7.1.10.7. Emergencias.....	156
7.1.10.8. Informe Trimestral.....	156
7.1.10.9. Estados Financieros	156
7.1.10.10. Equilibrio Económico Financiero.....	156
7.1.10.11. Modificación en caso se varíe el Equilibrio Económico Financiero.....	157
7.1.11 Modificaciones contractuales	157
7.1.12 Solución de Controversias	157
7.1.12.1. Negociación.....	157
7.1.12.2. Clasificación de las Controversias.....	157
7.1.13 Supervisión del Contrato	158
7.1.13.1. Facultades del Supervisor.....	158
7.1.13.2. Obligaciones del Concesionario con el Supervisor	158

7.1.13.3. Retribución del Supervisor	159
7.1.14 Caducidad y liquidación	159
7.1.14.1. Vencimiento de la Vigencia de la Concesión	159
7.1.14.2. Efectos del Vencimiento.....	160
7.1.14.3. Cooperación del Concesionario.....	160
7.1.14.4. Transferencia de los Bienes de la Concesión	160
7.1.14.5. Depreciación de las Obras	160
7.1.15 Caducidad de la Concesión por Otras Causales	160
7.1.15.1. Por Causas Imputables al Concesionario.....	160
7.1.15.2. Por Causas Imputables al Concedente.....	161
7.1.15.3. Por Eventos de Fuerza Mayor	161
7.1.15.4. Por acuerdo de Partes	161
7.1.15.5. Decisión Unilateral del Concedente	161
7.1.15.6. Terminación Anticipada de la Vigencia de las Obligaciones.....	161
7.1.15.7. Compensación por Terminación Anticipada del Contrato	162
7.1.16 Comunicaciones, documentos y declaraciones	162
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
8.1. Conclusiones.....	163
8.2. Recomendaciones.....	166
ANEXOS	167
ANEXO I: Supuestos de estimación de la demanda de Vehículos eléctricos.....	167
ANEXO II: Modelo de análisis de difusión de vehículos electrificados	168
BIBLIOGRAFIA	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1. Políticas, normas e incentivos a la Electromovilidad - Perú.....	2
Tabla N° 2.1. Elementos clave de un vehículo eléctrico.....	14
Tabla N° 2.2. Tipos de Hibridación de Vehículos Eléctricos.....	15
Tabla N° 2.3. Tipo de Fuente y Propulsión de Vehículos Eléctricos.....	16
Tabla N° 2.4. Características Técnicas a considerar en el uso de las Baterías.....	17
Tabla N° 2.5. Tipos de Baterías.....	20
Tabla N° 2.6. Nuevos tipos de Baterías.....	21
Tabla N° 2.7. Consumo energético de vehículos eléctricos.....	23
Tabla N° 2.8. Tipo y modo de carga estandarizada.....	25
Tabla N° 2.9. Infraestructura de carga comercialmente mas usual.....	26
Tabla N° 2.10. Costos de instalación de puntos de carga al 2020 - Europa.....	29
Tabla N° 2.11. Desafíos de la investigación y oportunidades abiertas en la Electromovilidad.....	30
Tabla N° 2.12. Parque Automor Peruano - 2016.....	31
Tabla N° 2.13. Medidas y acciones de impulso a la electromovilidad - Internacional	33
Tabla N° 2.14. Regulación y supervisión de las actividades del sector eléctrico en Perú	36
Tabla N° 4.1. Categorías de incentivos – Promoción de Electromovilidad.....	63
Tabla N° 4.2. Impacto de la aplicación de Políticas de Promoción de Electromovilidad	65
Tabla N° 4.3. Experiencias de la correlación del incremento de ventas de vehículos eléctricos y la implementación de infraestructura de carga.....	66
Tabla N° 4.4. Lineamiento de Política i) – Marco Regulatorio de las condiciones habilitantes.....	70
Tabla N° 4.5. Lineamiento de Política iv) – Implementación acelerada de Sistema de Carga.....	71
Tabla N° 4.6. Barreras que se enfrentan en el proceso de implementación de buses eléctricos.....	73
Tabla N° 4.7. Índice de motorización del Perú versus Latinoamérica.....	76
Tabla N° 4.8. Políticas de impulso implementadas para los Sistemas de Carga.....	83
Tabla N° 4.9. Oportunidades y Amenazas en la implementación de modelos de impulso de los Sistemas de Carga de Vehículos Eléctricos.....	87
Tabla N° 4.10. Principales actores y elementos a controlar y gestionar en una APP...	91
Tabla N° 4.11. Lista de Empresas de Carga de Vehículos Eléctricos.....	95
Tabla N° 4.12. Los cuatro tipos de Carga más usados comercialmente.....	97
Tabla N° 4.13. Ventajas y desafíos del cambio de batería.....	101
Tabla N° 5.1. Inversiones de Infraestructura (Pedestales de Carga).....	103
Tabla N° 5.2. Flujo de Inversiones de Infraestructura (Pedestales de Carga).....	104
Tabla N° 5.3. Composición del parque automotor del Perú por clase de vehículo....	107
Tabla N° 5.4. Tasa de retiro de vehículos por segmento.....	109
Tabla N° 5.5. Proyección de ventas resultantes del Modelo de Análisis de Difusión escenario BaU.....	110
Tabla N° 5.6. Parque vehicular resultantes del Modelo de Análisis de Difusión escenario High Case.....	111
Tabla N° 5.7. Cantidad de autos eléctricos puros por cargador.....	115
Tabla N° 5.8. Cantidad de autos eléctricos híbridos por cargador.....	116
Tabla N° 5.9. Proyección general de autos eléctricos puros e híbridos al año 2030..	116
Tabla N° 5.10. Proyección de autos eléctricos puros en la ciudad de Lima al año 2030	116

Tabla N° 5.11. Proyección de autos eléctricos híbridos en la ciudad de Lima al año 2030	116
Tabla N° 6.1. Proyección Anual de Ingresos	122
Tabla N° 6.2. Fuentes de Inversión	123
Tabla N° 6.3. Costos por Pedestal de Carga (2 cargadores de carga por Pedestal) ...	124
Tabla N° 6.4. Flujo de Inversiones de Infraestructura (Pedestales de Carga).....	125
Tabla N° 6.5. Estimación de Costos de Operación y Mantenimiento.....	126
Tabla N° 6.6. Estimación de Montos de Depreciación	127
Tabla N° 6.7. Estimación de Costos de Administración.....	128
Tabla N° 6.8. Flujo de préstamo por Infraestructura	129
Tabla N° 6.9. Flujo de préstamo por Capital de Trabajo	129
Tabla N° 6.10. Cuenta de Pérdidas y Ganancias.....	131
Tabla N° 6.11. Flujo de Caja (Cash Flow).....	132
Tabla N° 6.12. Flujo de Caja Económico	134
Tabla N° 6.13. Flujo de Caja Financiero.....	136
Tabla N° 6.14. Análisis de Sensibilidad.....	137
Tabla N° 6.15. Evaluación, asignación y mitigación de los riesgos del Proyecto.....	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1. Emisiones de GEI - subcategorías del sector Energía Combustión móvil, 2016	3
Figura N° 1.2. Participación de sectores en emisiones de CO2 equivalente	6
Figura N° 2.1. Ventas de vehículos eléctricos.....	12
Figura N° 2.2. Elementos clave de un vehículo eléctrico.....	13
Figura N° 2.3. Evolución de la capacidad de la batería desde mediados de los 80 hasta la actualidad.....	18
Figura N° 2.4. Valores de energía específica para diferentes tecnologías de baterías ..	22
Figura N° 2.5. Tecnologías de baterías frente al vehículo eléctrico.....	22
Figura N° 2.6. Gestión inteligente de la carga.....	27
Figura N° 2.7. Ubicaciones de puntos de carga de vehículos eléctricos	28
Figura N° 2.8. Ventas de vehículos eléctricos e híbridos en el Perú	32
Figura N° 2.9. Principales instrumentos legislativos del subsector electricidad.....	37
Figura N° 2.10. Modalidades de promoción de la inversión privada	41
Figura N° 3.1. Niveles de Paridad vehículo eléctrico versus vehículo de combustión interna	50
Figura N° 3.2. Recaudación fiscal al año 10 (miles de US\$), escenario High Case	52
Figura N° 3.3. Clasificación de incentivos y condiciones habilitantes para la promoción de la electromovilidad.....	54
Figura N° 3.4. Impacto de la Reducción de CO2	57
Figura N° 3.5. Disponibilidad de energía y potencia	57
Figura N° 3.6. Perfil de consumo y carga en Alemania (% de demanda x día).....	58
Figura N° 3.7. Disponibilidad de energía y potencia	59
Figura N° 3.8. Hoja de ruta - planes de acción propuestos – 1 de 2.....	60
Figura N° 3.9. Hoja de ruta - planes de acción propuestos – 2 de 2.....	61
Figura N° 4.1. Principales ejes de acción para la promoción de la electromovilidad y ventas correspondiente al 2020.....	64
Figura N° 4.2. Incremento del parque vehicular nacional estimado (unidades vehiculares), según clase de vehículo: 2007-2018.....	74
Figura N° 4.3. Equipo de Suministro de Vehículos Eléctricos (EVSE).....	96
Figura N° 4.4. Componentes de Infraestructura de Hardware	98
Figura N° 4.5. Software – Gestión de Carga y Red.....	99
Figura N° 4.6. Cambio de baterías.....	100
Figura N° 5.1. Composición del parque automotor del Perú por clase de vehículo ..	108
Figura N° 5.2. Antigüedad del parque automotor peruano	109
Figura N° 5.3. Demanda del parque automotor enchufable del año 2030 (GW.h)....	113
Figura N° 5.4. Potencia del parque automotor enchufable del año 2030 (MW).....	113
Figura N° 5.5. Sistema de carga públicos y privados	119
Figura N° 6.1. Estimación del Punto de Equilibrio.....	138

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AAP	Asociación Automotriz del Perú
BEV	Battery Electric Vehicle
COP21	The 21st Conference of the Parties
EVSE	Electric Vehicle Supply Equipment
CoM	Costo de mantenimiento
GEI	Gases de Efecto InvernaderoGC Gestor de Carga
HEV	Hybrid Electric Vehicle
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IRENA	The International Renewable Energy Agency
NDC	Nationally Determined Contributions
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
TCO	Total Cost Operation
SPV	Special Purpose Vehicle
VE	Vehículos Eléctricos
VEL	Vehículos ligeros
VCI	Vehículos de combustión interna
RPC	República Popular de China

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a la universidad ESAN y a los profesores de la Maestría en Gestión de la Energía, quienes nos brindaron la oportunidad de potenciar nuestras competencias académicas y profesionales.

Agradecemos en especial a nuestro asesor de tesis, César Fuentes, quien se comprometió con nuestra investigación y nos retó a dar lo mejor de nosotros.

Los autores

CURRICULUM VITAE

Ramiro Willy, Alvarez Jara

Formado en ingeniería Mecánica Eléctrica y especializado en verificación de cumplimiento de las normas técnicas vigentes del sector eléctrico en toda la cadena de valor, experiencia de más de 8 años en regulación del sector energético (electricidad y gas natural), aplicación de tarifas al usuario final, supervisión de actividades eléctricas (distribución y comercialización). Tengo iniciativa, capacidad para planificar, organizar y alcanzar las metas propuestas.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

OSINERGMIN

Es una institución pública adscrita a la Presidencia del Consejo de Ministros del Perú y está encargada de supervisar que las empresas eléctricas, las de combustibles y las del régimen general de Minería del Perú cumplan las normas legales de las actividades que desarrollan, establecer las tarifas de la electricidad y del transporte del gas natural y Resolver en segunda instancia los reclamos de los usuarios de la electricidad y el gas natural.

Analista de la JARU

junio 2018 – hasta la actualidad

Análisis de reclamos de los usuarios de los servicios públicos de electricidad y gas natural a fin de verificar el cumplimiento de las normas técnicas vigentes, con el fin de que las resoluciones emitidas por la Junta de Apelaciones de Reclamos de Usuarios (JARU) cuenten con el debido sustento técnico.

Verificación de cumplimiento de las resoluciones de la JARU a fin de asegurar el cumplimiento de las disposiciones emitidas por la Junta.

Supervisor S3 de la Unidad de Distribución

junio 2014 – junio 2018

- Supervisor de atención de denuncias por deficiencias en la prestación del servicio eléctrico que afecten intereses colectivos de los usuarios del servicio público de electricidad.
- Supervisor de los procesos de facturación, cobranza y atención al usuario del servicio público de electricidad.

Logros:

- Participé en las auditorias de recertificación de la Carta de Servicio “*Orientación y Atención de Denuncias en el Servicio Eléctrico*”, durante los años 2014 al 2018.
- Incrementé el cumplimiento de los compromisos C06 y C07 de la Carta de Servicio “*Orientación y Atención de Denuncias en el Servicio Eléctrico*” alcanzando un 100% de cumplimiento durante los años 2014 a 2018.
- Participé en el proceso de formulación del Procedimiento de Atención de Denuncias de alcance general y su respectivo sistema de recepción de información.
- Elaboré propuesta de precedente de observancia obligatoria para recuperos de energía eléctrica.

FORMACIÓN PROFESIONAL

Universidad ESAN 2019 - Actualidad
Maestría en Gestión de la Energía

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO 2004 – 2010
Bach. en Ingeniería Mecánica Eléctrica

DIPLOMAS Y ESTUDIOS DE ESPECIALIZACIÓN

PECIER agosto 2020 – diciembre 2020
Tarifas y Costos del Servicio Eléctrico

RENAC RENEWABLES ACADEMY - Alemania junio 2018 – noviembre 2018
Power System Specialist (180 h)

UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGÍA marzo 2017 – setiembre 2017
Gestión y Regulación del Sector Eléctrico

UNIVERSIDAD ESAN, Lima – Perú (90 h) agosto 2016– diciembre 2016
Diploma Internacional en Energías Renovables

FUNDACIÓN CEDDET - España (135 h) setiembre 2014 – noviembre 2014
MERCADOS REGIONALES DE ENERGIA

TECSUP octubre 2014 – diciembre 2014
SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

Nicolás Ronald, Loloy Polo

Ingeniero Electricista con experiencia en elaboración de ofertas técnicas-económicas, ingeniería de detalle, supervisión y construcción de proyectos de subestaciones eléctricas de potencia; especialización en gestión de proyectos y con mas de 10 años de experiencia. Proactivo, con capacidad de análisis y planificación y orientado a resultados.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

HITACH ENERGY PERU S.A.

Es una empresa privada global con diferentes unidades de negocio que van desde la fabricación de equipos de alta tensión, servicios, automatización y soluciones completas de integración a las redes eléctricas a través de proyectos de ingeniería, procura, construcción y puesta en servicio de subestaciones eléctricas.

Sales Support Specialist

marzo 2022 – hasta la actualidad

Elaboración de ofertas técnico-económicas de diferentes oportunidades de negocio y soluciones en subestaciones eléctricas para diferentes clientes del sector minería y electricidad.

MANPOWER PERU S.A

Empresa de tercerización de personal, que tiene como clientes a diferentes empresas del sector electricidad, como es el caso de Enel Distribución.

Coordinador de Construcción de Subestaciones Eléctricas diciembre 2020 – mayo 2021

Gestión de proyectos de construcción de subestaciones eléctricas en las diferentes etapas: ingeniería, obras civiles, obras electromecánicas y puesta en servicio.

Continua coordinación con los diferentes contratistas, para el monitoreo del cumplimiento de las normas de seguridad, asignación de recursos, control de presupuestos y avance económico del proyecto.

ELECTROWERKE S.A

Es una empresa privada peruana dedicada a la comercialización de equipos de subestaciones eléctricas de potencia y la implementación de los respectivos proyectos de integración en las redes eléctricas de diversos clientes privados y estatales.

Administrador de Proyectos

mayo 2017 – febrero 2020

Gestión de proyectos de ingeniería, procura y construcción de subestaciones eléctricas en las diversas etapas; así como el soporte técnico respectivo en la elaboración de ofertas técnico-económicas de diferentes oportunidades de negocio del sector electricidad.

POWER SYSTEMS CONSULTING AND MANAGEMENT S.A.C

Es una empresa privada peruana dedicada a la consultoría y elaboración de ingeniería y estudios eléctricos para diversos clientes del sector electricidad

Coordinador de Proyectos**junio 2014 – abril 2017**

Coordinación de la elaboración de la ingeniería de detalle de subestaciones eléctricas en sus diversas disciplinas y soporte en la ejecución de proyectos en obra.

PRIETO INGENIEROS CONSULTORES S.A.

Es una empresa privada peruana dedicada a la consultoría y elaboración de ingeniería y estudios eléctricos para diversos clientes del sector electricidad

Ingeniero de Proyectos**abril 2013 – mayo 2014**

Coordinación de la elaboración de la ingeniería de detalle de subestaciones eléctricas, proyectos de electrificación rural y estudios eléctricos en sus diversas disciplinas

FORMACIÓN PROFESIONAL

UNIVERSIDAD ESAN

2019 - Actualidad

Maestría en Gestión de la Energía

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

2006 – 2012

Ingeniero Electricista

DIPLOMAS Y ESTUDIOS DE ESPECIALIZACIÓN

UNIVERSIDAD ESAN, Lima – Perú (120 h)

febrero 2019 – junio 2019

Diploma Internacional en Gerencia de Proyectos

IDIOMAS

Inglés, nivel intermedio

marzo 2021 – febrero 2022

Ramiro Lorenzo, Sotomayor Berrio

Ingeniero Civil altamente calificado en gestión de proyectos con grado de maestría y amplia experiencia en la gestión exitosa de proyectos de energía altamente complejos. Experiencia probada en el desarrollo y gestión de proyectos, cumplimiento de cronogramas y optimizar la eficiencia del trabajo y el desempeño del proyecto. Desarrollé y mantuve relaciones profesionales a largo plazo con mis empleadores y proveedores de plantas fotovoltaicas. Historial comprobado de éxito en la optimización de los procesos de gestión de proyectos y la reestructuración de la organización de gestión de proyectos dentro las limitaciones presupuestarias. Experto en organizar, liderar y motivar equipos multifuncionales determinados a lograr objetivos compartidos y visión colectiva. Comunicador articulado y refinado; Competente en forjar y fomentar relaciones profesionales con clientes clave y administración.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

ATRIA ENERGIA S.A.C

Atria Energia S.A.C., previamente Eléctrica Santa Rosa S.A.C, es una generadora y comercializadora de energía en el mercado eléctrico peruano y forma parte del grupo GCZ. La empresa es dueña de la Central Hidroeléctrica Purmacana, en el Valle de Pativilca, la cual tiene una potencia de 1.8 MW.

Jefe de Proyectos

2011 – hasta la actualidad

Responsable de la gestión, planificación, ejecución y supervisión de los proyectos desde la fase inicial hasta la fase de construcción y supervisión en función de los cronogramas y presupuestos preestablecidos y siempre con la capacidad e innovar y mejora en los procesos de manera practica y proactiva. Capacidad para garantizar el éxito empresarial.

LAHAMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

Empresa Consultora líder en el Desarrollo y Gestión de Proyectos en los sectores de Agua, Energía.

Ingeniero de Diseño y Planeamiento

1998 – 2011

Responsable del diseño de proyectos hidroeléctricos, desde la fase de identificación, elaboración de informes de riesgo de inversión. Siempre he demostrado una alta performance en el diseño de las obras hidráulicas concerniente a las centrales hidroeléctricas y comprender a cabalidad el entono de desarrollo de este tipo de proyectos. Así gestionar los permisos para la construcción y obtener las licencias de construcción, permisos ambientales, hídricos, terrenos etc.

FORMACIÓN PROFESIONAL

Campus Financiero, Madrid-España
Project Finance en Energías Renovables

UNIVERSIDAD ESAN, Lima-Perú
Maestría en Gestión de la Energía

UNIVERSIDAD ESAN, Lima-Perú
Diplomando en Energías Renovables

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Maestría en Hidráulica e Hidrología

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Ingeniero Civil

IDIOMAS

Inglés, Professional level

Edwin Moises, Vivanco Zacarías

Ingeniero Mecánico Electricista con Maestrías en Energía Renovables - Sostenibilidad Energética y Dirección de Empresas (MBA), especializado en Gestión de Proyectos, Energías Renovables, Auditoría y Eficiencia Energética; con más de 19 años de experiencia en Proyectos, Operaciones, Ingeniería y Servicios y con amplio conocimiento de la legislación y normativa del sector eléctrico. Destaco por mi capacidad de gestión y planeamiento estratégico en el servicio de energía, enfocado al alcance de metas y habilidades de liderazgo. Con interés en liderar las áreas técnicas, de operación, comercial y administración. Inglés avanzado.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Contraloría General de la República

Organismo constitucional autónomo del Estado Peruano encargado de controlar los bienes y recursos públicos del país.

Auditor de Proyectos de Inversión

diciembre 2018 – Actualidad

Subgerencia de Control de Asociaciones Público Privadas y Obras por Impuestos. Auditoría y evaluación de Informes Previos de Proyectos a Ejecutarse bajo la modalidad de Obras por Impuestos. Integrante de Comisión de Control Concurrente de Proyectos de Obras por Impuestos.

Consultoría y Desarrollo de Proyectos Eléctricos – Exinnor Perú

Empresa personal de desarrollo de Proyectos de Ingeniería en Sistemas Energéticos

Gerente general

julio 2018 – noviembre 2018

Asesoría y desarrollo de suministros de energía eléctrica en Baja y Media Tensión (proyectos de sistemas de distribución y utilización); Auditoría energética de plantas industriales y comerciales e instalación de proyectos de generación renovables no convencionales (solares, eólicos y biomasa).

CORBET INGENIEROS S.A.C.

Proyectos de Ingeniería y Construcción. Especialización en acondicionamiento y construcción de edificaciones varias, obras civiles, remodelación de oficinas.

Supervisor de Instalaciones Electromecánicas

mayo 2017 – junio 2018

Supervisión y control de las actividades electromecánicas, especializado en liquidación de Obras Públicas.

LUZ DEL SUR S.A.A.

Empresa privada de distribución de electricidad que atiende a más de un millón de clientes y 700 trabajadores ubicado en la zona sur-este de Lima, capital del Perú. Con ventas que superan los 664,50 millones de dólares anuales.

Jefe de Departamento de Proyectos y Control de Obras enero 2012 – diciembre 2016

Responsable de los requerimientos de energía eléctrica de los usuarios industrial, comercial y residencial en Media y Baja Tensión, coordinación con el Organismo Supervisor en Energía y Minería (Osinergmin) y liderazgo en la implantación del Sistema Integral de

Gestión (ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001). Reporté a la Subgerencia de Proyectos Distribución.

Logros:

- Incrementé en un 30% la atención de nuevos clientes con alto consumo de energía mediante la reformulación óptima de procesos.
- Incrementé del 90% al 99,5% de solicitudes de conexión residencial dentro de los plazos normados mediante la optimización de tiempos de atención y priorización o eliminación de requisitos.
- En el 2012 amplié la cobertura del servicio de electricidad en hasta 3 veces sobre el promedio anual beneficiando a 11000 pobladores de 55 pueblos jóvenes en las zonas límites de la concesión de Luz del Sur.

Coordinador del Área de Afectaciones en BT y MT abril 2019 – diciembre 2011

Responsable de elaboración de proyectos y ejecución de obras por el movimiento y reubicación de las de redes eléctricas en media y baja tensión a solicitud de terceros por modificaciones de las vías públicas (calles y avenidas) y supervisión por el uso de postes de apoyo de cables de comunicación de terceros. Reporté a la Subgerencia de Proyectos Distribución.

Logros:

- En el 2010 gestioné la reubicación de más de 50 km de redes de distribución (incluidas subestaciones) que interferían las obras civiles del Tren eléctrico tramo 1 y por la modificación de 6 de las principales avenidas del sur este de Lima duplicando las operaciones normales de un año de instalación de redes en Luz del Sur.
- Controlé y reduje a cero las pérdidas por daños de la infraestructura y accidentes personales ocasionados por empresas particulares atendidas por el servicio de apoyo de redes comunicación (8 empresas particulares de comunicación).
- Implementé el sistema de transferencia automático, monitoreo y control a distancia del suministro de energía de las subestaciones que alimentan a la planta de Gloria en Huachipa brindándole una confiabilidad del 100% de continuidad del suministro de energía (sistema Scada).

Coordinador del Área de Calidad de Servicio en BT y MT octubre 1997 – mayo 2008

Responsable de la atención de reclamos por deficiencias en la distribución de energía eléctrica de usuarios residencial, comercial e industrial y del control y mejora de la calidad de energía (niveles de tensión) en la de concesión de Luz del Sur. Reporté a la Jefatura de Control Técnico.

Logros:

- Gestioné la reducción de hasta un 22% de las compensaciones (multas) por deficiencias de niveles de tensión mediante la implementación de innovaciones en el control de la distribución de energía eléctrica en Media y Baja Tensión.
- Reduje los tiempos de atención y amplié la cobertura al 100% de reclamos por deficiencias en la calidad de energía con la reformulación óptima de procedimientos y niveles de autorización por caso.

CENTROMIN PERÚ – Empresa Minera del Centro del Perú

Empresa pública de extracción, concentración, fundición y refinación de minerales con 7 unidades mineras, 8 concentradoras, un complejo metalúrgico (La Oroya), unidades de generación (183,4 MW), líneas de transmisión (279 km) y centro portuario (Callao).

Asistente Técnico

abril 1996 – abril 1997

Asistente en las áreas de Ingeniería y Mantenimiento de las Plantas de Zinc, Casa de Fuerza y de las áreas del sistema de Generación y Transmisión de Energía. Reporté a la jefatura de la División de Energía y Telecomunicaciones.

Actividades específicas:

- Reformulé el sistema de paradas por mantenimiento y emergencia en las Plantas de Fundición - La Oroya, que permitió un ahorro del 12% en los costos de mantenimiento.
- Configuré e instalé el sistema de medición y control a distancia del sistema de bombas de Casa de Fuerza – La Oroya (sistema Scada) que permitió incrementar la confiabilidad y seguridad de las operaciones.

FORMACIÓN PROFESIONAL

Universidad ESAN 2019 - Actualidad
Maestría en Gestión de la Energía

UNIVERSITAT DE BARCELONA 2018 – 2019
Barcelona, España (1500 h)
Maestría en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética

PAD ESCUELA DE DIRECCIÓN 2004 – 2005
UNIVERSIDAD DE PIURA, Lima – Perú (2880 h)
Master en Dirección de Empresas (MBA)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA 1990 – 1995
Ingeniería Mecánica – Eléctrica, Ingeniero Titulado

DIPLOMAS Y ESTUDIOS DE ESPECIALIZACIÓN

CGR - ESCUELA NACIONAL DE CONTROL marzo 2019
Control Previo al Mecanismo de Obras por Impuestos

CGR - ESCUELA NACIONAL DE CONTROL febrero 2019
Control de Asociaciones Público Privadas

UNIVERSIDAD ESAN agosto 2018 – febrero 2019
Diplomado Regulación y Mercado Energético de Corto Plazo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA marzo 2018
CENTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES
Sistemas Energéticos con Fuentes Renovables

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

CENTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES, Técnico de la Ingeniería Fotovoltaica	abril 2018
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) Inversión Extranjera como Motor del Desarrollo para América Latina y el Caribe	marzo 2018 – abril 2018
UNIVERSIDAD ESAN, Lima – Perú (90 h) Diploma Internacional en Energías Renovables	julio 2017 – diciembre 2017
TECSUP Auditoria y Eficiencia Energética	diciembre 2017 – enero 2018
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LOS ÁNGELES, EEUU (36 h) Programa avanzado en Gestión de Proyectos (PMI)	julio 2017 – setiembre 2017
INSTITUTO DE ASUNTOS PÚBLICOS, POLÍTICA Y GOBIERNO (200 h) Diplomado de Alta Especialización Administración y Gestión Pública	julio 2017 – setiembre 2017
INSTITUTO DE ASUNTOS PÚBLICOS, POLÍTICA Y GOBIERNO (200 h) Diplomado de Alta Especialización Nueva Ley de Contrataciones del Estado N° 30225	julio 2017 – setiembre 2017
UNIVERSIDAD ESAN Gerencia de Tecnologías de la Información, PADE de Especialización	noviembre 2015 – febrero 2017
UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO Curso, Evaluación de Proyectos de Inversión	enero 2003 – febrero 2003
IDIOMAS	
Inglés Americano, nivel avanzado English Language Center (ELC) Boston, Massachusetts - Estados Unidos de América	mayo 2008 – noviembre 2008
Experiencia de voluntariado	
Programa de Capacitación en Colegios Públicos Cambio climático y desarrollo sostenible	2017 – 2018

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento, se tiene como objetivo general evaluar y determinar el modelo óptimo de gestión y operación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos como factor coadyuvante a la aplicación de políticas e incentivos que permitan la masificación del vehículo eléctrico liviano en la ciudad de Lima; y como objetivos específicos evaluar y comparar las mejores prácticas a nivel global y regional de los modelos de gestión y operación de infraestructura de carga que nos permita determinar su implementación en la ciudad de Lima, analizar políticas de incentivos y tecnologías de infraestructura de carga de vehículos eléctricos con el fin de permitir su despliegue en la ciudad de Lima. Asimismo, se plantea definir un plan de acción para la implementación de la infraestructura de carga mediante la estructuración de una Alianza Pública Privada.

Para el desarrollo se consideró la evaluación comparativa de políticas de promoción de la electromovilidad en países de la Región y Europa, corroborándose la existencia de una alta correlación entre la implementación de infraestructura de carga y el incremento de ventas de VE. Asimismo, para la estimación de la demanda de los servicios de carga, se consideró la proyección de la demanda de VE a 10 años estimada en la propuesta del “Plan Nacional de Electromovilidad” de EY Perú, permitiendo estimar la cantidad de cargadores de VE del tipo 2x11kW necesarios.

Finalmente, al identificarse que la implementación de infraestructura de carga es un factor relevante en la transición a la electromovilidad, se determina que el instrumento más adecuado ante un escenario de “impulso por el gobierno” sería a través de una Asociación Público Privada (APP) en donde los mayores riesgos serán asumidos por el Privado. Complementariamente, permitiría al Estado brindar una “condición habilitante” al impulso de la venta de VE, que repercutirá positivamente en los planes de transición energética en línea con el objetivo de carbono-neutralidad propuesta por el Estado para el 2050, dado que el transporte terrestre es el segundo mayor contribuyente de GEI en el Perú.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) precisa que el sector transporte es el principal y con la mayor tasa de crecimiento fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con la energía en América Latina y El Caribe representando aproximadamente un tercio del total de las emisiones, y que el 80% de la población regional está urbanizada, proyectando que para el año 2050 de mantenerse las condiciones esa cifra ascienda al 90% (UN DESA, 2019).

Asimismo, alrededor de 100 millones de personas en la región reside en áreas con mala calidad de aire, y considerando que la mayoría vive en áreas urbanizadas, donde una de las principales fuentes de contaminación la constituye el transporte terrestre. Este problema puede agravarse si en los siguientes 25 años, la flota de automóviles de la región se triplica y supera los 200 millones de unidades al año 2050, según proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (UN DESA, 2019).

Ante ello, la descarbonización del sector transporte vía el despliegue de la movilidad eléctrica, se muestra como una alternativa eficaz para transformar el sector, mejorar la calidad de vida, resguardar la salud humana y contribuye al cumplimiento de los compromisos climáticos asumidos por los países en el marco del Acuerdo de París.

En el Perú, la promoción de políticas e incentivos para la transición a la electromovilidad ha sido muy limitada en comparación con países de la región, como podemos visualizar en la Tabla N° 1.1, en donde se lista algunas iniciativas y medidas aprobadas o implementadas a la fecha por el Estado y/o el sector privado:

Tabla N° 1.1. Políticas, normas e incentivos a la Electromovilidad - Perú

Proyecto / Impulso	Norma / Reglamentación	Descripción
<i>Proyecto de promoción del transporte eléctrico</i>	El Perú ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) a través del Decreto Supremo N° 058-2016-RE.	El Perú a través del Ministerio de Energía y Minas implementó el proyecto de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) para el sector de energía, en ella formuló entre otros, "Promover la elaboración de políticas de alcance público que establezcan mecanismos que permitan masificar el uso de tecnologías energéticamente sostenibles, a través de la masificación de vehículos eléctricos" al año 2030, con esta NAMA se busca lograr: <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de las normas para promover el transporte eléctrico a nivel nacional. - Implementación de pilotos con buses y vehículos livianos eléctricos. - Promoción del desarrollo de infraestructura para la masificación del transporte eléctrico. - Implementación del etiquetado y fichas de homologación de vehículos eléctricos en el sector público. - Un cambio de cultura hacia un transporte eficiente y limpio.
<i>Normativas complementarias – impulso de electromovilidad</i>	Decreto Supremo No 237-2019-EF, que Decreto Supremo No 250-2019-MINEM/DM Decreto Supremo N° 022-2020-EM. Resolución Ministerial N° 189-2021-MINEM/DM.	Aproba el Plan Nacional de Competitividad y Productividad con el fin de impulsar el crecimiento económico de mediano y largo plazo, la OP9 relacionada a la Sostenibilidad Ambiental en las actividades económicas del Perú, establece estrategias y políticas de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios. Aprueba la publicación del proyecto normativo "Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de Abastecimiento" Tiene como objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Declarar el interés nacional y necesidad publicada de la promoción de la electromovilidad. - Promover el desarrollo del parque vehicular compuesto por vehículos eléctricos e híbridos. - Establecer las políticas de promoción a la electromovilidad. Establece disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica. En la primera disposición complementaria final se establece que en un plazo máximo de un año se deberá aprobar el reglamento para la instalación y operación de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica. Dispone la publicación del proyecto de "Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para la Instalación y Operación de la Infraestructura de Carga de la Movilidad Eléctrica y sus respectivos Anexos", así como de su Exposición de Motivos.
<i>Modificación de la tasa de impuestos para combustibles y vehículos</i>	Decreto Supremo N° 094-2018-EF Decreto Supremo N° 095-2018-EF Decreto Supremo N° 181-2019-EF	<ul style="list-style-type: none"> - Se cargo con mayores impuestos a los combustibles, tomando en cuenta su grado de nocividad. De esta manera, se busca reorientar a los consumidores hacia opciones menos contaminantes, y reducir así las emisiones de CO₂. - Se suprime el Impuesto selectivo al consumo (ISC) a los vehículos nuevos eléctricos, a gas e híbridos. A aquellos nuevos a gasolina se les aplicará una tasa de 10%, con el objetivo de incentivar la adquisición de vehículos menos contaminantes. Lo mismo con vehículos que utilicen diésel o semidiésel, que tienen una tasa de 20% si son nuevos. - Se uniformizó la tasa del ISC aplicable a los vehículos usados importados, con un valor del 40%.
<i>Modificación del régimen y de plazos de depreciación para vehículos eléctricos</i>	Modificación del Decreto Legislativo N° 1488, vigente a partir de enero de 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Establece un régimen especial de depreciación y modificación de plazos de depreciación máximo hasta el 50% para vehículos de transporte terrestre (excepto ferrocarriles) híbridos (con motor de embolo y motor eléctrico) o eléctricos (con motor eléctrico).
<i>Modificación del reglamento nacional de vehículos</i>	Decreto Supremo N° 019-2018-MTC Decreto Supremo N° 010-2017-MINAM	<ul style="list-style-type: none"> - Modificó el Reglamento Nacional de Vehículos (RNV) con el objetivo de integrar al parque automotor a los vehículos fabricados con tecnología novedosa como los autos eléctricos y bicicletas de pedaleo asistido. - Asimismo, dispone contar con un Sistema Nacional de Homologación Vehicular, que será un instrumento para verificar si los modelos nuevos, ya sean importados, fabricados o ensamblados en el país, cumplen con los estándares ambientales, de eficiencia energética y seguridad vial. Como requisito técnico, los vehículos eléctricos que brinden el servicio de taxi deberán tener una autonomía mínima de 200 km con una potencia máxima no menor de 80 kW. - Señala que los límites máximos de emisiones atmosféricas exigidos no son aplicables a los vehículos eléctricos o a los de la categoría O (remolques). - El RNV incluye nuevas de definiciones, entre ellas figuran: bicicleta con sistema de pedaleo asistido (SPA), cuatriciclo, potencia nominal máxima, autonomía, vehículo eléctrico, vehículo híbrido convencional, vehículo híbrido enchufable y vehículo eléctrico con autonomía extendida.
<i>Bus eléctrico de transporte público en San Isidro (Lima)</i>	Municipalidad de San Isidro en cooperación con Engie Perú, setiembre de 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación del Plan Piloto del Proyecto MiBus, cuyo financiamiento y operación serán cubiertos por la empresa en su totalidad. Para su funcionamiento, la empresa ha instalado cargadores eléctricos en sus oficinas ubicadas en San Isidro, alimentados por 100 paneles fotovoltaicos solares de 30 kW.
<i>Buses eléctricos con recorrido comercial</i>	La empresa de transportes ETUL 4, en convenio con el fabricante chino BYD, abril de 2019 El Global Sustainable Electricity Partnership (GSEP) y Enel X e Hydro-Québec con la colaboración de Protransporte, MEM, MINAM y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Lanzó el primer bus eléctrico con recorrido comercial de Lima. Este vehículo cuenta con una capacidad de 80 pasajeros y corresponde al modelo K9G. Cubrirá la ruta comprendida entre los distritos limeños de San Juan de Lurigancho y Chorrillos, recorriendo 240 km diarios y transportando, en promedio, a 21 600 pasajeros por mes. - Inauguraron el primer bus eléctrico en Lima, en la ruta roja de los corredores complementarios, cuyo recorrido se realizará en el eje Javier Prado – La Marina – Faucett.
<i>Presentación del primer bus eléctrico para minería</i>	Empresa Engie Perú, 19 de mayo de 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Implementó el primer bus 100% eléctrico traslada al personal de la mina Cerro Corona, perteneciente a Gold Fields. La unidad BYD se moviliza entre Lima y Cajamarca, con escalas en diferentes ciudades, como Chimbote y Trujillo. El bus tiene una autonomía de 280 km por cada carga de cuatro horas y puede llegar hasta los 100 km/h, Engie ha instalado un sistema de carga eléctrico a 3998 mmm exclusivo para el vehículo.
<i>Mototaxis eléctricos</i>	Ecoenergy SAC con apoyo de Innóvate Perú. Ingenieros y docentes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) Empresa Senatinos - Parque Industrial de Villa El Salvador.	<ul style="list-style-type: none"> - Ecoenergy, en convenio con la empresa eslovaca GEM Motors y la Sociedad Alemana de Inversión y Desarrollo (DEG, por sus siglas en alemán), con motores eléctricos KYTO Green Technologies, en 2018, se pusieron a prueba 11 mototaxis eléctricos que circularon en Pucallpa. - UNI-UNMS, desarrollaron un vehículo compuesto por un panel solar flexible adquirido en Europa, una motocicleta eléctrica y el chasis de un mototaxi. En días de mayor irradiación solar puede operar, pero en días nublados o de noche, solo puede captar el 10% o 20% de energía y debe funcionar a batería eléctrica. - Senatinos, esta se encarga de convertir las motos que funcionan con gasolina o gas a un sistema eléctrico con baterías de 48 y 60 voltios

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú; Osinergmin, 2019; Diario El Peruano. Elaboración: Grupo de Tesis

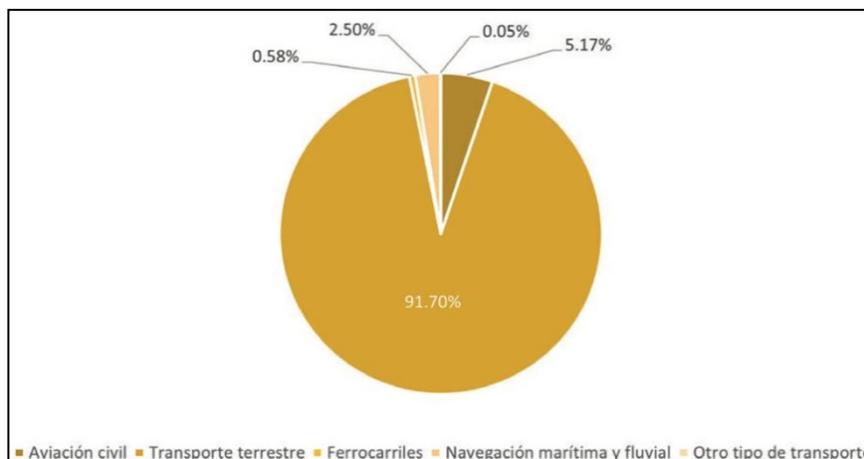
1.2. Descripción del problema

1.1.1 Estrategia Nacional ante el Cambio Climático - Perú

El Perú, en cumplimiento con lo establecido en el artículo 2 del Acuerdo de París; incrementó su meta de reducción de emisiones de GEI para el año 2030. El nuevo compromiso del Gobierno Peruano precisa que las emisiones de dióxido de carbono equivalentes en el año 2030 no deberán exceder los 179 millones de toneladas (Nota de prensa: MINAM, diciembre 2020). Esto último en línea con el objetivo de alcanzar el carbono-neutralidad del Perú para el año 2050, y el dejar de emitir gases de efecto invernadero (GEI) por la agricultura intensiva, la deforestación y el consumo de combustibles fósiles en procesos de producción, industria y comercio, de este modo podría obtenerse un beneficio económico neto para el Perú de 98 mil millones de dólares al año 2050 (Nota de prensa: MINAM, setiembre 2020).

Por otra parte, en el Resumen Ejecutivo del INGEI 2016 (publicado en mayo de 2021), el Ministerio del Ambiente detalla que en el año 2016, las emisiones netas del Perú alcanzaron a 205,294.17 GgCO₂eq. Donde el segundo sector con mayores emisiones de GEI fue energía con 58,132.54 GgCO₂eq, (28.32%). Dentro de este sector, la subcategoría Transporte se destaca como principal fuente de emisión, con 21,047.88 GgCO₂eq. En tercera y cuarta posición encontramos a los sectores de Desechos con 6,437.67 GgCO₂eq (3.14%) y Procesos Industriales y Uso de Productos con 5,822.37 GgCO₂eq (2.84%), respectivamente, tal como se puede observar de la distribución de emisiones del sector de Energía, Figura N° 1.1.

Figura N° 1.1. Emisiones de GEI - subcategorías del sector Energía Combustión móvil, 2016



Fuente: MINAM, 2021, Resumen Ejecutivo del INGEI 2016: *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2016 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014*

1.1.2 Electrificación del Transporte – Políticas de Carbono-neutralidad al 2050

El Estudio Costos y beneficios de la carbono-neutralidad en Perú: una evaluación robusta de Quirós-Tortós, J. (2021), muestra un análisis de costos y beneficios de alcanzar la carbono-neutralidad de Perú al 2050, especialmente en lo que concierne al componente de mitigación. Ante ello, para el subsector transporte precisa que la electrificación de la flota vehicular privada, pública y de carga permitiera una reducción de emisiones de GEI de poco más de 29 MtCO₂e para 2050, con respecto al valor de 2020, y una reducción de casi 76 MtCO₂e también para 2050 con respecto al valor del escenario base del año 2018. Ante lo cual, la descarbonización del sector transporte brinda un beneficio neto de US\$92.000 millones acumulados a 2050.

En dicho contexto, la electrificación del parque automotor debiera instrumentalizarse como parte de la agenda de transición energética en línea con el objetivo de carbono-neutralidad del país para 2050, al identificarse que el transporte terrestre es el segundo mayor contribuyente de GEI en el país; por otra parte, considerando que la transición a la electromovilidad, como toda transición tecnológica demandará tiempo, debe ser llevado de manera gradual por lo que su implementación debe iniciar tan pronto como sea posible (UN DESA, 2019).

González-Mahecha, E. (2018), resalta que la pregunta adecuada para ser formulada por los países no está relacionada con sí la electrificación sería una estrategia plausible, sino cuándo esta debería llevarse a cabo.

Por ello, ante la evaluación y balance de políticas, normativas y acciones de impulso a la electromovilidad implementadas a la fecha en el Perú, y de la necesaria descarbonización del transporte a fin de mejorar los índices de la calidad de vida en el país, proteger la salud humana y contribuir al cumplimiento de los compromisos climáticos suscritos por el Perú en el marco del Acuerdo de París con miras a alcanzar los compromisos de carbono-neutralidad para el 2050, el despliegue de la movilidad eléctrica, surge como una solución eficaz para transformar el sector transporte.

Asimismo, y en base a la propuesta integral de “Plan Nacional de Electromovilidad” publicado por la Asociación Automotriz del Perú (AAP) con apoyo de la empresa consultora EY Perú, con el objetivo de implementar una política nacional para un transporte energéticamente más eficiente que incentive el uso de nuevas tecnologías, se destaca que en la transición a la electromovilidad, la infraestructura de

carga de vehículos eléctricos es un factor relevante en la viabilidad de esta nueva tecnología, al señalar como parte de las conclusiones de la propuesta al “Plan Nacional de Electromovilidad” que:

“Ningún mercado de electromovilidad a nivel global se ha generado por sí solo, sino con intervención estatal. La participación del gobierno es clave por la relevancia de un marco normativo y la implementación de incentivos, entre otros.

Existe una fuerte correlación entre incentivos implementados e incremento de la demanda en los países analizados. En el 89% de los países analizados se presenta una alta correlación entre ventas y políticas de reducción de costos de adquisición.

La demanda de vehículos electrificados crece junto con la implementación de infraestructura de carga.”

Ante ello, el Grupo de Tesis se propone como aporte a la solución de la problemática de la descarbonización del transporte en el País, el desarrollo del despliegue e implementación de la infraestructura de carga bajo la consideración de que los puntos de carga deberán ser adecuados a los tiempos de carga, disponibles, legales, seguros y fáciles de encontrar, propuesta que será formulada mediante la estructuración de una Asociación Pública Privada que brindará el servicio de carga a los vehículos livianos en la ciudad de Lima.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar y determinar el modelo óptimo de gestión y operación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos como factor coadyuvante a la aplicación de políticas e incentivos que permitan la masificación del vehículo eléctrico liviano en la ciudad de Lima.

1.3.2 Objetivos específicos

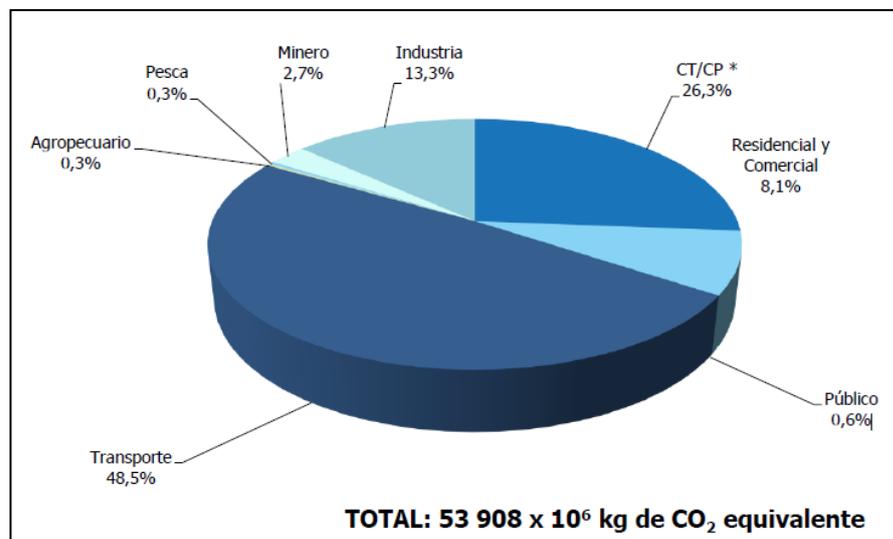
- a) Evaluar y comparar las mejores prácticas a nivel global y regional de los modelos de gestión y operación de infraestructura de carga que nos permita determinar su implementación en la ciudad de Lima.
- b) Analizar las políticas de incentivos y tecnologías de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos usuales con el fin de permitir su despliegue en la ciudad de Lima.

- c) Definir un plan de acción para la implementación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos livianos en la ciudad de Lima, mediante la estructuración de una Alianza Pública Privada que permita la sostenibilidad del servicio de carga.

1.4. Justificación

En el entendido de que el sector del Transporte emite aproximadamente la mitad de la contaminación atmosférica anual, como se visualiza en la Figura N° 1.2 (Balance Nacional de Energía, 2019), y que estas emisiones de GEI son producto del incremento de la motorización en el país, el desarrollo de la movilidad eléctrica se formula como la solución global para descarbonizar el sector transporte.

Figura N° 1.2. Participación de sectores en emisiones de CO₂ equivalente



Fuente: MEM, 2019. *Balance nacional de energía 2019*

Asimismo, el uso de la movilidad eléctrica permitirá reducir la importación y dependencia del petróleo; y con ello un ahorro significativo al Estado, los vehículos eléctricos consumirán la energía eléctrica proveniente de fuentes renovables como la eólica o solar; de esta forma la dependencia del petróleo disminuirá y al mismo tiempo se reducirán las emisiones de los vehículos de combustión.

Complementariamente, en la propuesta del “Plan Nacional de Electromovilidad”, publicado por la Asociación Automotriz del Perú (AAP) con apoyo de la consultora Erns and Young Global Limited (EY) Perú, al proponer sus políticas de promoción de

la electromovilidad para el Perú, se resalta en la cuarta política la propuesta de *“Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos”*, propuesta formulada, en base a la experiencia en la aplicación de políticas de impulso a la electromovilidad en los países evaluados en el Estudio, en donde se identificó la existencia de una alta correlación entre el incremento de ventas de vehículos eléctricos y la implementación de infraestructura de carga.

Ante lo detallado, el grupo de tesis concluye que la implementación de la Infraestructura de carga es un factor relevante y coadyuvante al impulso de la adquisición de vehículos eléctricos y por ende a la transición de la electromovilidad.

1.5. Contribución

El presente trabajo contribuirá identificando brechas de carácter tecnológico y normativo, de estas identificamos los siguientes:

- Nuevas Políticas para el despliegue de infraestructura de carga
- Marco normativo para la infraestructura de carga
- Incentivos financieros y subsidios
- Componente de la Infraestructura de carga
- Comportamiento del sistema de distribución de energía eléctrica con la llegada de la electromovilidad.

El diagnóstico se realizará sobre la base de una evaluación comparativa con la normativa de proyectos implementados en la región y/o a nivel global, haciendo énfasis en los factores claves para el correcto desarrollo de la infraestructura de carga, en la identificación de los principales actores y asignando sus responsabilidades, lo que permitirá que el presente documento sea una herramienta en la toma de decisiones.

1.6. Alcance

- Revisión de políticas, prácticas y experiencias en otros países en la implementación de los vehículos eléctricos e infraestructura de carga, según las referencias del Global EV Outlook 2021, en la que se señala cifras de la evolución del vehículo eléctrico a nivel mundial (IEA, 2021).
- Análisis de la normatividad del transporte público urbano y las externalidades que generan. Se tiene como referencia al Plan Nacional de Competitividad y

Productividad, en el que se establecen nueve objetivos prioritarios, siendo el noveno el establecer políticas, estrategias de energía y electromovilidad y combustibles limpios (EY Perú, 2021).

- Análisis de propuestas tributarias, tarifarias, subsidios por parte del Estado, para incentivar el cambio de tecnología en el sistema de transporte con el uso de vehículos eléctricos, propuestas de iniciativas dados por el gobierno en el marco del Decreto Supremo N° 250-2019-MINEM/DM del Ministerio de Energía y Minas del Perú de 2019, que aprueba el proyecto normativo “Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de Abastecimiento”.
- Análisis y evaluación del “Plan Nacional de Electromovilidad” publicado por la Asociación Automotriz del Perú (AAP) con apoyo de la consultora EY Perú.
- Desarrollo de un plan de acción privado para el despliegue de infraestructura de carga mediante la evaluación y estructuración Económica Financiera de una Alianza Pública Privada, como factor coadyuvante a las políticas de impulso a la masificación del vehículo eléctrico.

1.7. Limitaciones

Las principales limitaciones que se tuvo para el desarrollo de esta investigación fueron:

- La investigación desarrollada en el presente documento no considera el impacto fiscal que originaría los subsidios y los incentivos tributarios que otorgaría el Estado Peruano en el escenario de altos incentivos para la venta de VE (High case) formulado en el “Plan Nacional de Electromovilidad” de E Y Perú como propuesta para la masificación del VE.
- Falta de un inventario anual actualizado de la contaminación ambiental por el transporte público en Lima Metropolitana para medir razonablemente el impacto ambiental.
- Limitada información para determinar las variaciones en el costo de la energía eléctrica y GNV en periodos futuros.
- La distorsión del mercado por la informalidad, considerando que en el Perú alrededor del 40% del PBI es informal en la actividad económica del sector transporte y comunicación (INEI, 2019).

- La investigación no considera la ventaja competitiva que tiene el Perú con respecto al Litio y el impacto que esto implica en el desarrollo de los vehículos eléctricos (León, M. et al., 2020).
- La investigación no contempla los mecanismos para la adquisición, financiación y masificación de vehículos eléctricos por parte del Estado, por ende, no se contempla el uso de fondos públicos como el FISE.
- En e presente documento no se analiza investigaciones y proyectos de pruebas piloto desarrollados a la fecha en la ciudad de Lima (pilotos de buses y autos eléctricos con su respectiva infraestructura de recarga) que consideren la innovación tecnológica en búsqueda de un transporte eficiente y del desarrollo de los VE de acuerdo con la realidad peruana.
- El presente documento sólo analiza y evalúa el despliegue de la infraestructura de carga para los vehículos eléctricos livianos particulares en la ciudad de Lima, , el despliegue del transporte público de autobuses eléctricos no viene presentándose con la rapidez esperada, tal como lo resalta el informe “Barreras para la Adopción de Autobuses Eléctricos” (Sclar, R. et al., 2019) al señalar que la transición a los autobuses eléctricos (e-bus) es desigual y variada en alcance y tamaño y que su implementación no se ha acelerado lo suficientemente rápido como para que el mundo cumpla con los objetivos climáticos relacionados con el transporte.

Estas empresas con logística de transporte (flotas de buses o transporte pesado) no forman parte del análisis del presente documento.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Tecnología del Vehículo Eléctrico

2.1.1 Introducción

La mayoría de los países desarrollados están fomentando el uso de VE para evitar la contaminación del aire, así como los GEI. Los VE ofrecen ventajas sobre los VCI que se listan a continuación, (Sanguesa, 2021):

- Cero emisiones.
- **Sencillez:** La reducida cantidad de partes del motor del VE conlleva un mantenimiento menor. Los motores son simples y compactos en relación a los VCI.
- **Fiabilidad:** tener menos componentes y sencillos hace que los VE tengan menos averías que de los VCI. Además, no presentan desgaste, vibraciones o corrosión por la combustión.
- **Costo:** el CoM del vehículo y el costo de la electricidad requerida es mucho menor en comparación con los CoM y combustible de los VCI.
- **Eficiencia:** En una comparación de la Eficiencia Energética Global los VE son mas eficientes que los vehículos tradicionales. Por ejemplo, la eficiencia de los vehículos de gasolina oscila entre el 11% y el 27%, la de los vehículos diésel oscilan entre el 25% y el 37%. Por el contrario, los vehículos eléctricos cargados por una planta de energía de gas natural muestran una eficiencia entre el 13% y el 31%, mientras que los vehículos eléctricos cargados por energía renovable muestran una eficiencia general de hasta el 70%.

De igual modo (Sanguesa, 2021) resalta que el crecimiento según la variedad de vehículos eléctricos que se comercializan a nivel mundial será:

- **Vehículos de dos/tres ruedas,** por su peso ligero y distancias cortas de conducción requieren baterías relativamente pequeñas, presentan menos problemas relacionados con la carga de los sistemas de energía. Se proyecta que seguirán siendo la flota de vehículos eléctricos más grande cuyo crecimiento se produce principalmente en Asia, donde predominan actualmente.
- **Vehículos ligeros (VEL),** las ventas de VEL aumentarán de 3 millones en 2020 a 13 millones en 2025, pasando a 25 millones en 2030.
- **Buses eléctricos,** la flota de autobuses eléctricos en el mundo aumentará de 600 mil en 2020 a 1,6 millones en 2025, pasando a 3,6 millones en 2030. Se limitará a autobuses urbanos, impulsada por los esfuerzos para reducir la contaminación del aire. La electrificación de autobuses interurbanos, será menor ya que exigen rutas más largas y más tiempo de carga.

- **Camiones de servicio mediano y pesado**, Las ventas de camiones eléctricos en el mundo aumentó un 3% en 2020, alcanzando 1.8 millones en 2030. Los camiones eléctricos se utilizan especialmente en áreas urbanas, donde las distancias de conducción son más cortas y es posible su carga durante la noche. Se proyecta una tasa de electrificación baja de todos los segmentos de vehículos, al menos a corto plazo, en parte porque los camiones de larga distancia requieren tecnologías avanzadas para la carga de alta potencia y/o baterías grandes.

2.1.2 COVID 19 y el crecimiento de la demanda de VE

La pandemia de COVID-19, identificada en diciembre 2019 en China; para evitar que la enfermedad se expandiera en muchos países, se tomaron medidas drásticas que han paralizado la economía mundial en el año 2020. El crecimiento en la demanda del vehículo eléctrico ha continuado a pesar de la pandemia y de los esfuerzos por combatir este flagelo.

Según las referencias del Global EV Outlook 2021, el crecimiento de la demanda de VE, se dará según las siguientes cifras:

- A fines del año 2020, se esperaba la existencia de 10 millones de VE en todo el mundo.
- A pesar de la pandemia, el número de inscripciones de vehículos eléctricos tuvo un crecimiento a nivel mundial del 41% en 2020, que a pesar de la desaceleración mundial por razones de la pandemia, las ventas mundiales de vehículos en general cayeron en un 16%.
- Europa superó por primera vez a la RPC como el mercado de vehículos eléctricos más grande del mundo, considerando que se vendieron en el 2020 tres millones de vehículos eléctricos a nivel global, un 4.6% de la cuota total de ventas.

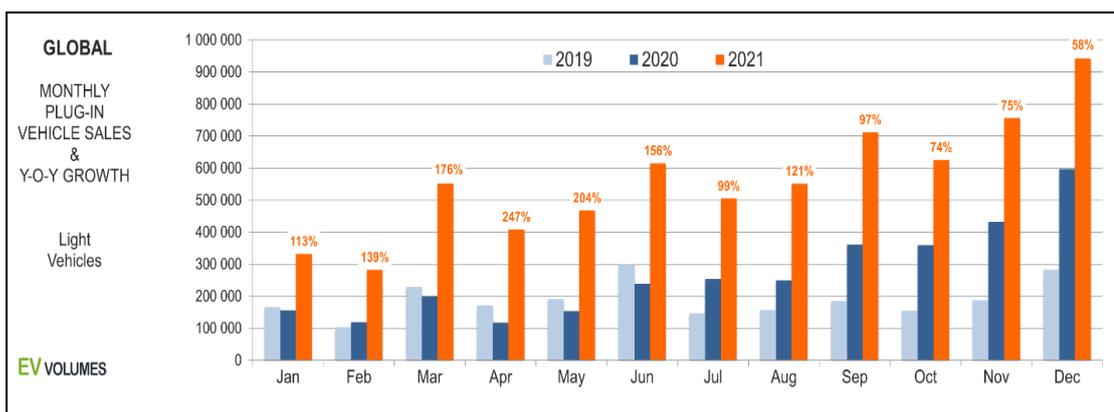
Un aspecto importante para tomar en cuenta aparte de la gran expansión de los vehículos eléctricos es la disminución gradual del precio de las baterías y el incremento en la eficiencia gracias a los avances tecnológicos.

2.1.3 Prohibición de venta de Vehículos Convencionales a Gasolina, Diesel, Gas o Híbridos

El 11 de mayo de 2022, la Comisión de Medio Ambiente de la comunidad europea, votó a favor de prohibir la venta de vehículos diésel y gasolina a partir del año 2035, propuesta pendiente de aprobarse por el parlamento europeo, incluye asimismo la prohibición de vender automoviles que empleen biocombustibles (Gómara, 2022). Una variedad de fabricantes anunciaron ya desde el 2021 inversiones en electrificación, como la empresa Volkswagen AG que anunció que dejaría de vender vehículos de combustión interna para el 2035; Stellantis, el cuarto fabricante de automoviles a nivel mundial invertirá US\$ 35 000 millones hasta el 2025 en electrificar su gama de vehículos, por otra parte fabricantes como BMW y Renault están invirtiendo en vehículos híbridos enchufables debido a la deficiencia de infraestructura de carga pública, (Gestión, 2021).

La medida es un mensaje a las empresas fabricantes especialmente europeos para acelerar su transformación a la fabricación de vehículos eléctricos, así de esta manera, las empresas fabricantes se vieron estimuladas a nivel mundial a incrementar sus ventas de vehículos en el 2021 representando 6.75 millones de vehículos eléctricos, generando un incremento del +108% en comparación del año 2020 (Irlé R., 2022). Ver Figura N° 2.1.

Figura N° 2.1. Ventas de vehículos eléctricos



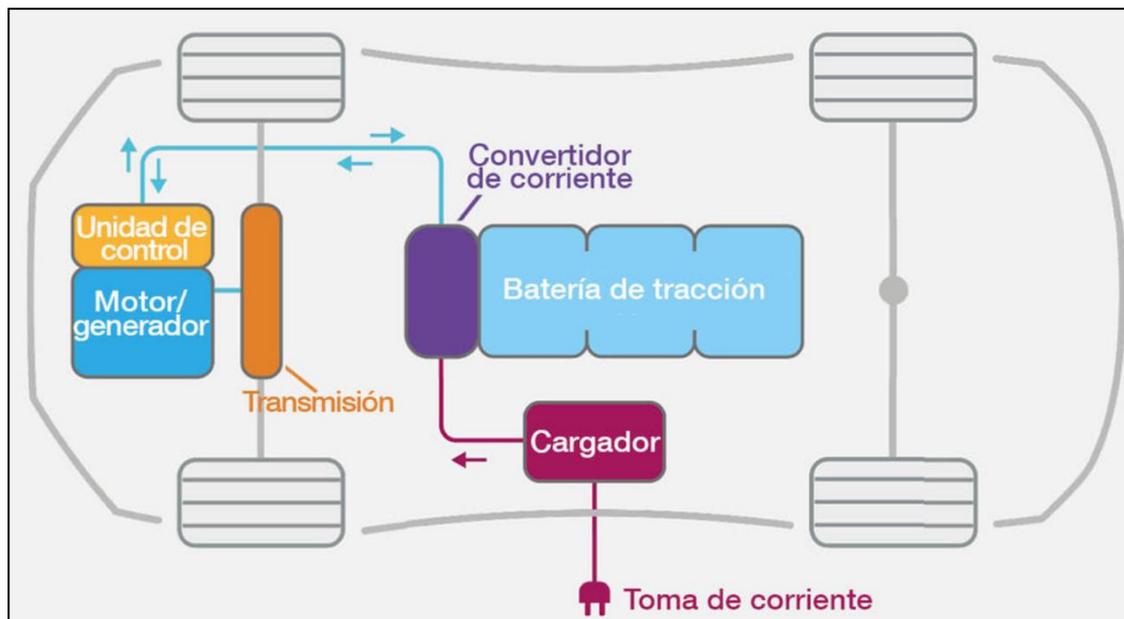
Fuente: Irlé Roland, 2022, EV Volumes.com Global Sales for 2021.

En el mercado mundial de vehículos eléctricos ligeros (BEV y PHEV), las ventas mundiales fueron del 8.3% en el 2021 en comparación con el 4.2% del 2020, representando los BEV el 71% y los PHEV el 29% de las ventas totales. Sin embargo, para el año 2021 con respecto al 2020, el crecimiento fue extraordinario, alcanzando el +66% en Europa, el +155% en China, el +96% en Norteamérica (incluye EEUU) y el +115% en el resto de los mercados.

2.1.4 Tecnología del Vehículo Eléctrico

Un vehículo eléctrico está impulsado por motores eléctricos, alimentado por la energía proveniente o almacenado en baterías que pueden ser recargables. La energía transmitida por los motores se convierte en energía mecánica para dar lugar a un par motor instantáneo al eje de las ruedas del vehículo (Simon, 2019). En la Figura N° 2.2 y Tabla N° 2.1 se muestran los elementos clave de un vehículo eléctrico.

Figura N° 2.2. Elementos clave de un vehículo eléctrico



Fuente: [Murias D. Motor Pasión \(2020\)](#)

De modo general, el sistema de impulso de un VE está compuesto de un tomacorriente, un cargador (si lo incluye), un conjunto de baterías, un convertidor, un sistema de transmisión, un control del motor y un sistema de motores eléctricos. Asimismo, una batería de 12 V y una unidad de control electrónico de gestión de los sistemas, como el funcionamiento del vehículo en general (Simon, 2020).

Tabla N° 2.1. Elementos clave de un vehículo eléctrico

Elemento	Descripción	Imagen
Cargador de a bordo (o power electronic converter)	Cuando se carga la batería vía una toma de corriente doméstica, la energía pase por el cargador. Éste es un convertidor que básicamente, convierte la corriente alterna (AC) de entrada en corriente continua (DC), soporta potencias y voltajes muy superiores.	
Pack de batería	También llamada batería de tracción. La energía que almacena servirá exclusivamente para mover el vehículo. Ejemplo: SEAT Mii Electric. Se trata de una batería de iones de litio compuesta por 14 módulos que se puede cambiar individualmente. Tiene una capacidad de 36,8 kWh (32,3 kWh útiles) que le otorgan hasta 260 km de autonomía.	
Convertidor de corriente o inversor	También conocido como inversor. Este dispositivo convierte la energía de corriente continua de menor voltaje del pack de batería en energía de corriente continua de mayor voltaje necesaria para hacer funcionar el o los motores. Existe un convertidor secundario que reduce el voltaje para la batería de 12 V y los sistemas auxiliares.	
Unidad de control del motor	La unidad de control del motor regula la velocidad, par y dirección del motor. Es un convertidor que controla el flujo de energía entre la batería de tracción y el motor. En función del motor utilizado, será un convertidor de corriente continua a corriente continua o de corriente continua a corriente alterna. Sin embargo, a diferencia de los otros convertidores del coche este es bidireccional, enviando energía al motor y al mismo tiempo capaz de extraer energía en las fases de frenada regenerativa.	
Motor eléctrico	Convierte energía eléctrica en movimiento, acciona las ruedas. El motor actúa además como generador de electricidad, tanto en aceleración como en las fases de deceleración. La mayoría de fabricantes usan motores de inducción o de imanes permanentes .	
Transmisión	La mayoría de coches eléctricos cuentan con una transmisión de una sola marcha (salvo, de momento, el Porsche Taycan que cuenta con una de dos marchas). Se debe a que un motor eléctrico entrega la totalidad del par motor en todo momento.	
Batería auxiliar	Sirve para proveer en electricidad el coche antes de que se encienda la batería de tracción. También da energía a los sistemas auxiliares del coche. Es una clásica batería de 12 V como las que usan los coches de gasolina, diésel o híbridos.	

Fuente: [Simon](#), 2020, Murias D.; Motor Pasión, 2020. Elaboración: Grupo de Tesis

2.1.5 Clasificación de los Vehículos Eléctricos

Los VE se dividen por la fuente de energía, los sistemas de impulso y el nivel de hibridación que presentan, encontrando cinco tipos de vehículos eléctricos, detalles y características se muestran en la Tabla N° 2.2 y Tabla N° 2.3.

Tabla N° 2.2. Tipos de Hibridación de Vehículos Eléctricos

Hibridación	Tipos de vehículos eléctricos		Fuente de energía	Propulsión
Sí	Vehículos eléctricos híbridos (VEH)	En serie En paralelo Dual	Gasolina	Motor eléctrico
			Diésel	Motor de combustión interna
	Vehículo eléctrico híbrido enchufable (VEHE)		Gasolina	Motor eléctrico
			Diésel	
		Puerto de carga (electricidad)	Motor de combustión interna	
No	Vehículo eléctrico de batería (VEB)		Puerto de carga (electricidad)	Motor eléctrico
	Vehículo eléctrico con pila de combustible (VEPC)		Hidrógeno	Motor eléctrico
	Vehículo eléctrico solar		Paneles solares	Motor eléctrico

Fuente: DelftX, 2019^a.

Elaboración: GPAE-Osinergmin.

Tabla N° 2.3. Tipo de Fuente y Propulsión de Vehículos Eléctricos

Tipo de VE	Fuente de Energía	Propulsión	Descripción
Vehículos Eléctrico de Batería (BEV):	Punto de carga - Electricidad	Motor eléctrico	Esta tecnología suele estar equipado con varios motores eléctricos, ya sean sincronicos o asincronicos y un gran paquete de baterías que normalmente se disponen en el piso del vehículo, presenta una inmediatez de su respuesta al acelerador, ya que el par máximo se entrega de manera instantánea, además del silencio en la marcha. Las diez marcas más importantes son: Tesla, ByD, BAIC, BMW, Nissan, Volkswagen, Hyundai, Kia, Mitsubishi, y Chery.
Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable (PHEV)	Combustible fósil – Punto de carga (electricidad)	Motor eléctrico – motor de combustión interna.	Combina al menos un motor eléctrico con un motor a gasolina para mover el auto, y su sistema recupera energía a través del frenado regenerativo. El funcionamiento de los motores a gasolina y eléctrico no son excluyentes, ambos motores pueden estar funcionando, o solo el motor eléctrico o a gasolina. Tienen una mayor capacidad de almacenamiento de energía en las baterías de alto voltaje, razón por la cual demanda una mayor cantidad de energía eléctrica y necesitan enchufarse a la red eléctrica para poder recargarse. Incorpora un motor térmico con motor a gasolina de 1.3 litros combinando con una batería de 15.60 kWh, dando como resultado una potencia total de 218 CV. Este modelo alcanza una velocidad de 235 km/h y su autonomía eléctrica es de 75 kilómetros. La marca representativa es el Mercedes A 250e. Tipos: Híbrido en Paralelo: El motor eléctrico y el motor a gasolina forman parte de una sola transmisión común que combinan las dos fuentes de energía. Híbrido en Serie: En un vehículo híbrido en serie, el motor eléctrico proporciona todo el empuje para el movimiento del vehículo y el motor de gasolina solo esta para recargar las baterías. Híbrido Enchufable: Un híbrido enchufable mejora el concepto de híbrido convencional con una batería más grande, proporcionándole al vehículo una mayor autonomía y puede reducir significativamente el consumo de combustible y hacerlo más amigable desde el punto de vista ambiental. Híbrido Suave: De manera semejante a los híbridos en paralelo, los dos motores eléctricos y de combustión no se pueden usar de manera independiente. El motor eléctrico está diseñado solo para ayudar al motor de combustión con lo que los beneficios de ganancia de eficiencia y ahorro son modestos.
Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV)	Combustible fósil	Motor eléctrico – motor de combustión interna.	Este modelo de vehículo posee dos o más fuentes de potencia diferentes en el motor, pudiendo estas tener un motor de combustión interna tradicional y un propulsor eléctrico. La característica de este vehículo es la composición de su motor en un sistema a propulsión compuesto por un motor a gasolina y otro eléctrico, ofreciendo de manera conjunta hasta 180 caballos de potencia Se clasifican en: Híbridos serie, híbridos paralelos e híbridos serie -paralelo. Una de las marcas que mejor representa a este tipo de vehículo es el Toyota Corolla.
Vehículos Microhíbridos Eléctricos (MHEV)	Combustible fósil	Motor eléctrico – motor de combustión interna.	Este tipo de vehículos tienen la característica de ser mild-hybrid, y tiene una red eléctrica en 48 voltios, que alimenta un motor generador que sustituye al motor de arranque. El vehículo resulta ligero de peso debido a que las baterías que posee son de menor tamaño y peso, así mismo el sistema de cableado son de menor sección. Otra característica es que resulta eficiente en el consumo de combustible dado que el vehículo puede funcionar con el propulsor de combustión apagado durante ms tiempo. La marca representativa en este modelo de vehículos es BMW. El motor microhíbrido permite una reducción de consumo y emisión de CO2 en un 15%. Existen varios tipos según el nivel de hibridación: Nivel 0: El motor eléctrico va unido al cigüeñal del motor de combustión y aprovecha la energía cinética de las frenadas. Se ha dispuesto una batería de ion litio justamente para almacenar la electricidad y así poder mantener la velocidad de cruce del vehículo o en la opción e ganar potencia adicional. Nivel 1: En esta configuración de motor se usa un motor sincrónico de imanes permanentes (PSM), con lo que se consigue que la reducción de emisiones de CO ₂ sea del orden de 8.5%. Nivel 2: Es una mezcla de motor térmico y caja de cambio. Cuando el vehículo se encuentra a bajas velocidades es cuando el motor eléctrico asume la impulsión ya sea en situaciones de alto tráfico que obliga al vehículo desplazarse a bajas velocidades. Este sistema permite rendir una potencia de 10 kW, con picos máximos de 20 kW durante 20 segundos. Nivel 3: La posición del motor en esta configuración es a la salida de la transmisión, así de esta manera este motor permite generar una potencia de 20 kW en modo de generador. Nivel 4: Esta configuración es particular, debido a que el motor de combustión es la encargada de mover el eje delantero y el motor eléctrico el eje posterior. El motor eléctrico está diseñado para asumir la impulsión del vehículo a baja velocidad y en caso de tráfico.
Vehículo Eléctrico de Pila de Combustible (FCEV)	Hidrógeno	Motor eléctrico	La característica particular de este vehículo es que dispone de una batería pequeña que nunca necesita enchufarse a la red eléctrica, debido a que el alimentador de energía al motor es una pila de combustible que utiliza hidrogeno. El hidrogeno se mezcla con el oxígeno para generar una reacción química que da como resultado la electricidad y vapor de agua. Las marcas de vehículos representativos son Hyundai Nexo y Toyota Mirai.

Fuente: DelftX, 2019^a; GPAE-Osinermin.
Elaboración: Grupo de Tesis

2.1.6 Sistema de Almacenamiento de Energía

2.1.6.1 Baterías

La batería de un VE es un elemento que acumula energía eléctrica, en la Tabla N° 2.4 se muestran las características de las baterías, almacenándola para ser transmitida al motor eléctrico (de corriente alterna o continua). La autonomía (distancia que recorre sin necesidad de cargarse) es un factor relevante en su compra, el tiempo de carga y precio. En los últimos años, complementario al avance tecnológico de las baterías, su producción a nivel global aumentó un 66%, en relación directa al incremento de ventas de los VE (Inside-Evs. EV Battery Makers, 2016).

Tabla N° 2.4. Características Técnicas a considerar en el uso de las Baterías

Característica	Detalle	Característica	Detalle
Capacidad	La capacidad de almacenamiento es un aspecto crítico, ya que impacta directamente en la autonomía de los vehículos. Nuevas tecnologías que mejoren el almacenamiento de energía en el menor tiempo posible será un factor decisivo en el éxito de los vehículos eléctricos.	Energía específica	La energía que una batería puede proporcionar por unidad de masa (Wh / kg). Esta característica también se puede especificar en Wh/L o Wh/kg.
Estado de carga	Se refiere al nivel de la batería con respecto a su capacidad al 100%.	Poder específico	La potencia que puede suministrar una batería por unidad de peso (W/kg).
Densidad de energía	Factor que depende del tamaño y peso una batería y la capacidad de acumular una mayor cantidad de energía. La densidad energética se mide como la energía que una batería puede suministrar por unidad de volumen (Wh/L).	Ciclos de carga	Un ciclo de carga se completa cuando la batería se ha usado o cargado al 100%.
Esperanza de vida	Número de ciclos de carga que puede contener una batería. La expectativa es obtener baterías que pueden soportar un mayor número de ciclos de carga y descarga.	Resistencia interna.	Durante el proceso de carga, algo de energía se disipa en forma de calor. El calor generado por unidad de tiempo es igual a la potencia perdida en la resistencia. Se perderá más energía durante los procesos de carga rápida en comparación con los lentos. Las baterías puedan soportar una carga rápida y temperaturas más altas inducidas debido a la resistencia interna; la disminución de la resistencia puede reducir el tiempo de carga que se requiere, que es uno de los inconvenientes más importantes de los vehículos eléctricos
Eficacia.	Porcentaje de potencia que ofrece la batería en relación con la energía cargada.		

Fuente: Inside-Evs. EV Battery Makers, 2016.

Elaboración: Grupo de Tesis

2.1.6.2 Costo de las baterías

El componente más caro de cualquier vehículo eléctrico es la batería, como lo detalla en el reporte que emite BloombergNEF (2020), el precio baterías de iones de

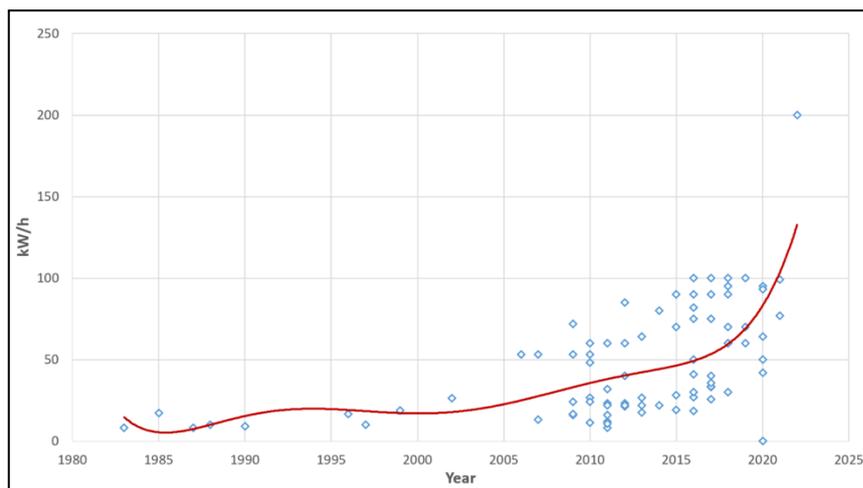
litio, que alcanzaban un precio mayor de US\$ 1,100 por kWh en 2010, se redujeron un 89% en términos reales a US\$ 137/kWh en 2020 y la perspectiva para 2023 es que los precios promedio estarán cerca de US\$ 100/kWh.

Los analistas de la industria automotriz estiman que alcanzar el precio promedio de los US\$100 /kWh supondría igualar el coste de producción de un vehículo eléctrico y de uno de combustión de la misma categoría, pero Dave Howell (The U.S. Department of Energy's Vehicle Technologies Office), afirma que si el objetivo es vender millones de vehículos eléctricos particulares, los US\$ 100 /kWh no son suficientes, es necesario reducir el precio a US\$ 60 /kWh, con lo que el coste total de un vehículo eléctrico sería aproximadamente de 0,16 US\$/km, superando los 0,17 US\$/km de los de combustión interna.

2.1.6.3 Capacidad de almacenamiento de las baterías

En la Figura N° 2.3, se observa el avance de almacenamiento de una batería de 8 kWh del Audi Du desde 1983 hasta el 2022, anunció de comercialización del Tesla Roadster con una Batería de 200 kWh, (Clean Technica, 2017).

Figura N° 2.3. Evolución de la capacidad de la batería desde mediados de los 80 hasta la actualidad.



Fuente: Sanguesa, J.A, et al.,2021.

2.1.6.4 Tiempo de carga de las baterías

Uno de los factores limitantes del vehículo eléctrico es el tiempo de carga de las baterías. Las tomas de corriente estándar de 3 kW de potencia implican una carga de 10 h para un máximo de 30 kWh, aun considerando un sistema de carga rápida, se puede

requerir entre 1 y 3 h, (Sustainable Energy Authority of Ireland, 2007). Como solución, una alternativa es la estación de interambio de baterías, conocidas como Battery Swap Stations (BSSs), donde las baterías se cambian por otras similares ya existentes, (Sanguesa, J.A, et al., 2021).

2.1.6.5 Tipos de Baterías

Las baterías de plomo ácido son las más empleadas en el sector de los VE alcanzando aproximadamente el 68% (The Guardia, 2021); mientras que las baterías Níquel-hidruros metálicos por su baja autonomía son más utilizadas en los vehículos híbridos. Sin embargo; el uso de estos 02 tipos de baterías se encuentra en caída debido al desarrollo de las baterías Litio-ion que tienen densidad energética mayor y son más ligeras y compactas.

Pero ante la necesidad de que los nuevos sistemas de baterías incrementen la eficiencia energética del VE; impulsar el reemplazo de los combustibles fósiles por otros más limpios, reducción de las emisiones de CO₂ y reducir el daño en el medio ambiente; los sistemas de almacenamiento de energía presentan tecnologías con una variedad en su desarrollo.

Ante ello, es necesario considerar 2 variables: La densidad de energía (Wh/kg o Wh/l) definida como la energía almacenada por unidad de masa o volumen, potencia que puede proporcionar la batería, de estas características se identifica 4 tipos de baterías que son las más usadas, ver Tabla N° 2.5:

Tabla N° 2.5. Tipos de Baterías

Tipo de Batería	Características
<i>Batería plomo-ácido</i>	Inventada por Gastón Planté en 1859; es uno de los tipos de baterías más antiguas, está compuesta por dos electrodos, el positivo de plomo y el negativo de óxido de plomo; además usa ácido sulfúrico como electrolito. Se caracteriza por su bajo costo y tecnología conocida, tiene como desventaja el alto peso, eficiencia menor al 100%, baja durabilidad, grado de auto descarga elevado y fuerte impacto ambiental. Por los motivos indicados estas baterías ya no suelen usarse en vehículos eléctricos; y también debido a que existen baterías con nuevas tecnologías.
<i>Batería Níquel-Cadmio (Ni-Cd)</i>	Este tipo de batería también fue ampliamente probada, tiene una larga vida como una de sus principales ventajas (entre 1000 y 1500 ciclos de recarga) el problema fue que el Cadmio es muy contaminante por lo que dejó de usarse por ser peligroso para el medio ambiente. Otras ventajas como ser una tecnología madura, buena durabilidad densidad de energía, potencia y eficiencia superior a las baterías de plomo. Otras desventajas son los costos superiores a las baterías de plomo, dependiente de la temperatura ambiente, efecto memoria y una alta auto descarga. La energía específica y densidad de energía de estas baterías actualmente se encuentran en 35-50Wh/kg y 100-120Wh/l respectivamente.
<i>Baterías de níquel-hidruro metálico (Ni-MH)</i>	Es la evolución de las baterías Níquel-Cadmio, en donde se sustituye el elemento contaminante Cadmio por una aleación metálica. De esta forma el electrodo positivo (cátodo) es de hidróxido de níquel y el negativo (ánodo) de hidruro metálico; se usa el hidróxido potásico sulfúrico como electrolito. Tenía como ventajas que era una tecnología conocida, densidad de energía superior al Ni-Cd, menor mantenimiento y menor efecto memoria, como desventajas tenía un costo superior a las baterías Ni-Cd, menor potencia específica y baja durabilidad. Estas baterías suministran 75Wh/kg y 240Wh/l, es la batería preferida por los fabricantes de vehículos híbridos
<i>Batería Ion-Litio (Li-ion)</i>	Es uno de los tipos de baterías más usados en electrónica; y en el caso de los vehículos eléctricos está siendo usada desde el año 2011. El electrodo positivo (cátodo) es un óxido mixto laminar de litio y cobalto, el electrodo negativo (ánodo) es de material de carbono (grafito). Es una tecnología nueva pero probada, bajo peso (densidad de energía alta), alta eficiencia, alta durabilidad, sin efecto memoria y baja auto descarga. Una de sus desventajas es el alto costo, problemas de seguridad y potencia específica menor a Ni-Cd. Estas baterías suministran actualmente una energía específica de 150Wh/kg y una densidad de energía de 400Wh/l

Fuente: Osinergmin, 2019; Pallisé, J. 2009 y 2015.

Elaboración: Grupo de Tesis

De los 03 tipos de baterías analizados (plomo ácido, Níquel-Hidruro metálico y Ion Litio); las baterías de Ion Litio son más ligeras y compactas; y tienen mayor densidad energética. El tiempo de carga con el cargador seleccionado de 2x11kW dependerán de la capacidad de almacenamiento de las baterías de cada tipo de auto, en nuestro caso de análisis este tiempo de carga será de aproximadamente 2 horas.

La mayor densidad de energía de las baterías proporciona mayor autonomía al vehículo eléctrico, la propuesta de infraestructura dependerá de la capacidad de batería

(kwh) y el tiempo de recarga requerido, pudiendo incrementar la inversión de nuestro proyecto, se aclara que no es parte de nuestro análisis determinar o seleccionar la mejor densidad de energía de batería, usamos los datos promedios de la Tabla N° 2.7

2.1.6.6 Tendencias de innovación de las Baterías

Ante la necesidad de la masificación de los VE, en los últimos años se han desarrollado nuevas investigaciones y desarrollo de innovaciones en baterías que puedan cumplir con las necesidades de almacenamiento para vehículos eléctricos, entre estos requisitos identificamos: energía y potencia específica; tiempo de duración en cantidad de ciclos de carga y descarga; carga rápida de modo eficiente; operación en un amplio rango de temperaturas; fiabilidad, descarga mínima en tiempos sin uso; robustez a los esfuerzos mecánicos y eléctricos y costo adecuado.

En la Tabla N° 2.6, se describen los sistemas de baterías que presentan mayores posibilidades de penetración en el mercado actual de vehículos eléctricos:

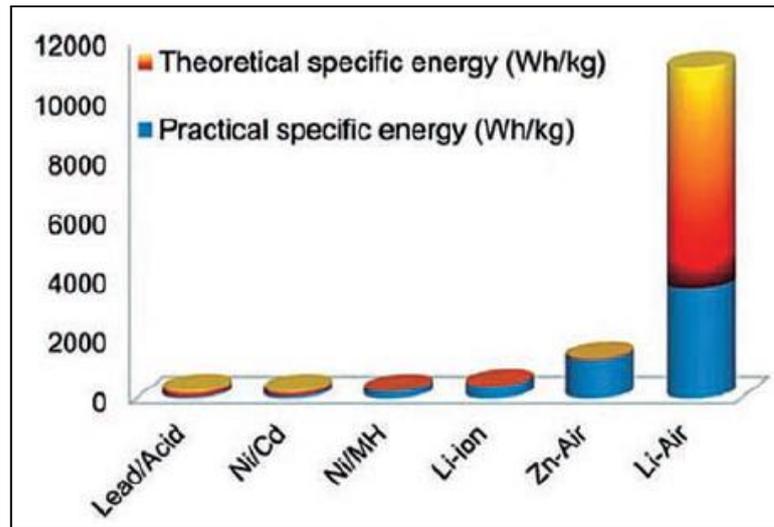
Tabla N° 2.6. Nuevos tipos de Baterías

Tipo de Batería	Características
<i>Baterías Sodio Beta:</i>	Son baterías recargables de alta temperatura que utilizan sodio metálico y que ofrecen muchas soluciones para almacenamiento de energía a gran escala y vehículos eléctricos. El material activo en el electrodo negativo es sodio líquido y las funciones del electrolito las realiza la cerámica beta-alúmina.
<i>Baterías de Metal-Aire</i>	Un vehículo eléctrico exige una alta energía específica y alta potencia. La alta energía específica le da la mayor autonomía posible, mientras que la alta potencia cubre los picos de arranque, aceleraciones y subidas de pendiente. Estos tipos de batería surgen como alternativa a las baterías Litio-ion. El par electroquímico que forma un ánodo metálico y un cátodo de aire, dan como resultado una batería con una muy alta energía específica y gran densidad energética. Estas baterías constan de ánodo metálico, electrolito y cátodo de aire. Esta familia de baterías Metal-aire, como el Litio-aire, Zinc-aire, magnesio-aire y aluminio-aire, son prometedoras para las futuras generaciones de vehículos eléctricos; esto debido a que utilizan el oxígeno del aire como uno de los principales reactivos de la batería; reduciendo el peso de la misma y liberando más espacio dedicado al almacenamiento de energía. Entre todas estas baterías Metal-aire, la batería de Litio-aire muestra la mayor densidad de energía teórica, rivalizando con el motor de gasolina (13000Wh/kg) y tiene una densidad de energía mayor que otras baterías recargables.

Fuente: Osinergmin, 2019; Pallisé, J., 2015.

Elaboración: Grupo de Tesis

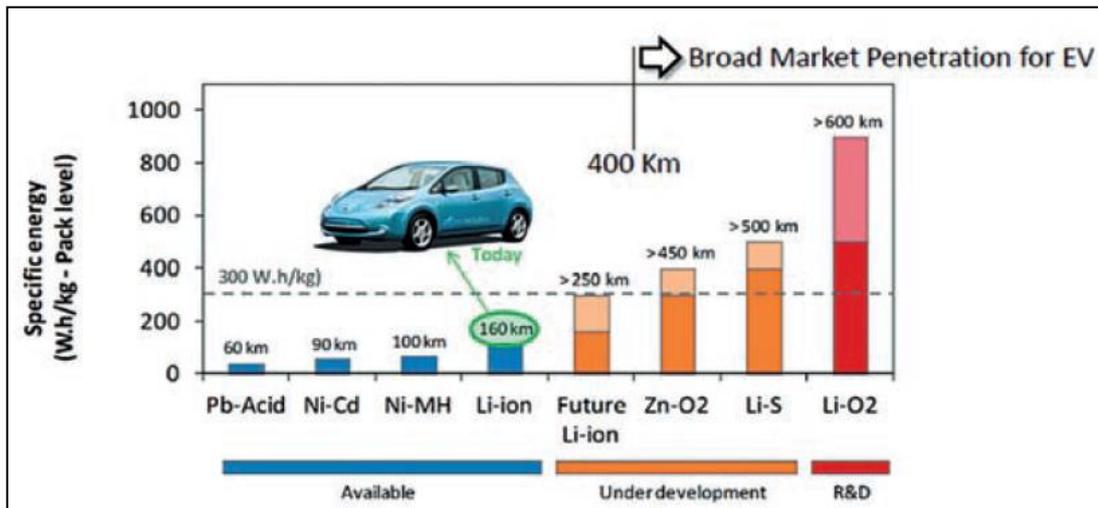
Figura N° 2.4. Valores de energía específica para diferentes tecnologías de baterías



Fuente: Pallisé, J., 2015; Guía del vehículo eléctrico II

Las baterías Litio-aire tienen una autonomía de 400km; y diversos estudios indican que para una masificación adecuada los vehículos deberían tener como mínimo 400km de autonomía (Martinez-Lao, et al., 2016).

Figura N° 2.5. Tecnologías de baterías frente al vehículo eléctrico



Fuente: Pallisé, J., 2015; Guía del vehículo eléctrico II

2.1.7 Consumo energético de los Vehículos eléctricos

El consumo de los VE se mide en términos de W.h/km o kW.h/100 km, mostrado en la Tabla N° 2.7. El consumo varía en función de la marca y el modelo, el mínimo consumo es obtenido con el modelo HYUNDAI IONIQ Electric, que alcanza 10 kW.h/100km y el mayor consumo se presenta en el Audi e-tron 55 quattro, con 24.65 kW.h/100km. El promedio de consumo de los VE listados es 16.8 kW.h/100km.

Tabla N° 2.7. Consumo energético de vehículos eléctricos.

Modelo	Capacidad de la Batería (kW.h)	Autonomía (km)	Consumo (W.h/km)	Consumo (kW.h/100km)
Audi e-tron 55 quattro	95	385.4	246.5	24.65
BMW I3	42.2	322.14	131	13.1
BYD e6	80	400	200	20
HYUNDAI IONIQ Electric	28	280	100	10
Jaguar I-PACE EV400	90	480	187.5	18.75
Nissan leaf VISIA	55.29	285	194	19.4
Nissan leaf ACENTA	55.62	270	206	20.6
Tesla Model S 60	60	375	160	16
Tesla Model S P100D	100	613	163.1	16.31
Ludicrous				
Tesla Model X P90D	90	467	192.7	19.27
Tesla Model 3 Long Range AWD	75	496	151.2	15.12
Renault ZOE	41	308.27	133	13.3
Volkswagen e-Golf	35.8	300	119.3	11.93
PROMEDIO	65.22	383.22	168.03	16.8

Fuente: Vilcachagua Núñez J., (2021).

2.2. Infraestructura de carga de Vehículos Eléctricos

2.2.1 Segmentación de la infraestructura de carga según los hábitos y preferencias de carga del usuario

En base a los hábitos y preferencias de carga que se presentan en Europa (España), se identifica una segmentación según su uso (privado o público) y por su potencia:

a. Carga privada:

- En el hogar con 3,7 kW
- En el trabajo u oficinas con 7 kW
- En zonas de despacho de mercancías con 7 kW
- En zonas de salida de pasajeros y mercancías con 50 kW

b. Carga pública:

- Carga lenta con una potencia de 7 kW
- Carga semi rápida con una potencia de 16,5 kW
- Carga rápida con una potencia de 50 kW
- Carga ultra rápida con una potencia de 150 kW
- Carga en áreas de descanso de transporte pesado, con 300 kW

2.2.2 Segmentación de la infraestructura de carga según la propiedad del gestor u operador de carga

En la instalación, gestión y operación, se distinguen dos tipos de infraestructuras de carga (Pallisé, J. et al., 2015):

- **Infraestructura vinculada:** Punto de carga asociada a la adquisición del VE y situada en el estacionamiento del propietario del vehículo,
- **Infraestructura asociada al gestor de carga:** operado en conjunto o separado de los servicios de infraestructura vinculada, y que abarca la carga normal o rápida situada en estacionamientos públicos; de empresas, de centros comerciales y en vías públicas y/o al servicio de carga rápida instalados en estaciones de servicio o electrolineras.

2.2.3 Estandarización de la tecnología de carga

A nivel internacional los sistemas de carga estandarizados más usuales son:

- **El norteamericano SAE – J1722:** El cual especifica características físicas, eléctricas, de operación, dimensiones de la entrada y el tipo de conexión entre el conector de carga y cargador, (SAE INTERNATIONAL, 2010).
- **El europeo “IEC 62196-1:2014”:** El cual define las características de los acoples de carga, toma de carga, conectores y entradas para la carga de los VE. Detalles en la Tabla N° 2.8 siguiente.

A nivel nacional tenemos las siguientes normas sobre infraestructura de carga y conectores:

- **NTP-IEC 62196-1/2/3:2020** Enchufes, tomacorrientes, conectores de vehículo y entradas de corriente de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Requisitos de compatibilidad dimensional y de intercambiabilidad para acopladores de espiga y punto de conexión de vehículo en corriente continua y corriente alterna.
- **NTP-IEC 61851-21-1/2:2020** Sistema conductivo de carga para vehículo eléctrico. Requisitos del vehículo eléctrico para conexión conductiva a un suministro en corriente continua y corriente alterna.
- **NTP-IEC 61851-23:2020** Sistema conductivo de carga para vehículo eléctrico. Estación de carga de vehículo eléctrico a corriente continua.

Tabla N° 2.8. Tipo y modo de carga estandarizada

Estandar	Modo	Descripción
SAE-J1772	Modo 1 (Carga lenta AC)	La carga en Modo 1 se realiza mediante tomacorrientes domésticos; debido a ello, la carga es lenta y puede llegar al 100% de carga en un promedio de 12 horas. No hay intercambio de datos en el proceso de carga. El conector para el acoplamiento del vehículo al cargador es el SAE J1772 o Yazaki. El nivel de voltaje es de 120 V AC, con un rango de corriente de 12 - 16 A.
	Modo 2	En el modo 2, la carga se realiza mediante un cargador dedicado en corrientes alterna, siendo el tiempo promedio de carga es de tres horas. En el presente caso, existe intercambio de datos en el proceso de carga. Puede ser empleado en lugares públicos y residenciales. El tipo de conector es también SAE - J1772. El nivel de voltaje puede ser de 208 o 240 V AC, con una corriente de 80 A.
	Modo 3	El tercer modo se divide en 2 niveles que básicamente difieren en el rango de los parámetros de carga (voltaje y corriente). Los tipos de conectores son los mismos para ambos casos: SAE J1772 Combo y CHAdeMO. La carga se ejecuta en corriente continua y puede llegar a cargar al 100 % en un promedio de 20 minutos.
IEC 62196	Modo 1	La carga se realiza mediante corriente alterna monofásica, conectando directamente a los tomacorrientes domésticos de tipo Schuko. Los niveles de voltaje son 230 V AC monofásica o 400 V AC en trifásica, con una corriente máxima de 16 Amperes. El tipo de conector para el acoplamiento del vehículo al cargador es el IEC 62196 – tipo 2 o Mennekes. El presente modo se emplea para la carga de vehículos pequeños como las bicicletas, motos y scooters.
	Modo 2	La recarga se realiza mediante los tomacorrientes domésticos, en corriente alterna de 230 V AC o 400 V AC e intensidad máxima de 32 A. El cable para conectar el vehículo posee de un piloto de control que indica el nivel de carga y, sistema de protección. El tipo de conector es IEC 62196.
	Modo 3	La carga se realiza mediante una toma específica o mediante un cargador AC, el cual incorpora intercambio de datos de carga, control y protección. El presente modo permite una corriente máxima de 63 A por fase y se realiza por medio del conector IEC 62196 tipo 2.
	Modo 4	Para el cuarto modo de emplean cargadores externos de alta potencia, los cuales pueden suministrar hasta un máximo de 400 A. El conector para el acoplamiento del vehículo al cargador es el CSC Combo y se emplea en estaciones de carga rápida.

Fuente: Pallisé J. et al., 2015, Guía del Vehículo Eléctrico II

Elaboración: Grupo de Tesis

2.2.4 Equipamiento de la Infraestructura de carga comercialmente mas usual

En Europa, se identifican los siguientes tipos de infraestructura de carga, el equipamiento y sus aplicaciones comercialmente más usuales, infraestructura listada en la Tabla N° 2.9:

Tabla N° 2.9. Infraestructura de carga comercialmente más usual

Tipo de Infraestructura de carga	Descripción	Detalle
El punto de carga más simple	Corresponde con un equipo de recarga vinculado para aquellos usuarios de una vivienda unifamiliar en una instalación individual típica. También válidos para un hotel, restaurante, o centro comercial en la que se ofrece un servicio adicional para clientes, o para desarrollar la actividad profesional en una pequeña empresa, taller, etc. Se utiliza una simple caja Wall Box básica con recarga en modo 3 dotada de cable y conector (conector tipo 1, tipo 2), con potencia de 3,7 kW (16 A), o de 7,3 kW (32 A).	
Puntos de carga con mas prestaciones. (Público – privados)	Para aparcamientos en multipropiedad, debiendo pasar a cajas Wall Box en la versión “smart”, la cual debe permitir una completa gestión de consumos con repercusión de los costos entre los diversos usuarios, principalmente el tiempo de recarga y el consumo demandado en kWh. Un aspecto de mayor complejidad técnica es el tipo de comunicaciones que debe incorporar el equipo para poder interrelacionar con un servidor externo.	
Puntos de carga integrando a sistemas complejos	Para permitir la reventa de electricidad, debe habilitarse como un gestor u operador de Carga. Así, ofrecer la recarga de los aparcamientos públicos, en edificios, o aparcamientos con un número considerable de VE con cargas simultaneas, o flotas de VE para empresas, se precisará equipos en sistemas multipunto, con sistemas de control complejos e integrados. Los equipos deben estar comunicados a una central de control, con la opción manual/automático.	
Puntos de carga rápida y las electrolineras.	Se consideran unas infraestructuras de servicio necesarios para un pleno desarrollo de la movilidad eléctrica. Muchos países están realizando un esfuerzo importante para dotarse de este tipo de infraestructuras en sus ciudades: Japón, USA, UK, Alemania, Francia, etc. Las estaciones de recarga rápida se corresponden con equipos de exigencias y coste relativamente elevado, dado que proporcionan prestaciones tan especiales como disponer de una potencia elevada para la recarga de un VE en un lapso relativamente corto, comprendido entre los 15 y 30 minutos	

Fuente: Pallisé J. et al., 2015, Guía del Vehículo Eléctrico II
 Elaboración: Grupo de Tesis

2.2.5 Gestión inteligente de la carga

El gestor u operador de Carga, puede aprovechar el hecho de que un vehículo eléctrico almacena energía al momento de carga y usa esta energía cuando surge la necesidad de movilidad, operación que se visualiza en la Figura N° 2.6; presentándose la oportunidad de optimizar la gestión de la oferta y la demanda del sistema eléctrico a través de (Pallisé J. et al., 2015)):

- Un centro de control, que tiene la capacidad de consolidar los consumos y proceder con la carga en el momento oportuno para el sistema (red eléctrica).
- El gestor u operador de carga, gestiona el almacenamiento de electricidad en horario nocturno, en el momento que la oferta de energía es superior a la demanda y generación de energías renovables es mayoritaria, para suministrarla en periodos diurnos (Véase Figura N 2.6)

Figura N° 2.6. Gestión inteligente de la carga

Centro de control de la infraestructura de recarga



Terminal inteligente en garaje.



Fuente: Pallisé J. et al., 2015.

2.2.6 Control de potencia y gestión de energía

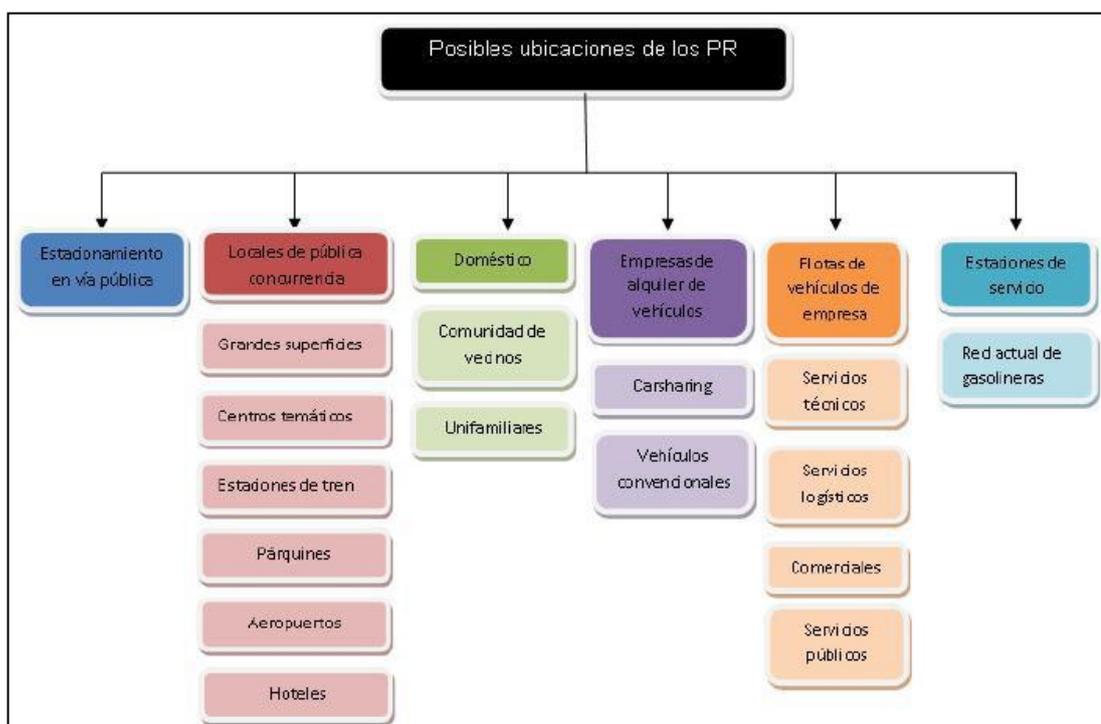
La gestión de la energía es un factor crítico para los vehículos eléctricos, por tanto, el contar con un sistema de gestión de carga de la batería (SGB) es clave para gestionar y controlar la unidad de batería, (Sanguesa, J.A, et al., 2021). El SGB se encarga de gestionar la energía que aportan las baterías garantizando su seguridad y fiabilidad, este se compone de varios bloques, como la unidad de suministro de energía, los sensores y los canales de comunicación, integrados juntos.

El SGB administra la entrega de energía reduciendo el estrés de la batería debido a cargas y descargas. El equilibrio de celdas también es fundamental para los paquetes de baterías de alta potencia de los vehículos eléctricos, porque una serie larga de celdas individuales es tan confiable como la celda más débil. Por ello el SGB mantiene el equilibrio de la celda compensando la carga de la celda más débil, de esta manera evita que las células individuales se sobrecarguen.

2.2.7 Ubicación de estaciones de carga

Las estaciones de carga están compuestas por uno o mas puntos de carga; se presentan como recargas independientes o se agrupan en varias estaciones que se comunican a su vez con un sistema de carga de varios vehículos eléctricos. Asimismo, las estaciones de carga pueden ser de carácter público y privado, en la Figura N° 2.7 se muestran las ubicaciones mas frecuente de puntos de carga.

Figura N° 2.7. Ubicaciones de puntos de carga de vehículos eléctricos



Fuente: Vilcachagua Núñez J., (2021).

2.2.8 Inversión para la infraestructura de carga

En la evaluación de inversión para la infraestructura de carga, se deben identificar tres costos: el costo del equipo, los de instalación y conexión del suministro de

electricidad. El último costo es relevante para la infraestructura de carga rápidos y ultra rápidos (mayor de 50 kW) que por la demanda de energía necesitarán una conexión de suministro de energía independiente, considerando que en general no se ubican redes de electricidad públicas con la capacidad necesarias a las vías de alta capacidad interurbana, como en el caso de las autopistas.

En los costos de instalación también se consideran los costos de la puesta en marcha, los estudios de viabilidad técnica, los de obra civil y los relacionados a la accesibilidad, las tomas de corriente, cableado y equipamiento (hardware). En la Tabla N° 2.10, se muestra los costos dimensionados en la inversión de infraestructura de carga:

Tabla N° 2.10. Costos de instalación de puntos de carga al 2020 - Europa

Tipología de cargador	Potencia media (kW)	Coste equipo	Coste instalación	Alta de suministro*	Coste Total
Privado - Hogar	3,7	500 €	1.000 €	0 €	1.500 €
Privado - Trabajo	7,0	1.500 €	2.000 €	0 €	3.500 €
Privado - Depósito DUM	7,0	2.800 €	10.500 €	0 €	13.300 €
Privado - Depósito (pasajeros y mercancías)	50,0	20.500 €	12.000 €	1.863 €	34.363 €
Público - Lento	7,0	1.300 €	2.500 €	0 €	3.800 €
Público - Semi rápido	16,5	2.800 €	10.500 €	0 €	13.300 €
Público - Rápido	40,0	20.500 €	12.000 €	1.863 €	34.363 €
Público - Ultrarrápido	120,0	50.000 €	37.500 €	4.986 €	91.505 €
Público - Áreas descanso	300,0	68.750 €	73.500 €	8.485 €	150.735 €

* Los costes de alta de suministro están calculados a partir de la normativa vigente RD 1048/2013, que comprende el pago de derechos de acometida (derechos de extensión y acceso) y los derechos de enganche.

Fuente: Transport & Environment, 2021.

2.2.9 Desafíos de la investigación y oportunidades abiertas en la Electromovilidad

Sanguesa, J.A, et al. (2021), clasifica las oportunidades en la investigación del vehículo eléctrico en cuatro campos: El uso de nuevas tecnologías de baterías o procesos de fabricación, La mejora y optimización del proceso de carga, Comunicaciones e Inteligencia Artificial (IA) para mejorar la movilidad y uso eficiente de la infraestructura de carga y la carga ecológica (energía verde) y sostenibilidad que se describen en la Tabla N° 2.11:

Tabla N° 2.11. Desafíos de la investigación y oportunidades abiertas en la Electromovilidad

Desafío	Descripción
El uso de nuevas tecnologías de baterías o procesos de fabricación	Enfocada en términos de durabilidad, en las densidades de carga y en los procesos de carga y descarga, que buscan superar a las actuales baterías de iones de litio, que son las más utilizadas. En la actualidad, se están investigando nuevas tecnologías y componentes, algunos de ellos son los siguientes: Lithium iron phosphate (LiFePO ₄), Magnesium-ion (Mg-Ion), Lithium-metal, Lithium-air (Li-air), Aluminum-air, Sodium-air (Na ₂ O ₂) y el Grafeno.
La mejora y optimización del proceso de carga	El conector universal ayudará a los conductores de vehículos eléctricos, pero, sobre todo, tendrá un impacto medioambiental importante. Tesla, por ejemplo, ha apostado para que algunos de sus vehículos cuenten con más de un tipo de conector. Otro aspecto que puede revolucionar el proceso de carga es la aplicación de algoritmos inteligentes para optimizar las cargas, ya sea reduciendo el costo, o mejorando el uso de la infraestructura eléctrica. Por otra parte, es la carga inalámbrica, como alternativa a las tecnologías de carga convencionales, ya que permitiría cargar las baterías mientras se conduce. La transferencia de energía inalámbrica (WPT) es muy conveniente debido a su flexibilidad y comodidad. La transferencia de potencia capacitiva (CPT) y la transferencia de potencia inductiva (IPT) son los dos modos de carga inalámbrica.
Comunicaciones e Inteligencia Artificial (IA) para mejorar la movilidad y uso eficiente de la infraestructura de carga.	Las redes de comunicación inalámbrica permitirán que los vehículos cuenten con un sistema de comunicación entre los vehículos (V2V) y la infraestructura (V2I). Además, el uso de algoritmos basados en IA aportará cierta inteligencia a los vehículos, y abrirá un sinfín de nuevas oportunidades que revolucionarán los futuros sistemas de transporte. Algunas propuestas están relacionadas al enrutamiento energéticamente eficiente, cargas mejores y más inteligentes o la gestión térmica de la batería.
Carga ecológica (energía verde) y sostenibilidad	Varios estudios han cuestionado la sostenibilidad y el impacto ambiental de los VE debido a: (i) su proceso de fabricación, (ii) el uso a lo largo de su vida útil y (iii) su proceso de eliminación y reciclaje. En su producción, algunos estudios consideran que puede requerir más del doble de energía para producir un automóvil eléctrico que uno convencional, especialmente debido a la producción de baterías. En relación al uso, un punto clave es la gran cantidad de electricidad para cargar las baterías, tal demanda de energía dañaría indirectamente el medio ambiente, dependiendo de la generación de la fuente de energía eléctrica. La eliminación de vehículos eléctricos, una vez finalizada la vida útil de las baterías, pueden ser un peligro para el medio ambiente, y el reciclaje correcto es esencial para la implementación exitosa de esta tecnología de transporte

Fuente: Sanguesa, J.A, et al. (2021)

Elaboración: Grupo de Tesis

2.3. Situación actual del transporte terrestre peruano

El parque automotor nacional actualizado al año 2016 está compuesto principalmente por vehículos a gasolina seguidos por vehículos diésel según datos

publicados por la Dirección General de Eficiencia Energética de Ministerio de Energía y Minas, conforme se muestra en la Tabla N° 2.12.

Tabla N° 2.12. Parque Automor Peruano – 2016

Tipo de Vehículos Circulantes 2007-2016					
Estimado Por Tipo De Combustible					
(número de vehículos)					
Tipo de combustible	GLP	GNV	Diesel	Gasolina	total
Automóvil	91 944	108 632	1 730	964 735	1167 041
Station wagon	32 216	120 165	32 603	218 210	403 194
Camionetas pick up	2 997	821	253 996	25 665	283 479
Camionetas rurales	11 765	3 161	68 599	281 791	365 316
Camionetas panel	4 272	1 474	7 786	29 854	43 386
Ómnibus	452	9 599	66 893	3 175	80 119
Camión	638	653	209 752	2 113	213 156
Remolcador	0	481	43 090	33	43 604
Automotor menor	64 736	5 819	517	2243 527	2314 599
Total, vehículo circulante	209 020	250 805	684 966	3769 103	4913 894

Fuente: Proyecto NAMA de Energía –DGEE.
Elaboración: DGEE

Complementariamente, la Asociación Automotriz del Perú (2016), informa que desde el 2015 al 2019, la tendencia es creciente de nuevas unidades del tipo liviano implicando una mayor demanda de hidrocarburos, principal recurso energético demandado en el Perú, afectando negativamente en la balanza económica, en el medio ambiente y la salud de la población peruana; este escenario implica acciones urgentes en el marco de políticas públicas que busquen el uso eficiente de la energía en el transporte, acciones que deben complementadas por otros sectores para reducir la contaminación ambiental.

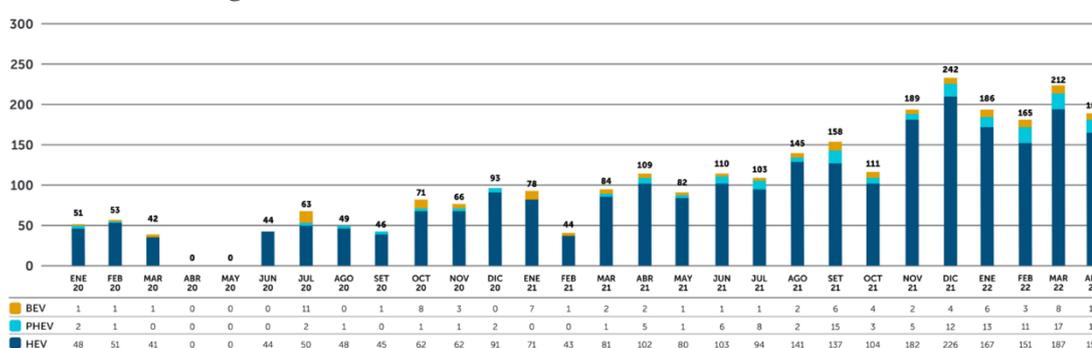
2.4. Oportunidad del Uso del vehículo eléctrico en el Perú

De otro lado, la Asociación Automotriz del Perú (2022) reportó que entre el 2019 y 2020 el número de VE fue variable entre vehículos eléctricos puros e híbridos (BEV y PHEV), pero a pesar de la reducción de ventas por la pandemia COVID-19, las ventas tienen una tendencia hacia vehículos híbridos que no requieren recarga externa de

baterías (HEV) conforme se puede apreciar en la Figura N° 2.8. La AAP también señaló, que el crecimiento de las ventas es reducido, llegando a niveles del 1% a abril de 2022 en contraste con las ventas total de los vehículos de combustión interna en ese mes.

Por otra parte, en base al avance de la tecnología de movilidad sostenible y publicación de normativas relacionadas a la Infraestructura de Carga de VE, como el Decreto Supremo N° 022-2020-EM del Ministerio de Energía y Minas, en las que se define las condiciones de instalación de infraestructura de carga de baterías, el sector privado viene anunciando su intención de instalar redes de carga en el Perú.

Figura N° 2.8. Venta de vehículos eléctricos e híbridos en el Perú



Fuente: AAP, 2022. *Informe del Sector Automotor abril 2022*

2.5. Transición a la electromovilidad - Impulso nivel internacional

Considerando que el sector del transporte emite aproximadamente un cuarto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con el uso de combustibles fósiles, los gobiernos a nivel global vienen implementando medidas para mitigar el calentamiento global y alcanzar los objetivos del Acuerdo de París.

La movilidad eléctrica permitirá apoyar los objetivos de desarrollo sostenible y las metas de descarbonización. Pero es importante evaluar y determinar los modelos de movilidad eléctrica en base a las características locales o de país, regionales o a nivel mundial (Movilidad Sostenible, 2021). En línea con esta conclusión, se identifica a nivel global una diversidad de planes de acción e implementación de políticas que viene impulsando la transición a la electromovilidad, de forma selectiva podemos listar las relevantes en la Tabla N° 2.13:

Tabla N° 2.13. Medidas y acciones de impulso a la electromovilidad - Internacional

Organismo / Medida	Detalle
Agencia Internacional de la Energía (IEA, siglas en inglés)	En su publicación Global EV Outlook (2021), detalla que los incentivos fiscales a nivel mundial estimularon la adopción de vehículos eléctricos ligeros (LDV) y respaldaron la ampliación de las industrias de fabricación de vehículos eléctricos y baterías. Estas medidas dirigidas a subvencionar la compra y/o devolución de impuestos a la compra y matriculación de vehículos redujeron la diferencia de precios con los vehículos convencionales. Medidas que se implementaron en la década de 1990 en Noruega, en los Estados Unidos en 2008 y en China en 2014.
Endurecimiento gradual de los estándares de ahorro de combustible y CO2	Estas medidas, incrementaron el papel de los vehículos eléctricos. En la actualidad, más del 85% de las ventas de automóviles en todo el mundo están sujetas a dichos estándares. Estos estándares de emisiones de CO2 en la Unión Europea promocionó las ventas de automóviles eléctricos, que en 2020 derivó en 2.1 millones de unidades.
Accesibilidad a infraestructura de carga	Los cargadores de acceso público, convenientes y asequibles, son cada vez más importantes a medida que los vehículos eléctricos se amplían, como impulso los gobiernos están brindando apoyo para la infraestructura de carga mediante la inversión directa para instalar cargadores de acceso público o incentivos para que los propietarios de vehículos eléctricos instalen puntos de carga en el hogar.
Esfuerzos de las ciudades	El ofrecimiento de un valor mejorado para los vehículos eléctricos ha fomentado las ventas incluso fuera de las áreas urbanas, dichas medidas incluyen el despliegue estratégico de la infraestructura de carga y el establecimiento de esquemas de acceso o circulación preferencial/prohibida, como zonas de emisión baja y cero o tarifas de circulación diferenciadas. Estas medidas han tenido un gran impacto en las ventas de vehículos eléctricos en Oslo y en varias ciudades de China.
Banco Interamericano de Desarrollo (2019), medidas de impulso a la electromovilidad en la región.	Resalta que los gobiernos en Latinoamérica y el Caribe deberán avanzar en una agenda integral de política pública, regulación e incentivos apropiados que consideren los distintos componentes de la electromovilidad. Asimismo, las sinergias institucionales entre los sectores de transporte y energía son fundamentales para asegurar un funcionamiento óptimo de las tecnologías y modelos de negocio.
IRENA (2017)	Resalta que masificar la venta y el uso de vehículos eléctricos en el mundo dependerá de la implementación de políticas públicas, regulación e iniciativas que respondan a las necesidades y percepciones de los potenciales compradores y usuarios de estas tecnologías.

Fuente: EIA, 2021; BID, 2019; IRENA, 2017.

Elaboración: Grupo de Tesis

2.6. Cambio Climático y compromisos a la COP 21 - Perú

El Perú ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) a través de la Resolución Legislativa N° 26185, lo cual implica un compromiso con las decisiones derivadas de la Conferencia de las Partes (COP) de la CMNUCC.

Asimismo, el Perú a través del Decreto Supremo N° 058-2016-RE (Ministerio de Relaciones Exteriores) ratificó junto a otros 15 países los acuerdos establecidos en la Convención de la ONU sobre Cambio Climático - COP21, desarrollada en diciembre del 2015 en Francia, donde se adoptó por unanimidad el Acuerdo de París en la que se determinó: i) limitar la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a lo alcanzado en periodos preindustriales, y continuar con las acciones para evitar el aumento de temperatura a 1.5° C, identificando con ello la reducción de los efectos del cambio climático; ii) incrementar la adaptación a los efectos adversos del cambio climático y fomentar la resiliencia climática y un desarrollo bajo emisiones de gases de efecto invernadero en una manera que no amenace la producción alimentaria; y iii) lograr que los flujos financieros sean consistentes con una trayectoria que conlleve a un desarrollo bajo en emisiones y resiliente al clima.

En ese contexto, y dado que el sector del transporte es el más demandante de energía a nivel nacional, donde se observa que representa hasta el 46,3% del consumo final nacional según el Balance Nacional de Energía de 2019 y, por ende, el más intensivo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la transición a la movilidad eléctrica emerge como una solución a la descarbonización del transporte terrestre, asimismo permitirá alcanzar las metas de reducción de emisiones nacionales asumidos por el Perú en el marco del Acuerdo de París sobre el cambio climático.

Con relación a las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) en el marco del acuerdo de París, estas corresponden a cinco sectores: i) energía; ii) procesos industriales; iii) agricultura; iv) uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura; y v) desechos. Cabe precisar que el sector transporte se considera parte del sector de emisiones de GEI de energía; en ese sentido, mediante Resolución Suprema N° 005-2016-MINAM (Ministerio del Ambiente) se conformó el Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional presentadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, siendo la electrificación de la flota vehicular privada, pública y de carga una de las transformaciones identificadas que permiten alcanzar con mayor ambición el equilibrio entre las emisiones y absorciones antropógenas de GEI.

En ese sentido, es prioritario abordar las distintas perspectivas para promover la transición hacia un sistema de transporte más eficiente y reducir de forma significativa

las emisiones de GEI, mediante el establecimiento de estrategias y políticas públicas que respondan a las necesidades y la potencial demanda de masificación de la movilidad eléctrica en el País.

2.7. Plan Estratégico de Desarrollo Nacional - Plan Perú 2021

Establecida la organización y funcionamiento del sector eléctrico peruano en la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE) y la Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica (LDGE), en el 2010 se aprueban los objetivos de la Política Energética Nacional del Perú 2010–2040, en base a los lineamientos definidos en el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional - Plan Perú 2021, objetivos que se detallan a continuación:

1. Contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética
2. Contar con un abastecimiento energético competitivo.
3. Acceso universal al suministro energético
4. Contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía
5. Lograr la autosuficiencia en la producción de energéticos.
6. Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de Desarrollo Sostenible.
7. Desarrollar la industria del gas natural, y su uso en actividades domiciliarias, transporte, comercio e industria, así como la generación eléctrica eficiente.
8. Fortalecer la institucionalidad del sector energético.
9. Integrarse con los mercados energéticos de la región, que permita el logro de la visión de largo plazo.

2.8. Marco Institucional y Regulatorio del Sector Eléctrico Peruano

El actual sistema eléctrico peruano se reformula con la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE) promulgado en 1992 mediante el Decreto Ley N° 25844 y su Reglamento (RLCE) promulgado en el año 1993 en la búsqueda de implementar una mayor competencia a través de la desintegración vertical de las actividades de la provisión de la electricidad, compuesta por la generación, transmisión, distribución y comercialización, sin que ello comprometa la confiabilidad del suministro de electricidad; que como lo resalta Dammert Lira, A. (2008). La LCE fue modificada en

algunos capítulos mediante la Ley N 28832, Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica (LDGE).

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) son las responsables de rectoría e implementación del marco regulatorio y del cumplimiento de las regulaciones del sector energético y minero del Perú, en armonía con la política general, planes del Gobierno y las políticas nacionales referentes al sector energético, asimismo se presentan otras instituciones que participan en el marco institucional y desarrollo de las empresas del sector eléctrico como se aprecia en la Tabla N° 2.14.

Tabla N° 2.14. Regulación y supervisión de las actividades del sector eléctrico en Perú

Actividades del sector de electricidad				
Rol de entidades	Generación	Transmisión	Distribución	Comercialización
Ente normativo	MEM	MEM	MEM	MEM
Promoción de la inversión	Proinversión	Proinversión	Proinversión	Proinversión
Contratante	MEM	MEM	MEM	MEM
Supervisión del Contrato	-	Osinergmin	Osinergmin	
Regulador- Tarifas	-	Osinergmin	Osinergmin	
Operador del Sistema	COES	COES		
Supervisión y Fiscalización:				
a) Normas técnicas y de seguridad	Osinergmin	Osinergmin	Osinergmin	Osinergmin
b) Ambiente	MINAM Oefa	MINAM Oefa	MINAM Oefa	MINAM Oefa
c) Normas de salud y seguridad ocupacional	Sunafil	Sunafil	Sunafil	Sunafil
Supervisión de la libre y leal competencia y control de fusiones y adquisiciones	Indecopi	Indecopi	Indecopi	

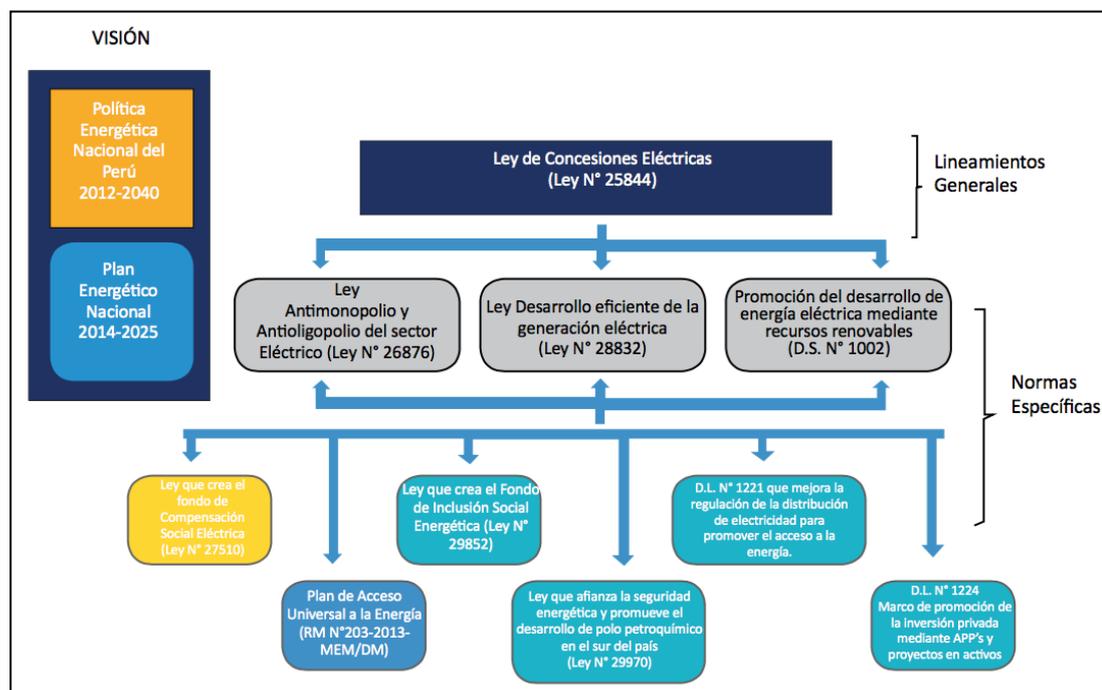
Notas. Comité de Operación Económica del Sistema (COES), Ministerio del Ambiente (MINAM), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Oefa), Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (Sunafil), Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi).

Fuente: Osinergmin, 2016. “La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país”

Elaboración: Grupo de Tesis

La participación de los responsables de la regulación y fiscalización del sector eléctrico peruano se enmarcan dentro de los principales instrumentos legales que definen su visión y normas específicas que direccionan sus actividades, Figura N° 2.9.

Figura N° 2.9. Principales instrumentos legislativos del subsector electricidad



Fuente: Osinergmin (1ra. Ed.), (2016). “La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país”

2.9. Promoción de la inversión privada en el Perú

En los noventa, el Estado peruano emprendió un proceso de promoción de la inversión privada, los ejes centrales de este proceso de promoción se canalizaron a través de las privatizaciones de empresas públicas y concesiones de la prestación de servicios públicos, antes brindados por el Estado. Las bases de este modelo se encuentran en el Decreto Legislativo N° 757, en la Ley Marco para Crecimiento de la Inversión Privada de 1991 y en la Constitución Política del Perú de 1993 (BID, 2016).

Bajo este régimen, el Estado tiene el mandato de orientar el desarrollo del país, promoviendo, entre otras actividades, los servicios públicos y la infraestructura. Por tanto, la participación del sector privado queda centrada en la inversión y actividad empresarial.

La definición de “inversión privada” queda reconocida, por primera vez, en el Decreto Legislativo N° 674 del año 1991, Ley de Promoción de la Inversión Privada en

las Empresas del Estado, en el que se define como “aquella que proviene de personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas o privadas, distintas del Estado Peruano, de los organismos que integran el sector público nacional y de las Empresas del Estado”. En el año 1993, se consolidó este régimen en la nueva Constitución, en el capítulo denominado “Constitución Económica”, e incluye disposiciones para:

- La promoción de la libre iniciativa privada, la libre competencia y la igualdad de trato para todas las actividades económicas.
- La posibilidad y la libertad de suscribir Convenios de Estabilidad entre los inversionistas privados y el Estado.
- La igualdad entre inversionistas nacionales y extranjeros.
- El rol subsidiario del Estado.
- La garantía del derecho a la propiedad privada.
- El permiso para el Estado y las personas de derecho público de recurrir al arbitraje nacional o internacional para solucionar potenciales controversias.

2.9.1 Principios generales aplicables a la inversión privada

Con el fin de promover mercados eficientes de manera que se maximice la utilidad para la sociedad y se garanticen estándares mínimos de participación en las actividades económicas, la inversión privada en Perú se rige por múltiples principios. A continuación, se comentan los más relevantes.

- a. Trato igualitario**, de acuerdo con la OCDE (2015a), el trato igualitario o no discriminatorio se constituye como un punto central para generar un clima atractivo a la inversión privada. Así, bajo este principio, se establece que todos los inversionistas que se encuentren en circunstancias similares deben ser tratados de la misma forma por el Estado peruano.
- b. Libre iniciativa privada y rol subsidiario del Estado**, la libre iniciativa privada, como principio rector del modelo de economía social de mercado en el Perú, determina que el desarrollo de la economía se concentre en manos de los particulares, quienes decidirán libremente cómo actuarán en el mercado y cómo desarrollarán las distintas actividades económicas.
- c. El principio de subsidiariedad**, refuerza esta idea al limitar la intervención del Estado en las actividades económicas como agente participante, salvo la

conurrencia de determinados requisitos; es decir, vía participación excepcional.

En el campo de las Asociaciones Público-Privadas (APP), el principio de rol subsidiario del Estado restringe la priorización de aquellos proyectos de inversión que inciden sobre mercados en libre competencia, donde no existen infraestructuras públicas ni servicios públicos, en los que los privados, en base a sus inversiones y análisis propios, acceden y se retiran según sus intereses comerciales, cumpliendo previamente requisitos propios de un régimen de autorización o licencias administrativas.

No debe confundirse el principio de subsidiariedad cuando el Estado interviene en actividades de fomento o de regulación económica a través de ayudas económicas o subsidios en programas sociales o actividades económicas específicas o regímenes de fomento de cambio de matriz energética, entre otros. En estas últimas, el Estado no se comporta como un agente de mercado, sino que su intervención se justifica en el papel de promotor y orientador de actividades sociales y de interés público.

Bajo este argumento, el Estado puede fomentar las APP a través de distintos mecanismos, como pagos o subsidios y garantías, siempre y cuando los objetivos del proyecto se alineen con el rol de fomento o de regulación de servicios. Por ejemplo, el Estado puede pagar a un privado por la disponibilidad de una infraestructura pública, como una línea de metro, o garantizar una demanda mínima para la provisión de un servicio público, como una carretera.

- d. Libre competencia,** el régimen de economía social de mercado reconocido en la Constitución descansa sobre una serie de condiciones para lograr su correcto funcionamiento, siendo una de las principales garantizar la libre competencia. Si no existiera libre competencia, no sería viable el desarrollo de los mercados, condición necesaria para el ejercicio de otras libertades económicas como la libre iniciativa privada, libertad de empresa, libre contratación, derecho de propiedad, libertad de trabajo, etc. Debido a esto, el artículo 61 de la Constitución valora positivamente la libre competencia, por lo que el Estado peruano tiene el deber de facilitar y vigilar dicho principio rector de la economía.

Sin embargo, el Estado debe intervenir en aquellos mercados en que las condiciones de monopolio natural impidan la competencia efectiva, perjudicando al consumidor. Estas condiciones se presentan precisamente en actividades donde las APP se utilizan para proveer infraestructura y servicios públicos como, por ejemplo, el suministro de energía eléctrica y de agua potable.

- e. **Prohibición de conductas anticompetitivas**, el artículo 61 de la Constitución (Congreso Constituyente Democrático, 1993) dispone que el Estado combata toda práctica que limite la libre competencia y el abuso de posiciones dominantes o monopólicas. Asimismo, establece que ninguna ley ni concertación puede autorizar ni establecer monopolios.

Aplicación de la prohibición de conductas anticompetitivas en las APP

En el campo de los proyectos de inversión de infraestructura pública y servicios públicos, el Estado desarrolla procesos de selección para adjudicar la construcción y operación de los proyectos al inversionista privado que presente la mejor oferta de acuerdo con lo exigido en las bases de la licitación, por lo que, bajo el principio de prohibición de conductas anticompetitivas, queda proscrito que los postores coordinen o se pongan de acuerdo en sus ofertas antes de repartirse o adjudicarse el proyecto.

A la vez, es importante reconocer que las APP, por su naturaleza, funcionan mejor cuando se desarrollan de manera coordinada entre los socios privados y públicos, enfocándose en la calidad del servicio buscado, sin que esto implique relajar el estándar de prohibición de conductas anticompetitivas.

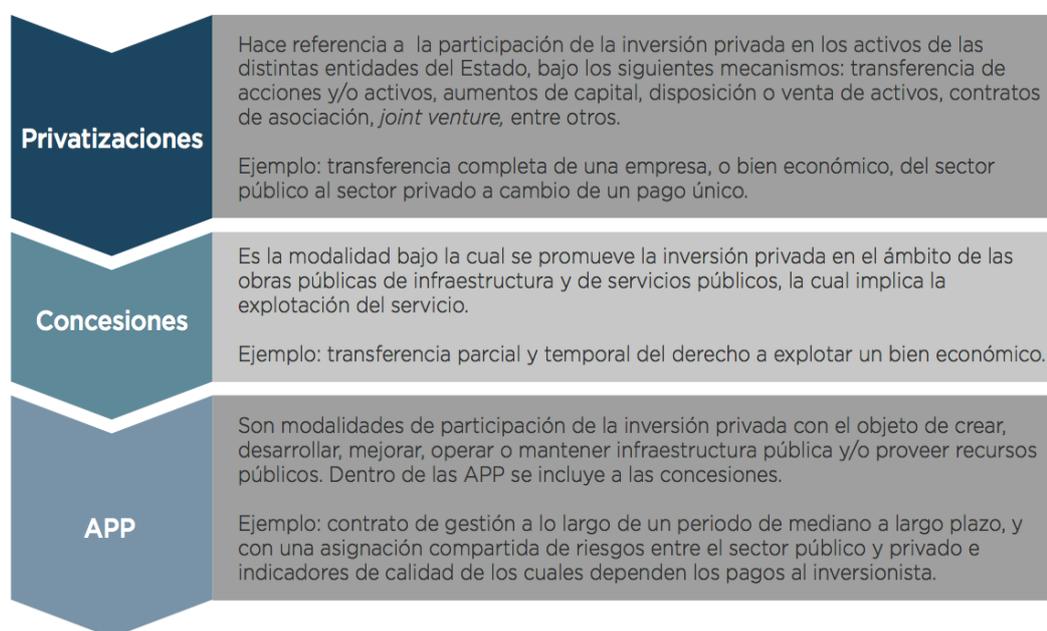
- f. **Resolución de controversias**, de acuerdo con la OCDE (2015b), la capacidad para hacer cumplir los contratos y para resolver las disputas derivadas de los mismos es fundamental para el correcto funcionamiento de los mercados. Cuando las controversias contractuales no pueden ser resueltas de una forma eficiente, en términos de costo y tiempo, las empresas pueden restringir sus actividades dentro de un país o elevar su tasa mínima requerida de retorno. Ambas reacciones, al llegar a sistematizarse, pueden encarecer la contratación de servicios, ocasionar demoras en la preparación y negociación de proyectos o, en el peor caso, resultar en una carencia o inexistencia de ofertantes.

En el caso peruano, el artículo 63 del Congreso Constituyente Democrático (1993) establece que las entidades públicas pueden someter las controversias derivadas de la relación contractual ante los tribunales correspondientes. Asimismo, dichas controversias pueden ser sometidas a arbitraje nacional o internacional, en la forma en que lo disponga la ley.

2.9.2 Evolución de las modalidades de inversión privada

El marco legal sobre la promoción de la inversión privada en Perú ha experimentado una gran evolución a lo largo del tiempo, la cual ha propiciado la participación del sector privado bajo diversas modalidades. Según se observa en la Figura N° 2.10.

Figura N° 2.10. Modalidades de promoción de la inversión privada



Fuente: BID, 2016.

2.9.3 Adopción de mejores prácticas - principios de la OCDE

En el año 2014, la OCDE (2014) estableció el Programa País como un nuevo instrumento para apoyar a economías emergentes y dinámicas en el diseño de sus reformas y el fortalecimiento de sus políticas públicas. En diciembre de 2014, Perú suscribió con la OCDE un Programa País, acuerdo que fue ratificado mediante Decreto

Supremo N° 004-2015-RE,(Ministerio de Relaciones Exteriores) publicado el 27 de febrero de 2015.

Entre los instrumentos legales a ser tomados en consideración se encuentra la Recomendación del Consejo sobre Principios para Gobernanza Pública de las APP (OCDE, 2012). Estos principios se circunscriben en tres grandes objetivos:

- Establecer un marco institucional claro y predecible apoyado por autoridades competentes y adecuadamente financiadas.
- Aplicar un criterio de selección de la modalidad APP basado en el valor por dinero.
- Utilizar el proceso presupuestal de manera transparente, para minimizar riesgos scales y asegurar la integridad del proceso de licitación.

Cabe mencionar que, desde el 31 de marzo de 2016, la OCDE reconoce oficialmente al Perú como un adherente a la Recomendación del Consejo sobre Principios para Gobernanza Pública de las APP. Esta recomendación constituye un instrumento legal de la OCDE que proporciona una guía a los hacedores de política pública sobre cómo asegurar que las APP generen valor por dinero para el sector público.

2.10. Estructuración de una Asociación Pública Privada en el Perú

2.10.1 Definición de una Asociación Pública Privada

En el Perú, la definición de una APP la señala el Decreto Legislativo N° 1362 (Ministerio de Economía y Finanzas): las Asociaciones Público Privadas constituyen una modalidad de participación de la inversión privada, mediante contratos de largo plazo en los que interviene el Estado, a través de alguna entidad pública y uno o más inversionistas privados.

Mediante Asociaciones Público Privadas se desarrollan proyectos de infraestructura pública, servicios públicos, servicios vinculados a infraestructura pública y servicios públicos, investigación aplicada, y/o innovación tecnológica.

En las Asociaciones Público Privadas, se distribuyen riesgos y recursos; en este último caso, preferentemente privados.

Las tres categorías de contratación que pueden considerarse Asociaciones Público-Privadas son: la APP de infraestructura, la APP de infraestructura con financiación privada, y la APP de servicio.

Se debe tener en cuenta que, adicionalmente, en Perú se considera a las APP para el desarrollo de:

- (i) servicios vinculados a infraestructura pública y servicios públicos
- (ii) investigación aplicada, y/o
- (iii) innovación tecnológica.

En 2008 en el Perú, el Congreso de la República publicó el Decreto Legislativo N° 1012, Ley Marco de Asociaciones Público-Privadas para la Generación de Empleo Productivo, para la agilización de los procesos de promoción de la inversión privada, lo que marcó un hito importante para el cambio de enfoque de concesiones a las APP en el país.

Las principales características del Decreto Legislativo N° 1012 fueron (Congreso de la República del Perú, 2008):

- Establecimiento de un régimen uniforme para APP.
- Incorporación de principios que rigen los proyectos de inversión público-privada y los procesos llevarlos a cabo, que a la fecha no adolecían en el marco legal.
- Reconocimiento de reglas comunes para promover cualquier tipo de proyecto de inversión.
- Clasificación de APP en autosostenibles y cofinanciadas.
- Identificación, no limitativa, de tipos de proyectos que pueden ser promovidos por APP.
- Aplicación del principio de valor por dinero.

2.10.2 Marco normativo de las APP

Las APP en el Perú, están reguladas principalmente por las siguientes normas y disposiciones:

1. Decreto Legislativo N° 1362, que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos.
2. Decreto Supremo No 240-2018-EF, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo No 1362,
3. Decreto Supremo No 077-2016-EF que aprueba la Política Nacional de Promoción de la Inversión Privada en Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos.

4. Lineamientos aprobados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF):
 - 4.1. Lineamientos para la elaboración del Informe Multianual de APP aprobado por RD 001-2017- EF/68.01.
 - 4.2. Lineamientos para la aplicación de Criterios de Elegibilidad de los proyectos APP aprobado por RD N° 004-2016-EF/68.01.
 - 4.3. Lineamientos para asignación de riesgos en los contratos APP aprobado por RM N° 167-2016- EF/15.
 - 4.4. Lineamientos para el desarrollo de las fases de formulación, estructuración y transacción aprobado por RD N° 006-2016-EF/68.01
 - 4.5. Lineamientos para el diseño de Contratos de APP aprobado por RD N° 001-2019-EF/68.01(MEF, 2022).
5. Normas complementarias:
 - Decreto Supremo No 059-96-PCM, TUO de las normas con rango de Ley que regula la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, vigentes el primer y segundo párrafo del artículo 19, el cual se refiere a los plazos de los convenios de estabilidad jurídica y el artículo 22, referido a la forma de transferencia de los bienes al Estado durante o al término de la concesión.
 - La Resolución Ministerial N° 048-2015-EF/52 (Ministerio de Economía y Finanzas) que aprueba los siguientes lineamientos: (i) para la evaluación de compromisos contingentes cuanticables y del uso de ingresos derivados de la explotación de los proyectos materia de los contratos de Asociación Público Privada, (ii) para determinar la probabilidad que una garantía no financiera demande el uso de recursos públicos en el marco de una Asociación Público Privada Autosostenible, (iii) que regulan el registro y la actualización de los compromisos rmes y contingentes cuantificables, netos de ingresos, derivados de Contratos de APP así como la implementación del Registro Nacional de contratos de APP (MEF, 2022).

2.10.3 Modalidades de APP

Las APP se pueden desarrollar bajo las siguientes modalidades contractuales:

- Contrato de concesión para construir, operar, explotar y mantener
- Contrato de concesión para operación y mantenimiento

- Contrato de gerencia
- Cualquier otra modalidad contractual permitida por ley (MEF, 2022).

2.10.4 Características de las APP en el Perú

Largo plazo: Los contratos de APP duran máximo 60 años y, en el caso de las originadas por Iniciativa Privada Cofinanciada (IPC), un mínimo de 10 años. No hay mínimo para Iniciativa Privada Autofinanciada (IPA). El plazo de duración del proyecto debe estar vinculado con la estructura de financiamiento y el recupero de la inversión por parte del sector privado.

Existencia de un contrato: en virtud del cual la entidad pública y el sector privado establecen sus derechos y obligaciones.

Participación del sector público: El Estado define los objetivos de interés público y es la entidad pública quien participa en el Contrato.

Participación del sector privado: el inversionista es la contraparte del sector público. Puede ser una compañía o un consorcio, que participan en el proceso de selección y una vez adjudicada la buena pro, generalmente constituyen una Sociedad de Propósito Específico (SPE) que se encargará de la ejecución del proyecto.

Mecanismo de pago al inversionista: puede ejecutarse con pagos del gobierno (entidad pública) y/o pagos de los usuarios, con lo cual, la fuente de pago del proyecto de APP determina la clasificación del proyecto (cofinanciado o autofinanciado). La remuneración al inversionista debe estar vinculada al desempeño (calidad del servicio) o al uso y demanda del activo, o una combinación de ambos.

Reparto de los riesgos: se realiza bajo el principio de asignarlos a la parte que esté mejor capacitada para administrarlos. Se asume una transferencia de los riesgos significativos al inversionista.

Empaquetamiento de actividades: tales como diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento, todas ellas o una combinación de ellas, las cuales están a cargo del inversionista. Se puede encargar la ejecución de un nuevo activo y/o su mantenimiento, puesta a punto y/o la operación de una actividad existente.

Inversión mínima: Las APP cofinanciadas de origen estatal requieren de montos de inversión mínimos para ser desarrolladas, según el alcance de cada proyecto.

Desarrollo de infraestructura pública y/o servicios públicos: servicios vinculados a ellos, proyectos de investigación aplicada y proyectos de innovación tecnológica.

Genera compromisos al Estado: compromisos firmes o compromisos contingentes (MEF, 2022).

2.10.5 Fuente de financiamiento de una APP

De manera general, la inversión, gastos y costos realizados por el inversionista para el desarrollo del proyecto APP pueden ser remunerados (i) directamente por los usuarios del servicio o (ii) de forma parcial o total por la entidad pública. En el primer caso, estaremos frente a una APP autofinanciada y en el segundo caso ante a una APP cofinanciada.

APP Autofinanciada: Las APP Autofinanciadas tienen capacidad propia de generación de ingresos, que no requieren cofinanciamiento del sector público y cumplen con las siguientes condiciones:

Demanda mínima o nula de garantía nanciera por parte del Estado. En este sentido, las garantías nancieras son consideradas como mínimas si no superan el 5% del CTI o el 5% del CTP.

Garantías no financieras que tengan una probabilidad nula o mínima de demandar cofinanciamiento. Ocurre cuando la probabilidad de demandar cofinanciamiento no sea mayor a 10% para cada uno de los primeros cinco años de vigencia de la cobertura de la garantía prevista en el contrato.

APP Cofinanciada, Las APP cofinanciadas son proyectos que requieren cofinanciamiento, otorgamiento o contratación de garantías financieras o garantías no financieras que tienen probabilidad significativa de demandar cofinanciamiento.

CAPÍTULO III. PROPUESTA DEL PLAN NACIONAL DE ELECTROMOVILIDAD

3.1. Plan Nacional de Electromovilidad

En abril del 2021, la Asociación Automotriz del Perú (AAP) con apoyo de la consultora EY Perú, publicó su propuesta integral de Plan Nacional de Electromovilidad cuyo objetivo es sentar las bases de una política nacional que incentive el uso de nuevas tecnologías para el transporte energéticamente eficientes y su infraestructura de carga. Con una meta final al 2030 de la reducción de la contaminación ambiental producida por el parque vehicular, así como el aumento en las ventas anuales de vehículos nuevos particulares eléctricos y/o híbridos de al menos el 20%.

Para la formulación del Plan Nacional de Electromovilidad, EY Perú exploró los factores relevantes que, a nivel global y regional vienen permitiendo la transición hacia la electromovilidad, así como las que promueven el ingreso de vehículos electrificados al mercado. Complementariamente, analizó el impacto de las diferentes políticas que promueven la demanda de vehículos electrificados con el objetivo de identificar las prioritarias a ser implementadas por el Estado Peruano.

Bajo esa consideración el documento del Plan Nacional de Electromovilidad se formula bajo la metodología secuencial de evaluar las tecnologías actuales a nivel global de la electromovilidad, continua recopilando las políticas que se vienen implementando a nivel global, evaluando sus impactos, posteriormente revisa el nivel de políticas alcanzada en el Perú así como el reconocimiento de la problemática pública; información que le permite desarrollar propuestas de políticas, análisis y estimación de la demanda, evaluación de la sostenibilidad de las propuestas y planteamiento de una hoja de ruta para su implementación hasta el 2030.

El estudio del Plan Nacional de Electromovilidad considera 8 partes, los que se resumen a continuación:

3.1.1 Marco de Referencia internacional de electromovilidad

La transición tecnológica hacia a la electromovilidad es abordado en políticas nacionales de países de la Unión Europea y Norte América y en menor escala en Latinoamérica, de este contexto se selecciona a 9 países, Noruega y España en Europa y Brasil, Mexico, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay y Argentina.

De estos países se identifican la implementación de líneas de acción coincidentes en las siguientes líneas de acción:

- En el 100% de países se implementaron Políticas de reducción de costos de adquisición de vehículos eléctricos
- En el 67% de países se implementaron Políticas de promoción de infraestructura de carga
- En el 100% de países se implementaron Políticas de promoción de flotas electrificadas
- En el 100% de países se implementaron Políticas de Reducción de costos de operación

De forma particular en el caso de Noruega se observó un alto nivel de correlación de la venta de los vehículos electrificados con respecto a la reducción de costos de adquisición, implementación acelerada de sistemas de carga y a la reducción de costos de operación, las ventas alcanzaron un 41% en promedio a lo largo de 10 años.

En Latinoamérica se identificó un aumento del 67% de las ventas de vehículos eléctricos, pero de forma no sostenida en un lapso de 5 años.

3.1.2 Planteamiento del problema y alternativas de solución

En este punto el Estudio determina que la problemática pública del uso de vehículos de combustión interna son los altos niveles de contaminación que inciden en la salud de la población como la salud cardiorrespiratoria, auditiva y ocular, mental por el estrés generado, así como por los efectos del cambio climático agudizados.

Ante ello como alternativa de solución propone incentivar la adopción de vehículos eléctricos bajo los siguientes objetivos al 2030.

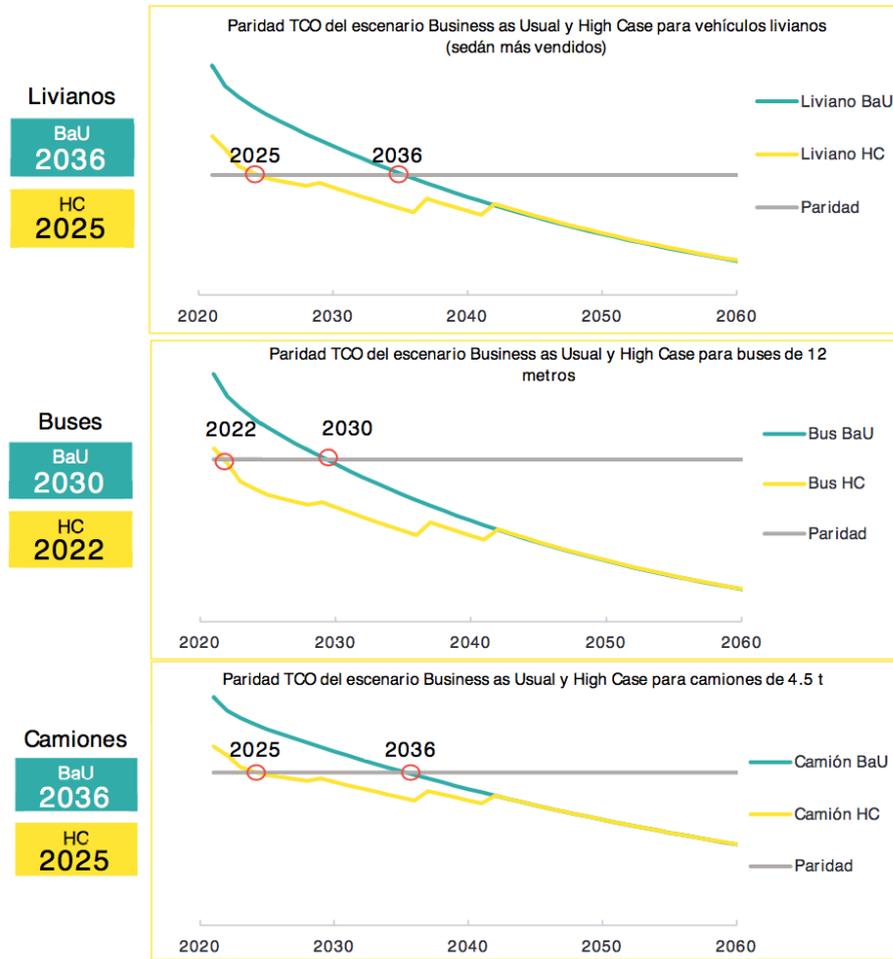
Alcanzar al 2030 como objetivo final, la reducción ambiental producida por el parque vehicular actual. Complementariamente identifica objetivos intermedios que permita el logro del objetivo final, entre los que se pueden mencionar:

- Alcanzar al 2030, que el 20% de la venta de los vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos.
- Alcanzar al 2030, que el 50% de la adquisición de los vehículos por el Estado sean vehículos eléctricos y/o híbridos.
- Alcanzar al 2030, que el 35% de la adquisición de las flotas de transporte público corresponda a eléctricos y/o híbridos.

3.1.3 Costo Total de Propiedad (TCO)

Para el desarrollo del Plan Estratégico, el Estudio formula el modelamiento de escenarios en función del nivel de intervención del Estado, a los que denomina como un nivel de baja intervención o *Business as Usual* (BAU) y otro de alta intervención o *High Case* (HC). Ante ello como instrumentos de evaluación y comparación formula los modelos de costo total de propiedad (TCO) y análisis de difusión (modelo de incentivo de demanda) con el objetivo de determinar en que momento se podría alcanzar la paridad de costos de los vehículos eléctricos (BEV) versus los vehículos de combustión interna. Ver Figura N° 3.1

Figura N° 3.1. Niveles de Paridad vehículo eléctrico versus vehículo de combustión interna



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
Elaboración: EY Perú

Es oportuno resaltar que para el modelamiento de los dos escenarios que propone EY Perú, los factores que se consideraron para el análisis de sensibilidad fueron:

- Variables ingresadas: IGV, Ad- Valorem, Tarifa de carga residencial, incremento en el precio de los combustibles.
- Se formularon 19 combinaciones entre las variables ingresadas.
- La modificación de impuestos desacelera la paridad de costos

Y por otro lado, se observó que los escenarios mejoran si se presenta una reducción de la tarifa eléctrica e incremento del precio internacional de los combustibles.

3.1.4 Análisis del Costo Total de Propiedad y estimación de la demanda (análisis de difusión)

Al identificarse en el Estudio que los principales factores que impulsa el mercado de electromovilidad es el costo competitivo de adquisición del vehículo eléctrico, así como el costo de operación, en este punto bajo esta consideración se desarrolla la evaluación comparativa del costo total de propiedad (TCO) del vehículo de combustión interna y del vehículo eléctrico a baterías (BEV), en la búsqueda de identificar el punto de inflexión o punto de paridad por cada categoría y cada escenario en donde se igualen el precio de un vehículo eléctrico con un vehículo de combustión interna con el objetivo de pronosticar el comportamiento del mercado automotor y en el análisis de recaudación de impuestos.

El análisis del costo total de propiedad se ha realizado considerando los siguientes escenarios:

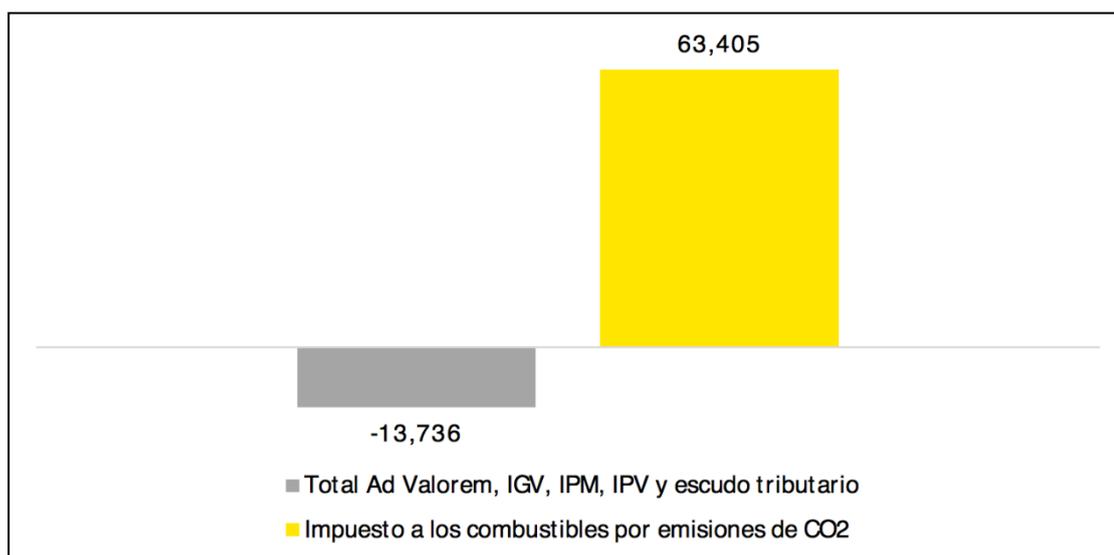
Escenario Business as Usual (BaU): No considera incentivos tanto para la oferta y la demanda, salvo la exención del impuesto selectivo al consumo (ISC) para vehículos (BEV). Se considera la situación de la falta de disponibilidad de red de carga de vehículos.

Escenario High Case (HC): Considera la implementación de políticas en la reducción de costos de adquisición y operación con el objetivo de promover la adquisición de vehículos eléctricos, de forma particular se considera los siguientes puntos:

- Excepción del impuesto selectivo al consumo (ISC)
- Excepción del arancel de importación (Ad Valorem) por 3 años, renovable hasta 6 años.
- Excepción del impuesto general a las ventas (IGV) e impuesto de promoción municipal por 15 años y disminución a 9% por otros 5 años.
- Excepción del impuesto al patrimonio vehicular (IPV) por un periodo de 3 años, renovables hasta 6 años.
- Impuesto por generación de CO₂ a los combustibles fósiles.

Complementariamente el estudio de E Y Perú evalúa la sostenibilidad de los incentivos propuestos por la reducción de la recaudación fiscal, monto que es compensado por la propuesta del nuevo impuesto a la generación de CO₂, dando por resultado una recaudación positiva neta de US\$ 49 669 000 al año 10 de implementado los incentivos, tal como se muestra en la Figura N° 3.2 siguiente:

Figura N° 3.2. Recaudación fiscal al año 10 (miles de US\$), escenario High Case



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú

De los escenarios desarrollados el estudio concluye que la proporción de vehículos electrificados al 2030 en el escenario HC es de 4.80% (incluye BEV, PHEV, HEV, y MHEV). Esto se complementa con las metas de las NDC, la que propone como meta la electrificación del 5% del parque vehicular.

3.1.5 Propuesta de incentivos para promover la electromovilidad

La propuesta de Plan Nacional de Electromovilidad desarrollado en el Estudio considera los servicios vinculados a la alternativa de solución del problema público según la Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN (2018), asimismo las políticas de promoción de la electromovilidad implementadas en otros países (Parte 1), identificándose de estas las de mayor impacto en la demanda.

Como primera fuente de identificación de políticas de promoción el Estudio recoge el inventario sugerido por la Asociación Automotriz del Perú (AAP), los que se consolidaban en cuatro bloques temáticos: desarrollo de un marco legal, incentivos para la electromovilidad para el transporte terrestre, desarrollo de infraestructura y la eliminación de distorsiones en el mercado.

Considerando las políticas de la AAP y de la experiencia e impacto en la implementación de políticas en el desarrollo de la electromovilidad de países a nivel regional y global, el Estudio concluye en la formulación de un conjunto de incentivos y condiciones habilitantes para promover la electromovilidad al 2030.

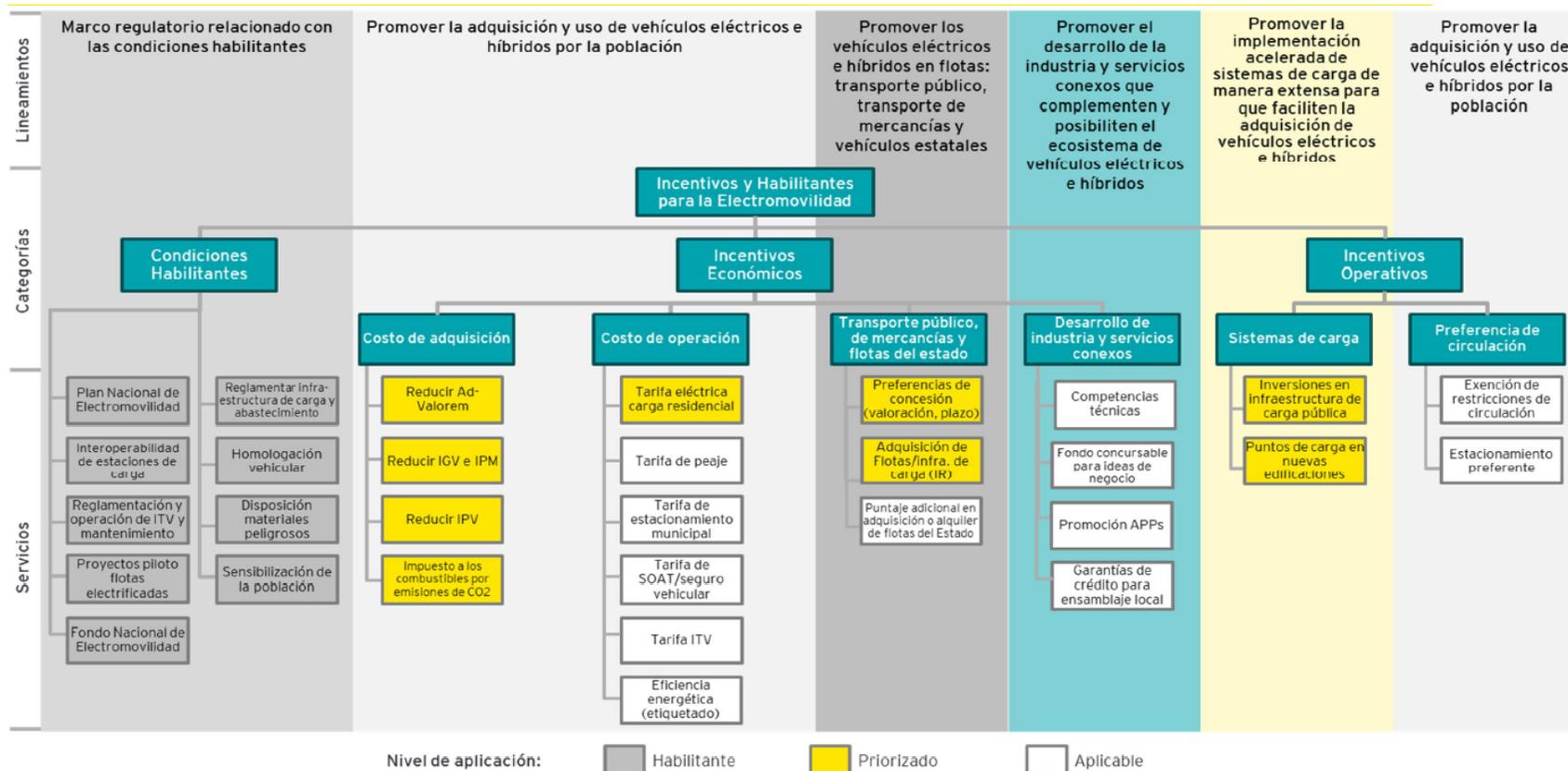
El “Plan Nacional de Electromovilidad” desarrolla la propuesta de promoción de electromovilidad en tres niveles, un primer nivel consistente en 6 lineamientos:

- a. Marco regulatorio relacionado con las condiciones habilitantes,
- b. Promoción a la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población
- c. Promover los vehículos electrificados e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales
- d. Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos electrificados.
- e. Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos.
- f. Promover el desarrollo de industrias y servicios conexos que complementen el ecosistema de vehículos electrificados

Un segundo nivel consistente en 3 categorías: i: Condiciones habilitantes, ii: Incentivos Económicos y iii: Incentivos Operativos.

Finalmente, un tercer nivel de 30 servicios, todos estos subordinados a los aspectos desarrollados en el segundo nivel, incentivos y condiciones habilitantes detallados en la Figura N° 3.3.

Figura N° 3.3. Clasificación de incentivos y condiciones habilitantes para la promoción de la electromovilidad



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: EY Perú

3.1.6 Incentivos priorizados

De la propuesta de incentivos para promover la electromovilidad, el Estudio propone 9 incentivos priorizados:

- A. Reducción temporal del impuesto Ad – Valorem
- B. Reducción temporal del Impuesto General a las ventas (IGV) e impuesto de Promoción Municipal (IMP)
- C. Reducción del Impuesto del Patrimonio Vehicular (IPV)
- D. Impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂
- E. Tarifa eléctrica para carga residencial de vehículos eléctricos
- F. Valoración de flotas eléctricas y extensión de plazos en concesiones para transporte público.
- G. Crédito tributario generado por la inversión contra el impuesto a la Renta (IR)
- H. Inversiones para el desarrollo de infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos
- I. Normalización de puntos de carga en estacionamientos.

3.1.7 Sostenibilidad de las medidas propuestas

En este punto el Estudio analiza la sostenibilidad de las propuestas en tres de las más relevantes:

A. Reducción del Impacto ambiental

Conclusión: En un escenario de alta intervención, las emisiones de CO₂ equivalentes se reducirán en 1198103 t (48% menos) acumulados al 2030 comparado con un escenario sin electromovilidad. Esto implica un ahorro de US\$ 8.59 millones por la reducción de costos sociales, detallado en la Figura N° 3.4, (EY Perú, 2021).

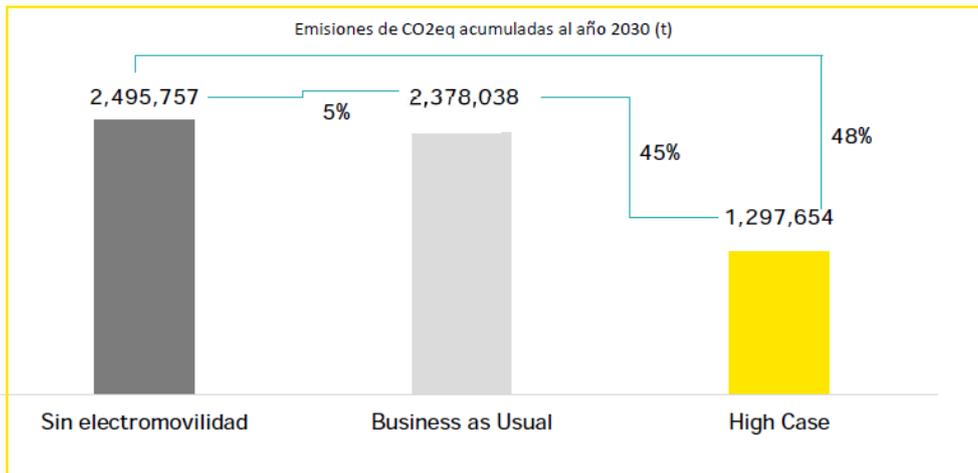
Por otra parte, según Hinicio (2017) la mayor adopción de BEV y PHEV tiene como externalidad más significativa la reducción de emisiones de CO₂ frente al escenario de crecimiento con tecnologías convencionales (BAU). Asimismo, refiere que para el caso peruano en un escenario BAU entre los años 2010 y 2050 el sector transporte sería responsable de generar el 18% de las emisiones acumuladas del país y

al año 2050 sería responsable del 25% de estas. Las emisiones de transporte terrestre aumentarían de 15,8 a 79 millones de toneladas de CO₂eq entre los años 2010 y 2050, además bajo el mismo escenario al año 2050 el 64% del consumo correspondería a diésel, 23% gasolina y el 13% restante GNV y GLP, por ende, concluye que la introducción de BEV y PHEV son las dos medidas con mayor potencial de reducción de emisiones de GEI.

Asimismo, Hinicio (2017) precisó que Lima tiene una alta concentración de material particulado PM_{2.5} 48 µg/m³ en promedio, lo cual es 4.8 veces más alto que el nivel considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el resto del territorio nacional es 26 µg/m³ que sigue siendo 2.6 veces mayor al nivel seguro recomendado por la OMS, como resultado de esta alta concentración se estima que cada año se producen 4239 muertes a nivel nacional por enfermedades causadas por contaminación atmosférica, siendo la más común en Perú la cardiopatía isquémica.

En consecuencia, la reducción de emisiones de CO₂ y material particulado influyen de manera directa en las muertes asociadas a enfermedades cardiovasculares y respiratorias con mayor incidencia en áreas urbanizadas, por lo que la transición hacia la electromovilidad impactará en la mejora de la calidad de vida de las personas a través del mejoramiento de la calidad de aire, toda vez que se disminuye la emisión de GEI, además permitiría generar ahorros en presupuestos de salud a consecuencia de la disminución de enfermedades respiratorias.

Figura N° 3.4. Impacto de la Reducción de CO2

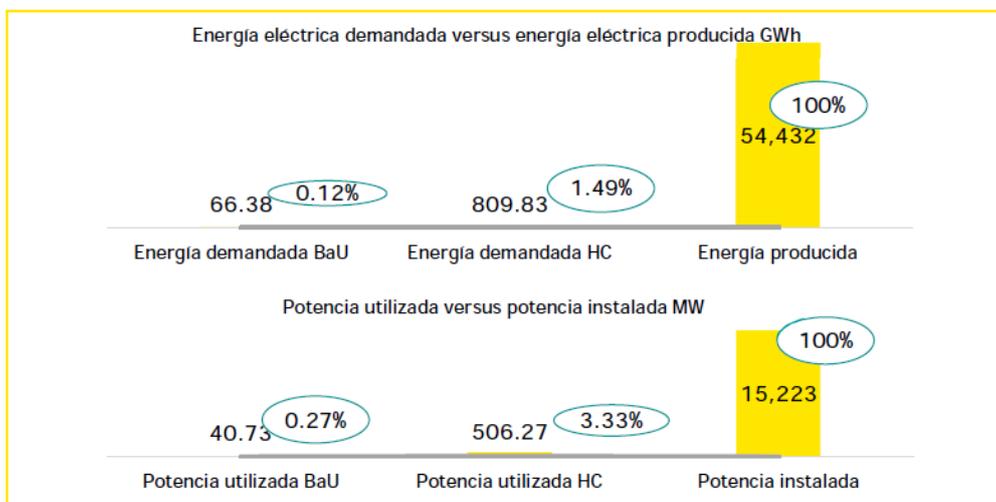


Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú

B. Suficiente disponibilidad de energía y potencia

Conclusión: La red eléctrica del Perú tiene la capacidad de proporcionar la energía y la potencia para la introducción de vehículos electrificados. El incremento de demanda de energía eléctrica del año 2030 es de 0.12% para el escenario BaU, y 1.49% para el escenario HC del total de la energía producida. El incremento de potencia demandada del año 2030 es 0.27% para BaU y 3.33% para HC del total de la potencia eléctrica, detalle en la Figura N° 3.5 siguiente:

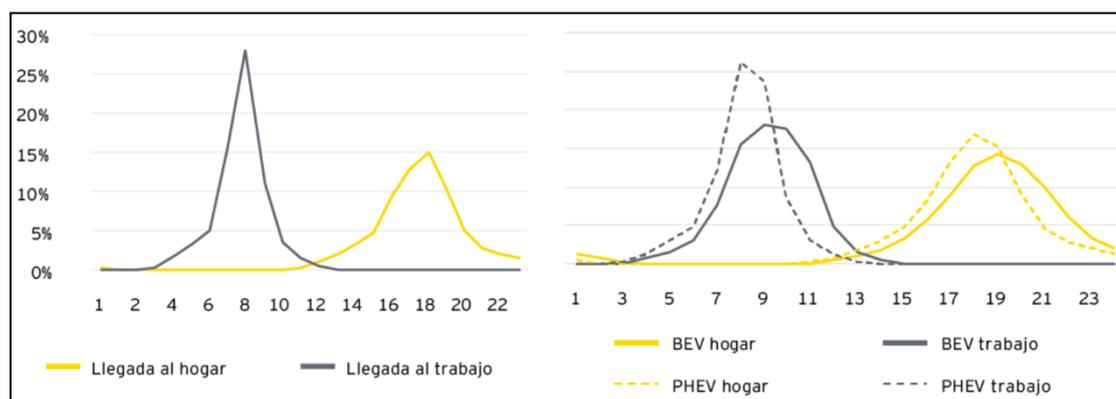
Figura N° 3.5. Disponibilidad de energía y potencia



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú

En relación a la capacidad de las redes de distribución es necesario considerar que por la carga de los vehículos eléctricos, la nueva demanda eléctrica presenta dos características: picos de consumo en horarios de carga y demanda móvil que se traslada en función del desplazamiento del usuario. Como se observa en la siguiente Figura N° 3.6, en Alemania, los mayores consumos se dan en horas de llegada al trabajo y al hogar.

Figura N° 3.6. Perfil de consumo y carga en Alemania (% de demanda x día)



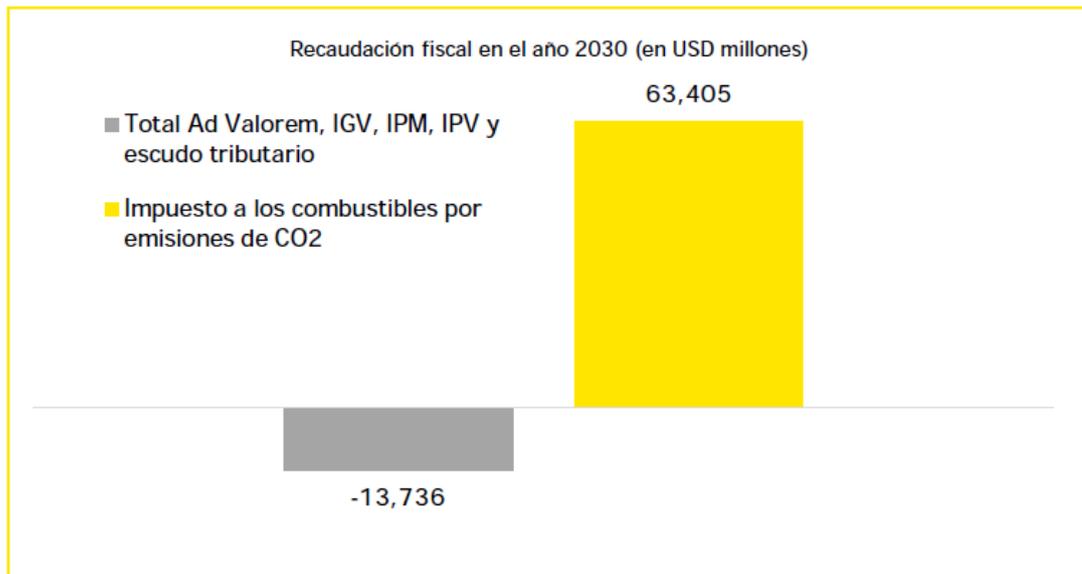
Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú

El estudio de E Y Perú resalta ante este comportamiento que el mayor impacto se dará en las redes de distribución residenciales, ante ello sugiere la implementación de incentivos y medidas que brinden flexibilidad a esta nueva demanda, entre las que podemos mencionar: medición inteligente con tarifas diferenciadas, horarios supervalle con tarifas reducidas, normativa para proyectos inmobiliarios que incorporen la carga de VE, generación distribuida (grid).

C. Balance fiscal

Conclusión: La menor recaudación fiscal anual como consecuencia de los incentivos para la introducción de vehículos electrificados se compensa con el ingreso de un impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂. La recaudación fiscal neta del año 2030 es de US\$ 49.7 millones, lo que daría espacio para financiar el Fondo de Electromovilidad, fondo que se propone implementar para el Perú, detallado en la Figura N° 3.7, (EY Perú, 2021).

Figura N° 3.7. Disponibilidad de energía y potencia



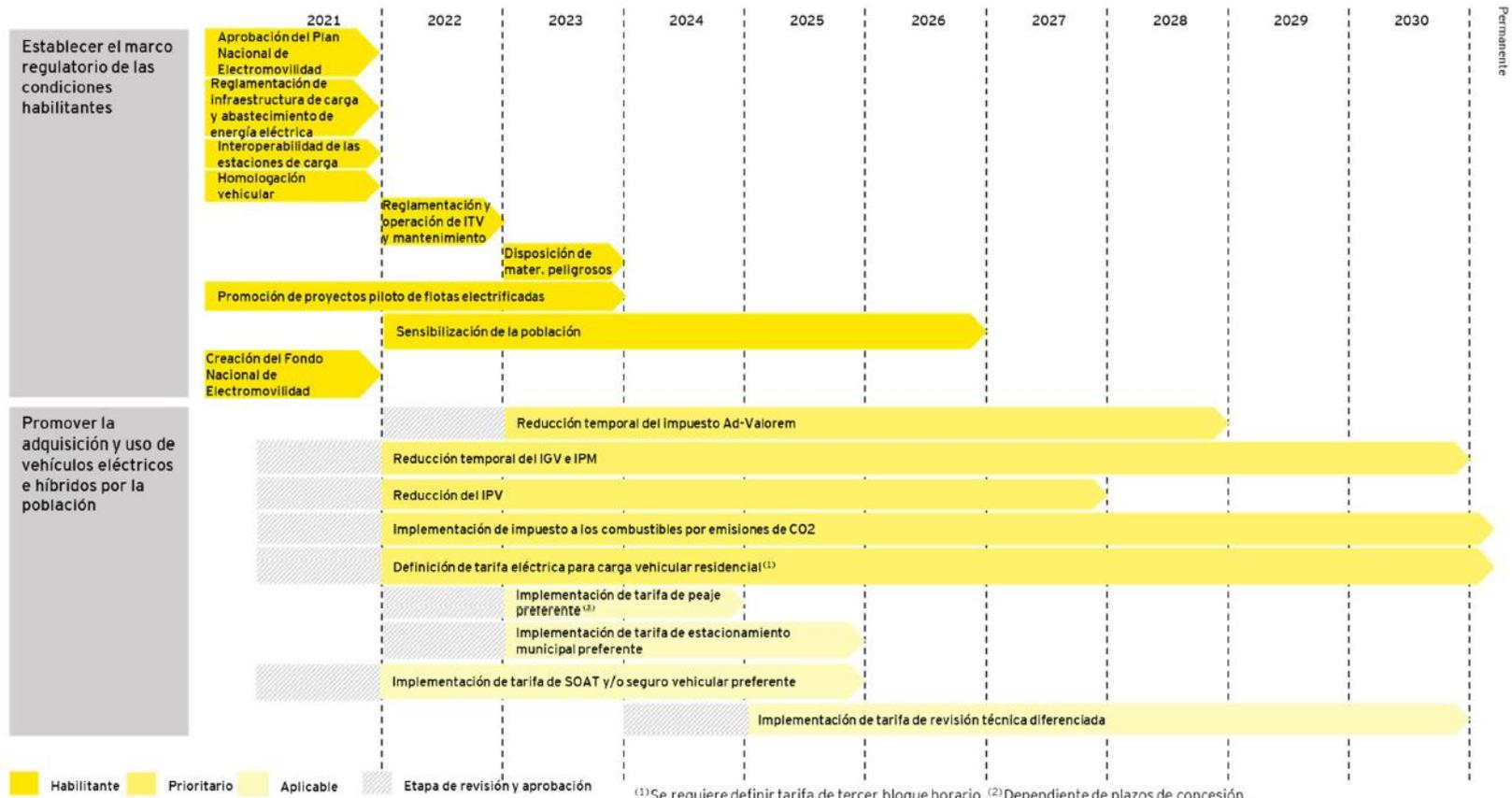
Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
Elaboración: EY Perú

3.1.8 Hoja de ruta

De las propuestas de incentivos y condiciones habilitantes, el Estudio propone una hoja de ruta para la implementación de la movilidad eléctrica en el Perú al 2030, en donde se detallan los principales lineamientos y servicios, de acuerdo con su nivel de aplicación (aplicable o prioritaria), los principales actores y responsables, así como los plazos determinados para cada servicio específico.

De forma particular en la hoja de ruta se propone establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes para el primer año (2021) y a continuación de forma simultánea propone planes de acción agrupados en la promoción y adquisición de vehículos eléctricos, la promoción de flotas de vehículos eléctricos, la promoción de sistemas de carga, y el desarrollo de la industria y servicios conexos, detallado en la Figura N° 3.8 y Figura N° 3.9 siguientes:

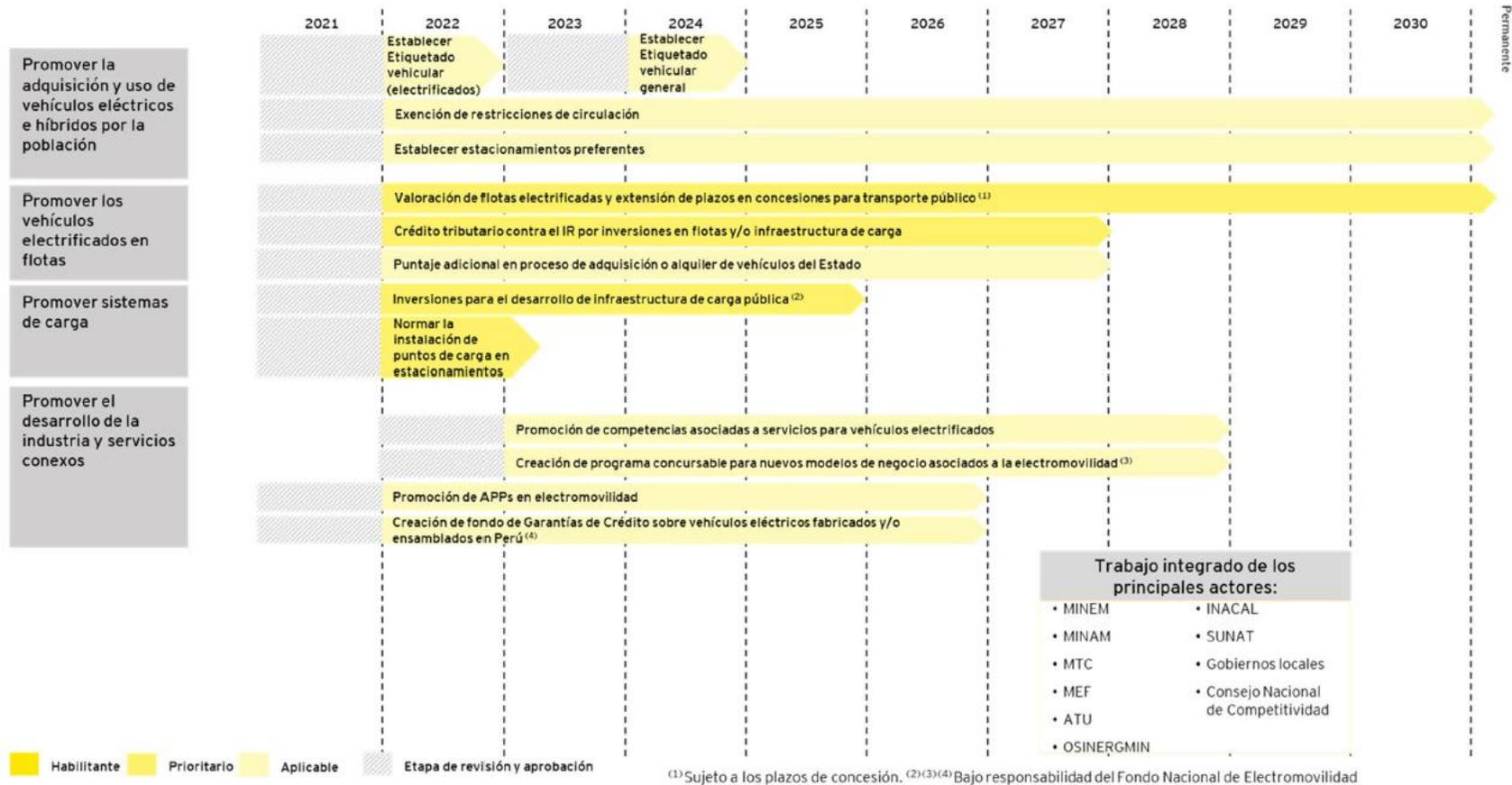
Figura N° 3.8. Hoja de ruta - planes de acción propuestos – 1 de 2



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: EY Perú

Figura N° 3.9. Hoja de ruta - planes de acción propuestos – 2 de 2



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú

3.1.9 Conclusiones del Estudio

El Estudio propone 10 conclusiones, de los que podemos resaltar tres:

“Ningún mercado de electromovilidad a nivel global se ha generado por sí solo, sino con intervención estatal. La participación del gobierno es clave por la relevancia de un marco normativo y la implementación de incentivos, entre otros.”

“Existe una fuerte correlación entre incentivos implementados e incremento de la demanda en los países analizados. En el 89% de los países analizados se presenta una alta correlación entre ventas y políticas de reducción de costos de adquisición.”

“La demanda de vehículos electrificados crece junto con la implementación de infraestructura de carga.”

3.1.10 Recomendaciones del Estudio

El Estudio formula recomendaciones en cuatro de las siguientes pautas:

Gobernanza y sostenibilidad: Asegurar la gobernanza del Plan Nacional de Electromovilidad, Establecer la estructura de operación del Fondo de Electromovilidad y asignar la distribución de este.

Energía e infraestructura: Determinar la infraestructura de carga necesaria para satisfacer la demanda proyectada de vehículos eléctricos, Promover que la energía que se utiliza para la carga de vehículos eléctricos provenga de energía renovables como parte de una estrategia energética baja en emisiones.

Capacidades y sensibilización: generación de capacidades para el análisis de riesgos para el financiamiento de la tecnología.

Industria: Evaluar oportunidades de desarrollo de industria de electromovilidad a través del aprovechamiento del litio e investigación y desarrollo (I+D)

CAPÍTULO IV. DESPLIEGUE DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA

4.1. Identificación y análisis comparativo de las políticas para incentivar la electromovilidad a nivel global y regional.

En el Plan de Electromovilidad desarrollado por E Y Perú, se revisaron las políticas implementadas en 9 países que vienen promoviendo la movilidad eléctrica, países que fueron seleccionados según los siguientes criterios:

- Principales países que han implementado políticas para incentivar la electromovilidad a nivel región: México, Costa Rica, Brasil, Chile, Colombia, Uruguay y Ecuador.
- País líder a nivel global en adopción de movilidad eléctrica en el que al menos el 50% de los vehículos vendidos durante el año 2020 fueron eléctricos: Noruega.
- Modelo de regulación similar a Perú: España.

Identificados los principales incentivos habilitantes del grupo de países seleccionados, estos se agruparon en cinco categorías de acuerdo a los lineamientos mostrados en la Tabla N° 4.1.

Tabla N° 4.1. Categorías de incentivos – Promoción de Electromovilidad

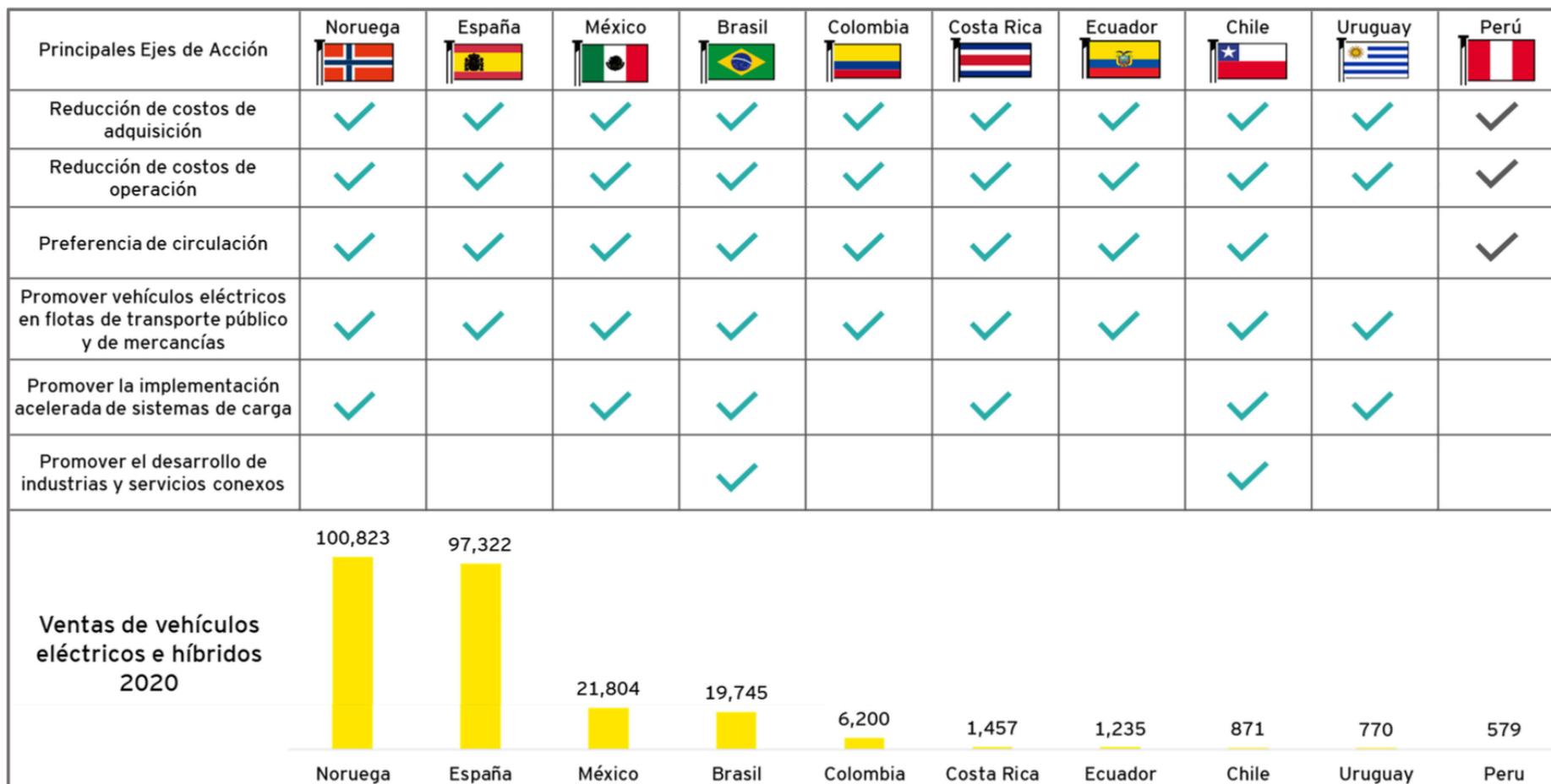
Nro.	Lineamientos	Categorías
1	Establecer el marco regulatorio relacionado con las condiciones habilitantes	Regulatorio
2	Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población	Costo de adquisición, costo de operación y preferencia de circulación.
3	Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos Estatales	Transporte público y de mercancías
4	Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos	Desarrollo de industria y comercio
5	Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos	Sistema de carga

Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: EY Perú

Uniformizadas las categorías de promoción de la electromovilidad, los incentivos que se ofrecieron en los 9 países en evaluación, se describen como ejes de promoción y ventas de los vehículos eléctricos al 2020, observando en la Figura N° 4.1 su implementación por cada país.

Figura N° 4.1. Principales ejes de acción para la promoción de la electromovilidad y ventas correspondiente al 2020



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: EY Perú

4.2. Impacto de las principales políticas de promoción de la electromovilidad

Realizada la evaluación comparativa de las políticas de promoción de la electromovilidad en los 9 países evaluados, EY Perú identifica los impactos por la aplicación de estas políticas, de manera selectiva en la Tabla N° 4.2 se muestran los relevantes a la promoción de la electromovilidad:

Tabla N° 4.2. Impacto de la aplicación de Políticas de Promoción de Electromovilidad

Nro.	Impacto	Política
1	La principal barrera para la adquisición de vehículos eléctricos es la diferencia de precio entre los vehículos eléctricos e híbridos frente a los vehículos de motor de combustión interna.	Reducción de Costos de adquisición
2	Los incentivos tales como subsidios, bonos o exenciones, enfocados a la reducción de costos de adquisición han resultado ser positivos para la adopción de la nueva tecnología.	Reducción de Costos de adquisición
3	En todos los países analizados se implementaron políticas de reducción de costos de adquisición y operación.	Reducción de Costos de adquisición
4	En el 89% de los países se observa una alta correlación entre ventas y las políticas de reducción de costos de adquisición.	Reducción de Costos de adquisición
5	En relación a los costos de operación, solamente en México y España se implementaron tarifas diferenciadas para vehículos eléctricos y en Costa Rica se estableció una tarifa única para los centros de carga rápida. En los tres países se observa alta correlación entre ventas y las políticas de reducción de costos de operación.	Reducción de Costos de operación
6	los vehículos del tipo HEV permiten la inicial migración desde vehículos ICE a tecnologías más limpias, por lo que se recomienda considerar incentivos apropiados para incidir en el inicio de cambio de la demanda.	Reducción de Costos de adquisición
7	En el 78% de los países analizados se consideraron incentivos para HEV en los años iniciales y en el 58% de los países sus ventas fueron mayores a comparación de los BEV.	Reducción de Costos de adquisición
8	La disponibilidad de infraestructura de carga pública es clave para dar seguridad a los usuarios y confirmar la decisión de compra. Al respecto, no basta con proporcionar las condiciones habilitantes, sino que es necesario promover las inversiones.	Promover la implementación acelerada de sistemas de carga.
9	En el 67% de los países se implementaron políticas para acelerar la implementación de infraestructura de carga; de los cuales, en el 83% se observa una alta correlación entre dichas políticas de promoción y ventas	Promover la implementación acelerada de sistemas de carga.
10	La introducción de incentivos para la electromovilidad es más efectiva si se complementan con políticas que restrinjan tecnologías contaminantes: impuestos a combustibles contaminantes o impuestos vehiculares según rendimiento o estándares de emisiones.	Reducción de Costos de adquisición
11	En los países donde se ha tenido mejores resultados en relación con el nivel de adopción de vehículos electrificados, fue porque la introducción de la electromovilidad comenzó con el transporte público.	Promover vehículos eléctricos en flotas de transporte público y de mercancías
12	En todos los países analizados se implementaron medidas para promover flotas electrificadas en transporte público y mercancías; sin embargo, solo en Colombia y Chile se incentivaron las concesiones de flotas eléctricas modificando la regulación de licitaciones; y, en el caso de México y Uruguay, se instauró un crédito tributario contra el IR además de subvenciones económicas. Dichos países representan el 44% dónde se observa correlación entre dichas políticas de promoción y ventas. En los demás países, se implementaron y/o financiaron sólo proyectos específicos, lo cual no generó un impacto sostenible.	Promover vehículos eléctricos en flotas de transporte público y de mercancías
13	No se han identificado políticas de incentivos para reutilizar vehículos ICE convirtiéndolos en vehículos eléctricos o híbridos, sino que los incentivos han tratado exclusivamente para vehículos eléctricos nuevos. En el caso único de Costa Rica se otorgan ciertos beneficios tributarios a los vehículos eléctricos usados, pero no a vehículos ICE convertidos a eléctricos.	– Costo de adquisición, costo de operación y preferencia de circulación. – Regulatorio.

Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: EY Perú

Del grupo de los 13 impactos listados en la Tabla N° 4.2, el Estudio de EY Perú describe en el impacto 9 la existencia de una alta correlación entre el incremento de ventas de vehículos eléctricos y la implementación de la infraestructura de carga. Ante ello, el grupo de tesis procede a revisar en detalle las políticas aplicadas a la infraestructura de carga de los países evaluados en el “Plan de Electromovilidad”, con el fin de identificar el nivel de correlación presentado.

4.3. Correlación del incremento de ventas de vehículos eléctricos y la implementación de infraestructura de carga

En base a las políticas aplicadas para la infraestructura de carga en países como Noruega, Brasil, México, Colombia y Costa Rica, información contenida en el “Plan de Electromovilidad”, se identifica que del conjunto de experiencias mostradas en la Tabla N° 4.3, las ventas de los vehículos eléctricos se incrementaron en promedio en más del 190% al implementarse infraestructura de carga, evidencia que nos lleva a definir de la fuerte correlación entre la disponibilidad de infraestructura de carga y el incremento en las ventas de vehículos eléctricos.

Tabla N° 4.3. Experiencias de la correlación del incremento de ventas de vehículos eléctricos y la implementación de infraestructura de carga

País	Descripción	Correlación
Noruega	Luego de la crisis financiera internacional del 2008, <i>las ventas de vehículos eléctricos se recuperaron a partir del año 2009 atribuido a la implementación de estaciones de carga a gran escala</i> desde el 2009 desarrollado por Transnova (hoy Enova), empresa estatal del Ministerio del Ambiente y Clima de Noruega, que provee fondos y asistencia técnica para proyectos energéticos y de cambio climático. Esto también habría tenido un impacto importante los años siguientes ya que <i>entre el año 2009 y el año 2010 hubo un incremento en las ventas de 118% y entre el año 2010 y el año 2011 hubo un incremento de 412%</i> , años que estuvieron contemplados dentro del programa de Transnova.	Correlación: Disponibilidad de infraestructura de carga y ventas de vehículos eléctricos.
España	Otro incremento significativo en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos se dio entre los años 2014 y 2015. <i>Este incremento se observa después del cambio en el cálculo de las tarifas eléctricas</i> . En el año 2014 se aprobó el Real Decreto 216/2014, el cual establece la metodología de cálculo para los precios al pequeño consumidor y propone tres tarifas, una de las cuales es específica para vehículos eléctricos (Boletín Oficial del Estado de España, 2014).	Correlación: Disponibilidad de Tarifas eléctricas específicas para la carga de VE y ventas de vehículos eléctricos. (Consumidor pequeño)
Brasil	– Entre el año 2016 y el año 2017 <i>las ventas de vehículos eléctricos e híbridos tuvieron un incremento de 202%, el aumento se dio por la reducción del impuesto a las importaciones de partes de vehículos eléctricos y cargadores de carga al 2%, este incentivo permitió el incremento en la cantidad de puntos de carga</i>	Correlación: Disponibilidad de infraestructura de carga y ventas de vehículos eléctricos.

	<p><i>disponible (23 unidades en 2015 a 100 unidades en 2016)</i> se puede relacionar a esta política implementada en el 2016.</p> <p>– Adicionalmente, en en el 2018 la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) estableció los procedimientos y condiciones para la carga de vehículos eléctricos por concesionarios y empresas de distribución eléctrica, así como las pautas para la comercialización de la carga por parte de las distribuidoras a precios libremente negociados (PNUMA, 2020).</p>	
México	<p><i>Desde el año 2016 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) proporciona de manera gratuita medidores adicionales independientes, para su instalación en los hogares, con tarifas diferenciadas de carga lenta (hasta 10 kW).</i> Estos medidores permitieron diferenciar el consumo eléctrico del vehículo del resto del consumo del hogar (Comisión Federal de Electricidad, 2017) (PNUMA, 2017). <i>En el año 2016 se puede apreciar un incremento de 206% en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos con relación al año anterior.</i></p>	Correlación: Disponibilidad de infraestructura de carga y ventas de vehículos eléctricos.
México	<p><i>Otra política que habría tenido impacto en el incremento de 69% en las ventas de Vehículos eléctricos entre el año 2017 a 2018 es el “Programa de Electrolineras”,</i> liderado por CFE y la Secretaría de Energía (SENER), con financiamiento del Fondo de Transición Energética en colaboración con el sector privado, mediante el cual, al año 2018 se instalarían progresivamente hasta 2,017 centros de carga pública en corredores eléctricos en la ciudad de México, Guadalajara, Saltillo y Monterrey (MOVÉS, 2020). <i>El año 2018 el número de puntos de carga ascendió a 2,013 y el año 2019 a 2,100. Entre los años 2018 y 2019 hubo un incremento de 59% en la venta de vehículos eléctricos e híbridos.</i></p>	Correlación: Disponibilidad de infraestructura de carga y ventas de vehículos eléctricos.
Colombia	<p>En el año 2017, <i>mediante el Decreto N° 1116, se modifica el arancel de aduanas</i> a una tasa del 0% para la importación de vehículos eléctricos y una tasa del 5% para los vehículos híbridos. Asimismo, <i>se establece una subpartida arancelaria con una tasa del 0% para los cargadores.</i> Es posible que este incentivo haya tenido un <i>impacto positivo en las ventas del año 2017 al 2018 con un incremento de 373% en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos</i>, principalmente compuesto por vehículos livianos P&HEV. Esto <i>refleja la importancia de aquellos incentivos relacionados a los costos de adquisición de vehículos eléctricos e híbridos e infraestructura de carga</i> para la adopción de dichas tecnologías como aquellos de la Ley N° 1819 y el Decreto N° 1116.</p>	Correlación: Disponibilidad de infraestructura de carga y ventas de vehículos eléctricos.
Costa Rica	<p><i>En el año 2018, hubo un incremento en las ventas de vehículos eléctricos de 1208%, lo cual tiene relación con la publicación de la Ley N° 9518 y el Reglamento N° 41642.</i></p> <p>– La Ley N° 9518 considera incentivos asociados al costo de adquisición de los vehículos, con la exoneración de tributos que abaratan el costo, la disponibilidad de infraestructura de carga, incentivos al costo de operación mediante exoneración de costos de parquímetros y tarifas para vehículos eléctricos; y exención de restricciones vehiculares.</p> <p>– En el año 2019, se publicó el Reglamento N° 41642, en el cual se establecen las condiciones constructivas y de funcionamiento para la infraestructura de carga, así como el modelo operativo para la comercialización de electricidad para el abastecimiento de vehículos eléctricos (PNUMA, 2020).</p> <p>– Con la resolución N° RE-0056-IE, se definió la tarifa única para el funcionamiento de la red nacional de estaciones de carga (47 centro de carga), tarifa promocional para los buses eléctricos (ARESEP, 2020). <i>Se considera que este incentivo incrementó en las ventas de vehículos eléctricos de 165% del año 2018 al 2019.</i></p> <p>– En el 2020, se publicó el Reglamento N° 42489, en relación a la Ley N° 9518, que establece <i>la exoneración del impuesto del 1% sobre el valor aduanero para las partes y centros de carga</i>. A la publicación del reglamento, <i>se le atribuye al incremento de 169% en las ventas de BEV entre el año 2019 y el año 2020.</i></p>	Correlación: Disponibilidad de infraestructura de carga y ventas de vehículos eléctricos.

Chile	<i>En relación con la disponibilidad de la infraestructura de carga, en el 2019 iniciaron las alianzas público-privadas para su implementación.</i> Por ejemplo, el Gobierno Regional Metropolitano y Copec Voltex lanzaron la “Red de Carga Pública para Vehículos Eléctricos de la Región Metropolitana”, la cual <i>consta de 104 puntos de carga semi-rápida, de 22 kW instalados en espacios de uso público en cada una de las 52 comunas de la región metropolitana</i> (COPEC, 2020).	Políticas para la promoción de infraestructura de carga.
Ecuador	La Ordenanza de Estímulo a la Transportación Eléctrica - Disposiciones de carga, <i>propone que los edificios de uso residencial incluyan parqueo con cargadores y los centros comerciales deben tener por lo menos el 1% de sus parqueos con puntos de carga, así como los proyectos de urbanización</i> mencionados anteriormente. Los incentivos implementados en el año 2020 también corresponden a infraestructura de carga..	Políticas para la promoción de infraestructura de carga.
Uruguay	desde el año 2020, el pliego tarifario permite acceder a una tarifa horaria diferenciada para la carga de vehículos eléctricos para los clientes residenciales y medianos consumidores, así como para los centros de carga públicos. Al contar con <i>una tarifa diferenciada para la carga de los vehículos eléctricos e híbridos se disminuyen los costos de operación de dichos vehículos</i> , ganando competitividad frente a los vehículos de motor de combustión interna, haciendo que la tecnología sea más accesible.	Políticas para la promoción de infraestructura de carga.

Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: EY Perú

4.4. Justificación de la implementación de la Infraestructura de Carga como Factor relevante para la transición a la Electromovilidad

Revisada las políticas y estrategias de promoción de la movilidad eléctrica implementadas en los 9 países evaluados en el “Plan Nacional de Electromovilidad”, el Estudio de EY Perú agrupa en 5 lineamientos de política las propuestas de promoción de la electromovilidad para el Perú: i) Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes, ii) Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población, iii) Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales, iv) **Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos** y v) Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos.

Detallada la propuesta de los 5 lineamientos de política de promoción para la electromovilidad en el País, se resalta la necesaria evaluación de los hábitos y comportamientos de compra de los potenciales usuarios de VE en mercados con años de desarrollo, ante ello se identifica en el estudio realizado por coches.net sobre la Intención de compra de vehículos eléctricos de ocasión (seminuevos) 2021 en España,

las tres principales razones para no comprarlos son: **no encontrar lugares de recarga (62%)**, la baja autonomía (59%) y el precio (54%). Esto lleva a interpretar que el temor a quedarse parado en pleno trayecto es más disuasorio que el valor de adquisición considerando que el 70% de los vehículos en las ciudades españolas duermen en la calle y no tienen dónde conectarse (Arrastia, 2021). Asimismo, en otro estudio realizado recientemente por el Observatorio Cetelem (publicado el 29 de marzo de 2022) de igual manera en España, detalla que los motivos por los que los posibles compradores no se inclinarían por un vehículo eléctrico son: el precio (del 60% de 2021 al 66% de 2022); la autonomía (del 54 al 55%); **el no disponer de un espacio para recarga (del 39% al 41%); y el tiempo de recarga (del 31% al 36%)**, (De Aragón, 2022). Complementariamente, en relación al sector comercial, se identifica en una publicación de la página digital española TODOTRANSPORTE sobre la base de información aportada por 40 empresas del sector de distribución de mercancías, que el 70% señala **que las principales barreras para la compra de vehículos eléctricos son la falta de infraestructura de carga disponible** y la poca oferta de furgonetas y vehículos eléctricos industriales adecuados, (TODOTRANSPORTE, 2021).

Ante lo descrito anteriormente sobre los hábitos y comportamiento de compra de los usuarios de VE y de los impactos detallados por la aplicación de políticas de impulso a la electromovilidad en los países considerados como referentes en el desarrollo del “Plan Nacional de Electromovilidad”; de forma particular en relación al impacto 9 (Tabla N° 4.2), se resalta la existencia de una alta correlación entre el incremento de ventas de vehículos eléctricos y la implementación de infraestructura de carga, aspecto que es descrito de forma clara, cuando se repasa las experiencias y nivel de aumento de ventas de vehículos eléctricos al implementarse la infraestructura de carga en la mayoría de los países evaluados en el Estudio de EY Perú. Esta situación nos lleva a concluir que la implementación de la Infraestructura de carga es un factor relevante y complementario a como lo es el impulso a la adquisición de vehículos eléctricos y que ambos guardan una estrecha correlación en su implementación.

Ante ello, el grupo de tesis propone desarrollar como aporte y complemento al “Plan Nacional de Electromovilidad” el alcance y modo operativo de la implementación de la Infraestructura de carga en la Ciudad de Lima, definiendo previamente el modelo

mas óptimo para su implementación y gestión en línea a la realidad peruana sobre la base de la información previamente desarrollado en el Estudio de EY Perú, así como en consideración de la necesaria implementación de las políticas de impulso y condiciones habilitantes considerados en un escenario “high case” (descrito en el numeral 3.1.4 del presente documento).

4.5. Servicios para la implementación de la Infraestructura de Carga

Sobre la base de la propuesta de los lineamientos de política para la promoción de la electromovilidad, el “Plan Nacional de Electromovilidad” desarrolla los lineamientos de política relacionados a la infraestructura de carga, identificando servicios para su implementación que se describen como:

Lineamiento de política i): “**Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes**”, en el se describe dos servicios: Reglamentación sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la electromovilidad desarrollo de infraestructura de carga pública para vehículos eléctricos e Interoperabilidad de las estaciones de carga, cuya composición es descrito en la Tabla N° 4.4.

Lineamiento de política iv): “**Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos electrificados**”, en el se describe dos servicios: desarrollo de infraestructura de carga pública para vehículos eléctricos y la normalización de puntos de carga en estacionamientos de nuevas edificaciones, cuya composición es descrito en la Tabla N° 4.5.

Tabla N° 4.4. Lineamiento de Política i) – Marco Regulatorio de las condiciones habilitantes

Lineamiento de política i): Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes		
	Estándar	Fiabilidad
Servicio 2: Reglamentación sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la electromovilidad	Definición breve	Reglamentar lo dispuesto en las disposiciones complementarias finales del Decreto Supremo N°022-2020-EM: - 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 Decreto Supremo N° 022-2020-EM. - 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

		<p>que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reporte los precios del servicio de carga de baterías al Osinergmin. - Cambio de carácter comercial del servicio de carga: cuando se presente una distorsión y/o se vulnere el carácter competitivo del servicio de carga de baterías, las condiciones de carácter comercial son modificadas por el Poder Ejecutivo, con refrendo del Ministerio de Energía y Minas, previo estudio desarrollado por Osinergmin. - Etiqueta de eficiencia energética - Datos abiertos de infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica.
	Indicador	Cantidad de disposiciones reglamentadas / cantidad de disposiciones complementarias finales del Decreto Supremo N° 022-2020-EM
	Fuente de datos	Normas emitidas por el MINEM
	Responsabilidad del indicador	MINEM
Servicio 3: Interoperabilidad de las estaciones de carga	Estándar	Fiabilidad y accesibilidad geográfica
	Definición breve	Se propone establecer protocolos estandarizados que garanticen la interoperabilidad de las estaciones de carga donde exista la automatización en la comunicación e intercambio de datos en tiempo real entre los dispositivos mediante sistemas y/o softwares especializados que permita a los usuarios cargar y pagar en cualquier punto
	Indicador	Cantidad de estaciones de carga interconectadas / Total de estaciones de carga
	Fuente de datos	Reporte de sistemas especializados de empresas proveedoras de infraestructura de carga
	Responsabilidad del indicador	OSINERGMIN

Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad* Elaboración: EY Perú

Tabla N° 4.5. Lineamiento de Política iv) – Implementación acelerada de Sistema de Carga

Lineamiento de política iv): Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos		
Servicio 25: Inversiones para el desarrollo de infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos	Estándar	Oportunidad y accesibilidad geográfica
	Definición breve	En zonas altamente concurridas se instalarán puntos de carga rápidos y semirrápidos de forma progresiva para vehículos eléctricos. Se sugiere que estos puntos de carga sean instalados de acuerdo con un estudio donde se identifique el número de electrolinerías

		públicas requeridas y su potencial ubicación. Los proyectos de inversión para el desarrollo de infraestructura de carga serán tramitados ante el Fondo Nacional de Electromovilidad con opinión favorable del Gobierno Local y de OSINERGMIN. El financiamiento provendrá del Fondo Nacional de Electromovilidad.
	Indicador	Cantidad de puntos de carga rápida y semi-rápida para vehículos eléctricos cada 100 kilómetros
	Fuente de datos	Proyectos financiados por el Fondo Nacional de Electromovilidad
	Responsabilidad del indicador	MINEM
Servicio 26: Normar la instalación de puntos de carga en estacionamientos de nuevas edificaciones	Estándar	Oportunidad y accesibilidad geográfica
	Definición breve	Normar la instalación de puntos de carga para que en nuevas construcciones de edificaciones residenciales y no residenciales (comerciales) que cuenten con más de 2% del total de estacionamientos se instalen al menos un cargador de carga lenta para vehículos eléctricos en parqueos. Además, se requieren preparar los parqueos de las nuevas instalaciones en caso se requiera instalar puntos de carga en los estacionamientos a nivel de potencia y cableado.
	Indicador	Edificaciones nuevas con puntos de carga/ Total de edificaciones nuevas
	Fuente de datos	Registro de electrolinerías, a ser creado y mantenido por OSINERGMIN
	Responsabilidad del indicador	VIVIENDA

Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: EY Perú

4.6. Barreras para la implementación de infraestructura de carga para buses eléctricos

Como lo resalta el Informe “Barreras para la Adopción de Autobuses Eléctricos” (Sclar, R. et al., 2019), Estudio desarrollado en 16 ciudades a nivel global y regional (en Sudamérica: Belo Horizonte, Campinas-Brasil, Santiago-Chile, Bogotá-Colombia y Quito-Ecuador), la transición a los autobuses eléctricos (e-bus) puede ayudar a las ciudades a abordar los problemas de calidad del aire y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), debido a que a nivel global, el transporte público por sí solo es responsable de más de una cuarta parte de las emisiones de CO₂, partículas

peligrosas y/u óxido de nitrógeno, sin embargo el movimiento del e-bus todavía se encuentra en sus primeras etapas y está experimentando bajos niveles de crecimiento. Ante ello, se identifica que a la fecha, la adopción de e-bus ha sido desigual y variada en alcance y tamaño, y su implementación no se ha acelerado lo suficientemente rápido como para que el mundo cumpla con los objetivos climáticos relacionados con el transporte.

Motivo por el cual, el informe detalla algunas de las barreras más relevantes y comunes para la adopción del e-bus, concluyendo que las ciudades deben comprender completamente las barreras para la adopción de autobuses eléctricos para actuar con rapidez y decisión que les permita superar estos obstáculos.

Tabla N° 4.6. Barreras que se enfrentan en el proceso de implementación de buses eléctricos

	Barreras tecnológicas	Barreras financieras	Barreras institucionales
Vehículos y baterías	Falta de información Mercado de buses es limitado	Alta inversión Falta de dinero Falta de opciones de financiamiento	Falta de planificación No hay estrategia de cambio de flota
Agencias y Operadores	Falta de información y desconocimiento Responsabilidad en el mantenimiento	Inexistencia de subsidios Modelos de negocios rígidos No hay integración tarifaria	Inexistencia de políticas públicas Débil coordinación gubernamental Existencia de tráfico normal
Infraestructura de carga	Falta de información y desconocimiento Escasez de sitios disponible	Alta inversión Desconocimiento de responsabilidades	Falta de planificación a largo plazo

Fuente: Sclar, Gorguinpour, Castellanos, & Li, 2019.

Elaboración: Grupo de Tesis

Identificado las barreras (Tabla N° 4.6) que se presentan para la transición a la electromovilidad del transporte público y de forma particular en lo relacionado a la infraestructura de carga para los e-bus, en las que se resaltan: el desconocimiento y falta de información de la tecnología de carga, los altos niveles de inversión involucrado y la falta de planificación a largo plazo, factores que se presentan de forma recurrente en las ciudades de Bogotá, Quito, Belo Horizonte y Santiago (ciudades evaluadas en el Informe), el grupo de tesis define que la implementación de la Infraestructura de carga a desarrollar en el presente documento sólo se enfocará en la implementación de la gestión y tecnología de carga para autos livianos para la ciudad de Lima, considerando

que las barreras para la transición al e-bus identificadas en las ciudades evaluadas de Sudamérica se replican en la ciudad de Lima.

4.7. Sector de la movilidad eléctrica liviana – Transporte privado

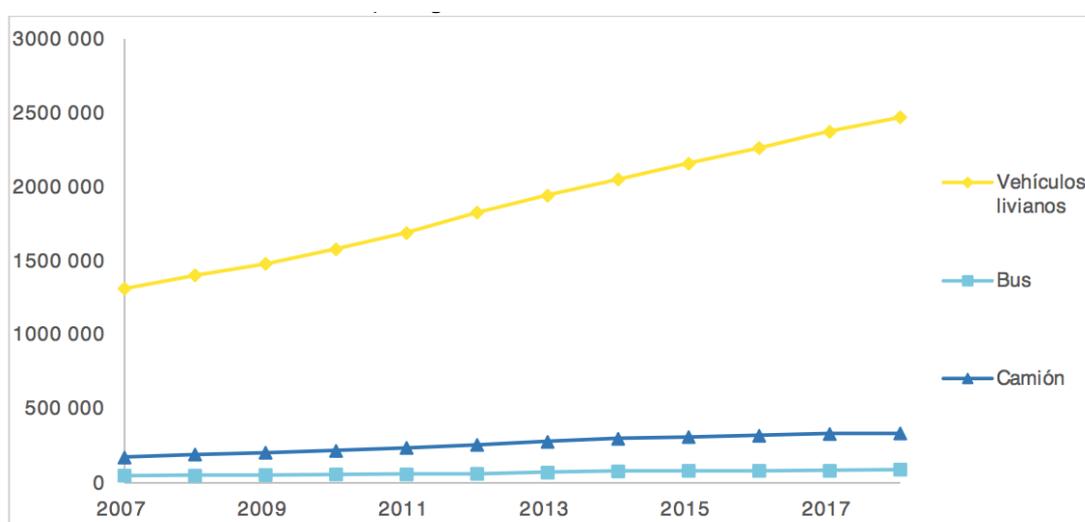
Parque automotor peruano

En el Estudio de EY Perú detallan que el parque automotor peruano está compuesto por un total de 2,894,327 (cifra del 2018) unidades, de las cuales el 85.3% son vehículos livianos (automóviles, station wagon, camionetas pick up, panel y rural) y el 14.7% son vehículos pesados (camión, ómnibus, remolcadores, remolque y semirremolque), estas cantidades no incluyen vehículos menores (MTC, 2018).

Se identifica un incremento en el parque vehicular, particularmente en la categoría vehicular de vehículos livianos, manteniendo un crecimiento estable a través de los años en lo que corresponde a buses y camiones.

En la Figura N° 4.2, se visualiza la diferencia apreciable en el crecimiento de vehículos livianos en comparación con buses y camiones, aún considerando que al 2019 la edad promedio del parque automotor peruano es de 13.1 años.

Figura N° 4.2. Incremento del parque vehicular nacional estimado (unidades vehiculares), según clase de vehículo: 2007-2018



Fuente: MTC - OGPP – Oficina de Estadística.
Elaboración: EY Perú

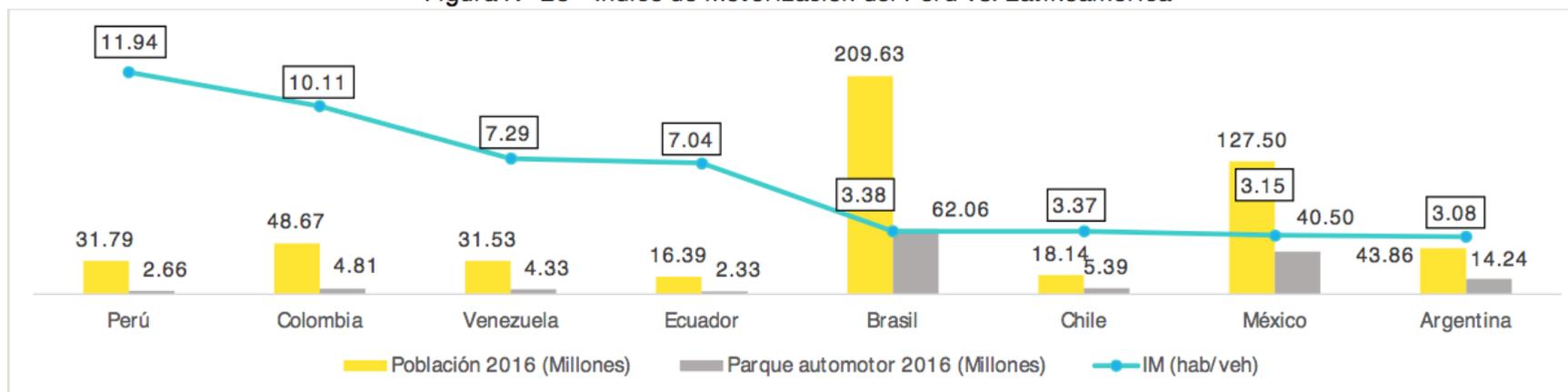
Por otra parte, para el caso peruano, al 2020 el índice de motorización fue de 10.36 habitantes por vehículo (EY Perú, 2021), una baja motorización respecto a la cantidad de habitantes en el país, es decir se cuenta con 3.15 millones de unidades vehiculares para 32.8 millones de habitantes, resultando este indicador menos competitivo con respecto a otros países de la región como se muestra en la Tabla N° 4.7.

Tabla N° 4.7. Índice de motorización del Perú versus Latinoamérica

	Perú	Colombia	Venezuela	Ecuador	Brasil	Chile	México	Argentina
IM (hab/veh)	11.94	10.11	7.29	7.04	3.38	3.37	3.15	3.08
Población 2016	31,785,449	48,670,017	31,527,930	16,389,476	209,632,354	18,135,572	127,500,000	43,857,922
Parque automotor 2016	2,661,719	4,812,567	4,326,189	2,327,716	62,062,195	5,388,775	40,500,000	14,242,236

Fuente: AAP, 2019. Elaborado por EY

Figura N° 25 - Índice de motorización del Perú vs. Latinoamérica



Fuente: MTC - OGPP – Oficina de Estadística.

Elaboración: EY Perú

Estimación de la demanda de vehículos electrificados al 2030

El estudio de EY Perú, al utilizar la herramienta del Modelo de Análisis de Difusión de vehículos electrificados, pronostica que, en un periodo de 10 años, el incremento de ventas en un escenario High Case desde el año 2021 al 2030 será de 44% en promedio, con un crecimiento mayor en los primeros años, pero sostenible hacia fines del 2030.

Asimismo, estima que la demanda en adquisición de vehículos livianos P&HEV (vehículos eléctricos e híbridos) pasará del 0.9% en el primer año al 24.5% en 2030, alcanzando en el año 2025 la paridad de costos (TCO), es desde ese momento que los vehículos del tipo BEV y PHV van a crecer proporcionalmente a mayor velocidad que los HEV, en tanto que el despliegue de la infraestructura de carga comienza a crecer.

Por lo tanto, ante el escenario descrito, en la que más del 85% del parque automotor peruano corresponde a vehículos livianos y que la tasa de crecimiento estima de vehículos livianos P&HEV es apreciablemente mayor a buses y camiones, el grupo de tesis define que el modelo de implementación de la infraestructura de carga a desarrollar en el presente documento será para cubrir la demanda de vehículos P&HEV livianos.

4.8. Modelos de Implementación y Gestión de Sistemas de Carga usuales a nivel internacional

En la implementación de la Infraestructura de carga, a nivel internacional se presentan tres modelos dentro de los clasificados por el grupo responsable de la adquisición de la infraestructura de carga, entre ellos tenemos: el modelo impulsado por el gobierno, el modelo impulsado por el consumidor y el modelo impulsado por el proveedor de servicios (Amitabh, et al., 2021):

- a) **Impulsado por el gobierno:** La provisión de infraestructura de carga pública estaría dirigida por agencias gubernamentales (locales, municipales o autoridades de desarrollo urbano), así como agencias estatales responsables de la infraestructura de carga pública. Se proporcionan terrenos públicos, agregados de diferentes organismos gubernamentales y del sector público, para la instalación de instalaciones de carga. El equipo de carga puede ser propiedad del gobierno o de una CPO contratada para poseer y operar los servicios de carga.

Para las instalaciones de carga de vehículos eléctricos propias, las agencias del sector público adquieren el equipo EVSE a través de un contrato EPC con un socio. Los servicios de cobro pueden ser autogestionados o subcontratados a un CPO. **Como alternativa se pueden celebrar un contrato de Asociaciones Público Privadas.** En esta alternativa, los gobiernos ofrecen subsidios financieros, provisión de terrenos en concesión y/o suministro de energía para incentivar a las CPO a reducir los costos de capital para su implementación.

- b) **Impulsado por el Consumidor:** El modelo se emplea para instalaciones de carga privada y semipúblico. Se incluyen entidades privadas como centros comerciales, establecimientos comerciales o institucionales, tiendas minoristas, restaurantes, etc., que tienen estacionamiento disponible en sus instalaciones. Por lo general, se asociarán con un CPO para encargarse del suministro, la instalación y el mantenimiento de EVSE, así como de la gestión de las operaciones de servicio. La adquisición de EVSE suele ser a través de la compra directa, también se presentan modelos en torno al arrendamiento de equipos EVSE de proveedores o CPO.

Otros consumidores incluyen propietarios de vehículos eléctricos privados y operadores de flotas. El modelo de implementación es sencillo para los propietarios de vehículos eléctricos, que pueden obtener el cargador de vehículos eléctricos de su fabricante de automóviles, un minorista de EVSE, un CPO o la empresa distribuidora de la zona. Dependiendo del tipo de cargador y conexión de alimentación, los servicios de software pueden estar disponibles para el propietario del VE a través de una aplicación móvil para controlar las sesiones de carga y aprovechar las tarifas ToD.

Los operadores de flotas requieren instalaciones de carga para sus flotas de vehículos eléctricos. En este caso, el terreno es proporcionado por el operador de la flota, quien puede poseerlo o arrendarlo. El suministro, la instalación y el mantenimiento de los equipos EVSE se realizan a través de contratos directos con proveedores o CPO, y los servicios de administración de carga pueden manejarse internamente o contratarse con un CPO.

- c) **Proveedor de Servicios:** En este modelo, son los CPO los que impulsan la provisión de carga de vehículos eléctricos para carga pública y semipública. Las principales características distintivas del modelo de proveedor de servicios son:

- El equipo EVSE generalmente es propiedad del CPO

- La tierra proviene de una variedad de propietarios, incluidas entidades públicas y privadas (esto es especialmente cierto para las CPO privadas), y
- Los servicios de carga se ofrecen bajo la marca del CPO.

Los CPO privados tienen como objetivo establecer una red de instalaciones de carga en ubicaciones estratégicas con una alta demanda potencial de carga. Obtienen parcelas de tierra en ubicaciones seleccionadas de entidades públicas o privadas, instalan equipos EVSE suministrados por socios fabricantes y operan servicios de carga de vehículos eléctricos pagados para uso público o semipúblico. Los CPO pueden celebrar acuerdos de reparto de ingresos con establecimientos anfitriones u otros propietarios de tierras por el uso de la tierra.

Las compañías de distribución (públicos y privados) también están ingresando al mercado de la infraestructura de carga como CPO. Estas agencias generalmente usan sus propios terrenos para establecer instalaciones públicas de carga de vehículos eléctricos y operarlas como servicios pagos. Las distribuidoras también pueden proporcionar servicios de carga combinados para propietarios de vehículos eléctricos privados y recuperar el capital y los costos operativos a través de tarifas eléctricas.

Otras partes interesadas que impulsan el modelo de proveedor de servicios de implementación de carga de EV incluyen empresas industriales que se están moviendo hacia la infraestructura de carga y fabricantes de EV que están configurando redes de infraestructura de carga como servicios aliados.

4.9. Justificación del modelo Impulsado por el Gobierno como alternativa en la Implementación y Gestión de Carga para la ciudad de Lima

En la búsqueda del modelo que mejor se adapte al contexto peruano y particularmente para la ciudad de Lima; de la evaluación de los tres principales modelos mencionados en el numeral 4.8 y de las experiencias en la aplicación de políticas de impulso de la infraestructura de carga de la mayoría de los países evaluados en el Estudio de EY Perú y que de modo selectiva se muestran en la Tabla N° 4.8, se identifica que sin la intervención de los gobiernos, la promoción ó impulso de la infraestructura de carga no se estaría dando.

Correspondientemente, como se expuso en el Capítulo II, el marco legal sobre la promoción de la inversión privada en Perú ha experimentado una gran evolución a lo largo del tiempo, la cual ha propiciado la participación del sector privado bajo diversas modalidades como la privatización en la década de los 90, las concesiones de infraestructura pública y servicios públicos y recientemente mediante Asociaciones Público Privadas (APP) que buscan crear, desarrollar, mejorar, operar y/o mantener infraestructura pública o la prestación de servicios públicos en las que se firma un contrato de concesión.

Ante ello y, considerando que el “**servicio público**”, como tal, es entendido como un concepto instrumental, en virtud del cual el Gobierno mantiene la potestad de autorizar o no su prestación al sector privado. Es posible afirmar, que el servicio público es una actividad susceptible de ser explotada económicamente, respecto de la cual el Gobierno cuenta con la facultad discrecional de conceder o no su explotación en el mercado (Lazarte, J. 2003).

Por otra parte, en el objetivo del cierre de brechas en infraestructura o en **servicios públicos** y considerando la definición de “**servicios públicos**” expuesta por Lazarte (2003); es oportuno resaltar que mediante el Decreto Legislativo N° 1362 (DL 1362) el Congreso de la República del Perú regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, especificándose en el numeral 20.2 del artículo 20, que “mediante Asociaciones Público Privadas se desarrollan proyectos de infraestructura pública, **servicios públicos, servicios vinculados a** infraestructura pública y **servicios públicos (...)**”, y que asimismo esta normativa es complementada con el numeral 20.3 al determinar que en las “Asociaciones Público Privadas, **se distribuyen riesgos y recursos**; en este último caso, **preferentemente privados**”.

Complementariamente el artículo 3 del Decreto Supremo N° 022-2020-EM del Ministerio de Energía y Minas, define que “**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”.

Asimismo, mediante el Decreto Supremo N° 240-2018-EF del Ministerio de Economía y Finanzas, “Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos”, define:

- Numeral 8 del artículo 5, **una concesión** “es el acto administrativo por el cual las **entidades públicas titulares** de proyectos **otorgan a un Inversionista** la ejecución y explotación de infraestructura pública o **la prestación de servicios públicos**, por un plazo determinado, cuyos derechos y obligaciones están regulados en el respectivo Contrato”.
- Numeral 29.4 del artículo 29, “**las APP pueden implementarse a través de Contratos de Concesión**, operación y mantenimiento, gerencia, así como cualquier otra modalidad permitida por la normativa vigente”,

Ante lo detallado, el Grupo de Tesis no considera arriesgado concluir que la prestación del “**servicio público de carga de baterías para movilidad eléctrica**” recae en el concepto de “**servicio público**”, actividad susceptible de ser explotada económicamente y que por lo tanto el Gobierno tiene la titularidad y potestad de autorizar su prestación al sector privado con la implementación de infraestructura necesaria para su ofrecimiento en instalaciones públicas y/o privadas mediante una APP y a través de un contrato de Concesión.

Se resalta como ejemplos de concesiones de servicios públicos que se presentan en el Perú, el caso de la privatización de los servicios públicos de telecomunicaciones en donde parte de la infraestructura es instalada en instalaciones privadas o la del Seguro Social de Salud - ESSALUD, que en el marco de la autonomía que la ley le confiere, se encuentra facultado a promover, tramitar y suscribir contratos de Asociación Público Privada, con el objeto de incorporar inversión y gestión privada en los servicios que presta a los asegurados en instalaciones privadas como el servicio de diálisis a los asegurados.

Por lo tanto, y como se detallará mas adelante en el presente documento, el modelo mas óptimo tecnico y economico es la de implementar el servicio de carga en los

espacios de parqueo de los centros comerciales de la Ciudad de Lima Metropolitana, por la disponibilidad de espacio, costes reducidos y conveniencia en el usuario del VE (tiempo de carga compartida con tiempo de ocio y compra), pero es oportuno resaltar que esta alternativa se ve restringida por el artículo 6 del Decreto Supremo N° 022-2020-EM al señalarse que “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”, motivo por el cual, ante este escenario el grupo de Tesis concluye que el modelo de “impulso por el gobierno” mediante una Asociación Pública Privada permitiría brindarle un marco adecuado de “servicio público” a la infraestructura de carga en un espacio privado de acceso público, que al amparo de una Concesión se garantizaría la promoción de la inversión privada, la disponibilidad del servicio, el alcanzar o mantener los niveles de servicio adecuados y que en términos de costos y eficiencia, una actividad sostenible en el tiempo, alcance de la presente tesis.

Tabla N° 4.8. Políticas de impulso implementadas para los Sistemas de Carga

País	Categoría	Económico/No económico	Descripción
Noruega	Desarrollo de industria y comercio	Económico: Inversión pública encargadores	El gobierno noruego financia el establecimiento de al menos dos estaciones de carga rápida multi-estándar cada 50 km en todas las carreteras principales (WallBox, 2020).
España	Sistemas de carga	No económico: <ul style="list-style-type: none"> - Ley 19/2009 - Medidas de fomento y agilización de eficiencia energética en edificios para la instalación de puntos de carga - Real Decreto 647/2011 - Regulación de gestor de carga - Programa MOVES II 	<ul style="list-style-type: none"> - Para instalar un punto de carga de vehículos eléctricos en el estacionamiento de un edificio para uso privado sólo se requiere la comunicación previa a la comunidad de que se procederá a su instalación. - Se regula la actividad de gestor de cargas quienes son los que pueden suministrar energía eléctrica para la carga de los vehículos eléctricos. - Sin embargo, se eliminó este decreto en el año 2018 debido a que desincentivaba la creación de puntos de carga públicos ya que las únicas empresas que podían vender energía eran las empresas comercializadoras de electricidad (Electromaps, 2018). - MOVES II, dotado con 100 millones de euros y dirigido a incentivar la compra de vehículos alternativos, instalar infraestructura de carga de vehículos eléctricos y la implantación de medidas de movilidad urbana sostenible (IDAE, 2020). - Subvención para la adquisición infraestructura de carga de vehículos e^oléctricos de 30 % o un 40% del coste subvencionable, con un límite de 100,000 euros. (IDAE, 2020)
Brasil	Estaciones de carga	No económico: Procedimientos para la carga de vehículos eléctricos	Procedimientos y condiciones para la carga de vehículos eléctricos por concesionarios y empresas de distribución eléctrica. Además, la resolución permite la comercialización de la carga por parte de las distribuidoras a precios libremente negociados (PNUMA, 2020).
México	Estaciones de carga	Económico: <ul style="list-style-type: none"> - Deducción del impuesto sobre la Renta (ISR) - Guía para la contratación de Servicios de Carga de Vehículos Eléctricos para Clientes Residenciales - Medidor para centros de carga que se instalen en hogares Programa de electrolineras	<ul style="list-style-type: none"> - Se otorga un crédito tributario de 30% al monto de las inversiones en equipos de estaciones de carga para vehículos eléctricos aplicable a entidades jurídicas (Hernández, 2017). - La Comisión Federal de Electricidad (CFE) proporciona un medidor independiente con tarifa diferenciada de 2.73/kW para los sistemas de carga lenta (hasta 10 kW) que se instalen en los hogares de manera gratuita. Esta instalación permite diferenciar el consumo eléctrico del vehículo del resto del hogar para que no se les cobre una tarifa superior por un mayor consumo de electricidad. - Se puede contratar una tarifa diferenciada tarifa 2: 0.1365 USD/kW (versus tarifa 1: 0.1430/kW) para la carga de vehículos eléctricos en el hogar (Comisión Federal de Electricidad, 2017). - En Setiembre del 2018, como parte del Programa de Electrolineras liderado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Secretaría de Energía (SENER) con financiamiento del fondo de Transición Energética se instalaron 2,017 centros de carga pública. Fue un programa en colaboración con el sector privado y considera

			corredores de carga en la ciudad de México, Guadalajara, Saltillo y Monterrey (ONU Medio Ambiente, 2018).
Colombia	Sistemas de carga	<p>No económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ley N° 1819 - Descuento del IVA para vehículos eléctricos e híbridos, y estaciones de carga. - Decreto N° 1116 – Arancel de aduanas - Decreto N° 2051 - Exoneración al pago de aranceles para vehículos eléctricos e híbridos, y estaciones de carga. - Incentivos circulación y estacionamiento preferencial (Ley N° 1964) - Instalación mínima de infraestructura de carga (Ley N° 1964) 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del IVA para vehículos eléctricos e híbridos del 16% a 5% al igual que cargadores y autopartes. - Se redujo el impuesto a la importación de vehículos eléctricos e híbridos a 0% y 5%, respectivamente, hasta 2027. A su vez, se estableció en 0% de arancel a los centros de carga de vehículos eléctricos. - El Decreto N° 1116 aprobó la importación de vehículos eléctricos e híbridos con 0% y 5% de arancel, respectivamente, hasta 2027. A su vez, se determinó un 0% de arancel a los sistemas de carga de vehículos eléctricos. - Antes del primer año de vigencia de la ley 1964, el 2% de los parqueos públicos deben ser exclusivos para vehículos eléctricos, y 3 años para que en cada municipio especiales se tengan 5 estaciones de carga rápida funcionales y otros municipios 20 estaciones. - Se requiere instalar como mínimo, cinco (5) estaciones de carga rápida en cada municipio categoría especial en los siguientes 3 años.
Chile	Estaciones de carga	<p>No económico:</p> <p>Resolución N. 26339 - Puesta en servicio de infraestructura de carga</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolución N° 26339 – Procedimiento de puesta en servicio de infraestructura de carga. - Puntos de carga gratuitos 	<p>Establece el procedimiento para la instalación y puesta en servicio de infraestructura de carga de vehículos eléctricos.</p> <p>Establece el procedimiento para el trámite de la energización de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos.</p> <p>La gran mayoría de electrolinerías siguen cargando vehículos de forma gratuita. A diciembre del 2019 se habían declarado 143 cargadores de vehículos eléctricos en todo el país (AVEC, 2019).</p>
Ecuador	Sistemas de carga	<p>No económico:</p> <p>Reglamento Técnico Ecuatoriano</p> <ul style="list-style-type: none"> - PRTE-INEN-162 Especificaciones de carga - Ordenanza de Estímulo a la Transportación Eléctrica - Disposiciones de carga de vehículos eléctricos - Resolución 016-19 - COMEX - Exoneración impuesto de importación - Ordenanza de Estímulo a la Transportación Eléctrica - Disposiciones de carga de vehículos eléctricos 	<ul style="list-style-type: none"> - Establece las especificaciones y requisitos técnicos y de seguridad para los accesorios de carga para vehículos eléctricos, sean conectores, cargadores, cableados y baterías. - Los proyectos de urbanización y todo estacionamiento público deberán incluir paulatinamente centros de carga de vehículos eléctricos. - El Pleno del Comité de Comercio Exterior (COMEX) redujo al 0% el arancel a la importación de vehículos eléctricos para uso particular, transporte público y de carga, para los cargadores para electrolinerías, las baterías y cargadores de uso domiciliario. - Edificios de uso residencial deben contar con parqueos que incluyan un punto de carga para vehículos eléctricos. - Los centros comerciales deben equipar por lo menos el 1% de su parqueo con puntos de carga, al igual que los proyectos de urbanizaciones y las instalaciones de operadores de transporte.

Costa Rica	Estaciones de carga	<ul style="list-style-type: none"> - Ley N° 9518 – Infraestructura de carga y distribución de energía. - Decreto N° 41427 -MOPT – Promoción de la movilidad sostenible en las instituciones de la administración pública central. - Reglamento N° 42489 -MINAE- MOPT. - Compendios normativos (INTE/IEC 61851 e INTE/IEC 62196) 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige la construcción de centros de carga cada 80 km en carreteras nacionales y cada 120 km en carreteras cantonales. - La autoridad reguladora define la tarifa de venta de energía de los centros de carga pública. - Decreto 41427 Establecimiento de espacios de carga para vehículos eléctricos. - Reglamento 42489 Exoneración del impuesto selectivo de consumo y del impuesto del 1% sobre el valor aduanero a las partes para centros de carga rápida. - Compendios normativos cuya función es decretar distintas consideraciones para centros de carga de vehículos eléctricos
Uruguay	Sistemas de carga	Económico: Pliego Tarifario 2020 - Tarifas diferenciadas	<ul style="list-style-type: none"> - La Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) cuenta con el siguiente pliego tarifario 2020 con: <ul style="list-style-type: none"> • Tarifas residenciales triple horario para consumo residencial. ofrece: Tarifas mediano consumidor • Tarifa doble residencial al 50% en horario fuera de punta (fuera de 6 a 10 PM) • Tarifa en valle (0 a 7 am) al 50 % en las estaciones de carga públicas de UTE.

Fuente: EY Perú

Elaboración: EY Perú

Complementariamente, al evaluar las oportunidades y amenazas de la aplicación de los tres modelos de implementación y gestión de carga que se aplican a nivel internacional, Tabla N° 4.8, se puede identificar que los modelos impulsados por el consumidor o proveedor de servicios no serían viables en su implementación ya sea por la necesidad de una inversión adicional en la instalación de infraestructura de carga (primer caso) o porque en los primeros años la demanda de vehículos eléctricos no se proyecta conveniente (reducida) para un modelo de gestión de los sistemas de carga rentable aun considerando un escenario “High case”. Esta situación solo valida que el modelo de “impulso por el gobierno” para la infraestructura de carga es el mas adecuado a ser implementado en el Perú; siendo la infraestructura necesaria para la masificación de la movilidad eléctrica.

El costo del suministro, instalación y puesta en servicio del sistema de carga propuesto es de aproximadamente 5,483.72 US\$ de acuerdo a la Tabla N° 5.12, se plantea que es necesario disponer de puntos de carga redundantes (adicional al domiciliario), considerando que de acuerdo a un estudio realizado recientemente por el Observatorio Cetelem (publicado el 29 de marzo de 2022) en España los motivos por los que los posibles compradores no se inclinarían por un vehículo eléctrico son: el precio (del 60% de 2021 al 66% de 2022); la autonomía (del 54 al 55%); el no disponer de un espacio para recarga (del 39% al 41%); y el tiempo de recarga (del 31% al 36%), (De Aragón, 2022).

Tabla N° 4.9. Oportunidades y Amenazas en la implementación de modelos de impulso de los Sistemas de Carga de Vehículos Eléctricos

Modelos de impulso del Sistema de Carga	Oportunidades	Amenazas	Modalidades de gestión y operación
Impulsado por el Gobierno	Se verifica que el 67% de los gobiernos de países de latinoamericana y Europa se han implementado políticas de promoción en la instalación de infraestructura de carga. (+) Los EPC o APP son alternativas que se implementan en coordinación con los gobiernos, ante la falta de presupuesto o fondos públicos para la promoción de estaciones de carga, (semi rápida, pública y semi pública).	Que no se implementen políticas y planes de acción para el incentivo en la adquisición de vehículos eléctricos de modo complementario a las políticas de despliegue de la infraestructura de carga. (+)	Autogestionados o subcontratos Construcción y/o operación: EPC y Alianzas Pública Privadas (APP)
Impulsado por el Consumidor particular (auto)	La conexión del VE directo al enchufe - domiciliario (modo 1, carga lenta - 1.4 kW, 9h 45m) (*) Si el consumidor se ve en la necesidad de reducir los tiempos de carga en su domicilio, será necesario realizar inversiones adicionales.	La instalación de cargadores semi-rápidos involucra inversión adicional a la adquisición del VE. En conexiones por punto - modo 2 (semi rápida – 6.6 kW a 19.2 kW, reduce el tiempo de carga a 2h 4m) implicaría una inversión aproximada de US\$ 2354.0 (*) El consumidor de VE particulares no estaría en capacidad de realizar inversiones adicionales a la adquisición del VE para habilitar infraestructura de carga (centros de trabajo o comerciales de mayor frecuencia).	Para cargas semi-rápida, sería necesaria la contratación de un operador de carga (CPO) para la instalación, operación y mantenimiento del EVSE o de la empresa de distribución de energía eléctrica.
Proveedor de Servicios	En un escenario de incentivos de alta incidencia (HC del estudio-EY) para la instalación de cargadores privados, públicos y privado-públicos se esperaría: 1er. año: 2 435 nuevos VE ligeros (0.09% del total de vehículos ligeros adquiridos) (+) 5to. Año: 16 866 nuevos VE ligeros (0.55% del Total de vehículos ligeros adquiridos) (+)	Las inversiones para la instalación de puntos de carga semi-rápida o rápida (modo 2 – 6.6kW a 19.2 kW) pueden considerar montos de US\$ 2 345 – US\$ 16 948. Público o Público-privado. (*) La demanda reducida en los primeros años del despliegue de políticas de incentivos para la adquisición de VE no se presentaría muy conveniente para el financiamiento de inversiones en infraestructura de carga por parte del sector privado (proveedor de servicios).	Intervención de un operador privado del servicio (CPO) que se encargaría de la instalación, operación, mantenimiento y facturación del servicio.

Fuentes:

(*) Lee H., Clark A., 2018, *Charging the Future: Challenges and Opportunities for Electric Vehicle Adoption*.

(+) E Y Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*

Elaboración: Grupo de Tesis

4.10. Estructuración de una Alianza Pública Privada (APP) como instrumento en la Implementación de la Infraestructura de Carga - Modelo Impulsado por el Gobierno

En el modelo “impulso por el gobierno”, modelo para la implementación y gestión de la infraestructura de carga detallado en el numeral 4.8 previo, se identifica que su instrumentación se brinda usualmente a través de contratos EPC (Engineering, Procurement and Construction) o Alianzas Pública Privadas (APP), modalidades de contrato entre una entidad gubernamental y una empresa privada, con la particularidad de que la mayor responsabilidad en la ejecución del contrato recae en la empresa privada.

Como se resalta en el reporte “Asociación Público Privadas en Infraestructuras Energéticas, Experiencias en América Latina” (Chamochin, M., 2017), de que *“la Asociación Público-Privada es una manera de contratar infraestructura y servicios públicos. Esta opción de contratación ofrece una oportunidad a los países de cubrir la brecha de infraestructura, mediante el acceso al capital y experiencia privada, de manera eficiente y estructurada. Esto supone una especial ayuda a los mercados emergentes y economías en desarrollo”*, y la poca o nula infraestructura de carga para vehículos eléctricos en el Perú, aún considerando que es un factor relevante en la transición a la electromovilidad y con una alta correlación al incremento de las ventas de vehículos eléctricos; nos lleva a determinar que el instrumento mas adecuado para la infraestructura de carga bajo el modelo de “impulso por el gobierno” es la de una Asociación Público Privada (APP).

Ante ello, el Grupo de Tesis identifica que la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos en el Perú, es un factor relevante en la transición a la electromovilidad considerando su alta correlación con el incremento de ventas de vehículos eléctricos, motivo por el cual, el instrumento mas adecuado ante un escenario de “impulso por el gobierno” es a través de una Asociación Público Privada (APP) en donde los mayores riesgos serán asumidos por el Privado (Inversión en la infraestructura, expertis en la operación y mantenimiento, demanda esperada por el

servicio de carga). Complementariamente, el despliegue de la infraestructura de carga de VE mediante una APP permitirá al Estado brindar una “condición habilitante” al impulso de la venta de VE (Implementación de Infraestructura de Carga) cumplir con los planes de transición energética en línea con el objetivo de carbono-neutralidad del país para el 2050, al identificarse que el transporte terrestre es el segundo mayor contribuyente de GEI en el Perú.

Asimismo, la implementación de infraestructura de carga de VE a través de una APP permitirá comercializar la reventa de energía eléctrica dentro de una Concesión de Distribución Eléctrica, transacción limitada a la fecha por el Decreto Supremo 022-2020-EM del Ministerio de Energía y Minas, que señala: “*la carga privada de baterías para movilidad eléctrica no tiene carácter comercial*”.

Formas de contratación de una APP

Las tres categorías de contratación que pueden considerarse Asociaciones Público-Privadas son (Chamochin, M., 2017):

A. APP de Infraestructura: En esta categoría el contrato de diseño, construcción, operación y mantenimiento o “Design, Build, Operate and Maintain” (DBOM). Algunos de estos contratos se financian por el gobierno contra el presupuesto, en el que el contratista seleccionado lleva a cabo los trabajos de construcción, operación y mantenimiento (O&M). Los trabajos de mantenimiento se pre contratan a un precio acordado.

B. APP de infraestructura con financiación privada

i. Contratos de diseño, construcción, operación, financiación y mantenimiento: Forman parte de esta categoría los contratos de diseño, construcción, operación, financiación y mantenimiento (DBFOM) basados en pagos del usuario y gobierno. En los contratos DBFOM el contratista desarrolla la infraestructura asumiendo riesgos a través de fondos propios y de prestamistas. Asimismo, el contratista es responsable de la gestión del ciclo de vida de la infraestructura y de la O&M. Para llevar a cabo estas tareas, el contratista, por lo general crea una Sociedad Instrumental o Special Purpose Vehicle (SPV).

ii. Gestión a largo plazo y monetización de activos: Los gobiernos pueden crear Empresas de Propiedad Estatal o “State Owned Enterprises” (SOE) para construir, financiar y administrar la infraestructura con base en los ingresos generados o el servicio proporcionado por la infraestructura¹⁴. Se puede emular la estructura financiera y de gestión de una APP privada, cuando se crea una SOE con un contrato DBFOM del gobierno. En este caso, la estructura de contrato puede llamarse a veces “Public Partnerships” o Asociación Pública-Pública

C. APP de servicio: Forma parte de esta categoría el contrato "a riesgo" de gestión o servicio a largo plazo. Este contrato puede considerarse como APP, siempre y cuando exista una transferencia de riesgo significativa, esté orientado a mejorar el rendimiento, y tenga un horizonte de largo plazo¹⁶. Esta clasificación se refiere a “APP de servicio”, no a contratos DBFOM. La diferencia principal proviene de la inversión inicial, ya que los contratos de servicio o gestión, no tienen tanta inversión inicial como los contratos DBFOM. Estos contratos no se consideran APP cuando los ingresos de la parte privada se fijan en función de una base de coste más un margen, en lugar de basarse en cantidades previamente acordadas. El hecho de pagar esta base para reflejar el coste real incurrido transfiere poco riesgo.

4.10.1 Evaluación de la Gestión en la estructuración de la APP

Los actores y los elementos a controlar y gestionar en una APP dependerán de la fase en la cual se encuentre el contrato de APP: fase de diseño y construcción o fase de operación y mantenimiento.

Tabla N° 4.10. Principales actores y elementos a controlar y gestionar en una APP

	Fase de diseño y construcción	Fase de operación y mantenimiento
Principales actores	<u>Sector público:</u> Administración concedente (puede delegar) <u>Sector privado:</u> Empresas constructoras	<u>Sector público:</u> Administración concedente (puede delegar) <u>Sector privado:</u> Empresas operadoras <u>Usuarios</u> (puede ser la propia Administración)
Principales elementos a controlar y gestionar	<u>Sector público:</u> Visto bueno de los diseños y supervisión de la construcción <u>Sector privado:</u> Gestión del riesgo de diseño y construcción (soluciones definitivas adecuadas, coste y plazo)	<u>Sector público:</u> Supervisión del servicio y del estado de los activos <u>Sector privado:</u> Gestión del riesgo de disponibilidad, riesgo de demanda y del estado de los activos

Fuente: CAF – Gestión de Contratos APP

Elaboración: CAF – Gestión de Contratos APP

Asimismo, se realizan controles durante toda la vida del Contrato:

- Equilibrio económico-financiero del proyecto
- Gestión de pagos contractuales
- Gestión de contingencias

La gestión del contrato de la APP será detallada en los capítulos siguientes en función de la fase del contrato.

4.10.2 Evaluación del financiamiento en la estructuración de la APP

El valor económico de una APP hace referencia a una magnitud que es función de la utilidad económica que presenta el proyecto APP. El valor del proyecto depende, en definitiva, de su capacidad para generar unos flujos económicos y del riesgo asociado a los mismos. Los concesionarios licitan los proyectos de APP utilizando unos modelos económico-financieros realizados ad-hoc.

La generación de valor para el concesionario en un proyecto APP no reposa en una estrategia pasiva para esperar que pase el tiempo y vaya disminuyendo el nivel global de riesgo que tenía el proyecto. Es necesario realizar una correcta gestión del riesgo, para conseguir que los flujos de caja inicialmente previstos no se vean degradados, de la misma forma que los flujos de caja inicialmente previstos pueden verse modificados

a la baja, también pueden verse modificados al alza. Esto incrementará el valor del proyecto APP para el concesionario.

Un inversionista privado puede determinar el valor que para él tiene un proyecto APP a partir de los flujos de caja que espera que genere el proyecto, que irá cobrando en forma de dividendos. La cristalización del valor se producirá en la medida en que, mediante una adecuada gestión de los riesgos que le han sido transferidos, el promotor vaya recuperando la inversión inicial y un retorno razonable. Ante ello, la obtención del valor vía dividendos exige la permanencia del concesionario en el proyecto APP hasta la finalización del contrato.

Ante lo descrito, la APP apoyaría al gobierno en el despliegue y construcción de la infraestructura de carga garantizando mediante la incorporación del conocimiento técnico y gerencial del sector privado, el aporte de valor agregado y mayor eficiencia técnica del nuevo equipamiento eléctrico. El nivel de riesgo financiero y responsabilidad será desarrollado en los capítulos siguientes.

4.10.3 Evaluación de la asignación de riesgos en la estructuración de la APP

Durante la fase de preparación de la APP, el inversionista privado formula un esquema de gestión de los riesgos en función del contrato de Concesión. Dicho esquema se basa, en buena medida, en predicciones e hipótesis. Tras la firma del contrato el promotor al disponer de mayor información y recursos optimiza estos riesgos. En todo caso, el resultado del proyecto dependerá, en buena medida, de una adecuada gestión de los riesgos.

En principio, un inversionista privado tendrá tres opciones para gestionar los riesgos que le transfiere el contrato: Transferirlos a su vez en su totalidad, mitigarlos, lo que equivale a transferirlos parcialmente y gestionarlos directamente.

Cuanto mayor sea el riesgo que el sector público transfiere al sector privado en el contrato, mayor será la rentabilidad exigida. Esta rentabilidad se repartirá

después entre los diferentes intervinientes en el proyecto (empresas constructoras, empresas aseguradoras, etc.), en función del riesgo que cada uno de ellos asuma.

Criterios para la gestión de riesgos

- a. **Costes financieros:** Los contratos de transferencia o mitigación de estos riesgos, como el contrato de construcción, suelen concretarse con anterioridad al cierre financiero del proyecto. Por tanto, el inversionista privado no contará con apenas margen en lo relativo a la gestión de estos riesgos durante la fase contractual.
- b. **Intereses comerciales de los socios de la SPV:** En muchas ocasiones los socios de la SPV, en **especial** los minoritarios, tendrán como actividad principal la gestión de alguno de los riesgos asociados al proyecto, como el diseño, la construcción o la operación. En estos casos su participación en el proyecto suele supeditarse a que la SPV les asigne determinadas tareas, en las condiciones acordadas generalmente en el acuerdo de socios. En la medida en que estos compromisos no entren en conflicto con el punto anterior, suelen ser el siguiente criterio a la hora de determinar cómo se va a gestionar un determinado riesgo.
- c. **Costes directos de gestión del riesgo.** Este criterio considerará minimizar los costes asociados, algo que se suele conseguir transfiriendo el riesgo a una empresa especializada, por ejemplo, una compañía de seguros.

Supervisión de la gestión de los riesgos

El seguimiento de los riesgos se lleva a cabo, en general, actualizando de forma más o menos continua las previsiones de ingresos y gastos mediante la actualización de las distintas hipótesis y demás inputs de las herramientas de gestión, ya sean modelos económico- financieros o presupuestos. La existencia de una desviación respecto a las previsiones iniciales puede deberse a la materialización de un riesgo asumido por el promotor, pero también a una modificación del contrato o a una optimización de la gestión que genere ahorros.

La formulación y Gestión de Riesgos de la estructuración de la APP para la implementación de la infraestructura de carga será desarrollada en los capítulos siguientes.

4.10.4 Experiencia de la estructuración de una APP a nivel global

El mercado global de servicios de carga continúa madurando, y las empresas emplean una gama de modelos de negocio para proporcionar productos de carga. No obstante, la economía de la carga pública comercial sigue siendo un desafío debido a la relación desigual entre la importancia del acceso a la carga pública para disipar la ansiedad del usuario por el rango y la clara preferencia de los conductores de vehículos eléctricos existentes por cargar en casa (La Monaca, 2018).

Asimismo, se resalta que Independientemente del modelo de negocio, todos los participantes del mercado se enfrentan a altas tarifas de instalación y conexión a la red que pueden representar una gran parte del costo inicial de las estaciones de carga: 80-90% en algunos casos. Las estructuras tarifarias eléctricas locales constituyen el principal costo operativo para las estaciones de carga de vehículos eléctricos. Las estructuras tarifarias basadas en los cargos por demanda, por ejemplo, pueden comprender hasta el 50% de la factura de electricidad de un cliente comercial típico y más del 90% para la carga de vehículos eléctricos (La Monaca, 2018).

Si bien hay margen para reducir los costos, y se pronostica que la utilización aumentará con un mayor despliegue de vehículos eléctricos (y, por lo tanto, aumentaría los ingresos operativos), **la infraestructura de vehículos eléctricos a menudo se encuentra en etapas precomerciales y requiere financiación pública y regulación para facilitar el despliegue de un mercado de carga integral y competitivo** (La Monaca, 2018).

Bajo este escenario de una diversidad de modelos de gestión de empresas que ofrecen el servicio de carga a nivel global podemos identificar en la Tabla N° 4.11 la estructura de tarifas que vienen aplicando, muchas de ellas bajo el financiamiento público de APP como el que se presenta en California – Estados Unidos.

Tabla N° 4.11. Lista de Empresas de Carga de Vehículos Eléctricos

Company	Country	Fee Structure
Tesla	Several	Free - charging stations are free to use for Tesla drivers
Aerovironment	US	Monthly Fee - \$19.99/month Pay by Session - \$4 (L2) - \$7.50 (DC)/session
Blink	US	Pay by Session - \$6.99 /session (DC)* Volumetric Fee - \$0.39 - \$0.49 (L2)**; \$0.49 - \$0.59/kWh (DC)* Pay by Minute - \$0.04/min (L2)*
Chargepoint	Several	Pricing rate and structure set by station owner
EVGo	US	Monthly Fee + Pay by Minute - \$19.95 monthly fee + \$0.20/min (DC) Monthly Fee + Pay by Hour - \$19.95 monthly fee + \$1.50/hour (L2) Pay by Session + Pay by Minute - \$4.95/session + \$0.20/min (DC) Pay by Hour - \$1.50/hr (L2)
SemaConnect	US	Pricing rate and structure set by station owner
Chargemaster	UK	Monthly Fee + Volumetric Fee - £7.85/month, £0.09/kWh (LE)
Ecotricity	UK	Volumetric Fee - £0.30/kWh
Charge Your Car	UK	Pricing rate and structure set by station owner
Autolib[^]	FR	Pay by Hour - €1/hour (first hour); €3/hr (after first hour)
Clever	DK	Volumetric Fee - 20 kWh for 175 DKK (~€23.50); 40 kWh for 350 DKK (€47.00); 100 kWh for 600 DKK (€80.57)
Elmo	EE	Monthly Fee + Pay by Session - €10/month + €2.50/charge Pay by Session - €1.50 (<10 minutes), €3 (<20 minutes), €4.50 (>20 minutes) (not differentiated for DC)
Enel e-go	IT	Pay by Minute - €0.25/minute
RWE ePower	DE	Monthly Fee + Volumetric Fee - €4.95/month + €0.30/kWh
Fastned	NL	Volumetric Fee - €0.59/kWh Monthly Fee + Volumetric Fee - €9.99/month + €0.35/kWh Monthly Fee + Volumetric Fee - €29.99/month + €0.19/kWh
Blue Corner	BE	Volumetric Fee - €0.36/kWh AC; €0.65/kWh DC Annual Fee + Volumetric Fee - €59/year; €0.31/kWh AC; €0.65/kWh DC Annual Fee + Volumetric Fee - €169/year; €0.29/kWh AC; €0.52/kWh DC Pay by Minute - €0.01/min AC; €0.25/min DC
ESB eCars	IE	Free - charging stations are free for all to use
New Motion	EU	Set By Owner
Pod Point	UK	Set By Owner
E.ON	DE	Monthly Fee + Pay by Session - €4.95/month + €5.95/charge or €8.95/fast charge

Source: internal analysis

* Fees listed are for network members; higher rates apply for non-members

** Varies by US state; range excludes Hawaii where rates are \$0.69/kWh for members, \$0.079/kWh for non members

[^] In 2018, Parisian authorities discontinued Autolib due to problems with its contracted operator.

Charges listed do not include small one-time set up fees or early termination fees

Fuente: (La Monaca, 2018)“*La situación de los servicios de carga de vehículos eléctricos: tendencias mundiales con información para Irlanda*”

4.11. Despliegue operativo de sistemas de carga para vehículos Eléctricos Livianos

En la configuración de la infraestructura de carga aparte de los componentes fundamentales es necesario considerar la provisión del terreno, el suministro de electricidad, el suministro del equipo de suministro de vehículos eléctricos (EVSE), las

soluciones de software de carga y los servicios al cliente, (Amitabh, et al., 2021).

4.11.1 Características de los Equipos de carga de Vehículos Eléctricos

El EVSE es la unidad básica de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, esta accede a la energía del suministro de electricidad local y utiliza un sistema de control y una conexión por cable para cargar vehículos eléctricos de manera segura. Este sistema permite varias funciones, como la autenticación de usuarios, la autorización para cobrar (tarificación), el registro e intercambio de información para la gestión de la red y la privacidad y seguridad de los datos, (Amitabh, et al., 2021).

Figura N° 4.3. Equipo de Suministro de Vehículos Eléctricos (EVSE)



Fuente: Schneider Electric, <https://www.se.com/es/es/product-category/1800-carga-veh%C3%ADculo-el%C3%A9ctrico-ve/?filter=business-4-distribuci3n-el%C3%A9ctrica-en-baja-tensi3n>

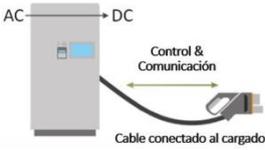
4.11.2 Infraestructura de Carga

Las estaciones de carga de vehículos eléctricos son un conjunto de dispositivos electrónicos de potencia, generalmente montados en la pared o en un pedestal, que suministran energía regulada desde la red a las baterías del vehículo. Los cargadores de vehículos eléctricos van desde tan solo 500 vatios (W) hasta 500 kW, (Fitzgerald, et al., 2020).

Los equipos de carga tienen cierto grado de inteligencia, se ocupan de la autenticación del usuario, la comunicación del vehículo, la recopilación y el control de datos y el pago. En algunos casos, contará con un control bidireccional que permite el ajuste del nivel de energía que se inyecta en la batería en respuesta a las señales de precio u otras razones de despacho. Hay cargadores "tontos" que no tienen capacidades

de comunicación o control y simplemente regulan la electricidad de la red al voltaje y la corriente necesarios para cargar la batería, (Amitabh, et al., 2021).

Tabla N° 4.12. Los cuatro tipos de Carga más usados comercialmente

Estaciones de Carga	Tipo de Carga	Detalle	Control y Comunicación	Usos
<i>Carga de vehículos eléctricos en el Hogar</i>	<i>Lenta (hasta 2.3 kW) Carga completa de 9 hrs a 12 hrs.</i>			<i>Carga para vehículos eléctricos en el hogar, cable proporcionado por el fabricante.</i>
<i>Carga de vehículos eléctricos en el Hogar</i>	<i>Lenta (3.7 kW a 7.4 kW) Carga cotidiana, completa en 7 hrs.</i>			<i>De uso en interiores y exteriores, empotrado en la pared o en pedestal. Conexión exclusiva a la empresa distribuidora</i>
<i>Estacionamientos públicos o privados</i>	<i>Semirápida 7.4 kW nivel 2 22 kW – 43 kW Nivel 3 Carga cotidiana, aproximadamente 2 hrs.</i>			<i>Estacionamientos públicos o privados, flotas corporativas o complejos de departamentos u oficinas.</i>
<i>Estaciones de Carga Públicas</i>	<i>Carga rápida Input 380-480 AC, output 24 kW – 175 kW DC (150-500V) Carga 20 – 30 min</i>			<i>Estaciones de carga públicas centros comerciales, restaurantes, hoteles, flotas de vehículos eléctricos.</i>

Fuente: Schneider Electric, Diario el País, Cargadores de VE Blink.

Elaboración: Grupo de Tesis

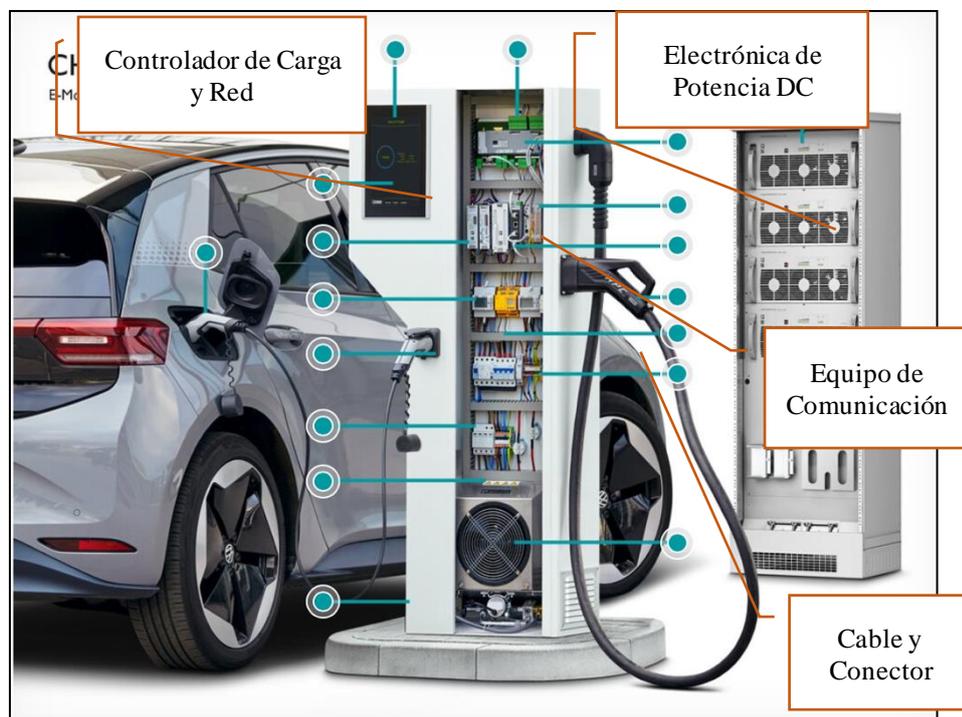
4.11.3 Infraestructura de Hardware

Un sistema de carga estándar incluye varios componentes de hardware fundamentales, como se describe a continuación, véase Figura no 4,4 (Amitabh, et al., 2021):

- El conjunto de electrónica de potencia es el núcleo de una estación de carga. Suministra energía al cargador de batería integrado del EV.

- El controlador de carga es la inteligencia de la estación de carga y administra las funciones básicas de carga, como encender y apagar un cargador, medir el uso de energía y almacenar bits clave de datos de eventos y en tiempo real.
- El controlador de red proporciona la interconexión de la estación de carga a la red más amplia. Permite que la estación se comunique con su red utilizando un dispositivo de telecomunicaciones integrado para que los administradores del sistema puedan monitorear, revisar y controlar el uso del dispositivo. También gestiona el acceso de los usuarios a las estaciones de carga.
- El cable y el conector a veces se denominan pistola de carga. Se conecta al vehículo haciendo una conexión física segura entre el cargador y el vehículo. Las pistolas de carga o los conectores a menudo se ajustan a un factor de forma estándar específico del OEM del vehículo (p. ej., CCS, CHAdeMO, SAE J1772, IEC 60309).

Figura N° 4.4. Componentes de Infraestructura de Hardware



Fuente: Phoenix Contact E-Mobility
 Elaboración: Grupo de Tesis

4.11.4 Gestión de Datos

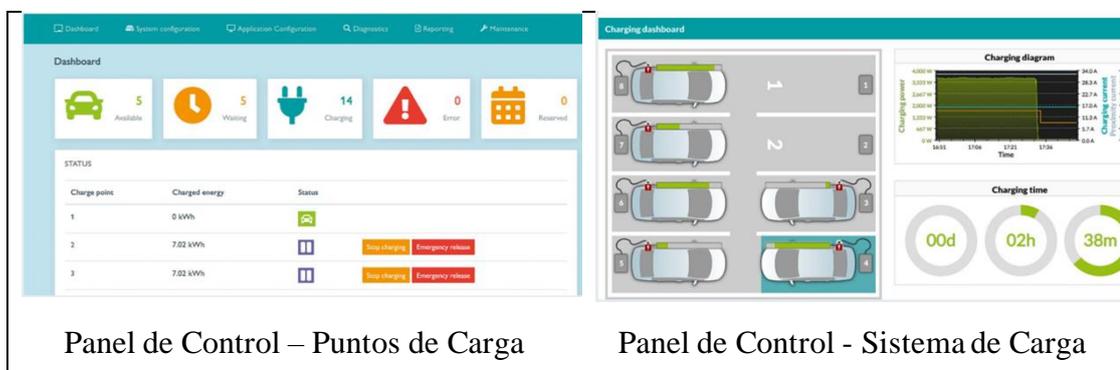
En la operación se generan continuamente datos relevantes como: el estado de carga de la batería, la tasa de carga de la batería, los kilovatios-hora (kWh) utilizados en la carga, los precios de la empresa de servicios públicos, las señales de la gestión de la demanda sistema y otros de información del operador de la red o el usuario.

La gestión de los datos se puede realizar mediante la implementación de softwares:

- i. El software de gestión de carga: El que deber estar en capacidad de gestionar y administrar las estaciones de carga y sus redes.
- ii. El software de red: que promueve la implementación y configuración rápidas de las estaciones de carga de vehículos eléctricos y facilita un flujo de datos bidireccional entre la estación de carga y su centro de control de red. Esta funcionalidad permite a los operadores configurar, administrar y actualizar el software de forma remota; establecer y controlar el acceso del conductor a la carga; fijar precios; administrar la facturación; y ejecutar informes de uso.

Las aplicaciones de software también permiten a los conductores ubicar y reservar estaciones de carga disponibles. Las herramientas de software se pueden configurar para enviar notificaciones a los operadores y conductores, véase Figura 4.5 (Amitabh, et al., 2021).

Figura N° 4.5. Software – Gestión de Carga y Red



Fuente: Phoenix Contact E-Mobility
Elaboración: Grupo Tesis

4.11.5 Mantenimiento y Servicio

Como cualquier dispositivo utilizado por el público y expuesto al medio ambiente, los cargadores de vehículos eléctricos públicos requieren cierto nivel de servicio y mantenimiento. El propietario/operador del cargador se encarga del servicio de los cargadores públicos y, por lo general, no es una consideración relevante para las empresas de distribución que no son propietarios de la infraestructura de carga. Sin embargo, las empresas de distribución que eligen poseer estaciones de carga públicas también deben planificar el servicio y el mantenimiento regulares de esos activos, (Fitzgerald, et al., 2020).

4.11.6 Cambio de Baterías

Un método alternativo de carga de baterías que está recibiendo atención mundial es el intercambio de baterías, en el que una batería EV agotada se retira del vehículo y se reemplaza por una completamente cargada. La tecnología se está probando para varios segmentos de vehículos eléctricos, incluidos los e-2W, e-3W, e-cars e incluso e-buses, (Amitabh, et al., 2021).

Figura N° 4.6. Cambio de baterías



Fuente: Solo News Microsoft 2022 el http en la bibliografía news.microsoft: “De tuk-tuks a camions: Una nueva e inteligente manera de impulsar a los vehículos eléctricos”, <https://news.microsoft.com/es-xl/features/de-tuk-tuks-a-camiones-una-nueva-e-inteligente-manera-de-impulsar-a-los-vehiculos-electricos/>

4.11.7 Tipos de Cambio de Batería

Manual: La estación de intercambio de baterías es un dispositivo independiente, en el que las baterías se colocan y retiran manualmente de las ranuras individuales, generalmente a mano. Las estaciones de cambio manual son modulares y ocupan un espacio mínimo. Se utilizan para aplicaciones de baterías de 2 W y 3 W, ya que los tamaños de los paquetes de baterías son más pequeños y el peso puede ser manejado por una o dos personas.

Autónomo: Se utiliza un brazo robótico en este tipo de estaciones de intercambio con el proceso de intercambio de batería semiautomático o totalmente automatizado. El intercambio robótico se utiliza para aplicaciones de bus eléctrico y de 4 W, ya que los paquetes de baterías son más grandes y pesados y requieren asistencia mecánica. Estas estaciones de intercambio también son más caras y requieren más terreno, (Amitabh, et al., 2021).

Tabla N° 4.13. Ventajas y desafíos del cambio de batería

Ventajas	Barreras
<i>La recarga de vehículos eléctricos es en minutos</i>	<i>Falta de estandarización entre las baterías para vehículos eléctricos</i>
<i>Las baterías se pueden cargar fuera del punto de intercambio, lo que permite una mayor libertad en la configuración de las instalaciones de intercambio</i>	<i>Diseño inadecuado del paquete de baterías para facilitar el intercambio (peso, dimensiones y ergonomía)</i>
<i>Reducción en el costo inicial del vehículo eléctrico, ya que la propiedad de la batería se reemplaza por el alquiler de la batería</i>	<i>Se necesita una mayor cantidad de baterías para alimentar la misma cantidad de vehículos eléctricos</i>
<i>Mayor previsibilidad de la vida útil de la batería debido a las condiciones de carga controladas</i>	<i>Menor vida comercial de los paquetes de baterías debido a la preferencia del cliente por baterías nuevas con mayor alcance</i>
	<i>Adopción lenta del método de carga por parte del fabricante de equipos originales</i>
	<i>Mayores costos de arrendamiento de baterías durante la vida útil del vehículo eléctrico</i>
	<i>Impuesto sobre bienes y servicios más alto sobre la batería separada, frente a la batería vendida con vehículo eléctrico.</i>

Fuente: The Handbook for Electric Vehicle Charging Infrastructure Implementation

4.11.8 Funciones en la implementación de la infraestructura de carga

Para la implementación de infraestructura de carga, además de la configuración de la infraestructura de carga, otras funciones incluyen, (Amitabh, et al., 2021):

- a. **Adquisición de la infraestructura de carga:** la adquisición de la infraestructura de carga puede ser realizada por: el usuario principal, el proveedor del servicio de carga o por la autoridad gubernamental responsable de proporcionar la infraestructura de carga.
- b. **Provisión de terrenos:** el espacio requerido para la carga de vehículos eléctricos puede ser propiedad de la parte interesada contratante o puede adquirirse mediante arrendamiento o arreglos alternativos (reparto de ingresos, por ejemplo). Generalmente, las instalaciones de carga privadas y semipúblicas se instalan en terrenos privados, mientras que las públicas pueden instalarse en terrenos públicos o privados.
- c. **Suministro de energía:** el suministro de energía para todas las instalaciones de carga de vehículos eléctricos lo proporcionan los responsables de la distribución de energía en la región donde se encuentra la instalación de carga.

- d. **Suministro, instalación y mantenimiento de EVSE:** los cargadores pueden ser suministrados por un fabricante o minorista de EVSE. Para la carga semipública o pública, los CPO suelen ser responsables de la selección e instalación de la disposición requerida de cargadores.
- e. **Soluciones de software de carga:** los CPO utilizan el software de administración del sistema para administrar su red de puntos de carga, rastrear y controlar las sesiones de carga, ejecutar diagnósticos en el equipo del cargador y otros servicios de back-end para administrar las suscripciones de los clientes, las estructuras de precios, etc.

CAPÍTULO V. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN - FORMULACIÓN DE UNA APP

5.1. Objetivo

Incrementar la oferta de puntos de carga de vehículos eléctricos en zonas de alta concentración vehicular (centros comerciales) mediante una Asociación Público-Privada, que contribuya con las políticas de Carbono neutralidad al 2050 y la transición a la electromovilidad del sector transporte, lo que permitirá proporcionar el servicio de carga a usuarios que cuentan con vehículos eléctricos e híbridos enchufables de uso particular en la ciudad de Lima.

5.2. Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del despliegue de la infraestructura de carga serán diferentes puntos de la ciudad de Lima, específicamente en centros comerciales que cuentan con estacionamientos y zonas de parqueo, donde por sus características en cuanto a ubicación y accesibilidad permiten el fácil acceso de vehículos.

El proyecto contempla instalar 404 pedestales de carga (2 cargadores por pedestal) el cual permitirá cubrir la demanda proyectada de venta de vehículos eléctricos extraída del Estudio de EY Perú, en la Tabla N° 5.1 se muestra la cantidad de pedestales instalados por año.

Tabla N° 5.1. Inversiones de Infraestructura (Pedestales de Carga)

Inversiones en Infraestructura	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Cantidad de pedestales a instalarse	10	-	20	20	25	-	20	157	152

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

5.3. Costo de inversión-financiada o cofinanciada

Los costos de inversión en infraestructura se determinan valorizando la cantidad de pedestales instalados por año. Para el presente caso se tiene previsto instalar 404 pedestales de carga (2 cargadores por pedestal) en un periodo de 8 años, considerando el aumento gradual de vehículos eléctricos. El flujo de inversiones en infraestructura se encuentra detallado en la Tabla N° 5.2.

Tabla N° 5.2. Flujo de Inversiones de Infraestructura (Pedestales de Carga)

Inversiones en Infraestructura	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Cantidad de pedestales a instalarse	10	-	20	20	25	-	20	157	152
Inversiones (US\$)	54,837	-	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525
Total Activos (US\$)	54,837.19	-	109,674.38	109,674.38	137,092.97	-	109,674.38	860,943.86	833,525.26

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

La inversión necesaria para el desarrollo del proyecto se estima en US\$ 1 906 310. En la Tabla N° 6.2 se encuentra detallada las fuentes de inversión.

Asimismo, sobre la base del análisis económico desarrollado en el capítulo VI se ha determinado que el proyecto tiene la capacidad para cubrir sus costos operativos, el endeudamiento por la implementación de la infraestructura y el capital de trabajo, por ende, la fuente de financiamiento de la APP será autofinanciada no requiriendo el cofinanciamiento del sector público.

5.4. Cláusula anticorrupción

De acuerdo con el DL N° 1362 en su artículo 39 párrafo 39.1 establece que es obligatorio la inclusión de la cláusula anticorrupción en los contratos de APP suscritos por el Estado peruano, bajo causal de nulidad.

5.5. Planeamiento y programación

El planeamiento y programación del despliegue de infraestructura de carga parte de la proyección de crecimiento de autos eléctricos estimado en el Estudio de EY Perú; a partir de la cual se usa una metodología para el cálculo de cargadores en función de la capacidad de las baterías, autonomía del auto eléctrico, distancia promedio recorrida al día y potencia de los distintos tipos de cargadores, en la Tabla N° 5.1 se muestra la cantidad de pedestales instalados por año.

5.6. Formulación

5.6.1 Estudios Técnicos

Las estaciones de carga de vehículos eléctricos consisten en dispositivos electrónicos de potencia, el cual es montado en una pared o un pedestal, desde la referida infraestructura se suministra energía desde la red eléctrica a la batería del vehículo.

Para las infraestructuras a usar en la carga de baterías de vehículos eléctricos se debe cumplir con lo indicado en el Decreto Supremo N° 022-2020-EM publicado el 22 de agosto de 2020, que aprobó las disposiciones sobre infraestructura de carga y abastecimiento de energía para la movilidad eléctrica, la citada norma prescribe en su artículo 6 que *“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”*.

Con relación a la supervisión de la infraestructura de carga, en cuanto a la calidad, seguridad y eficiencia del servicio brindado al usuario final, está a cargo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) en el marco de sus competencias establecidas en la Ley N° 26734, que aprobó la Ley del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería; asimismo la fiscalización del cumplimiento de la normativa técnica y seguridad aplicable a infraestructura de carga es facultad de las Municipalidades en el marco de la Ley 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.

5.6.2 Evaluación de alternativas

Para estimar la necesidad de infraestructura de sistemas de carga se emplea la metodología secuencial definida por (Everis y Transport & Environment, 2021), lo que permitirá garantizar los resultados obtenidos y a su vez contar con una trazabilidad de datos de origen, los pasos son detallados a continuación:

5.6.2.1. Parque vehicular actual en el Perú y evolución de la flota de vehículos eléctricos a 2030.

El parque automotor actualizado al 2018 se encuentra compuesto por un total de 2 894 327 unidades (MTC, 2018), siendo el 85.30% vehículos livianos (automóviles, station wagon, camionetas pick up, panel y rural) y el 14.70% son vehículos pesados

(camión, ómnibus, remolcadores, remolque y semirremolque). En la Tabla 5.3 se muestra la composición del parque automotor peruano por clase actualizado al año 2018.

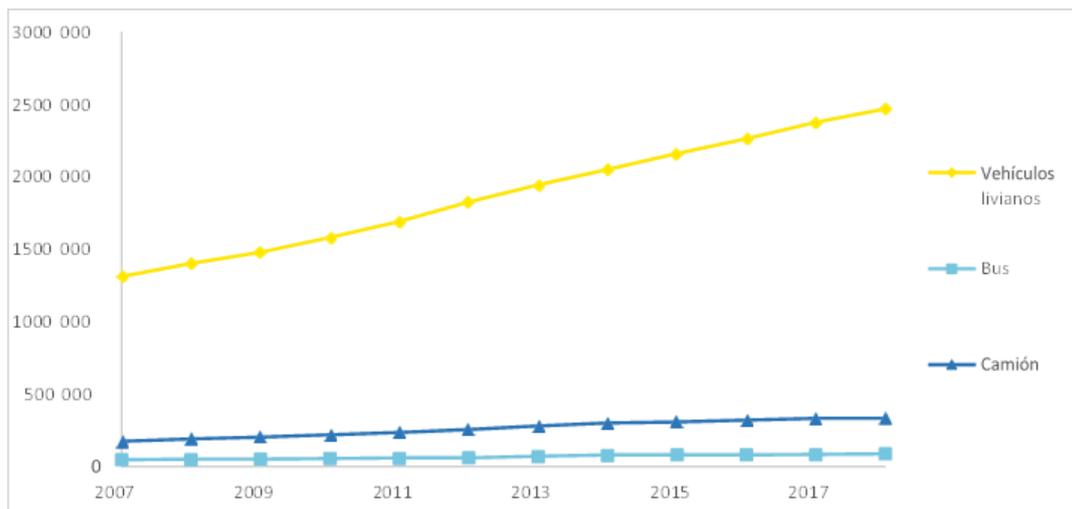
Tabla N° 5.3. Composición del parque automotor del Perú por clase de vehículo

Año	Total	Clase de vehículo								
		Automóvil	Station Wagon	Camioneta			Ómnibus	Camión	Remolcador	Remolque Semi-Remolque
				Pick Up	Rural	Panel				
2011	1,979,865	860,366	289,649	228,321	272,596	37,847	56,704	158,939	30,779	44,664
2012	2,137,837	927,698	292,840	246,205	318,484	39,476	59,088	171,407	33,722	48,917
2013	2,287,875	993,705	318,022	258,028	330,472	40,938	69,128	187,970	36,017	53,595
2014	2,423,696	1,058,075	340,009	266,305	342,645	41,976	77,773	203,180	39,482	54,251
2015	2,544,133	1,116,226	369,554	274,153	354,858	42,892	78,579	208,216	41,514	58,141
2016	2,661,719	1,167,041	403,193	283,479	365,316	43,387	80,119	213,155	43,604	62,425
2017	2,786,101	1,220,121	436,923	293,292	379,895	43,935	82,377	218,006	45,352	66,200
2018	2,894,327	1,254,803	472,955	305,855	391,591	44,349	90,315	217,931	47,074	69,454

Fuente: MTC - OGPP – Oficina de Estadística
Elaboración: EY Perú, 2021

En la Figura 5.1, se muestra la variación del parque vehicular nacional, según clase de vehículos en el periodo del 2007 al 2018, se muestran las categorías de vehículos livianos, buses y camiones. Como se puede apreciar, existe un incremento en el parque vehicular, especialmente en la categoría de vehículos livianos. En cuanto a los buses y camiones estos se han mantenido con un crecimiento estable a través de los años (EY, 2021).

Figura N° 5.1. Composición del parque automotor del Perú por clase de vehículo

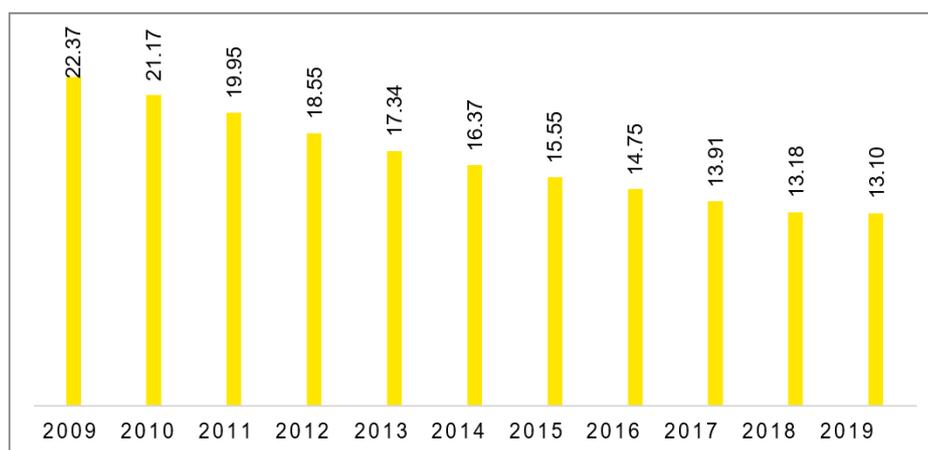


Fuente: MTC - OGPP – Oficina de Estadística

Elaboración: EY Perú, 2021

Según EY.2021, el parque automotor del Perú tiene una antigüedad promedio de 13.1 años; en Chile es de 10 años (Emol, 2019), 16.25 en Colombia (ANDEMOS, 2018), 15.3 en México (México Automotriz, 2020) y 11.7 años en Argentina (Télam, 2020). No obstante, a pesar de contar con un parque automotor envejecido en comparación con los países de la región, dicha antigüedad viene disminuyendo a través de los años, como se puede apreciar en la Figura N° 5.2.

Figura N° 5.2. Antigüedad del parque automotor peruano



Fuente: MTC - OGPP – Oficina de Estadística

Elaboración: EY Perú, 2021

Respecto a la tasa de retiro. En el caso de los vehículos livianos, EY, 2021 determinó que la tasa de retiro del parque automotor tiene un promedio de 2.32% para el periodo comprendido entre 2014 y 2018. Para buses, se obtiene una tasa de retiro de 2.32% entre 2015-2017. En el caso de los camiones, la tasa de retiro promedio es de 3.75% entre 2015-2017. En la Tabla 5.4 se muestra la tasa de retiro del parque automotor en el Perú.

Tabla N° 5.4. Tasa de retiro de vehículos por segmento

Año	Livianos	Buses	Camiones
2014	2.98%	-	-
2015	1.87%	2.36%	3.87%
2016	2.23%	2.29%	3.78%
2017	2.29%	2.31%	3.59%
2018	2.23%	-	-
Promedio	2.32%	2.32%	3.75%

Fuente: MTC - OGPP – Oficina de Estadística Elaboración: EY Perú, 2021

Con respecto a la estimación de la demanda de vehículos electrificados al 2030 (EY, 2021) determinó la demanda futura de vehículos electrificados, los segregó por categoría y tecnología, para dos escenarios, los resultados obtenidos son presentados las Tablas 5.5 y 5.6 Para su determinación utilizó el modelo de análisis de difusión de vehículos electrificados, a través del cual proyectó los niveles de demanda para un periodo de 10 años. Los supuestos de estimación de la demanda de VE y el modelo de difusión se encuentran descritos en los Anexos I y II.

Tabla N° 5.5. Proyección de ventas resultantes del Modelo de Análisis de Difusión escenario BaU

Categoría		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Ligeros	ICE	123,867	136,781	149,518	161,846	175,226	187,473	200,113	209,801	217,267	216,671
	BEV	53	295	516	1,161	1,878	3,296	5,211	8,460	13,120	20,353
	PHEV	26	192	324	836	1,042	2,254	2,957	5,503	7,616	12,737
	HEV	1,068	753	1,267	2,067	3,580	5,945	9,621	15,276	23,839	36,497
	MHV	40	101	170	277	485	812	1,320	2,103	3,294	5,064
	Subtotal	125,054	138,122	151,795	166,187	182,211	199,781	219,222	241,143	265,136	291,322
Buses	ICE	2,765	3,146	3,563	3,773	3,989	4,153	3,998	3,719	3,338	2,964
	BEV	76	111	161	303	469	717	1,073	1,559	2,161	2,794
	HEV	16	17	32	50	75	111	159	216	270	300
	Subtotal	2,857	3,275	3,756	4,126	4,533	4,981	5,230	5,493	5,768	6,058
Camiones	ICE	11,746	12,333	13,072	14,378	15,449	16,606	17,843	18,735	19,681	20,715
	BEV	2	3	6	9	18	28	48	76	121	186
	HEV	0	1	1	2	5	7	12	19	31	47
	Subtotal	11,748	12,337	13,079	14,389	15,472	16,641	17,904	18,830	19,833	20,947
Total	139,659	153,734	168,630	184,702	202,216	221,403	242,356	265,466	290,737	318,327	

Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
Elaboración: EY Perú, 2021

Tabla N° 5.6. Parque vehicular resultantes del Modelo de Análisis de Difusión escenario High Case

Categoría		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos	ICE	2,678,773	2,753,385	2,839,019	2,935,009	3,042,149	3,159,044	3,285,797	3,419,145	3,556,522	3,689,494
Ligeros	BEV	103	396	903	2,043	3,874	7,080	12,127	20,306	32,955	52,543
	PHEV	40	231	550	1,374	2,383	4,583	7,434	12,765	20,085	32,356
	HEV	2,165	2,868	4,068	6,041	9,481	15,207	24,475	39,182	62,112	97,168
	MHV	127	225	390	658	1,128	1,914	3,190	5,218	8,391	13,261
	Subtotal	2,681,208	2,757,105	2,844,930	2,945,124	3,059,015	3,187,827	3,333,022	3,496,617	3,680,066	3,884,822
Buses	ICE	93,122	94,109	95,492	97,051	98,790	100,653	102,312	103,650	104,565	105,072
	BEV	80	189	346	641	1,095	1,787	2,819	4,312	6,373	9,019
	HEV	27	43	75	122	194	301	453	658	912	1,192
	Subtotal	93,229	94,342	95,912	97,814	100,080	102,740	105,584	108,620	111,851	115,283
Camiones	ICE	227,879	231,667	236,054	241,583	247,977	255,290	263,567	272,429	281,907	292,067
	BEV	3	6	12	21	37	65	111	183	297	471
	HEV	0	1	2	5	9	16	28	46	74	118
	Subtotal	227,882	231,674	236,068	241,608	248,024	255,371	263,706	272,658	282,278	292,657
Total		3,002,319	3,083,121	3,176,910	3,284,546	3,407,119	3,545,938	3,702,312	3,877,895	4,074,195	4,292,762

Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú, 2022

5.6.2.2. Consumo energético anual y diario de la Electromovilidad

Sobre la base proyectada de vehículos eléctricos al 2030, se puede determinar el consumo energético diario y anual para los vehículos eléctricos puros e híbridos, se consideran valores promedio de diferentes capacidades de baterías y eficiencia energética (kWh), autonomía y promedio de desplazamientos diarios y anuales, para cada segmento de los vehículos.

5.6.2.3. Hábitos y preferencias de carga en vehículos eléctricos y tipo de tecnología de punto de carga

Las necesidades energéticas del parque vehicular se determinan considerando las preferencias y hábitos de carga para cada segmento de vehículos, para segmentación se diferencia en infraestructura privada y pública y su potencia, según se detalla a continuación:

a. Infraestructura de carga privada

- Vivienda (3,7 kW)
- Oficinas (7 kW)
- Depósitos (7 – 50 kW)

b. Infraestructura de carga pública

- Lenta (7 kW)
- Semi rápida (11 kW)
- Rápida (50 kW)
- Ultra rápida (120 – 150 kW)
- Transporte pesado (300 kW)

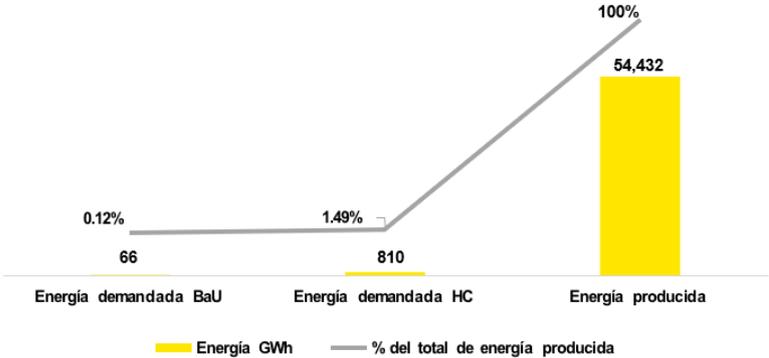
5.6.2.4. Potencia necesaria para el suministro de energía al parque de vehículos eléctricos.

La adopción de la movilidad eléctrica demandará un incremento de potencia en las redes de distribución de energía, lo que podría ocasionar problemas de congestión en las redes, el cual podría verse agravado en caso se implemente infraestructura de carga rápida.

Respecto al impacto en las redes de distribución, debe tenerse en cuenta la eficiencia de la batería del vehículo eléctrico según la categoría a la que pertenezca (vehículo liviano, buses y camiones), la relación del rendimiento de combustible en modo eléctrico (rendimiento equivalente) y la autonomía del vehículo.

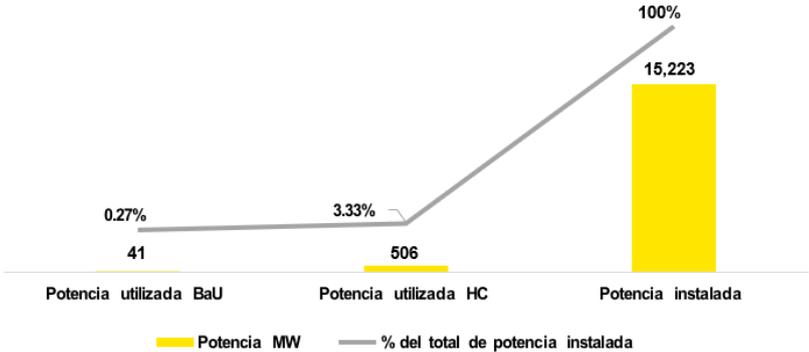
Según EY, 2021 al año 2030, la energía del parque automotor para el escenario BaU y High Case alcanzará los 0.12% y 1.49%, respectivamente, respecto a la potencia instalada para los escenarios antes indicados representará 0.27% y 3.33%, respectivamente. En las Figuras 5.3 y 5.4 se muestra la proyección de demanda de energía y potencia para el parque automotor enchufable al año 2030.

Figura N° 5.3. Demanda del parque automotor enchufable del año 2030 (GW.h)



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú, 2021

Figura N° 5.4. Potencia del parque automotor enchufable del año 2030 (MW)



Fuente: EY Perú, 2021. *Plan Nacional de Electromovilidad*
 Elaboración: EY Perú, 2021

5.6.2.5. Ubicación estimada de los puntos de carga en la ciudad de Lima

En este punto, buscamos cuantificar o dimensionar la infraestructura de carga pública necesaria en la ciudad de Lima para vehículos eléctricos; al año 2030 se tendrán 3 884 822 autos ligeros en total; de los cuales 84 899 serán autos eléctricos (EY PERÚ, 2021); de este total se estima que 59 429 (70%) autos eléctricos estarán circulando en la ciudad de Lima en el año 2030.

El despliegue de la infraestructura de carga; entre otros factores; es muy importante para la masificación de vehículos eléctricos en la ciudad de Lima; se implementará en función de las proyecciones de crecimiento de vehículos eléctricos.

Se debe tener en cuenta que cuantificar las estaciones de carga privadas es difícil debido a que no es posible rastrear la cantidad de cargadores nivel 1 (tomacorrientes residenciales) y nivel 2 instalados en propiedad privada o pública.

En el estudio de Global EV Outlook 2019 (IEA, 2019) asumen que en todos los países excepto China y Japón, cada VE tiene 1.1 cargadores privados (nivel 1 o nivel 2), ya sea en la casa o en el lugar de trabajo. Para el caso de China y Japón estimaron un cargador privado por cada 1.5 vehículos eléctricos.

En cuanto a la infraestructura de carga pública; la Directiva sobre Infraestructura de combustibles alternativos de la Unión Europea (EC, 2014); recomienda 1 estación de carga pública por cada 10 vehículos eléctricos.

Determinamos las cantidades de cargadores públicos, y se propone como lugares de instalación en los principales centros comerciales de la ciudad de Lima.

a) Cálculo de la cantidad de cargadores

Para poder calcular la cantidad de estaciones de carga pública tomando como referencia la proyección de crecimiento de vehículos eléctricos (EY, 2021), se toma como referencia la metodología usada en el estudio “Development of an assessment model for predicting public electric vehicle charging stations” (Viswanathan y otros, 2018).

Se consideran diferentes factores como la distancia promedio recorrida por día, autonomía de los EV, la capacidad de la batería y velocidad media, entre otros factores; se usa la siguiente fórmula que relaciona la cantidad de EV por estación de carga.

$$\frac{N}{L} = \frac{P_L * T_L}{\frac{B}{E} * D}$$

Donde:

L: Cantidad de puntos de carga

N: Cantidad de vehículos eléctricos

B: Capacidad de batería en kWh

E: Autonomía del EV en Km

D: Distancia promedio recorrida

P_L: Potencia promedio de las estaciones

T_L: Tiempo de uso efectivo de la estación de carga en horas

La capacidad promedio de batería es de 36kWh (dato de fabricante), la autonomía promedio es de 300km, la distancia recorrida promedio al día es de 20km

La potencia de las estaciones de carga será del tipo semirápida; siendo la potencia de 11kW la elegida para el análisis de la presente tesis.

El tiempo de carga es variable, pero la carga en estaciones públicas se realizará en horarios laborables y horas pico, los tiempos de uso efectivo de las estaciones de carga pueden ser de 4h, 6h y 12h, en el presente análisis se indica que los cargadores tendrán un uso efectivo de 12horas, siendo éste el tiempo de funcionamiento de los centros comerciales (10:00horas a 22:00horas)

Reemplazando los datos en la fórmula, se calcula la cantidad de vehículos por cargador de diferentes potencias; que se muestran a continuación en la Tabla N° 5.6 y Tabla N° 5.7.

Tabla N° 5.6. Cantidad de autos eléctricos puros por cargador

Distancia promedio (km)		Potencia cargador (kW)			
20		7	11	22	50
Horas efectivas de uso por día del cargador	4	12	18	37	83
	6	18	28	55	125
	12	35	55	110	250

Fuente: UPME, 2018.

Tabla N° 5.7. Cantidad de autos eléctricos híbridos por cargador

Distancia promedio (km)		Potencia cargador (kW)			
20		7	11	22	50
Horas efectivas de uso por día del cargador	4	7	11	22	50
	6	11	17	33	75
	12	21	33	66	150

Fuente: UPME, 2018.

En la siguiente Tabla N° 5.8 se muestra la cantidad de vehículos eléctricos livianos proyectados año a año hasta el 2030 (EY PERÚ, 2021)

Tabla N° 5.8. Proyección general de autos eléctricos puros e híbridos al año 2030

Categoría	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
BEV	103	396	903	2,043	3,874	7,080	12,127	20,306	32,955	52,543
PHEV	40	231	550	1,374	2,383	4,583	7,434	12,765	20,085	32,356
Total Evs	143	627	1453	3417	6257	11663	19561	33071	53040	84899

Fuente: EY PERÚ, 2021

Se considera que en Lima estarán el 70% de autos livianos de ésta proyección, además se debe considerar el incremento de vehículos eléctricos por disponibilidad de infraestructura (100%); con éstas cantidades se realizará el cálculo de la cantidad de estaciones de carga requeridas ante las proyecciones de autos eléctricos puros e híbridos (Véase Tabla N° 5.9 y Tabla N° 5.10).

Tabla N° 5.9. Proyección de autos eléctricos puros en la ciudad de Lima al año 2030

Categoría	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
BEV	103	396	903	2,043	3,874	7,080	12,127	20,306	32,955	52,543
Total Evs Lima (70%)	72	277	632	1430	2712	4956	8489	14214	23069	36780

Fuente: EY PERÚ, 2021

Tabla N° 5.10. Proyección de autos eléctricos híbridos en la ciudad de Lima al año 2030

Categoría	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
PHEV	40	231	550	1,374	2,383	4,583	7,434	12,765	20,085	32,356
Total Evs Lima (70%)	28	162	385	962	1668	3208	5204	8936	14060	22649

Fuente: EY PERÚ, 2021

En la siguiente Tabla N° 5.11 se presentan la cantidad de cargadores que se deben implementar año a año; según la proyección de crecimiento de autos eléctricos ligeros en la ciudad de Lima y el incremento por disponibilidad de infraestructura.

Tabla N° 5.11. Proyección de cargadores eléctricos en la ciudad de Lima al año 2030

Periodo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
cargadores de BEV + PHEV	3	7	15	33	61	111	187	314	506	807
Numero de Pedestales para BEV + PHEV	2	4	8	17	31	56	94	157	253	404

Fuente: EY PERÚ, 2021

En la evaluación de costos y condiciones para la operación de Cargadores de VE mostrados en la Tabla N° 5.12 se considera mas viable al cargador del tipo 2x11kW debido al tiempo de carga de 2 horas y que no se requerirá una inversión adicional por conexión eléctrica al considerar que serán instalados en los estacionamientos de los centros comerciales.

Tabla N° 5.12. Evaluación de Costos por Tipo de Cargador de VE

Costos(US\$)/Tipo cargador	Cargador 1x3.5kW	Cargador 1x7kW	Cargador 2x11kW	Cargador 2x22kW	Cargador 2x50kW	Cargador 2x150kW	Cargador 2x200kW
Costo cargador	1,010.63	1,114.58	2,983.72	2,820.69	16,554.46	23,132.46	38,554.46
Costo sistema eléctrico	700.00	750.00	800.00	900.00	95,300.00	95,300.00	95,300.00
Costo instalación y puesta en servicio	1,000.00	1,200.00	1,700.00	1,800.00	180,000.00	180,000.00	180,000.00
Total (US\$)	2,710.63	3,064.58	5,483.72	5,520.69	291,854.46	298,432.46	313,854.46
Condiciones para su Operación							
Tiempo de Carga	7 hr	3 hr	2 hr	1 hr	30 min	15 min	8 min
Necesidad de Suministro Eléctrico	Domiciliario BT	Domiciliario BT	Circuito en BT derivado de Instalación del Centro Comercial	Circuito en BT derivado de Instalación del Centro Comercial	Conexión en MT	Conexión en MT	Conexión en MT
Inversión en Suministro Eléctrico	250.00	250.00	-	-	5,000.00	5,000.00	5,000.00

Fuente: EvBOX, 2022; Electway Electric, 2022.

Elaboración: Grupo de Tesis

b) Ubicación proyectada de los puntos de carga.

La carga de los vehículos livianos en la ciudad de Lima; se podrá realizar en los siguientes lugares:

- Puntos de carga privados: con cargadores de 3kW y 7kW, ubicados en viviendas, edificios de oficinas y edificios multifamiliares: estos tipos de cargadores no forman parte del análisis de la presente tesis.
- Puntos de carga públicos: 11kW a 22kW; ubicados en los principales centros comerciales, en estacionamientos de servicio y en distintos estacionamientos, para nuestro análisis tomamos los cargadores de 11kW (1 pedestal está formado por 2 cargadores de 11kW) a ser implementados en los distintos centros comerciales de la ciudad de Lima.

5.6.2.6. Estimación de la inversión para realizar el despliegue de la infraestructura de carga.

Después de realizar la distribución estimada de puntos de carga por categoría; se puede cuantificar la inversión necesaria; identificamos tres tipos de costos:

- Costo del equipo de carga
- Costos de infraestructura eléctrica
- Costos de obras civiles
- Costos de montaje y puesta en servicio

La inversión total; se obtiene sumando el costo total (equipos y puesta en operación) de cada tipo de punto de carga y se multiplica por el total de puntos de carga en cada año hasta el 2030.

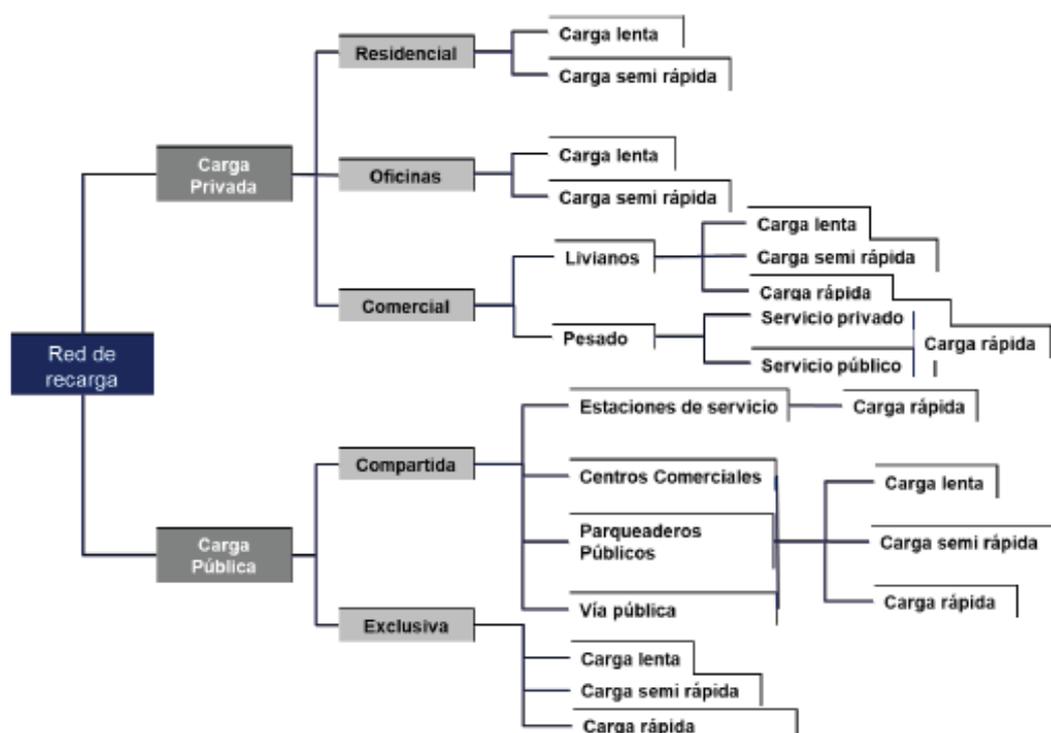
En el capítulo VI se presentará el costo unitario de suministros, instalación y puesta en servicio de puntos de carga de 2x11kW que son parte del análisis de la presente tesis.

5.6.2.7. Segmentación de la inversión pública y privada para el despliegue de la infraestructura de carga

La red de carga privada se implementará en residencias, oficinas y comercios; en el caso de la infraestructura de carga residencial es de uso exclusivo del propietario; la infraestructura en oficina es la que está dispuesta para cargar en estacionamientos de las empresas y de uso exclusivo para los empleados de la empresa. Los sistemas de carga comercial a cargo de empresas privadas o públicas que tienen sus estaciones de carga en sus estacionamientos para sus propias flotas de vehículos eléctricos, éstas no son de acceso público y por eso se consideran privadas.

La infraestructura de carga pública son las estaciones de carga que se encuentran abiertas al público en general y pueden ser compartidas. Los espacios compartidos son espacios que no son exclusivos para carga, sino para otros usos; como los centros comerciales que tienen el servicio de estacionamiento y a la vez el servicio de carga; y los espacios exclusivos son aquellos que son utilizados únicamente para carga, es decir son electrolíneas puras. Los tipos y lugares de carga se describen en la Figura N° 5.5; y la infraestructura de carga en los centros comerciales son parte de una red de carga pública compartida.

Figura N° 5.5. Sistema de carga públicos y privados



Fuente: UPME, 2018.

5.6.2.8. Estimación de posibles tarifas de carga

Establecemos las tarifas cada año, de acuerdo con la proyección de puntos de carga; la fijación de la tarifa del año 1 debe ser tal que garantice que en el año 8 se tenga más ingresos que gastos; y de esta manera el proyecto comience a pagarse solo.

Los ingresos de los primeros 8 años no generan beneficios, debido a que los costos de operación, consumo eléctrico, mantenimiento, alquiler de espacio para los puntos de carga; son mayores a los ingresos que se esperan obtener por brindar el servicio de carga en diferentes puntos.

Se propone que a través de un aporte de socios los primeros 8 años se cubran los gastos operativos y de ingresos por falta de demanda; después de este periodo de tiempo el negocio de sistemas de carga comenzará a ser sostenible.

5.6.2.9. Fuerza laboral para el despliegue de infraestructura de carga

El despliegue de la infraestructura de carga demandará mano de obra capacitada, por lo que se debe comenzar a desarrollar programas de formación en nuevas tecnologías y promover capacitaciones por parte de los fabricantes de la infraestructura de carga.

Al igual que se ha realizado la proyección de despliegue de infraestructura cada año, de igual manera se debe realizar una proyección de la cantidad de mano de obra calificada que se va a necesitar.

Se concluye que se debe estimar la cantidad de personal capacitado para la etapa de desarrollo de la infraestructura, y para la operación y mantenimiento de los puntos de carga.

5.6.3 Definición de los servicios esperados

Consiste que el adjudicatario construya y opere las estaciones de carga de vehículos eléctricos, para la atender la demanda proyectada hasta el año 2030.

5.6.4 Análisis de la demanda

La estimación de la demanda de vehículos electrificados al 2030, fue determinada por la consultora EY Perú, sobre la base de un modelamiento de escenarios en función al nivel de inversión del Estado, los cuales fueron denominados Business as Usual (BAU) y High Case (HC), nivel de baja y alta intervención respectivamente, los cuales a su vez fueron segregados por su categoría y tecnología.

Para el presenta caso, se considera los vehículos híbridos enchufables y eléctricos puros del escenario High Case.

CAPÍTULO VI. ESTRUCTURACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA DE LA APP

6.1. Estructuración Económica - Financiera

En el presente capítulo, pasaremos a detallar la estructura económica financiera del Proyecto de carga de vehículos eléctricos con el objetivo de minimizar el costo de financiamiento del proyecto y asegurar que sea financiable y que tenga la posibilidad de cumplir con las obligaciones del contrato.

En esta estructuración se combinarán opciones de financiamiento por parte de los accionistas (capital), toma de deuda y consideraciones que se listan a continuación en la Tabla N° 6.1:

Tabla N° 6.1. Supuestos para la estructura económica financiera

Supuestos	Valores	Descripción
Duración del proyecto	20 años	
Plazo de la concesión	20 años	
Tasa crecimiento de VE	Variable	Extraído de estudio EY Perú 2021, Plan Nacional de Electromovilidad
Costo de compra de energía	119.80 US\$/MWh	Costo de compra monómico en MT-tarifa MT 3
Precio de venta de energía	162.16 US\$/MWh	Precio de venta de energía en tarifa BT5
Tipo de cambio	3.7 S/ /US\$	Cambio al mes de mayo 2022-Sunat
Garantías	varios	Garantías de acuerdo a clausula de contrato
Costos de supervisión	19,722.97 US\$/año (1 a 5 años) 31,855.14 US\$/año (6 a 20 años)	
Gastos de administración	63,454.05 US\$/año (1 a 5 años) 126,908.11 US\$/año (6 a 20 años)	
Costo de Operación y mantenimiento	26,613.00 US\$/año 3,261.7US\$/(200 pedestales)	
Indice de variación del precio y costo de energía	2%	Indice de precio al consumidor (IPC)
Depreciación contable de pedestales de carga	10%	Equipo eléctrico-Sunat
Vida útil de los pedestales de carga	10 años	Dato de fabricante
Costo de alquiler de espacio para pedestales de carga	50 US\$/m ²	Precios de mercado
Impuesto a la renta	29.5%	Web Sunat
IGV	18%	Impuesto general a las ventas
Tasa préstamo a largo plazo	4.63%	Tasa Libor
Plazo del préstamo a largo plazo	10 años	Aplicado a la deuda por infraestructura

Tasa de préstamos a corto plazo	15.5%	Tasa comercial local
Plazo del préstamo a corto plazo	2 años	Aplicado a la deuda por capital de trabajo
Rrf	5.11%	Damodaran 2022
Boa	1.13	Damodaran 2022
Rm	11.82%	SyP al 2022
Riesgo país	1.79%	BCRP, promedio Agosto 2006-marzo 2022
Koa	14.48%	Tasa de descuento de negocio sin deuda; Damodaran 2022
Relación deuda capital (D/C)	0.59	Del mercado-estados financieros Enel X
tx	27.5%	Tasa de impuesto a la renta-Chile Enel X
Be	1.61	Beta apalancado
Ke	17.73%	
Kd	8.75	Dato Enel X.
WACC	14.4%	Costo promedio ponderado de capital
C/(D+C)	0.63	
D/(D+C)	0.37	

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.1 Proyección Anual de Ingresos

La proyección de ingresos será determina en línea con la proyección de la demanda de vehículos detallada en el punto 5.6.4. del capítulo anterior, y se resume en la Tabla N° 6.1

Tabla N° 6.1. Proyección Anual de Ingresos

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda de Vehículos eléctricos - B	72	277	632	1,430	2,712	4,956	8,489	14,214	23,069	36,780
Demanda de Vehículos eléctricos - P	6	32	77	192	334	642	1,041	1,787	2,812	4,530
Venta de Energía Total (MWh)	51	193	442	1,012	1,900	3,493	5,947	9,985	16,149	25,777
Tarifa (US\$ / MWh)	162	165	169	172	176	179	183	186	190	194
Ingresos (miles US\$)	8.24	31.95	74.65	174.22	333.57	625.37	1,085.96	1,859.90	3,068.36	4,995.63

Año	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Demanda de Vehículos eléctricos - B	36,780	36,780	36,780	36,780	36,780	36,780	36,780	36,780	36,780	36,780
Demanda de Vehículos eléctricos - P	4,530	4,530	4,530	4,530	4,530	4,530	4,530	4,530	4,530	4,530
Venta de Energía Total (MWh)	25,777	25,777	25,777	25,777	25,777	25,777	25,777	25,777	25,777	25,777
Tarifa (US\$ / MWh)	198	202	206	210	214	218	223	227	232	236
Ingresos (miles US\$)	5,095.54	5,197.45	5,301.40	5,407.43	5,515.58	5,625.89	5,738.41	5,853.18	5,970.24	6,089.64

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.2 Estimación de Inversiones

La inversión necesaria para el desarrollo del Proyecto se estima en US\$ 1 536 908 de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 6.2.

Tabla N° 6.2. Fuentes de Inversión

Fuentes de Inversión	Valor Actual US\$
Aporte de Socios (Mobiliario y activos fijos)	8,000
Aporte de Socios (Fondos de contingencia)	37,792
Aporte de Socios (Flujo Operativo)	572,739
Capital de Trabajo	28,055
Inversión en Infraestructura	1,259,725
Total Inversión (CAPEX)	1,906,310

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

Inversión en Infraestructura

Será necesario el despliegue de estaciones de carga en diferentes puntos de la ciudad, especialmente en centros comerciales, donde se dan las facilidades de acceso vehicular y se encuentran implementadas las obras civiles de estacionamientos y parqueo. El presupuesto que se presenta es para una estación de carga con dos cargadores modelo Business Line B3162-5001 para una capacidad de carga de 2x11 kW de capacidad. En la Tabla N° 6.3 se han considerado el presupuesto en lo concernientes a las instalaciones del sistema eléctrico, obras civiles y montaje.

Tabla N° 6.3. Costos por Pedestal de Carga (2 cargadores de carga por Pedestal)

COSTOS - ESTACION DE RECARGA MODELO BUSINESS LINE				Ubicación: Lima		
				Provincia: Lima		
				Departamento: Lima		
Proyecto: ESTACION DE CARGA				Efectuado por:		
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO (US \$)	P. PARCIAL (US \$)	SUB TOTAL (US \$)
1.0	EQUIPOS					2,945.69
1.1	Cargador Electrico Busines Line Modelo B3162-5001 2x11kW (3F-16A)	Und	1	2677.9	2,678	
1.2	Nacionalización y Transporte Transporte	Und.	10%		268	
2.0	SOFTWARE					54.46
	Pedestales Total al año 10			404		
	Sistame SCADA (total pedestales al año 10)	Und.	1.0	24.752	24.752	
	Software para evaluación y monitoreo (total pedestales al año 10)	Und.	1.0	29.703	29.703	
3.0	SISTEMA ELECTRICO					783.57
3.1	Interruptor de Proteccion 2x63A	Und.	1.0	68.85	69	
3.2	Cable 3 Ternas 40 mm2	m	12.0	3.22	39	
2.3	Terminal Tipo Ojo	Und.	2.0	1.200	2	
2.4	Gabinete Metalico	Und.	1.0	120	120	
2.5	Tubo Corrugado	m	12.0	5.6	67	
2.6	Sistema de puesta a tierra	Und.	1.0	486.49	486	
4.0	OBRAS CIVILES					200.00
3.1	Obras Civiles de la Estacion de Recarga- Bases	Und.	1.0	120.00	120	
3.2	Señalizaciones y carteles	Und.	1.0	80.00	80	
5.0	SUMINISTRO Y MONTAJE					1,500.00
4.1	Instalacion y Comisionamiento	Und.	1	1,500.00	1,500	
					SUB-TOTAL	5,483.72

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.3 Flujo de Inversiones (ampliación de la infraestructura)

Las inversiones en infraestructura (instalación de cargadores en pedestales) se estima que debe acompañar al aumento de la demanda de vehículos eléctricos, al identificarse que la proyección de la demanda de vehículos eléctricos que soliciten el servicio de carga en los primeros años es reducida, se ha considerado conveniente que la implementación de la infraestructura de los 404 pedestales de carga (dos cargadores por pedestal) se despliegue en 9 años bajo la consideración de que a una mayor disponibilidad de cargadores se incentivará el aumento de nuevos vehículos eléctricos, redundando en el servicio de carga eléctrica.

Tomando en cuenta que la obsolescencia de los equipos se presenta a los 10 años (La Monaca, 2018), se proyecta la renovación de los equipos de carga a medida que cumplan su periodo de vida útil. El flujo de inversiones de la infraestructura de carga de VE y su correspondiente reposición se detallan en la Tabla N° 6.4 siguiente:

Tabla N° 6.4. Flujo de Inversiones de Infraestructura (Pedestales de Carga)

Inversiones en Infraestructura	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad de pedestales a instalarse	10	-	20	20	25	-	20	157	152	10	-
Inversiones (US\$)	54,837	-	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-
Total Activos (US\$)	54,837	-	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-

Inversiones en Infraestructura	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Cantidad de pedestales a instalarse	20	20	25		20	157	152	10		20
Inversiones (US\$)	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-	109,674
Total Activos (US\$)	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-	109,674

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.4 Estimación de Costos de Operación y Mantenimiento

En este rubro se está considerando la habilitación de una estación centralizada de control a distancia que permita la gestión a tiempo real del servicio de carga, conexión y desconexión de los pedestales ubicados en las estaciones de carga, así como la previsión y alerta ante situaciones de interrupción del servicio.

Adicionalmente se estima el servicio de mantenimiento en dos niveles, el primer nivel de modo preventivo que se efectuará cada 6 meses y el segundo nivel de un mantenimiento mayor con una frecuencia de una vez por año.

Los servicios de Mantenimiento del primer y segundo nivel tendrán una capacidad operativa para atender un máximo de 200 pedestales, de acuerdo a la proyección de ampliación de infraestructura cuando se supere la capacidad operativa se habilitará nuevos grupos de mantenimiento con el fin de asegurar la operatividad del total de pedestales de carga (Ver Tabla N° 6.5)

Tabla N° 6.5. Estimación de Costos de Operación y Mantenimiento

Operación y Mantenimiento	COSTOS - ESTACION DE RECARGA MODELO BUSINESS LINE			Ubicación: Lima			
				Provincia: Lima			
Proyecto: ESTACION DE CARGA EN LA CIUDAD DE LIMA			Departamento: Lima				
Efectuado por:							
Costos de Operación (por mes)							
Costos permanente	Personal - mes	Turno	Gastos (S/.)	Precio unitario (S/.)	Total x mes (S/.)	Total x Año (S/.)	Costo adicional x Año x 200 pedestales (S/.) Eventual (S/.)
Operadores - Turno diurno	1	2	2,400.0	2,400.0	4,800.0		
Beneficios sociales (50% adicional)					2,400.0		
subtotal 1 (S/.)					7,200.0	86,400.0	
Mantenimiento menor (cada 6 meses)							
Costos permanente	Personal - mes	Turno	Gastos (S/.)	Precio unitario (S/.)	Total x mes (S/.)	Total x Año (S/.)	
Técnicos	1	1	2,000.0		2,000.0		
Artículos limpieza, mantenimiento y seguridad			720.0		720.0		
Movilización			2,740.0		2,740.0		
subtotal 2 (S/.)					5,460.0	10,920.0	10,920.0
Mantenimiento mayor (uno por año)							
Costos permanente	Personal - mes	Turno	Gastos (S/.)	Precio unitario (S/.)	Total x mes (S/.)	Total x Año (S/.)	
Técnico especialista	1	1	740.0		740.0		
Repuestos varios			198.2		198.2		
Movilización			210.0		210.0		
subtotal 3 (S/.)					1,148.2	1,148.2	1,148.2
Total OyM (S/.)						98,468.2	12,068.2
Total OyM (USD)						26,613.0	3,261.7

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.5 Estimación de montos de depreciación de activos

Se considera una depreciación lineal de 10 años para los pedestales de carga (dos cargadores por pedestal), que en base al despliegue de la infraestructura a lo largo de los primeros 9 años y posterior reposición por obsolescencia luego de 10 años de vida útil (La Monaca, 2018), obteniéndose una distribución de la depreciación anual según la Tabla N° 6.6 siguiente:

Tabla N° 6.6. Estimación de Montos de Depreciación

Inversión (US\$)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
54,837	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
109,674			10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967
109,674				10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967
137,093					13,709	13,709	13,709	13,709	13,709	13,709
-										
109,674							10,967	10,967	10,967	10,967
860,944								86,094	86,094	86,094
833,525									83,353	83,353
54,837										5,484
Depreciación Anual (US\$)	5,484	5,484	16,451	27,419	41,128	41,128	52,095	138,190	221,542	227,026

Inversión (US\$)	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
109,674	10,967	10,967								
109,674	10,967	10,967	10,967							
137,093	13,709	13,709	13,709	13,709						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
109,674	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967				
860,944	86,094	86,094	86,094	86,094	86,094	86,094	86,094			
833,525	83,353	83,353	83,353	83,353	83,353	83,353	83,353	83,353		
54,837	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	5,484	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
109,674		10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967
109,674			10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967	10,967
137,093				13,709	13,709	13,709	13,709	13,709	13,709	13,709
-										
109,674						10,967	10,967	10,967	10,967	10,967
860,944							86,094	86,094	86,094	86,094
833,525								83,353	83,353	83,353
54,837									5,484	5,484
-										
109,674										
Depreciación Anual (US\$)	221,542	232,510	232,510	235,252	221,542	232,510	307,637	304,895	227,026	221,542

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.6 Estimación de Costos administrativos

Se considerará la implementación de un staff de administración liderado por una gerente general, un administrador, un jefe técnico y un asistente, así como los costos correspondientes. Se estima un monto en un primer periodo del año 1 al año 5 por US\$ 63 40454.05 y por el periodo restante del año 6 al año 20 de US\$ 126 908.11, costos administrativos detallados en la Tabla N° 6.7 siguiente:

Tabla N° 6.7. Estimación de Costos de Administración

Administración	COSTOS - ESTACION DE RECARGA MODELO BUSINESS LINE			Ubicación: Lima			
				Provincia: Lima			
Departamento: Lima				Efectuado por:			
Proyecto: ESTACION DE CARGA EN LA CIUDAD DE LIMA							
Gastos Administrativos - Personal							
personal:	Personal - mes	Turno	Gastos (S/.)	Precio unitario (S/.)	Total x mes (S/.)	Total S/. (1 a 5 Años)	Total S/. (6 a 20 Años)
gerente	1	1	12,000.0		12,000.0		
administrador	1	1	3,200.0		3,200.0		
jefe técnico	1	1	3,000.0		3,000.0		
asistente	1	1	1,800.0		1,800.0		
Beneficios sociales (50% adicional)					10,000.0		
total personal (S/.)					30,000.00	180,000.0	360,000.0
Gastos Administrativos - Generales							
personal:	Unidad	Cantidad	Gastos (S/.)	Precio unitario (S/.)	Total x mes (S/.)	Total S/. (1 a 5 Años)	Total S/. (6 a 20 Años)
Alquiler oficina	Unidad	1	3,700.0		3,700.0		
Comunicación (radios y celulares + internet)	Global	1	400.0		400.0		
Seguros (robo e incendio)	Unidad	1	370.0		370.0		
Mantto. Equipos de Oficina, varios	Global	1	80.0		80.0		
Marketing y Publicidad (Merchandising)	Global	1	1,000.0		1,000.0		
Apoyo Contable	Unidad	1	800.0		800.0		
Movilidad	Unidad	1	150.0		150.0		
Capacitación de personal	Global	1	300.0		1,800.0		
Gastos administrativos (10%)					830.0		
subtotal 4 (S/.)					9,130.0	54,780.0	109,560.0
Total Gastos administrativos (S/.)						234,780.00	469,560.00
Total Gastos administrativos (USD)						63,454.05	126,908.11

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.7 Análisis de financiamiento

Las fuentes de financiamiento que se consideran para el Proyecto, son las siguientes:

- Capital aportado por los Socios: US\$ 618 530
- Capital de Trabajo (préstamo a corto plazo) US\$ 28 055
- Infraestructura (préstamo a largo plazo) US\$ 1 259 725

El préstamo a largo plazo para el financiamiento de los US\$ 1 259 725 (valor actual) en infraestructura se efectuará a través del “Fondo para una Tecnología Limpia” (CTF en sus siglas en inglés) que ofrece el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a una tasa libor anual de 4.96% a 10 años, préstamos ofrecidos para contribuir a la descarbonización y la reducción de la contaminación en el sector de transporte, así como de incrementar la eficiencia energética, y en consecuencia, la productividad. En la Table N° 6.8 se muestra el flujo de préstamos requeridos en años específicos.

Tabla N° 6.8. Flujo de préstamo por Infraestructura

Año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Préstamo en Infraestructura US\$	54,837	-	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-
Total inversiones	54,837	-	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-

Año	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Préstamo en Infraestructura US\$	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-	109,674
Total inversiones	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-	109,674

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

El préstamo a corto plazo para los US\$ 28 055 (valor actual) en capital de trabajo se concretará con una entidad financiera local a una tasa anual de 15.5% a 2 años; de acuerdo a Tabla N° 6.9

Tabla N° 6.9. Flujo de préstamo por Capital de Trabajo

Año	0	1	2	3	4	5
Préstamo en Capital de Trabajo US\$	8,888	8,397	7,580	5,529	2,193	2,138
Total inversiones	8,888	8,397	7,580	5,529	2,193	2,138

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.8 Mecanismos de recuperación de la inversión

Para el retorno de la inversión por la implementación del servicio de carga de vehículos eléctricos se ha establecido cobrar por el servicio de carga, que con el fin de presentar un nivel de competitividad en relación al costo que consideraría un usuario de vehículo eléctrico de preferir la carga en su domicilio, el precio se establecerá en 162.16 US\$/MWh (precio del costo de energía eléctrica domiciliario con tarifa BT5), precio que será actualizada por la variación del índice del precio al consumidor (IPC = 2%).

Correspondientemente, el costo que se estima para la adquisición de la energía eléctrica, se estima un costo de 119.8 US\$/MWh (precio monómico de la energía eléctrica en Media Tensión de tarifa MT3).

6.1.9 Estructuración económico financiero

6.1.9.1. Estimación de la cuenta de Pérdidas y Ganancias

Para la cuenta de pérdidas y ganancias se considerará todos los gastos incluyendo los costos de depreciación de activos fijos (infraestructura) e intereses por la deuda contraída. El resultado contable se muestra en la Tabla N° 6.10.

Tabla N° 6.10. Cuenta de Pérdidas y Ganancias

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Venta de energía - (US\$)	8,240	31,949	74,652	174,224	333,566	625,372	1,085,957	1,859,904	3,068,361	4,995,630	5,095,542	5,197,453	5,301,402	5,407,430	5,515,579	5,625,890	5,738,408	5,853,176	5,970,240	6,089,645		
Ingreso por aporte de socios (US\$)	144,304	148,235	158,757	143,740	127,008	125,801	30,404	34,923														
Ingreso recuperación de activos (año 20)																						1,149,936
Costo de compra de Energía (US\$)	6,088	23,603	55,150	128,711	246,428	462,004	802,269	1,374,035	2,266,803	3,690,605	3,764,417	3,839,705	3,916,499	3,994,829	4,074,726	4,156,220	4,239,345	4,324,131	4,410,614	4,498,826		
Costo de Operación y Mantenimiento (US\$)	27,113	27,113	28,113	29,113	30,363	30,363	31,363	42,475	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	
Saldo deuda (amortización e intereses - año 20)																						1,096,718
Utilidad Bruta (US\$)	119,344	129,468	150,145	160,140	183,783	258,806	282,729	478,317	748,222	1,251,689	1,277,789	1,304,412	1,331,567	1,359,265	1,387,517	1,416,334	1,445,727	1,475,708	1,506,289	1,590,700		
Gastos Administrativos	#	83,177	83,396	83,616	83,671	83,451	159,013	160,734	162,182	160,570	158,903	159,013	159,232	159,287	159,067	159,013	160,734	162,182	160,570	158,903	159,069	
Depreciación		5,484	5,484	16,451	27,419	41,128	41,128	52,095	138,190	221,542	227,026	221,542	232,510	232,510	235,252	221,542	232,510	307,637	304,895	227,026	221,542	
Utilidad Operativa (US\$)	##	30,683	40,588	50,078	49,051	59,204	58,665	69,899	177,945	366,110	865,760	897,234	912,670	939,770	964,946	1,006,962	1,023,090	975,908	1,010,244	1,120,360	1,210,089	
Utilidad antes de Impuestos e Intereses (US\$)	##	30,683	40,588	50,078	49,051	59,204	58,665	69,899	177,945	366,110	865,760	897,234	912,670	939,770	964,946	1,006,962	1,023,090	975,908	1,010,244	1,120,360	1,210,089	
Intereses		3,919	4,378	9,073	12,574	17,403	15,786	18,813	56,291	89,352	82,982	73,455	68,888	63,463	59,057	47,938	42,189	70,312	94,043	82,982	73,455	
Utilidad antes de Impuestos (US\$)	##	26,764	36,211	41,005	36,477	41,801	42,879	51,086	121,653	276,757	782,778	823,779	843,782	876,307	905,889	959,024	980,901	905,596	916,200	1,037,378	1,136,634	
Impuestos sobre la renta		7,895	10,682	12,097	10,761	12,331	12,649	15,070	35,888	81,643	230,919	243,015	248,916	258,511	267,237	282,912	289,366	267,151	270,279	306,027	335,307	
Utilidad Neta (miles US\$)	19	26	29	26	29	30	36	86	195	552	581	595	618	639	676	692	638	646	731	801		

Fuente: Estimaciones de Pérdidas y Ganancias – Documento de Tesis
 Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.9.2. Flujo de Caja (Cash Flow)

En la estimación del flujo de caja (Cash Flow) se consideran todos los ingresos y salidas efectivas de dinero; no se considerará la depreciación al ser este un monto contable. El resultado se muestra en la Tabla N° 6.11.

Tabla N° 6.11. Flujo de Caja (Cash Flow)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Venta de energía - (US\$)		8,240	31,949	74,652	174,224	333,566	625,372	1,085,957	1,859,904	3,068,361	4,995,630	5,095,542	5,197,453	5,301,402	5,407,430	5,515,579	5,625,890	5,738,408	5,853,176	5,970,240	6,089,645	
Préstamo Capital de Trabajo	8,888	8,397	7,580	5,529	2,193	2,138	-	30,404	34,923	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,263,230	
Aporte de socios (capital operativo)		144,304	148,235	158,757	143,740	127,008	125,801	30,404	34,923													
Ingreso recuperación de activos (año 20)																						1,149,936
Ingresos Total (US\$)	8,888	160,941	187,764	238,938	320,157	462,712	751,173	1,146,764	1,929,749	3,068,361	4,995,630	5,095,542	5,197,453	5,301,402	5,407,430	5,515,579	5,625,890	5,738,408	5,853,176	5,970,240	8,502,810	
Costo de compra de Energía (US\$)		6,088	23,603	55,150	128,711	246,428	462,004	802,269	1,374,035	2,266,803	3,690,605	3,764,417	3,839,705	3,916,499	3,994,829	4,074,726	4,156,220	4,239,345	4,324,131	4,410,614	4,498,826	
Costo de Operación y Mantenimiento (US\$)		27,113	27,113	28,113	29,113	30,363	30,363	31,363	42,475	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336
Gastos Administrativos	110	83,177	83,396	83,616	83,671	83,451	159,013	160,734	162,182	160,570	158,903	159,013	159,232	159,287	159,067	159,013	160,734	162,182	160,570	158,903	159,069	
Amortización de Deuda		8,559	13,301	21,745	27,297	36,416	39,205	48,770	119,469	192,423	205,768	208,320	226,836	232,261	240,155	233,837	253,535	320,965	293,746	205,768	208,320	
Intereses		3,919	4,378	9,073	12,574	17,403	15,786	18,813	56,291	89,352	82,982	73,455	68,888	63,463	59,057	47,938	42,189	70,312	94,043	82,982	73,455	
Impuestos sobre la renta		7,895	10,682	12,097	10,761	12,331	12,649	15,070	35,888	81,643	230,919	243,015	248,916	258,511	267,237	282,912	289,366	267,151	270,279	306,027	335,307	
Saldo deuda (amortización e intereses - año)																						1,096,718
Desembolsos Total (US\$)	110	136,752	162,473	209,794	292,127	426,393	719,020	1,077,019	1,790,340	2,844,128	4,422,513	4,501,555	4,596,913	4,683,357	4,773,682	4,851,762	4,955,381	5,113,291	5,196,106	5,217,630	6,425,031	
Total Cash Flow (miles US\$)	8.8	24.2	25.3	29.1	28.0	36.3	32.2	69.7	139.4	224.2	573.1	594.0	600.5	618.0	633.7	663.8	670.5	625.1	657.1	752.6	2,077.8	

Fuente: Estimaciones de Flujo de Caja – Documento de Tesis
Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.9.3. Flujo de caja económico del Proyecto

En la estimación del flujo de caja económico se estima las entradas y salidas netas de dinero que tiene el proyecto en un período de 20 años. Los flujos de caja económico resultante muestra la capacidad de operativa del Proyecto de cubrir sus costos operativos sin considerar endeudamiento, pero es oportuno identificar que en los primeros 8 años es necesario el aporte de capital social operativo por un valor actual de US\$ 572 739 debido a que la demanda por el servicio de carga es reducida, situación que no permite cubrir los costos de compra de energía, de operación y mantenimiento, así como los de administración. El resultado final se muestra en la Tabla N° 6.12.

Se resalta que con el ingreso debido al aporte de socios en los 8 primeros años, el resultado económico obtiene un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento Tkoa del 14.48% (tasa estimada para el sector), identificándose que operativamente y sin financiamiento el Proyecto se encuentra en capacidad de cubrir sus costos operativos.

$$\text{VANe} = \text{US\$ 16 079} \quad \text{TIRe} = 14.56 \%$$

Tabla N° 6.12. Flujo de Caja Económico

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Venta de energía - (US\$)		8,240	31,949	74,652	174,224	333,566	625,372	1,085,957	1,859,904	3,068,361	4,995,630	5,095,542	5,197,453	5,301,402	5,407,430	5,515,579	5,625,890	5,738,408	5,853,176	5,970,240	6,089,645		
Ingreso por aporte de socios		144,304	148,235	158,757	143,740	127,008	125,801	30,404	34,923														
Ingreso recuperación de activos (año 20)																						1,149,936	
Costo de compra de Energía (US\$)		6,088	23,603	55,150	128,711	246,428	462,004	802,269	1,374,035	2,266,803	3,690,605	3,764,417	3,839,705	3,916,499	3,994,829	4,074,726	4,156,220	4,239,345	4,324,131	4,410,614	4,498,826		
Tarifa Eléctrica de Compra (US\$/MWh)		119.8	122.2	124.6	127.1	129.7	132.3	134.9	137.6	140.4	143.2	146.0	149.0	151.9	155.0	158.1	161.2	164.5	167.7	171.1	174.5		
Costo de Operación y Mantenimiento (US\$)		27,113	27,113	28,113	29,113	30,363	30,363	31,363	42,475	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336	53,336		
Utilidad Bruta (US\$)		119,344	129,468	150,145	160,140	183,783	258,806	282,729	478,317	748,222	1,251,689	1,277,789	1,304,412	1,331,567	1,359,265	1,387,517	1,416,334	1,445,727	1,475,708	1,506,289	2,687,418		
Gastos Administrativos	110	83,177	83,396	83,616	83,671	83,451	159,013	160,734	162,182	160,570	158,903	159,013	159,232	159,287	159,067	159,013	160,734	162,182	160,570	158,903	159,069		
Depreciación		5,484	5,484	16,451	27,419	41,128	41,128	52,095	138,190	221,542	227,026	221,542	232,510	232,510	235,252	221,542	232,510	307,637	304,895	227,026	221,542		
Saldo deuda (amortización e intereses - año 20)																						1,096,718	
Utilidad Operativa (US\$)	-	110	30,683	40,588	50,078	49,051	59,204	58,665	69,899	177,945	366,110	865,760	897,234	912,670	939,770	964,946	1,006,962	1,023,090	975,908	1,010,244	1,120,360	1,210,089	
Impuestos sobre la renta		9,051	11,974	14,773	14,470	17,465	17,306	20,620	52,494	108,002	255,399	264,684	269,238	277,232	284,659	297,054	301,811	287,893	298,022	330,506	356,976		
Utilidad Neta (US\$)	-	110	21,631	28,615	35,305	34,581	41,739	41,359	49,279	125,451	258,107	610,361	632,550	643,432	662,538	680,287	709,908	721,278	688,015	712,222	789,854	853,113	
Depreciación		5,484	5,484	16,451	27,419	41,128	41,128	52,095	138,190	221,542	227,026	221,542	232,510	232,510	235,252	221,542	232,510	307,637	304,895	227,026	221,542		
Flujo de Caja (US\$)	-	110	27,115	34,098	51,756	62,000	82,867	82,487	101,374	263,641	479,650	837,387	854,092	875,942	895,048	915,538	931,450	953,788	995,652	1,017,117	1,016,880	1,074,655	
Total Inversiones	1,887,143	8,397	7,580	5,529	2,193	2,138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	113,294	
Gastos Preoperativos																							
Inversión Infraestructura	1,259,725																						
Aporte de Socios para Activos fijos	8,000																						
Aporte de Socios - Fondos de Contingen	37,792																						
Aporte de Socios - Capital Social	572,739																						
Capital de Trabajo	8,888	8,397	7,580	5,529	2,193	2,138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	113,294	
Reserva de deuda - Otros																							
Flujo de Caja Económico S/Perpet. -	1,887,253	18,718	26,518	46,227	59,807	80,729	82,487	101,374	263,641	479,650	837,387	854,092	875,942	895,048	915,538	931,450	953,788	995,652	1,017,117	1,016,880	1,187,949		
Tkoa																						14.48%	
TIRe																							14.56%
VANe																							16,079.09

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.9.4. Flujo financiero del Proyecto

En la estimación del flujo de caja financiero se estima las entradas y salidas netas de dinero que tiene el proyecto en un período de 20 años. Los flujos de caja financiero resultante muestra la capacidad de operativa del Proyecto de cubrir sus costos operativos considerando adicionalmente el endeudamiento por la implementación de la infraestructura y capital de trabajo. El resultado se muestra en la Tabla N° 6.13.

Se resalta que del resultado financiero se obtiene un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento T del 14.40% (wacc estimada para el Proyecto, considerando como referencia los Estados Financieros ENELX), identificándose que operativamente con financiamiento el Proyecto se encuentra en capacidad de cubrir sus costos operativos y de endeudamiento:

$$\text{VANf} = \text{US\$ } 913\,243.8 \qquad \text{TIRf} = 22.96 \%$$

Asimismo, de la evaluación financiera de la capacidad de endeudamiento del Proyecto, en función de la estructura económica se identifica una capacidad de cobertura de endeudamiento mayor a 1.5 desde el primer año de operaciones.

Tabla N° 6.13. Flujo de Caja Financiero

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Utilidad antes de Impuestos e Intereses (US\$)	-	110	30,683	40,588	50,078	49,051	59,204	58,665	69,899	177,945	366,110	865,760	897,234	912,670	939,770	964,946	1,006,962	1,023,090	975,908	1,010,244	1,120,360	1,210,089
Intereses		3,919	4,378	9,073	12,574	17,403	15,786	18,813	56,291	89,352	82,982	73,455	68,888	63,463	59,057	47,938	42,189	70,312	94,043	82,982	73,455	
Utilidad antes de Impuestos (US\$)	-	110	26,764	36,211	41,005	36,477	41,801	42,879	51,086	121,653	276,757	782,778	823,779	843,782	876,307	905,889	959,024	980,901	905,596	916,200	1,037,378	1,136,634
Impuestos sobre la renta		7,895	10,682	12,097	10,761	12,331	12,649	15,070	35,888	81,643	230,919	243,015	248,916	258,511	267,237	282,912	289,366	267,151	270,279	306,027	335,307	
Utilidad Neta (US\$)	-	110	18,868	25,529	28,909	25,716	29,470	30,230	36,016	85,766	195,114	551,858	580,764	594,867	617,796	638,652	676,112	691,535	638,445	645,921	731,352	801,327
Depreciación		5,484	5,484	16,451	27,419	41,128	41,128	52,095	138,190	221,542	227,026	221,542	232,510	232,510	235,252	221,542	232,510	307,637	304,895	227,026	221,542	
Amortización de Deuda		8,559	13,301	21,745	27,297	36,416	39,205	48,770	119,469	192,423	205,768	208,320	226,836	232,261	240,155	233,837	253,535	320,965	293,746	205,768	208,320	
Inversiones infraestructura + Capital de Trabajo	1,887,143	8,397	7,580	5,529	2,193	2,138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	113,294
Deuda	1,268,613	8,397	7,580	5,529	2,193	2,138	-	-	54,837	-	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525	54,837	-	-	-	219,349
Flujo Financiero	- 618,640	15,793	17,711	23,615	25,838	34,181	32,153	39,341	104,486	279,071	573,117	703,661	710,214	755,138	633,749	773,491	1,531,453	1,458,643	711,907	752,610	1,147,192	
Escudo Tributario		1,156	1,291	2,676	3,709	5,134	4,657	5,550	16,606	26,359	24,480	21,669	20,322	18,722	17,422	14,142	12,446	20,742	27,743	24,480	21,669	
Flujo de Caja Economico	-1,887,253	18,718	26,518	46,227	59,807	80,729	82,487	101,374	263,641	479,650	837,387	854,092	875,942	895,048	915,538	931,450	953,788	995,652	1,017,117	1,016,880	1,187,949	
Flujo de Deuda (incluye Escudo Tributario)	1,268,613	- 2,926	- 8,807	- 22,613	-33,970	-46,548	-50,334	- 62,033	-159,155	- 200,579	- 264,270	- 150,431	- 165,728	- 139,910	- 281,790	- 157,959	577,665	462,991	- 305,209	- 264,270	- 40,757	
Flujo Financiero o Accionista	- 618,640	15,793	17,711	23,615	25,838	34,181	32,153	39,341	104,486	279,071	573,117	703,661	710,214	755,138	633,749	773,491	1,531,453	1,458,643	711,907	752,610	1,147,192	
Factor de Cobertura		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.70	2.90	3.03	2.96	3.03	3.06	3.31	3.23	2.54	2.62	3.52	4.22	

TIRe	14.56%	14.48%
VANe	16,079	

TIRf	22.96%	14.40%
VANf	913,243.8	

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.9.5. Equilibrio económico financiero

Como se detalla en el punto 6.1.9.4. del flujo financiero del Proyecto, al presentarse una proyección de demanda reducida del servicio en los primeros 8 años, se estima el punto de equilibrio en la que operativamente se cubren los costos totales del Proyecto entre el año 6 y año 7 de operaciones. De la gráfica N° 6.1. se idéntica que con 6 425 servicios de carga (vehículos BEV y PHEV) se alcanza un equilibrio económico de US\$ 714 958.63.

6.1.9.6. Análisis de Sensibilidad

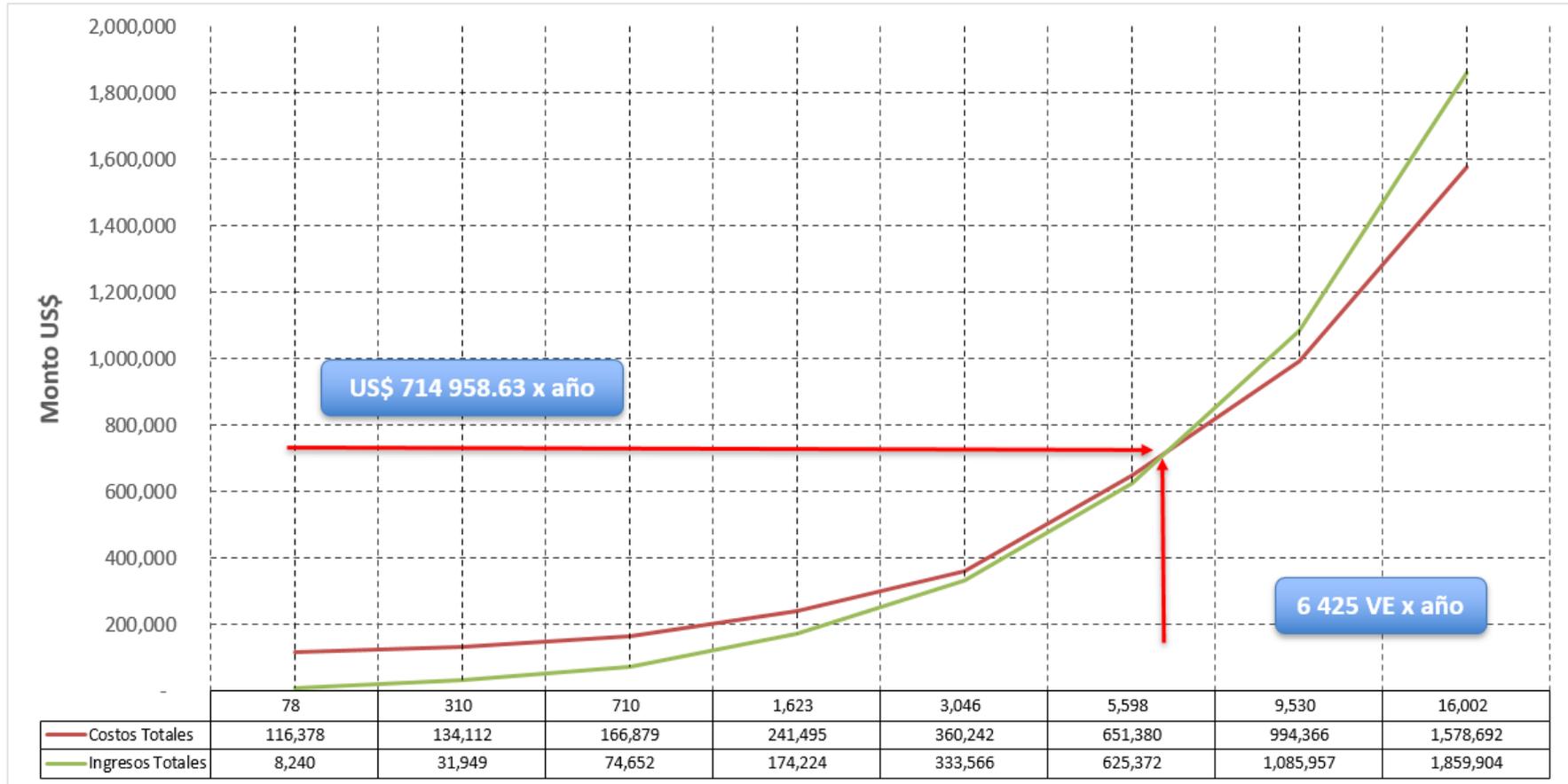
El nivel de sensibilidad del Proyecto se evalúa considerando tres escenarios, un nivel bajo de – 38.8% de la demanda esperada, escenario BAU; una demanda esperada a un nivel High Case y un nivel Alto con una demanda de + 45% respecto a la demanda esperada. Las variaciones de los indicadores financieros se muestran en la Tabla N° 6.14 siguiente:

Tabla N° 6.14. Análisis de Sensibilidad

	ESCENARIOS		
	BAJO BAU	ESPERADO HIGH CASE	ALTO
Demanda al año 10 BEV	14,247	36,780	53,331
Demanda al año 10 PHEV	1,783	4,530	6,568
Venta de Energía al año 10 BEV (GWh)	8.9	23.0	33.3
Venta de Energía al año 10 PHEV (GWh)	1.8	2.8	4.1
Variación de demanda	-38.8%	0%	45.0%
Incremento de demanda x Infraestructu	100.0%	100%	190.0%
Preferencia de Carga BEV	50%	50%	50%
Preferencia de Carga PHEV	10%	10%	10%
Aporte de Socios Capital Social - (US\$)	1,344,888	618,530	662,801
Préstamo x Capital de Trabajo (US\$)	37,835	28,055	23,720
Préstamo x Infraestructura (US\$)	523,587	1,259,725	1,841,829
CAPEX (US\$)	1,906,310	1,906,310	2,528,350
Variación (%)	0.00%	0.00%	32.63%
Koa	14.48%	14.48%	14.48%
TIRe	8.50%	14.56%	15.88%
VANe (US\$)	- 570,145	16,079	397,324
Wacc	14.40%	14.40%	14.40%
TIRf	11.0%	22.96%	26.9%
VANf (US\$)	- 217,189	913,244	1,694,597
Deuda	29%	68%	74%
Capital	71%	32%	26%
Factor de Cobertura (7mo. Año)	1.0	1.50	1.29

Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

Figura N° 6.1. Estimación del Punto de Equilibrio



Fuente y Elaboración: Grupo de Tesis

6.1.10 Análisis, Asignación y Mecanismo de mitigación de Riesgos

La identificación, asignación y mitigación de riesgos es muy importante en la estructuración de un proyecto de APP. Se debe evaluar el riesgo que se transfiere al privado y el que asume el sector público.

Analizaremos los diferentes riesgos políticos, económicos, sociales, tecnológicos y ambientales que inciden en la implementación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos ligeros e indicaremos el mecanismo de mitigación según las diferentes probabilidades e impactos de riesgo.

Se identificó los riesgos que puedan ocurrir durante el despliegue de la infraestructura de carga en las etapas de diseño y construcción y en la etapa de operación y mantenimiento.

Se realizó un análisis cualitativo de riesgos para valorar su probabilidad de ocurrencia e impacto en el despliegue de la infraestructura de carga. Los riesgos se clasifican en función a su alta, moderada o baja prioridad.

En la Tabla N° 6.15 se determinó las acciones y planes de intervención a seguir para evitar, mitigar, transferir o aceptar todos los riesgos identificados.

Tabla Nº 6.15. Evaluación, asignación y mitigación de los riesgos del Proyecto

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A	
				Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador
Etapas de Diseño y Construcción	1. Diseño	Errores o deficiencias que repercutan en el costo o calidad de la infraestructura, nivel de servicio y que puedan provocar retrasos en la ejecución de obra o variar las especificaciones establecidas por el concedente.	Alta Prioridad		X			Revisión crítica de la documentación. Bases del concurso con información técnica del proyecto, plazos razonables para su evaluación y otorgamiento de la posibilidad de modificaciones al concesionario.		X
	2. Construcción	Eventos que generan sobrecostos y sobreplazos durante el periodo de construcción, los cuales se pueden originar por diferentes aspectos.	Baja Prioridad			X		Firma de un contrato de construcción a precio y plazo cerrado con un tercero constructor mediante contrato EPC (Engineering, Procurement and Construction). Contratación de paquete de seguros, con coberturas de construcción y operación.		X
	3. Expropiación de terrenos	N.A.								
	4. Geológicos	N.A.								
	5. Ambientales	Incumplimiento de la normativa ambiental y de las medidas correctoras definidas en la aprobación de los estudios ambientales.	Prioridad Moderada		X			Se deben adecuar los procesos y métodos constructivos para que la afección ambiental sea mínima y esté dentro		X

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
				ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A	
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador
								de los parámetros impuestos.		
	6.Arqueológicos	N.A.								
	7.Obtención de permisos y licencias	Riesgo de no obtención de permisos y licencias que deben ser expedidas por las instituciones u organismos públicos distintos al concedente y que es necesario obtener antes del inicio de las obras de construcción (licencia ambiental, plan de desvíos, etc.).	Prioridad Moderada	X				Se debe solicitar a los postores en la propuesta técnica un plan de trabajo que identifique el cumplimiento de dichas diligencias.		X
	8.Infraestructura existente transferida al privado	N.A.								
	9.Por inversiones adicionales	Cualquier adición o modificación solicitada que implique modificaciones en las inversiones u obras podrán suponer un sobrecosto de obra o un plazo mayor al preestablecido.	Prioridad Moderada	X				Se ejecute un análisis detallado de las necesidades del concedente en la fase de formulación.	X	
	10. Por terminación anticipada del contrato	Por incumplimiento o resolución unilateral del concedente. Riesgo de terminación anticipada por	Prioridad Moderada		X			Cláusulas adecuadas en el contrato según las causales con mecanismo de cálculo del resarcimiento.	X	X

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
				ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A	
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador
		incumplimiento del concesionario.								
	11. Financiamiento	Imposibilidad de negociación y firma de un contrato de financiamiento del proyecto en el plazo previsto en el contrato de concesión.	Alta Prioridad	X				Las bases de la propuesta deben contener los parámetros financieros de precalificación que se fijan para que los postores puedan demostrar capacidad financiera suficiente para soportar los requerimientos de capital de un proyecto.	X	
	12. Inflación/variación de precios	Cuando en la etapa de construcción el principal efecto de la inflación recae sobre los precios de insumos, generando un sobrecosto de construcción.	Prioridad Moderada			X		Celebración de un contrato de construcción a precio y plazo cerrado con su contratista.	X	
	13. Tasa de interés	Consiste en el efecto derivado de las variaciones e incremento en las tasas de interés	Prioridad Moderada	X				El inversionista y el operador pueden solicitar que el financiamiento se realice a tasa fija. Se debe contar con asesoramiento financiero que permita identificar la viabilidad entre	X	

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS							
				ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A		
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador	
									asumir el costo de un intercambio de tasa de interés o tomar financiamiento variable.		
	14. Tipo de cambio	Consiste en el efecto económico a consecuencia de las fluctuaciones del precio del dólar y la devaluación de la moneda local	Prioridad Moderada			X			El inversionista y el operador deben realizar análisis y estudios que permitan determinar el efecto de la tasa de cambio sobre la remuneración acordada. Con relación al mantenimiento con los fabricantes, se debe solicitar el servicio en moneda local y se debe acordar dentro del contrato del servicio el indexador a emplear, puede ser el IPC.	X	X
	15. Derivados de eventos de fuerza mayor	Riesgos no imputables a ninguna de las partes causados por impactos de un evento de fuerza mayor.	Prioridad Moderada			X			El contrato debe establecer contratación obligatoria de seguros para cubrir el máximo asegurable.	X	X

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
				ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A	
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador
	16. Por cambios regulatorios y normativos	Efecto económico causado por la necesidad de actualizar las infraestructuras de carga instaladas según la normativa o estándar que entre a regir	Baja Prioridad			X		La implementación de regulación sobre infraestructuras de cargas corresponde a la estandarización de los cargadores para carga pública. Las infraestructuras de carga propuestas en este análisis serán ubicada en centros comerciales. El inversionista debe asegurarse que la instalación de la infraestructura de carga es realizada por una empresa certificada bajo la norma nacional para instalaciones eléctricas.	X	X
	17. Accidentes de construcción y daños a terceros	Posibilidad de producción de accidentes directamente en las actividades vinculadas a la construcción.	Alta Prioridad		X			Contratación de seguros, plan sólido y adecuado plan de construcción.		X
Eta de Operación y Mantenimiento	18. Por ingresos	Ingresos con riesgo de demanda/tráfico. Riesgo de disponibilidad, calidad y niveles de servicio.	Prioridad Moderada			X		Configuración de mecanismos de ingresos mínimos garantizados o esquema de bandas.		X

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
				ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A	
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador
	19. De inflación	Cuando en la etapa de construcción el principal efecto de la inflación recae sobre los precios de insumos, generando un sobrecosto de operación y mantenimiento.	Prioridad Moderada			X		Mecanismos para la actualización periódica de los pagos que percibe el privado de acuerdo con el índice de inflación respectivo.	X	
	20. De infraestimación de costos de mantenimiento o extraordinario o mantenimiento mayor	Se debe a una mala evaluación de las intervenciones requeridas cuando esta infraestimación está vinculada al incremento del costo de las intervenciones de reposición y no a su dimensionamiento.	Prioridad Moderada		X			El contrato de APP debe prever condiciones de reversión y de mantenimiento en los últimos años del contrato.		X
	21. Riesgo de impago	Ante posibles caídas de demanda de cargas a autos, podrían presentarse problemas de flujo y pago a la entidad financiera	Prioridad Moderada			X		Seguros y garantías de mercado.		X
	22. Derivados de eventos de fuerza mayor	Riesgos no imputables a ninguna de las partes causados por impactos de un evento de fuerza mayor.	Prioridad Moderada			X		El contrato debe establecer contratación obligatoria de seguros para cubrir el máximo asegurable.	X	X

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
				ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A	
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador
	23. Por cambios regulatorios y normativos	Efecto económico causado por la necesidad de actualizar las infraestructuras de carga instaladas según la normativa o estándar que entre a regir	Baja Prioridad			X		La implementación de regulación sobre infraestructuras de cargas corresponde a la estandarización de los cargadores para carga pública. Las infraestructuras de carga propuestas en este análisis será ubicada en centros comerciales. El inversionista debe asegurarse que la instalación de la infraestructura de carga es realizada por una empresa certificada bajo la norma nacional para instalaciones eléctricas.	X	X
	24. Tipo de cambio	Consiste en el efecto económico a consecuencia de las fluctuaciones del precio del dólar y la devaluación de la moneda local	Prioridad Moderada			X		El inversionista y el operador deben realizar análisis y estudios que permitan determinar el efecto de la tasa de cambio sobre la remuneración acordada. Con relación al mantenimiento con los fabricantes, se debe solicitar el servicio en moneda	X	X

INFORMACIÓN DEL RIESGO				PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
				ESTRATEGIA SELECCIONADA				ACCIONES A REALIZAR	RIESGO ASIGNADO A	
ETAPAS	RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Autoridad pública	Inversionista y operador
									local y se debe acordar dentro del contrato del servicio el indexador a emplear, puede ser el IPC.	
	25. Por terminación anticipada del contrato	Por incumplimiento o resolución unilateral del concedente. Riesgo de terminación anticipada por incumplimiento del concesionario.	Prioridad Moderada		X				Cláusulas adecuadas en el contrato según las causales con mecanismo de cálculo del resarcimiento.	X

Fuente: Resolución Ministerial N° 167-2016-EF/15, Ministerio de Economía y Finanzas. “Lineamientos para la asignación de riesgos en los Contratos de APP”, 2016

CAPÍTULO VII. FORMULACIÓN CONTRACTUAL DE LA APP

7.1. Ejecución contractual

Sobre la base de la Tabla N° 6.15 Evaluación, asignación y mitigación de riesgos del Proyecto, luego de haber identificado y asignado los riesgos asociados, mediante el desarrollo contractual descrito a continuación, se procederá a plasmar las acciones a realizar por cada una de las partes de acuerdo al siguiente detalle:

Etapa	Riesgo	Clausulas contractual
Diseño y Construcción	1 al 17	7.1.1; 7.1.2; 7.1.3; 7.1.4; 7.1.5; 7.1.6; 7.1.7; 7.1.8; 7.1.9; 7.1.11; 7.1.12; 7.1.13; 7.1.14 y 7.1.16
Operación y Mantenimiento	18 al 25	7.1.1; 7.1.2; 7.1.3; 7.1.4; 7.1.5; 7.1.6; 7.1.8; 7.1.9; 7.1.10; 7.1.11; 7.1.12; 7.1.13; 7.1.14; 7.1.15 y 7.1.16

7.1.1 Totalidad del Contrato

El Contrato conjuntamente con sus anexos, incorpora completa y totalmente el acuerdo al que han llegado las partes en relación a la Concesión, y sustituye todo acuerdo, convenio o arreglo previo verbal o escrito al que hubieran llegado las Partes con respecto a la Concesión.

7.1.2 Condiciones Favorables

Las Autoridades Gubernamentales, El Concedente y el Supervisor deberán, en sus actuaciones relativas al Contrato, actuar de forma que se favorezca la prestación del Servicio de Carga de VE, se permita al Concesionario cumplir con sus Obligaciones en las mejores condiciones posibles, y otorgar las autorizaciones que se les soliciten, o negarlas razonablemente, de manera oportuna. En caso se presente injustificada actividad o inactividad de las Autoridades Gubernamentales que impida de forma ineludible el cumplimiento de las Obligaciones del Concesionario, el Concesionario no será responsable del cumplimiento de sus Obligaciones cuando pese a sus mejores esfuerzos de cumplirlas.

7.1.3 Interpretación del Contrato

El Contrato será interpretado como una unidad y en ningún caso cada una de sus cláusulas de manera independiente.

7.1.4 Plazo de vigencia del contrato (Concesión)

La concesión se otorgará por un plazo de veinte (20) años, contando desde la suscripción del Contrato.

7.1.5 Prorroga de la vigencia

La prórroga de la concesión se determinará por las siguientes condiciones:

- ✓ Por demora o suspensión no imputables al Concesionario, el plazo se extenderá por un periodo a ser definido por las partes.
- ✓ A solicitud del Concesionario, previa autorización del supervisor
- ✓ El periodo a ser ampliado como mínimo será de cinco (5) años hasta diez (10) años por cada uno hasta un máximo de cuarenta (40) años.
- ✓ Las ampliaciones requerirán la firma de una adenda.
- ✓ Posterior a la primera prórroga, la Concesión puede ser prorrogada discrecionalmente por el Concedente previa opinión favorable del Supervisor.

7.1.6 Régimen de bienes

Durante la vigencia del contrato de Concesión, el Concedente mantendrá la titularidad sobre los bienes de su propiedad, los que constarán en el Acta de Entrega de Control del Proyecto.

7.1.6.1. Bienes de la Concesión

Durante la vigencia de la Concesión, el Concesionario tendrá el aprovechamiento Económico sobre los Bienes de la Concesión y el derecho de Propiedad sobre las Obras.

7.1.6.2. Derechos Exclusivos

Durante la vigencia de la Concesión, el Concesionario tiene y tendrá sobre los Bienes de la Concesión los derechos exclusivos oponibles a terceros que este contrato le otorga para su Aprovechamiento Económico.

7.1.6.3. Reversión de los Bienes de la Concesión

Producida la Caducidad de la Concesión, el Concesionario tiene la obligación de entregar al Concedente, dentro de los treinta (30) días siguientes los Bienes de la Concesión no haya Caducado. En caso la Caducidad se produzca en la Operación, los Bienes de la Concesión deberán estar en buen estado de conservación, en condiciones de uso y operación.

7.1.6.4. Inventario de los Bienes de la Concesión

En el primer trimestre del año de cada Año Calendario, el Concesionario deberá presentar al Concedente con copia al Supervisor, un informe denominado Inventario de Bienes de la Concesión en donde se indique la totalidad de Bienes de la Concesión.

7.1.7 Cierre financiero

7.1.7.1. Términos de Endeudamiento

A quince (15) días calendarios del Acta de cierre de la Subasta, el Concesionario deberá presentar los términos de referencia del Endeudamiento necesario para la ejecución de las Obras.

7.1.7.2. Cierre Financiero

A mas tardar a cuarenta y cinco (45) días calendario contados desde la fecha en la que el Concedente haya aprobado los términos de endeudamiento, el Concesionario deberá acreditar el Endeudamiento necesario para la ejecución de las Obras.

Para el efecto, se entenderá como inversión Total, el costo estimado del Proyecto de Inversión que incluye las Obras, gastos financieros, gastos de operación y mantenimiento y los gastos incluidos por la Concesionaria para la elaboración de los estudios de ingeniería.

De no acreditar el cierre financiero al vencimiento del plazo mencionado, el Concesionario tendrá derecho pro única vez a una prórroga de seis (6) meses.

En caso el Concesionario no pueda acreditar el Cierre Financiero al termino de este plazo ampliatorio, podrá solicitar al Concedente la terminación por mutuo acuerdo del Contrato.

7.1.8 Garantías

7.1.8.1. A favor del Concedente

El Concesionario presentará una Garantía para asegurar el correcto y oportuno cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones establecidas en el Contrato, incluyendo la Construcción, Operación y Mantenimiento de las Obras, así como el pago de penalidades e indemnizaciones a que hubiere lugar. Deberá mantener vigente la garantía hasta un (1) año del término de vigencia de la Concesión. Estará constituida por una carta fianza o una póliza de caución.

La Garantía será emitida a favor del Concedente y tendrá carácter de irrevocable, de ejecución inmediata sin expresión de causa, incondicionada, solidaria, indivisible y sin beneficio de excusión.

7.1.8.2. Monto y Vigencia de la Garantía de Fiel Cumplimiento

La Garantía será emitida por los montos y plazo siguientes:

- **Garantía de Fiel Cumplimiento durante el periodo Inicial:** Desde la fecha de suscripción del Contrato hasta la fecha de Vigencia de las Obligaciones, por un monto de US\$ 5 500.0 (Cinco mil quinientos y 00/100 dólares americanos).
- **Garantía de Fiel Cumplimiento durante el periodo de Construcción:** Desde la fecha de Vigencia de las Obligaciones hasta la obtención del Certificado de Puesta en Marcha, por un monto del 10% del valor de la inversión a ejecutarse en el año evaluado.
- **Garantía de Fiel Cumplimiento durante el periodo Post Constructivo:** Desde la obtención del Certificado de Puesta en Marcha y durante un año (1) posterior por un monto del 10% del valor de la inversión ejecutada en el año evaluado.
- **Garantía de Fiel Cumplimiento durante el periodo de Operación:** Culminado el periodo Post Constructivo y hasta un (1) año del término de Vigencia de la Concesión, por un monto de US\$ 28 000.0 (Veinte y ocho mil y 00/100 dólares americanos).

7.1.9 Expediente Técnico, Ejecución de Obras y Estudios

7.1.9.1. Obras

El Concesionario ejecutará las Obras consideradas en el Contrato de Concesión, salvo que sea autorizado de otro modo y por escrito por el Concedente, con opinión favorable del Supervisor.

7.1.9.2. Inicio de Obras

El Concesionario está obligado a iniciar las Obras de acuerdo al Calendario de Trabajo, dentro del plazo de treinta (30) días calendario contados a partir de la Fecha de Vigencia de las Obligaciones.

7.1.9.3. Ejecución de Obras

Las Obras deben ejecutarse según el Calendario de Trabajo. Dichas Obras deben ejecutarse en una máximo de ocho (8) años contados desde el inicio de Obras.

Si debido a condiciones de Fuerza Mayor surge la necesidad de prorrogar el plazo de ejecución de las Obras y, consecuentemente prorrogar el plazo de vigencia de la Concesión, tales prorrogas serán aprobadas por el Concedente.

7.1.9.4. Expediente Técnico

El Concesionario deberá presentar al Supervisor a más tardar dentro de los treinta (30) días calendarios a partir de la fecha de suscripción del Contrato el Expediente Técnico de las Obras para la aprobación del Concedente. El Expediente Técnico deberá comprender:

- a. Condiciones y aspectos principales de diseño y operación del conjunto de obras, incluirán planos, memorias, metrados y procedimientos de cálculo, así como las normas y recomendaciones aplicadas.
- b. Proceso constructivo
- c. Materiales, equipos e instrumentación a emplear y programa de pruebas tecnológicas
- d. Calendario de Inversiones
- e. Calendario de Trabajo, que incluye programa de actividades preparatorias de construcción y equipamiento.
- f. Programa de pruebas

- g. Versión preliminar del Manual de Operación y Mantenimiento
- h. Versión preliminar del Plan de emergencias y operación de siniestros

7.1.9.5. Aprobación del Expediente Técnico

El Expediente Técnico será aprobado por el Supervisor en un plazo no mayor de treinta (30) días calendarios desde la presentación del Concesionario.

7.1.9.6. Calendario de Trabajo y Calendario de Inversiones

El calendario de Trabajo y Calendario de Inversiones deberán desarrollarse en base a los aspectos presentados en la iniciativa privada.

De acuerdo al Proyecto de Inversiones estimado, el Calendario de Trabajo se desarrollará en un plazo similar al Calendario de Inversiones, según detalle de la Tabla N° 7.1. siguiente.

Tabla 7.1. Calendario de Trabajo e Inversiones

Inversiones en Infraestructura	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Cantidad de pedestales a instalarse	10	-	20	20	25	-	20	157	152
Inversiones (US\$)	54,837	-	109,674	109,674	137,093	-	109,674	860,944	833,525
Total Activos (US\$)	54,837.19	-	109,674.38	109,674.38	137,092.97	-	109,674.38	860,943.86	833,525.26

Fuente: Calendario de Trabajo e Inversiones – Documento de Tesis

Elaboración: Grupo de Tesis

7.1.9.7. Calendario de Trabajo

El Concesionario deberá cumplir con los plazos parciales establecidos en el Calendario de Trabajo. En caso de retraso injustificado que exceda el veinte por ciento (20%) del avance previsto, el Concesionario deberá presentar un nuevo cronograma al Supervisor que contemplen la aceleración de trabajos a fin de garantizar el cumplimiento de plazos.

7.1.9.8. Optimización del Proyecto

El Concedente podrá solicitar al Concesionario dentro de los treinta (30) días calendarios de Suscripción del Contrato una modificación de los aspectos técnicos y diseño de la iniciativa Privada, siempre y cuando este no signifique una ampliación del plazo, bajo la consideración de que esta modificación conduzca a la optimización y mejora del Proyecto.

7.1.9.9. Cooperación del Concedente

El Concedente, a petición del Concesionario prestará su apoyo en la obtención, a costo y cargo del Concesionario de cualquier licencia o autorización que se requiera para llevar a cabo las operaciones contempladas en el presente contrato.

7.1.9.10. Culminación de Obras

El Concesionario deberá poner en conocimiento del Concedente el término de ejecución de Obras, detallando la terminación de la Construcción y Equipamiento de cada una de ellas, a fin de realizar las Pruebas de Puesta en Marcha de las mismas.

En un plazo de quince (15) días calendarios de culminadas las Obras y siendo conforme estas, el Concedente deberá emitir el Acta de Conclusión de Obras. En caso de resultar observadas las Obras se establecerá un plazo para su corrección.

7.1.9.11. Pruebas de Puesta en Marcha

Emitida el Acta de Conclusión de Obras, se efectuará a costo del Concesionario, las pruebas de Puesta en Marcha de las Obras. En un plazo de treinta (30) días calendarios de la Puesta en Marcha, el Concedente a través del Supervisor emitirá el certificado de Puesta en Marcha.

7.1.10 Periodo de Operación

7.1.10.1. Fin del Periodo Inicial e inicio del Periodo de Operación

Con el Certificado de Puesta en Marcha se considerará culminado el periodo de Obras e iniciado el Periodo de Operación para la Infraestructura considerada por cada año de inversión de acuerdo al Calendario de Trabajo e Inversiones.

7.1.10.2. Operación

El Concesionario deberá Operar los Bienes de la Concesión cumpliendo las normas nacionales e internacionales que hayan sido aceptadas para la prestación del Servicio del Servicio y observando los términos de los Contratos de Servicio que firme con sus Usuarios.

La Tarifa a ser pagada por el Usuario a favor del Concesionario será acorde a lo establecido en el Contrato y actualizada según el IPC, la cual será pagada en la forma y oportunidad establecida en dichos contratos de servicio y del Presente Contrato.

7.1.10.3.Manual de Operación y Mantenimiento

El Concesionario deberá elaborar y presentar el Manual de Operación y Mantenimiento al Supervisor para su aprobación, dicho Manual deberá presentarse antes de sesenta (60) días calendario antes de las Pruebas de Puesta en Marcha y, la aprobación deberá realizarse por parte del Supervisor antes de los treinta (30) días calendarios siguientes a su presentación.

El Manual de Operación y Mantenimiento deberá ser actualizado por el Concesionario al término del primer Año de Operación y con posterioridad a dicha fecha, cada dos (2) años. El Concesionario deberá presentar el Manual actualizado al Supervisor, quién emitirá su opinión en el plazo de treinta (30) días calendario.

El Concesionario operará el Proyecto de acuerdo al Manual de Operación y Mantenimiento aprobado, el cual deberá respetar y preservar lo establecido en el Contrato de Servicio.

7.1.10.4.Contratos de Servicio de Carga

El Concesionario se obliga a cumplir con todas las obligaciones a su cargo bajo los Contratos de Servicio de Carga que firme con sus Usuarios.

7.1.10.5.Costo del Servicio de Carga

El Concesionario deberá asumir todos los costos inherentes a la prestación del Servicio de Carga, así como los Tributos, Seguros y demás Gastos.

7.1.10.6.Reparación, Conservación y Mantenimiento

Durante la vigencia del Contrato de Concesión, el Concesionario deberá a su propio costo, conservar y mantener todas las construcciones, infraestructura de Carga, maquinaria y equipo del Proyecto y todos los Bienes de la Concesión, a fin de que cumplan con las prácticas, normas y técnicas internacionalmente aceptadas, excepto aquellas que son operadas y mantenidas por los Usuarios del Servicio de Carga.

7.1.10.7. Emergencias

El Concesionario deberá elaborar y presentar un Plan de Emergencias y de Operación de Siniestros como parte del Plan de operación y Mantenimiento.

Una vez aprobado el plan, el Concesionario deberá presentar ante el Supervisor una comunicación del Constructor y del Operador, según sea el caso, manifestando su conformidad con el contenido del mismo.

7.1.10.8. Informe Trimestral

Después de cada trimestre durante cada Año de Concesión, con excepción del primer Año, el Concesionario presentará al Concedente y al Supervisor, un informe trimestral que describa todas las actividades del Proyecto y el estado de las Obras, así como estadísticas de las actividades que incluyan el cumplimiento de normas y exigencias a las autoridades locales y/o nacionales.

7.1.10.9. Estados Financieros

El Concesionario presentará al Concedente y al Supervisor, como máximo al término del primer trimestre siguiente al final de cada Año Calendario, sus estados financieros auditados, con sus respectivos anexos, los mismos que deben haber sido revisados e informados por un auditor de reconocido prestigio internacional en el que conste los gastos totales efectuados por el Concesionario durante el Año Calendario precedente.

7.1.10.10. Equilibrio Económico Financiero

Las partes reconocen que en el entorno legal, económico, financiero y las condiciones de contratación constituyen un todo armónico y orgánico que hace posible que el Concesionario pueda alcanzar los objetivos por los que suscribieron el presente Contrato y que a la fecha de la firma se encuentra en una situación de equilibrio económico-financiero en términos de derechos, responsabilidades y riesgos asignados a las partes.

7.1.10.11. Modificación en caso se varíe el Equilibrio Económico Financiero

En caso de presentarse una variación del equilibrio económico-financiero, el Concesionario podrá presentar una solicitud de modificación al Supervisor, el mismo que correrá parte a la Concedente previa opinión técnica del Supervisor. El Concedente se pronunciará en un plazo máximo de treinta (30) días calendario de recibida la solicitud, expresando su aceptación o rechazo.

7.1.11 Modificaciones contractuales

Toda solicitud de modificación, de enmienda o adición será presentada por la parte interesada a la otra con copia al Supervisor, con el debido sustento técnico y económico financiero.

Todo acuerdo o modificación del Contrato será obligatorio para las partes solamente si consta por escrito y es firmado por los representantes autorizados.

Las Partes convienen que negociarán de buena fe y modificarán el presente Contrato, previa opinión favorable del Supervisor, siempre que ello sea necesario y esté debidamente sustentado.

7.1.12 Solución de Controversias

7.1.12.1. Negociación

Todo conflicto o controversia entre las Partes con relación a la interpretación, ejecución, cumplimiento u otro aspecto a la existencia o nulidad del Contrato será negociado directamente o en un centro de conciliación en un plazo de treinta (30) días calendario, contados a partir de la notificación de la controversia hecha por escrito por una de las Partes.

En caso de arbitraje internacional, el periodo será de seis (6) meses y la fecha de trato directo tendrá como requisito la comunicación al Ministerio de Economía y Finanzas en su Calidad de Coordinador del Sistema de Coordinación y Respuesta del Estado Peruano en Controversias Internacionales de Inversión (Ley N° 28933)

7.1.12.2. Clasificación de las Controversias

Se deberá clasificar la controversia como de naturaleza técnica o no técnica, dependiendo del caso:

- **Controversia Técnica:** Deberá ser sometida a un Perito en la materia, quién deberá en un plazo de treinta (30) días calendario emitir una opinión previa a las Partes brindándoles cinco (5) días calendarios para sus comentarios, emitiendo luego su opinión final debidamente fundamentada y con carácter vinculante a las Partes en un plazo de diez (10) días calendario.
- **Controversia No Técnica:** Podrá ser sometido a Tribunales Arbitrales de la Ciudad de Lima de conformidad con los Reglamentos de Conciliación y Arbitrajes del Centro de Arbitraje Nacional e Internacional de la Cámara de Comercio de Lima, a cuyas normas las Partes se someten incondicionalmente, siendo de aplicación supletoria el Decreto Legislativo N° 1071 (Congreso de la República del Perú), que norma el arbitraje.

7.1.13 Supervisión del Contrato

7.1.13.1. Facultades del Supervisor

Corresponde al Supervisor, fiscalizar el cumplimiento por parte del Concesionario de las Obligaciones previstas en el Contrato, entre las que se encuentran:

- Controlar la Construcción, Mantenimiento y Operación de las Obras conforme al Contrato y las normas técnicas.
- Controlar los parámetros de Calidad del Servicio
- Todas las relacionadas a la Ingeniería del Proyecto y Construcción.
- Revisar la información estadística entregada por el Concesionario
- Velar por el cumplimiento de las Obligaciones de las Partes contenidas en el Contrato.
- Solicitar la renovación de la Garantía de Fiel Cumplimiento y disponer su ejecución
- En caso de no renovación de la Garantía de Fiel Cumplimiento a su vencimiento, comunicar el hecho al Concedente.

7.1.13.2. Obligaciones del Concesionario con el Supervisor

Deberá proporcionar al Supervisor:

- Informes del personal (directivo y gerencial) y de la organización del Concesionario cada vez que se produzca un cambio

- Informes mensuales de reclamos presentados por los Usuarios del Servicio de Carga de VE y el resultado del mismo.
- Otra información adicional que solicite el Supervisor para fiscalizar el adecuado cumplimiento del Contrato, siempre que el pedido sea razonable y esté debidamente sustentado por escrito.

7.1.13.3. Retribución del Supervisor

El Supervisor tendrá derecho a percibir por el ejercicio de sus actividades la retribución que se indica a continuación y que será asumida por el Concesionario.

- **Supervisión de las Obligaciones del Concesionario durante la ejecución de las Obras:** US\$ 19 722.97 (Diecinueve mil setecientos veinte y dos dólares americanos con 97/100) por Año durante los primeros 5 años y de US\$ 31 855.14 (Treinta y un mil ochocientos cincuenta y cinco dólares americanos con 14/100) por Año hasta el término de la Vigencia de la Concesión por la Supervisión de la ejecución de Obras, durante los años del Calendario de Trabajo e Inversiones.
- **Supervisión de la operación y Mantenimiento de las Obras, así como de las demás condiciones contractuales:** US\$ 19 722.97 (Diecinueve mil setecientos veinte y dos dólares americanos con 97/100) por Año durante los primeros 5 años y de US\$ 31 855.14 (Treinta y un mil ochocientos cincuenta y cinco dólares americanos con 14/100) por Año hasta el término de la Vigencia de la Concesión. En el caso de presentarse actividades de ejecución de obras en simultánea a las de operación (de otros puntos de carga), la retribución será sólo por una actividad.

7.1.14 Caducidad y liquidación

7.1.14.1. Vencimiento de la Vigencia de la Concesión

La Concesión caducará al término de la Vigencia de la Concesión. Una vez que haya caducado la Concesión, los Bienes de la Concesión revertirán a favor del Concedente, y cualquier Contrato de Construcción, de Operación y los sub-contratos que pudieran haber sido celebrados para la explotación del Proyecto, también caducarán de pleno derecho.

7.1.14.2.Efectos del Vencimiento

El Concesionario al término de la Concesión deberá:

Entrega el derecho de propiedad, la posesión, uso y disfrute de los Bienes de la Concesión al Concedente, según sea el caso o al nuevo concesionario, así como la información para que se pueda seguir prestando el Servicio de Carga de forma ininterrumpida.

7.1.14.3.Cooperación del Concesionario

El Concesionario deberá prestar su colaboración para la transferencia ordenada del Proyecto, de los Bienes de la Concesión, así como de la información para que se siga prestando el Servicio de Carga de forma ininterrumpida.

7.1.14.4.Transferencia de los Bienes de la Concesión

La transferencia de los Bienes de la Concesión a favor del Concedente se hará de forma efectiva a título gratuito y sin pago alguno a favor del Concesionario.

7.1.14.5.Depreciación de las Obras

El Concesionario deberá depreciar las Obras durante la Vigencia de la Concesión conforme a las Leyes Aplicables, al término de la cual las Obras serán transferidas al Concedente sin pago alguno a favor del Concesionario.

7.1.15 Caducidad de la Concesión por Otras Causales

Las Partes acuerdan las siguientes causales podrán terminar el Contrato antes de su vencimiento sin perjuicio de otras señaladas en el Contrato.

7.1.15.1.Por Causas Imputables al Concesionario

- Incumplimiento del Contrato
- Quiebra, insolvencia o disolución
- Embargo o secuestro Gubernamental
- Orden judicial o Requerimiento
- Pérdida de licencias o Permiso

El Concedente podrá conceder un plazo y términos que resulten necesarios para subsanar el causal de terminación, en caso de que el Concesionario no subsanara la

causal de terminación, el Concedente procederá a dar por terminado el Contrato de Concesión.

7.1.15.2.Por Causas Imputables al Concedente

- Falta de Entrega del Control del Proyecto
- La promulgación de normas o expedición de órdenes, actos o medidas del Concedente no sustentadas en causa de necesidad o interés público, que impidan o dificulten gravemente la prestación del Servicio de Carga de VE.
- Por decisión Gubernamental que impida al Concesionario ejecutar sus obligaciones o hace sus obligaciones mas onerosas.
- El incumplimiento de Obligaciones del Concedente que impida al Concesionario el cumplimiento de sus Obligaciones.

7.1.15.3.Por Eventos de Fuerza Mayor

Cualquiera de las Parte podrá solicitar la terminación del Contrato de Concesión en el caso de produzca una suspensión por evento de Fuerza Mayor de seis (6) meses en el periodo de ejecución de Obras o de doce (12) meses si el Evento de Fuerza Mayor se produce durante el periodo de Operación. No obstante, las Partes pueden acordar plazos distintos a los señalados.

7.1.15.4.Por acuerdo de Partes

Cualquiera de las Partes podrá solicitar por escrito a la otra la terminación del Contrato, en cuyo caso la otra Parte podrá aceptarla o rechazarla.

7.1.15.5.Decisión Unilateral del Concedente

En cualquier momento y a su discreción el Concedente podrá declarar la terminación anticipada del Contrato y recuperar los Bienes de la Concesión, mediante notificación escrito con no menos de ciento ochenta (180) días calendario de anticipado.

7.1.15.6.Terminación Anticipada de la Vigencia de las Obligaciones

En el caso que el Contrato termine antes de la fecha de la Vigencia de las Obligaciones, los Bienes de la Concesión revertirán al Concedente y los Usuarios tendrán la opción de resolver sus contratos de Servicio de Carga.

7.1.15.7. Compensación por Terminación Anticipada del Contrato

La terminación Anticipada del Contrato otorga al Concesionario el derecho a ser compensado económicamente. Los plazos y montos serán acordados entre las Partes.

7.1.16 Comunicaciones, documentos y declaraciones

Toda Comunicación, notificación a ser entregada por las Partes o al Supervisor de acuerdo a lo señalado en el Contrato se considerará válidamente efectuada si está redactada en idioma español y sea entregada en los domicilios que las Partes hayan brindado previamente a la firma del Contrato.

CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

En el presente capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del caso materia de análisis y responden a los objetivos planteados en el Capítulo I.

Objetivo 1: Evaluar y comparar las mejores prácticas a nivel global y regional de los modelos de gestión y operación de infraestructura de carga que nos permita determinar su implementación en la ciudad de Lima.

- El Grupo de Tesis ha identificado sobre la base del estudio de EY Perú que existe una relación directa entre las políticas aplicadas para el desarrollo de infraestructura de carga y el incremento de la venta de VE en un promedio de 190%, asimismo en cuanto a los modelos de implementación de gestión de sistemas de carga usuales a nivel internacional se presentan 3 modelos: i) el impulsado por el gobierno, ii) impulsado por el consumidor, iii) el impulsado por el proveedor de servicios. Por lo tanto, el grupo de tesis concluye que el modelo impulsado por el gobierno a través de una APP es el que mejor se adecua en esta etapa inicial de impulso de la electromovilidad en el País.
- Al evaluar las oportunidades y amenazas de la aplicación de los tres modelos de implementación y gestión de carga que se aplican a nivel internacional, se puede identificar que los modelos impulsados por el consumidor o proveedor de servicios no serían viables en su implementación ya sea por la necesidad de una inversión adicional en la instalación de infraestructura de carga (primer caso) o porque en los primeros años la demanda de vehículos eléctricos no se proyecta conveniente (reducida) para un modelo de gestión de los sistemas de carga rentable aun considerando un escenario “High case”. Esta situación solo valida que el modelo de “impulso por el gobierno” para la infraestructura de carga es el más adecuado a ser implementado en el Perú.

Objetivo 2: Analizar las políticas de incentivos y tecnologías de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos más usuales con el fin de permitir su despliegue en la ciudad de Lima.

- De la revisión de las experiencias en la aplicación de políticas de impulso y condiciones habilitantes de la infraestructura de carga de la mayoría de países evaluados en el Estudio de EY Perú, el Grupo de Tesis identificó que sin el apoyo o intervención de los gobiernos no sería posible la implementación de la infraestructura de carga, toda vez que al no emitirse medidas de orden económico (subvenciones, reducción de impuestos y financiamiento de inversión) y no económico (Normas, regulaciones y procedimientos), la infraestructura de carga no se estaría desarrollando.

Objetivo 3: Definir un plan de acción para la implementación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos livianos en la ciudad de Lima, mediante la estructuración de una Alianza Pública Privada que permita la sostenibilidad del servicio de carga.

- El Grupo de Tesis identifica que la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos en el Perú, es un factor relevante en la transición a la electromovilidad considerando su alta correlación con el incremento de ventas de vehículos eléctricos, determinando que el instrumento mas adecuado ante un escenario de “impulso por el gobierno” es a través de una Asociación Público Privada (APP) en donde los mayores riesgos serán asumidos por el Privado (Inversión en la infraestructura, expertis en la operación y mantenimiento, demanda esperada por el servicio de carga). Complementariamente, el despliegue de la infraestructura de carga de VE mediante una APP permitirá al Estado brindar una “condición habilitante” al impulso de la venta de VE (Implementación de Infraestructura de Carga) cumplir con los planes de transición energética en línea con el objetivo de carbono-neutralidad del país para el 2050, al identificarse que el transporte terrestre es el segundo mayor contribuyente de GEI en el Perú.

- El grupo de tesis al realizar la evaluación técnica y económica de los diferentes tipos de infraestructura de carga de VE disponibles en el mercado determinó que el tipo 2x11kW sería el mas adecuado a implementarse en la ciudad de Lima, por su menor inversión (5483.72US\$/pedestal) y facilidad de instalación.
- El grupo de tesis determinó que la mejor ubicación de los puntos de carga semi rápido (2x11kW) serán en los centros comerciales de mayor concurrencia de Lima metropolitana; debido a que se encuentran estratégicamente ubicados, presentan buena accesibilidad, cuentan con zonas de estacionamientos y parqueo adecuados que permitirían el despliegue de la infraestructura de carga semi rápido. Considerando, además que el tiempo de carga promedio de VE es de 1 a 2 horas para el cargador de 2x11kW, periodo coincidente con el tiempo de permanencia de las personas en los centros comerciales (compras y diversión).
- La implementación de infraestructura de carga de VE a través de una APP permitirá brindar el servicio público de carga de baterías en espacios privados lo que facilitará la comercialización de energía eléctrica en Lima Metropolitana, transacción limitada a la fecha por el Decreto Supremo N° 022-2020-EM del Ministerio de Energía y Minas, que señala en su 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 (...)”*.
- El Grupo de Tesis en base a la estructura económica financiera del Proyecto de Infraestructura de Carga de VE en un escenario High Case (altos incentivos para el impulso de la venta de VE) concluye que su implementación es viable, garantizando su sostenibilidad en un periodo de 20 años.

Asimismo, del resultado del análisis de Sensibilidad (numeral 6.1.9.6 del presente documento) se identifica que ante un escenario de baja demanda (escenario de demanda BAU) da por resultado un VANe (económico) de US\$ -570 145.0 y un factor de cobertura de 1.0 (capacidad de endeudamiento), indicadores que reflejarían una alta sensibilidad a una reducción de la demanda esperada. Contrariamente ante un incremento de la demanda sobre lo esperado (+45%) se obtiene un VANe de US\$ 397 324.0 y un factor de cobertura de 1.29, que aún a pesar de reflejar una mejora de los resultados económicos; el aumento de la infraestructura para atender la nueva demanda exigirá un incremento de la deuda,

situación que determinaría la poca capacidad de pago, incrementándose el riesgo de no acceder a líneas de crédito para el despliegue de la nueva infraestructura.

8.2. Recomendaciones

- Para la masificación de la infraestructura de carga, el Estado debe desarrollar e implementar un Plan Nacional de Electromovilidad, que contemple, entre otros, el marco regulatorio con las condiciones habilitantes, las medidas de promoción para la adquisición y uso de vehículos eléctricos, promoción de desarrollo de la industria y servicios conexos y la promoción de sistemas de carga de manera que faciliten y promuevan la adquisición de vehículos eléctricos.
- En la medida que la adquisición de vehículos eléctricos aumente en conjunto con la implementación de infraestructura de carga, es prioritario establecer un marco regulatorio que permita el Servicio de Carga de VE para la comercialización de energía eléctrica en una zona de Concesión de Distribución Eléctrica, condición necesaria para asegurar la sostenibilidad de la Inversión en infraestructura de carga.
- Para incentivar la adquisición de vehículos eléctricos, es necesario se implementen políticas de reducción de costos de adquisición de VE considerados en un escenario “High Case”, entre otros, exención del impuesto selectivo al consumo (ISC) y exención del arancel de importación, con la finalidad de equiparar el costo total de propiedad con los vehículos de combustión interna. De esta manera se contará con una mayor demanda de vehículos electrificados.

ANEXOS

Anexo I: Supuestos de estimación de la demanda de vehículos eléctricos

Escenario	Tipo de estimación	Supuestos de estimación
Escenario BaU	Estimación de entrada	<p>Modelo de ventas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Desde el año 2020 hasta el año 2022, las ventas son afectadas por la crisis sanitaria causada por la pandemia COVID 19. A nivel mundial, se estima que para el año 2023 se recuperarán los niveles de venta del año 2019, previo a la aparición de la pandemia COVID 2019, según Wall Street Journal. A partir de la estimación realizada por la AAP, se considera un incremento anual de ventas promedio de 9.5% entre el año 2024 hasta el año 2030. El total de vehículos electrificados no supera el 7% de las ventas totales para el año 2030. La participación de las camionetas y suburbanos (SUV's) es del 65% de los vehículos livianos al año 2030. Se proyecta que para el año 2030 aumentarán las ventas de buses en 50%, tomando como base el promedio del año 2016 a 2019. En 2021 es posible se compren 76 buses eléctricos por proyecto de transporte público en Arequipa, luego de lo cual la variación es mínima. El incremento de buses HEV es mínimo y atiende incipientemente sólo unidades de transporte de personal para algunas compañías mineras. La variación de camiones eléctricos es mínima e inicialmente corresponde a ensayos o pilotos. Se modula un incremento para las subcategorías ICE de tal forma que las ventas totales se ajusten al crecimiento de ventas promedio previsto por la AAP. <p>Parque automotor:</p> <ol style="list-style-type: none"> Se identifica las tasas de retiro: <ol style="list-style-type: none"> Vehículos livianos en 2.32%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2014 a 2018. Buses en 2.32%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017. Camiones en 3.75%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017
	Estimación de salida	<ol style="list-style-type: none"> Para calcular la tasa de motorización se ha utilizado como base la población estimada y proyectada por el INEI (Población Estimada y Proyectada por Sexo y Tasa de Crecimiento, según Año Calendario, 2010 – 2070) Para obtener las subcategorías de vehículos livianos, se utiliza la tasa de retiro de vehículos livianos y las ventas anuales de la subcategoría. <ol style="list-style-type: none"> Se utilizó la demanda proyectada en la estimación de entrada BaU como base de proyección. Se utilizó data histórica de ventas de países de Latinoamérica para alinear la demanda de estimación base y así determinar: <ol style="list-style-type: none"> El coeficiente de innovación: Personas innovadoras que adoptan independientemente la tecnología devanguardia. El coeficiente de imitación: Personas imitadoras que son convencidas por las opiniones de los innovadores y la información difundida en los medios de comunicación.
Escenario HC	Estimación de entrada	<p>Modelo de ventas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Este escenario considera la tendencia de los países latinoamericanos donde los vehículos híbridos son los que tienen mayor proporción en ventas, seguido por vehículos BEV y luego PHEV. Se simuló el crecimiento de la proyección con estimados en la variación de los escenarios de evolución gradual y evolución verde descritos por Arthur D. Little: <ol style="list-style-type: none"> Pesimista: Afectado por el COVID-19, sin implementación de políticas Escenario base: Recuperación de COVID-19, con políticas de fomento parcial y pre-paridad de TCO. Escenario optimista: Post paridad de TCO, con políticas de fomento en infraestructura, costo de adquisición y descuentos al combustible fósil. Se simuló dos etapas de crecimiento. Una pre-paridad de TCO BEV y otra post paridad de TCO BEV. Estos puntos de paridad son los correspondientes al HC del análisis TCO. Se considera que el año 2021 ya está fuera del alcance de proyección por lo que se fijan los valores de venta del escenario BaU.
	Estimación de salida	<p>Parque automotor:</p> <ol style="list-style-type: none"> Se identifica una tasa de retiro para vehículos livianos en 2.32%, siendo este el promedio de las tasas de retiro más estables de 2014 a 2018 del parque automotor BaU. Se identifica la tasa de retiro para buses en 2.32%, siendo este el promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017 del parque automotor BaU. Se identifica la tasa de retiro para camiones en 3.75%, siendo este el promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017 del parque automotor BaU. Para calcular la tasa de motorización se ha utilizado como base población estimada y proyectada por el INEI (Población Estimada y Proyectada por Sexo y Tasa de Crecimiento, según Año Calendario, 2010 – 2070) Para obtener las subcategorías de vehículos livianos, se utiliza la tasa de retiro de vehículos livianos y las ventas anuales de la subcategoría. <ol style="list-style-type: none"> Se simuló dos etapas de crecimiento. Una pre-paridad de TCO BEV y otra post paridad de TCO BEV, según escenario HC. Se utilizó la demanda proyectada en la estimación de entrada HC como base de proyección. Se utilizó data histórica de ventas de países de Latinoamérica para modificar la demanda de estimación base y así determinar: <ol style="list-style-type: none"> El coeficiente de innovación: Personas innovadoras que adoptan independientemente la tecnología devanguardia. El coeficiente de imitación: Personas imitadoras que son convencidas por las opiniones de los innovadores y la información difundida en los medios de comunicación.

Anexo II: Modelo de análisis de difusión de vehículos electrificados

Para la determinación de la demanda proyectada para un periodo de 10 años, EY Perú, utilizó como herramienta el Modelo de Análisis de Difusión de vehículos electrificados, el cual se describe a continuación:

- *Inputs:*
 - *Estimación de entrada: potencial del mercado*
 - *Ventas históricas LATAM*
$$n(t) = \left[p + \frac{q}{m} X N(t-1) \right] X [m - N(t-1)]$$
Obtiene un p: 0.00145 y q: 0.57967.
 - *p: coeficiente de innovación (efecto de innovación) y q: coeficiente de imitación (efecto de imitación). Se estima el (i) p y (ii) q utilizando una regresión no-lineal para los valores N(t) en base al crecimiento de ventas históricas de LATAM.*
- *Procesamiento:*
 - *Se corren los valores en el modelo:*
$$(n)_t = \frac{dN_t}{dt} = pM - pN_t + qN_t - \frac{q}{M}N_t^2$$
 - *nt: compras del producto en el periodo t: Resultado en ventas anuales*
 - *Nt: compras acumuladas del producto hasta el inicio del periodo t: Resultado en ventas acumuladas*
- *Resultados*
 - *Una vez que se corre el modelo, con los valores p & q y el potencial de mercado, se obtiene la adopción acumulada al año 2030.*

BIBLIOGRAFÍA

- A Portrait of California (2021), “2021–2022 HUMAN DEVELOPMENT AND HOUSING JUSTICE”, The Measure of America Series.
- A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges (2021); recuperado de <https://www.mdpi.com/2624-6511/4/1/22/htm>
- Asociación Automotriz del Perú, (2022). Informe del Sector Automotor Abril 2022. Recuperado del sitio web: <https://aap.org.pe/informes-estadisticos/abril-2022>
- Alianza para la Electromovilidad en México (2019) “Plan Estratégico 2019-2022”
- Amitabh Kant, Randheer Singh, et, al. (2021), Handbook of Electric Vehicle Charging Infrastructure Implementation - version 1, National Institution for Transforming India (NITI Aayog), Ministry of Power from India (MoP), Department of Science and Technology from India (DST), Bureau of Energy Efficiency from India (BEE), and World Resources Institute from India (WRI India).
- Arratia, D. (27 de octubre de 2021, 05:55 hrs), Diario “La Vanguardia”: “¿Qué frena a los españoles a comprar un coche eléctrico?”. Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/motor/20211027/7818499/dudas-compra-coche-electrico-espanoles-cochesnet-brl.html>
- Auvinen, H., Tuominen, A. Sistemas de transporte futuros: visiones a largo plazo y transiciones socio-técnicas. EUR. Transp. Res. Rev. 6, 343–354 (2014). <https://etr.springeropen.com/articles/10.1007/s12544-014-0135-3>
- Balakrishnan, K., Sankar, S., Ghosh, S., Thangavel, S., Mukhopadhyay, K., Ramaswamy, P., Johnson, P., Thanasekaraan, V. (2014), Household Air Pollution Related to Solid Cookfuel Use: The Exposure and Health Situation in Developing Countries. In: Pluschke P., Schleichinger H. (eds) Indoor Air Pollution. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 64. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/698_2014_260
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), (2016), EL ROL DE LAS ASOCIACIONES PÚBLICO PRIVADAS EN LA PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA EN EL PERÚ.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), (2019), ELECTROMOVILIDAD: PANORAMA ACTUAL EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18235/0001654>
- Baldasano Recio, J.M. (16 de marzo de 2021), Cambio climático: Por qué está fracasando el Acuerdo de París, The Conversation, <https://theconversation.com/cambio-climatico-por-que-esta-fracasando-el-acuerdo-de-paris-157204>
- BloombergNEF (2020), Green Car Reports. Lithium-Ion Battery Packs Now 209 per kWh, Will Fall to 100 by 2025: Bloomberg Analysis. Available online: https://www.greencarreports.com/news/1114245_lithium-ion-battery-packs-now-209-per-kwh-will-fall-to-100-by-2025-bl-Bloomberg-analysis (accessed on 18 February 2021).
- BloombergNEF (16 de diciembre de 2020). Battery Pack Prices Cited Below \$100/kWh for the First Time in 2020, While Market Average Sits at \$137/kWh. <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-cited-below-100-kwh-for-the-first-time-in-2020-while-market-average-sits-at-137-kwh/>
- Clean Technica. Tesla Batteries 101—Production Capacity, Uses, Chemistry, & Future Plans, 2017. Available online: <https://cleantechnica.com/2017/12/02/tesla->

- batteries-101-production-capacity-uses-chemistry-future-plans/ (accessed on 21 February 2021).
- California State Transportation Agency (2021), “California Transportation Plan 2050”, California Department of Transportation, <https://dot.ca.gov/programs/legislative-affairs/reports>.
- Comisión de Servicios Públicos de California (8 de enero de 2022), “Electrificación del Transporte”, <https://www.cpuc.ca.gov/zev/>
- Dammert Lira, A. et al. (2008), Regulación y Supervisión del Sector Eléctrico (1ra. Ed.), Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Dammert, A., Molinelli, F. y Carbajal, M. (2011). Fundamentos Técnicos y Económicos del Sector Eléctrico Peruano. OSINERGMIN. Recuperado del sitio web: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios Economicos/Libros/Libro Fundamentos Tecnicos Economicos Sector Electrico Peruano.pdf
- De Aragón, E. (29 de marzo de 2022). Página Web movilidad eléctrica.com: “La intención de compra de un coche eléctrico sube del 10 al 15% en un año, según el Observatorio Cetelem”. Recuperado de: <https://movidadelectrica.com/observatorio-cetelem-2022/>
- Diagnóstico de la Gestión de la Calidad Ambiental del Aire de Lima y Callao (2019), Ministerio del Ambiente, Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de Lima-Callao 2019-2023.
- EBP Chile. (2019). Estudio de movilidad eléctrica en Chile. Recuperado de <https://www.ebpchile.cl/es/pdf/generate/node/1553>
- EvBOX (2022). Product List, Recuperado de <https://evbox.com/es-es/todos-los-productos>. (08 de mayo de 2022).
- Electway Electric (2022). Cargadores Rápidos DC. Recuperado de <http://www.electway.net/>, (08 de mayo de 2022).
- Emery, F. E. Socio-technical systems. Systems Thinking. Penguin: Education. Editorial: General Editor D.S. Pugh, pp 315 – 345, 1972.
- Ernst and Young (EY) Perú, (2021), Plan Nacional de Electromovilidad, Estudio Elaborado para la Asociación Automotriz del Perú.
- European Commission. Transport in Figures’—Statistical Pocketbook. 2011. Available online: https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2011_en/ (accessed on 21 February 2021).
- Estado del Arte de la Movilidad Eléctrica en México (2020)
- Fitzgerald Garrett, Ningthoujam Jagabanta (2020), *ELECTRIC VEHICLE CHARGING INFRASTRUCTURE, A GUIDE FOR DISCOM READINESS, LIGHTHOUSE DISCOM PROGRAMME*, A NITI AAYOG, RMI INDIA + ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE COLLABORATIVE.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (2015), Guía del vehículo eléctrico II, www.fenercom.com.
- Fundación Transitemos (2018), “Informe de Observancia Situación del Transporte Urbano en Lima y Callao – 2018”, Publicaciones – Libros virtuales, <https://transitemos.org/propuestas/situacion-del-transporte-urbano-en-lima-y-callao/>
- Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), World Resources institute (icct), International Transport Forum, Locat Partnership, Agora Verkehrswende, REN21 (2021), “Status quo analysis of various segments of electric mobility and low carbon passenger road transport in India”.

- Gestión (2021, 14 de julio), Diario, Noticia: “UE plantea prohibir la venta de nuevos automóviles con combustible fósil a partir del 2035”. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/ue-plantea-prohibir-la-venta-de-nuevos-automoviles-con-combustible-fosil-a-partir-del-2035-noticia/?ref=gesr>.
- Gómara, J. (12 de mayo de 2022, 09:47 hrs), página web Híbridos y eléctricos, reporte: “Europa aprueba prohibir la venta de coches diésel y gasolina a partir del 2035”. Recuperado de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/europa-aprueba-prohibir-venta-coches-diesel-gasolina-2035/20220512094730057781.html>.
- Gómez-Gélvez, J., Mojica, C., Kaul, V. e Isla, L.(2016), la incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina, recuperado de <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17165/la-incorporacion-de-los-vehiculos-electricos-en-america-latina>
- González-Mahecha, E. (17 de octubre de 2018), ¿Los vehículos eléctricos realmente reducen las emisiones de carbono?, Hablemos de Sostenibilidad y Cambio Climático, <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/vehiculos-electricos-emisiones-carbono/>
- Hinicio (2017). Estudio de diagnóstico, evaluación, análisis y propuesta para apoyar con la NAMA de preparación del sector energético para la transformación hacia una matriz energética limpia a través del uso de transporte limpio en el Perú. Recuperado del sitio web: <http://namasenergia.minem.gob.pe/Content/fileman/Uploads/Images/menu-centroinformacion/Diagn%C3%B3stico%20NAMA%20Transporte%20Limpio.pdf>
- International Energy Agency (iea), (2021), Global EV Outlook 2021, , Website: www.iea.org
- Inside-EVs. EV Battery Makers 2016: Panasonic and BYD Combine to Hold Majority of Market. 2017. Available online: <https://insideevs.com/ev-battery-makers-2016-panasonic-and-byd-combine-to-hold-majority-of-market/> (accessed on accessed on 21 February 2021).
- Informe sobre la Brecha de Producción 2021 (2021), SEI, IISD, Instituto de Desarrollo de Ultramar (ODI), Grupo de expertos de cambio climático E3G y PNUMA, <https://productiongap.org/2021report>
- Inside-EVs. EV Battery Makers 2016: Panasonic and BYD Combine to Hold Majority of Market. 2017. Available online: <https://insideevs.com/ev-battery-makers-2016-panasonic-and-byd-combine-to-hold-majority-of-market/> (accessed on accessed on 21 February 2021).
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), (2018). Síntesis resultados Censo 2017. Recuperado del sitio web: https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicaci%C3%B3n-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf?sfvrsn=1b2dfb06_6
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), (2019). Informe: “Producción y empleo informal en el Perú – Cuenta Satélite de la Economía Informal 2007 – 2018”
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), (2021). Boletín Estadístico: Empleo Trimestral, Edición N° 274. Recuperado del sitio web: <https://www.ine.cl/docs/default-source/ocupacion-y->

[desocupacion/boletines/2021/pa%C3%ADs/bolet%C3%ADn-empleo-nacional-trimestre-m%C3%B3vil-mayo-2021---junio-2021--julio-2021.pdf](#)

- Institute of Transport Economics Norwegian Centre for Transport Research. (2013). Electromobility in Norway - Experiences and opportunities with electric vehicles.
- IRENA (2017), Electric Vehicles: technology brief, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Irle Roland (2022, 5 de mayo), EVvolumes.com: Global EV Sales for 2021. Recuperado de <https://www.ev-volumes.com/>, 05/05/22, 18:30 hrs.
- International Electrotechnical Commission, "IEC 62196-1:2014," 2014. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/6582>.
- Kah, M. (2018). Electric Vehicle and Their Impact on Oil Demand: Why Forecasts Differ. Recuperado de: https://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/pictures/CGEP_Electric%20Vehicles%20and%20Their%20Impact%20on%20Oil%20DemandWhy%20Forecasts%20Differ.pdf
- Kamiya, M., y Ramírez, C. (2004). La industria automotriz: desarrollos en China e implicaciones para Latinoamérica. Recuperado de <http://jefas.esan.edu.pe/index.php/jefas/article/view/162/153>
- Lazarte Molina, Jorge E. (2003), "El concepto de servicio público en el derecho peruano" *IUS ET VERITAS*, 13(26), 68-85. Recuperado a partir de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/iusetveritas/article/view/16236>
- Lee Henry, Clark Alex, (2018), *Charging the Future: Challenges and Opportunities for Electric Vehicle Adoption*, Belfer Center for Science and International Affairs, Cambridge, Mass: Harvard University, August 2018.
- Lease Plan's 2021 EV Readiness Index (March 2021)
- León, M., Muñoz C. y Sánchez J. (eds.) (2020), "La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos", Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/124), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- [Martínez-Lao, M., a Montoya, F., Montoyac, M.G., Manzano-Aguiliaro, F.](#) (2016) Paper: "Electric vehicles in Spain: An overview of charging systems". Elsevier Ltd. All rights reserved.
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), (2022). Información de: Asociaciones Público Privadas. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101931&lang=es-ES&view=article&id=3971 (05/05/2022; 17:01 h)
- Ministerio de Energía del Gobierno de Chile. (2021). Estrategia Nacional de Electromovilidad. Recuperado del sitio web: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/estrategia_nacional_de_el_ectromovilidad_2021_0.pdf
- Ministerio de Energía y Minas (MEM), (2021), Balance Nacional de Energía 2019, Resolución Ministerial N° 121-2021-MINEM/DM, www.minem.gob.pe
- Ministerio del Ambiente - MINAM (2020), Nota de Prensa: "Estiman que reducir emisiones de gases de efecto invernadero beneficiará al país en 98 mil millones de dólares", 1 de setiembre de 2020, 4:26 pm.
- Ministerio del Ambiente - MINAM (2020), Nota de Prensa: "Comisión de Alto Nivel de Cambio Climático aprueba nueva ambición climática del Perú", 16 de diciembre de 2020, 3:42 pm.

- Ministerio del Ambiente MINAM (2021), Resumen Ejecutivo INGEI 2106: “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2016 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014”.
- Monzon, D., Aztiria, M., y Stella, C. (2018). Electric Mobility Impact on Downstream Oil Business. Recuperado de: https://www.adlittle.at/sites/default/files/viewpoints/adl_electric_mobility_impact_on_downstream_oil_business-min.pdf
- Movilidad Sostenible para Todos (SuM4All), (2021). “*Movilidad eléctrica sostenible: Componentes esenciales y recomendaciones de políticas*”. <https://www.sum4all.org/data/files/movilidadelectricasostenible-web.pdf> (14/05/22; 08:00 hrs)
- Murias Daniel, Motor Pasión (2020, 5 de abril), Artículo: “Anatomía de un coche eléctrico: su sencilla mecánica, al desnudo”, 05 de mayo de 2022. Recuperado de <https://www.motorpasion.com/coches-electricos/anatomia-coche-electrico-su-sencilla-mecanica-al-desnudo#:~:text=A%20grandes%20rasgos%2C%20el%20sistema,uno%20o%20varios%20motores%20el%20C3%A9ctricos>.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). Recuperado de http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/air_pollution_20110926/es/
- Observatorio Tecnológico de la Energías (2012). Mapa tecnológico movilidad eléctrica. Recuperado de: https://www.academia.edu/30771813/Observatorio_Tecnol%C3%B3gico_de_la_Energ%C3%ADa_MAPA_TECNOL%C3%93GICO_MOVILIDAD_EL%C3%89CTRICA?auto=download.
- Oficina Económica y Comercial de España en Oslo (ICEX, marzo 2021)
- Osinermin (1ra. Ed.), (2016). “La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país”. Gráfica Biblos S.A.
- Osinermin (2019), “Electromovilidad. Conceptos, Políticas y Lecciones Aprendidas para el Perú” (2019), (1ra. Ed.), Gráfica Biblos S.A.
- Pallisé, J., Pérez de Lucía, A., Seco García, A., García, F., Gardy, J., Gónzales, J., Bergera, C., Rodríguez, J.M., Rodríguez, P., Chacón, J., et al. (2015), Guía del Vehículo Eléctrico II, Madrid – España, Gráficas Arias Montano S.A.
- Pallisé, J. Guillén, F., Alonso, J., GoingGreen, Van Dick, K., Chacón, J., Amarilla, J.M., Soto, F., Díaz-Guerra, B., Sánchez-Forní, M.A., Correa, J.M., García, F., Alonso, F.J., Juaréz, J.P., Plá de la Rosa, J.L., Vagas, A., López, M., Luque, R., (2009), Guía del Vehículo Eléctrico, Madrid – España, Gráficas Arias Montano S.A.
- Quirós-Tortós, J., Godínez-Zamora, G., Gerardo De La Torre Ugarte, D., Heros, C., Juan Lazo Lazo, J., et al., (2021), Estudio: Costos y beneficios de la carbono-neutralidad en Perú: una evaluación robusta, 2050 Pathways Platform y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Rowlatt, J. (recuperado 25 de octubre de 2021), Cambio climático: 5 razones por las que 2021 puede ser un año crucial en la lucha contra el cambio climático, BBC NEWS, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-55518254>
- SAE INTERNATIONAL, “SAE Electric Vehicle and Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler,” 2010. [Online]. Available: https://www.sae.org/standards/content/j1772_201001/.

- Sanguesa, J.A.; Torres-Sanz, V.; Garrido, P.; Martínez, F.J.; Marquez-Barja, J.M. A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges. *Smart Cities* 2021, 4, 372–404. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010022>.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (2020), “Estado del arte de la movilidad eléctrica en México”
- Simon (2019 10 de enero de 2019), Artículo: "El vehículo eléctrico: elementos principales y funcionamiento", 05 de mayo de 2022, Recuperado de <https://www.simonelectric.com/blog/el-vehiculo-electrico-elementos-principales-y-funcionamiento>
- Schill, W.-P., y Gerbaulet, C. (2015). Power System Impacts of Electric Vehicles in Germany: Charging with Coal or Renewables? Recuperado de https://www.diw.de/documents/pocublikationen/73/diw_01.c.494890.de/dp1442.pdf
- Sustainable Energy Authority of Ireland. Hybrid Electric and Battery Electric Vehicles; AEA Energy & Environment: Dublin, Ireland, 2007.
- The Guardian (2021). Página web: “Millions of electric car batteries will retire in the next decade. What happens to them?. Recuperado de: <https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/20/electric-car-batteries-what-happens-to-them>
- TODOTRANSPORTE, (jueves 20 de mayo de 2021, 12:55 hrs). Página Web TODOTRANSPORTE: “La falta de infraestructuras de recarga disponibles frena la transición hacia la movilidad eléctrica de las empresas”. Recuperado de: <https://www.todotransporte.com/texto-diario/mostrar/3287179/falta-infraestructuras-recarga-disponibles-frena-transicion-hacia-movilidad-electrica-empresas>
- Transport & Environment (2021), Estudio sobre el despliegue de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico en España, www.transportenvironment.org | @transenv | fb: Transport & Environment.
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), (2018). Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035. Recuperado de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto3_Li o_FINAL_11Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto3_Li_o_FINAL_11Dic2018.pdf)
- U.S. Department of Energy (9 de enero de 2022), “Leyes e Incentivos de California”, Eficiencia Energética y Energía Renovables, <https://afdc.energy.gov/laws/all?state=CA>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UN DESA), Population Division (2019). “World Urbanization Prospects 2018: Highlights” (ST/ESA/SER.A/421).
- Vilcachagua Núñez, Jorge (2021), Aspectos Regulatorios a Considerar En La Incorporación de Vehículos Eléctricos en el Mercado Eléctrico Peruano; recuperado en la ruta: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/316476settings>