

Plan Nacional de Electromovilidad

Estudio elaborado para la
ASOCIACIÓN AUTOMOTRIZ DEL PERÚ

Abril 2021





PLAN NACIONAL DE ELECTROMOVILIDAD

Estudio elaborado para la Asociación Automotriz del Perú

Prohibida toda reproducción parcial o total por cualquier medio sin la autorización expresa de la Asociación Automotriz del Perú.

Abril de 2021

Tabla de contenido

Resumen Ejecutivo	1
1. Introducción	16
2. Marco de Referencia Internacional	17
2.1 Contexto de la electromovilidad	17
2.1.1 Factores de cambio y tendencias tecnológicas	17
2.1.2 Caracterización de los vehículos electrificados.....	21
2.1.3 Adopción y crecimiento del parque automotor de vehículos electrificados a nivel global y regional	31
2.1.4 Precios de vehículos electrificados vs. vehículos ICE al 2030	35
2.1.5 Identificación de los impactos ambientales de vehículos electrificados vs. vehículos ICE	37
2.2 Experiencias en la promoción de la electromovilidad a nivel global y en la región	39
2.2.1 Identificación y análisis comparativo de las políticas para incentivar la electromovilidad a nivel global y regional	39
2.2.2 Identificación de avances en la implementación de proyectos para fomentar la electromovilidad a nivel global y regional	58
2.3 Impacto de las principales políticas de promoción de la electromovilidad	65
2.4 Principales lecciones aprendidas	93
3. Avances y ventajas de la electromovilidad en el Perú	97
3.1 Avances en la electromovilidad en Perú.....	97
3.2 Ventajas para el desarrollo de la electromovilidad en el Perú	106
3.2.1 Matriz energética.....	106
3.2.2 Balanza comercial de petróleo negativa	108
3.2.3 Producción nacional de cobre y litio	109
4. Justificación	111
4.1 El problema público y la electromovilidad como alternativa de solución	111
4.1.1 Delimitación del problema público.....	111
4.1.2 Enunciación y estructuración del problema público	126
4.1.3 Determinación de la situación futura deseada.....	128
4.1.4 Selección de alternativas de solución al problema público	135
4.2 Políticas relacionadas al problema público	143
4.2.1 Acuerdos internacionales	143
4.2.2 Políticas y estrategias nacionales:.....	144
4.3 Identificación de los niveles de intervención existentes.....	146

4.3.1	PESEM, PEI y POI	146
4.3.2	Planes de desarrollo regional concertado	150
5.	Objetivos de la propuesta	153
5.1	Objetivos prioritarios e indicadores	153
5.1.1	Creación de los objetivos prioritarios para el desarrollo de la electromovilidad en el Perú.....	154
5.1.2	Determinación de las entidades responsables del cumplimiento de los objetivos prioritarios en el marco de sus competencias y funciones.....	155
5.2	Lineamientos de políticas de promoción de la electromovilidad.....	161
6.	Propuesta de promoción de la electromovilidad	164
6.1	Revisión de las políticas y estrategias de promoción para la adopción de movilidad eléctrica sugeridas por la AAP y aquellas implementadas en otros países.....	164
6.2	Propuesta de políticas: identificación de habilitantes, servicios y estándares de cumplimiento.....	171
6.2.1	Identificación de los servicios orientados a promover el desarrollo de la electromovilidad	171
6.2.2	Establecimiento de los estándares nacionales de cumplimiento para las políticas	179
7.	Análisis de la demanda	203
7.1	Paridad de costos entre los vehículos eléctricos y los vehículos de motor de combustión interna (TCO).....	203
7.1.1	Identificación y recopilación de información para realizar el análisis de costo total de propiedad.....	203
7.1.2	Metodología de TCO.....	205
7.1.3	Supuestos del modelo	206
7.1.4	Resultados del modelo	207
7.1.5	Análisis de sensibilidad.....	212
7.2	Estimación de la demanda de vehículos electrificados al 2030	215
7.2.1	Identificación y recopilación de información de los parámetros requeridos para realizar el análisis de difusión en base a datos históricos y estimación de escenarios análogos.....	216
7.2.2	Resultados del modelo de difusión como pronóstico de las ventas hasta el año 2030.....	220
8.	Sostenibilidad de la propuesta	232
8.1	Impacto en la recaudación fiscal	232
8.1.1	Incentivos propuestos que tienen impacto en la recaudación fiscal	232
8.1.2	Análisis del impacto en la recaudación fiscal al año 2030	240

8.1.3	Determinación de la estrategia de reducción de incentivos	253
8.2	Retos de las redes de energía	255
8.2.1	Desafíos relacionados a la capacidad de las redes de distribución producto de la carga de vehículos electrificados	255
8.2.2	Impactos en las redes de distribución relacionados a la carga de vehículos electrificados.....	261
8.2.3	Oportunidades para maximizar el uso de las redes de distribución disponibles	265
8.3	Beneficio ambiental de la electromovilidad	266
8.3.1	Análisis de impacto de emisiones de GEI.....	266
8.3.2	Análisis de impacto ambiental - Material particulado	278
8.3.3	Impacto económico producto de la mitigación de GEI	282
8.3.4	Beneficios	286
9.	Hoja de ruta, conclusiones y recomendaciones	289
9.1	Hoja de Ruta.....	289
9.2	Conclusiones	296
9.3	Recomendaciones	299
	Bibliografía	301
	Glosario	320
	Disclaimers	323

Índice de figuras

Figura N° 1 - Movilidad Conectada, Autónoma, Compartida y Eléctrica (CASE)	18
Figura N° 2 - Componentes de una estación de carga semi-rápida y rápida	26
Figura N° 3 - Inventario de vehículos electrificados de uso personal 2015-2020 (en miles)	31
Figura N° 4 - Representación del mercado LATAM en el año 2019	32
Figura N° 5 - Ventas mensuales de vehículos en Europa por tipo de combustible 2011-2020	33
Figura N° 6 - Proyección de ventas de vehículos electrificados al 2030 (en miles) ..	34
Figura N° 7 - Punto de inflexión de los vehículos eléctricos con batería global	35
Figura N° 8 - Evolución del precio las baterías de litio	36
Figura N° 9 - Precio de baterías de EV de Li-ion y peso promedio de la densidad energética histórica y pronosticada	36
Figura N° 10 - Principales ejes de acción para la promoción de la electromovilidad y ventas correspondientes al año 2020	40
Figura N° 11 - Políticas y adopción en Noruega	68
Figura N° 12 - Políticas y adopción en España	71
Figura N° 13 - Políticas y adopción en Brasil	74
Figura N° 14 - Políticas y adopción en México	77
Figura N° 15 - Políticas y adopción en Colombia	80
Figura N° 16 - Políticas y adopción en Chile	83
Figura N° 17 - Políticas y adopción en Ecuador	86
Figura N° 18 - Políticas y adopción en Costa Rica	89
Figura N° 19 - Políticas y adopción en Uruguay	92
Figura N° 20 - Acciones para promover la electromovilidad en el Perú	100
Figura N° 21 - Generación de energía por fuente 2018 - 2019	107
Figura N° 22 - Modelo de depósito para salmuera de litio	110
Figura N° 23 - Incremento del parque vehicular nacional estimado (unidades vehiculares), según clase de vehículo: 2007-2018	113
Figura N° 24 - Antigüedad del parque automotor	114
Figura N° 25 - Índice de motorización del Perú vs. Latinoamérica	115
Figura N° 26 - Consumo y conversión a Gas Natural 2014-2018	118
Figura N° 27 - Toneladas de CO ₂ e acumuladas en 15 años para un bus de 12 metros	120
Figura N° 28 - Estructuración operativa del problema público	127
Figura N° 29 - Clasificación de incentivos y habilitantes identificados y analizados para promover la electromovilidad	167
Figura N° 30 - Paridad TCO del escenario Business as Usual y High Case para vehículos livianos (sedán más vendidos)	209
Figura N° 31 - Paridad TCO del escenario Business as Usual y High Case para buses de 12 metros	210
Figura N° 32 - Paridad TCO del escenario Business as Usual y High Case para camiones de 4.5 T	211
Figura N° 33 - Paridad por categoría de vehículo en escenario de cambio de 3 variables: IGV 0% por 10 años y 9% por 5 años;	214
Figura N° 34 - Pronóstico de flota de vehículos eléctricos e híbridos en los principales países de LATAM	220

Figura N° 35 – Estimación de salida de Escenario Business as Usual de vehículos livianos	221
Figura N° 36 – Estimación de salida de Escenario Business as Usual de buses.....	222
Figura N° 37 – Estimación de salida de Escenario Business as Usual de camiones .	223
Figura N° 38 – Estimación de salida de Escenario High Case de vehículos livianos.	224
Figura N° 39 – Estimación de salida de Escenario High Case de buses	225
Figura N° 40 – Estimación de salida de Escenario High Case de camiones.....	226
Figura N° 41 – Comparación de tasas de crecimiento (vehículos electrificados / parque total)	229
Figura N° 42 - Resultados de la recaudación fiscal del año 2030 (en miles de USD)	253
Figura N° 43 – Perfil de consumo y carga en Alemania (% de consumo durante el día)	256
Figura N° 44 – Perfil de consumo y carga en Perú.....	257
Figura N° 45 - Energía demandada por el parque automotor enchufable del año 2030 (GWh)	264
Figura N° 46 – Potencia utilizada por el parque automotor enchufable del año 2030 (MW).....	264
Figura N° 47 – Business as Usual Livianos: Emisiones en t CO ₂ eq acumuladas al 2030	272
Figura N° 48 - Business as Usual Buses: Emisiones en t CO ₂ eq acumuladas al 2030	273
Figura N° 49 – Business as Usual Camiones: Emisiones en t CO ₂ eq acumuladas al 2030	273
Figura N° 50 - High Case Livianos: Emisiones en t CO ₂ eq acumuladas al 2030.....	277
Figura N° 51 - High Case Buses: Emisiones en t CO ₂ eq acumuladas al 2030	277
Figura N° 52 - High Case Camiones: Emisiones en CO ₂ eq acumuladas al 2030.....	278
Figura N° 53 - Livianos Business as Usual: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 2.5 en t.....	280
Figura N° 54 - Livianos High Case: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 2.5 en t	280
Figura N° 55 - Livianos Business as Usual: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 10 en t.....	281
Figura N° 56 - Livianos High Case: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 10 en t.	281
Figura N° 57 - Cuadro comparativo en potencial de emisiones acumuladas al año 2030 para los escenarios sin electromovilidad, Business as Usual y High Case (t).	286
Figura N° 58 – Cuadro comparativo en potencial de impacto económico acumulado al año 2030 por emisiones de CO ₂ eq High Case, Business as Usual y Sin Electromovilidad (en USD millones)	287
Figura N° 59 - Cuadro comparativo en potencial de impacto económico en el año 2030 por emisiones de CO ₂ eq High Case, Business as Usual y Sin Electromovilidad en el año 2030 (t).....	288
Figura N° 60 – Hoja de ruta de la electromovilidad.....	290

Índice de tablas

Tabla N° 1 – Tendencias: Dimensiones disruptivas de la movilidad del futuro.....	19
Tabla N° 2 – Tipología de vehículos electrificados	21
Tabla N° 3 - Clasificación de vehículos	23
Tabla N° 4 – Principales características de los tipos de vehículos electrificados	23
Tabla N° 5 - Características principales de las estaciones de carga	24
Tabla N° 6 – Descripción de los componentes de la estación de carga semi-rápida y rápida	26
Tabla N° 7 – Modos de carga para vehículos eléctricos.....	28
Tabla N° 8 – Tiempos de carga por sistema de carga y capacidad de la batería del vehículo eléctrico	29
Tabla N° 9 - Tipos de baterías en vehículos eléctricos	30
Tabla N° 10 - Clasificación incentivos por categorías	39
Tabla N° 11 – Políticas implementadas en Noruega.....	41
Tabla N° 12 - Políticas implementadas en España	42
Tabla N° 13 - Políticas implementadas en Brasil	45
Tabla N° 14 - Políticas implementadas en México	46
Tabla N° 15 - Políticas implementadas en Colombia.....	48
Tabla N° 16 - Políticas implementadas en Chile	50
Tabla N° 17 - Políticas implementadas en Ecuador	52
Tabla N° 18 - Políticas implementadas en Costa Rica	54
Tabla N° 19 - Políticas implementadas en Uruguay	56
Tabla N° 20 – Avances implementados en Noruega.....	58
Tabla N° 21 - Avances implementados en España	58
Tabla N° 22 - Avances implementados en Brasil	59
Tabla N° 23 - Avances implementados en México	60
Tabla N° 24 - Avances implementados en Colombia.....	60
Tabla N° 25 - Avances implementados en Chile	62
Tabla N° 26 - Avances implementados en Ecuador	63
Tabla N° 27 - Avances implementados en Costa Rica.....	64
Tabla N° 28 - Avances implementados en Uruguay	64
Tabla N° 29 - Principales incentivos implementados y oportunidades adicionales ...	94
Tabla N° 30 – Acciones tomadas para promover la electromovilidad en el País.....	101
Tabla N° 31 – Proyectos promovidos por el sector privado Perú	103
Tabla N° 32 - Producción energética por fuente de energía (GWh).....	107
Tabla N° 33 - Tipos de fuentes de energía renovable	107
Tabla N° 34 - Importaciones de Hidrocarburos, 2015-2018 (en miles de dólares). ..	108
Tabla N° 35 – Exportaciones de Hidrocarburos 2015 – 2018 (miles de USD)	109
Tabla N° 36 – Composición del parque automotor del Perú por clase de vehículo..	112
Tabla N° 37 – Tasa de retiro del parque automotor	114
Tabla N° 38 – Índice de motorización del Perú vs. Latinoamérica.....	115
Tabla N° 39 – Parque automotor por tipo de combustible (a junio de 2019)	116
Tabla N° 40 – Importación de vehículos nuevos según tipo de combustible.....	117
Tabla N° 41 – Venta e inmatriculación de vehículos livianos, pesados y menores..	117
Tabla N° 42 - Contaminantes de vehículos ICE.....	121
Tabla N° 43 – Nivel de complejidad de la evidencia relacionada al problema público	124

Tabla N° 44 - Sistematización de tendencias	130
Tabla N° 45 - Resumen de los escenarios contextuales	131
Tabla N° 46 - Matriz de evaluación de oportunidades y riesgos.....	132
Tabla N° 47 - Hitos de la electromovilidad.....	137
Tabla N° 48 - Alternativas de solución priorizadas	137
Tabla N° 49 - Evaluación de alternativas de solución	139
Tabla N° 50 - Jerarquización de alternativas de solución	142
Tabla N° 51 - Plan estratégico sectorial, plan estratégico institucional y plan operativo institucional de entidades del Estado	147
Tabla N° 52 - Evaluación de objetivos propuestos por la AAP	153
Tabla N° 53 - Determinación de las entidades responsables del cumplimiento de los objetivos prioritarios	155
Tabla N° 54 - Indicadores propuestos para cada objetivo	156
Tabla N° 55 - Ficha técnica del indicador 1	157
Tabla N° 56 - Ficha técnica del indicador 2.....	158
Tabla N° 57 - Ficha técnica del indicador 3.....	159
Tabla N° 58 - Ficha técnica del indicador 4.....	159
Tabla N° 59 - Ficha técnica del indicador 5.....	160
Tabla N° 60 - Políticas Sugeridas por la AAP	164
Tabla N° 61 - Proceso de análisis y priorización de políticas que promueven la electromovilidad.....	166
Tabla N° 62 - Políticas propuestas por la AAP según categoría.....	168
Tabla N° 63 - Niveles de contaminación de acuerdo con las categorías y tecnologías de vehículos	172
Tabla N° 64 - Identificación de servicios para la promoción de la electromovilidad	174
Tabla N° 65 - Cadena de resultados	178
Tabla N° 66 - Matriz de estándar de cumplimiento servicios habilitantes.....	180
Tabla N° 67 - Matriz de estándar de cumplimiento servicios prioritarios.....	186
Tabla N° 68 - Matriz de estándar de cumplimiento servicios aplicables.....	195
Tabla N° 69 - Incentivos y beneficios para incentivar la demanda de vehículos eléctricos en el Perú	207
Tabla N° 70 - Escenario High Case.....	212
Tabla N° 71 - Modificación del escenario base mediante el cambio de una variable	212
Tabla N° 72 - Modificación del escenario base mediante el cambio de 2 variables.	213
Tabla N° 73 - Modificación del escenario base mediante el cambio de 3 variables.	213
Tabla N° 74 - Supuestos de estimación	217
Tabla N° 75 - Proyección de ventas resultantes del Modelo de Análisis de Difusión escenario BaU	227
Tabla N° 76 - Parque vehicular resultante del Modelo de Análisis de Difusión del escenario High Case	228
Tabla N° 77 - Indicadores de proyección Business as Usual y High Case de escenarios de salida	229
Tabla N° 78 - Ad Valorem	233
Tabla N° 79 - IGV e IPM.....	233
Tabla N° 80 - IPV	234
Tabla N° 81 - Crédito Tributario	235
Tabla N° 82 - Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂	237

Tabla N° 83 - ISC	239
Tabla N° 84 – Recaudación fiscal del Ad-Valorem (2021 – 2030) en miles de USD	242
Tabla N° 85 – Recaudación fiscal del IGV + IPM (2021 – 2030) en miles de USD ...	244
Tabla N° 86 – Recaudación fiscal del IPV (2021 – 2030) en miles de USD.....	246
Tabla N° 87 – Crédito tributario del Impuesto a la Renta – Flotas de buses y camiones en miles de USD	247
Tabla N° 88 – Crédito tributario del Impuesto a la Renta – estaciones de carga en miles de USD.....	248
Tabla 89 – Simulación de recaudación fiscal del impuesto a los combustibles por las emisiones de CO ₂ (2022 – 2030) en miles de USD	250
Tabla 90 – Resultados de recaudación fiscal total por año (2022 – 2030) en miles de USD.....	252
Tabla 91 – Resumen de incentivos y beneficios para vehículos tipo BEV.....	254
Tabla N° 92 – Desafíos del sector eléctrico.....	260
Tabla N° 93 – Demanda de energía por año en el escenario Business as Usual en GWh	262
Tabla N° 94 – Demanda de energía por año en el escenario High Case en GWh	262
Tabla N° 95 – Potencia máxima utilizada por año en el escenario Business as Usual en MW.....	263
Tabla N° 96 – Potencia máxima utilizada por año en el escenario High Case en MW	263
Tabla N° 97 – Comparativo de emisiones acumuladas en t CO ₂ eq en escenario Business as Usual al 2030 y en el año 2030	269
Tabla N° 98 – Emisiones en t CO ₂ eq en el escenario Business as Usual por ciudad	270
Tabla N° 99 – Mitigación de emisiones en t CO ₂ eq en el escenario Business as Usual por ciudad.....	271
Tabla N° 100 - Comparativo de emisiones en el año 2030 y acumuladas al año 2030 en t CO ₂ eq en escenario High Case	274
Tabla N° 101 - Emisiones en t CO ₂ eq en el escenario High Case vehículos electrificados	275
Tabla N° 102 - Mitigación de emisiones en t CO ₂ eq en el escenario High Case por ciudad vehículos electrificados versus ICE.....	276
Tabla N° 103 - Factores de emisión PM 2.5.....	279
Tabla N° 104 - Factores de emisión PM 10.....	279
Tabla N° 105 - Diferencia en el impacto económico por emisiones de CO ₂ eq Business as Usual electrificados versus ICE en el año 2030 y acumulado al 2030 (expresado en USD millones).....	283
Tabla N° 106 - Diferencia en el impacto económico por emisiones de CO ₂ eq High Case electrificados versus ICE en el año 2030 y acumulado al 2030 (expresado en USD millones).....	284
Tabla N° 107 - Ahorro en impacto económico High Case versus Business as Usual acumulado al 2030 (expresado en USD millones).....	285
Tabla N° 108 –Hoja de Ruta Detallada.....	292
Tabla N° 109 – Recomendaciones para el desarrollo de la electromovilidad en el país	299

Acrónimos

AAP

Asociación Automotriz del Perú

BAU

Escenario sin cambios en el comportamiento de tendencia de la demanda (business as usual por sus siglas en inglés)

BEV

Vehículo eléctrico con batería

BNEF

Bloomberg New Energy Finance

CASE

Movilidad conectada, autónoma, compartida y eléctrica (CASE, por sus siglas en inglés)

CEPLAN

Centro Nacional de Planeamiento

CMNUCC

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNCF

Consejo Nacional de Competitividad y Formalización

COP

Conferencia de las partes

DGTT

Dirección General de Transporte Terrestre

EV

Vehículos electrificados

EREV

Vehículo eléctrico con autonomía extendida

FCEV

Vehículo eléctrico a pila de combustible

GEI

Gases de efecto invernadero

GLP

Gas licuado de petróleo

GNC

Gas natural comprimido

GNL

Gas natural licuado

GNV

Gas natural vehicular

GTM-NDC

Grupo de Trabajo Multisectorial encargado de generar información

técnica para la implementación de las NDC

HC

Escenario con incentivos de alta incidencia en la demanda (high case por sus siglas en inglés)

HEV

Vehículo híbrido no enchufable

ICCT

International Council on Clean Transportation

ICE

Vehículo de motor de combustión interna

IEA

International Energy Agency

IGV

Impuesto general a las ventas

IM

Índice de motorización

INACAL

Instituto Nacional de Calidad

INGEI

Inventario nacional de gases de efecto invernadero

IdC

Internet de las cosas

IPCC

The Intergovernmental Panel on Climate Change

IPM

Impuesto de promoción municipal

IPV

Impuesto al patrimonio vehicular

IR

Impuesto a la renta

ISC

Impuesto selectivo al consumo

IVA

Impuesto al valor agregado

MaaS

Movilidad como servicio (MaaS, por sus siglas en inglés)

ME

Motor eléctrico

MEF

Ministerio de Economía y Finanzas

MHEV

Vehículo híbrido suave

MINAM

Ministerio del Ambiente

MINEM

Ministerio de Energía y Minas

MML

Municipalidad Metropolitana de Lima

MTC

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

NAMA

Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés)

NDC

Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés)

NTP

Norma Técnica Peruana

ODS

Objetivos de desarrollo sostenible

OCDE

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OMS

Organización Mundial de la Salud

OSINERGMIN

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

OSITRAN

Organismo Supervisor de la Inversión en Transporte

P&HEV

Vehículos eléctricos e híbridos

PEDN

Plan Estratégico de Desarrollo Nacional

PEI

Plan Estratégico Institucional

PESEM

Plan Estratégico Sectorial Multianual

PEV

Vehículos eléctricos

PHEV

Vehículo híbrido enchufable

PNUD

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

POI

Plan Operativo Institucional

PRODUCE

Ministerio de la Producción

RAEE

Residuos de aparatos eléctricos y Electrónicos

SBN

Superintendencia de Bienes Nacionales

SENATI

Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial

SOAT

Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito

SUNARP

Superintendencia Nacional de Registros Públicos

SUNAT

Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

SUTRAN

Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías

TCO

Costo total de propiedad (TCO, por sus siglas en inglés)

TTW

Del reservorio de energía a la fuerza motriz en las ruedas de un vehículo (TTW por sus siglas en inglés)

V2X

Vehicles-to-everything

WTT

De la producción de la fuente de energía al reservorio de energía de un vehículo (WTT por sus siglas en inglés)

WTW

De la producción de la Fuente de energía a la fuerza motriz en las ruedas de un vehículo (WTW por sus siglas en inglés))

Resumen ejecutivo

I. Metodología del estudio

<p>1. Análisis de tecnologías y contexto actual</p>	<p>2. Recopilación de información de las políticas a nivel global</p>	<p>3. Análisis de políticas (impactos)</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de las tendencias tecnológicas en el sector automotor. Identificación de tecnologías disponibles. 2. Crecimiento del parque automotor de vehículos electrificados a nivel global. 3. Evaluación de la evolución de los precios de EV y su proyección a nivel global. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de 9 países para la realización del benchmarking. 2. Revisión y clasificación de políticas implementadas. 3. Identificación de los avances en proyectos de electromovilidad en países seleccionados. 4. Identificación de ventas de vehículos por país (según categoría/tecnología). 5. Análisis de factores con mayor impacto a nivel político, social, económico y técnico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de impacto conteniendo: <ul style="list-style-type: none"> • Cronología de las principales políticas implementadas • Ventas históricas de vehículos electrificados 2. Identificación de principales incentivos. 3. Priorización de políticas según su impacto.
<p>4. Identificación de avances y ventajas para Perú</p>	<p>5. Determinación del problema público</p>	<p>6. Elaboración de propuesta de política</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de las principales acciones tomadas a nivel legislativo y regulatorio para promover la electromovilidad en el país. 2. Análisis de las principales ventajas del desarrollo de la electromovilidad para el país. 3. Evaluación de perspectiva de empresas importadoras de vehículos - contexto, desafíos y oportunidades vinculadas a la electromovilidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantamiento de evidencia relacionada al problema público. 2. Determinación de la situación futura deseada. 3. Identificación y selección de alternativa de solución al problema público identificado. 4. Formulación de objetivos e indicadores. 5. Análisis de políticas relacionadas al problema público y de los niveles de intervención existentes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración de la propuesta de incentivos: <ul style="list-style-type: none"> • Lineamientos / ejes de trabajo • Condiciones habilitantes • Servicios • Estándares de cumplimiento 2. Validación preliminar de incentivos analizados con principales sectores involucrados: Transporte, Energía y Medio Ambiente.
<p>7. Análisis de TCO y estimación de la demanda</p>	<p>8. Evaluación sostenibilidad de la propuesta</p>	<p>9. Elaboración hoja de ruta, conclusiones y recomendaciones</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de TCO de BEV y ICE para determinar los años de paridad económica de acuerdo con la categoría vehicular. 2. Análisis de difusión para la estimación de la demanda futura de EV al 2030 de acuerdo con la categoría vehicular y tecnología. 3. Confirmación de objetivos intermedios. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación del impacto en la recaudación fiscal. 2. Análisis a alto nivel del impacto en las redes de distribución energética por la adopción de vehículos electrificados. 3. Análisis del impacto ambiental de la demanda de vehículos electrificados de acuerdo con los escenarios BaU y HC. 4. Impacto económico de la mitigación de GEI. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de la hoja de ruta, la cual contempla los lineamientos y servicios a implementarse de acuerdo con su nivel de prioridad. 2. Formulación de principales conclusiones del estudio. 3. Elaboración de recomendaciones.

II. Marco de referencia internacional de electromovilidad

Se identificaron las principales políticas de promoción implementadas en 9 países que vienen promoviendo la movilidad eléctrica.



De su experiencia se identificaron las principales líneas de acción:

En el **100%** de los países se implementaron políticas de reducción de costos de adquisición.

En **67%** de los países se observa la implementación de políticas de promoción de infraestructura de carga.

En **100%** se observa la implementación de políticas de promoción de flotas electrificadas.

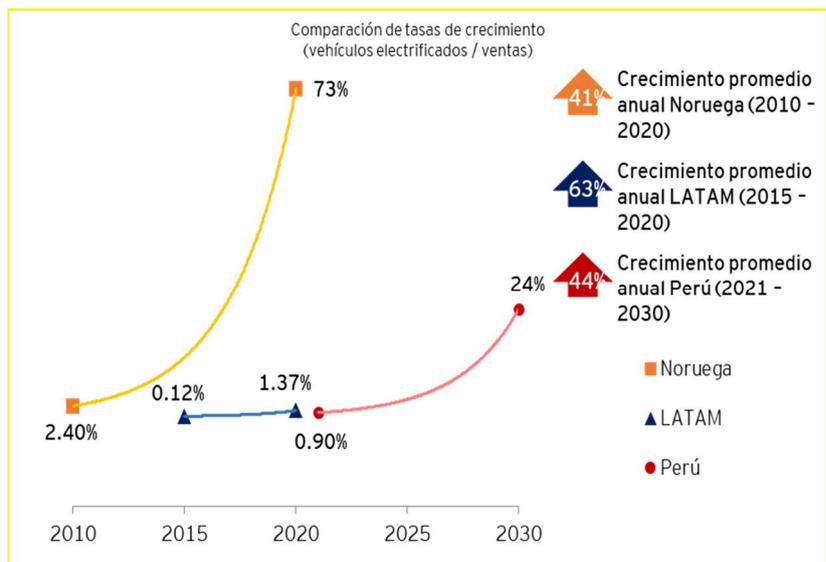
En **100%** de los países se implementaron políticas de reducción de costos de operación.

En Noruega las políticas con alto nivel de correlación con ventas de vehículos electrificados se centraron en la reducción de costos de adquisición, promover la implementación acelerada de sistemas de carga, y reducir los costos de operación.

- o La implementación de las políticas empezó en el año 1990. La tendencia en las ventas es creciente y consistente con la temporalidad de las políticas desde 1990 - 2020 (excepción 2009 - crisis financiera).
- o Para el año 2020, las ventas de BEV representaban el 54% del total siendo el primer país en superar a las ventas de los vehículos ICE.
- o Fue clave la participación de Transnova (hoy Enova), empresa estatal que facilitó la implementación de estaciones de carga a gran escala desde el año 2009 y viene apoyando con la implementación de vehículos eléctricos, especialmente en flotas.

Se compararon las tasas de crecimiento de ventas:

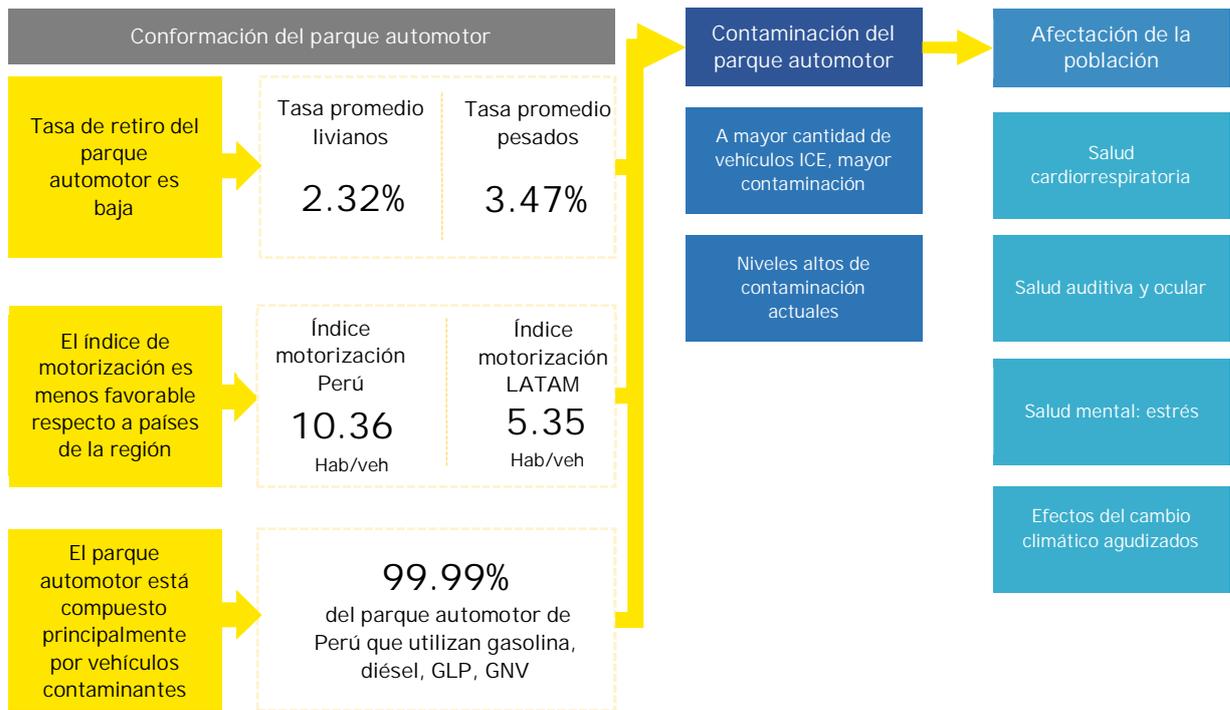
- Noruega: El incremento de ventas de vehículos electrificados promedio, ha sido de 41% durante 10 años.
- LATAM: El incremento de ventas en 5 años ha sido 63%, pero no de forma sostenida. Primeros años los de mayor crecimiento.
- Perú: El incremento de ventas pronosticado en un escenario High Case desde el año 2021 al 2030 sería de 44% en promedio, cuyo crecimiento es mayor en los primeros años, pero se sostiene hacia el final del 2030.



III. Planteamiento del problema y alternativas de solución

La conformación del parque automotor en Perú genera altos niveles de contaminación¹.

Los altos niveles de contaminación del parque automotor tienen afectación directa en la salud de la población



Como alternativa de solución se propone incentivar la adopción de vehículos electrificados

Para ello, se establecieron los siguientes objetivos al 2030:

Objetivo final: Reducir la contaminación ambiental producida por el parque vehicular

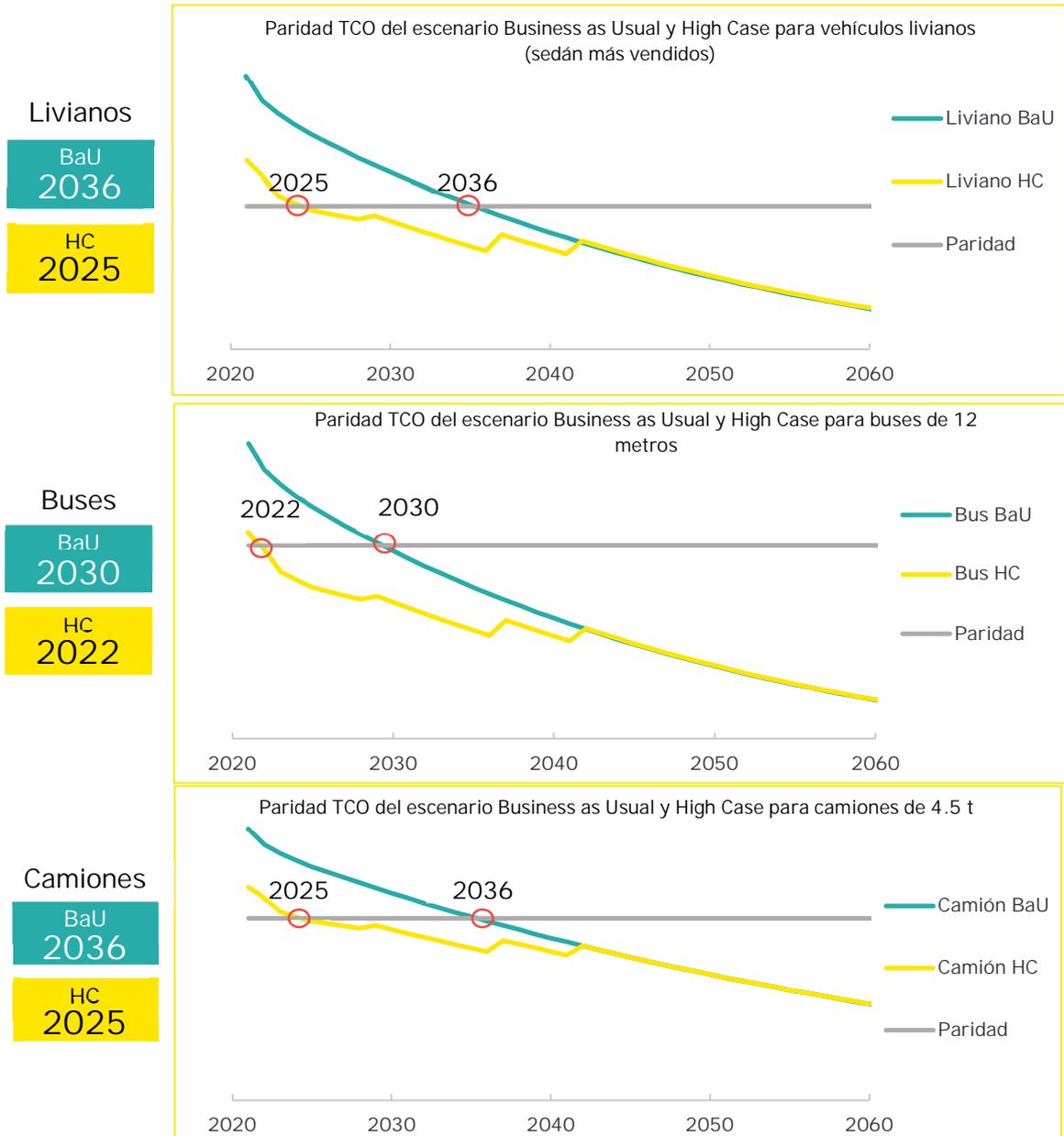
Objetivos intermedios:

- Lograr que al menos el 20% de las ventas anuales de vehículos nuevos particulares del año 2030 sean eléctricos y/o híbridos
- Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones del año 2030 de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos
- Lograr que al menos 35% de las adquisiciones de flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030

¹ La tecnología de vehículos electrificados se presenta como alternativa disruptiva en cuanto a niveles de contaminación frente a los vehículos de combustión interna que en los últimos años venían mejorando las especificaciones técnicas para contaminar menos. Esta alternativa en el Perú cobra especial relevancia debido a la antigüedad del parque vehicular por el bajo índice de retiro de vehículos.

IV. Costo Total de Propiedad (TCO)

Según el análisis realizado de los escenarios Business as Usual (BaU) y High Case (HC), se concluyó que se alcanzará la paridad de costos de vehículos ICE y BEV en los siguientes años:



Análisis de sensibilidad:

- Variables analizadas: IGV, Ad-Valorem, Tarifa de carga residencial, Incremento en el precio de combustibles fósiles.
- 19 combinaciones de las variables analizadas (de 1 a 3 variables a la vez).
- La modificación de impuestos desacelera la paridad de costos.

Mejora de los escenarios:



Tarifa eléctrica

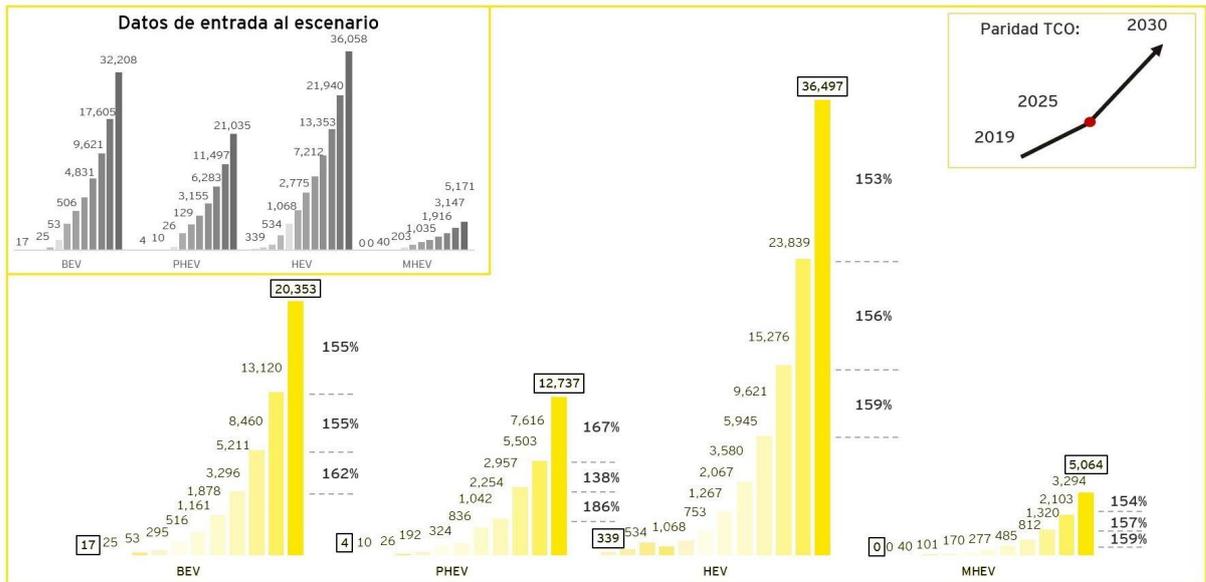


Precio internacional de combustibles

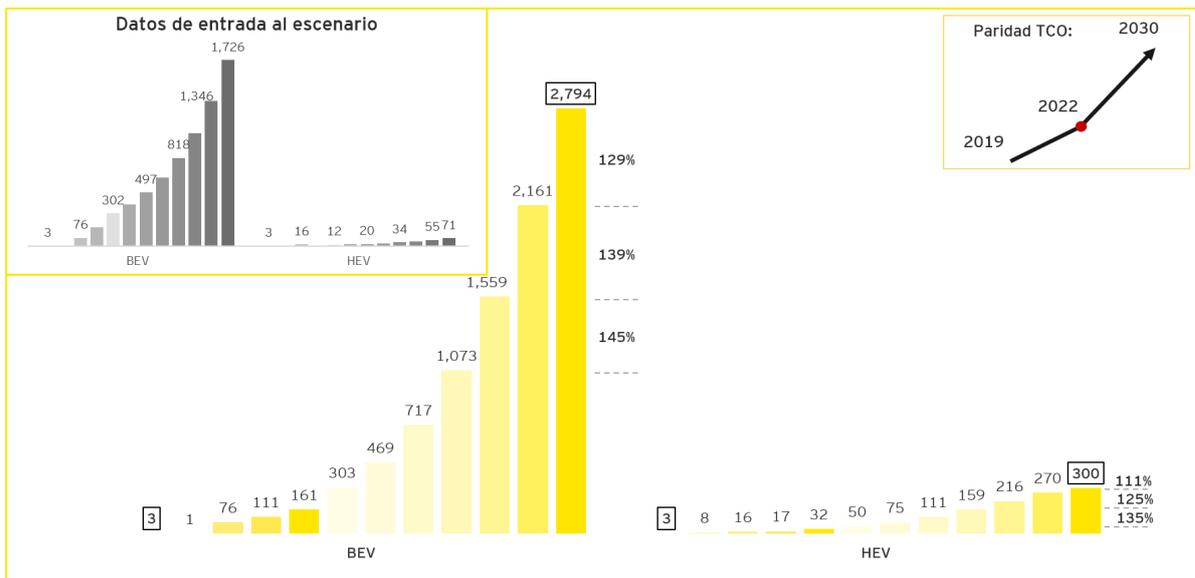
V. Estimación de la demanda (análisis de difusión)

Se realizó el pronóstico de las ventas hasta el año 2030 con el modelo de difusión. La demanda se estimó por cada categoría y tecnología.

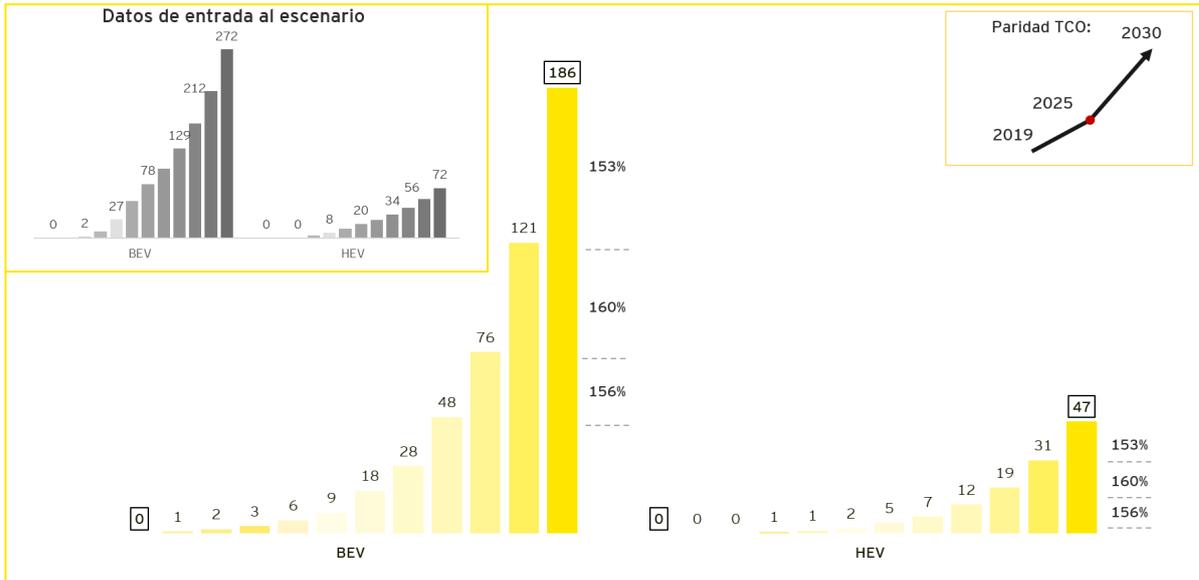
Estimación de salida de Escenario High Case de vehículos livianos



Estimación de salida de Escenario High Case de buses



Estimación de salida de Escenario High Case de camiones



Inputs:

- m: Potencial de mercado
- Ventas históricas LATAM

↓ p (coeficiente de innovación - efecto de innovación): 0.00145 q (coeficiente de imitación - efecto imitación): 0.57967

Procesamiento:

- Se corren los valores en el modelo

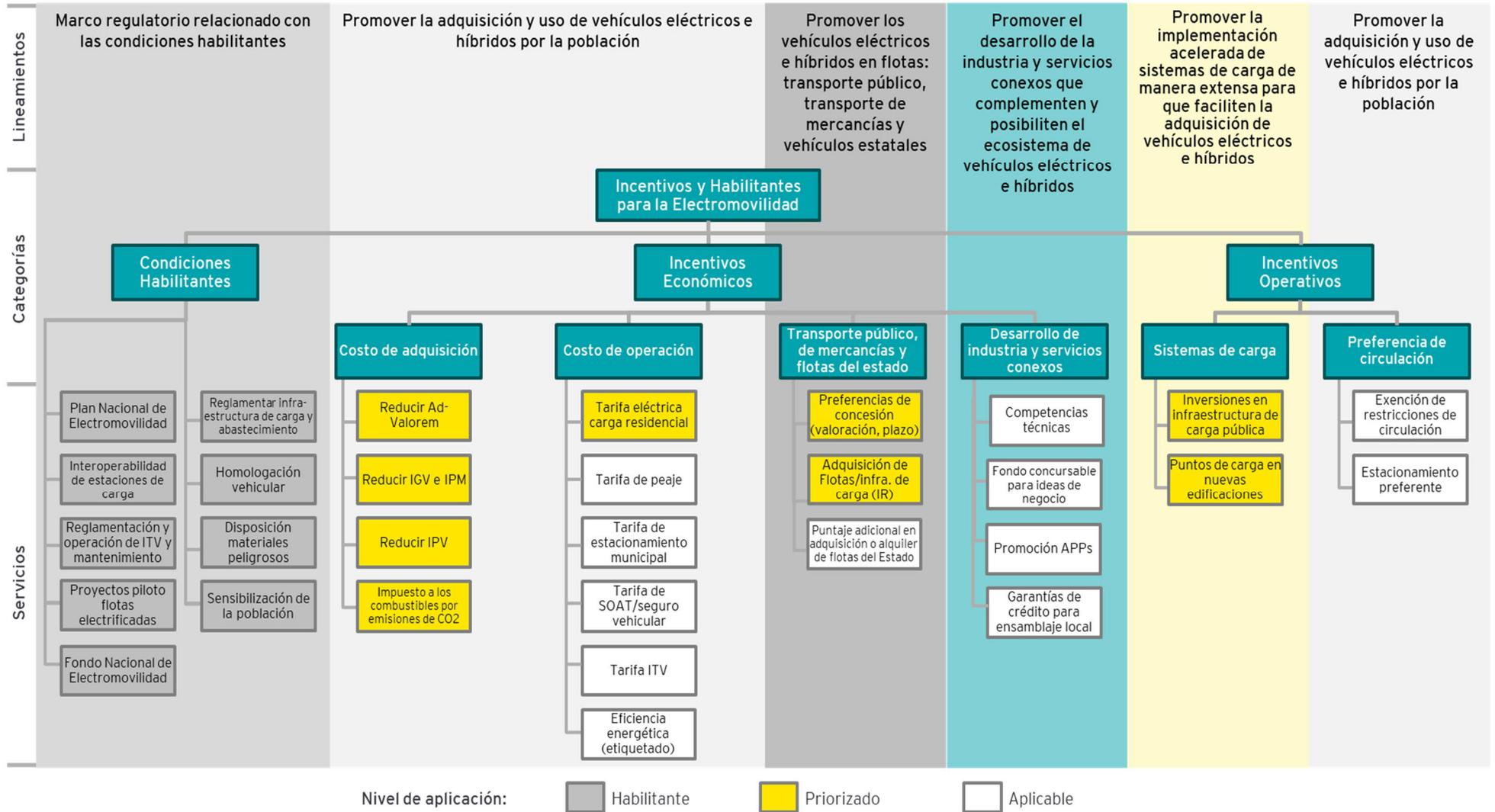
↓

- 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

Adopción distribuida y acumulada

La proporción de vehículos electrificados sobre el parque automotor en el escenario HC es de 4.80% (incluyendo BEV, PHEV, HEV y MHEV). En cuanto a la meta de las NDC, se propone como meta la electrificación del 5% del parque vehicular.

VI. Propuesta de incentivos para promover la electromovilidad



VII. Incentivos priorizados

Dentro del esquema de la propuesta de incentivos para promover la electromovilidad, adicional a aquellos considerados como habilitantes, se identificaron aquellos incentivos priorizados.

A. Reducción temporal del impuesto Ad-Valorem

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tasa de incentivo	6%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%

B. Reducción temporal del Impuesto General a las Ventas (IGV) e Impuesto de Promoción Municipal (IPM)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
BEV Tasa de incentivo	18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PHEV Tasa de incentivo	18%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	9%	9%	9%
HEV Tasa de incentivo	18%	9%	9%	9%	9%	9%	18%	18%	18%	18%

C. Reducción del Impuesto al Patrimonio Vehicular (IPV)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tasa de incentivo	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	3%

D. Impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂ (en USD)

Combustible	2022	2023	2024	2025	2041
Diésel B5	0.00343	0.00685	0.0103	0.0137	0.0685
Diésel B5 S-50	0.00344	0.00688	No aplica	No aplica	No aplica
Diésel S-10	No aplica	0.00688	0.0103	0.01376	0.0688
Gasolina regular	0.00295	0.0059	0.0089	0.0118	0.059
Gasolina premium	0.00315	0.00629	0.0094	0.01258	0.0629
Gasohol regular	0.00276	0.00552	0.0083	0.01104	0.0552
Gasohol premium	0.00278	0.00556	0.0083	0.01112	0.0556

+5% del PSC anual

E. Tarifa eléctrica para carga residencial de vehículos eléctricos

- Tercer horario de tarifa (tipo "super valle") para carga eléctrica residencial de vehículos livianos

F. Valoración de flotas eléctricas y extensión de plazos en concesiones para transporte público

- Se establecen preferencias para los buses eléctricos en los procesos de licitaciones para servicios de transporte público (buses) en relación con:
 - Al momento de la evaluación, mediante la asignación de puntaje adicional
 - Al momento del otorgamiento de la concesión, brindando un mayor periodo de concesión

G. Crédito tributario generado por la inversión contra el Impuesto a la Renta (IR)

Flotas electrificadas

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Buses BEV, 12m (Beneficio máximo de USD 15,000)	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Camiones BEV, hasta 6.5t (Beneficio máximo de USD 5,000)	10%	10%	10%	10%	10%	10%

Infraestructura de carga

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Buses BEV, 12m (Beneficio máximo de USD 10,000)	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Camiones BEV, hasta 6.5t (Beneficio máximo de USD 5,000)	10%	10%	10%	10%	10%	10%

H. Inversiones para el desarrollo de infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos

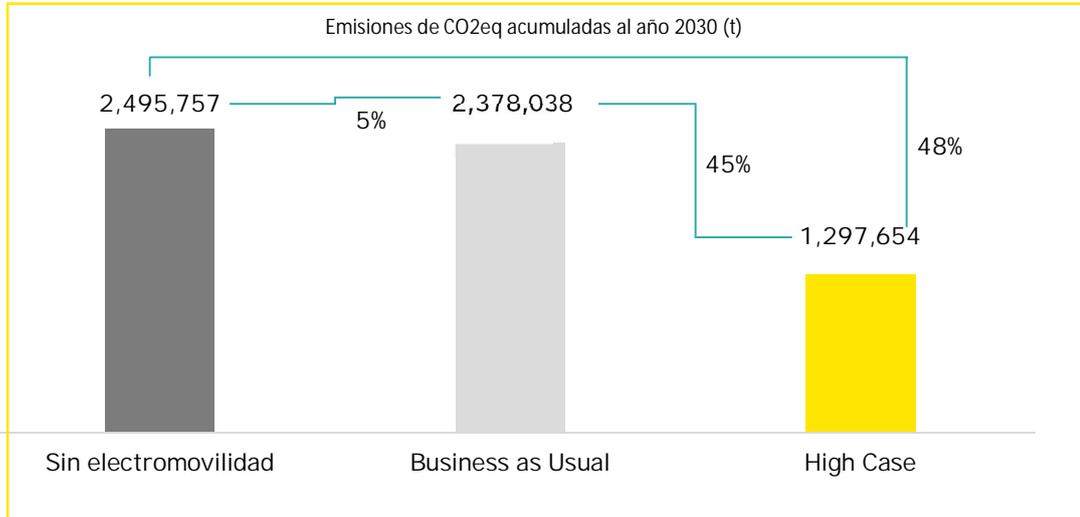
- En zonas altamente concurridas se requieren instalar puntos de carga públicos rápidos y semi-rápidos de forma progresiva para vehículos eléctricos.
- Los proyectos de inversión serán tramitados ante el Fondo Nacional de Electromovilidad con opinión favorable del Gobierno Local y de OSINERGMIN.

I. Normar la instalación de puntos de carga en estacionamientos

- Normar la instalación de puntos de carga para que en las nuevas construcciones de edificaciones residenciales y no residenciales (comerciales) se cuente con al menos el 2% de estacionamientos con cargadores para vehículos eléctricos (carga lenta) (según estándar LEED para nuevas construcciones).

VIII. Sostenibilidad de las medidas propuestas

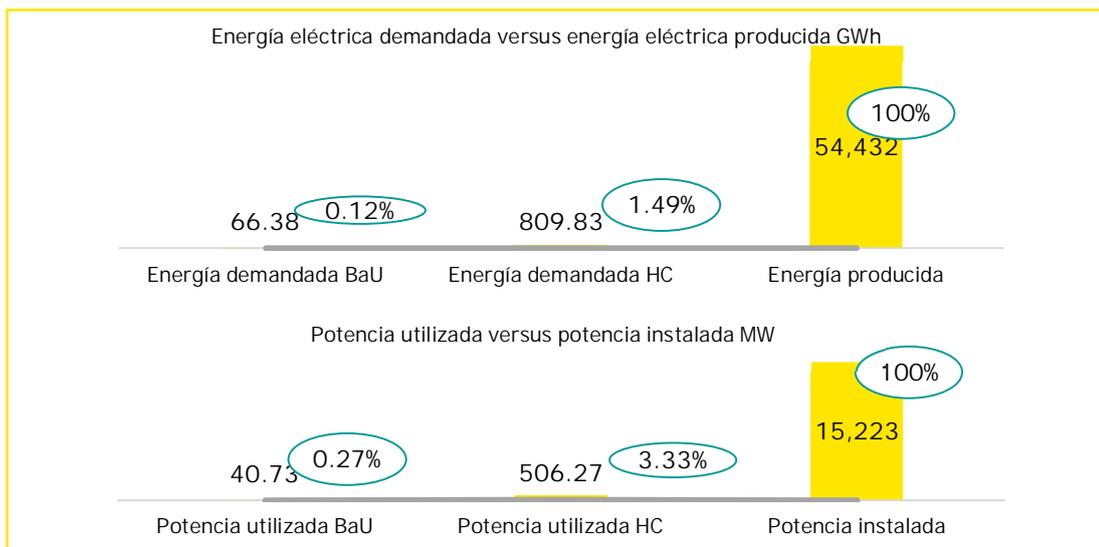
A. Reducción del impacto ambiental²



En un escenario de alta intervención para el fomento de la electromovilidad, las emisiones de CO₂ equivalente se reducirían en 1,198,103 t (48% menos) acumuladas al 2030 comparado con un escenario sin electromovilidad.

En valor económico, esto trae un ahorro de USD 8.59 millones debido a menores costos sociales.

B. Suficiente disponibilidad de energía y potencia



² Se consideró el precio social del carbono por tonelada de CO₂eq establecido por el MEF de USD 7.17 al 2017. Sin embargo, según CEPAL, en promedio en LATAM, el Costo Social del Carbono es USD 25.83.

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 BaU, y 1.49% para 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.

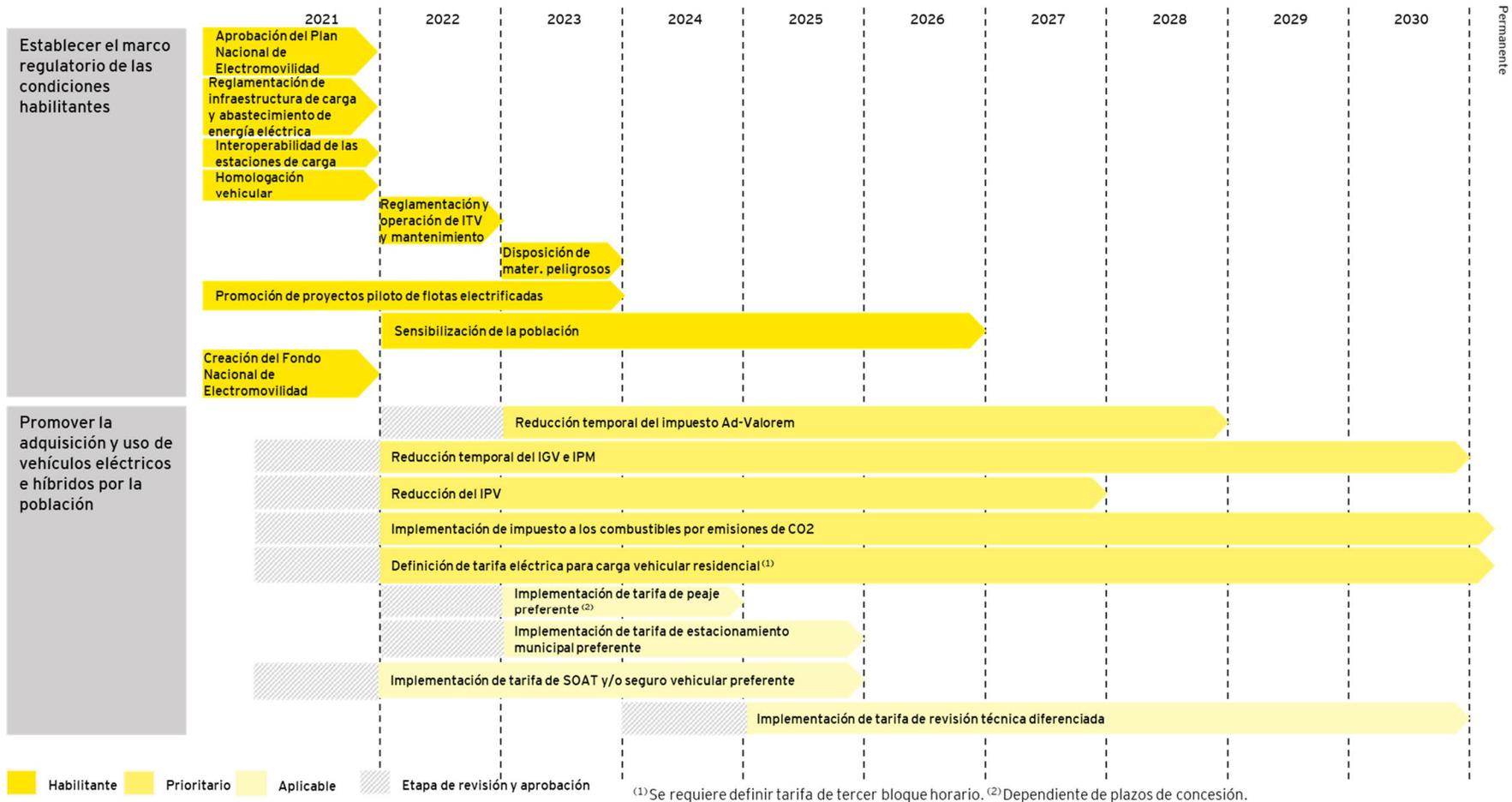
C. Balance fiscal

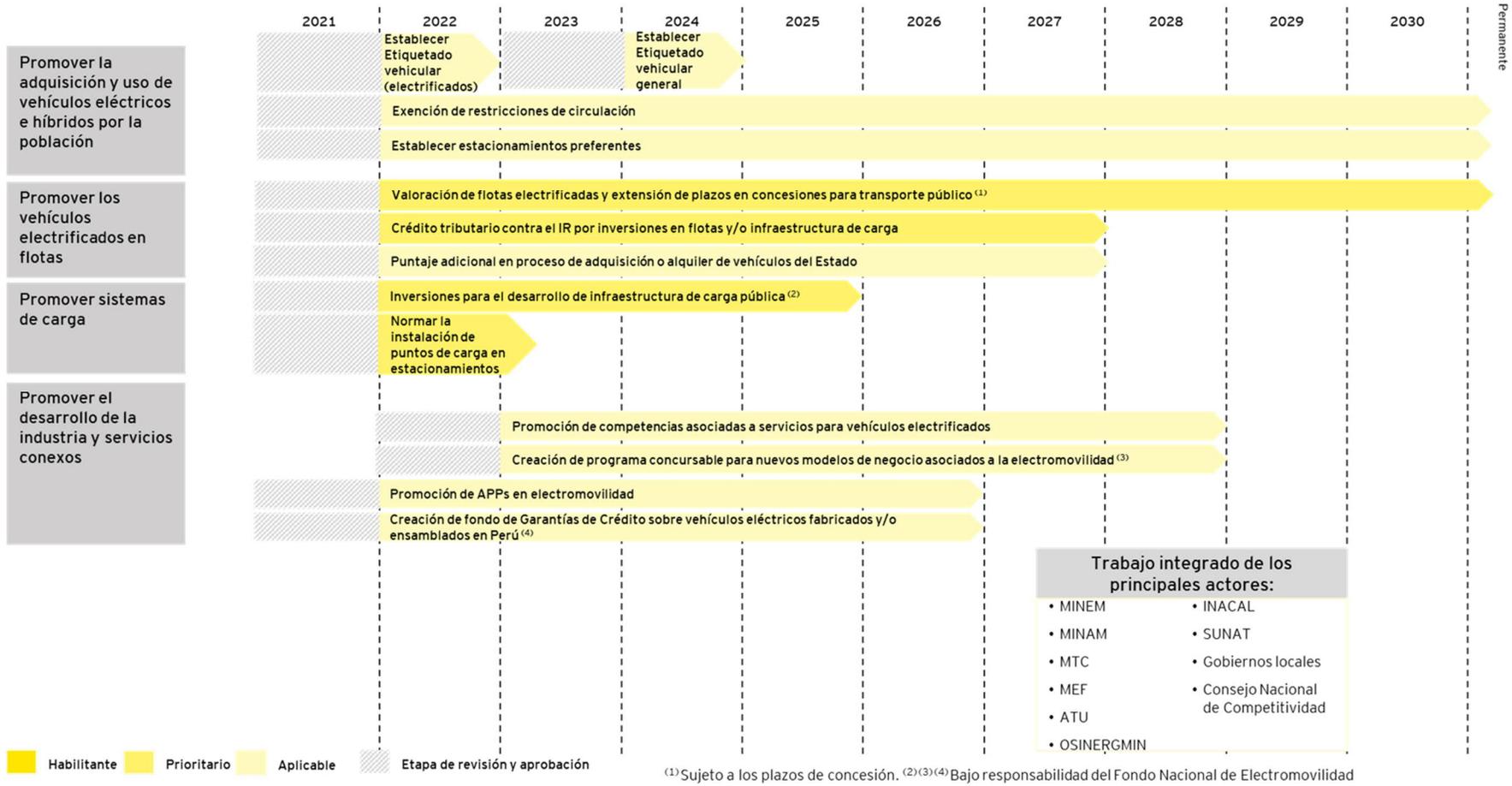


La menor recaudación fiscal anual como consecuencia de los incentivos para la introducción de vehículos electrificados se compensa con el ingreso de un impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂.

La recaudación fiscal neta del año 2030 es de USD 49,7 millones. Lo que da espacio para financiar el Fondo de Electromovilidad.

IX. Hoja de ruta





Elaborado por EY

X. Conclusiones

- 1 El estado de la situación actual del parque vehicular demuestra impactos ambientales negativos que afectan la calidad del aire y salud de la población. Anualmente se producen 11,000 muertes en el Lima y Callao por contaminación del aire y se generan costos en salud superiores a USD 1.5 mil millones.
- 2 El estado de la situación futura propone que la electromovilidad solucione en gran medida la contaminación del parque vehicular. Se obtiene una reducción de 1.2 millones de t de CO₂eq acumuladas al 2030 y 405,594 t en el año 2030 (HC) por la introducción de vehículos electrificados. En el año 2030, 316,458 corresponden a BEV (livianos y buses) superando en 26% la reducción estimada al 2030 en las NDC.
- 3 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.
- 4 La introducción de incentivos para la adquisición (escenario High Case) permite alcanzar la paridad de costos BEV/ICE 11 años antes para livianos y camiones, y 8 años para buses comparado con el BaU.
- 5 Existe una fuerte correlación entre incentivos implementados e incremento de la demanda en los países analizados. Principalmente, en el 89% de los países se observa una alta correlación entre ventas y políticas de reducción de costos de adquisición.
- 6 La demanda de vehículos electrificados crece junto con la implementación de infraestructura de carga.
- 7 A partir de una disminución en la tarifa eléctrica en 9%, la paridad del TCO para vehículos livianos se aceleraría un año (2024). Por ello, se sugiere un tercer horario de tarifa eléctrica (super valle) en el corto plazo y reforzar las redes de electricidad según necesidad.
- 8 Los vehículos HEV permiten la migración inicial de vehículos ICE a electrificados. 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.
- 9 La electromovilidad en transporte público tiene alto impacto en reducir la contaminación debido a: mayores distancias recorridas, destinos fijos con escalas determinadas que facilita la carga en la operación diaria, periodo de operación determinado, y seguridad en el funcionamiento.
- 10 El cambio paulatino hacia la movilidad eléctrica es más efectivo si además se aplican tasas a los combustibles contaminantes.

XI. Recomendaciones

Gobernanza y sostenibilidad



Asegurar la gobernanza del Plan Nacional de Electromovilidad

Establecer la estructura de operación del Fondo de Electromovilidad y asignar la distribución del mismo

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 energías 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 I+D

1. Introducción

Los efectos del cambio climático evidencian la urgencia de limitar el calentamiento global a 1,5 grados Celsius. Lograrlo depende de la descarbonización de la economía global, lo que implica la transformación de las cadenas de valor de los principales sectores, entre ellos, el sector transporte que representa una de las principales fuentes de emisión de GEI y otros contaminantes que afectan la calidad del aire y, por consiguiente, la salud.

La movilidad eléctrica es una de las tendencias globales que apunta a dicha transformación a partir de la electrificación del transporte y se presenta como una propuesta de solución al problema público. Las tasas de adopción se están incrementando en países de Europa, Asia y América, sin embargo, en el Perú son incipientes, por lo que resulta necesario establecer un plan estratégico para la implementación de acciones concretas orientadas a promover la adopción de esta nueva tecnología y así contribuir con las metas de adaptación formuladas por el Perú en sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés).

Los grandes fabricantes de vehículos a nivel global han empezado a migrar sus líneas de producción hacia los vehículos electrificados y vienen anunciando plazos en los que discontinuarán la producción de vehículos con motor de combustión interna. Esto es consistente con las decisiones de algunos países de prohibir la venta de vehículos de motor de combustión interna también en un mediano plazo.

El presente documento explora los principales factores que, a nivel global y regional, han habilitado la transición hacia la electromovilidad y han promovido el ingreso al mercado de vehículos electrificados. Asimismo, se analiza el efecto de distintos tipos de políticas en la demanda de vehículos electrificados a fin de identificar aquellas medidas a priorizar en un escenario de alta intervención del Estado.

Esta propuesta de plan estratégico se sustenta en el modelamiento de escenarios que varían según el nivel de intervención del Estado, considerando un nivel de baja intervención o *Business as Usual* (BAU) y uno de alta intervención o *High Case* (HC); en ese sentido, se incorporan los modelos de costo total de propiedad y análisis de difusión. Asimismo, las políticas propuestas relacionadas con incentivos tributarios están sustentadas cuantitativa y cualitativamente y consideran el impacto en la recaudación fiscal según el marco legal vigente. Por otra parte, se cuantifica el impacto ambiental resultante y, finalmente, se exploran los retos de las redes de distribución por el aumento de la demanda de energía para la carga de los vehículos electrificados.

Finalmente, para fines de facilitar la evaluación de la propuesta, este contenido considera los lineamientos de CEPLAN para la elaboración de políticas nacionales.

2. Marco de Referencia Internacional

La transición a la electromovilidad es uno de los principales cambios que vienen siendo abordados en políticas nacionales en países de la Unión Europea y Norte América y en menor escala en Latinoamérica. Para acelerar su desarrollo en el Perú, es necesario establecer un plan estratégico que establezca y dinamice las líneas de acción para lograr avances importantes al respecto.

Para ello es pertinente establecer un marco de entendimiento del estado de la cuestión respecto a la electromovilidad en el mundo y con foco en su avance en Latinoamérica, a partir del cual se pueda instrumentar el reconocimiento de un problema público que permita estructurar el Plan Estratégico Nacional de Electromovilidad.

2.1 Contexto de la electromovilidad

Para entender el actual estado de la electromovilidad, en este documento se analizan los factores que están generando el cambio en la movilidad y transporte, identificando sus tendencias, las categorías de vehículos, su proyección de crecimiento y los beneficios que se generan.

2.1.1 Factores de cambio y tendencias tecnológicas

El aumento de la demanda de transporte año a año, ocasiona un mayor uso de combustibles fósiles, lo cual repercute directamente en la calidad del aire, debido a las mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Actualmente, el sector transporte es responsable de alrededor del 25% de las emisiones de CO₂ relacionadas al sector energía a nivel global (IEA, 2020). Frente a ello y con mayor ímpetu en la última década, se han venido desarrollando alternativas al uso de vehículos de motor de combustión interna (ICE) a fin de reducir el impacto en la contaminación ambiental. La principal alternativa que ya comienza a presentar un desarrollo a nivel global es la electromovilidad.

La electrificación del sector transporte forma parte esencial de una transición tecnológica hacia un transporte limpio que contribuya a reducir el impacto ambiental. Los principales factores que vienen promoviendo esta transición son: las estrictas normas de emisiones de GEI, las preferencias de la generación "Y", y los avances relacionados con las baterías de los vehículos eléctricos (IEA, 2020).

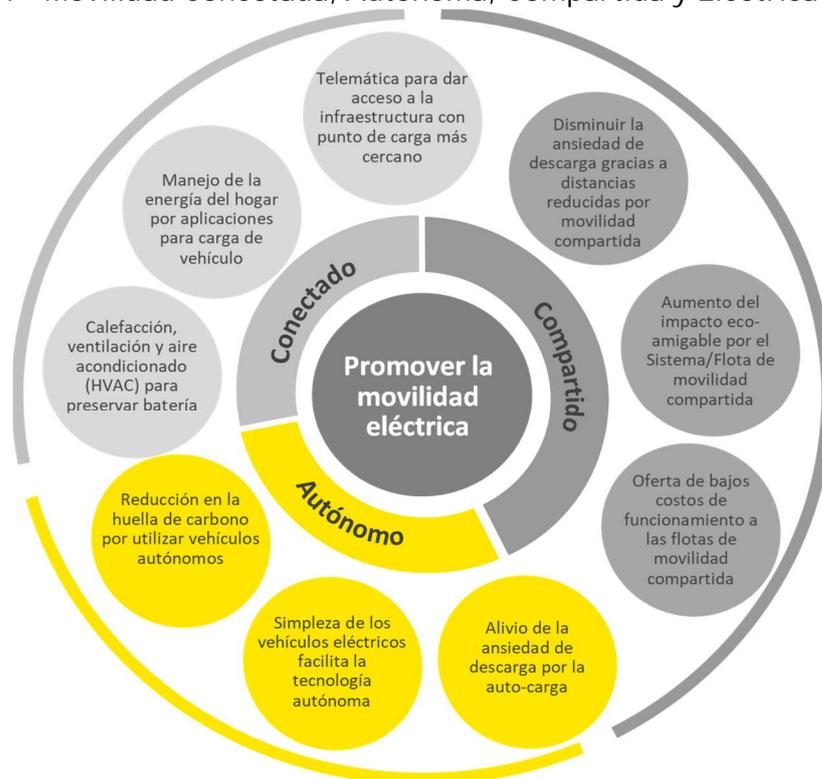
- Normas estrictas de emisiones: En el marco del Acuerdo de París, las mayores regulaciones al transporte y la búsqueda de la eficiencia energética van a permitir y reforzar la electrificación en la industria automotriz. Asimismo, algunos países como Noruega, Países Bajos, Reino Unido, Dinamarca, Colombia, Francia, entre otros, han anunciado que prohibirán la venta de vehículos ICE para migrar hacia la movilidad eléctrica (entre el año 2025 y el año 2050).
- Preferencias de los "Millennials": La actitud de la generación de "Millennials" hacia el transporte eléctrico viene cambiando. Generaciones jóvenes, como los "Millennials" muestran una mayor intención de adquirir un vehículo eléctrico (45%) en comparación con las generaciones de "Baby boomers" (20%), "Gen Z" (19%) y "Gen Z" (15%) (EY, 2021).

- Los avances relacionados a las baterías: Por último, podemos ver el efecto que tienen los avances tecnológicos en los costos de producción de un vehículo eléctrico. Por ejemplo, el costo promedio de las baterías disminuyó en 85% entre los años 2010 a 2018 (IEA, 2020) . Asimismo, la investigación y la innovación están enfocadas en mejorar la densidad de la energía en las baterías de litio, el costo de carga, así como el rendimiento de la batería, mientras se reduce su costo.

Estas tendencias indican que el futuro de los vehículos estará caracterizado por las siguientes dimensiones disruptivas: vehículos autónomos, conectados, compartidos y eléctricos (CASE, por sus siglas en inglés), algunas de las cuales ya se evidencian actualmente.

En el 2019 las ventas de vehículos eléctricos con batería alcanzaron un récord global. De igual manera, la creciente regulación relacionada a la movilidad CASE y el cambio de comportamiento de los consumidores, están impulsando fuertemente tales tendencias (EY, 2021). En la siguiente figura se observan los principales aspectos de la movilidad CASE.

Figura N° 1 - Movilidad Conectada, Autónoma, Compartida y Eléctrica (CASE)



Fuente: Análisis EY Global

Tabla N° 1 – Tendencias: Dimensiones disruptivas de la movilidad del futuro

Dimensión	Características
Autónoma	<p>Se tiende a reemplazar al conductor por un sistema computarizado. Lo que podría abordar problemas como la congestión del tránsito, hacer la movilidad más asequible y eficiente. En cuanto a las oportunidades económicas, se estima que el desarrollo de los vehículos autónomos es una industria de USD 8 trillones para las empresas que desarrollarían dicha tecnología (EY, 2020). El desarrollo de la movilidad autónoma se da en 3 etapas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etapa 1: Vehículos totalmente autónomos están siendo desarrollados para el uso de los consumidores. Se vienen implementando en flotas industriales y los fabricantes comienzan a evaluar su impacto a nivel estratégico. • Etapa 2: Los consumidores empiezan a adoptar el uso de vehículos autónomos. Las aseguradoras pasan de cubrir a las personas a cubrir las fallas técnicas. Las cadenas de suministros y servicios logísticos son redefinidas. • Etapa 3: Los vehículos autónomos se convierten en el principal medio de transporte. Los accidentes de vehículos caen ahorrando millones de dólares. <p>Utilizar un vehículo autónomo no solo disminuye la congestión vehicular, sino que también reduce los accidentes vehiculares a casi cero. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que cada año aproximadamente 1.35 millones de personas mueren en accidentes de tránsito (WHO, 2020). Herramientas autónomas como cámara de retroceso, alarmas de colisión, control crucero adaptable y auto parqueo podrán hacer que los errores humanos ocurran cada vez menos.</p> <p>Asimismo, la llegada de los vehículos autónomos se dará de cuatro formas: movilidad como servicio, vehículo autónomo personal, vehículo comercial, y entregas de última milla.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Movilidad como servicio (MaaS): Son aquellos vehículos de taxi que son autónomos en su totalidad, ya que no necesitan ni conductor ni supervisión. Estos vehículos tendrán una llegada global tardía ya que la tecnología actual es insuficiente para masificarla. Además, estará limitado en sus inicios a ciertos mercados. • Vehículos autónomos personales: La llegada de este tipo de vehículos se dará en primera instancia con vehículos de lujo para recuperar los costos de investigación y desarrollo. Luego, se dará en vehículos para el público en general y en MaaS. • Vehículos autónomos comerciales: Los vehículos autónomos para uso comercial resolverán problemas de falta de conductores, de horarios, e incluso eliminarán la carga de trabajo para el conductor. Por este motivo, los primeros vehículos autónomos serán a través de camiones de carga. • Entregas de última milla: Las entregas de compra de bienes de supermercado podrían ser realizadas por un vehículo autónomo, que, junto con un dron, distribuirían los paquetes en varias casas por cada viaje. Actualmente se están haciendo pruebas en California y Reino Unido con este tipo de sistema. Por el contexto actual de emergencia sanitaria por el COVID-19 se entiende que la masificación de este servicio puede estar cerca (EY, 2020).
Conectada	<p>El internet de las cosas (IdC) es utilizado como herramienta para una óptima experiencia de manejo para los choferes y nuevas fuentes de ingresos haciendo uso de la inteligencia artificial. Según los niveles se puede acceder a:</p>

Dimensión	Características
	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel 1: Conectividad general con el hardware donde el conductor es capaz de monitorear el uso del vehículo y aspectos técnicos. • Nivel 2: Conectividad individual con la que el conductor accede a su perfil personalizado de uso de servicios digitales de plataformas externas, por ejemplo, sistemas de geolocalización y tráfico, entre otros. • Nivel 3: Personalización en base a preferencias e intereses. Controles personalizados a nivel de información y entretenimiento. • Nivel 4: Interacción en vivo multisectorial: los ocupantes pueden interactuar con el vehículo y recibir recomendaciones en cuanto a servicios y funciones. • Nivel 5: Chofer virtual en donde la inteligencia artificial satisface las necesidades explícitas y no explícitas de los usuarios del vehículo. <p>Se estima que para el 2030 el 45% de los vehículos vendidos alcancen el nivel 3 de conectividad.</p> <p>Por otro lado, la conectividad necesaria para que la comunicación de vehículos a todo (V2X, por sus siglas en inglés - vehicle to everything) funcione está cada vez más cerca. El desarrollo de la red 5G otorgará la capacidad que necesita un vehículo para reducir congestión vehicular, accidentes de tránsito e impacto al medio ambiente. De igual forma, se cree que esta tecnología complementada o hasta reemplazada por Wi-Fi podría ser también la solución para tener V2X (EY, 2020).</p>
Compartida	<p>Principalmente las ciudades requieren combinar múltiples modos de transporte incluyendo autos particulares, transporte público, micro-movilidad, taxis robots, bicicletas y el caminar. Las preferencias del consumidor han migrado de la compra de vehículos a otras formas de transportarse. De esta manera se pueda reducir la congestión e incrementar el nivel de vida. El uso de vehículos por medio de aplicación también se encuentra en proceso de regulación. Se esperan nuevos modelos de negocio, alianzas, y ecosistemas de movilidad. El mercado de movilidad compartida al 2019 se estimaba en USD 99 billones y al año 2026 se espera que este crezca a USD 238 billones (Facts & Factors, 2020)</p>
Eléctrica	<p>Cada vez se ve un mayor crecimiento de los vehículos que usan electricidad. Para incentivar la demanda se otorgan incentivos financieros para su adquisición, además que muchos países vienen siendo más estrictos con la regulación de las emisiones. La innovación en las baterías, economías de escala y compromisos de los fabricantes permite competitividad al reducir sus precios. Empresas como Volvo, Ford, y General Motors han anunciado compromisos de vender únicamente vehículos eléctricos con batería en un corto plazo (entre 2030-2035) (The New York Times, 2021).</p> <p>Por otro lado, el costo de KW de una batería eléctrica podría ser reducido en un 75% si se utilizan baterías recicladas. Esto se puede lograr a través de una alianza entre fábricas de autos que promueva la producción con baterías reciclables, apertura de nuevos negocios que se encarguen del seguimiento del ciclo de vida de las baterías, y el valor que dará el cliente a un auto con batería reciclada (EY, 2019).</p>

Elaborado por EY

2.1.2 Caracterización de los vehículos electrificados

Un paso necesario antes de caracterizar los vehículos electrificados es describir el tipo de vehículo que hasta ahora es el mayoritario en el Perú: los que funcionan en base a un motor de combustión interna (ICE).

Los ICE utilizan un proceso químico que, tras la combinación de combustible y aire, libera energía. En este mecanismo, la ignición (o encendido) y combustión se producen dentro del motor.

Los vehículos a ICE pueden ser convencionales utilizando gasolina, gasohol o diésel, u operar con combustibles alternativos: gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (sea gas natural comprimido (GNC), o gas natural licuado (GNL), biocombustible (bioalcohol, biodiésel y biogás) o hidrógeno.

a. Tipología de vehículos electrificados

Por otra parte, los vehículos eléctricos con batería se caracterizan por tener un grupo de motopropulsión eléctrico, es decir, que funcionan utilizando la electricidad como “combustible” o fuente de energía. Esta representa la principal diferencia con los que operan con ICE. Existen diversos tipos de vehículos que son por completo o hasta cierto alcance eléctricos.

En las siguientes tablas se presentan las tipologías de vehículos electrificados y sus principales características técnicas.

Tabla N° 2 – Tipología de vehículos electrificados

Tipo de vehículo	Características
Eléctricos con batería (BEV)	Estos vehículos exclusivamente funcionan con un motor eléctrico y batería. Tienen también el sistema regenerativo de frenado, pero ya no son cargados por un ICE. Debido a esto, su principal fuente de poder proviene de una carga externa. Esta batería puede proporcionar hasta 500 kilómetros de autonomía siempre que esté cargada al 100%. Los motores eléctricos tienen una mayor eficiencia de tanque a rueda (73-90%) que los motores de combustión interna (16-37%) en todas las cargas y velocidades relevantes del motor (Environmental Sciences Europe, 2020). Otra ventaja comparativa con los vehículos con ICE es su torque instantáneo (BID, 2019).
Eléctricos a pila de combustible (FCEV)	Vehículo propulsado por un motor uno o más motores eléctricos. La fuente de combustible es el hidrógeno comprimido, el cual se mezcla con el oxígeno del aire en un proceso de oxidación, alimentando así al motor de corriente eléctrica. La emisión de esta tecnología es nula durante su operación, ya que únicamente genera vapor de agua (BID, 2019). En comparación con un vehículo con motor de combustión interna, el vehículo FCEV requiere 40% menos combustible líquido para recorrer la misma distancia (SAE International, 2016).
Eléctricos con autonomía extendida (EREV)	Son aquellos vehículos donde la tracción es enteramente proporcionada por el motor eléctrico y la batería, pero también alberga un ICE que funciona como unidad de potencia auxiliar, exclusivamente para dar energía a la batería del motor eléctrico, es decir, el ICE funciona en serie con la batería para cargarla. Esta funcionalidad le otorga al vehículo una mayor autonomía, que en promedio está por encima que la de un vehículo eléctrico con batería. De igual

Tipo de vehículo	Características
	forma, el vehículo debe conectarse a una fuente de poder externa para cargar la batería (Dell, Moseley, & Rand, 2014).
Híbridos enchufables (PHEV)	Estos vehículos pueden dar tracción con un motor eléctrico o un ICE de forma independiente o en conjunto, delegando la potencia que demanda el piloto para avanzar. A diferencia del híbrido completo, el híbrido enchufable puede cargar su batería tanto con el sistema regenerativo de frenado y el propio uso del ICE, como con una fuente de poder externa. De igual forma, la eficiencia de combustible que presenta esta tecnología es más de 50% por sobre el vehículo de combustión interna (BID, 2019).
Híbridos no enchufables (HEV)	Obtienen tracción con un motor eléctrico o un ICE de forma independiente o en conjunto compartiendo la potencia que se le transfiere al auto. Además, gracias al sistema de frenado regenerativo, el proceso de aceleración y al propio uso del ICE, la batería del motor eléctrico puede ser cargada. La batería alimenta el movimiento del vehículo a bajas velocidades sobre distancias cortas. Al aumentar su velocidad y recorrer distancias más largas, el híbrido alterna la propulsión eléctrica con la generada por un ICE utilizando la energía almacenada (BID, 2019). Además, su eficiencia de combustible es de 30% a 50% comparado con un no híbrido (Cardoso, Daniel; Fael, Paulo; Espiritu-Santo, António, 2019).
Híbridos suaves (MHEV)	Cuentan con un motor eléctrico y un ICE, los que funcionan en forma paralela dando tracción en conjunto al vehículo. La batería del motor eléctrico se carga gracias al sistema de frenado regenerativo. Este vehículo funciona únicamente con el ICE encendido, ya que el motor eléctrico no provee la suficiente potencia para mover el vehículo, entonces, este da siempre asistencia al ICE. La eficiencia energética de un híbrido suave es de un 20% a 30% comparado con un vehículo ICE (Cardoso, Daniel; Fael, Paulo; Espiritu-Santo, António, 2019). Este tipo de vehículos, al igual que los microhíbridos, normalmente son de gran potencia y volumen con contaminación incremental.
Micro – Híbridos	Tienen un grado de hibridación del 5% debido a que el motor eléctrico tiene la función de reemplazar al ICE cuando el vehículo frena y para. Una vez que el vehículo quiera impulsarse hacia adelante, el motor eléctrico suministrará la potencia necesaria para avanzar unos metros. Luego este se desactivará para darle cabida al ICE. El motor eléctrico no genera suficiente potencia para poder mover al vehículo con velocidad debido a su pequeño tamaño. (Cardoso, Daniel; Fael, Paulo; Espiritu-Santo, António, 2019). La mayoría de estos vehículos ICE son de gran potencia y volumen, resultando en que la contaminación termina siendo incremental. La asistencia del pequeño motor eléctrico en algunas funciones del vehículo no es suficiente (Organización de consumidores y usuarios, 2019).

Elaborado por EY

Nota: En el presente documento los siguientes tipos de vehículo no son incluidos dentro del análisis.

- Eléctricos a pila de combustible (FCEV): tecnología incipiente por lo que la información disponible del mercado es limitada.
- Eléctricos con autonomía extendida (EREV): tecnología incipiente por lo que la información disponible del mercado es limitada.
- Microhíbridos: su contribución en términos de eficiencia no es material.

Para un mejor entendimiento de lo tratado a lo largo del presente documento, se ha de considerar la siguiente clasificación de los tipos de vehículos.

Tabla N° 3 - Clasificación de vehículos

Categoría de Mercado	Categoría Técnica	Tipo del Vehículo	
Vehículos Electrificados (EV)	Vehículos Eléctricos e híbridos (P&HEV)	Vehículos eléctricos (PEV)	Batería Eléctrica (BEV) Híbrido Enchufable (PHEV)
		Híbrido No Enchufable (HEV)	
		Híbridos Suaves (MHEV)	
Vehículos de Combustión Interna	Vehículos basados en Motor de Combustión Interna	Motor de Combustión Interna (ICE)	

Elaborado por EY

Tabla N° 4 – Principales características de los tipos de vehículos electrificados

Fuente de energía	Tipos de vehículos electrificados	Tracción principal ³	Asistencia del motor eléctrico ⁴	Sistema Start Stop ⁵	Freno regenerativo ⁶	ICE	Tracción 100% eléctrica	Carga externa de la batería
Híbridos	Micro	ICE						
	MHV - Híbridos Suaves	ICE						
	HEV - Híbridos no enchufables	ICE / ME						
	PHV - Híbridos Enchufables	ICE / ME						
Eléctricos	BEV - Con batería	ME						
	REEV - Con autonomía extendida	ME				7		

Elaborado por EY

³ ICE: Motor de combustión interna. ME: Motor eléctrico.

⁴ Asistencia del motor eléctrico: Debido a que el motor eléctrico es limitado en potencia, este solo tiene como función apoyar con potencia al motor principal (de combustión).

⁵ Sistema Start/Stop: Sistema que apaga automáticamente el motor de combustión interna cuando el vehículo no está en movimiento y el freno está apretado. Luego el sistema prende el motor cuando el conductor suelta el freno y acelera (US Department of Energy, 2020).

⁶ Freno regenerativo: Sistema propio de vehículos híbridos que aprovecha el freno para poner en reversa el motor eléctrico y así cargar la batería eléctrica (Doyle & Muneer, 2017).

⁷ El ICE solo funciona para carga eléctrica.

b. Infraestructura de carga

Las estaciones de carga se diferencian según los tipos de corriente eléctrica que proveen, tipos de carga, niveles, modos de carga de enchufes y conectores, tal como se muestra en la siguiente tabla:

i. Generalidades

La siguiente tabla muestra las principales características de las estaciones de carga.

Tabla N° 5 - Características principales de las estaciones de carga

Componente	Descripción
Tipo de corriente alimentada por carga eléctrica	Corriente alterna (AC): En la corriente alterna, tanto la dirección en la que se mueven los electrones en el interior del conductor, como la cantidad de electrones que circulan por el conductor (intensidad de la corriente), varían constantemente. Los cargadores para vehículos eléctricos proveen AC por lo que cada vehículo tiene un convertidor de AC a DC, ya que los vehículos requieren DC para operar. Esto hace que la carga con cargadores de AC sea más lenta (U.S. Department of Energy, 2019).
	Corriente Continua o Directa (DC): En la corriente continua, los electrones viajan siempre en la misma dirección y la cantidad de electrones se mantiene constante en el tiempo. Es decir, la tensión (voltaje) y la intensidad de corriente (amperios) son siempre las mismas. La carga en corriente continua es más rápida ya que la energía que ingresa ya no necesita convertirse o transformarse. Esto es debido a que los cargadores tienen el convertidor AC/DC internamente (U.S. Department of Energy, 2019).
Tipos de carga	Carga lenta (Corriente Alterna): carga de corriente alterna con alimentación desde 3.7 kW hasta 7.2 kW como máximo. Esto hace que se pueda cargar en 5-8 horas, dependiendo de la capacidad de la batería del vehículo (U.S. Department of Energy, 2019).
	Carga semi-rápida (Corriente Alterna): desde 7.3 kW hasta 43 kW aproximadamente (U.S. Department of Energy, 2019).
	Carga rápida (Corriente Continua o Directa): carga con corriente directa, con una alimentación desde 50 kW aproximadamente, siendo el máximo soportable hasta hoy 120 kW por Tesla. La carga es de 30 minutos o menos, dependiendo del tipo de vehículo (U.S. Department of Energy, 2019).
Niveles de carga ⁸	Nivel 1: 1.4 kW aproximadamente (usa voltaje de 120 V) (U.S. Department of Energy, 2019).
	Nivel 2: 3.8-7.2 kW aproximadamente (usa voltaje de 240-280 V) (U.S. Department of Energy, 2019).
	Nivel 3 (DC carga rápida): 50 kW aproximadamente (usa energía trifásica) (U.S. Department of Energy, 2019).
Modos de carga ⁹	Modo 1: Carga lenta en AC. Conexión del vehículo directamente al enchufe (Endesa, 2018).
	Modo 2: Carga lenta y semi-rápida en AC. Conexión del vehículo a la fuente de energía a través de un dispositivo que no regula la energía sirviendo

⁸ Denominaciones de la carga que se definen por la potencia otorgada en la carga.

⁹ Denominaciones de la carga que se definen por la forma física que toma el cargador o la estación de carga.

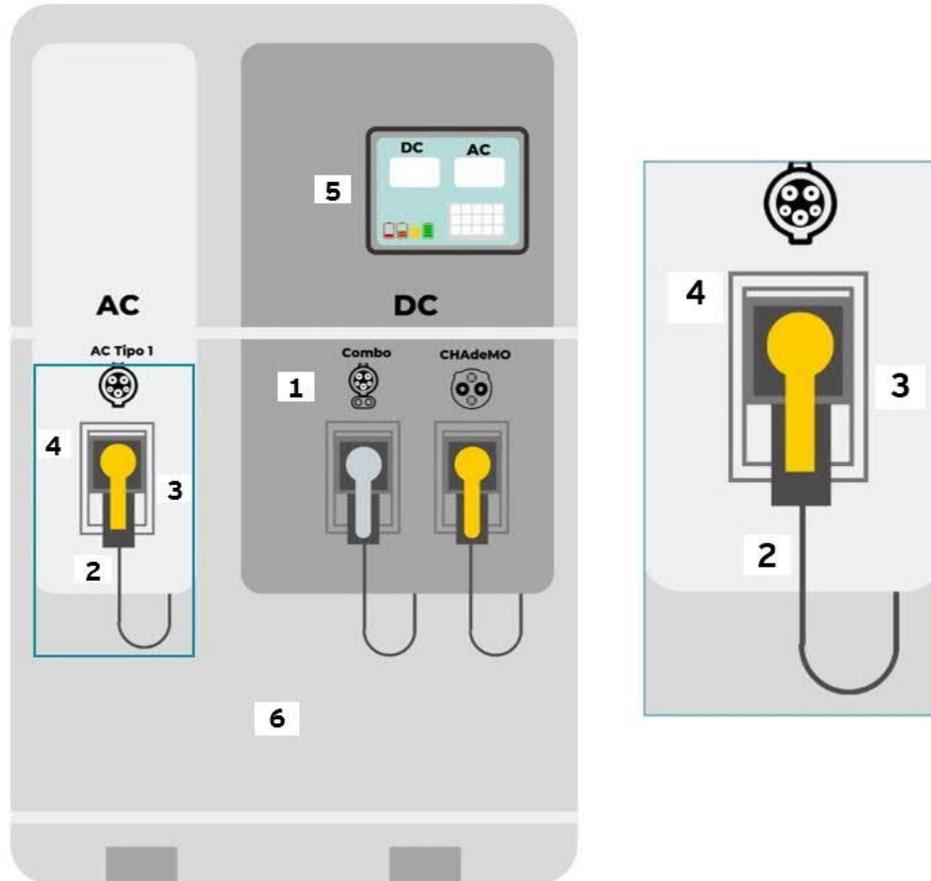
Componente	Descripción												
	<p>únicamente como piloto para la verificación de una correcta conexión al vehículo y puede estar instalado en la pared del usuario (Endesa, 2018).</p> <p>Modo 3: Carga semi-rápida en AC. Conexión del vehículo a una fuente de energía a través de un dispositivo inteligente empotrado en la pared del usuario o en modo poste (Wall Box o SAVE- Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico) (Endesa, 2018).</p> <p>Modo 4: Carga rápida en DC. Conexión directa a estación de carga (Endesa, 2018).</p>												
Estándares internacionales de conexión eléctrica	Las tecnologías varían geográficamente. Sin embargo, muchos cargadores son compatibles en diversos países según los estándares internacionales IEC en Europa o los determinados por la <i>Society of Automotive Engineers</i> (SAE) de Estados Unidos (U.S. Department of Energy, 2018).												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Origen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GB/T</td> <td>China</td> </tr> <tr> <td>CHAdeMO</td> <td>Japón</td> </tr> <tr> <td>SAEJ1772</td> <td>EE. UU. y Canadá</td> </tr> <tr> <td>IEC 62196-1</td> <td>Internacional</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IEC 61851-1</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Origen	GB/T	China	CHAdeMO	Japón	SAEJ1772	EE. UU. y Canadá	IEC 62196-1	Internacional	IEC 61851-1	
	Tipo	Origen											
	GB/T	China											
	CHAdeMO	Japón											
	SAEJ1772	EE. UU. y Canadá											
IEC 62196-1	Internacional												
IEC 61851-1													
Tipos de salidas en conectores	<ul style="list-style-type: none"> Conectores hacia la fuente de carga: Van directamente conectados al enchufe de la casa. Se usan en el modo 1, 2 y 3 de carga, ya sea en cargadores simples tipo cable o cargadores mediante dispositivos como Wall box (tipo de cargador que se instala mediante anclajes en la pared), por ejemplo. Conectores hacia el vehículo: Son conectores que deben ser compatibles con el vehículo y están en todos los tipos de cargadores (cable, mural, poste o estación). Hay 4 principales: Tipo 1 (SAE o IEC), Tipo 2 (SAE o IEC), CSS (Combinado) y CHAdeMO. Siendo los dos primeros para carga con AC (lenta) y los dos últimos para carga con DC (rápida) (U.S. Department of Energy, 2018). 												
Tipos de conectores hacia la fuente de carga	<p>Los conectores sirven para todos los niveles y modos de carga. Tienen dos partes: uno para conectar al vehículo y otro para conectar a la fuente de energía (tomacorrientes).</p> <p>La gran mayoría de Wall Plugs requieren de una simple clavija Schuko o Nema para conectar el equipo a la red eléctrica a través del enchufe.</p>												

Elaborado por EY

ii. Componentes principales de una estación de carga

Los dispositivos de carga semi-rápida y rápida generalmente cuentan con tres conectores, dos de DC para una carga de alrededor de 50 kW y un conector AC para una carga entre 22 y 43 kW. A continuación, se presentan sus principales componentes:

Figura N° 2 – Componentes de una estación de carga semi-rápida y rápida



Elaborado por EY

Tabla N° 6 – Descripción de los componentes de la estación de carga semi-rápida y rápida

N°	Componente	Descripción
1	Caja principal	Proporciona carga AC de nivel 2 e incluye el conector, el cable, la caja de control y enchufe estándar de tres clavijas (conector NEMA o Schuko).
2	Cable	Vía por la cual se transmite electricidad desde la caja de control al conector.
3	Conector	Dispositivo conductor que, por inserción en la entrada de un vehículo, establece una conexión eléctrica al vehículo eléctrico con el propósito de transferir energía (eléctrica) e intercambiar información. Forma parte del acoplador.
4	Acoplador	Un conjunto de entrada y conector que conecta la caja principal con el vehículo. Está conformado por el cable y el conector o conectores (hacia la fuente de energía y hacia el vehículo, dependiendo del tipo de carga).
5	Sistema de seguridad	Protocolo de comunicación entre el cargador y el vehículo. Se asegura que el conector no esté energizado hasta que se inserte en la entrada y se haya producido la comunicación adecuada entre el vehículo y el dispositivo de carga.
6	Cuerpo	Apoya la caja principal, el cual es instalado con conexión a la red eléctrica.

Fuente: U.S. Department of Energy, 2015

iii. Detalle de tipos de carga

Se detalla los tipos de carga respecto a los modos de carga y los tiempos estimados de carga.

- Modos de carga

Los cargadores de baterías para vehículos eléctricos se clasifican según el modo de carga de acuerdo con la norma IEC 61851, estándar internacional para sistemas conductivos de los vehículos eléctricos de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, por sus siglas en inglés) los cuales son presentados en la siguiente tabla relacionando los distintos componentes.

Tabla N° 7 – Modos de carga para vehículos eléctricos

Tipo de carga	Modo de carga	Descripción técnica	Niveles de carga soportados	Voltaje necesario	Potencia aproximada entregada	Corriente abastecida	Tipo de conector	Estándares disponibles	Estación física
Lenta	Modo 1	Carga lenta en AC. La conexión del vehículo eléctrico a la red eléctrica se realiza directamente por medio de un tomacorriente monofásico o trifásico tipo doméstico, con una puesta a tierra incorporada, es decir un enchufe clásico doméstico para electrodomésticos del hogar. Tanto el cargador, como el sistema de control y el cable por lo general se compran junto al vehículo, aunque principalmente es recomendada para patinetas, bicicletas y vehículos menores. Para uso principalmente en las viviendas.	Nivel 1 Nivel 2	120 V 240 V	De 3.7 a kW a 11 kW	AC AC	Tipo 1 o Tipo 2	Tipo 1: SAE J1772 TM (Estados Unidos): Establecido por la Society of Automotive Engineers (con base en EE. UU.). Yazaki (Fabricante de J1772 japonés) IEC 60309 – Mennekes (Portal Web Charge Hub, 2019) Tipo 2: IEC 62196 (Europa) – Mennekes SAE J3068 TM (Estados Unidos)	Conector simple con doble salida (enchufe y a vehículo)
Lenta	Modo 2	Utilizado para carga lenta en AC. La conexión del vehículo eléctrico a la red eléctrica se realiza por medio de un tomacorriente monofásico o trifásico tipo doméstico a través de un monitor de carga, usualmente montado en la pared y que puede tener incorporado o no el cable de carga.	Nivel 2	240 V	De 3.7 kW a 22 kW	AC			Conector simple con doble salida (enchufe y a vehículo) o monitor pequeño
Semi rápida	Modo 3	Utilizado para carga lenta y semi-rápida en AC. La conexión del vehículo eléctrico a la red eléctrica se realiza a través de un dispositivo o punto de carga que incorpora varios sistemas de protección necesarios para la seguridad de la instalación eléctrica y del vehículo (dispositivo SAVE o Wall Box). En este tipo de carga, el vehículo eléctrico se conecta al cargador (caja de pared o tipo poste) mediante un cable especial. Es de los más usados ya que presenta mayores condiciones de seguridad y control (las funciones de control y protección están del lado de la instalación fija de forma permanente).	Nivel 2 Nivel 2 y Nivel 3	240 V Energía trifásica	7.3 kW 22 kW – 43 kW	AC AC / DC			Estación mural o tipo poste
Rápida	Modo 4	También llamado carga rápida en DC. La conexión del vehículo eléctrico a la red eléctrica se realiza mediante DC. El convertidor de AC a DC se encuentra dentro de la estructura de carga por lo que la carga se realiza en un tiempo corto y la corriente continua ingresa directamente a la batería del vehículo. Generalmente estos cargadores son públicos ya que la potencia doméstica no es suficiente para abastecer un sistema de carga rápida. El cargador se encuentra fijo y tiene las funciones de monitoreo de carga y protección (Universidad de La Salle, 2017). En el modo 4, los conectores utilizados son: Tipo CHAdeMO (Japón), Tipo GB/T (China), CCS o cualquier otro conector DC.	Nivel 3	Energía trifásica	50 kW	DC	CCS (Combinado) CHAdeMO ¹⁰	CCS: SAE J1772 TM (Estados Unidos) IEC 62196 (Europa) CHAdeMO: estándar japonés	Estación de carga

Fuentes: U.S. Department of Energy, 2019; U.S. Department of Energy, 2018; Endesa, 2018
Elaborado por EY

¹⁰ Otro tipo de cargador de Nivel 3 es el GB/T de China, el cual está en desuso y requiere adaptador para ser compatible con los otros sistemas.

- Tiempos estimados de carga

Los principales factores que inciden en el tiempo de carga de un vehículo eléctrico son: la potencia disponible del cargador, la capacidad de almacenamiento de la batería del vehículo y el tipo de corriente abastecida (corriente alterna o corriente continua).

En la siguiente tabla se muestran los distintos tiempos de carga aproximados de acuerdo con la potencia del cargador (kW entregados), capacidad de la batería y modo de carga (2, 3 y 4).

Tabla N° 8 – Tiempos de carga por sistema de carga y capacidad de la batería del vehículo eléctrico

Capacidad de energía de la batería en (kWh)	Potencia disponible en el cargador								
	AC						DC		
	2.2 (kW)	3.5 (kW)	7 (kW)	11 (kW)	22 (kW)	43 (kW)	50 (kW)	175 (kW)	
24	11 h	5.5 h	3.5 h	1.5 h	50 min	25 min	20 min	7 min	
30	14 h	7 h	3 h	2 h	1 h	30 min	30 min	8 min	
40	18 h	9 h	4.5 h	3 h	1.5 h	45 min	40 min	11 min	
53	24 h	12 h	6 h	4 h	2 h	1 h	50 min	15 min	
85	39 h	19 h	9.5 h	6 h	3 h	1.5 h	1.3 h	23 min	
90	41 h	20 h	10 h	6.5 h	3.5 h	1.5 h	1.5 h	25 min	
Modo →	2	3					4		

Fuente: Ministerio de Energía de Chile, 2018

iv. Baterías

Los tipos de baterías más utilizadas en P&HEV son las de iones de litio (Li-ion), Níquel – Metal Hidruro (Ni-MH), Plomo ácido (Lead – Acid) y batería de níquel-cadmio (NiCd). Sin embargo, las baterías de Li-ion han tenido mayores avances en los últimos años en cuanto a densidad energética, costo y tiempo de vida, y se estima que serán las que dominarán el mercado en la próxima década debido a su mejor performance a comparación de las demás tecnologías (IEA, 2020). En el siguiente cuadro se observan las principales características de las distintas baterías.

Tabla N° 9 - Tipos de baterías en vehículos eléctricos

Tipo de batería	Vida de servicio (ciclos de carga)	Voltaje nominal (V)	Densidad de energía Wh/Kg)	Densidad de poder (W/Kg)	Eficiencia de carga (%)	Ratio de autodescarga (%/Mes)	Temperatura de carga (°C)	Temperatura de descarga (°C)
Li-ion	600-3000	3.2-3.7	100-270	250-680	80-90	3-10	0 a 45	-20 a 60
Lead-Acid	200-300	2.0	30-50	180	50-95	5	-20 a 50	-20 a 50
NiCd	1000	1.2	50-80	150	70-90	20	0 a 45	-20 a 65
NiMH	300-600	1.2	60-120	250-1000	65	30	0 a 45	-20 a 65

Fuente: Liu, Peng, & Zhang, 2019

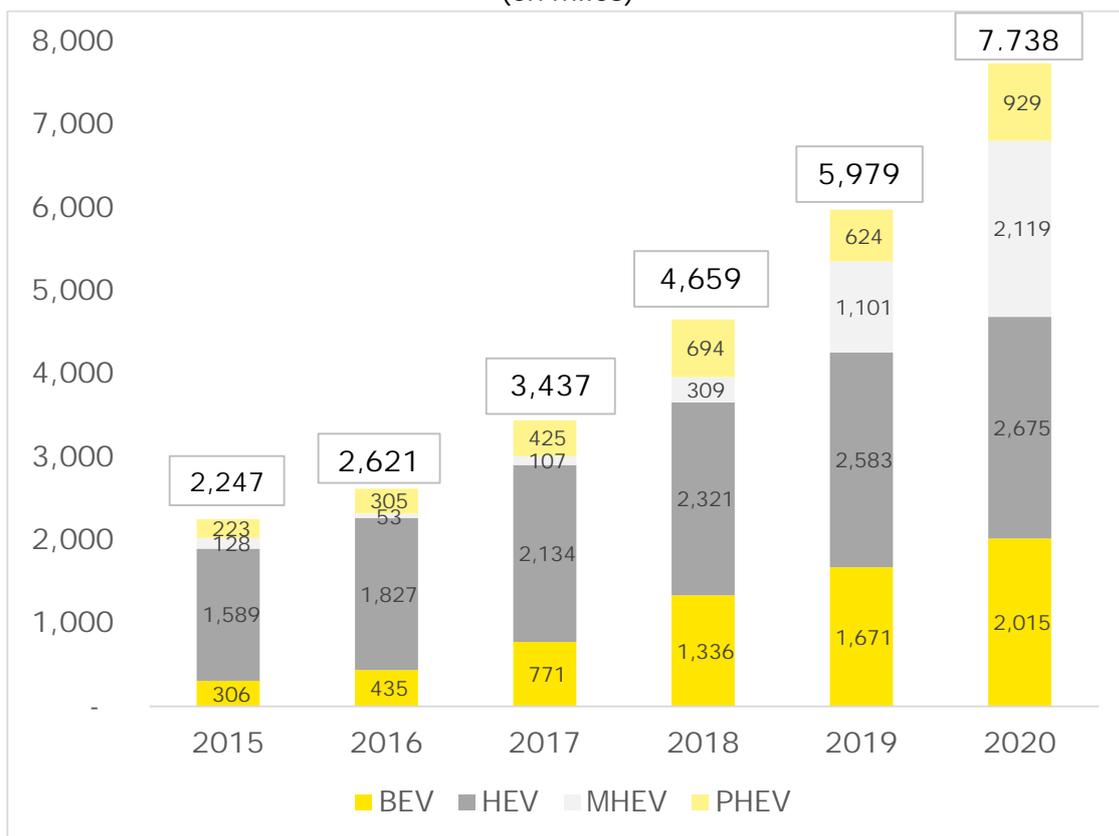
2.1.3 Adopción y crecimiento del parque automotor de vehículos electrificados a nivel global y regional

a. Estado de la adopción de vehículos electrificados

Tomando en cuenta el mercado de la primera mitad de la década, las ventas de vehículos eléctricos de batería (BEV) e híbridos enchufables (PHEV) se han incrementado exponencialmente en los últimos 5 años. Las empresas con altos niveles de ventas no solo han sido aquellas de rápido crecimiento (como Tesla), sino también las que se encuentran posicionadas en el mercado desde hace varios años, tales como Nissan (modelo Leaf) y Renault (modelo Zoe). Cabe recalcar que la rapidez del desarrollo de la industria en China tuvo un notable impacto en las ventas de los vehículos eléctricos.

Al año 2020, habían 7.7 millones de vehículos electrificados en el mundo, un 244% más que en 2015.

Figura N° 3 – Inventario de vehículos electrificados de uso personal 2015-2020 (en miles)



Nota: PHEV = Vehículos híbridos enchufables; BEV = Vehículos eléctricos con batería. MHEV = Vehículos Híbridos suaves. HEV = Vehículos híbridos convencionales.

Fuente: LMC Automotive, 2021. Elaborado por EY

Asimismo, las ventas mundiales de vehículos eléctricos (BEV y PHEV) superaron los 2 millones en 2019, solo dos años después de haber cruzado el millón en 2017. A nivel global, la cuota del mercado de vehículos eléctricos alcanzó el 2.8% en el 2019

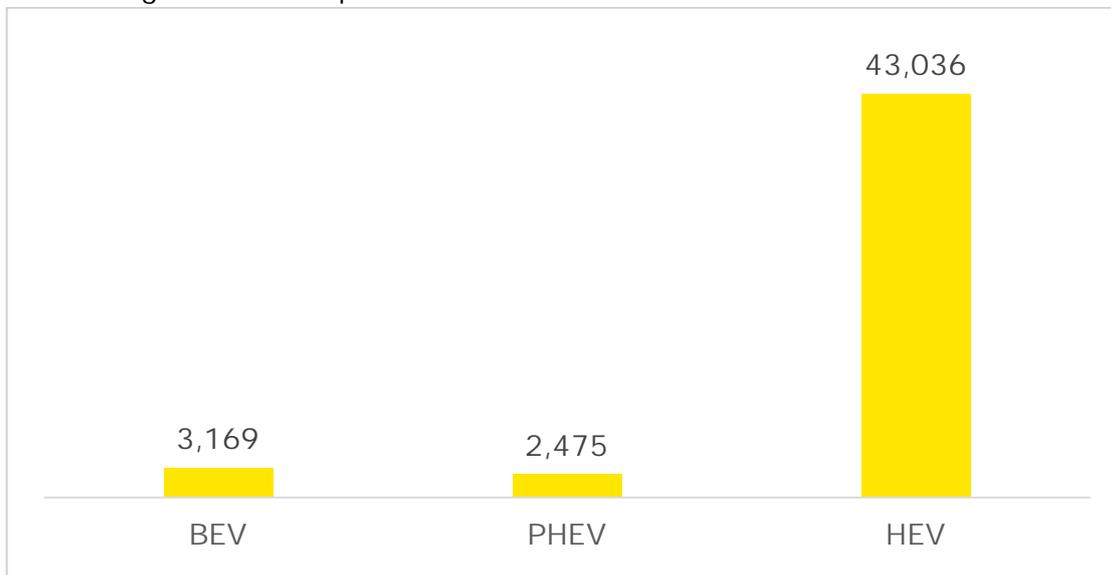
pasando a 4% en 2020 a pesar de que el crecimiento de las ventas registró el valor más bajo en la década siendo de 28% en 2020.

En el año 2020 los vehículos eléctricos tuvieron un mejor performance que el resto de la industria automotriz, ya que, a través de los años se están volviendo gradualmente competitivos en algunos países sobre la base del costo total de propiedad (costos de adquisición y de operación), incluso considerando el impacto de la caída de los precios del petróleo. Sin embargo, la alta inversión inicial (los precios de los vehículos eléctricos siguen siendo más altos que los de los vehículos convencionales) implica que el mercado de vehículos eléctricos aún dependa del apoyo del gobierno (IEA, 2020).

Noruega es el país con mayor participación de PEV (PEV) en su parque automotor con 13% del total. En segundo lugar, se encuentra Islandia con un registro de 4.4% de vehículos eléctricos del parque total, seguido por Países Bajos con 2.7%, Suecia (2.0%) y China (1.6%) (IEA, 2020).

En cuanto a las ventas de la región, específicamente las ventas de Latinoamérica en el año 2019, para ser más preciso Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y República Dominicana, tienen un comportamiento donde los vehículos híbridos representan aproximadamente el 88% del mercado de vehículos electrificados, los vehículos eléctricos con batería el 7% y los híbridos enchufables el 5%.

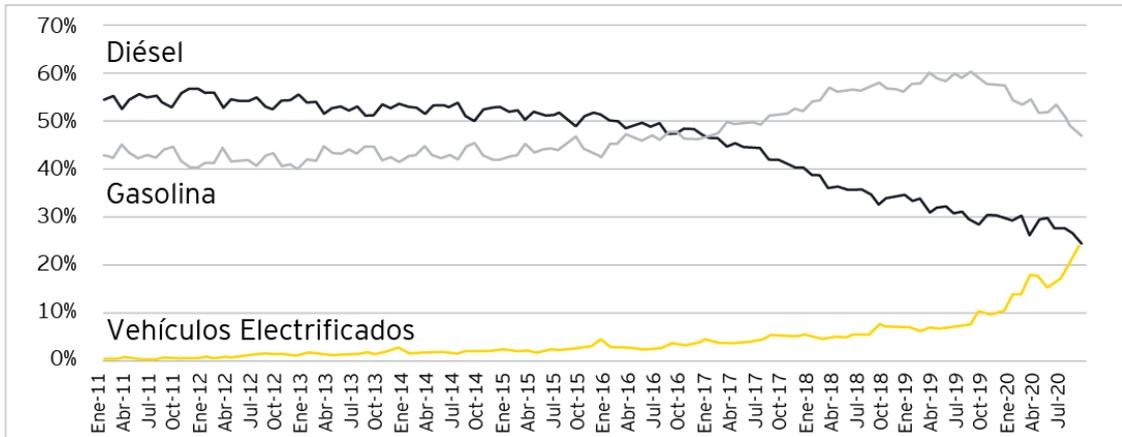
Figura N° 4 – Representación del mercado LATAM en el año 2019



Elaborado por EY

Un dato a destacar es que en septiembre de 2020, se registraron mayores ventas de vehículos eléctricos que vehículos dependientes de diésel en Europa, transformado así el mercado: 47% de vehículos son ICE dependiente de gasolina, 25.2% de vehículos eléctricos, y por último 24.8% de los vehículos ICE dependiente de diésel (JATO, 2020).

Figura N° 5 - Ventas mensuales de vehículos en Europa por tipo de combustible 2011-2020

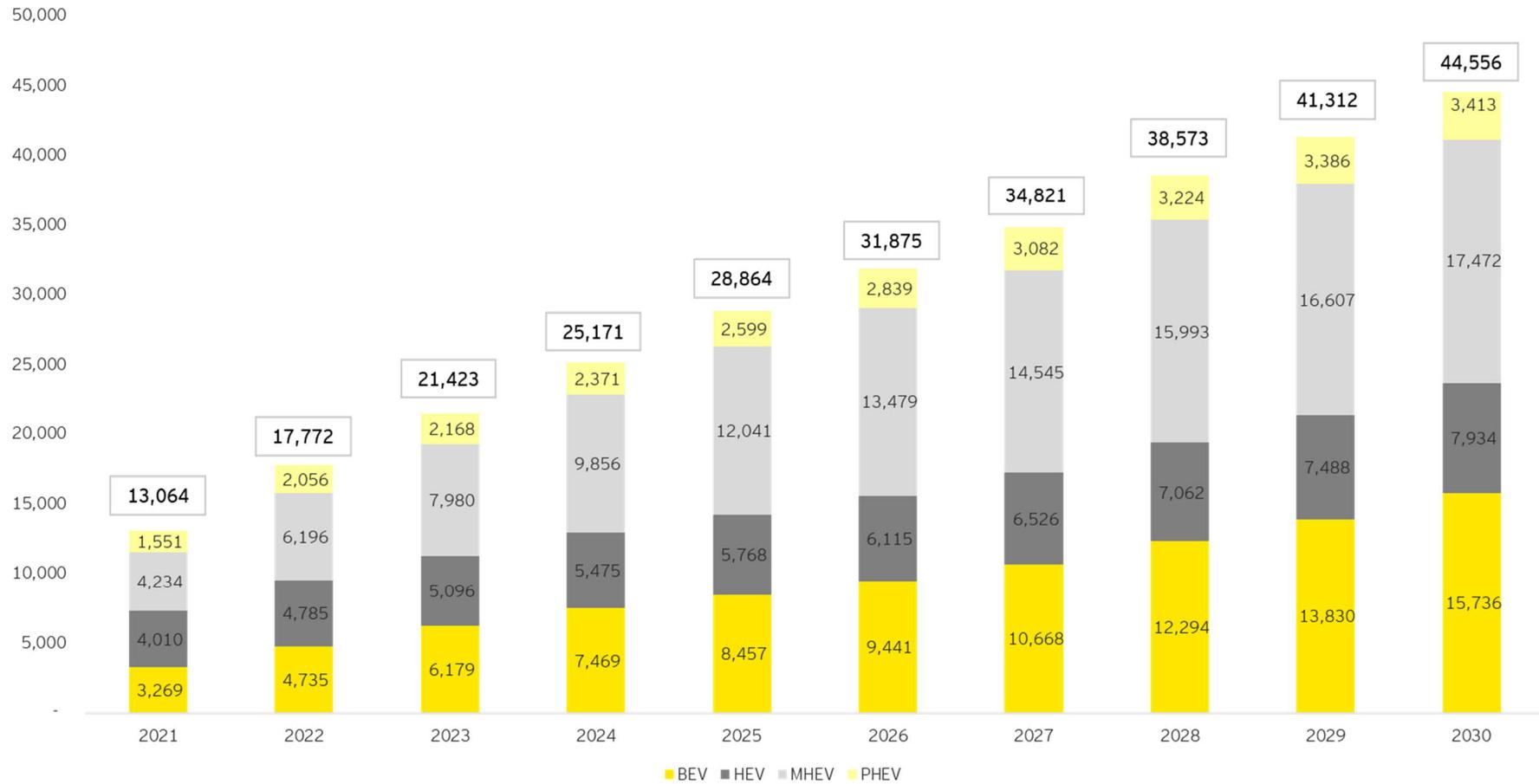


Fuente: JATO 2020

b. Proyección de crecimiento de vehículos electrificados

Se estima que para el 2030, los vehículos electrificados representarán el 45% de las ventas globales de vehículos de uso personal (41 millones). Para dicho año, el 35% de las ventas de vehículos electrificados representan BEV, 8% PHEV, 18% HEV y 39% MHEV. Esto significa una tasa de crecimiento anual de 15% para vehículos electrificados en donde la tasa para los BEV es de 20%.

Figura N° 6 – Proyección de ventas de vehículos electrificados al 2030 (en miles)

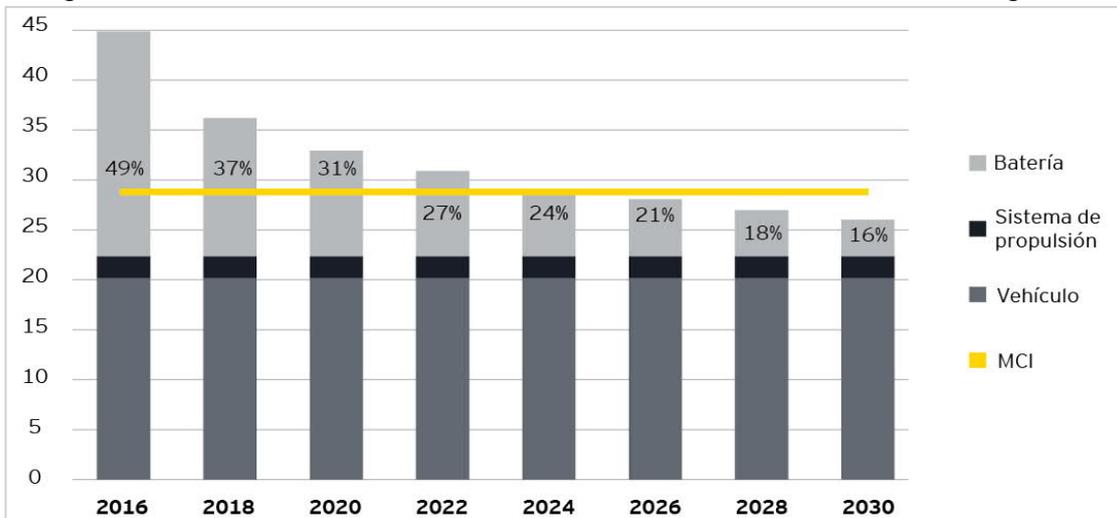


Fuente: LMC Automotive, 2021. Elaborado por EY

2.1.4 Precios de vehículos electrificados vs. vehículos ICE al 2030

Los costos de los vehículos eléctricos con batería están compuestos por la batería, el sistema de propulsión y el vehículo (carrocería). Los costos asociados a la fabricación y producción de cada uno de estos componentes impactan en el costo total de los vehículos eléctricos con batería. Asimismo, de acuerdo con las estimaciones del informe Electric Vehicle Outlook de Bloomberg New Energy Finance, el escenario eléctrico global presentará una paridad de precios y rendimiento entre los BEV y los ICE al 2025 (Bloomberg, 2018). Esto sugiere que los costos asociados a los vehículos eléctricos con batería irán disminuyendo hasta que estos sean igual o menores que los vehículos ICE.

Figura N° 7 - Punto de inflexión de los vehículos eléctricos con batería global

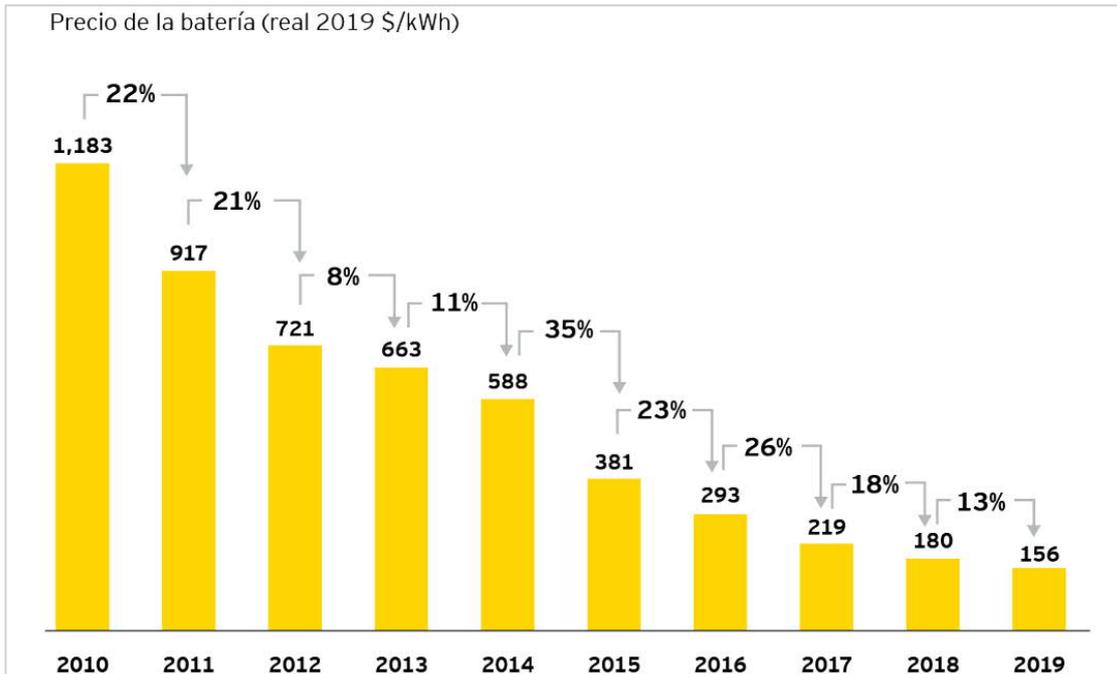


Fuente: BNEF, 2017

Las proyecciones de la figura anterior muestran que en el año 2024 los vehículos eléctricos con batería tendrán el mismo precio que los vehículos ICE, y en 2025, serán más económicos. Asimismo, en la figura se observa la proyección de la disminución en la proporción de costos asociados a las baterías de vehículos eléctricos con batería, lo que hace más atractiva la tecnología e incentiva la demanda.

En la siguiente figura se demuestra la reducción de costos:

Figura N° 8 - Evolución del precio las baterías de litio

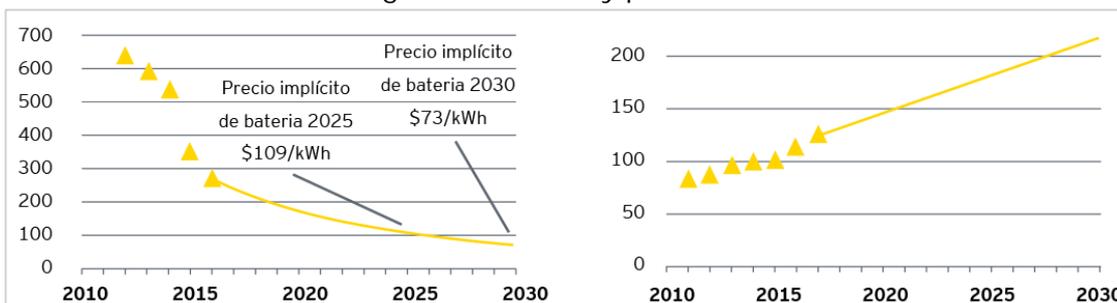


Fuente: BNEF, 2017

Con relación a lo que se explica anteriormente, y de acuerdo con la figura anterior los precios históricos de las baterías de litio muestran una tendencia a la disminución año a año.

Adicional a la disminución de precios, las proyecciones indican que la densidad energética se duplicará para el año 2030, con más de 200 watts hora por kilogramo, resultando en un menor peso de la batería para los vehículos.

Figura N° 9 - Precio de baterías de EV de Li-ion y peso promedio de la densidad energética histórica y pronosticada



Fuente: BNEF, 2017

En relación con los cargadores, su costo depende del tipo de cargador y el nivel de carga. El costo de un cargador DC es mayor que el cargador AC, al ser la infraestructura y los beneficios de DC mayores. Aun así, el tipo de carga depende del lugar y del tipo de vehículo.

Los costos asociados a estas tecnologías y otros precios del mercado actual, así como las proyecciones para la adopción de vehículos eléctricos e híbridos en Perú, se analizan en las secciones 7 y 8.

2.1.5 Identificación de los impactos ambientales de vehículos electrificados vs. vehículos ICE

a. Contaminación ambiental por gases de efecto invernadero

Se estima que, en el año 2019, el parque automotor eléctrico con batería emitió 51 millones de toneladas de CO₂eq¹¹ a nivel global (esté cálculo considera emisiones “well-to-wheel”, descrito abajo). Si esos vehículos hubiesen sido ICE, se estima que sus emisiones serían 50% mayores, llegando alrededor de 104 Mt CO₂eq q (IEA, 2020).

Dentro de las tendencias en materia de transporte o movilidad, la alternativa que destaca como una de las mejores soluciones para ayudar a reducir el consumo de combustibles fósiles, y, por ende, disminuir las emisiones de GEI y la contaminación del aire es la electromovilidad.

De acuerdo con un estudio realizado por la IEA, un vehículo eléctrico con una batería mediana emite 60% menos CO₂eq por kilómetro recorrido que un vehículo a gasolina y 40% menos que un híbrido no enchufable en promedio. Sin embargo, dependiendo de la matriz de energía eléctrica de cada país, el potencial de mitigación puede variar (IEA, 2020). La reducción de emisiones en Perú tiene un mayor potencial debido a la matriz energética, compuesta principalmente por generación hidroeléctrica.

Se consideran emisiones “well-to-wheel” (WTW). Incluye emisiones “well-to-tank” (WTT) y “tank-to-wheel” (TTW). WTT para combustibles fósiles toma en cuenta las emisiones generadas en su extracción, refinamiento y distribución. Para la electricidad e hidrógeno se considera desde la generación/producción de energía hasta la carga del vehículo; aquí el nivel de contaminación depende de la conformación de la matriz de energía eléctrica. TTW se contabilizan desde que se vierte el combustible en el tanque y durante el proceso de combustión. Por ello, las emisiones TTW son cero para vehículos eléctricos de batería y de hidrógeno.

Los vehículos ICE emiten diversos tipos de contaminantes, tales como material particulado, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, compuestos orgánicos volátiles, ozono troposférico y compuestos halogenados. Al ingresar al organismo humano mediante vía oral o nasal, estos gases afectan principalmente al sistema respiratorio, provocando la disminución de la función pulmonar, interferencia con los mecanismos de defensa pulmonar, agravamiento del asma, y en casos extremos, incrementa el riesgo de padecer cáncer en una edad adulta. De igual modo, podría tener efectos nocivos en otros sistemas como el cardiovascular, digestivo, nervioso central, hepático, entre otros.

¹¹ CO₂eq (equivalente de dióxido de carbono) es una medida universal para indicar el potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero (GEI).

b. Contaminación ambiental sonora

Según el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (OSMAN, 2016), la contaminación sonora no provoca efectos sobre el clima; no obstante, existen múltiples efectos en la salud dependiendo del nivel de ruido. Entre los principales se encuentra el deterioro auditivo, es decir, una deficiencia en una de las partes del oído que puede ir acompañada de anomalías como el tinnitus o ruidos percibidos sin la existencia de una fuente externa.

También puede perturbar el sueño, lo que acarrea cambios de humor, disminución del rendimiento cognitivo e insomnio. Asimismo, puede alterar la homeostasis (capacidad para mantener un estado interno estable) de algunos sistemas, como el cardiovascular, endocrino e inmune, para atender al estímulo causado por el ruido. Esta alteración puede conducir a las personas a situaciones de estrés (OSINERGMIN, 2019).

2.2 Experiencias en la promoción de la electromovilidad a nivel global y en la región

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

En la siguiente sección se presentan las políticas implementadas en 9 países que vienen promoviendo la movilidad eléctrica. El orden de aparición de los países se establece según el parque automotor electrificado y los incentivos establecidos. Para fines de este documento, los criterios de selección de los países fueron los siguientes:

- 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.

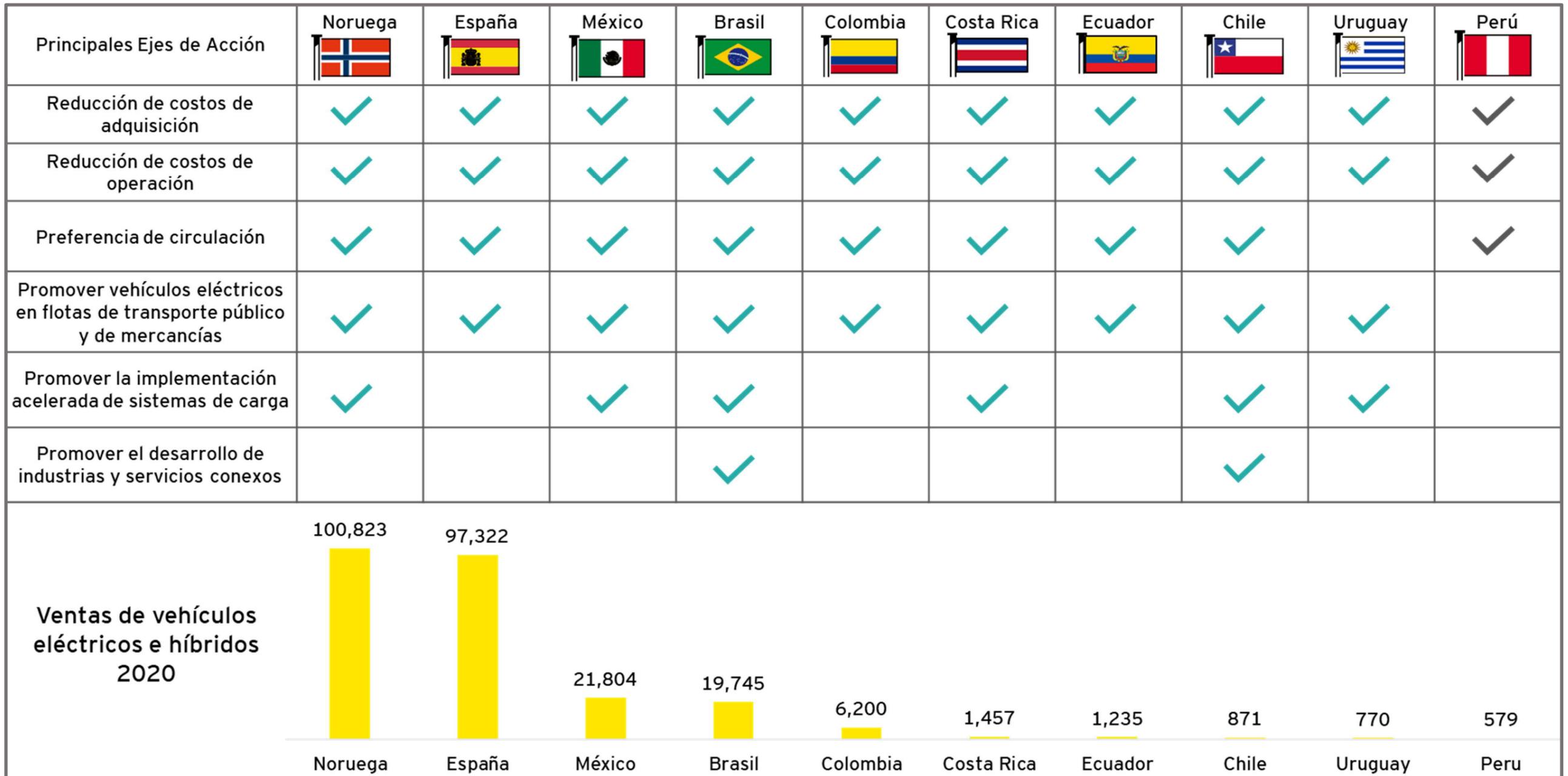
Los incentivos se agrupan por categoría respondiendo a los lineamientos presentados:

Tabla N° 10 - Clasificación incentivos por categorías

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
	Preferencia de circulación
3. Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales	Transporte público y transporte 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	Sistemas de carga

Elaborado por EY

Figura N° 10 - Principales ejes de acción para la promoción de la electromovilidad y ventas correspondientes al año 2020



Elaborado por EY

a. Políticas implementadas en Noruega

Tabla N° 11 – Políticas implementadas en Noruega

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costos de adquisición	Ad-Valorem	Todas	Eléctricos	Económico	Exención de impuesto de registro/importación	1990	Los BEV están exentos del impuesto de registro o impuesto a la importación desde 1990. En el caso de los PHEV, estos pagan una tasa reducida a comparación de los vehículos convencionales, se redujo en 26% desde el 2015 (EUKI, 2018).
Costo de operación	Costo de estacionamiento	Livianos	Eléctricos	Económico	Parqueo y carga Municipal gratis	1993	Algunos municipios implementaron este incentivo desde 1993 y en mayor alcance desde 1999. Desde 2016, los municipios noruegos pueden determinar tarifas y exenciones en el precio del estacionamiento. Por ejemplo, Oslo cuenta con tarifas diferenciadas, y los estacionamientos municipales están destinados a la carga de vehículos eléctricos con cargadores lentos, los cuales fueron gratuitos hasta el año 2019 (EAFO, 2019).
Costo de operación	Impuesto anual de circulación	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Reducción del impuesto de circulación anual	1996	Reducción del impuesto de circulación anual del 75% al 90% para vehículos eléctricos e híbridos (WallBox, 2020).
Costo de operación	Costo de peaje	Todas	Eléctricos	Económico	Peaje gratis	1997	Exención del pago de peaje por el uso de carreteras regionales. Desde 2019, los vehículos eléctricos pagan una tarifa máxima del 50% del importe total (EAFO, 2019).
Preferencia de circulación	Carril preferente	Livianos	Eléctricos	Económico	Placas con señal EL	1999	Los vehículos eléctricos obtienen una placa especial para facilitar la administración de incentivos, por ejemplo, permitir que el acceso a los carriles para buses (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Costos de adquisición	Impuesto anual de propiedad	Livianos	Eléctricos	Económico	Reducción del impuesto por el uso privado de un vehículo de la empresa	2000	El impuesto por el uso de un vehículo de la empresa se paga por todo aquel que tiene acceso al beneficio de un vehículo otorgado por la empresa. A partir del año 2000, se estableció un descuento del 50% en el impuesto por el uso de un vehículo eléctrico de la empresa en la que trabajan para fines privados (por ejemplo, para movilizarse del trabajo al hogar). En 2018, el descuento fue reducido al 40% (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Costos de adquisición	IGV	Todas	Eléctricos	Económico	Exoneración del impuesto IVA	2001	Exoneración del IVA de 25% sobre el precio de venta a los BEV: desde julio de 2001 para compras y desde 2015 para leasing. El beneficio fue extendido hasta 2022 para BEV (Norsk elbilforening, 2021).
Preferencia de circulación	Carril preferente	Livianos	Eléctricos	No económico	Acceso a carriles para buses	2003	Política implementada desde 2003, inicialmente destinada a ser medida temporal. Sin embargo, desde 2016, los gobiernos locales pueden habilitar el uso de ciertos carriles exclusivos de buses para vehículos eléctricos. Oslo lo ha implementado desde 2017 (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Costo de operación	Costo de peaje	Livianos	Eléctricos	Económico	Exención de pago de ticket en ferries de carretera	2009	Acceso gratuito a los vehículos eléctricos en la mayoría de los ferries que conectan partes de la red nacional de carreteras (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Desarrollo de industria y comercio	Infraestructura de carga Pública	Todas	Eléctricos	Económico	Inversión pública en cargadores	2017	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).
Preferencia de circulación	Estacionamiento preferente	Livianos	Eléctricos	No económico	Estacionamiento para vehículos eléctricos en playas y edificios	2018	Al menos, 6% de los espacios en la construcción de playas de estacionamiento y estacionamientos de nuevos edificios deben ser asignados para vehículos eléctricos (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Costos de adquisición	Chatarreo vehicular	Todas	Eléctricos	Económico	Compensación fiscal por el chatarreo de furgonetas de combustibles fósiles	2018	Compensación por el chatarreo de una furgoneta de motor de combustión interna para adquirir una eléctrica (The Norwegian Tax Administration, 2018).
Costo de operación	Costo de estacionamiento Costo de peaje	Todas	Eléctricos	Económico	La regla del 50%	2018	Los condados y municipios no pueden cobrar más del 50% del precio en ferries, estacionamientos públicos y carreteras de peaje para vehículos eléctricos (WallBox, 2020).
Costo de operación	Impuesto a la contaminación ambiental	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Impuesto a la contaminación ambiental	1991	El uso de combustibles fósiles en vehículos está afectado por el impuesto al CO ₂ . Este impuesto es de USD 60 por cada tonelada de CO ₂ emitida (Mckie, 2020) (Norwegian Petroleum, 2021).
Costo de operación	Impuesto anual de circulación	Todas	Eléctricos	Económico	Exención al impuesto de uso de carreteras	2020	Exención del cobro del impuesto por el uso de carreteras (Mckie, 2020) (Skatteetaten, 2021).

Elaborado por EY

b. Políticas implementadas en España

Tabla N° 12 - Políticas implementadas en España

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Sistemas de carga	Domiciliario	Livianos	Eléctricos	No económico	Ley 19/2009 - Medidas de fomento y agilización de eficiencia energética en edificios para la instalación de puntos de carga	2009	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.
Regulatorio	Estaciones de carga	Todas	Eléctricos	No económico	Real Decreto 647/2011 - Regulación de gestor de carga	2011	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).
Costos de operación	Tarifa eléctrica al consumidor	Todas	Eléctricos	Económico	Real Decreto 216/2014 - Metodología para los precios de energía	2014	Se establece establecen tarifas horarias para el pequeño consumidor de energía eléctrica: <ul style="list-style-type: none"> • Normal 2.0 A • Discriminación horaria tradicional con dos fases 2.0 DHA. Tiene un precio reducido entre las 23:00 y las 13:00 del día siguiente (P2); entre las 13:00 y

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
							<p>las 23:00 se considera hora punta (P1) con un precio más elevado que el de la tarifa normal.</p> <ul style="list-style-type: none"> Específica para vehículos eléctricos con tres fases 2.0 DHS.
Regulatorio	Estrategias y planes	Todas	Eléctricos	No económico	Plan de mejora de calidad del aire Madrid	2016-2020	Propone instalar redes de carga para vehículos eléctricos, flotas de servicios municipales de bajas emisiones, ampliación y renovación de la flota de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid hacia una flota 100% Eco (OVEMS, 2020).
Costos de adquisición	Subvenciones a la adquisición	Todas	Eléctricos	Económico	Plan MOVALT	2017	<p>El plan tiene una dotación presupuestaria de 20 millones de euros, para aplicar a las solicitudes de ayuda para la adquisición de vehículos de energías alternativas (IDAE, 2018).</p> <p>Además, se otorgaron subvenciones a los sistemas de carga para vehículos eléctricos de uso público o privado, tanto en la modalidad de adquisición directa como de operaciones de financiación por renting (IDAE, 2018).</p>
Regulatorio	Estrategias y planes	Livianos	Eléctricos	Económico	Plan VEA	2018	Se destinaron 50 millones de euros al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (entidad pública) para la adquisición de vehículos de eléctricos y 16,6 millones de euros destinados para la mejora de la infraestructura de cableado e instalación de puntos de carga (OVEMS, 2020).
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular Estacionamiento preferente	Livianos Buses	Todas	No económico	Madrid Central	2018	Zona de estacionamiento regulado donde los vehículos con distintivo ambiental podrán circular y estacionar sin restricción horaria.
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular Estacionamiento preferente	Livianos Buses	Todas	No económico	Madrid 360	2020	Plan de movilidad que sustituye a Madrid Central, que entró en vigor el primer semestre de 2020 para cumplir los objetivos de calidad del aire de la Unión Europea estableciendo la línea de buses "cero" (cero emisiones y cero y costo) (OVEMS, 2020).
Regulatorio	Estrategias y planes	Todas	Todas	Económico	Plan de impulso a la cadena de valor de la Industria de la Automoción, hacia una movilidad Sostenible y Conectada	2020	<p>Incluye 20 medidas de tipo económico, fiscal, normativo, logístico, de competitividad, de formación y cualificación profesional, de compra pública sostenible y de planificación estratégica que dan cobertura a toda la cadena de valor de la industria (IDAE, 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> Sustitución de vehículos antiguos mediante la financiación de la renovación de flotas de vehículos menos contaminantes para uso profesional. Promueve la adjudicación de fabricación de modelos eléctricos o de hidrógeno. Se destinarán recursos para alcanzar al menos una producción anual de entre 700,000 y 800,000 vehículos PEV al 2030. Plantea otorgar apoyo fiscal a las inversiones realizadas relativas a la movilidad eléctrica, sostenible o conectada (La Moncloa, 2020).
Costos de adquisición	Subvenciones a la adquisición	Todas	Eléctricos	Económico	Programa MOVES	2019	<p>Programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (MOVES) que otorga concesión de ayudas a las comunidades autónomas y ciudades de Ceuta y Melilla (IDAE, 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> Subvenciones para la adquisición de vehículos de energías alternativas

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
							<ul style="list-style-type: none"> Subvenciones para la adquisición de sistemas de carga
Costos de adquisición Desarrollo de industria y comercio	Subvenciones a la adquisición Infraestructura de carga Pública	Todas	Eléctricos	Económico	Programa MOVES II	2020	<p>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).</p> <ul style="list-style-type: none"> Subvención para la adquisición de vehículos de energías alternativas. Varía según motorización y categoría de vehículo. Desde los de 600 euros para cuadriciclos ligeros eléctricos hasta los 15,000 euros para la compra de camiones y buses eléctricos. Subvención para la adquisición infraestructura de carga de vehículos eléctricos de 30 % o un 40% del coste subvencionable, con un límite de 100,000 euros. (IDAE, 2020)
Costos de adquisición	Chatarreo vehicular	Todas	Eléctricos	Económico	Plan Renove	2020	El programa de Renovación de Vehículos 2020 (Plan Renove 2020), dotado con 250 millones de euros busca incentivar mediante la concesión de ayudas la renovación del parque automotor con vehículos de bajas emisiones (La Vanguardia, 2020).
Costos de adquisición	Impuesto al Patrimonio Vehicular	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Exención en el impuesto de matriculación	2008	Los vehículos eléctricos y la mayoría de los híbridos están exentos del impuesto (Pato, 2010) dado que la cuantía del tributo se fija en función de las emisiones de CO ₂ (MAPFRE, 2020).
Costo de operación	Impuesto anual de circulación	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Bonificaciones en el impuesto de circulación	2016	Los municipios ofrecen bonificaciones para vehículos eléctricos e híbridos que pueden llegar hasta el 75% del pago del impuesto, como es el caso de Madrid y Barcelona (MAPFRE, 2020).
Costo de operación Preferencia de circulación	Costo de estacionamiento Estacionamiento preferente	Todas	Eléctricos	Económico No económico	Estacionamientos preferenciales y gratuitos	-	<ul style="list-style-type: none"> Madrid: Los vehículos con la etiqueta Cero emisiones están permitidos estacionar en las plazas azules y verdes del Servicio de Estacionamiento Regulado (SER) sin pago alguno y sin limitación de tiempo. Barcelona: tarifa bonificada en las zonas azules. Además, en la zona verde, pueden estacionar de forma gratuita aquellos vehículos eléctricos que sean de dicha zona de residencia. Valencia: exentos de abonar las tasas de la zona azul. En la zona naranja solo cuentan con dicho beneficio los residentes. Sevilla: pueden estacionar libremente sin tener que pagar la tasa, cuando el titular se encuentre empadronado en la ciudad (Mapfre, 2020).
Costo de operación	Costo de peaje	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Descuentos en peajes	2019	<p>El gobierno de Cataluña otorga:</p> <ul style="list-style-type: none"> 75% de descuento en el peaje para vehículos eléctricos y de hidrógeno. Se ha excluido de las bonificaciones a los híbridos más antiguos porque su nivel de contaminación es mayor (Vallespin, 2019).

Elaborado por EY

c. Políticas implementadas en Brasil

Tabla N° 13 - Políticas implementadas en Brasil

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de operación	Eficiencia energética (etiquetado)	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Plan Nacional de Eficiencia Energética - Etiqueta e Incentivo Fiscal para la Eficiencia Energética en Vehículos Ligeros	2008	Busca reducir el consumo en 600GWh en un periodo de 20 años por lo cual establece acciones para los diferentes sectores incluido el transporte. Se estableció el programa voluntario de etiquetado vehicular donde el fabricante debe etiquetar el 50% de la flota producida. La etiqueta establece el rendimiento energético del vehículo y las emisiones de CO ₂ , dando una clasificación según eficiencia (Martínez Salgado & Castellanos, 2019).
Costo de operación	Tarifa eléctrica al consumidor / Eficiencia energética	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley ACT C 9.991 año 2000 Investigación y desarrollo y eficiencia energética Modificado por la Ley N° 12.212 en el 2010)	2010	<ul style="list-style-type: none"> Se establecen porcentajes mínimos de inversión del ingreso neto operativo de 0.50%, de los distribuidores de energía tanto para investigación y desarrollo como para programas de eficiencia energética en la oferta y uso final de la energía hasta fines el 31 de diciembre del 2015. Hasta el 01 de enero de 2016 los distribuidores de energía cuya energía vendida es menor de mil (1,000) GWh por año, de 0.25% hasta 0.50%.
Costo de adquisición	Ad - Valorem/ Eficiencia energética	Todas	Eléctricos Híbridos	Económicos	Decreto 7.819 - Programa Innovar Auto: Descuento en el impuesto a los productos industrializados	2012	Se incrementa el impuesto a los productos industrializados (IPI) en 30%, y se ofrece una reducción en 30% a su vez para aquellas empresas que cumplen al menos dos de los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> Inversión en I&D para eficiencia energética vehicular Inversión en el área de ingeniería, tecnología industrial y capacitación al proveedor Participación en el programa de etiquetado vehicular (ICCT, 2013).
Costo de adquisición	Ad - Valorem / Eficiencia energética	Todas	Eléctricos Híbridos	Económicos	Decreto 8.015 - Descuento en impuesto a la producción y al impuesto a los productos industrializados	2013	Se modifican los requisitos mínimos a cumplir del programa INOVAR-AUTO (Decreto 7.819). Por ejemplo, se debe acreditar que está formalmente autorizado para realizar la importación, comercialización, prestación de servicios de asistencia técnica, organización de la red de distribución y uso de las marcas del fabricante en relación con los vehículos importados (ICCT, 2013).
Costo de operación	Impuesto anual de propiedad	Todas	Eléctricos	Económico	Ley 15.997/14 - Exención del Impuesto anual de propiedad (IPVA)	2014	Los vehículos eléctricos tienen una reducción parcial o completa en el impuesto anual del propietario. <ul style="list-style-type: none"> Exención: Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul y Sergipe Reducción del 50%: Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro y São Paulo. (CPFL Energía, 2014).
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular	Livianos	Eléctricos Híbridos	No económico	Ley 15.997/14 - Exención del "Rodizio Vehicular"	2014	Exención de los vehículos eléctricos e híbridos registrados en la Ciudad de Sao Paulo del "Rodizio Vehicular", programa que reduce la circulación de vehículos por número de placa.
Costo de adquisición	Ad-Valorem	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Resolución 97/2015 - Reducción del arancel de importación	2015	<ul style="list-style-type: none"> Eliminación del arancel de importación para vehículos eléctricos y celdas de combustible Reducción entre el 0% y 7% para vehículos híbridos enchufables y no enchufables, dependiendo de la capacidad del motor de combustión y si es importado desensamblado o ensamblado.

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de adquisición	Ad-Valorem	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Resolución de CAMEX 24/04/2016 - Reducción del impuesto de importación de partes y equipos para la producción de vehículos eléctricos e híbridos	2016	Reducción del impuesto de importaciones de bienes y partes a 2% para estimular las inversiones en innovación.
Desarrollo de industria y comercio	Ensamblaje / fabricación de EVs	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Programa "Rota 2030"	2018	Se establecen requisitos obligatorios e incentivos para la fabricación y comercialización de vehículos en el país para los próximos 15 años. <ul style="list-style-type: none"> El programa ofreció a las empresas ensambladoras, en caso inviertan en conjunto 1333 millones de USD en investigación y desarrollo, USD 560 millones en créditos de impuestos en 2019 y USD 400 millones en 2020. Otorga deducción en el impuesto de ingreso corporativo, de 10% a 12%. Permite descuentos de hasta 2% en impuesto a los productos industrializados para los fabricantes que superen los objetivos establecidos para mejorar la eficiencia energética (reducción de consumo de combustible y de emisión de contaminantes) (AUXADI, 2018).
Costo de adquisición	Ensamblaje / fabricación de EVs	Todas	Híbridos	Económico	Decreto N. 9.442/2018 - Impuesto de productos industrializados	2018	Modificación del impuesto entre el 7% y 18% para vehículos eléctricos y entre el 9% y 20% para vehículos híbridos, dependiendo de su peso y eficiencia.
Marco legal	Estaciones de carga	Todas	Eléctricos	No económico	Procedimientos para la carga de vehículos eléctricos	2018	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).

Elaborado por EY

d. Políticas implementadas en México

Tabla N° 14 - Políticas implementadas en México

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de adquisición	Impuesto a la contaminación ambiental	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios - Impuesto al carbono	2014	Los combustibles fósiles cuentan con una tasa impositiva en función a la cantidad de dióxido de carbono que contienen. El impuesto cumple dos objetivos centrales: 1) reducir las emisiones, y 2) aumentar la recaudación del Gobierno Federal.
Costo de adquisición	Impuesto al Patrimonio Vehicular	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley de Ingresos de la Federación - Exención del pago del Impuesto Federal Sobre Automóviles Nuevos (ISAN)	2014	Los vehículos eléctricos e híbridos se encuentran exentos de este impuesto (cuota normal va de USD 300 a 1,500 en promedio) (Cámara de diputados del congreso de la unión, 2016).
Modelo de operación	Reciclaje / Disposición de materiales peligrosos	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Decreto N° 04/06/2014 - Tratamiento de baterías de litio al final de su vida útil	2014	Las baterías de litio son consideradas como residuos especiales. Por tanto, se obliga a los grandes generadores, productores, importadores, exportadores y distribuidores de pilas y baterías a presentar planes de manejo integral que busquen la prevención de la generación y la valorización de los residuos.

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de operación	Impuesto anual de propiedad	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Exención del impuesto a la tenencia (impuesto anual de propiedad)	2014	En la mayoría de los Estados, los vehículos eléctricos e híbridos no pagan el impuesto a la tenencia. (Comisión Federal de Electricidad, 2017).
Preferencia de circulación Costo de operación	Exención de restricción vehicular Costo de revisión técnica	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Decreto por el que se expide el Programa "Hoy no circula" - Exención de la verificación vehicular y restricción de circulación	2014	<ul style="list-style-type: none"> En los Estados de la zona metropolitana del Valle de México los vehículos eléctricos e híbridos se encuentran exentos del programa de verificación vehicular que implica revisión de emisiones semestrales Se encuentran también exentos de las restricciones al uso de vehículos privados (Comisión Federal de Electricidad, 2017).
Transporte público y transporte de mercancías	Adquisición de Transporte de mercancías (IR)	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Deducción del impuesto sobre la Renta (ISR)	2016	<ul style="list-style-type: none"> En caso el vehículo fuera arrendado, el gravamen por el uso o goce de vehículos híbridos o eléctricos permite una deducción diaria de hasta 285 pesos a diferencia de los \$200 pesos diarios que se tiene por vehículos tipo ICE. Se aplica una deducción de impuestos de hasta 250 mil pesos del monto original de inversión en la compra de vehículos eléctricos e híbridos. El incentivo puede representar desde 10 y hasta 70% del valor de un vehículo con este tipo de motorización, dependiendo del modelo y la marca. 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).
Costos de operación	Tarifa eléctrica al consumidor	Livianos	Eléctricos	Económico	Guía para la contratación de Servicios de Carga de Vehículos Eléctricos para Clientes Residenciales - Medidor para centros de carga que se instalen en hogares	2016	<p>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.</p> <p>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).</p>
Costo de operación	Costo de peaje	Todas	Eléctricos	Económico	Reducción del pago de peajes	2017	Se tiene una reducción del 20% en las tarifas de peajes en ciertas autopistas urbanas de la Ciudad de México para vehículos eléctricos e híbridos, a través de un distintivo llamado "Ecotag" (ONU Medio Ambiente, 2018)
Preferencia de circulación	Estacionamiento preferente	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Ley de Movilidad del Distrito Federal - Estacionamiento preferencial gratuito	2017	En concordancia con el artículo 203 de la Ley de Movilidad del Distrito Federal: "Los estacionamientos públicos y privados (...) dispondrán de espacios exclusivos para vehículos que cuenten con distintivo oficial (...) o vehículos con placa de matrícula verde (...)".
Marco Legal	Estrategias y planes	Todas	Eléctricos	No económico	Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de México	2018	En 2018, se inició el desarrollo de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de México. La estrategia establece el objetivo de electrificar el 5% de las ventas de vehículos nuevos para 2030, el 50% para 2040 y el 100% para 2050. Actualmente, se espera su publicación por parte del gobierno federal (MINAM, MINEN, MINTRAN, UPME, 2019).

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga	Todas	Eléctricos	No económico	Programa de electrolineras	2018	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).
Marco legal	Estrategias y planes	Todas	Eléctricos	No económico	Plan Estratégico 2019-2022 de la "Alianza por la Electromovilidad en México"	2019	Centro Mexicano de Promoción del Cobre lanzó el Plan Estratégico 2019-2022 de la "Alianza por la Electromovilidad en México", el cual propone como parte de la visión al 2022, lograr que el 3% de las ventas de vehículos en el territorio nacional sean eléctricos (MINAM, MINEN, MINTRAN, UPME, 2019).
Transporte público y transporte de mercancías	Subvenciones a la adquisición	Livianos	Eléctricos Híbridos	Económico	Programa de sustitución de taxis	2019-2020	El gobierno ofrece apoyo económico y/o financiamiento para la sustitución de vehículos de 10 años a más. Se otorga \$100 mil pesos para la compra de un vehículo híbrido o eléctrico, o de \$50 mil para la adquisición de un vehículo altamente eficiente. En 2019, se otorgaron 616 apoyos, de los cuales renovaron 30% las unidades híbridas y 70% de alto rendimiento (Almazán, 2020).
Costo de adquisición	Ad-Valorem	Todas	Eléctricos	Económico	Decreto por el que se modifica la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación - Exención de aranceles a la importación de vehículos eléctricos	2020	Desde el 4 de septiembre del 2020 hasta el 30 de septiembre del 2024 se eliminan los aranceles de importación para vehículos eléctricos nuevos.

Elaborado por EY

e. Políticas implementadas en Colombia

Tabla N° 15 - Políticas implementadas en Colombia

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de adquisición	IGV	Livianos Buses	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley N° 1607 Reforma tributaria - Reducción del IVA	2012	Reducción del IVA para taxis y buses eléctricos e híbridos de 16% a 5%. La política no tuvo los resultados esperados debido al costo de los vehículos sin incentivos complementarios (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Marco Legal	Políticas	Buses	Eléctricos	No económico	Plan de Ascenso Tecnológico (PAT) Bogotá	2013	El PAT tiene por objetivo de sustituir los combustibles fósiles e introducir energía eléctrica en el servicio de transporte público a través de la implementación de tecnologías de cero o bajas emisiones en la flota de Transmilenio y el SITP (ARDANUY Ingeniería S.A., 2019).
Costo de adquisición	IGV	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley N° 1819 - Descuento del IVA para vehículos eléctricos e híbridos, y estaciones de carga.	2016	Reducción del IVA para vehículos eléctricos e híbridos del 16% a 5% al igual que cargadores y autopartes.

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de operación	Impuesto al carbono	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley N° 1819 - Impuesto al carbono	2016	Se considera como base gravable al Gas natural, Gas licuado de petróleo, Gasolina, Kerosene y jet-fuel, ACPM y Fuel oil al venderse, retirarse para su uso, y en su importación. La tarifa asociada al impuesto varía para cada tipo de combustible respondiendo al contenido de carbono (15 mil pesos por cada tonelada de CO ₂).
Costo de Adquisición	Ad Valorem	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Decreto N° 1116 - Arancel de aduanas	2017	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.
Marco legal	Políticas	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Política de crecimiento verde	2018	Propone disminuir la intensidad energética en 22%, las emisiones de GEI en 20% y tener 600,000 vehículos eléctricos circulando para 2030 reemplazando la flota nacional, incentivando: <ul style="list-style-type: none"> • La penetración de vehículos eléctricos en todo tipo de transporte • Migración de taxis a vehículos eléctricos • Vehículos eléctricos en los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) y en los Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP) (DNP, 2018).
Marco legal	Estrategias y planes	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022	2019	Decreta un marco regulatorio amplio para fomentar la transición hacia la movilidad de cero y bajas emisiones, y contempla fuentes de financiamiento para los sistemas de transporte público y los planes de movilidad sostenible (PNUMA, 2020).
Marco legal	Estrategias	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica	2019	Generar el marco regulatorio y político necesario para promover las tecnologías eléctricas y sostenibles generando mecanismos económicos y de mercado, así como el establecimiento de lineamientos técnicos a desarrollar (PNUMA, 2020).
Costo de adquisición	Ad-Valorem	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Decreto N° 2051 - Exoneración al pago de aranceles para vehículos eléctricos e híbridos, y estaciones de carga.	2019	<ul style="list-style-type: none"> • El Decreto N° 2051 liberaliza la importación de vehículos totalmente eléctricos sin límite de unidades. • Adicionalmente, 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.
Costo de operación	Costo de la revisión técnica	Todas	Eléctricos	Económico	Revisión técnica (Ley N° 1964)	2019	Descuento en el valor de la Revisión Técnico-Mecánica y de emisiones de contaminantes para los vehículos eléctricos.
Costo de operación	Costo de SOAT	Todas	Eléctricos	Económico	SOAT (Ley N° 1964)	2019	Descuento del 10% en las primas del Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito (SOAT) para los vehículos eléctricos (República de Colombia, 2019).
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular Estacionamiento preferente	Todas	Eléctricos	No económico	Incentivos circulación y estacionamiento preferencial (Ley N° 1964)	2019	Los vehículos eléctricos están exentos de restricciones de circulación excepto aquellas que son por razones de seguridad. Antes del primer año de vigencia de la ley, 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.
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Todas	Eléctricos	No económico	Flotas estatales (Ley N° 1964)	2019	El gobierno nacional y municipios de categoría 1 y especial, tienen un periodo de 6 años para que como mínimo el 30% de los vehículos contratados o comprados sean eléctricos.
Transporte público y	Preferencias de concesión	Todas	Eléctricos	No económico	Licitaciones en transporte público (Ley N° 1964)	2019	Uso del mecanismo de licitación en Bogotá y Medellín para la adquisición de buses eléctricos en la región.

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
transporte de mercancías							Cuotas mínimas anuales de vehículos eléctricos en transporte masivo: 10% para el 2025, 20% para el 2027, 40% para el 2029, 60% para el 2031, 80% para el 2033 y 100% para el 2035.
Sistemas de carga	Estaciones de carga rápida	Todas	Eléctricos	No económico	Instalación mínima de infraestructura de carga (Ley N° 1964)	2019	Se requiere instalar como mínimo, cinco (5) estaciones de carga rápida en cada municipio categoría especial en los siguientes 3 años.
Costo de Adquisición	Impuesto anual de propiedad	Todas	Eléctricos	Económico	Impuesto sobre vehículos automotores (Ley N° 1964)	2019	Impuesto sobre Vehículos Automotores (pago anual para los vehículos matriculados en Bogotá): La tarifa del impuesto no podrá superar 1% del valor comercial del vehículo eléctrico (tarifa regular 1.5%-3.5%).
Costo de operación	Impuesto al Patrimonio Vehicular	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Plan Marshall Bogotá	2020	Descuento tributario en el impuesto sobre vehículos automotores para los vehículos eléctricos nuevos, vehículos eléctricos taxi nuevos y vehículos híbridos/eléctricos nuevos que se matriculen en Bogotá del 60%, 70% y 40%, respectivamente. También tendrán descuento tributario del 70% del impuesto los taxis eléctricos que ya estén matriculados en Bogotá (Secretaría Distrital del Hacienda, 2020).

Elaborado por EY

f. Políticas implementadas en Chile

Tabla N° 16 - Políticas implementadas en Chile

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Transporte público y transporte de mercancías	Preferencias de concesión	Livianos	Eléctricos	No económico	Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana - Cupos taxis eléctricos	2014	Cupos garantizados para taxis eléctricos en el Registro Nacional de Servicios de Transporte de Pasajeros. Dictó que el 5% de los vehículos de taxi deben ser 100% eléctricos. En el 2018 se adjudicó 60 taxis en la región Metropolitana de Santiago, y 134 en la región Valparaíso en el 2019 (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Costo de adquisición	Impuesto a la contaminación ambiental	Livianos	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley N° 20.780 - Impuesto verde a fuentes móviles	2014	El impuesto verde se aplica a todos los vehículos livianos y medianos nuevos, excepto vehículos híbridos y eléctricos. Se calcula en función a: Rendimiento urbano (km/l), disponible en etiquetado de eficiencia energética vehicular; Óxidos de nitrógeno: NOx (g/km); Precio de venta (en promedio los vehículos diésel pagaron USD 1,000).
Costo de operación	Eficiencia energética (etiquetado)	Todas	Todas	No económico	Decreto Supremo N°107 - Programa de etiquetado vehicular	2016	La etiqueta de consumo energético contiene información acerca del rendimiento de combustible, permitiendo a los usuarios buscar y comparar los diversos vehículos bajo parámetros de consumo de combustibles.
Transporte público y transporte de mercancías	Preferencias de concesión	Buses	Eléctricos Híbridos	No económico	Bases de Licitación: Concesión de uso de vías 2018 - Nuevos lineamientos en licitaciones	2018	Bases de Licitación del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones: Concesión de uso de vías 2018 considera un lote compuesto únicamente por buses eléctricos. Adicionalmente, se otorgará un contrato de suministro al proveedor de la flota por un periodo de 14 años para vehículos eléctricos y en el caso de otros sistemas de propulsión el periodo será de 10 años. Además, se acorta el periodo de concesión a 5

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
							años en caso del uso de tecnología diésel o gas y a 7 años para quienes prioricen la electromovilidad (DTPM Chile, 2018).
Marco legal	Estrategias y planes	Livianos Buses	Eléctricos	No económico	Estrategia Nacional de Electromovilidad	2017	Se establece que para el año 2050 se reemplacen por vehículos eléctricos el 40% de los vehículos particulares y el 100% en transporte público. Esto reduciría el gasto energético en 3.3 mil millones de USD, 1.5% del PIB del 2016 (PNUMA, 2020).
Costo de adquisición	Chatarreo vehicular	Livianos	Eléctricos Híbridos	Económico	Estrategia Nacional de Electromovilidad - Programa Renueva tu Colectivo	2017	Bono por chatarreo para la renovación de taxis colectivos: El programa "Renueva tu Colectivo" incentiva con hasta USD 9,240 la renovación de taxis de acuerdo con el rendimiento de combustible. Para un BEV se ofrece el 100% del incentivo (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Preferencia de circulación	Estacionamiento preferente	Livianos	Eléctricos	No económico	Estrategia Nacional de Electromovilidad - Estacionamientos preferentes	2017	Existen en el país espacios preferentes con infraestructura para cargar vehículos eléctricos (AVEC, 2019).
Proyecto de flotas electrificadas	Colaboración público - privada	Todas	Eléctricos	No económico	Compromiso público-privado para promover la electromovilidad	2018	Las empresas se comprometen a generar acciones de corto plazo para aumentar la oferta de vehículos eléctricos, la disponibilidad de estaciones de carga, el desarrollo de proyectos de investigación, y en colaborar con instancias público-privadas (PNUMA, 2020).
Marco legal	Políticas	Todas	Eléctricos	No económico	Ruta Energética 2018-2022	2018	Existe un compromiso de aumentar 10 veces las unidades de vehículos eléctricos que circulan en el país, a través del desarrollo de las flotas de transporte público y las de transporte de mercancías (PNUMA, 2020).
Marco legal	Estaciones de carga	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Resolución N. 26339 - Puesta en servicio de infraestructura de carga	2018	Establece el procedimiento para la instalación y puesta en servicio de infraestructura de carga de vehículos eléctricos.
Marco legal	Estaciones de carga	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Resolución N° 26339 - Procedimiento de puesta en servicio de infraestructura de carga	2018	Establece el procedimiento para el trámite de la energización de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos.
Desarrollo de industria y comercio	Partes, piezas y bienes intermedios	Todas	Eléctricos	Económico	Instituto de Tecnologías Limpias	2021	Apoyar la creación e instalación de un instituto tecnológico que ejecute actividades de investigación y desarrollo de nuevos materiales como la explotación del litio que agreguen valor a la cadena de suministro y favorezca el crecimiento verde (CORFO, 2020). El fondo es de hasta USD 193.5 millones y fue adjudicado al consorcio norteamericano Associated Universities Inc. (AUI) (Universidad de la Serena, 2021).
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Resolución N° 1555 - Exención de restricción vehicular	2020	Todo vehículo que posea un motor eléctrico puro o híbrido queda exento de la restricción vehicular delimitado por placa.
Sensibilización a la población	Gestión de información	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Plataforma de electromovilidad	2019	La plataforma busca la promoción y difusión de información técnica y específica sobre lo último en tecnología, experiencias internacionales de implementación de proyectos, y normativa / regulación actualizada en electromovilidad (Ministerio de Energía de Chile, 2020).
Costo de operación	Eficiencia energética	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Proyecto de Ley de Eficiencia Energética	2020	Proyecto de ley que promueve la eficiencia de uso de recursos energéticos en diferentes rubros empresariales. Además, indica los estándares para la renovación del parque automotor y exige velar por la interoperabilidad del sistema de carga de vehículos (PNUMA, 2020).

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Proyectos de flotas electrificadas	Colaboración público - privada	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Centro para el Desarrollo de la Electromovilidad en Chile	2020	Centro que busca acelerar la electromovilidad mediante estándares y red de electrolineras interoperables y desarrollo de I+D. Recibirá un cofinanciamiento de CORFO de hasta el 80% del costo total del programa, pudiendo ser un máximo de USD 7 millones. El 20% restante será financiado por los Ministerios de Energía, y de Transportes y Telecomunicaciones. Fue adjudicado a la propuesta liderada por la Universidad de Chile (Energía Estratégica, 2020).
Costos de operación	Costo de carga pública	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Puntos de carga gratuitos	-	La gran mayoría de electrolineras siguen cargando vehículos de forma gratuita. A diciembre del 2019 se habían declarado 143 cargadores de vehículos eléctricos en todo el país (AVEC, 2019).

Elaborado por EY

g. Políticas implementadas en Ecuador

Tabla N° 17 - Políticas implementadas en Ecuador

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de adquisición	Chatarreo vehicular	Todas	Eléctricos	Económico	Plan Renova - Chatarreo vehicular	2008	El Plan de Renovación Vehicular o Plan Renova asegura que por cada vehículo nuevo que ingrese al parque automotor de transporte público y comercial, un vehículo salga y sea chatarreado, otorgándole un incentivo económico al propietario en el proceso (ANT, 2020).
Costo de adquisición	ISC	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Exención / reducción de impuestos relacionados a la comercialización de vehículos	2016	La Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno del 2016 estableció que los vehículos híbridos o eléctricos cuyo precio de venta al público sea de hasta USD 35 mil están exentos del Impuesto a los Consumos Especiales.
Marco legal	Estandarización de enchufes y cargadores	Todas	Eléctricos	No económico	Reglamento Técnico Ecuatoriano PRTE-INEN-162 - Especificaciones de carga	2017	Establece las especificaciones y requisitos técnicos y de seguridad para los accesorios de carga para vehículos eléctricos, sean conectores, cargadores, cableados y baterías.
Sistemas de carga	Domiciliario Estacionamientos con cargadores	Todas	Eléctricos	Económico No económico	Ordenanza de Estímulo a la Transportación Eléctrica - Disposiciones de carga de vehículos eléctricos	2018	<ul style="list-style-type: none"> Los proyectos de urbanización y todo estacionamiento público deberán incluir paulatinamente centros de carga de vehículos eléctricos. Las fábricas de vehículos eléctricos que se instalen y funcionen en el cantón Guayaquil tendrán como beneficio tributario la disminución del 50% de los tributos municipales (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2019).
Desarrollo de industria y comercio	Ensamblaje / fabricación de EVs	Todas	Eléctricos	Económico	Resolución 016-19 - COMEX - Exoneración impuesto de importación	2019	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 electrolineras, las baterías y cargadores de uso domiciliario.
Costos de adquisición	Ad-Valorem	Todas	Eléctricos	Económico	Resolución 016-19 - COMEX - Exoneración impuesto de importación	2019	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 electrolineras, las baterías y cargadores de uso domiciliario.
Desarrollo de industria y comercio	Partes, piezas y bienes intermedios	Todas	Eléctricos	Económico	Resolución 016-19 - COMEX - Exoneración impuesto de importación	2019	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 electrolineras, las baterías y cargadores de uso domiciliario.

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costos de adquisición	IGV ISC	Todas	Eléctricos	Económico	Ley Orgánica para el Fomento Productivo, Atracción de Inversiones, Generación de Empleo y Estabilidad y Equilibrio Fiscal	2018	<ul style="list-style-type: none"> Tarifa 0% de IVA para vehículos eléctricos de uso particular, transporte público y de carga. Tarifa 0% de ISC para vehículos eléctricos para transporte público de pasajeros.
Costos de operación	Tarifa eléctrica al consumidor	Livianos	Eléctricos	Económico	Resolución N°035/19 - Tarifa eléctrica preferencial para vehículos eléctricos	2019	Resolución N°035/19 - Pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución: Uso de esquema tarifario para desplazar el uso energético a un horario de menor demanda. Se establece un descuento según el horario. Cargo tarifario varía desde 0.045 USD/kWh a 0.095 USD/kWh.
Marco legal	Estrategia	Livianos Buses	Eléctricos	No económico	Ley Orgánica de Eficiencia Energética	2019	Se define que a partir del año 2025 todos los vehículos que se incorporen a los sistemas de transporte público deberán ser eléctricos y gozarán de tarifas energéticas preferenciales. Dicha ley insta a los gobiernos locales a brindar incentivos para fomentar el uso, aparcamiento y circulación de vehículos eléctricos; asimismo, y establece la posibilidad de crear modelos de negocio para la carga eléctrica de vehículos.
Costos de adquisición	IGV ISC	Todas	Eléctricos	Económico	Ley Orgánica de simplificación y progresividad tributaria	2019	<ul style="list-style-type: none"> Exoneración del ISC para todos los vehículos eléctricos. Exoneración del IVA para los servicios de carga.
Desarrollo de industria y comercio	Infraestructura de carga Pública						
Costo de operación	Impuesto a la contaminación ambiental	Todas	Eléctricos Híbridos	Económico	Ley derogatoria al Impuesto ambiental a la contaminación ambiental	2019	El propietario de un vehículo con más de 1.5 mil centímetros cúbicos pagaba un monto de base imponible de acuerdo con cilindraje del vehículo y la antigüedad del mismo. Tras 7 años de vigencia, el impuesto verde fue eliminado en julio del 2019. La norma derogatoria establece la prescripción de deudas no pagadas de los años 2012, 2013 y 2014 (Servicio de Rentas Internas, 2020).
Marco Legal	Homologación	Todas	Eléctricos	No económico	ANT-034-01-10 - Homologación vehicular (vehículos de pasajeros)	2020	La Agencia Nacional de Transito (ANT) otorga un certificado de homologación de BEV para la subcategoría M1 (vehículos con capacidad no mayor a 8 plazas, sin contar el asiento de conductor, cuya fuente de energía es 100% eléctrica).
Marco Legal	Homologación	Todas	Eléctricos	No económico	ANT-034-01-11 - Homologación vehicular (vehículos de carga)	2020	La Agencia Nacional de Transito (ANT) otorga un certificado de homologación de vehículos eléctricos para la subcategoría N (vehículos de cuatro ruedas o más diseñados para el transporte de mercancías, BEV).
Sistemas de carga	Estacionamientos con cargadores Domiciliario	Todas	Eléctricos	Económico No económico	Ordenanza Reformatoria a la Ordenanza de Estímulo a la Transportación Eléctrica - Disposiciones de carga de vehículos eléctricos	2020	<ul style="list-style-type: none"> 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. Para el servicio de transporte eléctrico terrestre público de pasajeros se les bonifica con 15 mil USD por la adquisición de cada vehículo. Para los operadores de taxi se les otorga la suma de USD 4,000 por la adquisición de cada vehículo.
Costo de adquisición	Subvenciones a la adquisición						

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular	Todas	Eléctricos Híbridos	No económico	Exención de restricción vehicular "Hoy no Circula"	2021	Se exenta a los vehículos eléctricos e híbridos, que acrediten dicha tipología en la matrícula o Renovación Anual del Permiso de Circulación, del Plan "Hoy no Circula".

Elaborado por EY

h. Políticas implementadas en Costa Rica

Tabla N° 18 - Políticas implementadas en Costa Rica

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Marco legal	Estrategias y planes	Todas	Eléctricos	No económico	Plan Nacional de Energía 2015-2030	2015	Establece la política energética con una orientación central en el uso de fuentes limpias y renovables. Busca la promoción de la diversificación tecnológica en el parque vehicular mediante la creación de condiciones fiscales y financieras favorables para los cambios tecnológicos (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2018).
Costo de adquisición	ISC Ad-Valorem IGV	Todas	Híbridos	Económico	Decreto N° 41425-MINAE-MOPT - Derogación del incentivo al uso de vehículos híbridos eléctricos como parte del uso de tecnologías limpias	2018	Se derogaron los incentivos a los vehículos híbridos debido a que, si bien generan emisiones de GEI en menor medida que los vehículos de combustión interna, a pesar de los incentivos, no lograron el impacto de reducción de contaminación deseado.
Costo de adquisición Preferencia de circulación	ISC Exención de restricción vehicular Estacionamiento preferente	Livianos	Eléctricos	Económico No económico	Decreto N° 41426-MINAE-MOPT - Incentivos para vehículos eléctricos usados	2018	<ul style="list-style-type: none"> A los vehículos eléctricos usados se les exonera el Impuesto Selectivo de Consumo. El incentivo económico se aplica únicamente a los vehículos livianos con un valor CIF en aduanas no mayor a 30 mil USD. Este límite no se aplica a vehículos de transporte público o transporte de carga. Estos vehículos no están sujetos a la restricción vehicular. Pueden parquear en los espacios designados como azules dentro de los parqueos públicos, supermercados, centros comerciales y demás parqueos privados.
Costo de operación	Impuesto anual de propiedad	Todas	Eléctricos	Económico	Ley N° 9518 - Exoneración del impuesto anual de propiedad	2018	Exoneración del impuesto anual de propiedad, 100% en año 1, 80% en año 2, así sucesivamente hasta 20% en año 5 y 0% en año 6.
Costo de adquisición	IGV	Todas	Eléctricos	Económico	Ley N° 9518 - Incentivos a la compra - IGV	2018	Exoneración al impuesto de ventas (exoneración según el valor CIF del vehículo en un plazo de 5 años - tarifa regular del 13%).
Costo de adquisición	ISC	Todas	Eléctricos	Económico	Ley N° 9518 - Incentivos a la compra - ISC	2018	Exoneración del impuesto selectivo de consumo (exoneración según el valor CIF del vehículo en un plazo de 5 años).
Costo de adquisición	Ad-Valorem	Todas	Eléctricos	Económico	Ley N° 9518 - Incentivos a la compra - Ad-Valorem	2018	Exoneración del impuesto sobre el valor aduanero (exoneración según el valor CIF del vehículo en un plazo de 5 años).
Transporte público y transporte de mercancías Costo de adquisición	Preferencias de concesión Financiamiento con bajos intereses	Buses	Eléctricos	Económico No económico	Ley N° 9518 - Transporte publico	2018	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo del 5% de la flota de buses de transporte público cada 2 años. Al menos 10% de las nuevas concesiones de taxis deberán ser eléctricos Faculta al sistema bancario nacional para implementar líneas de crédito específicas.

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Desarrollo de industria y comercio	Infraestructura de carga pública	Todas	Eléctricos	No económico	Ley N° 9518 - Infraestructura de carga	2018	Exige la construcción de centros de carga cada 80 km en carreteras nacionales y cada 120 km en carreteras cantonales.
Desarrollo de industria y comercio	Partes, piezas y bienes intermediarios	Todas	Eléctricos	Económico	Ley N° 9518 - Exoneración de impuesto a las ventas para repuestos	2018	Exoneración para repuestos, y baterías por 10 años, y, partes de centros de carga por 5 años.
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular Estacionamiento preferente	Livianos	Eléctricos	Económico No económico	Ley N° 9518 -Incentivos de promoción del uso	2018	<ul style="list-style-type: none"> Exclusión de la restricción vehicular Exoneración al pago de parquímetros Uso de estacionamientos preferenciales (“azules”) Placa distintiva.
Costo de operación	Costo de estacionamiento						
Marco legal	Estaciones de carga	Todas	Eléctricos	Económico	Ley N° 9518 - Distribución de energía	2018	<ul style="list-style-type: none"> Limita la venta de electricidad a empresas distribuidoras que tienen concesión de servicio público La autoridad reguladora define la tarifa de venta de energía de los centros de carga pública.
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Todas	Eléctricos	No económico	Directriz 033-MINAE-MOPT	2018	Obliga a las instituciones públicas a sustituir sus vehículos de combustión interna por vehículos cero emisiones. Por ejemplo, Correos de Costa Rica y el Grupo ICE (Instituto Costarricense de Electricidad) cuentan con flotas de vehículos eléctricos.
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Todas	Eléctricos	No económico	Decreto N° 41427-MOPT - Promoción de la movilidad sostenible en las instituciones de la administración pública central	2018	Decreto tiene por objeto promover la movilidad sostenible en las instituciones de la Administración Central del Estado mediante la implementación de como mínimo una de las dos medidas siguientes: <ul style="list-style-type: none"> En caso de compra o intercambio de vehículos institucionales, priorizar la adquisición o cambio por vehículos cero emisiones. Establecimiento de espacios de carga para vehículos eléctricos.
Marco legal	Estrategias y planes	Livianos Buses	Eléctricos	No económico	Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050	2018	Propone a la movilidad eléctrica como un componente clave para alcanzar la descarbonización de la economía: <ul style="list-style-type: none"> Transporte público (el 70% de buses y taxis cero emisiones para 2035 y 100% para 2050). Parque vehicular privado (el 25% de la flota de vehículos ligeros, privados e institucionales serán cero emisiones en 2035). Transporte de carga (reducción de 20% de las emisiones para 2050 mediante la introducción de nuevas tecnologías) (PNUMA, 2020).
Marco legal	Estrategias y planes	Livianos Buses	Eléctricos	No económico	Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030	2019	Este plan se desprende del Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 y propone la creación de grupos de trabajo multisectoriales para el fomento de condiciones habilitantes relacionadas a infraestructura de carga, exoneraciones para componentes de vehículos eléctricos, tarifas eléctricas preferenciales para la carga de vehículos eléctricos, entre otros (PNUMA, 2020).
Marco legal	Estaciones de carga	Todas	Eléctricos	No económico	Reglamento N° 41642-MINAE - Reglamento para la construcción y el funcionamiento de la red de carga eléctrica para vehículos	2019	Establece las condiciones constructivas y de funcionamiento necesarias que deben tener los centros de carga para que se logre la interoperabilidad.

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
					eléctricos por parte de las distribuidoras de energía eléctrica		Asimismo, determina la creación de una plataforma informática única para la gestión operativa y de cobro de la red.
Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular	Todas	Eléctricos	No económico	Reglamento N° 41580-MINAE - MOPT - Reglamento de distintivos para vehículos eléctricos	2019	<ul style="list-style-type: none"> • Distintivo para la identificación de los vehículos eléctricos o con tecnologías cero emisiones. • Exentos a las restricciones vehiculares de circulación en el área metropolitana.
Costos de operación	Tarifa eléctrica al consumidor	Todas	Eléctricos	Económico	Resolución N° 0056-IE - 2019 - Tarifa aplicable en los centros de carga rápida para vehículos eléctricos	2019	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifa única para el funcionamiento de la red nacional de centros de carga rápida, de 47 centros a 0,32 US\$/KWh antes de impuestos. • Tarifa promocional en los centros de carga para buses eléctricos, de 0.095 USD/kWh.
Costo de adquisición Desarrollo de industria y comercio	ISC Ad-Valorem IGV Partes, piezas y bienes intermedios	Todas	Eléctricos	Económico	Reglamento N° 42489-MINAE - MOPT - Reglamento para la exoneración a los repuestos de vehículos eléctricos y a las partes de centros de carga	2020	<ul style="list-style-type: none"> • Exoneración del impuesto sobre las ventas y del impuesto selectivo de consumo a repuestos específicos para los vehículos eléctricos. • Exoneración del impuesto selectivo de consumo y del impuesto del 1% sobre el valor aduanero a las partes para centros de carga rápida.
Marco legal	Estaciones de carga	Todas	Eléctricos	No económico	Compendios normativos (INTE/IEC 61851 e INTE/IEC 62196)	-	Compendios normativos cuya función es decretar distintas consideraciones para centros de carga de vehículos eléctricos.

Elaborado por EY

i. Políticas implementadas en Uruguay

Tabla N° 19 - Políticas implementadas en Uruguay

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de Adquisición	Impuesto al Patrimonio Vehicular	Livianos Buses	Eléctricos	Económico	Decreto 246/012 - Reducción del impuesto específico interno	2012	<p>Reduce el impuesto específico interno para vehículos de pasajeros híbridos y eléctricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vehículos eléctricos: IMESI 5.75 % • Híbridos: 3.45% <p>Estos porcentajes rente a 115% vehículos a diésel y gasolina entre un 23 a 46%.</p>
Transporte público y transporte de mercancías	Adquisición de Transporte de mercancías (IR)	Camiones	Eléctricos	Económico	Decreto 02/012 - Exoneración de impuesto a la renta empresarial	2012	Permite a las empresas que compren vehículos eléctricos para transporte de carga urbana solicitar una devolución de entre el 27% y el 50% del valor de los vehículos mediante la exoneración de impuestos a la renta empresarial.
Marco legal	Estrategias y planes	Todas	Eléctricos	Económico No económico	Proyecto MOVES	2017-2021	El proyecto MOVÉS (movilidad eficiente y sostenible), financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM o GEF por sus siglas en inglés) busca facilitar la reforma del marco normativo y de incentivos del transporte de bajas emisiones. Algunas de sus iniciativas son: una prueba sin costo de alquiler de un mes de vehículos eléctricos destinado a empresas de carga y logística urbana, bonificaciones de seguros, entre otros (MOVÉS, 2020).

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Económico / No económico	Incentivo	Año	Descripción del incentivo
Costo de Adquisición	Ad-Valorem	Livianos Camiones	Eléctricos	Económico	Decreto 325/017 - Aranceles de importación	2017	Elimina los aranceles de importación para vehículos eléctricos de transporte de mercancías, de vehículos livianos y para baterías de litio de uso vehicular.
Transporte público y de carga	Preferencias de concesión Subsidios a la adquisición	Buses	Eléctricos	Económico	Decreto 259/019 - Subsidios para la adquisición de buses eléctricos	2019	Permite acceder a subsidio para la compra de buses eléctricos el cual cubrirá la diferencia entre el costo de adquisición de los buses eléctricos y el de los de combustión interna (adquisición de buses eléctricos al mismo precio que una unidad a diésel). El beneficio se encuentra dirigido a todos los operadores del transporte público nacional.
Costo de operación	Impuesto anual de propiedad	Livianos	Eléctricos	Económico	Acta 48/2018 - Exoneración de la patente de rodados (impuesto anual)	2019	Los vehículos eléctricos exoneran patente de rodados por los ejercicios 2018 y 2019, si su valor de mercado no supera los USD 100,000. A partir del ejercicio 2020, tributan patente a una tasa del 2.25% del valor promedio de mercado.
Costo de operación	Costos de seguros	Todas	Eléctricos	Económico	Descuento en seguro vehicular	2019	El Proyecto MOVÉS y el Banco de Seguros del Estado (BSE) acuerdan un descuento en el seguro para vehículos eléctricos: Livianos y camiones, 15%; Buses, 20%. Si el vehículo se encuentra dentro del programa MOVES 20% de bonificación adicional sobre tarifa ajustada.
Costo de operación	Tarifa eléctrica al consumidor	Todas	Eléctricos	Económico	Pliego Tarifario 2020 - Tarifas diferenciadas	2020	<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. • Además, los usuarios de vehículos eléctricos pueden realizar el cambio de la potencia contratada sin costo (UTE Movilidad Eléctrica, 2020).
Sensibilización a la población	Multilateral - Estatal	Todas	Eléctricos	No económico	Planes Institucionales de Movilidad Sostenible	-	Proceso colectivo de ideación e implementación de mejoras que faciliten que los viajes rutinarios a la institución pública se hagan en modos sostenibles: el bus, la bici o caminata, o compartiendo el viaje en auto, entre otros (MOVÉS, 2020).

Elaborado por EY

2.2.2 Identificación de avances en la implementación de proyectos para fomentar la electromovilidad a nivel global y regional

En la siguiente sección se presentan los avances en implementación de proyectos de electromovilidad tales como flotas eléctricas, infraestructura de carga y programas de financiamiento, realizados por el sector privado o en alianzas público-privadas.

a. Avances implementados en Noruega

Tabla N° 20 – Avances implementados en Noruega

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de investigación	Colaboración público - privada	Todas	Eléctricos	Apoyo a proyectos de investigación en electromovilidad	<ul style="list-style-type: none"> Transnova (hoy Enova), empresa estatal noruega que promueve el uso de energía limpia, apoya proyectos que busquen sustituir combustibles fósiles en el transporte mediante el uso de fuentes de energía de baja o nula emisión de CO₂, y que logren una mayor eficiencia energética (menor consumo por km recorrido). El Consejo de Investigación de Noruega (CIN) financia proyectos de investigación de electromovilidad y aporta en el desarrollo de modelos de BEV, compra o arrendamiento de flotas públicas, entre otros negocios. Por ejemplo, para el Sistema Postal y ciudades y provincias como Oslo, Akershus, Trondheim, Bergen y Nord-Møre.
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga Pública	Todas	Eléctricos	Programas y medidas de desarrollo de estaciones de carga	<ul style="list-style-type: none"> Enova destinó fondos por hasta 50 millones de coronas (MMUSD 6) para el desarrollo de puntos de carga estándar, aproximadamente USD 3,600 por punto desde 2009. Además, financia hasta el 40% de costos elegibles de las municipalidades que aún no cuentan con cargadores rápidos. Municipalidades como la de Oslo y Akershus han ejecutado programas de subsidios de hasta 10,000 coronas (USD 1,145) por punto de carga (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga Pública	Todas	Eléctricos	Programa de cargadores	<ul style="list-style-type: none"> En 2013 se destinaron seis millones de coronas (USD 720,000) para un programa a favor de cargadores rápidos que abarcaba todos los costos de instalación. Mediante Enova, se incentivó la instalación de cargadores rápidos públicos cada 50 km en o cerca de las vías principales. Entre 2015 y 2017, se expandió en las vías principales de casi todo el país, excepto el norte y las islas Lofoten.
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga Pública Domiciliarios	Todas	Eléctricos	Oslo desarrolló su propio Operador de Puntos de Carga (OPC)	<ul style="list-style-type: none"> Se encargó además de la operación y mantenimiento de los puntos de carga públicos y cubrió la mitad de los costos de la instalación de puntos de carga en clubes deportivos, centros comerciales y parqueos. Asimismo, gestionó la instalación de puntos de carga en la mitad de los estacionamientos de los nuevos edificios por medio de una red con una capacidad para cargar en 3.6 kW todos los vehículos (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).

Elaborado por EY

b. Avances implementados en España

Tabla N° 21 - Avances implementados en España

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Todas	Eléctricos	Ayudas en contexto COVID-19 Programa MOVES II	<ul style="list-style-type: none"> El gobierno español ampliará en 20 millones de euros los recursos del programa MOVES II para adquisición de vehículos eléctricos de forma que se proceda a la reactivación de la economía de la mano con la transición energética. Además, el gobierno ha anunciado que se implementará el próximo plan MOVES III, que dispondrá de al menos 400 millones de euros, ampliables a 800 millones de acuerdo con el avance del gasto (Híbridos y eléctricos, 2021).

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyecto de flotas electrificadas	Estatal	Buses	Eléctricos	Promoción de transporte público eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> Barcelona implementó un plan para renovación de la flota de buses para 2019-2021 teniendo una inversión de 115 millones con el cuál se adquirieron 254 buses (Revista Energía, 2020). La Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT), empresa pública, tiene planificado renovar todos sus buses y multiplicar por diez el número de vehículos eléctricos. En 2019, de los 2,000 vehículos que tenía la empresa, 68 eran eléctricos. Se tiene planificado que en 2023 su flota esté formada por 200 unidades, y en 2027 400 más (Revista Energía, 2020).
Proyectos de estaciones de carga	Estatal y privado	Todas	Eléctricos	Desarrollo de infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> Según el último Barómetro de Electromovilidad de ANFAC, España se sitúa a la cola de toda la Unión Europea en términos de penetración de infraestructura de carga. En los principales corredores del país, se cuenta con pocas estaciones con cargadores rápidos por encima de 100 kW (Híbridos y Eléctricos, 2020). Según un estudio realizado por el International Council on Clean Transportation (ICCT), A fines del 2019, España contaba con el 4% de la infraestructura de carga que necesitará en 2030. Para acompañar a las ventas de vehículos eléctricos en 2030, se necesitarán de 205.000 a 263.000 cargadores (El Español, 2021).

Elaborado por EY

c. Avances implementados en Brasil

Tabla N° 22 - Avances implementados en Brasil

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyecto de flotas electrificadas	Estatal	Buses	Eléctricos	Flotas de buses eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> 2019 - Flota de buses eléctricos en Sao Paulo: En noviembre de 2019, el Ayuntamiento de São Paulo introdujo 15 buses eléctricos para transporte público como prueba. Posteriormente, la ciudad de Campinas publicó la licitación para implementar más de 300 buses eléctricos a los futuros corredores Bus Rapid Tránsito (BRT) de la ciudad (PNUMA, 2020). 2020 - Corredor de la línea verde, Sao Paulo: BYD suministra una docena de buses articulados 100% eléctricos al nuevo corredor de la Línea Verde, el principal proyecto de movilidad urbana en la ciudad de São José dos Campos, el cual se convierte en el primer electro corredor de Brasil. La Línea Verde se desarrolló en línea con las directrices del Plan Maestro de las ciudades (PNUMA, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Camiones	Eléctricos	Flotas de camiones de basura	<ul style="list-style-type: none"> El Ayuntamiento de Río de Janeiro introdujo nueve camiones recolectores de basura en su flota, convirtiéndola en la mayor flota hasta el momento en la región (PNUMA, 2020).
Proyectos de estaciones de carga	Estatal y privados	Todas	Eléctricos	Desarrollo de infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> En 2018, la compañía eléctrica EDP y BMW Brasil instalaron uno de los corredores más extensos en la región una las Cataratas de Iguazú con Paranaguá (más de 700 km con 12 cargadores rápidos). Además, se tienen otros corredores entre São Paulo y Río de Janeiro (434 km con 6 centros de carga rápidos) (PNUMA, 2020). La empresa eléctrica EDP, ha anunciado la instalación de una red de carga de 30 cargadores ultra rápidos para el año 2022 junto con Audi, Porsche y Volkswagen. Parte del financiamiento proviene del programa de I+D de movilidad eléctrica eficiente de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (Aneel) (PNUMA, 2020).

Elaborado por EY

d. Avances implementados en México

Tabla N° 23 - Avances implementados en México

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga	Todas	Eléctricos	Desarrollo de infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> México cuenta con la mayor infraestructura de carga de la región, con más de 2,000 centros de carga instalados alrededor del país. <ul style="list-style-type: none"> Mediante el programa “Promoción de la Electromovilidad por medio de Infraestructura de carga” (1.42 millones de dólares) y aportes del sector privado se han desarrollado redes de carga públicas. Estos centros de carga pueden ser públicos (gratuitos) como por ejemplo 546 kilómetros continuos de corredor de carga en Puebla, el más grande de LATAM el cual fue desarrollada por CFE, BMW Group y Nissan México, cuenta con más de 1.500 centros de carga gratuitos. Además, privadas (empresas manufactureras de vehículos) como el corredor de carga rápida de BMW Group de 430 km. (Durán, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Buses	Eléctricos	Flotas Buses eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Bus eléctricos en el sistema BRT en CDMX: Ciudad de México cuenta con su primer bus BRT articulado eléctrico como parte del sistema del Metrobús. Se espera la llegada de otras 9 unidades este año. Proyecto realizado en colaboración con el sistema Metrobús, el operador de la Línea 3, MIVSA, respaldado por Mobility ADO, y Engie (Tovar, 2020). Engie invirtió en esta primera unidad y fue responsable de desarrollar la infraestructura de carga. MIVSA será quien opere el bus bajo una concesión de la Línea 3 del Metrobús, apoyado por la experiencia con electromovilidad de Mobility ADO en Europa (Rivera, 2020).

Elaborado por EY

e. Avances implementados en Colombia

Tabla N° 24 - Avances implementados en Colombia

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de flotas electrificadas	Privadas	Camiones	Eléctricos Híbridos	Impulsados por el sector privado - Transporte de carga	<ul style="list-style-type: none"> En el 2019, la empresa Renting Colombia (del grupo Bancolombia), en alianza con la firma Auteco, anunciaron el lanzamiento de una flota de 1.000 camiones eléctricos de distribución de mercancías (de entre 3 a 10 toneladas), los cuales se entregarán a varias de las empresas que contraten sus servicios durante los tres próximos años (PNUMA, 2020). La cervecera Bavaria realizó un piloto en Medellín, con resultados muy positivos por lo que, en 2019, la empresa en alianza con Bancolombia, decidió introducir 200 vehículos eléctricos a su flota para 2021, esto representaría casi el 20% de su flota (PNUMA, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Livianos	Eléctricos	Flotas de taxis eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Bogotá - En el segmento de taxis, se empezó con un proyecto promovido por la Alcaldía Mayor de Bogotá en el año 2013 ejecutado juntamente con entidades privadas del sector energía y compañías de taxis locales. El objetivo inicial del proyecto: 2,000 taxis eléctricos y 18 electrolinerías. Mediante sorteo público, se seleccionaron a las empresas de taxis habilitadas para participar en la operación piloto. Sin embargo, no tuvo éxito el programa debido a que no se cumplieron los objetivos. El subsidio mensual se dio únicamente por 2 meses. No se pudo cobrar el porcentaje adicional en el tarifario. Hubo morosidad en pago de préstamos y las campañas publicitarias no fueron realizadas por el Gobierno Distrital (Voltimum, 2012). Medellín - La ciudad de Medellín anunció en 2017 la incorporación de 1,500 vehículos durante los próximos tres años, proyecto en el que han venido trabajando la Alcaldía de Medellín y Empresas Públicas de Medellín (EPM) desde 2016. Sin embargo, este objetivo no se logró. En 2019, ingresaron cuatro taxis eléctricos y se anunció la intención de reemplazar 200 taxis eléctricos de combustión por equivalentes eléctricos. Este proyecto se realiza de la mano

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
					con el gremio de taxistas y concesionarios de vehículos. En febrero de 2019, la Secretaria de Movilidad de Medellín aprobó una tarifa diferenciada para taxis eléctricos (Alcaldía de Medellín, 2019).
Proyectos de flotas electrificadas	Colaboración público-privada	Buses	Eléctricos	Proyectos piloto de buses eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Cali - La ciudad de Cali adquirió 26 buses eléctricos operados por el Concesionario Blanco y Negro. Son buses alimentadores para las estaciones terminales. Este es el primer paso para una compra de mayor tamaño para el sistema MIO (Masivo Integrado de Occidente), que espera contar con 109 unidades más en el 2020 para alcanzar un total de 135 buses eléctricos (PNUMA, 2020). • Medellín - El Municipio de Medellín financió la adquisición de 64 buses eléctricos en el Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá (SITVA). En noviembre de 2019, iniciaron operaciones 17 de las 64 unidades adquiridas en una de las rutas de transporte público. • A principios de 2018, se introdujo el primer bus eléctrico a la Línea 1 de buses del Metro de Medellín, como parte del proyecto piloto promovido por Empresas Públicas de Medellín (EPM), la Alcaldía de Medellín y la empresa de buses Metro. La inversión ascendió a 1,900 millones de pesos colombianos (USD 580,526), aportados por el Metro y EPM (PNUMA, 2020). • Bogotá - Desde 2013, la empresa TransMilenio (operadora del sistema BRT59 de la capital colombiana) ha venido integrando de manera progresiva buses híbridos para cubrir rutas urbanas, alimentadoras y complementarias a las troncales principales del sistema. A 2017, alrededor de 200 a 250 buses híbridos eran parte de la flota del SITP, cuyos compradores se vieron favorecidos por los beneficios tributarios otorgados por el marco normativo colombiano en promoción del uso de EV e híbridos. <ul style="list-style-type: none"> - Desde el 5 de junio de 2017, comenzó a circular en el TransMilenio de Bogotá el primer bus 100% eléctrico, concebido como un proyecto piloto para recolectar información que permita medir variables e indicadores como eficiencia energética, autonomía del bus, costos de operación y mantenimiento, además de evaluar el desempeño de la infraestructura eléctrica, entre otros. Fue desarrollado por TransMilenio, Codensa del grupo Enel (infraestructura de carga), la Empresa de Energía de Bogotá, el fabricante de buses BYD y el operador de la ruta TransMasivo S.A. • A esto se suman 104 buses eléctricos como adiciones contractuales con concesionarios de la Fase III de Transmilenio, para un total de 483 buses eléctricos. Por su parte, la empresa ENEL Codensa estará encargada del diseño, construcción y aprovisionamiento de la infraestructura de carga de 379 de estos buses (PNUMA, 2020). • TransMilenio S.A.(Bogotá) adjudicó 596 buses 100% eléctricos en 2021. Sumados a los 889 buses contratados anteriormente, la ciudad contará con una flota de 1485 buses 100% eléctricos, la ciudad con más unidades fuera de China (Portafolio, 2021).
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga	Todas	Todas	Infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> • En cuanto a la infraestructura de carga pública en Colombia, existe una concentración en las principales ciudades, y se estima que a fines del 2019 existía un total de unos 50 centros de carga. Medellín tiene la mayor cantidad de centros (28), seguida de Bogotá (9) y Cali (5). La mayoría de estos centros funcionan con carga lenta y semi rápida. Toda la inversión hasta la fecha ha sido realizada por parte del sector privado y aún no se cuenta con infraestructura de carga sobre las rutas nacionales. No obstante, a fines de 2019 se empezó a desarrollar un corredor con carga rápida entre las ciudades de Bogotá y Medellín. Hasta el momento se han instalado 2 de 10 cargadores (PNUMA, 2020) implementados por Terpel Voltex.

Elaborado por EY

f. Avances implementados en Chile

Tabla N° 25 - Avances implementados en Chile

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de flotas electrificadas	Privadas	Camiones	Eléctricos	Transporte de carga	<ul style="list-style-type: none"> La empresa de bebidas CCU introdujo cuatro camiones eléctricos de carga liviana en el casco histórico de Santiago (agosto, 2017) (CCU, 2017). La empresa de agua potable, Aguas Andinas, puso en marcha una flota de 23 vehículos eléctricos de carga liviana de diferentes capacidades (Julio 2019) (PNUMA, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatales y Privadas	Livianos	Eléctricos	Flotas estatales	<ul style="list-style-type: none"> Municipio de Independencia incorporó 13 vehículos eléctricos y centros de carga (octubre 2019) (Municipalidad de Independencia, 2019). Municipio de Vitacura añadió 15 vehículos eléctricos para la movilización de sus colaboradores, adicional a un programa de bicicletas eléctricas que ya estaba en funcionamiento (marzo 2018) (CNN Chile, 2018). En la ciudad de Santiago, se introdujeron seis vehículos eléctricos como parte de la flota municipal (PNUMA, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatales y Privadas	Buses	Eléctricos	Flotas Buses eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Chile cuenta con más de 400 buses eléctricos en circulación (MTT Chile, 2020). Los buses eléctricos en circulación están distribuidos en el sistema de transporte público de la capital, entre las empresas concesionarias MetBus, Vule y STP (Ministerio de energía de Chile, 2020). 10 buses eléctricos están en operación en el Municipio de Las Condes (Municipalidad Las Condes, 2019) y tres buses en el Municipio de La Reina (Behar, 2019). A esto se suma un bus eléctrico que opera en la ciudad de Concepción (ENEL X, 2018) y otro en Antofagasta (MTT Chile, 2019). 2015- 2016 - El Transantiago cuenta con buses híbridos en algunas de sus rutas. En particular, las empresas Vule y Alsacia Express tienen unidades híbridas circulando en la ciudad de Santiago desde 2015 y 2016, respectivamente (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019). 2018 - Flotas del Transantiago: En las bases de licitación de 2017 para la concesión del uso de vías del Transantiago se exigió que, a partir de 2018, las empresas concesionarias tienen que incorporar al menos un servicio de buses con tecnologías limpias en el concurso público (Directorio de Transporte Público, 2018). 2019 - Proceso de licitación de suministro de buses para el sistema de transporte público: Llamado a licitación de más de 2 mil buses para la Región Metropolitana. El concurso considera un incentivo para la electromovilidad otorgando un contrato de Suministro de 14 años y en el caso de otros sistemas de propulsión 10 años (Gob.cl, 2019). 2020 - Modificación al proceso de licitación: Nuevo modelo regulatorio que reduce el tamaño de operación facilita la gestión y cumplimiento de frecuencia y regularidad y acorta el periodo de concesión a 5 años en caso del uso de tecnología diésel o gas y a 7 años para quienes prioricen el uso de electromovilidad (MTT Chile, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatales y Privadas	Livianos	Eléctricos	Flotas de taxis eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> ENGIE cuenta con 30 unidades de taxis eléctricos (Isla, Singla, Rodríguez, & Granada, 2019). Los ministerios de Transportes y Telecomunicaciones, Medio Ambiente, en conjunto con la empresa eléctrica Chilectra, llevaron los primeros taxis eléctricos a Santiago de Chile mediante licitación pública. El Ministerio de Transportes de Chile abrió una licitación para 29 nuevos taxis colectivos. La marca BYD es la encargada de llevarlos, mientras que la empresa Enel ofreció cargarlos gratuitamente durante un año. Para diferenciarlos de los vehículos convencionales, se les asignó el color blanco con las puertas y el capó color verde (Schmerler, Velarde, Rodríguez, & Solís, 2019).
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga	Todas	Eléctricos Híbrido	Infraestructura de carga	<p>El país cuenta con dos corredores de carga rápida principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> El primero es conocido como VOLTEX y se ubica en la zona Central-Central Sur (desde Puchuncavi hasta Concepción, además de los tramos que conectan a Santiago con Valparaíso y Viña del Mar), por el momento

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
					<p>cuenta con 23 centros de carga, situados en estaciones de servicio a lo largo de 700 km. Este corredor es, hasta la fecha, la única red de carga operando con cobro (COPEC, 2020).</p> <ul style="list-style-type: none"> • El segundo corredor, ubicado en la zona Sur del país, se halla en proceso de construcción a cargo de la empresa de distribución eléctrica Grupo SAESA y abarcará 1.200 km de extensión, uniendo las regiones de La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén (Rivas, 2019). • Adicionalmente, la empresa COPEC tiene la intención de desplegar una red de 104 centros de carga públicos en las 52 Comunas de la Región Metropolitana. COPEC también lanzó una iniciativa en conjunto con el Centro Chileno de Promoción del Cobre para la puesta en marcha de la “Electro Ruta del Cobre”, la cual planea dotar de infraestructura de carga rápida a lo largo de mil kilómetros entre Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama (Empresas Copec, 2019). • En el marco de una alianza público-privada, el Gobierno Regional Metropolitano y Copec Voltex lanzaron en noviembre de 2019 la “Red de Carga Pública para Vehículos Eléctricos de la Región Metropolitana”. La red constará de 104 puntos de carga semi-rápida, de 22 kW, en espacios de uso público en cada una de las 52 comunas de la RM (1 a 3 cargadores por comuna). La red se convertirá en la más grande en su categoría de Sudamérica (COPEC, 2020). • Para inicios de 2019, la empresa Enel X contaba con 80 cargadores de vehículos eléctricos en más de 40 puntos en todo el país (ENEL X, 2020). • Por su parte, la empresa ENGIE cuenta con 40 centros de carga distribuidos por todo el país, incluyendo un proyecto piloto de carga con la industria minera (ENGIE, 2018).

Elaborado por EY

g. Avances implementados en Ecuador

Tabla N° 26 - Avances implementados en Ecuador

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de flotas electrificadas	Estatales y privadas	Buses	Eléctricos	Flota de buses eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Flota de buses eléctricos en Guayaquil: En respuesta a la meta para que, a partir del año 2025, todos los vehículos que se incorporen a los sistemas de transporte público deberán ser eléctricos, el gobierno, empresas privadas y la Corporación Financiera Nacional (CFN) implementaron 20 buses eléctricos con el producto financiero “Financiamiento de Movilidad Eléctrica” de la CFN. Este producto cubriría el 70% de los costos de proyectos nuevos y hasta el 100% de proyectos de ampliación para vehículos eléctricos e infraestructura de carga. El financiamiento alcanzó los US\$7.6 millones y permitió adquirir las unidades, la infraestructura de carga y apoyo para el servicio. En diciembre de 2019, el Gobierno Nacional y el Municipio de Quito anunciaron el compromiso de adquirir 300 buses eléctricos (PNUMA, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatales y privadas	Livianos	Eléctricos	Flota de taxis eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • En 2017, se inició la operación de las flotas de taxis eléctricos con 35 unidades en la ciudad de Loja. En Guayaquil ingresaron 50 taxis eléctricos y estaciones de carga rápida, del cual el 50% del costo eléctrico de carga fue subvencionado por el municipio, además de bonos de chatarreo a taxistas (PNUMA, 2020).
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga	Todas	Eléctricos	Desarrollo de infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> • La infraestructura de carga ha avanzado de manera limitada en algunos comercios e instalaciones públicas, en lugares como Quito, Guayaquil, Cuenca, Loja y Galápagos, principalmente por iniciativa privada. Se han instalado electrolineras de la mano con proyectos de buses y taxis (PNUMA, 2020).

Elaborado por EY

h. Avances implementados en Costa Rica

Tabla N° 27 - Avances implementados en Costa Rica

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga	Todas	Eléctricos	Infraestructura de carga - Corredores de carga	<ul style="list-style-type: none"> Corredores de carga: A diciembre 2019 el país contaba con una red de 11 centros de carga rápidos y 34 semirápidos instalados por Grupo ICE (empresa estatal de electricidad) (ARESEP, 2020). Ruta Eléctrica Monteverde: uno de los lugares más visitados en el país. Se instalaron centros de carga en más de 50 comercios y locales de hospedaje (Costa Rica Limpia, 2019). Ruta Eléctrica La Fortuna: más de 15 empresas y hoteles ofrecen carga gratuita a lo largo del distrito de La Fortuna, lugar turístico (Herrera, 2020).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Buses	Eléctricos	Flotas Buses eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> 2018 - Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 - Piloto buses: Como parte de la meta de 70% de buses y taxis cero emisiones para el 2035 y 100% para el 2050, 3 unidades de buses 100% eléctricos ingresaron al país, donados por el Gobierno Alemán en conjunto con entidades públicas y privadas. 2020 - Ampliación del piloto: Ampliación del piloto de buses eléctricos con 12 unidades. Para facilitar la adopción, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) brindará el acompañamiento técnico para facilitar la infraestructura eléctrica básica; la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos definirá una tarifa eléctrica para la carga de los buses eléctricos (Portal Gobierno de Costa Rica, 2020) (PNUMA, 2020).

Elaborado por EY

i. Avances implementados en Uruguay

Tabla N° 28 - Avances implementados en Uruguay

Categoría	Subcategoría	Categorías vehiculares	Tecnologías	Avance	Descripción del avance
Proyectos de estaciones de carga	Infraestructura de carga	Todas	Eléctricos	Infraestructura de carga - Corredores de carga	<ul style="list-style-type: none"> Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) implementó el primer corredor de carga de vehículos eléctricos en la región en 2017, el cual está situado en toda la costa uruguaya. Consiste en 50 centros de carga en 16 departamentos. El objetivo es instalar centros de carga en todo el país, con una distancia no mayor de 60 km entre sí (UTE Movilidad Eléctrica, 2019).
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Livianos	Eléctricos	Renovación de taxis	<ul style="list-style-type: none"> Se han licitado permisos exclusivos del servicio de taxis para vehículos eléctricos, incluyendo beneficios en el costo de estos y exoneraciones en el pago de tributos de circulación, en los cuales UTE ha entregado USD 10 mil por cada uno de los 24 taxis y apoyará con 5 mil USD a los siguientes 30 (Uruguay Presidencia, 2018)
Proyectos de flotas electrificadas	Estatal	Buses	Eléctricos	Flotas Buses eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Flota de buses eléctricos en Montevideo: La primera etapa consistió en la adjudicación de 30 unidades, adquiridas por medio del subsidio creado del Poder Ejecutivo y con apoyo del proyecto Movés (financiado por GEF) (PUND Uruguay, 2020).

Elaborado por EY

2.3 Impacto de las principales políticas de promoción de la electromovilidad

Luego de la identificación de las políticas asociadas a la movilidad eléctrica a nivel regional y global descritas en la sección 2.2, es importante analizar aquellas políticas e incentivos que han tenido un mayor impacto en la adopción de EV.

Por ello, la presente sección muestra un análisis cualitativo de la correlación entre las políticas e incentivos implementados en los países estudiados en la sección 2.2 (Noruega, España, Brasil, México, Colombia, Chile, Ecuador, Costa Rica y Uruguay) y su impacto en la adopción de vehículos eléctricos e híbridos, reflejado en las ventas de acuerdo con las categorías (livianos, buses y camiones) y tecnologías (BEV, HEV, PHEV, MHEV), según corresponda por país.

Este análisis busca identificar la existencia de posibles relaciones entre las variables, en este caso política o incentivo y las ventas de vehículos electrificados. La identificación de una correlación no necesariamente significa que hay una causalidad asociada.

a. Noruega

En el caso de Noruega, si bien los vehículos livianos híbridos (HEV, MHEV y PHEV) han tenido un incremento constante a través de los años observados, a partir del año 2018 se puede apreciar que los vehículos BEV conforman más de la mitad de las ventas de vehículos eléctricos e híbridos livianos. Y con una tendencia al alza, en comparación a los híbridos. En el caso de los buses y camiones, las tecnologías implementadas de vehículos eléctricos e híbridos han sido casi únicamente BEV, incrementando a través de los años.

Como se puede apreciar en la línea del tiempo, las políticas de promoción relacionadas a la movilidad eléctrica en Noruega empezaron a partir del año 1990 con la exención al Impuesto de Registro (también llamado impuesto a la importación) para los vehículos BEV, siendo el país con la adopción más temprana de políticas relacionadas a la movilidad eléctrica de aquellos países estudiados. Este incentivo se considera un factor clave que impacta en el costo de adquisición de los vehículos eléctricos, reduciendo el costo a comparación de otras tecnologías de vehículos. Desde el año 2015, el impuesto se redujo en 26% para los vehículos PHEV, sin embargo, para los vehículos convencionales se mantiene el impuesto normal (EUKI, 2018), dando una señal del compromiso con las tecnologías menos contaminantes.

Adicionalmente, en la primera etapa, entre el año 1990 y 2008, se implementaron diversas políticas e incentivos relacionados a la electromovilidad. Por ejemplo: se redujo la tasa de circulación para vehículos eléctricos e híbridos enchufables a un 75% - 90% de la tasa original (WallBox, 2020); se redujo al 50% el impuesto por el uso privado de un vehículo BEV de propiedad de una empresa (el descuento pasó a ser del 40% desde el año 2018); así como la reducción del 25% del Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA).

En forma adicional a los incentivos de costo de adquisición, durante el mismo periodo se implementaron incentivos relacionados al costo de operación de los vehículos. Por ejemplo, desde el año 1993 ciertos municipios (todos ellos desde el año 2016) tienen la autoridad de determinar tarifas de estacionamiento para los vehículos eléctricos, los cuales son menores a los de los vehículos de motor de combustión interna (EAFO, 2019). Asimismo, desde 1997 los vehículos eléctricos están exentos del pago de peajes por el uso de carreteras (este incentivo se ha reducido a partir del año 2019, pagándose un máximo del 50% del total de la tarifa de peaje) (EAFO, 2019) y desde el año 2003 los vehículos eléctricos tienen acceso a los carriles de buses (aún es formalmente una medida temporal).

La información de ventas de vehículos eléctricos e híbridos refleja un incremento constante desde el año 2008 hasta el año 2020, con excepción del año 2009, donde se puede apreciar una caída del 32% en sus las ventas en dicho tipo de vehículos. Esta caída específica podría tener una relación con la crisis financiera internacional. En general, la tendencia en las ventas es consistente con la temporalidad de las políticas e incentivos para la adopción implementados desde el año 1990 hasta el año 2008 mencionadas anteriormente.

Uno de los motivos por los cuales las ventas se recuperan a partir del año 2009 se puede atribuir a la participación de 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. Esta organización ha facilitado la implementación de estaciones de carga a gran escala desde el 2009, sobre todo con el fin de probar la nueva tecnología, lo cual ayudó con una de las barreras más importantes para la adopción de vehículos eléctricos e híbridos, la disponibilidad de infraestructura para cargar los vehículos eléctricos e híbridos enchufables (Institute of Transport Economics Norwegian Centre for Transport Research, 2013). Esto también habría tenido un impacto importante los años siguientes ya que 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%, años que estuvieron contemplados dentro del programa de Transnova.

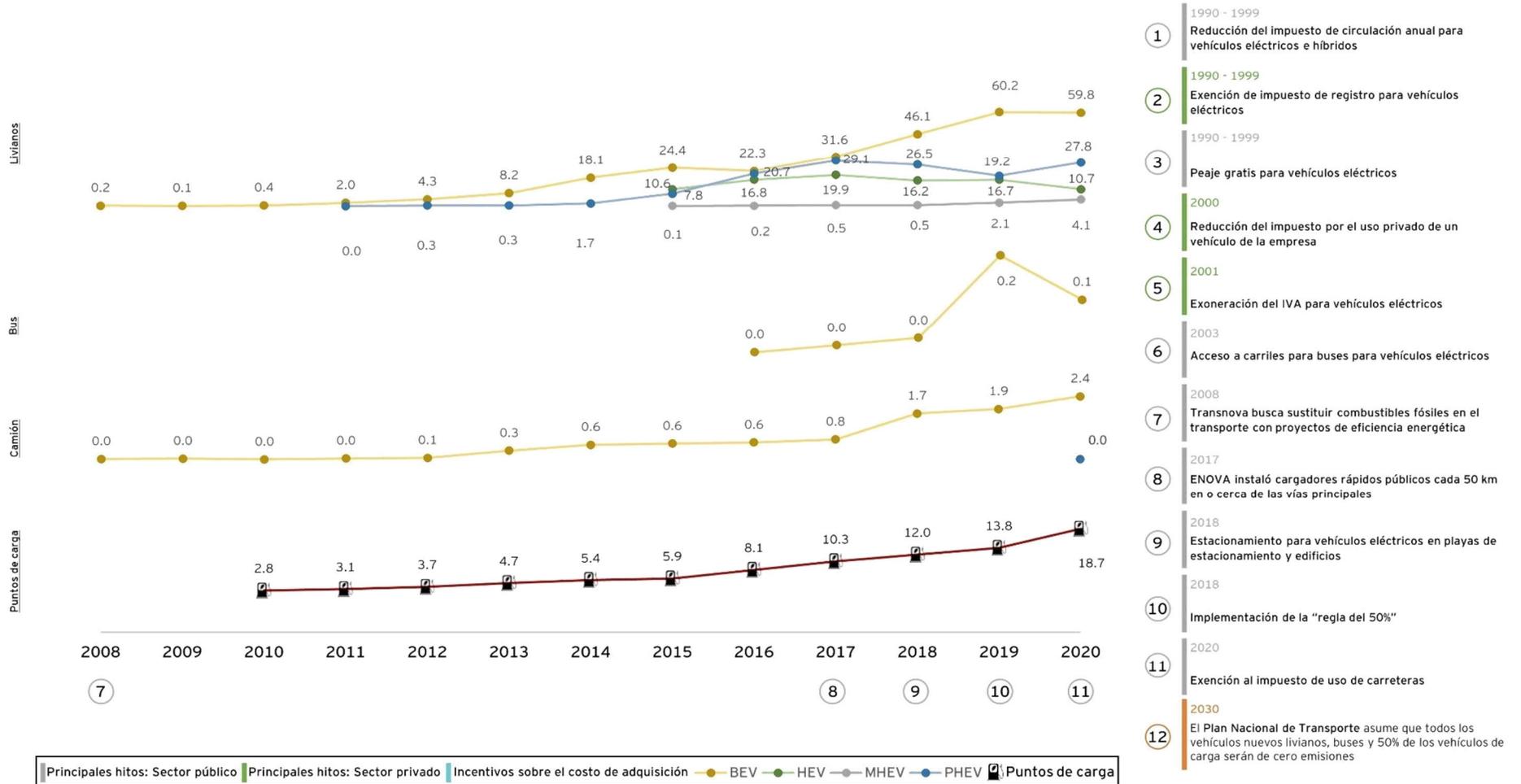
En el año 2017 hubo un avance adicional relacionado a la disponibilidad de infraestructura de carga, donde el Estado Noruego realizó una inversión pública para que se implementen al menos dos estaciones de carga rápida cada 50 kilómetros en las principales carreteras.

En el año 2018 el gobierno central dictó que al menos el 6% de los espacios de las playas de estacionamiento y estacionamientos de edificios nuevos debían ser asignados a los vehículos eléctricos e híbridos (OSINERGMIN, 2019). Asimismo, desde el 2018 se recibe una compensación por el desguace de vehículos que utilicen combustibles fósiles para adquirir aquellos que utilicen electricidad (The Norwegian Tax Administration, 2018).

La siguiente figura muestra una línea del tiempo con las principales políticas adoptadas en Noruega en orden cronológico, así como la cantidad de unidades vendidas de

vehículos eléctricos e híbridos livianos, buses y camiones, de acuerdo con las tecnologías correspondientes. En el año 2020, las ventas de BEV superaron el 54% del total (Reuters, 2021). En el caso de los vehículos livianos, se consideran las ventas de BEV, PHEV, HEV y MHEV, para buses se considera BEV y en el caso de camiones PEV.

Figura N° 11 - Políticas y adopción en Noruega



- 1 1990 - 1999 Reducción del impuesto de circulación anual para vehículos eléctricos e híbridos
- 2 1990 - 1999 Exención de impuesto de registro para vehículos eléctricos
- 3 1990 - 1999 Peaje gratis para vehículos eléctricos
- 4 2000 Reducción del impuesto por el uso privado de un vehículo de la empresa
- 5 2001 Exoneración del IVA para vehículos eléctricos
- 6 2003 Acceso a carriles para buses para vehículos eléctricos
- 7 2008 Transnova busca sustituir combustibles fósiles en el transporte con proyectos de eficiencia energética
- 8 2017 ENOVA instaló cargadores rápidos públicos cada 50 km en o cerca de las vías principales
- 9 2018 Estacionamiento para vehículos eléctricos en playas de estacionamiento y edificios
- 10 2018 Implementación de la "regla del 50%"
- 11 2020 Exención al impuesto de uso de carreteras
- 12 2030 El Plan Nacional de Transporte asume que todos los vehículos nuevos livianos, buses y 50% de los vehículos de carga serán de cero emisiones

b. España

En la siguiente figura se muestran las principales políticas e incentivos adoptados en orden cronológico y el número de vehículos livianos, buses y camiones de acuerdo con las tecnologías correspondientes (para los vehículos livianos se considera BEV, PHEV, HEV y MHEV, para buses se considera BEV y para camiones PEV).

En el caso de España, a diferencia de Noruega, las ventas de vehículos híbridos (HEV, MHEV y PHEV), comparados con la cantidad de ventas de BEV, siguen siendo mayores al 2020. En cuanto a los buses y camiones, las ventas son en su mayoría de BEV. En el caso del número de estaciones de carga, este ha incrementado consistentemente desde el año 2012.

Las políticas de promoción para la movilidad eléctrica en España empezaron a partir del año 2008 con la exención de los vehículos eléctricos e híbridos del impuesto de matriculación (Pato, 2010). Posteriormente en el 2009 se aprobó la Ley 19/2009, la cual brindaba las medidas de fomento y agilización para la instalación de puntos de carga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables en los estacionamientos de los edificios para el uso privado. Al iniciar la transición hacia la movilidad eléctrica con una política de desarrollo de infraestructura de carga en edificios residenciales, permite facilitar la operación de los vehículos eléctricos al viabilizar la carga domiciliaria.

Posteriormente, se puede apreciar un incremento del 722% en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos del año 2010 al año 2011, lo cual resulta atribuible a las medidas de apoyo para la adquisición, operaciones de financiación por leasing financiero y arrendamiento de vehículos eléctricos nuevos en forma de subvenciones. Las subvenciones fueron de 25% sobre el precio de venta de los vehículos antes de impuesto (IDAE, 2012). Adicionalmente, se brindó apoyo para los sectores estratégicos industriales y a la reindustrialización con planes empresariales que tengan como objetivo los vehículos eléctricos (IDAE, 2012).

Adicionalmente, mediante el Real Decreto 647/2011, el año 2011, se regula la actividad de gestor de cargas para la realización de servicios de carga energética (Boletín oficial del Estado de España, 2011). Esta nueva norma reforzó la política de promoción de desarrollo de estaciones de carga, que se había implementado en el año 2009. En el año 2018 se eliminó dicho decreto, ya que para ese momento más bien desincentivaba la creación de puntos de carga públicos, puesto que las empresas comercializadoras de electricidad eran las únicas que podían vender energía (Electromaps, 2018).

Otro incremento significativo en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos se dio entre los años 2014 y 2015. Este incremento se observa después del cambio en el cálculo de las tarifas eléctricas. 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).

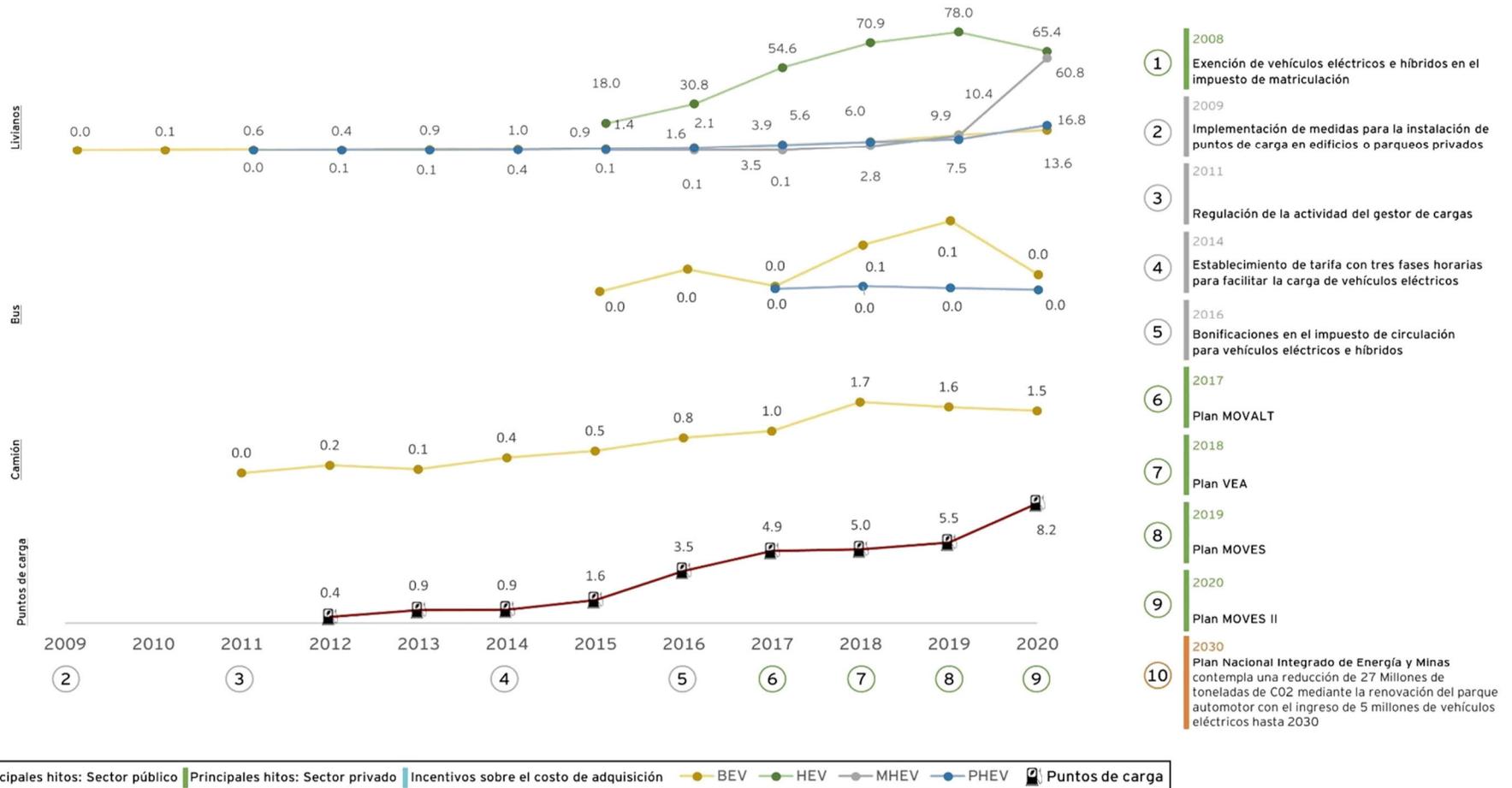
En el año 2017, se lanzó el Plan Movalt en España a través del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE). Este fue el primer plan específico para la promoción de vehículos eléctricos e híbridos enchufables y su infraestructura de carga, dando señales de parte del gobierno de la intención e interés de promover la adopción de nuevas tecnologías de vehículos menos contaminantes. A través del Plan Movalt se destinaron 35 millones de euros para la compra de vehículos “alternativos” (aquellos vehículos impulsados por GLP, gas natural, eléctricos e híbridos) (IDAE, 2018) de los cuales 20 millones fueron destinados a la compra de vehículos y 15 millones a la instalación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables. Los 20 millones de euros correspondían a las subvenciones para la compra de vehículos alternativos que variaban entre 500 a 18,000 euros en función a la categoría vehicular y la tecnología. En el caso de la infraestructura de carga, se cubría hasta el 60% de la inversión en el caso de entidades públicas pymes y 40% para el resto de las empresas (COINC, 2017).

El lanzamiento del Plan Movalt tuvo gran acogida puesto que la dotación presupuestaria asignada al plan se agotó al día siguiente del lanzamiento del periodo de solicitud. Esto coincide con el incremento en las ventas del año 2016 al año 2017 en 78% y entre el año 2017 al año 2018 donde las ventas incrementaron en 38%.

Desde el año 2018 en adelante, las ventas de vehículos eléctricos e híbridos enchufables se mantienen en incremento constante, sin percibir caídas año tras año. Esto guarda relación con otro plan integral para promover la movilidad eléctrica, el Plan Moves, implementado en el año 2019. El Plan Moves tuvo como objetivo brindar incentivos a la compra de vehículos alternativos. Con un presupuesto de 45 millones de euros para la adquisición de vehículos alternativos desde 600-15,000 euros y 10,000 para la construcción de infraestructura de carga. Este plan se renovó en el año 2020 con el nombre Plan Moves II, el cual estuvo dotado de 100 millones de euros. Esta segunda fase del Plan Moves se refleja en el incremento de las ventas de vehículos eléctricos e híbridos enchufables del año 2019 al año 2020.

Adicional a los incentivos de costos de adquisición, en ciudades principales y de alta concentración de vehículos como Madrid, se implementaron otras políticas para la restricción de circulación. Por ejemplo, en el 2018, mediante el programa Madrid Central, aquellos vehículos que no llevaban el distintivo ambiental de cero emisiones no pueden circular ni estacionar en zona SER (servicio de estacionamiento regulado) (Madrid, 2018).

Figura N° 12 – Políticas y adopción en España



Fuente: LMC Automotive, EAFO. Elaborado por EY

c. Brasil

En el caso de Brasil, se revisa el impacto de las políticas e incentivos en la adopción de vehículos eléctricos e híbridos livianos (BEV, HEV y PHEV), dicho análisis no incluye buses ni camiones. Para el presente análisis se han considerado las ventas de vehículos livianos eléctricos e híbridos. Las cifras que se exponen totalizan las ventas de las tecnologías P&HEV, las cuales desde el 2008 han percibido un incremento constante, salvo los años 2012 y 2015. En el caso del número de estaciones de carga, este ha incrementado consistentemente desde el año 2015 en adelante, principalmente por aquellas políticas que tienen un impacto en el costo de adquisición de los cargadores.

Las políticas de promoción relacionadas a la movilidad eléctrica en Brasil iniciaron a partir del año 2008 con la implementación del Plan Nacional de Eficiencia Energética, a través del cual se estableció un programa voluntario de etiquetado vehicular donde el fabricante puede etiquetar el 50% de la flota producida. La etiqueta muestra el rendimiento energético del vehículo y las emisiones de CO₂, resultando en una clasificación de la A (más eficientes) a la E (menos eficientes) (Martínez Salgado & Castellanos, 2019). Este plan tenía como objetivo reducir el consumo energético para lo que consideró también la promoción de la electrificación del sector transporte.

El año 2010 presentó un incremento del 32% respecto al año 2009 en las ventas de vehículos livianos eléctricos e híbridos. En ese año se implementó La Ley N° 12.212/10, la cual establece la obligación de invertir parte de los ingresos anuales (al menos 0.5%) de las empresas concesionarias de energía en proyectos de investigación y desarrollo (I+D) relacionados a la eficiencia energética. Esto incluyó temática de movilidad eléctrica.

Entre el año 2011 y el año 2012 se puede apreciar una caída en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos de 42%. No hubo nuevos impulsos para la adopción de vehículos eléctricos e híbridos o infraestructura de carga durante dicho año.

Para el año 2012 se implementó el programa "Innovar-Auto", el cual consistía en apoyar el desarrollo tecnológico, innovación y calidad de los vehículos y autopartes mediante un descuento de hasta 30% en el impuesto a la producción y el impuesto de los productos industrializados (Portal Presidencial de la República, 2010). Este programa se actualizó en el año 2013, año en que las ventas de vehículos eléctricos e híbridos tuvo un incremento de 320%.

En el año 2014 se aprobó la Ley 15.997/14, sobre la exención del Impuesto Anual de Propiedad vehicular para los vehículos eléctricos. En algunas ciudades, la exención era completa y en otros casos, había una reducción del 50% (CPFL Energía, 2014). Ese mismo año se implementó la exención de los vehículos eléctricos e híbridos en el "Rodizio vehicular" en la ciudad de Sao Paulo. A pesar de dichas exenciones, las ventas de vehículos eléctricos e híbridos tuvieron una caída de 1% entre 2014 y 2015.

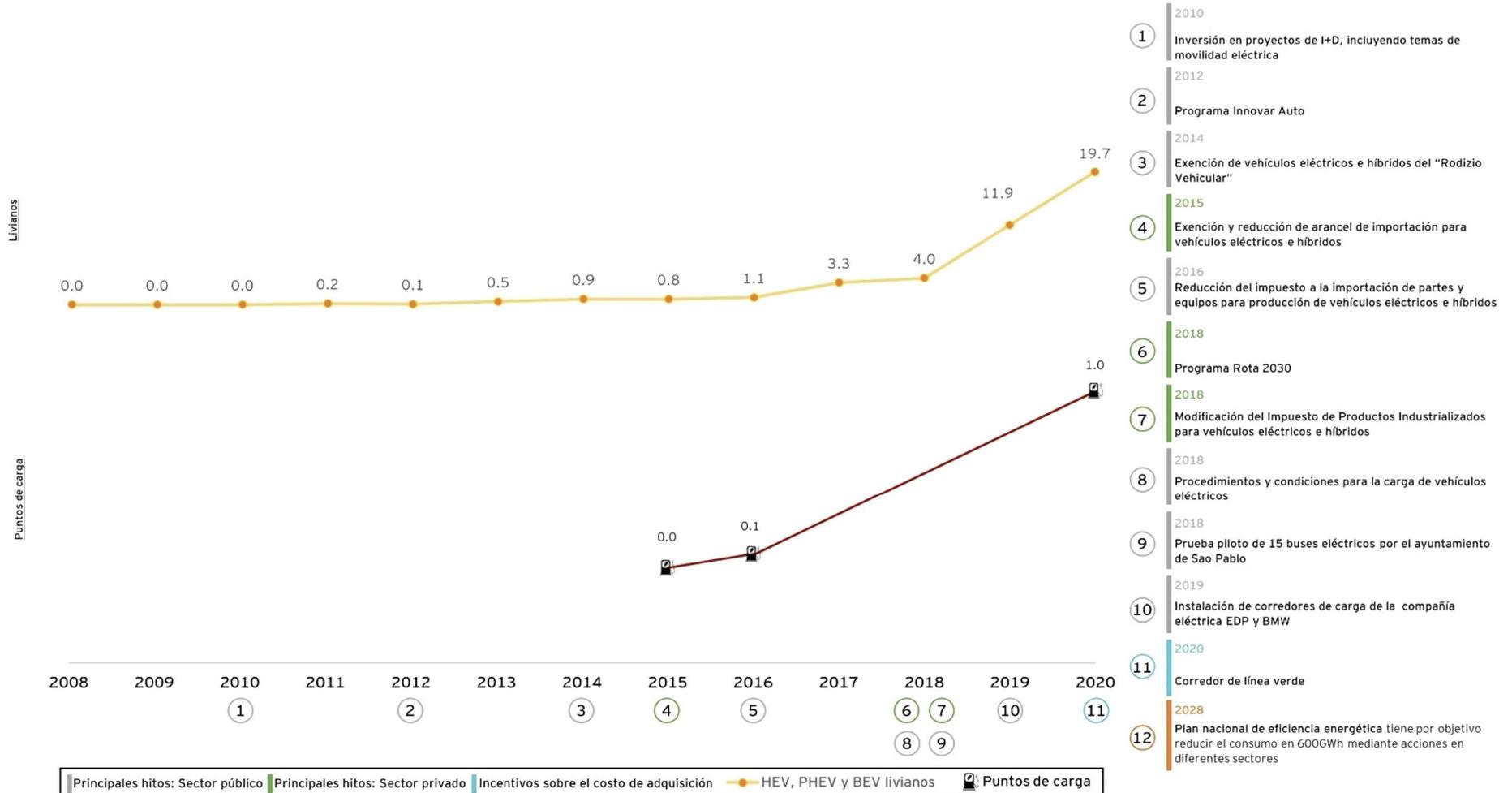
En el año 2015 se aprobó la Resolución 97/2015, la cual elimina el arancel de importación para vehículos eléctricos y reduce entre el 0% y 7% para vehículos híbridos

enchufables y no enchufables, dependiendo de la capacidad del motor de combustión y si es importado desensamblado o ensamblado (PNUMA, 2020). Al año siguiente de implementada esta política, se aprecia un incremento en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos del 29%.

Posteriormente, en el año 2016, se redujo el impuesto de importaciones sobre bienes y partes de vehículos eléctricos e híbridos y cargadores a la tasa del 2% con el objetivo de estimular las inversiones, innovación y producción en el mercado local (Slowik, Araujo, Dallman, & Facanha, 2018). Como se puede apreciar en las ventas de ese año, se observa un incremento del 29% con respecto al año anterior. Adicionalmente, entre el año 2016 y el año 2017 las ventas de vehículos eléctricos e híbridos tuvieron un incremento de 202%. Asimismo, como este incentivo también consideraba la reducción del impuesto sobre los cargadores, el incremento en la cantidad de puntos de carga disponible (23 unidades en 2015 a 100 unidades en 2016) se puede relacionar a esta política implementada en el 2016.

En el año 2018 se establecieron diversas políticas relacionadas a la promoción de la movilidad eléctrica. El programa “Rota 2030”, promovido por el Gobierno Brasileño, por ejemplo, establece los requisitos e incentivos para la fabricación y comercialización de vehículos en los próximos 15 años y brinda incentivos monetarios para la industria automotriz a fin de mejorar la eficiencia energética mediante desarrollo e investigación (AUXADI, 2018). Adicionalmente, en dicho año 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). Finalmente, a través del Decreto N° 9.442/2018, se modificó el Impuesto de Productos Industrializados (IPI) entre el 7% y 18% para vehículos eléctricos y entre el 9% y 20% para vehículos híbridos, dependiendo de su peso y eficiencia (anteriormente, el IPI solía ser de 25% para los vehículos eléctricos y 13% para los vehículos híbridos) (PNUMA, 2020). Entre el 2018 y el 2019 hubo un incremento en ventas de 199%.

Figura N° 13 – Políticas y adopción en Brasil



Fuente: ANFAVEA. Elaborado por EY

d. México

Para el caso de México, el análisis considera las ventas de vehículos livianos eléctricos e híbridos con tecnología EV, camiones HEV y el número de puntos de carga. Se analizaron las ventas de vehículos eléctricos e híbridos livianos con tecnologías BEV, PHEV, HEV y MHEV las cuales desde el año 2015 han percibido un incremento constante, sin caídas en ventas de año a año. El número de estaciones de carga se ha incrementado consistentemente desde el año 2015, tomando en cuenta un incremento considerable a partir del 2017 posiblemente atribuible a los incentivos relacionados a los costos de adquisición de estaciones de carga y programas de fomento para la instalación de cargadores.

Las políticas e incentivos relacionados a la movilidad eléctrica en México iniciaron en el año 2014 con la aprobación de la Ley del Impuesto Especial sobre la Producción y Servicios, según la cual cada combustible fósil cuenta con una tasa impositiva diferente de acuerdo con la cantidad de dióxido de carbono que emite (Plataforma Mexicana de Carbono, 2018). Asimismo, ese año se aprobó la exención del pago del Impuesto Federal sobre Automóviles Nuevos (ISAN) para los vehículos eléctricos, el cual usualmente tiene una cuota de entre USD 300-1500 en promedio. Adicionalmente, se aprobó la exención al impuesto anual a la tenencia (o impuesto anual de propiedad) para los vehículos eléctricos.

El impacto en la reducción de los costos de adquisición y operación de los vehículos electrificados se ve reflejado en las ventas de vehículos livianos eléctricos e híbridos al año siguiente, es decir en el año 2015, los cuales en total sumaron 2,444 unidades, siendo el valor más alto de ventas de vehículos livianos eléctricos e híbridos de ese año entre los países de la región aquí analizados. Adicionalmente a los incentivos relacionados al costo de adquisición, en el año 2014 se implementó un incentivo relacionado a la exoneración de la restricción vehicular a los vehículos eléctricos e híbridos al programa “Hoy No Circula”.

Posteriormente, 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). Estos medidores permitieron diferenciar el consumo eléctrico del vehículo del resto del consumo del hogar (Comisión Federal de Electricidad, 2017) (PNUMA, 2017). En el año 2016 se puede apreciar un incremento de 206% en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos con relación al año anterior.

Otra política que tuvo impacto en el incremento de las ventas en el 2016 está relacionado a la deducción del Impuesto sobre la Renta (ISR) en la compra (hasta 250 mil pesos del monto original de inversión en la compra) o arrendamiento (deducción diaria de hasta 285 pesos) de vehículos eléctricos o híbridos y se otorgó un crédito tributario del 30% en inversiones para equipos de estaciones de carga (Hernández, 2017). Al año siguiente de este incentivo, el número de puntos de carga ascendió a 1,188 unidades.

En el 2017, las ventas de vehículos eléctricos e híbridos mostraron un incremento de 41% con relación al año anterior, lo cual refleja el impacto de las políticas e incentivos implementadas en los años anteriores y otros incentivos implementados ese año. En

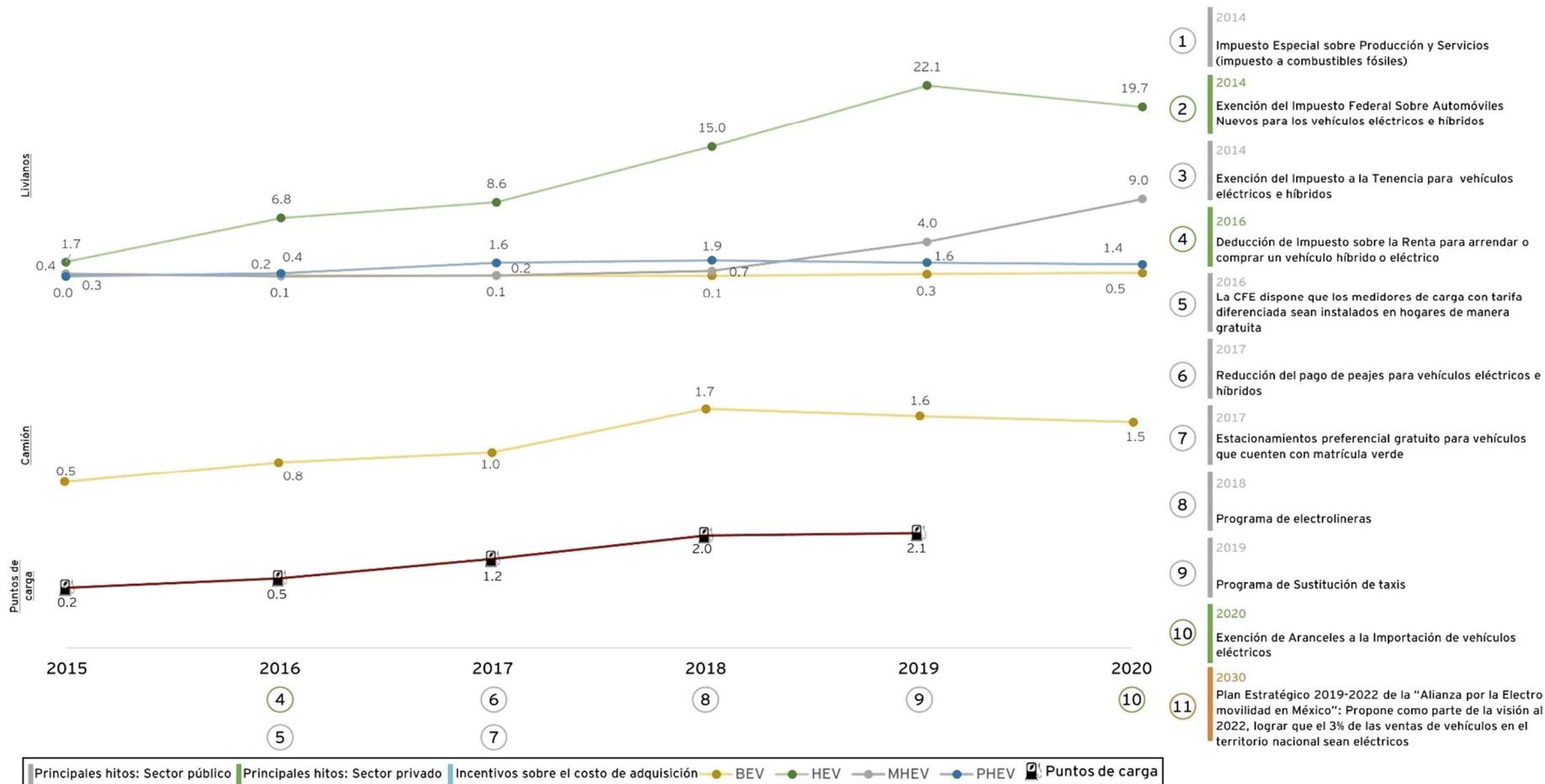
el año 2017 se implementó la reducción del pago de peajes en un 20% en las tarifas de ciertas autopistas de la Ciudad de México para vehículos eléctricos e híbridos (ONU Medio Ambiente, 2018). La disminución en las tarifas de peajes de autopistas urbanas tiene impacto en las ventas de vehículos electrificados, puesto que con esta reducción se sigue disminuyendo el costo de operación de los vehículos, lo que los vuelve más atractivos frente a los vehículos de motor de combustión interna. Adicionalmente, otro incentivo implementado en el 2017 relacionado a los costos de operación, es el de estacionamiento preferencial para vehículos eléctricos e híbridos mediante la Ley de Movilidad del Distrito Federal. Entre el año 2017 y 2018, hubo un incremento en las ventas de 69% a comparación del aumento de 41% entre los años 2016 y 2017

Otra política que habría tenido impacto en el incremento de 69% entre el año 2017 a 2018 es el “Programa de Electrolineras”, 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). 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.

En el año 2020, se implementó la exención de aranceles a la importación de vehículos eléctricos nuevos de forma temporal (hasta el año 2024), lo cual permitiría el acceso a las nuevas tecnologías limpias en materia de transporte (Diario Oficial de la Federación, 2020). Al cierre del 2020 el incremento en las ventas de vehículos electrificados fue del 8%.

La siguiente figura muestra en orden cronológico aquellas principales políticas e incentivos adoptados en México para la promoción de la movilidad eléctrica, así como el número de vehículos livianos con tecnologías BEV, PHEV, HEV, y MHEV y camiones HEV. También se observa el crecimiento en el número de puntos de carga.

Figura N° 14 – Políticas y adopción en México



Fuente: LMC Automotive. Elaborado por EY

e. Colombia

Para el presente análisis se consideraron las ventas de vehículos eléctricos e híbridos livianos con tecnologías P&HEV, que desde el año 2013 han percibido un incremento constante, a excepción de las ventas entre el 2016 y 2017, que disminuyeron en 29%. En el caso de los buses BEV, las ventas fueron incrementando año a año mientras que los HEV disminuían.

Las políticas e incentivos relacionados a la movilidad eléctrica empezaron en el año 2012 con la reducción del Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) para taxis y buses eléctricos e híbridos de 16% a 5%. Se considera que esta política no tuvo éxito ya que no se complementó con otros incentivos suficientes para lograr una reducción significativa en el costo de adquisición (OSINERGMIN, 2019). Esto se ve reflejado en la cantidad de vehículos eléctricos e híbridos vendidos ese año, los cuales ascienden a 35 unidades en total, considerando P&HEV.

En el año 2013 se publicó el Plan de Ascenso Tecnológico que tenía como objetivo sustituir los combustibles fósiles y promover la energía eléctrica en el servicio de transporte público a través de la implementación de tecnologías de cero o bajas emisiones en la flota del Transmilenio y el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). Se considera que esta política impactó favorablemente en el número de buses vendidos en el 2014 (219 unidades), generando que las ventas totales de vehículos eléctricos e híbridos se incrementen en un 376%.

En el año 2016 se aprobó la Ley N° 1819, mediante la cual se reafirmó la reducción del IVA, 5% en lugar de 16%, para vehículos eléctricos e híbridos, así como cargadores y autopartes. Adicionalmente, como parte de la Ley N° 1819 se propone el impuesto al carbono, el cual asigna una tarifa asociada al tipo de combustible y a la cantidad de carbono que libera en la combustión. Entre el año 2015 y el año 2016, hubo un incremento de las ventas de 6%, pero al 2017 se observa una caída de 29% en las ventas de buses eléctricos e híbridos.

En el año 2017, mediante el Decreto N° 1116, el cual modifica el arancel de aduanas, se estableció una tasa del 0% para la importación de vehículos eléctricos y una tasa del 5% para los vehículos híbridos. Asimismo, se establece una subpartida arancelaria con una tasa del 0% para los cargadores. Si bien en el año de implementación de la política hubo una caída del 29% en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos, es posible que este incentivo haya tenido un impacto positivo en las ventas al año posterior de su implementación, en vista de que del año 2017 al 2018 hubo un incremento de 373% en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos, principalmente compuesto por vehículos livianos P&HEV. Esto refleja la importancia de aquellos incentivos relacionados a los costos de adquisición de vehículos eléctricos e híbridos e infraestructura de carga para la adopción de dichas tecnologías como aquellos de la Ley N° 1819 y el Decreto N° 1116.

En el año 2019 se aprobó la Ley N° 1964, la cual contenía diversos incentivos para la movilidad eléctrica. Entre ellos:

- descuentos en el valor de las revisiones técnico-mecánico y de emisiones contaminantes y en primas del Seguro Obligatorio de Tránsito (SOAT);

- tarifa del impuesto sobre vehículos automotores y el pago anual para vehículos matriculados, no podrá superar el 1% del valor comercial de los vehículos eléctricos (tarifa regular de 1.5%-3.5);
- vehículos eléctricos están exentos de restricciones de circulación;
- se solicita que a los 3 años de la implementación de la ley cada municipio debe tener como mínimo 5 estaciones de carga rápida;
- mecanismo de licitación en Bogotá y Medellín para la adquisición de buses con cuotas mínimas anuales de buses eléctricos (10% para el 2025, 20% para el 2027, 40% para el 2029, 60% para el 2031, 80% para el 2033 y 100% para el 2035) (República de Colombia, 2019).

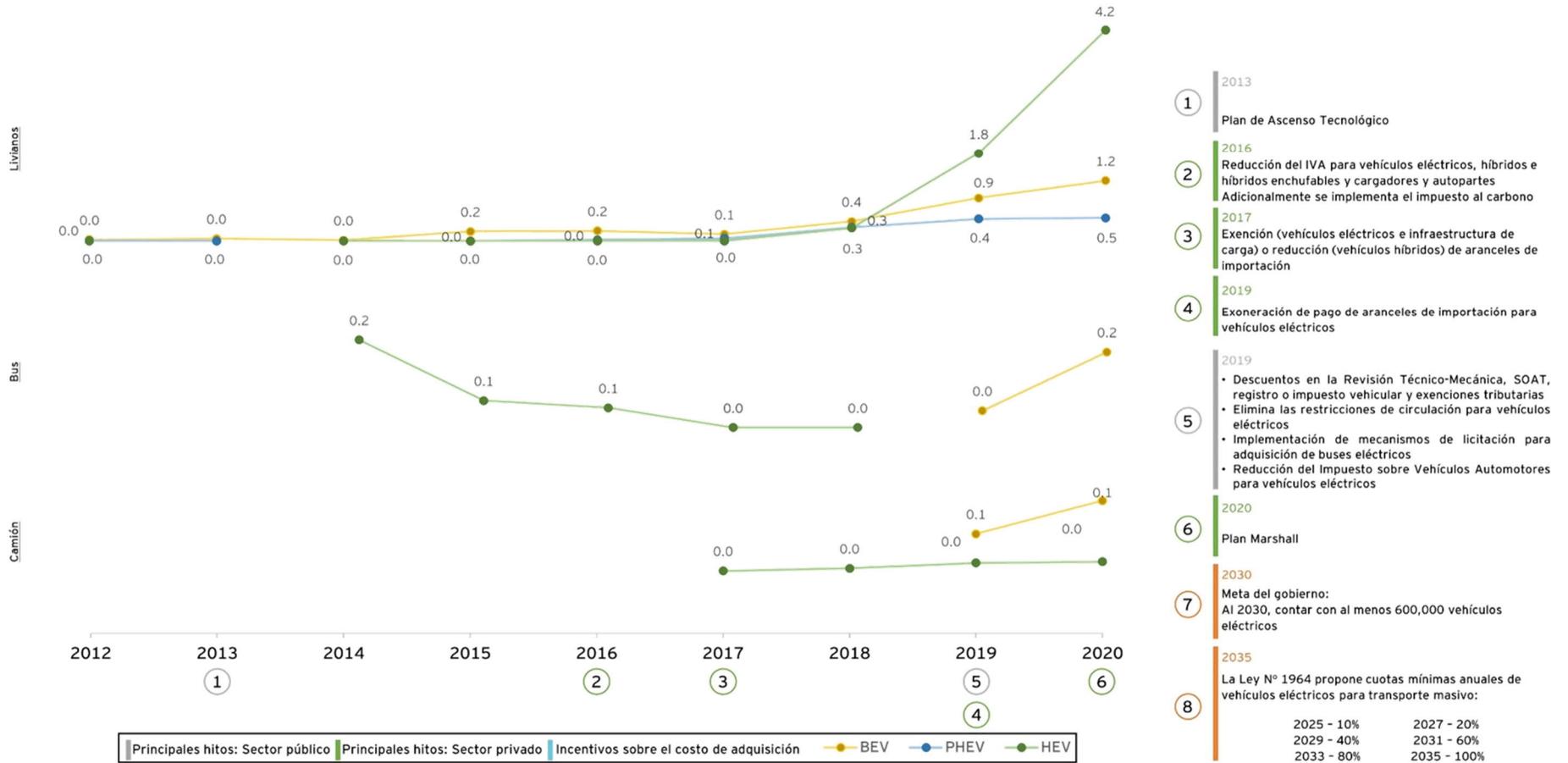
Adicionalmente, en el 2019 se aprobó el Decreto N° 2052, el cual liberaliza la importación de vehículos eléctricos con una tarifa de arancel de 0%.

Las ventas del 2018 están compuestas por vehículos livianos y una unidad de bus electrificado, y las ventas del 2019 incluyen 43 unidades de buses. En el caso de los vehículos livianos, el mayor crecimiento se dio en HEV.

En el año 2020 se publicó el Plan Marshall Bogotá, este contempla un descuento tributario de 70% como máximo en el impuesto sobre vehículos automotores para los vehículos eléctricos e híbridos nuevos, incluyendo a los taxis eléctricos. Ese mismo año, hubo un incremento de las ventas de vehículos eléctricos e híbridos del 95% con respecto al año anterior. Esto indica que los incentivos relacionados a los costos del vehículo mantienen el interés y la adopción de la tecnología, así como incentivos adicionales que se iban dando año tras año.

La línea del tiempo en la siguiente figura muestra aquellas políticas e incentivos principales adoptados para la promoción de la movilidad eléctrica. El número de ventas de vehículos eléctricos e híbridos (livianos, buses y camiones) con tecnologías BEV, HEV y PHEV (en el caso de buses y camiones se considera solo las tecnologías BEV y HEV).

Figura N° 15 – Políticas y adopción en Colombia



f. Chile

En el caso de Chile se han considerado las ventas de vehículos eléctricos e híbridos livianos con tecnologías BEV y HEV, las que han percibido un incremento constante para todas las categorías vehiculares desde el año 2017. En el caso de los vehículos livianos eléctricos e híbridos, los HEV tuvieron mayor participación en las ventas que los BEV desde el año 2017 hasta el año 2019.

La implementación de políticas e incentivos relacionados a la movilidad eléctrica en Chile inició el año 2014 con la publicación de la Ley N° 20.780, que implementa el impuesto verde, el cual se aplica a todos los vehículos livianos y medianos nuevos, excepto a los vehículos eléctricos e híbridos. Este impuesto es calculado en función al rendimiento de los vehículos, las emisiones y el precio de venta del vehículo. (En promedio los vehículos a diésel pagaron USD 1,000 por dicho impuesto en el año 2018 (Economía y Negocios, 2019).

En el año 2016, se publicó el Decreto Supremo N° 107, el que propone un programa de etiquetado vehicular para informar a través de la etiqueta el rendimiento del combustible y la eficiencia energética asociado a los vehículos en oferta (ME Chile, 2012). La disponibilidad de dichas etiquetas de eficiencia energética permite a los potenciales usuarios tener a su disposición información útil para la elección del tipo de vehículo y tecnología. En el año 2017 las ventas ascendieron a 540 unidades entre vehículos livianos eléctricos e híbridos.

En el año 2017 se publicó la Estrategia Nacional de Electromovilidad, en la que se planteó la meta de reemplazo de vehículos convencionales hacia vehículos eléctricos e híbridos. Para ello, se planteó un programa "Renueva tu colectivo"¹² el cual ofrecía un bono de chatarreo para la renovación de taxis colectivos de hasta USD 9,240 para un vehículo BEV, y dependiendo del rendimiento de combustible para los vehículos híbridos. Adicionalmente, se proponía implementar espacios de estacionamiento preferentes con la debida infraestructura de carga. El mismo año del lanzamiento de la Estrategia Nacional de Electromovilidad se vendieron en total 540 unidades de vehículos eléctricos e híbridos livianos, de los cuales 137 fueron BEV y 403 HEV. Esto se les atribuye a los incentivos del bono por chatarreo de vehículos obsoletos y menos eficientes, y el acceso al bono para los taxis colectivos

En el año 2018, adicional a los incentivos para vehículos eléctricos e híbridos livianos, se empezó a dar incentivos para la adquisición de buses eléctricos e híbridos. Las bases para nuevas licitaciones del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, para la concesión de uso de las vías, establecían que los lotes estuviesen compuestos únicamente por buses eléctricos. Adicionalmente, el contrato de operación de la flota será por un periodo de 14 años para los buses eléctricos y para otro sistema de propulsión el periodo será de 10 años (DTPM Chile, 2018). Esto tuvo un impacto directo en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos de ese año, ya que en el 2018 se puede observar la venta de 101 unidades de buses BEV.

Adicionalmente a los cambios en las bases de licitaciones, en el año 2018 se publicó la Resolución N° 26339, la cual establecía el procedimiento para la instalación y puesta en servicio para la infraestructura de carga y también el procedimiento para el trámite

¹² Estrategia Nacional de Electromovilidad: Línea de acción 8 - Incentivos para taxis colectivos

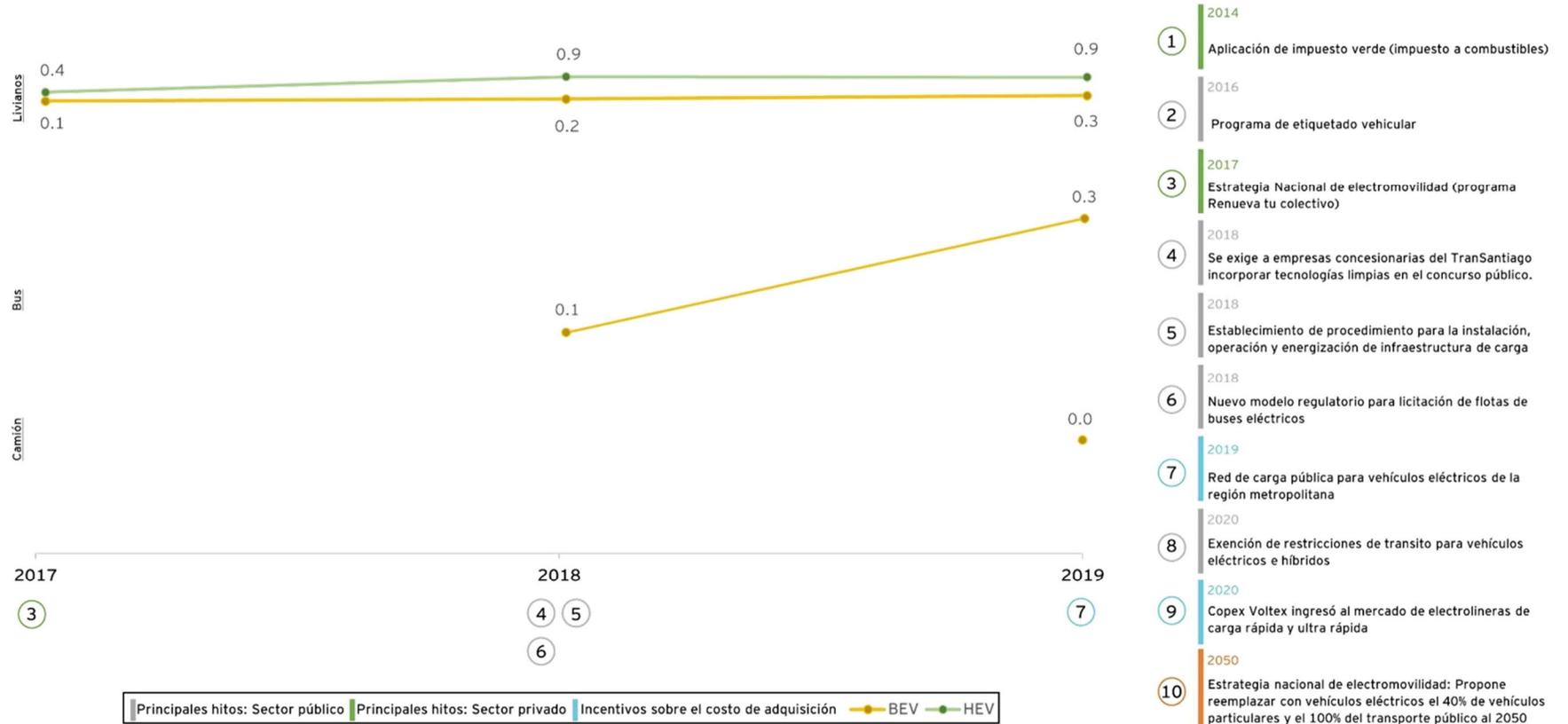
de la distribución energética para las estaciones de carga (PNUMA, 2020). Al tener las pautas para la instalación y el esquema de provisión de carga establecido se dan señales de consolidación de nuevas tecnologías a los potenciales usuarios y facilita a los distribuidores y proveedores de energía o interesados en el negocio de las estaciones de carga, la implementación de nuevos puntos de carga. El incremento de las ventas ha sido constante en los años posteriores al 2017.

En relación con la disponibilidad de la infraestructura de carga, en el 2019 iniciaron las alianzas público-privadas para su implementación. Por ejemplo, el Gobierno Regional Metropolitano y Copec Voltex lanzaron la “Red de Carga Pública para Vehículos Eléctricos de la Región Metropolitana”, la cual 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 (COPEC, 2020).

Posteriormente, en el año 2020 se dieron políticas e incentivos relacionados a las restricciones de circulación: mediante la Resolución N° 1555 se estableció que todo aquel vehículo que posea un motor eléctrico puro o híbrido quedaría exento de la restricción vehicular.

La línea del tiempo en la siguiente figura muestra aquellas principales políticas e incentivos adoptados en Chile para la promoción de la movilidad eléctrica en orden cronológico, así como el número de vehículos eléctricos e híbridos (livianos, buses y camiones) con tecnologías BEV y HEV.

Figura N° 16 – Políticas y adopción en Chile



Fuente: AAP. Elaborado por EY

g. Ecuador

En el caso de Ecuador, se consideran las ventas de vehículos eléctricos e híbridos livianos con tecnologías BEV y HEV desde el año 2017. Las ventas de ambos tipos de vehículos aún no han logrado superar el nivel de ventas del año 2017, sino que, por el contrario, se encuentran a la baja.

En Ecuador, las políticas e incentivos relacionados a la movilidad eléctrica iniciaron en el año 2017 con la publicación del Reglamento Técnico PRTE-INEN-162 para las especificaciones de carga, el que establece los procedimientos, requisitos técnicos y de seguridad para los accesorios de carga de vehículos (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2018). Como se mencionó anteriormente, la disponibilidad de infraestructura de carga es considerado un factor determinante para la adopción de vehículos eléctricos e híbridos, sin embargo, sólo se resolvió una condición habilitante.

Las noticias iniciales del marco generaron que en el 2017 se vendieran 3,513 unidades de vehículos eléctricos e híbridos livianos, de los cuales 123 fueron BEV y 3,390 fueron HEV.

En el año 2018 se publicó la Ordenanza de Estímulo a la Transportación Eléctrica, la cual dictó que los proyectos de urbanización deben incluir de forma paulatina centros de carga de vehículos eléctricos e híbridos en las áreas de parqueo, así como en los parqueos públicos que se construyan posterior a la ordenanza. De igual manera, se dictaminó que las fábricas de vehículos eléctricos que se instalen en Guayaquil tendrán 50% de disminución en tributos municipales, generando incentivo sobre una hipotética oferta nacional de BEV, pero no en la demanda de vehículos eléctricos e híbridos. La ordenanza también reforzó la necesidad de implementación de infraestructura de carga, como elemento prioritario para la adopción de vehículos eléctricos e híbridos, pero sin incentivo específico.

En el 2018 se publicó la Ley orgánica para el Fomento Productivo, Atracción de Inversiones, Generación de Empleo y Estabilidad y Equilibrio Fiscal, la que dictó una tarifa de 0% de IVA e ISC para los vehículos eléctricos de uso particular, transporte de pasajeros y de carga (este último solo aplicable para el IVA) (PNUMA, 2020). Este incentivo reduce el costo de adquisición de acuerdo con el tipo de tecnología. Sin embargo, en el 2018 hubo una caída en las ventas de vehículos livianos HEV, la tecnología de mayor demanda y para los cuales no se estableció el incentivo, resultando en una caída del 16% respecto del al año anterior (2017). Por otro lado, tampoco se cuenta con incentivos para el desarrollo de la infraestructura de carga.

En el año 2019, se implementó un nuevo incentivo a la compra de vehículos eléctricos. El Comité de Comercio Exterior (COMEX) redujo al 0% el arancel de importación de vehículos eléctricos de uso particular, transporte público y de carga, los cargadores para electrolineras, las baterías y cargadores para vehículos eléctricos (PNUMA, 2020). Asimismo, se publicó la Resolución N° 035/19 la cual muestra un esquema tarifario donde se establecen descuentos según el horario (tarifa horaria), del mismo modo, se aplican pliegos tarifarios de voltaje a través de un registro de diferencia horaria en el que se pueden cargar los vehículos eléctricos (ARCONEL, 2020). Además, en el 2019, se aprobó la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, en la que se define que, a partir del año 2025, todos los vehículos que se incorporen a los sistemas de transporte deben ser eléctricos y tendrán tarifas energéticas preferenciales. Esta

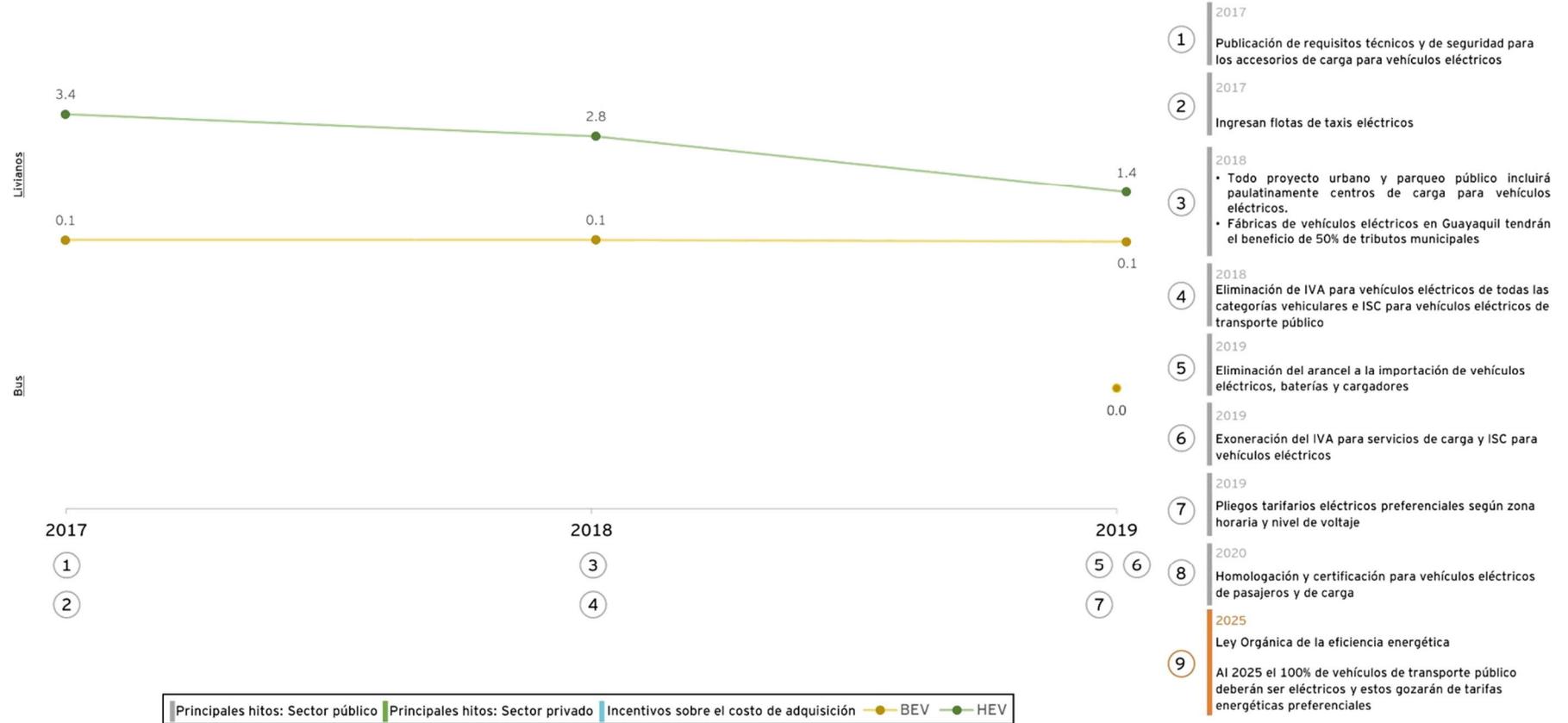
última política relacionada a los sistemas de transporte público da una señal del compromiso del gobierno ecuatoriano en la adopción de vehículos menos contaminantes. Esta política, junto con las tarifas diferenciadas, se ven reflejadas en la adquisición de 20 unidades de buses en el año 2019.

Es de notar que, aún con las políticas adicionales relacionadas a la movilidad eléctrica implementadas en el año 2019, hubo otra caída en las ventas del 50%, en tanto los vehículos híbridos continuaron sin incentivos. Esto también coincide con años de bajo crecimiento económico del país.

Finalmente, en el año 2020, la Agencia Nacional de Transito (ANT) estableció la homologación y certificados de homologación para vehículos eléctricos de pasajeros y de carga. Esta certificación permite realizar trámites legales de vehículos (importación, comercialización y matriculación). Adicionalmente, mediante la Ordenanza Reformatoria a la Ordenanza de Estímulo a la Transportación Eléctrica - Disposiciones de carga, se 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 mencionados anteriormente. Los incentivos implementados en el año 2020 también corresponden a infraestructura de carga, lo cual es un elemento esencial para la adopción de vehículos, sin embargo, se sugiere analizar el despliegue e impacto de estos desarrollos los años posteriores.

En el caso de Ecuador, la línea del tiempo en la siguiente figura muestra aquellas principales políticas e incentivos adoptados con el objetivo de promover la movilidad eléctrica. Estas se muestran en orden cronológico y con el número de ventas de vehículos eléctricos e híbridos (livianos, buses y camiones) con tecnologías BEV y HEV.

Figura N° 17 – Políticas y adopción en Ecuador



Fuente: AAP. Elaborado por EY

h. Costa Rica

Cabe resaltar que, en el caso de Costa Rica, para el presente análisis se consideraron las ventas de vehículos eléctricos livianos con tecnología BEV desde el año 2011, las cuales han percibido un incremento constante a través de dichos años con un crecimiento significativo entre los años 2017 a 2019, lo cual está directamente relacionado a las políticas implementadas en el transcurso de dichos años.

Como se puede apreciar, las políticas e incentivos relacionados a la movilidad eléctrica en Costa Rica iniciaron en el año 2018 con la publicación del Decreto N° 41426, mediante el que se exonera del ISC a los vehículos eléctricos usados (se considera únicamente a los vehículos livianos con un valor CIF en aduanas no mayor a USD 30 mil, este límite no aplica para vehículos de transporte público o de carga). Adicionalmente, los vehículos eléctricos no están sujetos a la restricción vehicular y pueden estacionar en espacios designados dentro de los parqueos públicos, supermercados, centros comerciales y demás parqueos privados (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2018). Este Decreto impacta directamente en el costo de adquisición de los vehículos eléctricos, ya que con el descuento al ISC para ellos los hace más accesibles. Además, otros incentivos, como aquel de circulación vehicular, son atractivos para usuarios que busquen beneficios adicionales a la adquisición de vehículos eléctricos.

Asimismo, en el año 2018 se publicó la Ley N° 9518, esta considera diversos incentivos para la promoción de los vehículos eléctricos en Costa Rica. Dentro de dicha norma se contemplan incentivos tales como:

- La exoneración gradual del impuesto anual de propiedad (DIDP, 2018)
- La exoneración gradual del impuesto de ventas (IGV) para los vehículos y para los repuestos, baterías y centros de carga (PNUMA, 2020)
- La exoneración del ISC (PNUMA, 2020)
- La exoneración del impuesto sobre el valor aduanero (PNUMA, 2020)
- Reemplazo de las flotas de buses de transporte público y dictó que al menos el 10% de las nuevas concesiones de taxis deberán ser eléctricas
- Construcción de estaciones de carga cada 80 kilómetros en carreteras nacionales y cada 120 km en carreteras cantonales (PNUMA, 2020)
- Exclusión de los vehículos eléctricos en las restricciones vehiculares y pagos de parquímetros, así como uso de estacionamientos preferenciales (PNUMA, 2020)
- Esquema de carga donde designa a la autoridad reguladora para las tarifas de los centros de carga y el modelo de venta de electricidad por parte de las empresas distribuidoras (PNUMA, 2020).

La Ley N° 9518 considera incentivos asociados al costo de adquisición de los vehículos, con la exoneración de tributos que abaratan el costo, haciéndolo que los vehículos eléctricos sean más accesibles para los potenciales usuarios; la disponibilidad de infraestructura de carga la cual permite que la adopción de vehículos eléctricos sea viable brindando la seguridad energética que se requiere para la operación; incentivos al costo de operación mediante exoneración de costos de parquímetros y tarifas para vehículos eléctricos; y exención de restricciones vehiculares. Cabe resaltar que una política de esta magnitud, con la cantidad de incentivos asociados, incluyendo factores determinantes para la adopción de vehículos eléctricos, tiene impactos significativos en las ventas. En el año 2018, el año de

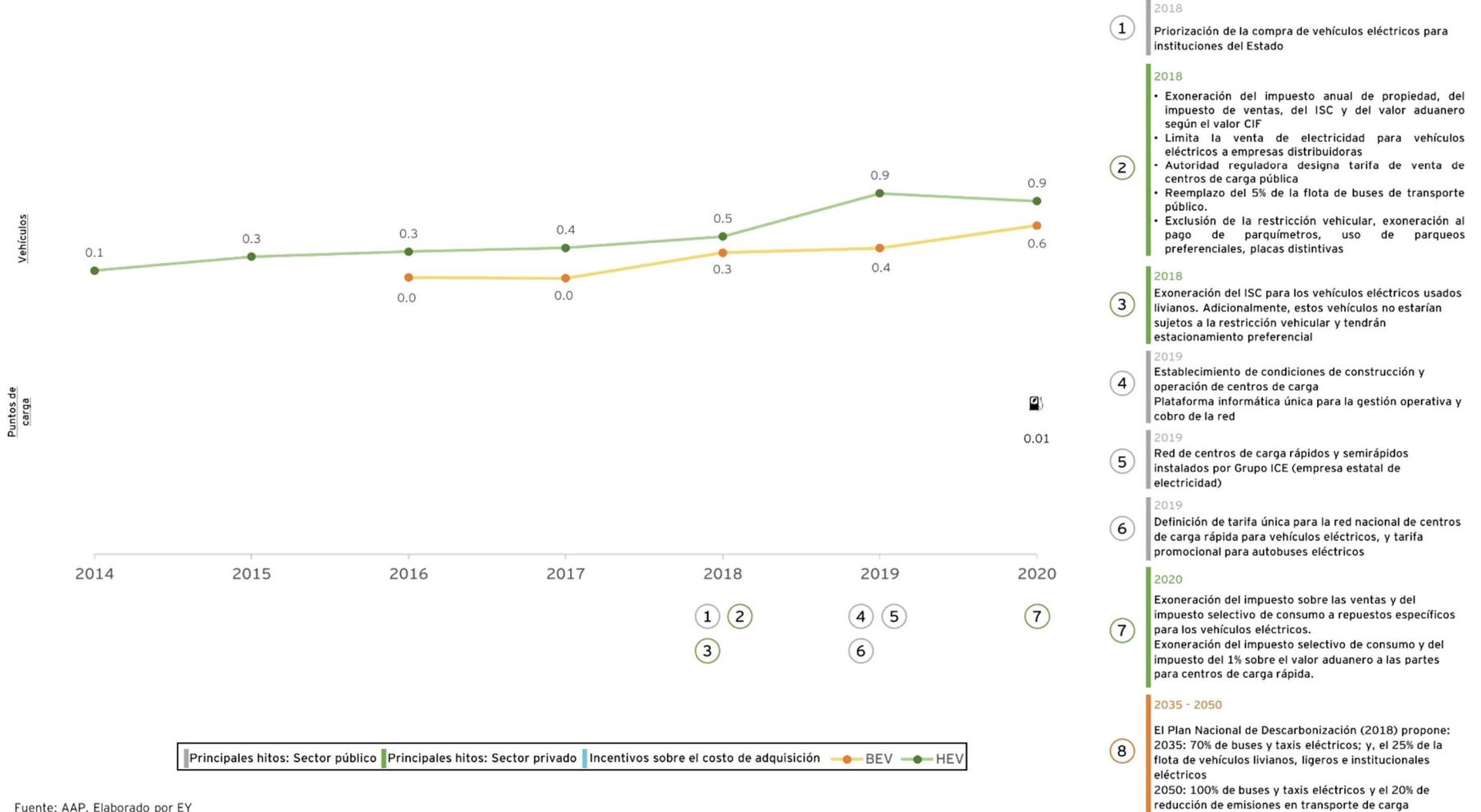
publicación de dicha norma, hubo un incremento en las ventas de vehículos eléctricos de 1208%, lo cual tiene relación con la publicación de la Ley N° 9518 y también el Decreto N° 41426.

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). Adicionalmente, mediante la resolución N° RE-0056-IE, el mismo año se definió la tarifa única para el funcionamiento de la red nacional de estaciones de carga (47 centro de carga), donde se incluyó una tarifa promocional para los buses eléctricos (ARESEP, 2020). Además de los incentivos mencionados anteriormente, que aportan a la reducción de costos de adquisición y operación y la disponibilidad de infraestructura de carga, lo cual es determinante para la adopción de vehículos eléctricos, la definición de una tarifa eléctrica preferente para aquellos usuarios es un beneficio adicional para aquellos que deseen optar por dicha tecnología puesto que se vería reflejado en una reducción en los costos operativos. Se considera que este incentivo tuvo un impacto importante en las ventas, ya que del año 2018 al 2019 hubo un incremento en las ventas de vehículos eléctricos de 165%, reflejando la importancia de contar con una tarifa eléctrica para vehículos eléctricos, así como otros incentivos adicionales implementados anteriormente.

Posteriormente, en el 2020, se publicó el Reglamento N° 42489, que establece las condiciones para la exoneración del impuesto sobre las ventas y del ISC y del 1% sobre el valor aduanero para las partes y centros de carga según la Ley N° 9518. Al tener el reglamento definido para la implementación de las exoneraciones y otros beneficios tributarios, se facilita la adopción de vehículos eléctricos para personas que deseen gozar de dichos beneficios. La publicación del reglamento, estableciendo las bases para dichas exoneraciones, se le atribuye al incremento de 169% en las ventas de BEV entre el año 2019 y el año 2020.

En el caso de Costa Rica, la línea del tiempo en la siguiente figura muestra aquellas principales políticas e incentivos adoptados en orden cronológico y el número de vehículos eléctricos livianos BEV.

Figura N° 18 – Políticas y adopción en Costa Rica



- 2018

1 Priorización de la compra de vehículos eléctricos para instituciones del Estado
- 2018

2 Exoneración del impuesto anual de propiedad, del impuesto de ventas, del ISC y del valor aduanero según el valor CIF
 • Limita la venta de electricidad para vehículos eléctricos a empresas distribuidoras
 • Autoridad reguladora designa tarifa de venta de centros de carga pública
 • Reemplazo del 5% de la flota de buses de transporte público.
 • Exclusión de la restricción vehicular, exoneración al pago de parquímetros, uso de parqueos preferenciales, placas distintivas
- 2018

3 Exoneración del ISC para los vehículos eléctricos usados livianos. Adicionalmente, estos vehículos no estarían sujetos a la restricción vehicular y tendrán estacionamiento preferencial
- 2019

4 Establecimiento de condiciones de construcción y operación de centros de carga
 Plataforma informática única para la gestión operativa y cobro de la red
- 2019

5 Red de centros de carga rápidos y semirrápidos instalados por Grupo ICE (empresa estatal de electricidad)
- 2019

6 Definición de tarifa única para la red nacional de centros de carga rápida para vehículos eléctricos, y tarifa promocional para autobuses eléctricos
- 2020

7 Exoneración del impuesto sobre las ventas y del impuesto selectivo de consumo a repuestos específicos para los vehículos eléctricos.
 Exoneración del impuesto selectivo de consumo y del impuesto del 1% sobre el valor aduanero a las partes para centros de carga rápida.
- 2035 - 2050

8 El Plan Nacional de Descarbonización (2018) propone:
 2035: 70% de buses y taxis eléctricos; y, el 25% de la flota de vehículos livianos, ligeros e institucionales eléctricos
 2050: 100% de buses y taxis eléctricos y el 20% de reducción de emisiones en transporte de carga

i. Uruguay

Las políticas e incentivos relacionados a la movilidad eléctrica en Uruguay iniciaron en el año 2012 con la publicación del Decreto N° 246/012, el cual contemplaba la reducción del impuesto específico interno para vehículos eléctricos e híbridos. Asimismo, ese año se publicó el Decreto N° 02/012 el que habilita a las empresas a adquirir vehículos eléctricos para transporte de carga urbana y que estas soliciten una devolución de entre 27% y 50% del valor de los vehículos mediante la exoneración de impuestos a la renta empresarial (MIEM, 2012). La exoneración del impuesto a la renta por la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos es una opción atractiva con beneficios tributarios. Dichos incentivos a la adquisición tuvieron impacto inicial en la adquisición de vehículos ya que la reducción de impuestos implica un costo menor de adquisición para los vehículos eléctricos e híbridos. Esto explica la introducción de 18 unidades de vehículos híbridos (HEV) en el año 2012.

Como se puede apreciar en la siguiente figura, entre el año 2012 y el año 2016 no se implementaron políticas ni incentivos relacionados a la movilidad eléctrica en Uruguay. Esto se refleja en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos en el año 2013, en el que hay una caída del 56% en las ventas en relación con el año anterior (solo 8 vehículos híbridos vendidos ese año). Entre el 2014, 2015 y 2016 se vendieron 31, 44 y 24 unidades respectivamente, lo cual no mostraría un incremento significativo desde los primeros incentivos en el año 2012. En el año 2014 se introdujeron los vehículos BEV los cuales representan una mayor proporción de las ventas los años 2014, 2015 y 2016, sin embargo, en ventas totales no hay un incremento significativo.

Posteriormente, en el año 2017 se publicó el Decreto N° 325/017, el cual elimina los aranceles de importación para los vehículos eléctricos livianos, de transporte de mercancías y baterías de litio (Normativa y Avisos Legales del Uruguay, 2017). Similarmente a las políticas mencionadas anteriormente, el Decreto N° 325/017 también está asociado al costo de adquisición de los vehículos eléctricos, volviéndolos más accesibles para los potenciales usuarios. Como se puede apreciar, este nuevo incentivo al costo de adquisición tuvo un impacto directo dicho año, dado que hay un incremento de 408% en las ventas de vehículos eléctricos e híbridos con relación al año anterior. Asimismo, ese año se implementó el primer corredor de carga para vehículos eléctricos de la región, lo que también ha incidido en ese nivel de resultado. Este corredor consiste en 50 centros de carga con una distancia no mayor de 60 km entre cada uno.

Adicionalmente, en el año 2018, mediante el Acta N° 48/2018, se exoneró a los vehículos eléctricos del pago de la patente de rodados (impuesto anual a los vehículos de transporte empadronados) aplicable a los años 2018 y 2019 (Congreso de Intendentes, 2019). Este incentivo al costo de operación, junto con el incentivo al costo de adquisición aplicado el año anterior, tuvo un impacto aún más significativo, con un aumento en las ventas de 635% respecto al año anterior. A partir del 2020, los vehículos eléctricos tributan a una tasa preferencial de 2.25%.

En el año 2019, la tendencia al alza en las ventas continuó con 3% de aumento respecto al año anterior. Ese año se publicó el Decreto N° 259/019, el cual permite acceder a un subsidio por la compra de buses eléctricos, subsidio que cubre la diferencia entre un bus eléctrico y uno a motor de combustión interna, dirigido a los operadores de

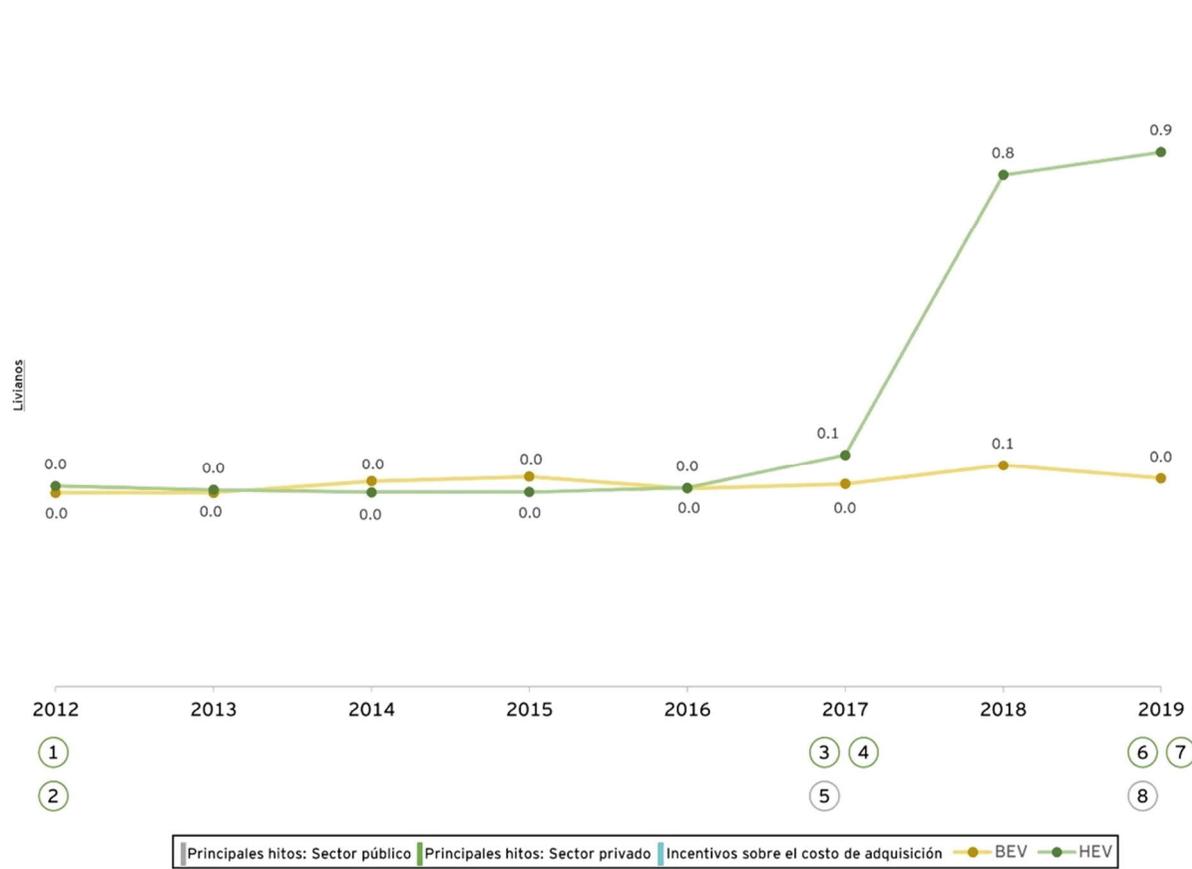
transporte público (PNUD, 2020). Este incentivo, al estar asociado directamente a los costos de adquisición, se vería reflejado en las ventas de buses eléctricos e híbridos.

Adicionalmente, en el 2019, como parte del proyecto MOVES, implementado en el 2017 y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial con el fin de promover la transición hacia una movilidad eficiente, inclusiva y de bajas emisiones (MOVÉS, 2020), se implementó un descuento en seguros vehiculares para autos, camiones y buses eléctricos (MOVÉS, 2020). Este descuento en el seguro vehicular es considerado como un incentivo para la reducción del costo de operación de los vehículos eléctricos e híbridos, lo cual, junto con los incentivos implementados anteriormente mantiene las ventas de los vehículos eléctricos e híbridos en aumento al 2019.

Similarmente, 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 una tarifa diferenciada para la carga de los vehículos eléctricos e híbridos se disminuyen los costos de operación de dichos vehículos, ganando competitividad frente a los vehículos de motor de combustión interna, haciendo que la tecnología sea más accesible.

En el caso de Uruguay, la línea del tiempo en la siguiente figura muestra aquellas principales políticas e incentivos adoptados en orden cronológico.

Figura N° 19 – Políticas y adopción en Uruguay



Fuente: Statista. Elaborado por EY

- 2012
 - 1 Exoneración de impuesto a la renta empresarial (devolución)
 - 2 Reducción del Impuesto Específico Interno para vehículos híbridos y eléctricos
- 2017
 - 3 Proyecto MOVES
 - 4 Eliminación de aranceles de importación para vehículos eléctricos de transporte de mercancías, vehículos livianos y baterías
 - 5 Instalación de corredores de carga pública en toda la costa uruguaya
- 2019
 - 6 Exoneración del pago de la patente de rodados para los vehículos eléctricos (depende del valor de mercado)
 - 7 Subsidios para la compra de buses eléctricos
 - 8 Descuentos en seguros vehiculares
- 2020
 - 9 Tarifas horarias diferenciadas para vehículos eléctricos, así como para centros de carga pública
 - 10 Adquisición de 30 unidades de buses
- 2025
 - 11
 - Contribuciones determinadas a nivel nacional. Meta al 2025:
 - Adopción de 110 buses y 550 taxis
 - Adopción de 900 vehículos utilitarios
 - Reemplazar el 5% de la flota vehicular con vehículos eléctricos

2.4 Principales lecciones aprendidas

A continuación, se presentan las principales lecciones aprendidas de las políticas implementadas:

- 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. Los incentivos orientados a reducir los costos de adquisición tales como subsidios, bonos o exenciones han resultado ser positivos para la adopción de la nueva tecnología. En todos los países analizados se implementaron políticas de reducción de costos de adquisición y operación. En el 89% de los países se observa una alta correlación entre ventas y las políticas de reducción de costos de adquisición. En cuanto a 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, dichos países representan el 33% donde se observa alta correlación entre ventas y las políticas de reducción de costos de operación.
- Se sugiere tener en cuenta que 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. No hacerlo podría muy bien derivar en no generar una mayor velocidad de cambio. 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.
- Por otra parte, 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. 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.
- La introducción de incentivos para la electromovilidad es más efectiva si se complementan con políticas que restrinjan tecnologías contaminantes: la adopción de impuestos a combustibles contaminantes en función al carbono o impuestos vehiculares según rendimiento o estándares de emisiones ayudan también a desincentivar el uso de vehículos contaminantes.
- Considerar el transporte público como prioridad para fomentar la electromovilidad. 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. Esto se debe principalmente al impacto de los vehículos de transporte público que, a diferencia de los vehículos privados, circulan durante todo el día y cubren un mayor número de viajes. Adicionalmente, al ser regulado por el Estado, se pueden establecer obligaciones e incentivos con mayor facilidad. 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% donde 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.

- Se requiere garantizar la estabilidad de los incentivos con plazos definidos: por ello, se sugiere que el Estado sea transparente sobre los plazos de los incentivos, ya que, si existe incertidumbre puede afectar en la efectividad de los incentivos. Por otro lado, esto también permite brindar predictibilidad al mercado y resultar en la aceleración del proceso de decisión de los consumidores al optar por estas tecnologías para aprovechar los incentivos.
- La implementación de proyectos requiere el trabajo articulado de diversos actores del sector público y privado, entre ellos, transporte, energía, ambiente, economía y el financiero. Se enfatiza en la participación de este último para crear estrategias específicas de financiamiento. Asimismo, los organismos internacionales también tienen un rol en la implementación de proyectos de electromovilidad.
- Los vehículos del tipo híbridos suaves (MHEV) no han sido objeto de incentivos en la mayoría los países analizados en la sección anterior: 89% de dichos países no presenta incentivos para los MHEV. En el caso de España se ha abierto incluso el debate respecto al etiquetado ambiental “ECO” de la Dirección General de Tráfico (DGT) para vehículos MHEV, pues se habría encontrado que algunos modelos de MHEV contaminan incluso más que vehículos del tipo ICE más convencionales debido al tamaño y potencia del motor. Sin embargo, estos no son contemplados dentro del plan MOVES de España para promover la electromovilidad.
- 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.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los principales ejes promovidos en los países de la región que se relacionan con un incremento en la adopción de vehículos eléctricos e híbridos, además de oportunidades para seguir impulsando el mercado.

Tabla N° 29 - Principales incentivos implementados y oportunidades adicionales

País	Ejes de mayor impacto	Aspectos por resolver
Noruega	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costos de adquisición (reducción de impuestos) • Promover la implementación acelerada de sistemas de carga 	<ul style="list-style-type: none"> • Meta del Parlamento Noruego: Lograr que el 100% de las ventas de vehículos nuevos sean cero emisiones para el año 2025.
España	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costos de adquisición (subvenciones) • Reducción de costos de operación (tarifas eléctricas preferentes) 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la implementación acelerada de sistemas de carga¹³

¹³ Según el Barómetro de la Electromovilidad publicado por la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (Anfac) (junio, 2020) en donde sitúa a España en la última posición en Europa por el escaso desarrollo de infraestructura de carga.

País	Ejes de mayor impacto	Aspectos por resolver
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> Promover el desarrollo de industrias y servicios conexos (producción local) Promover la implementación de sistemas de carga Reducción de costos de adquisición (reducción de impuestos) 	<ul style="list-style-type: none"> Reevaluar la promoción de vehículos con motores flex-fuel e impulso a la utilización de etanol como combustible¹⁴
México	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de costos de adquisición (reducción de impuestos) Promover la implementación de sistemas de carga (domiciliario y público; y, reducción de impuestos) Reducción de costos de operación (tarifas eléctricas preferentes) Promover vehículos eléctricos en transporte de mercancías (crédito tributario en el impuesto a la renta) 	<ul style="list-style-type: none"> Retomar la propuesta de Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de costos de adquisición (reducción de impuestos) Promover vehículos eléctricos en flotas de transporte público 	<ul style="list-style-type: none"> Promover la implementación acelerada de sistemas de carga¹⁵
Chile	<ul style="list-style-type: none"> Promover vehículos eléctricos en flotas de transporte público (buses y renovación de taxis colectivos) Reducción de costos de adquisición (exención de impuesto a la contaminación vehicular) Promover la implementación de sistemas de carga (redes de carga) 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar la implementación de tarifas eléctricas técnicas específicas para la electromovilidad¹⁶
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> Hubo una demanda inicial, la que luego ha ido desmejorando. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover la implementación de sistemas de carga (redes de carga) Incentivos que incluyan a los vehículos híbridos Evaluar incentivos de operación frente a un precio de combustible bajo (menor que el promedio regional)¹⁷
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de costos de adquisición (exoneración de impuestos) Reducción de costos de operación (tarifas eléctricas preferentes; exoneración de impuestos y pago de parquímetros) 	<ul style="list-style-type: none"> Promover vehículos eléctricos en flotas de transporte público

¹⁴ Según estudio del BID (marzo, 2019). Análisis de tecnología, industria, y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe.

¹⁵ Según lo presentado en La República, Colombia (octubre, 2020). Conozca cuál es la oferta de estaciones de carga eléctrica en el territorio colombiano.

¹⁶ Según lo presentado por la CEPAL (2020) en su Análisis de las tarifas del sector eléctrico, la tarifa de Chile se encuentra por encima del promedio regional.

¹⁷ Según datos de la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) presentados por el Banco Mundial. Precio de la gasolina para el usuario (US\$ por litro), el precio en Ecuador es más bajo que el promedio regional.

País	Ejes de mayor impacto	Aspectos por resolver
Uruguay	<ul style="list-style-type: none"> • Promover vehículos eléctricos en transporte de mercancías (crédito tributario en el impuesto a la renta) • Reducción de costos de adquisición (exoneración de impuestos) • Promover la implementación de sistemas de carga (redes de carga) 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover vehículos eléctricos en flotas de transporte público

Elaborado por EY

En el Perú, como se está abordando la promoción de la electromovilidad en forma tardía, incluso respecto a la región latinoamericana, la propuesta sugiere ser lo más integral posible, a fin de que no queden aspectos por resolver que ralenticen la adopción de vehículos menos contaminantes.

3. Avances y ventajas de la electromovilidad en el Perú

A fin de establecer los antecedentes locales del Plan Nacional de Electromovilidad, se revisan los avances en la electromovilidad en el Perú, incluyendo las acciones ya desarrolladas por el Estado y las iniciativas del Sector Privado; así como también se identifican las ventajas que tiene el Perú respecto al desarrollo de la electromovilidad.

3.1 Avances en la electromovilidad en Perú

La siguiente figura muestra el avance del Estado Peruano para proporcionar un marco legal para el desarrollo de la electromovilidad y en paralelo se muestra la evolución de las ventas de vehículos híbridos y eléctricos. En la siguiente tabla se describen las principales acciones tomadas a nivel legislativo y regulatorio para promover la movilidad eléctrica en el país.

3.1.1 Base legal

La siguiente es la base legal relacionada a la propuesta del Plan Nacional de Electromovilidad y se encuentra organizada por sector, así como por las normas que resultan aplicables a la electromovilidad.

Marco legal ambiental:

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente
- Ley N° 30754, Ley marco sobre Cambio Climático
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido
- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, Aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- Decreto Supremo N° 009-2012-MINAM, Modifican Decreto N° 047-2001-MTC, que establece Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que circulen en la Red Vial.
- Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM, Aprueba disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO).
- Decreto Supremo N° 011-2015-MINAM, Aprueban la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático.
- Decreto Supremo N° 058-2016-RE, Ratifican el Acuerdo de París.
- Resolución Suprema N° 005-2016-MINAM, Conforman 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.
- Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias

- Decreto Supremo N° 010-2017-MINAM, Establecen Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisiones atmosféricas para vehículos automotores.
- Decreto Supremo N° 013-2019-MINAM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático

Marco legal del sector transporte:

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente
- Ley N° 30754, Ley marco sobre Cambio Climático
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido
- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, Aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- Decreto Supremo N° 009-2012-MINAM, Modifican Decreto N° 047-2001-MTC, que establece Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que circulen en la Red Vial.
- Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM, Aprueba disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO).
- Decreto Supremo N° 011-2015-MINAM, Aprueban la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático.
- Decreto Supremo N° 058-2016-RE, Ratifican el Acuerdo de París.
- Resolución Suprema N° 005-2016-MINAM, Conforman 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.
- Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias
- Decreto Supremo N° 010-2017-MINAM, Establecen Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisiones atmosféricas para vehículos automotores.
- Decreto Supremo N° 013-2019-MINAM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático

Marco legal del sector energía:

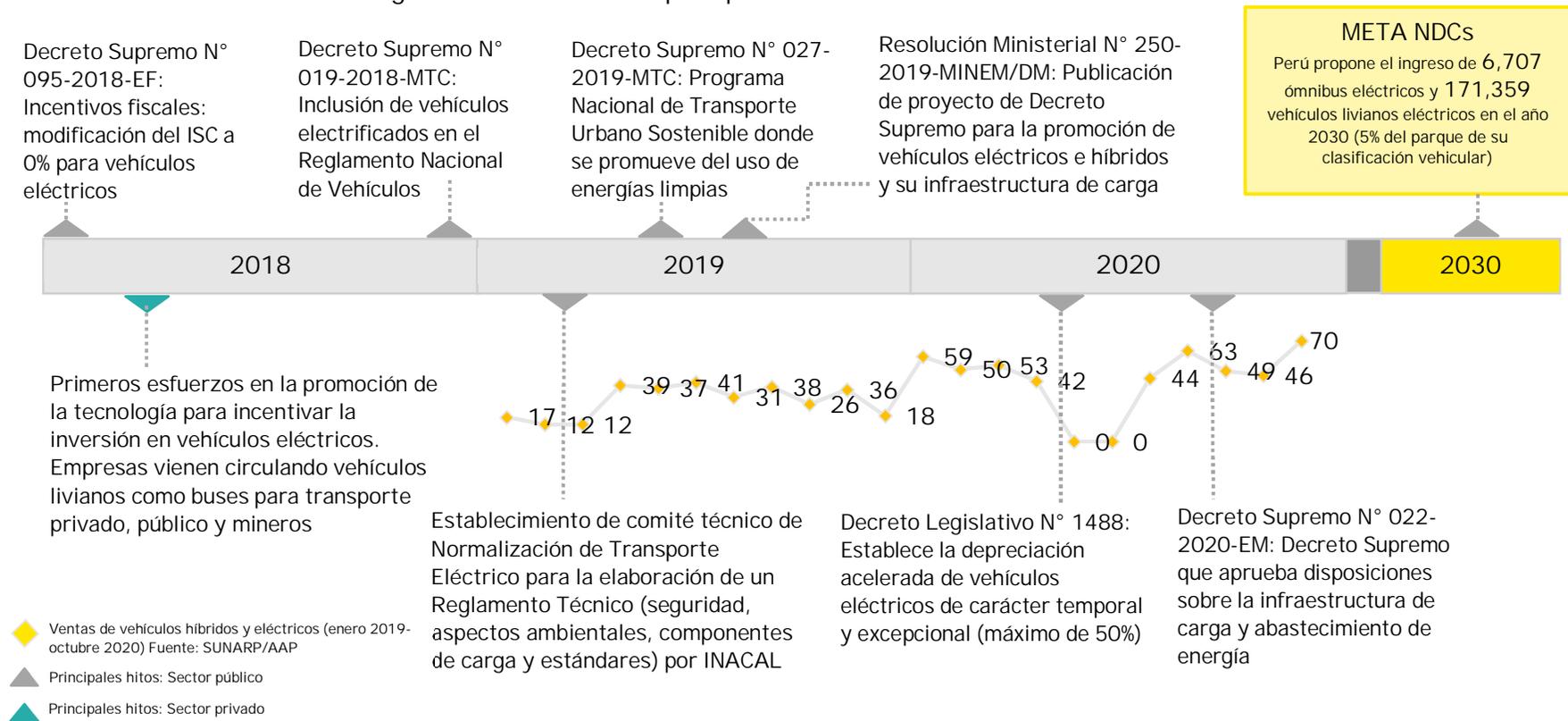
- Ley N° 27345, Aprueban Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía
- Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas.
- Decreto Supremo N° 053-2007-EM, Reglamento de la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía
- Resolución Ministerial N° 533-2016-MEM/DM, Aprueban actualización del Plan Estratégico Sectorial Multianual - PESEM 2016 - 2020 y el Plan Estratégico Institucional - EI 2017 - 2019 del Ministerio de Energía y Minas.

Normativa aplicable a la electromovilidad:

- Decreto Supremo N° 095-2018-EF, Modifican el Literal A del Nuevo Apéndice IV del Texto Único Ordenado de la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo.
- Decreto Supremo N° 019-2018-MTC, Modifica el Reglamento Nacional de Vehículos
- Decreto Supremo N° 181-2019-EF, Decreto Supremos que modifica el Impuesto Selectivo al Consumo aplicable a los bienes del Nuevo Apéndice IV del TUO de la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo y el Reglamento de la Ley del Impuesto a la Renta.
- Decreto Supremo N° 027-2019-MTC, Decreto Supremo que crea el Programa Nacional de Transporte Urbano Sostenible
- Decreto Supremo N° 022-2020-EM, Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica.
- Decreto Legislativo N° 1488, Decreto Legislativo que establece un régimen especial de depreciación y modifica plazos de depreciación.

3.1.2 Acciones tomadas a nivel país para promover la electromovilidad

Figura N° 20 - Acciones para promover la electromovilidad en el Perú



Fuente: AAP, 2020; Grupo de Trabajo Multisectorial, 2018. Elaborado por EY

Tabla N° 30 – Acciones tomadas para promover la electromovilidad en el País

Año	Descripción
2014	<p>Donación de autos híbridos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP20)</p> <p>La Cancillería de Perú recibió 171 vehículos híbridos, con un costo total que ascendía a USD 10 millones, como donación del Gobierno de Japón para ser utilizados por los ministerios y gobiernos regionales con el objetivo de difundir la nueva tecnología y sus beneficios en el país. Esto se dio en el marco de la COP20 que se realizó en Lima ese año (La Vanguardia, 2014).</p>
2017	<p>NAMA¹⁸ para el sector energía – MINEM, tiene como objetivo “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”. Se buscan los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las normas para promover el transporte eléctrico e híbrido a nivel nacional. • Implementación de pilotos con buses y vehículos livianos eléctricos con batería. • Promoción del desarrollo de infraestructura para la masificación de transporte eléctrico. • Implementación del etiquetado y fichas de homologación de vehículos eléctricos e híbridos en el sector público. • Cambio de cultura hacia un transporte eficiente y limpio (MINEM, 2020).
2018	<p>Mayo</p> <p>Incentivos Fiscales Impuesto Selectivo al Consumo La tasa del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) es de 0% para vehículos eléctricos e híbridos buscando fomentar la adquisición de vehículos menos contaminantes según la modificación realizada en el 2018 según Decreto Supremo N° 095-2018-EF. Norma que modifica el literal A del Nuevo Apéndice IV del Texto Único Ordenado de la Ley del IGV e ISC, publicado el 9.5.2018 (SUNAT, 2018).</p>
	<p>Diciembre</p> <p>Inclusión de vehículos electrificados en el Reglamento Nacional de Vehículos Se fija una nueva clasificación vehicular incorporando vehículos eléctricos con batería y bicicletas de pedaleo asistido. Asimismo, se compromete a establecer el registro de Homologación Vehicular para el cumplimiento de las normas de seguridad y los límites en las emisiones contaminantes (MTC, 2018).</p>
2019	<p>Marzo</p> <p>Establecimiento de comité técnico para la elaboración de un Reglamento Técnico INACAL instaló el Comité Técnico de Normalización de Transporte Eléctrico con el objetivo de elaborar las Normas Técnicas Peruanas (NTP) para el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos. En cuanto a la carga, las NTP se enfocan principalmente en los requisitos de seguridad, aspectos ambientales, componentes de carga y adopción de estándares internacionales (INACAL, 2019).</p>
	<p>Julio</p> <p>Programa Nacional de Transporte Urbano Sostenible En julio 2019, el MTC bajo DS -027-2019 crea el Programa Nacional de Transporte Urbano Sostenible. El objetivo general del PROMOVILIDAD es promover Sistemas Integrados de Transporte en las ciudades de su</p>

¹⁸ El proyecto NAMAs: Nacionales Apropiadadas de Mitigación en los sectores de generación de energía y su uso final en el Perú.

Año	Descripción
	<p>ámbito de intervención, con un enfoque de movilidad urbana sostenible y de género, bajo estándares de calidad, eficiencia, confiabilidad, accesibilidad, sostenibilidad financiera, equidad vertical y horizontal, promoción del uso de energías limpias incluyendo las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y trato prioritario a las personas en situación de vulnerabilidad y de grupos de especial protección (El Peruano, 2019).</p> <p>Aprueba Plan Nacional de Competitividad y Productividad La medida de la política 9.4: Estrategia de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios: Se plantea implementar instrumentos normativos que fomenten la electrificación del sector transporte, los cuales, entre otros aspectos, incluyen la adecuación del Reglamento Nacional de Vehículos con el fin de considerar características particulares de vehículos eléctricos.</p> <p>Además, la política 9.5 establece el Bono de chatarreo. El programa brinda incentivos para el retiro y procesamiento de los vehículos que cuenten con determinada antigüedad, y la adquisición de vehículos nuevos que cumplan con estándares de emisiones adecuados (Consejo de competitividad y formalización, 2019).</p>
Agosto	<p>Publicación de proyecto de Decreto Supremo para la promoción de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de carga MINEM publicó un proyecto de Decreto Supremo que aprueba disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de abastecimiento (MINEM, 2019).</p>
Noviembre	<p>Incentivos para el fomento del chatarreo: Mediante el decreto de urgencia N° 029-2019 se establecen incentivos para el fomento del chatarreo. El Objetivo es reducir las emisiones de GEI y contaminantes locales que afecten a la salud pública, así como, contribuir a reducir la siniestralidad en las vías públicas y al resguardo de la seguridad vial (El Peruano, 2019).</p>
2020	<p>Depreciación acelerada de vehículos eléctricos: DL1488: Se estableció de manera excepcional y temporal, a fin de promover la inversión privada y otorgar mayor liquidez dada la actual coyuntura económica por efectos del COVID-19. Los vehículos eléctricos e híbridos adquiridos en los ejercicios 2020 y 2021, afectados a la producción de rentas gravadas, se depreciarán hasta con un máximo de 50%. A partir del ejercicio gravable 2021 (El Peruano, 2020).</p> <p>Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía DS N° 022-2020-EM Indica que el servicio de carga de baterías puede ser brindado como un servicio adicional en los establecimientos de venta al público de combustibles. Se establecen roles de fiscalización y supervisión (El Peruano, 2019).</p>

Elaborado por EY

3.1.3 Participación del sector privado en la promoción de la tecnología para incentivar la inversión en vehículos eléctricos

Adicionalmente a los avances en el marco regulatorio relacionado con la movilidad eléctrica, empresas privadas vienen desarrollando proyectos que han permitido probar la tecnología tanto a nivel de movilidad liviana como buses para transporte público y mineros.

En la siguiente tabla se detallan los proyectos de movilidad eléctrica en transporte terrestre de pasajeros y estaciones de carga:

Tabla N° 31 – Proyectos promovidos por el sector privado Perú

Tipo de proyecto	Proyecto	Actores involucrados
Buses	<p>2018 - A fines del año 2018, la Municipalidad de San Isidro en conjunto con la empresa proveedora de servicios energéticos Engie puso en funcionamiento un bus eléctrico con batería como parte del servicio MiBus, red de transporte gratuito para vecinos y visitantes del distrito. El bus es 100% eléctrico y no emite ningún tipo de emisión contaminante (RPP, 2019).</p> <p>Entre setiembre a diciembre del 2018 recorrieron 1,713 km (40 km/día) con una tarifa de 1.6 USD/día (ElectroTransporte, 2019).</p>	<p>Proveedor de vehículos: BYD</p> <p>Sector público: Municipalidad de San Isidro</p> <p>Empresa proveedora de servicios energéticos: Engie Services Perú S.A.</p>
Buses	<p>2019 - A partir de marzo del 2019, la Municipalidad de San Borja en convenio con BYD, impulsó un proyecto piloto de bus eléctrico con batería como parte de un plan de transporte multimodal que fomenta alternativas de movilidad sostenible (Municipalidad de San Borja, 2019). Además, en diciembre del mismo año, 2 buses eléctricos con batería se añadieron a la flota (El Comercio, 2019).</p>	<p>Proveedor de vehículos: BYD</p> <p>Sector público: Municipalidad de San Borja</p>
Buses	<p>2019 - En abril del 2019, BYD y la empresa de transportes ETUL 4, lanzaron el primer bus eléctrico con recorrido tradicional y establecido en la ciudad de Lima.</p> <p>El bus marca BYD modelo K9G para 80 pasajeros, es el primero en operar en el sistema de transporte tradicional en la novena ruta de San Juan de Lurigancho a Chorrillos (Digital, 2019).</p>	<p>Proveedor de vehículos: BYD</p> <p>Empresa de transporte: ETUL 4</p>
Buses	<p>2019 - La empresa Gold Fields, de la mano con Engie, pusieron en marcha un bus minero eléctrico con batería, con autonomía de 280 kilómetros, para el traslado de personal del proyecto minero Cerro Corona en el Departamento de Cajamarca.</p>	<p>Empresa proveedora de servicios energéticos: Engie</p> <p>Proveedor de vehículos: BYD</p>

Tipo de proyecto	Proyecto	Actores involucrados
	Asimismo, se instaló un sistema de carga eléctrico a 3,998 msnm, la electrolinera más alta del mundo (Engie, 2019).	Empresa operadora: Gold Fields
Buses	<p>2019 – Proyecto E-bus, iniciativa de Enel X como parte de la alianza internacional con la <i>Global Sustainable Electricity Partnership</i> (GSEP), e <i>Hydro-Québec</i> (empresa pública canadiense de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica limpia) firmaron un convenio con el MINEM, MINAM, MTC, y Protransporte (operador del bus) para integrar el bus eléctrico con batería en el Corredor Rojo , el cual comprende la Avenida Javier Prado hasta la Avenida Elmer Faucett, en la ciudad de Lima a partir del mes de setiembre del presente año (El Comercio, 2018). Durante su primer mes de funcionamiento recorrió 5,000 kilómetros, y de esta manera evitó la emisión de 6 toneladas de CO₂ (El Comercio, 2020).</p> <p>Asimismo, se cuenta con el sistema Viricity el cual transfiere datos en tiempo real sobre la operación y el funcionamiento de los vehículos, así como datos relacionados a la ruta que recorre, velocidad promedio, posibles paradas y ubicación en tiempo real (Enel X, 2018).</p>	<p>Empresa proveedora de servicios energéticos: Enel X</p> <p>Sector público: MINAM, MINEM, MTC y Protransporte</p> <p>Empresa operadora: Protransporte</p>
Taxis	2019 - Iniciativa privada relacionada a taxis eléctricos en la ciudad de Lima. La empresa Taxi Directo opera dos vehículos eléctricos con batería marca BYD modelo e5 y tiene a disposición un cargador de Enel de 7kW. Además, opera un vehículo eléctrico con batería marca Hyundai modelo Ioniq eléctrico el cual es provisto de energía por un cargador de Engie de 22kw.	<p>Empresas proveedoras de servicios energéticos</p> <p>Sector público: MINEM</p> <p>Empresa operadora: Taxi Directo</p> <p>Empresa proveedora de vehículos: BYD, Hyundai</p>
Estaciones de carga	<p>2020 - Iniciativa privada liderada por Enel X. La empresa ha instalado más de 40 puntos de carga en 23 ciudades, inaugurando así la primera red de electrolineras del país. Los cargadores equipados en las electrolineras tienen una capacidad de carga equivalente a cargar el vehículo en 7 horas. (COES, 2019) (Enel X, 2020).</p> <p>Asimismo, en el 2019 Primax junto con Schell inauguraron el primer cargador rápido en una estación de servicio en la estación Primax Castaños, en la avenida Javier Prado Oeste 1895 (ElectroTransporte, 2019).</p>	<p>Empresa operadora: Enel X</p> <p>Estaciones de servicio: Primax, Schell</p>

Elaborado por EY

3.1.4 Perspectiva de empresas importadoras de vehículos - contexto, desafíos y oportunidades vinculadas a la electromovilidad

Para complementar el análisis de la situación actual a nivel nacional e identificar los desafíos y oportunidades vinculados a la electromovilidad, se realizó una encuesta a través la cual permitió conocer las opiniones de los 13 principales grupos automotrices, que representan el 87% de la cantidad de vehículos vendidos en el país. A continuación, algunas conclusiones importantes del resultado de las encuestas:

- El 31% de estas empresas señalan que ya se encuentran ofertando vehículos electrificados: 3 se encuentran ofertando vehículos BEV; 1 ofrece vehículos PHEV; y 3 indican que ofertan vehículos HEV. De las empresas que aún no ofertan vehículos electrificados, el 44% afirma que se requiere infraestructura de carga, el 44% indica que se requiere marco regulatorio e incentivos del gobierno y el 44% espera que mejore la demanda por los vehículos electrificados.
- Si el gobierno ofreciera incentivos a la adquisición de vehículos electrificados, el 85% de las empresas estarían dispuestas a ofrecer un descuento adicional a este tipo de vehículos para ayudar a incentivar e impulsar la demanda de vehículos eléctricos.
- El 44% de las empresas indican que tienen planificado invertir en infraestructura de carga en un horizonte de 2 años como parte del despliegue de la electromovilidad en el Perú. Dentro de lo comentado se señala que esta inversión se dará dentro de las instalaciones de los talleres y redes de concesionarios.
- Como condiciones habilitantes, las compañías están de acuerdo de forma unánime que lo más importante son los incentivos para el desarrollo de la infraestructura de carga pública y privada, los beneficios tributarios para la importación/comercialización para personas jurídicas, y los incentivos a la adquisición para personas naturales, de vehículos eléctricos y sus repuestos. Asimismo, 85% de las compañías señalan que se necesitan políticas públicas o incentivos y un marco regulatorio claro al igual que preciso, que favorezcan las tecnologías limpias y promuevan la renovación del parque automotor.

3.2 Ventajas para el desarrollo de la electromovilidad en el Perú

3.2.1 Matriz energética

Los vehículos eléctricos con batería generan menor contaminación ambiental de CO₂ frente a un vehículo ICE por el uso de energía eléctrica en lugar de combustibles fósiles, sin embargo, el nivel de reducción real de contaminación ambiental depende de la fuente de generación de la energía eléctrica utilizada para la carga. Así, a menor uso de combustibles fósiles para la generación de electricidad, el impacto en la reducción de la contaminación por el uso de un vehículo eléctrico con batería en lugar de un vehículo ICE será mayor. En este sentido, el potencial que tiene el país para reducir las emisiones provenientes de los vehículos es significativo debido a su matriz energética.

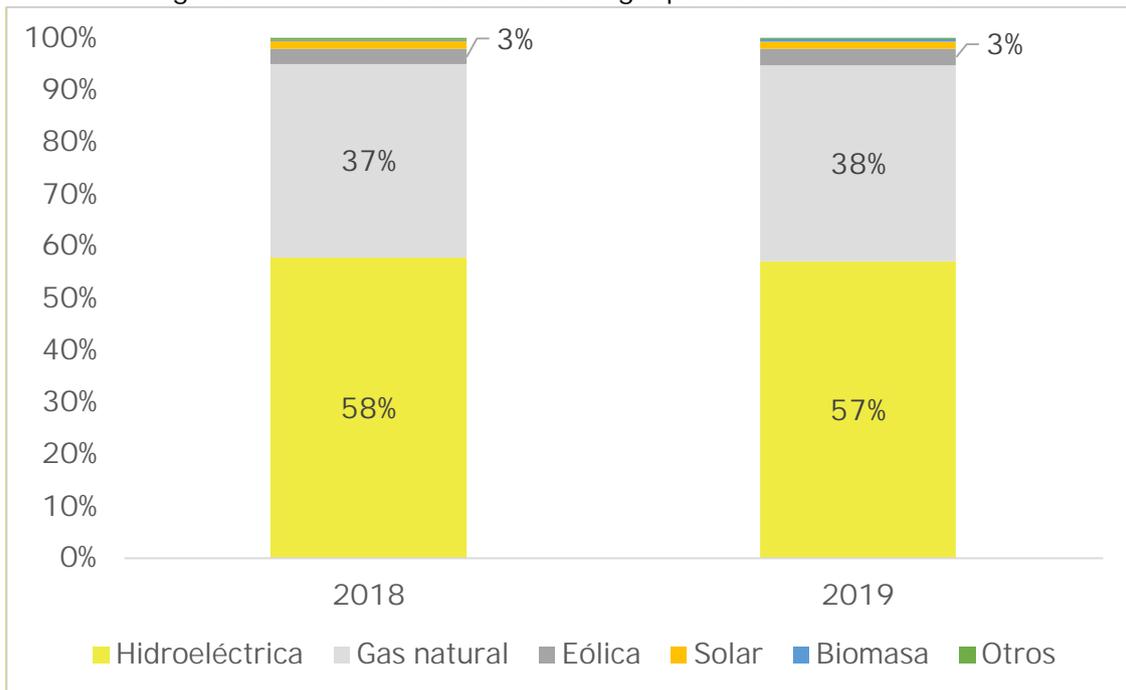
La matriz energética representa la distribución de las fuentes de cada tipo de energía: hidroeléctrica, solar, eólica, biomasa, geotérmica o combustibles fósiles como petróleo, gas y carbón.

A nivel mundial, se tiene una matriz energética compuesta en promedio por: 38% de carbón mineral, 23% de gas natural, 16% hidroeléctrica, 10% nuclear y el resto compuesto por eólica, solar, geotérmica, diésel y otros derivados del petróleo (IEA, 2018).

A nivel regional, el 54.8% de la energía eléctrica proviene del recurso hídrico, el 18.9% de gas natural seguido por 7.5% de derivados del petróleo y diésel, biocombustibles (5.5%) y carbón (5.1%) (IEA, 2018).

En el Perú, durante el 2019 se tuvo una participación del 57.04% de recursos hídricos y 37.72% de gas natural. En cuanto a la generación de recursos renovables no convencionales, esta representó 5.03% de la energía producida (solar, eólica y biomasa), en comparación con 4.69% en el 2018. Finalmente, los derivados del petróleo (diésel y residual) y el carbón, representaron alrededor del 0.21% en el 2019 a comparación de 0.35% en el 2018 (COES, 2019).

Figura N° 21 - Generación de energía por fuente 2018 - 2019



Fuente: COES, 2019. Elaborado por EY

Tabla N° 32 - Producción energética por fuente de energía (GWh)

Fuente de energía	2018	2019
Hidroeléctrica	29,357.91	30,168.43
Gas natural	18,897.20	19,950.70
Eólica	1,493.63	1,646.16
Solar	745.19	761.73
Biomasa	144.41	251.90
Otros	178.46	110.22
TOTAL	50,816.80	52,889.14

Fuente: COES, 2019

Asimismo, debido a las condiciones geográficas del país, el Perú tiene un gran potencial para la generación de energía de fuentes renovables. Según el último ranking RECAI 2019 elaborado por EY, el Perú se mantiene como el quinto país latinoamericano más atractivo para invertir en energías renovables (detrás de Argentina, Chile, Brasil y México). En el 2019, el Perú retrocedió cinco posiciones dentro del ranking global, pasando de la ubicación 33 a la 38, explicado principalmente por la falta de incentivos para el uso o inversión en energías renovables (EY, 2019).

Tabla N° 33 - Tipos de fuentes de energía renovable

Tipo de energía	Descripción
Solar	El Perú está ubicado en una zona privilegiada para el desarrollo de la energía solar debido a su proximidad a la línea ecuatorial, lo que permite contar con más horas de sol durante la mayor parte del año con respecto, por ejemplo, a los países nórdicos. Los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna son

Tipo de energía	Descripción
	los que presentan mejores condiciones dado que la irradiación directa normal se encuentra en el intervalo 7.5 kWh/ m2 y 8.5 kWh/m2 (OSINERGMIN, 2019).
Eólica	El mayor potencial eólico se encuentra en la costa (Piura, Lambayeque, La Libertad, Áncash, Ica y Arequipa) con velocidades de viento promedio de 6 y 12 m/s (a una altura promedio de aerogenerador de 100 m). En la sierra, la velocidad del viento se encuentra entre los 6 y 9 m/s, siendo Cajamarca la que más destaca. La selva tiene un menor potencial comparado con la costa y sierra (OSINERGMIN, 2019).
Biomasa	En el Perú, se han estimado 13 tipos de cultivos que producen suficientes residuos que pueden ser aprovechados para la generación de electricidad. El potencial de la energía a partir de la biomasa se distribuye heterogéneamente. Lima, Lambayeque y Loreto tienen un gran potencial de generación eléctrica en base a residuos de caña de azúcar. Por otro lado, en Amazonas, Puno y Tacna, se pueden aprovechar los residuos del arroz. En la selva, Loreto y San Martín pueden utilizar el fruto de palma, caña de azúcar y arroz (OSINERGMIN, 2019).

Fuente: OSINERGMIN, 2019

3.2.2 Balanza comercial de petróleo negativa

Uno de los combustibles más utilizados para la propulsión de vehículos es el petróleo. Este combustible, además de ser altamente contaminante, es importado en grandes cantidades, lo que nos hace dependientes de las importaciones de otros países y las potenciales variabilidades del mercado internacional. La electromovilidad reduce la dependencia de importaciones de combustibles fósiles.

El sector con mayor consumo energético es el transporte. En el año 2018, este representó el 40.1% del total del consumo (359 798,1 TJ) energético y 76.8% de petróleo y derivados (MINEM, 2020). Asimismo, el Perú se ve obligado a importar alrededor de 210 mil barriles de petróleo para cubrir la demanda actual del mercado ya que la producción nacional cubre sólo un tercio de lo requerido para el parque automotor y la industria nacional.

Tabla N° 34 - Importaciones de Hidrocarburos, 2015-2018 (en miles de dólares)

Tipo de Hidrocarburo	2015	2016	2017	2018
Crudo	1,642,255	1,600,634	2,458,799	2,853,825
GLP/Propano/Butano	40,172	60,124	109,992	208,664
Gasolinas	380,894	423,613	559,352	716,835
Destilados medios	1,526,737	1,602,706	2,047,810	2,661,153
Otros	258,932	276,286	267,397	321,944
Residuales/IFO/Fuel Oil		6,255	7,936	
TOTAL	3,848,989	3,969,618	5,451,287	6,762,421

Fuente: MINEM, 2020

En cuanto a las exportaciones, si bien han venido incrementando, no equiparan a las importaciones de hidrocarburos. En términos monetarios, la balanza comercial de hidrocarburos presenta un déficit de US\$ 2,625 millones (MINEM, 2020).

Tabla N° 35 – Exportaciones de Hidrocarburos 2015 – 2018 (miles de USD)

Tipo de hidrocarburo	2015	2016	2017	2018
Crudo	120,071	24,016	25,644	138,874
GLP/Propano/Butano	34,4278	32,047	31,875	4,193
Gasolinas	860,198	789,710	1,091,366	1,182,052
Destilados medios	436,809	449,357	589,756	783,496
Otros	26,988	19,404	17,003	25,212
Residuales/IFO/Fuel Oil	385,145	406,790	727,719	1,004,711
Gas natural	449,075	522,172	747,859	998,646
TOTAL	2,312,714	2,243,495	3,231,223	4,137,183

Fuente: MINEM, 2020

El uso de vehículos electrificados implicaría una menor demanda de petróleo y ayudaría a reducir el déficit de la balanza comercial y generar así un impacto positivo en el PBI.

3.2.3 Producción nacional de cobre y litio

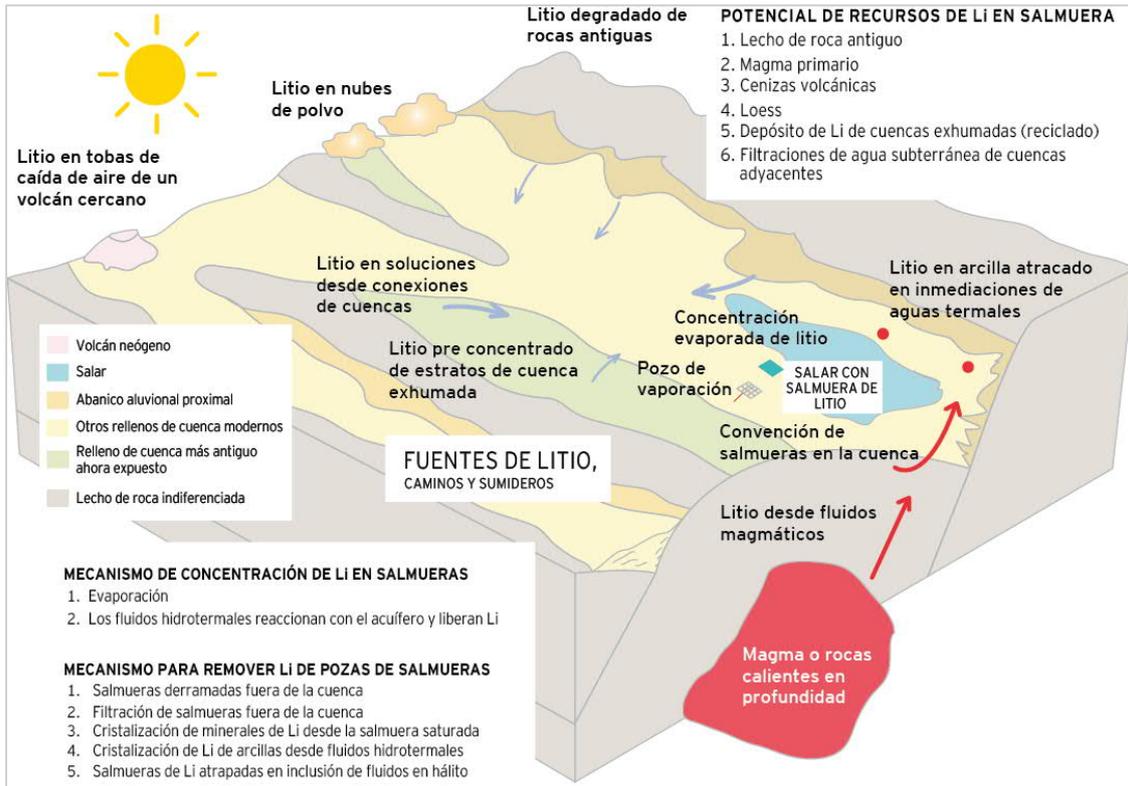
Con una mayor adopción a nivel global de vehículos electrificados en los próximos años y la necesidad de contar con baterías de mayor densidad, se incrementará la demanda de litio. En el 2019 la demanda de litio fue de 17 kilotoneladas (kt) y se estima que para el 2030 sea de 185 kt (IEA, 2020).

En el Perú en 2019 se identificó un yacimiento de litio en Macusani, Puno, el cual se estima que aloja 2.34 millones de toneladas de litio, y se ubica entre los más grandes a nivel mundial (AméricaEconomía, 2019). Según pruebas realizadas por la minera Macusani Yellowcake, se puede obtener una recuperación de carbono de litio superior al 99,74% llegando hasta los 99.82% de recuperación adherido a otros elementos como el uranio, cesio, rodio, aluminio y potasio, haciéndolo prácticamente puro y no mezclado con otros productos que impidan su explotación. Algunos de los países con mayores reservas de litio en el mundo son: Bolivia con 21 millones de toneladas, Argentina con 17 millones y Chile con 9 millones de toneladas (Tiempo Minero, 2019).

Se propone considerar el crecimiento de la demanda de litio como una oportunidad para aprovechar las reservas disponibles de litio en Perú, a fin de desarrollar una oferta no solo de materia prima, sino también, de bienes intermedios para baterías de los vehículos eléctricos, o incluso para la fabricación de las mismas baterías. En el Perú contamos con varias fábricas de baterías convencionales que le dan una base factual a dicho segmento de la industria.

En la siguiente figura, se puede observar un modelo de depósito para salmuera de litio, así como la descripción resumida de los procesos de extracción y el potencial de minerales que se encuentran en la salmuera de litio.

Figura N° 22 – Modelo de depósito para salmuera de litio



Fuente: OSINERGMIN, 2019

Con respecto al cobre, los vehículos eléctricos contienen casi cuatro veces la cantidad requerida por un vehículo convencional: 83kg versus 23 kg de cobre. Se estima que, debido a una mayor adopción de vehículos electrificados la demanda de cobre pase de 68 kt en 2020 a 250 kt en 2030, incrementándose en más de 2.5 veces (International Copper Association, 2017).

Perú puede aprovechar el incremento de la demanda de cobre al ser el segundo productor de cobre a nivel mundial. En el 2018 su producción fue de 2.4 millones de toneladas (11.6% de la producción mundial) (Bnamericas, 2020).

4. Justificación

Con el fin de sustentar el establecimiento de un Plan Nacional de Electromovilidad, se analiza la necesidad de una política pública en favor de incentivar la implementación y el desarrollo de la electromovilidad en el Perú.

4.1 El problema público y la electromovilidad como alternativa de solución

4.1.1 Delimitación del problema público

El problema público se define como la diferencia entre una situación actual y una situación deseada posible cuando se presentan las siguientes situaciones de carácter público (CEPLAN, 2018):

- Carencias o necesidades en las personas o su entorno; una oportunidad de mejora; o un riesgo que se desea evitar.
- Situación indeseable, calificado por los actores del ámbito político o sociedad civil, que afecta de manera directa y/o indirecta en el bienestar de las personas.
- Se requiere de la intervención del sector público para atender el problema.

a. Levantamiento de la evidencia relacionada al problema público

A continuación se presenta la evidencia recopilada relacionada al problema público, el cual se propone en la sección 4.1.

i. Tamaño del Parque Automotor en el Perú

El término *parque automotor* corresponde a aquellos vehículos inscritos (matriculados) que existen en un determinado año, menos las bajas producidas (aquellos vehículos retirados de circulación) (CEPAL, 2021). La creación y expansión de las principales ciudades, al igual que la disponibilidad y mejoramiento de infraestructura como carreteras y pistas, el crecimiento de la población y el despegue económico en ciertas regiones en la última década han contribuido con el incremento del parque automotor de país (MTC, 2018).

Como se muestra en la siguiente tabla, 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). Cabe precisar que no se incluyen vehículos menores en el presente análisis (MTC, 2018).

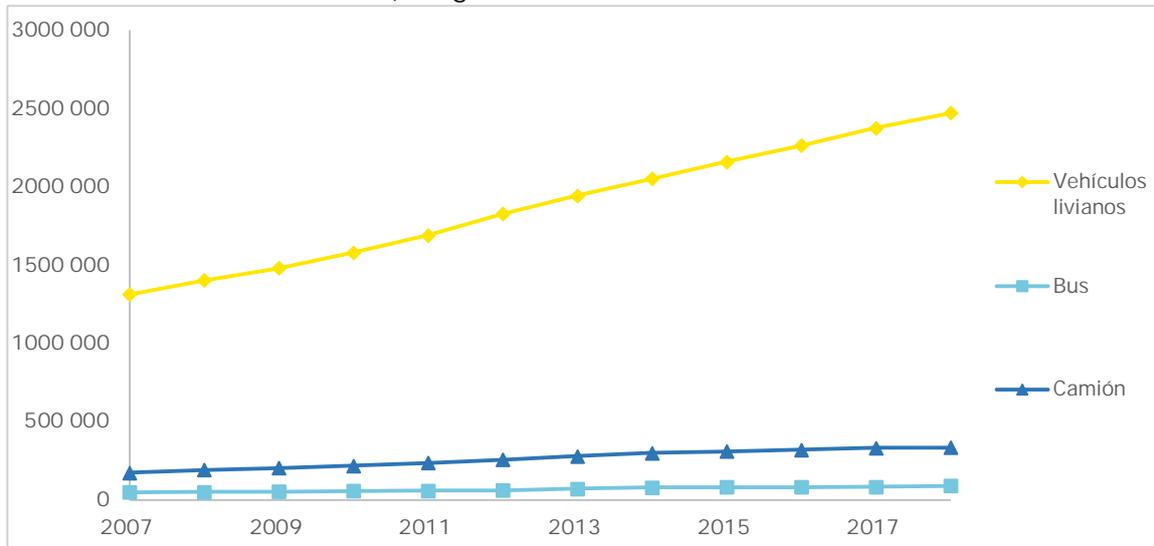
Tabla N° 36 – Composición del parque automotor del Perú por clase de vehículo

Año	Total	Clase de vehículo								
		Automóvil	Station Wagon	Camionetas			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. Elaborado por EY

Asimismo, como se puede observar en la siguiente figura, se evalúan las categorías de vehículos livianos, buses y camiones. Como se puede apreciar, se ha percibido un incremento en el parque vehicular, especialmente en la categoría vehicular de vehículos livianos. En cuanto a los buses y camiones estos se han mantenido con un crecimiento estable a través de los años.

Figura N° 23 - Incremento del parque vehicular nacional estimado (unidades vehiculares), según clase de vehículo: 2007-2018

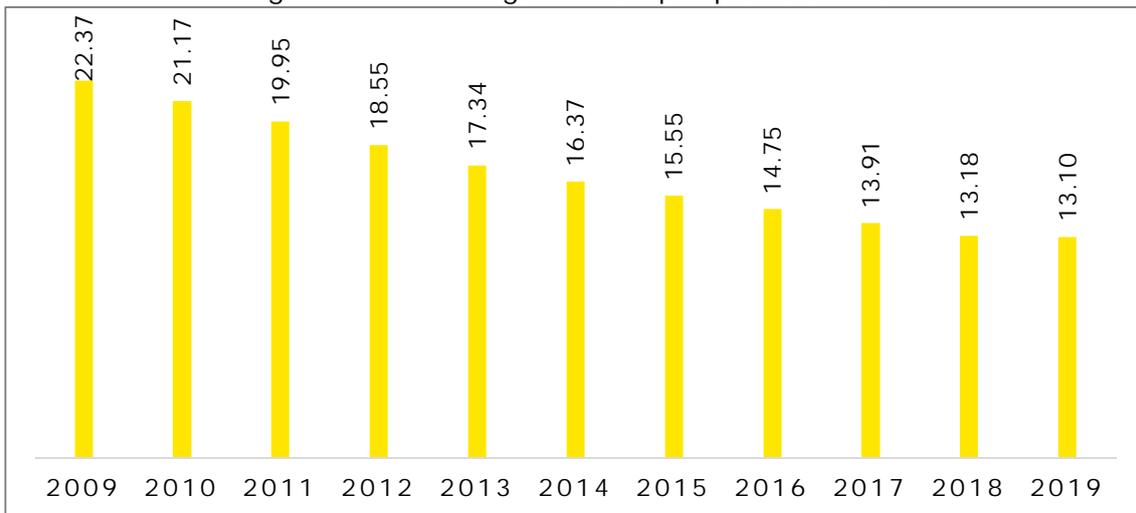


Fuente: MTC - OGPP - Oficina de Estadística. Elaborado por EY

ii. Edad del Parque Automotor en el Perú

Se calcula que, al 2019, el parque automotor del Perú tiene una edad promedio de 13.1 años (considerando a vehículos livianos y pesados), en tanto que es de 10 años en Chile (Emol, 2019), 16.25 en Colombia (ANDEMOS, 2018), 15.3 en México (México Automotriz, 2020) y 11.7 años en Argentina (Télam, 2020). Sin embargo, cabe resaltar que la antigüedad del parque automotor ha disminuido a través de los años como se puede observar en la siguiente figura.

Figura N° 24 - Antigüedad del parque automotor



Fuente: AAP, 2020. Elaborado por EY

iii. Tasa de retiro del Parque Automotor en el Perú

La tasa de retiro es el cálculo de los vehículos que salen del mercado dividido entre el parque automotor al inicio del año correspondiente. En el caso de los vehículos livianos, se calcula 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.

Tabla N° 37 - Tasa de retiro del parque automotor

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. Elaborado por EY

iv. Índice de motorización del Perú

El índice de motorización se refiere a la cantidad de vehículos por habitantes. En el caso de Perú, al 2020, se cuenta con un índice de 10.36 habitantes por vehículo (AAP, 2020). Esto supone una baja motorización respecto a la cantidad de habitantes en el país, es decir, hay aproximadamente 3.15 millones de unidades y más de 32.8 millones de habitantes.

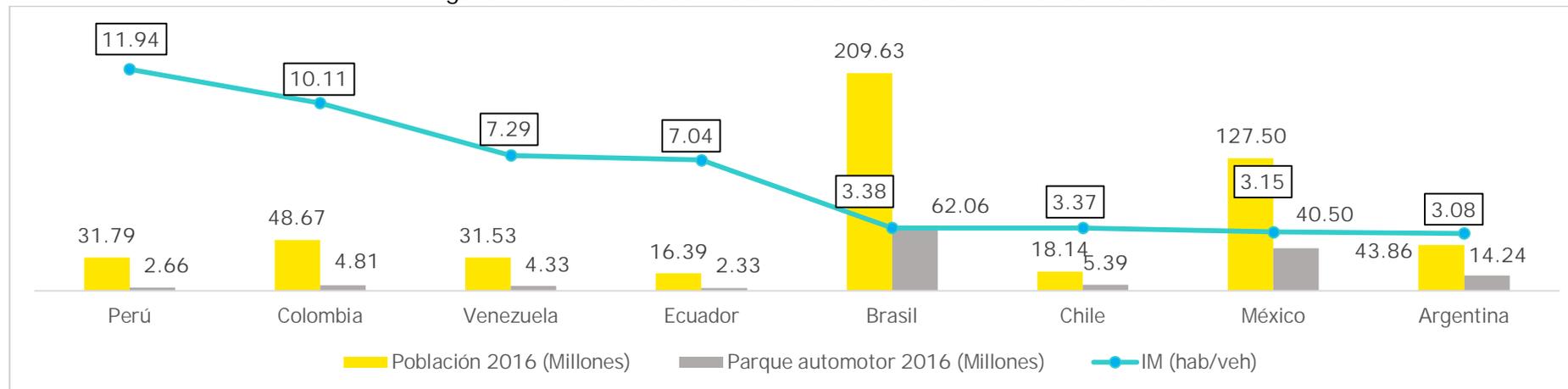
Por tanto, el índice de motorización del Perú resulta menos competitivo comparado a otros países de la región, como se muestra en la siguiente tabla (cifras comparativas al 2016).

Tabla N° 38 – Índice de motorización del Perú vs. 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



Elaborado por EY

v. Composición de las ventas de vehículos según combustible

El parque automotor del Perú está compuesto por vehículos que utilizan los siguientes tipos de combustibles principalmente: gasolina, diésel, GLP, GNV. Como se muestra en la siguiente tabla, la proporción de vehículos nuevos y que se encuentran en circulación están compuestos principalmente por vehículos que utilizan gasolina, diésel, GLP y GNV para su funcionamiento.

Tabla N° 39 – Parque automotor por tipo de combustible (a junio de 2019)

Tipo de combustible	Unidades de vehículos	Porcentaje
Gasolina	1,588,730	54.6%
Diésel	808,118	27.8%
GLP ¹⁹	184,720	6.3%
GNV ²⁰	163,103	5.6%
Híbridos	594	0.0%
Eléctricos con batería	39	0.0%
Otros	1,807	0.1%
Sin clasificar	164,348	5.6%
Total	2,911,459	100.0%

Fuente: OGPP – SUNARP

A nivel regional, las tendencias de uso de vehículos ICE señalan que se percibirá un incremento en la cantidad de unidades (vehículos livianos) en circulación. Según proyecciones de la IEA, el crecimiento de flotas de vehículos livianos en América Latina se triplicará en los próximos 25 años, llegando a más de 200 millones de unidades para el 2050 (López & Galarza, 2016).

¹⁹ Incluye combustible de tipo: Biocombustible GLP y Dual GLP.

²⁰ Incluye combustible de tipo: Biocombustible GLP y Dual GNV.

Tabla N° 40 – Importación de vehículos nuevos según tipo de combustible

Combustible	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Livianos	Pesados										
Diésel	20,872	13,988	22,387	15,385	21,167	17,114	22,275	17,217	26,343	15,471	19,261	11,224
Gasolina	124,769	246	131,015	95	142,527	70	119,168	68	121,167	32	81,004	23
GLP	4	0	3	0	0	0	90	0	1,541	2	992	1
GNV	326	306	42	152	0	189	106	149	128	131	371	74
Híbrido	148	0	7	0	93	0	161	0	425	4	624	8
Eléctrico con batería	2	0	3	0	2	0	6	1	27	3	30	0
Total	146,121	14,540	153,457	15,632	163,789	17,373	141,806	17,435	149,631	15,643	102,282	11,330

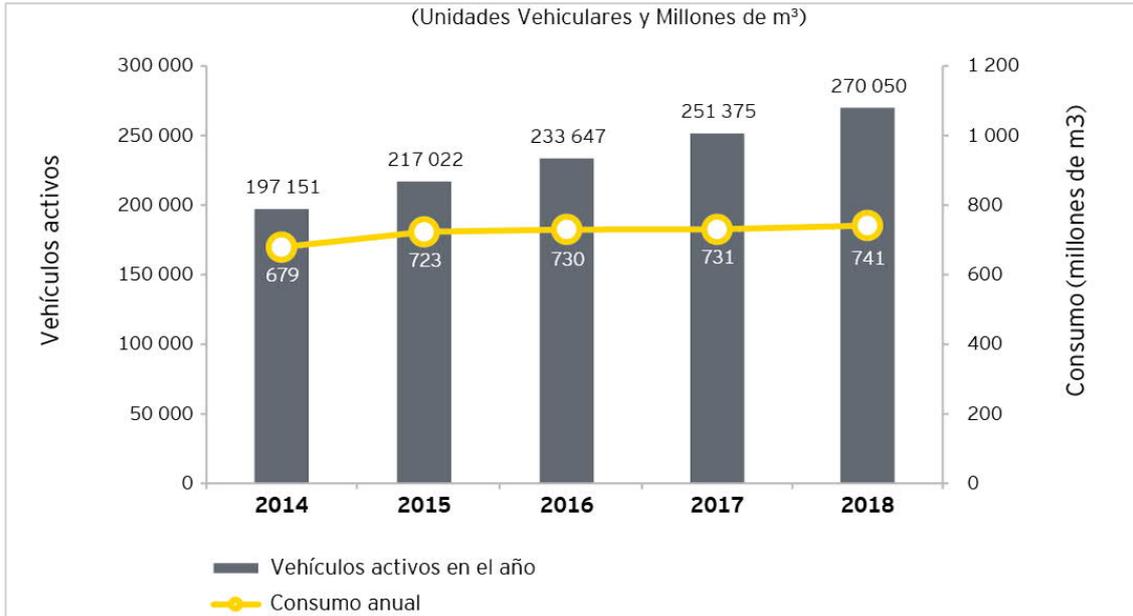
Fuente: SUNAT, 2020

Tabla N° 41 – Venta e inmatriculación de vehículos livianos, pesados y menores

Categoría	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Livianos	157,546	152,876	163,668	148,410	151,997	112,181
Pesados	15,540	16,144	16,613	17,392	16,650	12,909
Menores	266,587	267,512	276,675	284,508	286,117	285,661
Total	439,673	436,532	456,956	450,310	454,764	410,751

Fuente: AAP-SUNARP, 2021

Figura N° 26 - Consumo y conversión a Gas Natural 2014-2018



Fuente: MTC, 2018

El parque automotor actual también está compuesto por vehículos convertidos, los cuales se adaptan para que utilicen gas natural como combustible, esto con la intención de reducir los niveles de contaminación, puesto que en teoría, y de acuerdo con el Estado, el GNV contamina menos que las gasolinas o el diésel, por lo que mediante el D.S. N° 007-2020-MINAM, el índice de nocividad para el GNV es el menor que cualquier otro combustible (seguido por gasohol y diésel, respectivamente).

Sin embargo, debido a la naturaleza de la conformación del mercado peruano, en el proceso de conversión a vehículos a gas natural se ha tendido a utilizar equipos de conversión de menor costo que no necesariamente cuentan con las condiciones requeridas para el tipo y estado del vehículo a convertir. Asimismo, estos procedimientos requieren de personal mecánico especializado, sin embargo, en el país no se ha logrado implementar algún sistema que garantice efectivamente el cumplimiento de los estándares de calidad mediante una fiscalización efectiva. Todos los factores mencionados anteriormente podrían tener un efecto negativo en la eficacia del uso de gas natural como un combustible alternativo de baja contaminación, considerando que, si bien, los proveedores de servicios existentes en el mercado automotriz de gas operan formalmente, algunos no cumplen del todo con las reglamentaciones.

La Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE) es el administrador del Sistema de Control de Carga de GNV (Infogas). En la figura anterior, si bien se aprecia el incremento de los vehículos activos, se nota un estancamiento del consumo del GNV. Los vehículos activos no incluyen sólo a los vehículos que se encuentran utilizando GNV activamente, sino que incluyen también a "aquellos que no han sido desmontados del sistema (reportado al administrador)". Esto es, si ante la eventualidad que un conductor, luego de 4 o 5 años en que le corresponde re-certificar el cilindro (tanque de GNV) se ve ante la necesidad de reinvertir en un nuevo cilindro debido al uso

intensivo que haya tenido el anterior, y en su lugar decide abandonar el GNV y pasar a utilizar gasolina sin dar aviso a COFIDE, esa acción no se verá reflejada en la reducción de vehículos activos, pero sí en la reducción del consumo de GNV. A esto también se suma los casos de los vehículos convertidos a GNV que no llegan a realizar la certificación anual.

El propio COFIDE ha informado en medios de prensa que, a noviembre de 2020, cerca de 60 mil vehículos a GNV podrían dejar de operar si no renuevan sus certificaciones, entre los cuales se encuentran 4,177 vehículos con revisión de cilindro ya vencida (Noticias El Gas, 2020).

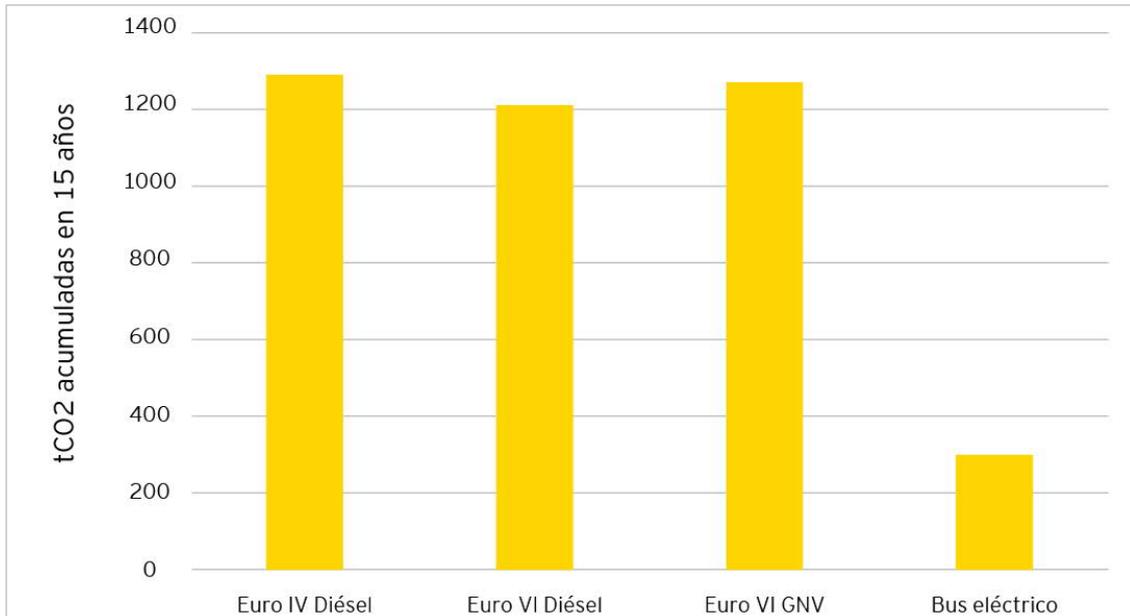
vi. Contaminación de combustibles convencionales

Considerando que el parque vehicular de Perú está compuesto principalmente por vehículos que utilizan gasolina, diésel, GLP y GNV, se requiere considerar aquellos contaminantes atmosféricos y gaseosos como resultado del proceso de combustión en los vehículos ICE, como lo son aquellos vehículos que utilizan diésel, gasolina, GNV y GLP.

Una de las principales consecuencias de la utilización de vehículos ICE es el alto nivel de emisiones de GEI y otros contaminantes causado por vehículos o flotas que operan con combustible diésel con estándares de emisiones inferiores a EURO IV (BID, 2020). Por ello se viene promoviendo el uso de GNV como combustible menos contaminante que la gasolina y el diésel. Sin embargo, algunos estudios han alertado que el nivel de contaminación de los vehículos a GNV sería mayor en aquellos que utilizan diésel en estándares de emisiones mayores al EURO IV.

Un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en febrero del 2020 determinó que un bus a EURO VI GNV emitiría mayor cantidad de toneladas de CO₂eq acumuladas en 15 años comparado a un bus a EURO VI diésel. Es importante mencionar que dicho estudio analizó únicamente los contaminantes de CO₂eq, mas no otros contaminantes asociados al transporte terrestre como son el material particulado y el óxido de nitrógeno. Para evaluar el impacto de los combustibles en relación con el total de contaminantes se requeriría de estudios adicionales que consideren contaminantes adicionales.

Figura N° 27 - Toneladas de CO₂eq acumuladas en 15 años para un bus de 12 metros



Fuente: BID, 2020

El nivel de toneladas de CO₂eq acumuladas para un bus a EURO VI GNV sería similar a un bus que utiliza EURO IV diésel, debido principalmente a la evolución en las tecnologías de transporte ICE y los estándares de emisiones EURO VI (BID, 2020). Como se puede apreciar en la figura anterior, el bus eléctrico con batería considera las emisiones generadas por la producción de electricidad, sin embargo, se recomienda considerar la matriz energética del país que contiene una gran participación de fuentes de generación limpia.

vii. Efectos de la contaminación de vehículos convencionales

Las emisiones contaminantes de los vehículos ICE tienen efectos e impactos en el medio ambiente y la salud. A continuación, se muestran los principales tipos de contaminantes.

Tabla N° 42 - Contaminantes de vehículos ICE

Tipo de contaminantes	Efectos en el clima	Efectos en la salud
Material particulado (PM10 y PM 2.5)	<ul style="list-style-type: none"> El material particulado (PM 10 y PM2.5) contribuye al fenómeno de la lluvia ácida. Tiene la capacidad de absorber radiación electromagnética, contribuyendo al efecto invernadero. 	<ul style="list-style-type: none"> El material particulado ingresa al organismo humano mediante el sistema respiratorio (oral o nasal). Las partículas de menor tamaño, PM2.5 tienen mayor penetración en el árbol respiratorio, llegando hasta los alveolos pulmonares y teniendo mayor impacto en la salud. Las partículas PM2.5 contienen una mayor cantidad de elementos tóxicos, tales como metales pesados y compuestos orgánicos. A corto plazo, el material particulado con elementos tóxicos podría tener efectos en el sistema respiratorio, disminuyendo la función pulmonar o interfiriendo con los mecanismos de defensa pulmonar. A largo plazo, el material particulado podría afectar al organismo mediante un menor desarrollo de la estructura y función del sistema respiratorio. En casos más extremos podría haber mayor riesgo de cáncer en una edad adulta Adicionalmente, el material particulado podría tener efectos en otros sistemas, como el sistema cardiovascular, disminuyendo la frecuencia cardiaca en situaciones de estrés.
Óxidos de azufre	<ul style="list-style-type: none"> Los óxidos de azufre, en contacto con agua, se convierten en ácido sulfúrico, principal componente de la lluvia ácida. 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo con la OMS, cuando los óxidos de azufre se transforman en ácido sulfúrico y son inhalados por las personas podría tener efectos adversos en el sistema respiratorio. Los efectos en el sistema respiratorio podrían resultar en daño pulmonar y paros cardíacos Adicionalmente, la inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma.
Óxidos de nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> Los óxidos de nitrógeno, en contacto con otras sustancias en la atmosfera, pueden resultar en el fenómeno de la lluvia ácida. Tienen la capacidad de retener radiación electromagnética, contribuyendo al efecto invernadero. 	<ul style="list-style-type: none"> Los óxidos de nitrógeno pueden reaccionar con compuestos orgánicos volátiles y generar ozono troposférico, ocasionando enfermedades pulmonares, daños al tejido pulmonar y reducción de las funciones pulmonares. Los óxidos de nitrógeno también pueden reaccionar con la humedad, el amoníaco y otros compuestos generando ácido nítrico, ocasionando efectos en el sistema respiratorio y en casos extremos muerte prematura.
Monóxido de carbono	<ul style="list-style-type: none"> El monóxido de carbono en grandes cantidades puede contribuir a la formación de GEI, tales como metano y ozono troposférico. 	<ul style="list-style-type: none"> Debido a su estructura molecular, el monóxido de carbono presenta afinidad con la hemoglobina en los glóbulos rojos de la sangre. Al adherirse a la sangre forma la carboxihemoglobina, la cual puede disminuir la capacidad para transportar oxígeno. Esto tendría consecuencias en el sistema cardiovascular y podría tener efectos neuroconductuales.

Tipo de contaminantes	Efectos en el clima	Efectos en la salud
		<ul style="list-style-type: none"> En concentraciones altas podría ocasionar alteraciones en la cantidad de glóbulos rojos y el tamaño del corazón.
Dióxido de carbono	<ul style="list-style-type: none"> El dióxido de carbono es el gas más importante para la formación del efecto invernadero debido a su alta capacidad de retención de radiación. 	<ul style="list-style-type: none"> A corto plazo, el dióxido de carbono en grandes concentraciones podría causar problemas respiratorios, falta de concentración, dolores de cabeza, somnolencia y mareos. A largo plazo, podría ocasionar asfixia por desplazamiento del oxígeno y una disminución de la concentración en mayor magnitud.
Metano	<ul style="list-style-type: none"> El metano es uno de los gases más importantes en la formación del efecto invernadero debido a su capacidad de oxidación y su propiedad de retener el calor en la atmósfera. 	<ul style="list-style-type: none"> Al inhalar podría resultar en irritaciones en la mucosa nasal, bucal y ocular. Adicionalmente, el metano podría causar enfermedades respiratorias de llegar a los pulmones. Al igual que el dióxido de carbono, el metano podría ocasionar asfixia por desplazamiento de oxígeno.
Compuestos orgánicos volátiles	<ul style="list-style-type: none"> Los compuestos orgánicos volátiles participan indirectamente como GEI, contribuyendo a la formación de ozono troposférico. 	<ul style="list-style-type: none"> A corto plazo, los compuestos orgánicos volátiles podrían ocasionar irritación en la nariz y en los ojos. Al contacto con la piel podrían ocasionar una dermatitis y quemaduras químicas. Adicionalmente, podrían causar daños en el sistema nervioso central, resultando en dolores de cabeza y mareos; y en el sistema digestivo, resultando en náuseas, vómito y diarrea. A largo plazo, podrían resultar en una mayor probabilidad de sufrir leucemia y otros tipos de cáncer.
Ozono troposférico	<ul style="list-style-type: none"> El ozono troposférico es uno de los gases más importantes en el efecto invernadero debido a su formación en un ambiente de radiación solar y la generación de smog fotoquímico. 	<ul style="list-style-type: none"> El exceso de ozono en el aire podría tener efectos adversos en la salud debido a su elevada toxicidad. Podría resultar en problemas en el sistema respiratorio, causando irritación en la garganta y dolores en el pecho. Adicionalmente, podría reducir la función pulmonar. En altas concentraciones, puede agravar los ataques de asma en los pacientes que padecen esta condición.
Compuestos halogenados	<ul style="list-style-type: none"> Los compuestos halogenados contribuyen con el efecto invernadero. 	<ul style="list-style-type: none"> La alta toxicidad de los compuestos halogenados podría provocar irritación ocular, reducción de la función pulmonar, síntomas gastrointestinales, acné y disfunciones hepáticas. Adicionalmente, en concentraciones elevadas, podría tener efectos cancerígenos.

Fuente: OSINERGMIN, 2019. Elaborado por EY

Adicional a los contaminantes atmosféricos y gaseosos descritos anteriormente, es importante recalcar que los vehículos convencionales a ICE también contribuyen a la contaminación sonora. De acuerdo con el Observatorio de Salud y Medio Ambiente, la contaminación sonora tiene efectos en la salud, tales como deterioro auditivo, perturbación del sueño y alteraciones de homeostasis (la capacidad para mantener un estado interno estable) de los sistemas cardiovasculares, endocrino e inmune para atender el estímulo causado por el ruido (OSINERGMIN, 2019). Esto podría resultar en la pérdida temporal, progresiva o definitiva de la capacidad auditiva, trastornos digestivos y alteraciones en el ritmo cardíaco y en la presión arterial.

viii. Niveles de contaminación del aire en Perú

De acuerdo con el reporte World Air Quality Report publicado por la empresa suiza IQAir AirVisual (IQAir, 2020), con datos al año 2019, el Perú se ubica en el puesto 33 a nivel mundial entre los países con mayor grado de contaminación ambiental, y la ciudad de Lima se ubica como la segunda ciudad más contaminada de Latinoamérica y el Caribe. Según dicho reporte, las principales causas de los altos niveles de contaminación serían las emisiones de partículas contaminantes, humo y vapores provenientes de los vehículos livianos, pesados, automóviles y motocicletas, ya que el parque automotor del país se caracteriza por ser antiguo y de tecnología ineficiente y contaminante (IQAir, 2020). A esto se le añade el deficiente sistema de transporte público y la ineficiente organización de las rutas.

b. Situar el problema público a un nivel apropiado de complejidad

A continuación se sitúa el problema público en un nivel apropiado de complejidad. Esto permite visualizar el problema de manera realista e identificar formas de resolverlo dentro del mediano o largo plazo y de acuerdo con los recursos que se establezcan por quienes resulten responsables de las actividades a ejecutar.

Tabla N° 43 – Nivel de complejidad de la evidencia relacionada al problema público

Evidencia compleja relacionada al problema público	Sustento
<p>El parque vehicular seguirá incrementando, sobre todo debido a un bajo índice de motorización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El Perú cuenta con un parque automotor de 2,981,000 unidades y un índice de motorización de 10.36 habitantes por vehículo (3.15 millones de vehículos y más de 32.8 millones de peruanos), lo cual supone una baja motorización respecto a la cantidad de habitantes en el país. Argentina, México, Brasil y Chile están entre 3 y 3.3 en promedio de habitantes por vehículo (AAP, 2019). • Debido al bajo índice de motorización en el país, se espera un mayor ingreso de vehículos nuevos. • Para el caso de vehículos livianos, según los datos del MTC- OGPP – Oficina de Estadística, el parque automotor peruano tuvo un crecimiento promedio anual de 5.88% para el periodo 2007-2018. Para el año 2050 se estima una flota de más de tres veces su tamaño a comparación del 2015 (ONU medio ambiente, 2020).
<p>La edad del parque automotor se reduce lentamente debido a una baja tasa de retiro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En el caso de los vehículos livianos y buses, se calcula que la tasa de retiro del parque automotor tiene un promedio de 2.32%. En el caso de camiones la tasa de retiro promedio para Perú es de 3.47%.
<p>La proporción de vehículos nuevos a GNV y principalmente GLP viene creciendo por impacto del ISC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En mayo del 2018, mediante Decreto Supremo N° 095-2018-EF, se aprobó la reducción del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) para vehículos usados que utilizan gas a 10%. • Según Veritrade, con respecto a los años 2017 y 2018, la importación de vehículos nuevos a gasolina disminuyó de 33 mil a 25.9 mil vehículos importados desde febrero 2017 a febrero 2018 y de 36.4 mil a 25.5 mil de marzo 2018 a marzo del 2019. Por otro lado, con respecto a la inversión de vehículos usados con gas, tuvo un aumento de 98 a 227 miles de enero 2018 a enero 2019, de 62 a 122 millones de febrero 2018 a febrero 2019 y de 101 a 195 millones de marzo 2018 a marzo 2019. • Videnza concluye en su estudio que la disminución de autos nuevos a gasolina no solo se daría por el incremento en su precio como consecuencia de un mayor ISC, sino también por la sustitución de estos vehículos por vehículos usados a gas y a gasolina. Es decir, “si bien el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) redujo el ISC a la importación de autos usados a gas bajo la lógica de que estos contaminan menos que los usados a gasolina, lo que no consideró es que la evidencia internacional muestra que los vehículos usados a GLP contaminan más que los vehículos nuevos a gasolina con tecnología Euro 4” (Videnza Consultores, 2019). • Como respuesta, el MEF modificó nuevamente la estructura del ISC de los vehículos automotores tomando en cuenta estos ajustes en el 2019. Con relación a los autos usados, la principal medida ha sido incrementar la tasa de ISC de los autos usados a gas de 10% a 40%; es decir, no solo dejó sin efecto la disminución de hace un año, sino que incrementó en 10 puntos porcentuales la tasa de ISC respecto al 30% original (Besich, 2019)

Evidencia compleja relacionada al problema público	Sustento
Los vehículos nuevos a GNV y GLP no reducen la contaminación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • En el país se ha promovido el uso del GNV y el GLP en lugar de gasolina y diésel. Sin embargo, un vehículo a GNV aún tiene contaminantes (estudio del BID determinó que un bus a EURO VI GNV emitiría una mayor cantidad de toneladas de CO₂eq acumuladas en 15 años comparado a un bus a EURO VI diésel).
El nivel de contaminación proveniente del parque vehicular en el Perú es muy alto (comparativo a nivel global).	<ul style="list-style-type: none"> • Perú es el país de la región con mayores niveles de material particulado PM_{2.5} (23.3 µg/m³) luego le siguen Chile (22.6 µg/m³), Guatemala (20.2 µg/m³) y México (20 µg/m³) (IQAir, 2019). • Adicionalmente, Perú tienen niveles de emisión de CO₂ sobre los 180 gramos por kilómetro, muy superiores a los de países con normas de la Unión Europea (130g/km), o Japón (125 g/km) (ONU medio ambiente, 2020). • En la ciudad de Lima, alrededor del 70% de la contaminación del aire proviene del sector transporte (PNUD Perú, 2019): <ul style="list-style-type: none"> ◦ En Lima y Callao, las emisiones de PM 2.5 del sector transporte para el año 2016 fueron de 3,897.56 toneladas al año; las de NOx fueron de 152,106.09 toneladas al año; las de CO fueron de 272,905.08 toneladas al año (MINAM, 2019). • Las emisiones generadas por la quema de combustibles en los medios de transporte terrestre, marítimo, aéreo, fluvial y ferroviario son del 17,360.3 GgCO₂eq, representando el 10.4% del total de emisiones a nivel nacional. De estas, el 94.07% provienen del transporte terrestre (16,139.5 GgCO₂eq) (INGEI, 2019).
La contaminación proveniente del parque vehicular se sigue incrementando	<ul style="list-style-type: none"> • En función al crecimiento del parque automotor en el país este vendrá acompañado de mayores niveles de contaminación repercutiendo en la salud y el clima. • El parque automotor utiliza principalmente gasolina (54.6%) seguido por diésel (27.8%) (MTC, 2019).
El incremento de la contaminación afecta directamente a la población (incidencia en enfermedades respiratorias, cardiacas, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • El Comité de Aire Limpio estima que anualmente 11,000 muertes en el Lima y Callao son causadas por contaminación del aire, siendo la más común en el Perú la cardiopatía isquémica (bloqueo de arterias que llegan al corazón) (World Health Organization, 2016). Sumando los gastos asociados a morbilidad y mortalidad relacionado con enfermedades respiratorias y cardiovasculares por la contaminación del aire, el Comité de Aire Limpio estima que los costos atribuibles al material particulado ascienden a USD 1.5 mil millones (Comité de Aire Limpio, 2021). • En cuanto a material particulado PM_{2.5} y ozono, en el año 2015 en Perú se generaron 5,800 muertes de las cuales el 7.8% son atribuibles a la contaminación del sector transporte (460) (ICCT, 2019).

Elaborado por EY

4.1.2 Enunciación y estructuración del problema público

La enunciación y estructuración del problema público sigue la metodología establecida en la Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN (2018), que es la norma en Perú, que debe seguir el Plan Nacional del Electromovilidad.

a. Enunciación del problema público

La enunciación del problema público debe cumplir con las siguientes características: es breve, claro y preciso; contiene una sola variable central; no expresa una situación de falta de medios y; se plantea como un problema que puede ser resuelto. A continuación, se propone el problema público bajo un enunciado y estructura clara:

La conformación del parque automotor en Perú genera altos niveles de contaminación²¹.

La variable central está referida a la conformación del parque automotor y el problema a ser resuelto radica en cambiar dicha conformación de modo que se contamine menos. En lugar de expresar falta de medios, se expresa la consecuencia generada por el problema: alto nivel de contaminación.

b. Estructuración conceptual y operativa

i. Estructuración conceptual

La estructuración conceptual se refiere a la especificación del problema en cuestión, de acuerdo con una determinada perspectiva teórico-conceptual (CEPLAN, 2018). Para el problema público presentado, se consideran las siguientes definiciones:

- *Se considera que un vehículo es no contaminante en funcionamiento cuando este es capaz de generar potencia a partir de una fuente distinta a combustibles fósiles en un 100%.*
- *Se considera que un vehículo es de contaminación reducida en funcionamiento cuando se genera potencia a partir de una fuente distinta a combustibles fósiles en forma alternada a la motorización de combustión interna.*
- *Se considera que un vehículo es contaminante²² en funcionamiento cuando su propulsión depende principalmente de un motor de combustión interna.*

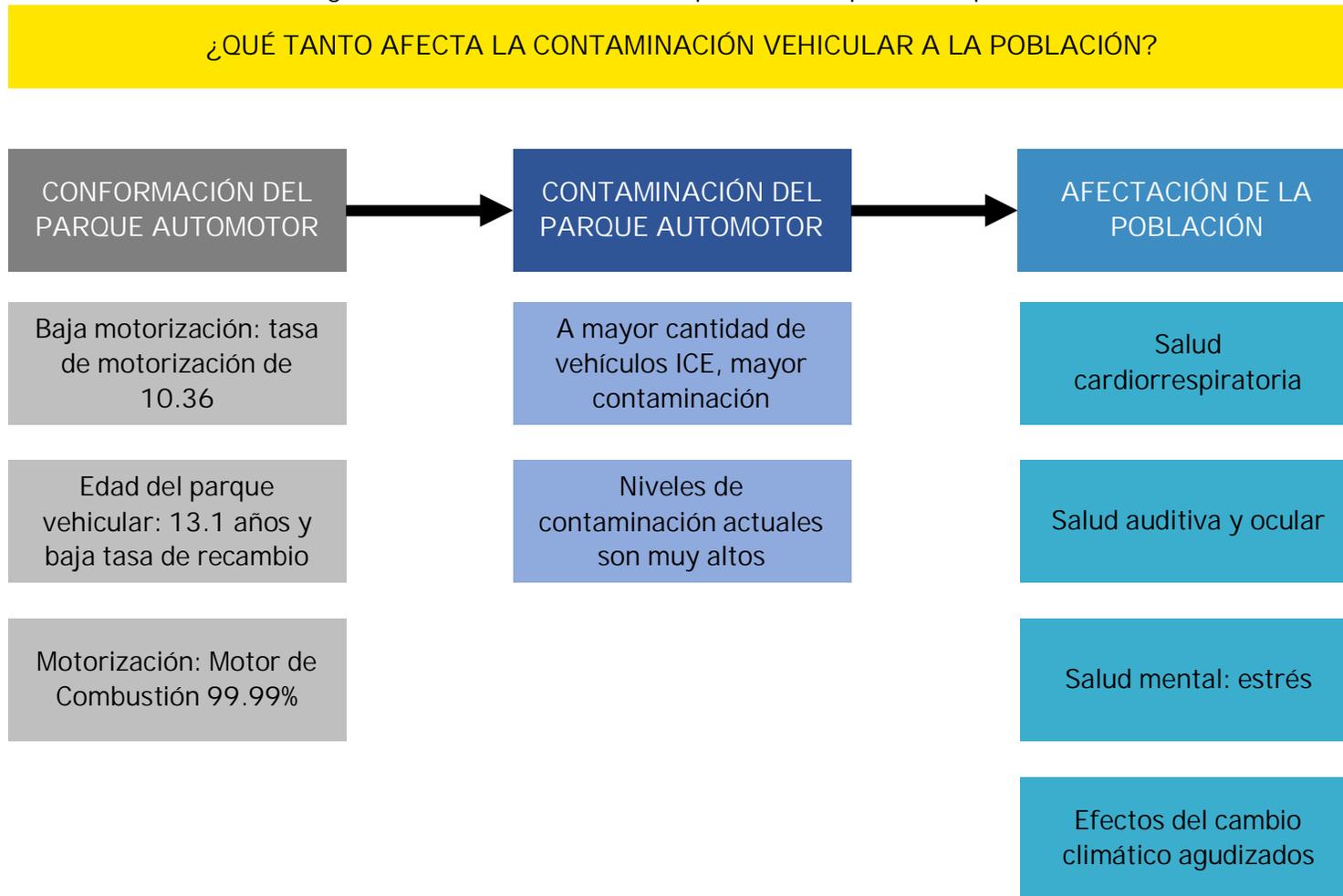
ii. Estructuración operativa

La estructuración operativa se refiere a la representación gráfica del problema público utilizando un modelo, el cual puede ser una representación simplificada del problema público expresado como diagrama, árbol, gráfico o ecuaciones matemáticas (CEPLAN, 2018).

²¹ La tecnología de vehículos electrificados se presenta como alternativa disruptiva en cuanto a niveles de contaminación frente a los vehículos de combustión interna que en los últimos años venían mejorando las especificaciones técnicas para contaminar menos. Esta alternativa en el Perú cobra especial relevancia debido a la antigüedad del parque vehicular por el bajo índice de retiro de vehículos.

²² Dentro de los vehículos con propulsión principal ICE pero con soporte de un motor eléctrico están los MHEV, los cuales son menos contaminantes que los vehículos a ICE únicamente.

Figura N° 28 – Estructuración operativa del problema público



Fuente: INEI, 2020; AAP, 2020. Elaborado por EY.

4.1.3 Determinación de la situación futura deseada

El documento resuelve la situación futura deseada conforme a la Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN (2018) a fin de cumplir con los requisitos para proponer un Plan Nacional del Electromovilidad.

a. Análisis de las aspiraciones de la población

La situación futura deseada es la descripción de la situación más favorable y factible de ser alcanzada en un plazo determinado (CEPLAN, 2018). Para ello, se requiere el análisis de las aspiraciones de la población, es decir, el conjunto de ideas de un futuro deseado planteadas por la población afectada por un problema público, las cuales se expresan como metas comunes que se desean alcanzar con relación al problema público.

A partir de revisión de la información existente, se identificaron las principales aspiraciones de la población planteadas respecto al problema público:

En relación con la necesidad de un mejor servicio de transporte y aliviamiento del tráfico vehicular:

- Principales problemas de Lima: Inseguridad ciudadana, contaminación ambiental y tráfico vehicular (Piedra, 2018).
- Los servicios de transporte de buses, “coasters” o “combis” son calificados como muy malo/malo/regular por más del 70% de los encuestados (Lima y Callao) (Lima como vamos, 2019).

En relación con mejorar la calidad ambiental:

- El problema ambiental más importante es la contaminación por vehículos en Lima y Callao (Lima como vamos, 2019).
- El 93% de los peruanos quieren que se genere un cambio hacia la sostenibilidad y equidad post-COVID-19 (Broom, 2020).
- Casi el 60% se encuentra insatisfecho en Lima por la calidad del aire (Lima como vamos, 2019).
- Más del 70% ha sentido un cambio importante en el clima en los últimos 5 años en Lima y Callao reflejado en problemas de salud (Lima como vamos, 2019).

En relación con la adopción de nuevas tecnologías:

- El 87% de los peruanos encuestados consideran que el uso de EV puede ayudar a reducir la contaminación (NISSAN Motor Corporation, 2018).
- El 79% de las personas encuestadas en Perú están dispuestas a comprar un vehículo eléctrico con batería (NISSAN Motor Corporation, 2018).

b. Identificación y evaluación de las tendencias, escenarios, riesgos y oportunidades

i. Identificación de las tendencias

Una tendencia evidencia un comportamiento creciente o decreciente con permanencia a largo plazo y muestra un posible comportamiento a futuro, asumiendo la continuidad de su patrón (CEPLAN, 2018). Las tendencias se agrupan en seis ámbitos temáticos: social, económico, político, ambiental, tecnológico y actitudes, valores y ética.

A continuación, se identifican aquellas tendencias que impactan en el problema público, identificado a partir de los informes de tendencias globales, regionales y nacionales elaborados por el CEPLAN (CEPLAN, 2019).

Tabla N° 44 - Sistematización de tendencias

	Tendencias					
	Sociales	Económicas	Políticas	Ambientales	Tecnológicas	Actitudes, valores y ética
El parque automotor en Perú está conformado por vehículos contaminantes.	Incremento de la población	Mayor presencia de los países emergentes en la economía mundial	Inestabilidad de la globalización	Incremento de la temperatura	Incremento de la interconectividad a través del Internet de las cosas (IdC)	Transformación de las estructuras familiares
	Incremento de las megaciudades	Incremento de las clases medias	-	Variabilidad de las precipitaciones	Incremento de la adopción de vehículos autónomos	-
	Prevalencia de las enfermedades crónicas degenerativas como principales causas de muerte	Incremento de la productividad energética	-	Incremento de uso de las energías renovables	-	-
	-	-	-	Aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos	-	-

Fuente: CEPLAN. Elaborado por EY

ii. Identificación de los escenarios contextuales relacionados al problema público

Los escenarios contextuales son narraciones que describen la configuración, a partir de la situación presente, de diversos contextos futuros de escala global que podrían afectar el desarrollo nacional (CEPLAN, 2018). Los escenarios contextuales se derivan de los estudios de la OCDE (OCDE, 2016) y se considera un escenario de disrupción por la ocurrencia de un desastre de gran magnitud (CEPLAN, 2018).

Tabla N° 45 - Resumen de los escenarios contextuales

<p>Un nuevo superciclo para las materias primas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reactivación de un nuevo superciclo para las materias primas impulsado por las crecientes demandas de la India. • Crecimiento de la población urbana • Incremento de la inversión en proyectos mineros a nivel mundial 	<p>Aumento del uso de la tecnología y la mecanización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la mecanización y robótica en la industria • Incremento del uso de tecnologías • Importancia de la educación y las competencias • Masificación del uso de internet
<p>Expectativas crecientes de la clase media</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empoderamiento del ciudadano • Mayor interés de participar en la política • Mayor inversión en servicios básicos para la población 	<p>Ocurrencia de un desastre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sismo de magnitud 8.8 en las costas de Lima y tsunami • Impactos en la provisión de servicios básicos, infraestructura y daños personales

Fuente: CEPLAN, 2018. Elaborado por EY

iii. Evaluación de oportunidades y riesgos

Al haber sistematizado las tendencias y escenarios contextuales, se procede a identificar y evaluar los riesgos y oportunidades. Los riesgos representan potenciales situaciones o circunstancias indeseables y/o adversas que podrían agudizar el problema público; mientras que las oportunidades son eventos que podrían aportar positivamente en la consecución de la situación futura deseada.

A continuación, se evalúa la posibilidad de ocurrencia y potencial impactos de cada tendencia y escenario identificados previamente.

Tabla N° 46 - Matriz de evaluación de oportunidades y riesgos

Tendencia / Escenario	Riesgo / oportunidad	Impacto en el problema público	Probabilidad de ocurrencia (escala 1-5) ²³	Potencial impacto (escala 1-5) ²⁴
E1: Un nuevo superciclo para las materias primas	<p>Riesgo: Se considera que uno de los principales temas de discusión es la autonomía de las baterías. Esto se debe principalmente a que las primeras baterías de litio brindaban una autonomía considerada baja (150-200 km). Sin embargo, las mejoras tecnológicas permitieron mejorar la autonomía.</p> <p>Oportunidad: La tecnología ha alentado la demanda de materia primas. La novedad de los EV ha promovido el desarrollo de la capacidad de almacenamiento de las baterías. En esta línea, a Tesla Motors se le atribuye el impulso de la demanda de generación de baterías de litio. En el 2017 Tesla empezó a acaparar el mercado, eclipsando a Ford, lo que sugiere que los inversionistas ya estaban interesados en la transición hacia la tecnología de vehículos eléctricos con batería, lo cual tuvo un impacto en la reducción de combustibles fósiles e impulso la demanda de litio y cobalto.</p>	<p>El escenario de un nuevo superciclo de materias primas implicaría mayor exploración y explotación de yacimientos de litio y cobalto, entre otros materiales, requeridos para la elaboración de baterías para EV.</p> <p>Perú, con amplias reservas de litio, podría convertirse en un potencial proveedor e incentivar la transición hacia las nuevas tecnologías de transporte, que resultarían en un parque automotor menos contaminante.</p>	5	5
E2: Expectativas crecientes de la clase media	<p>Riesgo: El incremento de la demanda por productos nuevos, entre ellos nuevas tecnologías, de las crecientes clases medias estimularán el crecimiento económico, sin embargo, esto también incrementará la presión sobre los recursos naturales y el ambiente.</p> <p>Oportunidad: El crecimiento poblacional y la expansión de las clases medias fomentarían la competitividad basada en el incremento de la diversificación económica y la productividad tecnológica.</p>	<p>El escenario de expectativas crecientes de la clase media, sobre todo por nuevos productos y tecnologías podrían acelerar la adopción de las nuevas tecnologías de movilidad eléctrica, lo cual estimularía la renovación del parque automotor actual.</p>	4	4
T1: Incremento de la población	<p>Riesgo: El incremento de la población resulta en mayor presión sobre los recursos y el medio ambiente, así como otros sistemas naturales de los que dependen las sociedades modernas.</p> <p>Oportunidad: Se estima que al 2030, la población mundial supere los 8 mil millones de personas aproximadamente. Para Perú se estima que la población será de aproximadamente 41 millones de personas. El incremento de personas, con el incremento de la creciente clase media resultará en la demanda de nuevos productos y nuevas tecnologías, lo cual estimulará mejoras tecnológicas.</p>	<p>La tendencia de incremento de la población podría incidir en el incremento del parque automotor.</p> <p>En caso no se adopten EV de tecnologías limpias, el parque automotor seguiría generando altos niveles de contaminación.</p>	3	4
T2: Incremento de las megaciudades	<p>Riesgo: De acuerdo con las proyecciones de las Naciones Unidas, todas las regiones del mundo percibirán un incremento en la urbanización. Se estima que al 2030 el 60% de la población mundial residirá en zonas urbanas y en el caso de América Latina y el Caribe será el 83%. El incremento de las megaciudades también contempla problemas como el planeamiento urbanístico desordenado, característico de países de Latino América, así como problemas de desempleo e infraestructura de transporte.</p> <p>Oportunidad: El incremento de megaciudades y migración hacia estas resultará en mejores oportunidades económicas para las poblaciones emergentes, siendo estos núcleos de desarrollo económico.</p>	<p>La tendencia de incremento de las megaciudades podría tener un impacto negativo ya que la urbanización podría afectar la infraestructura de transporte, considerando el constante incremento en la población.</p> <p>En caso no se pueda gestionar el planeamiento urbanístico que permita la instalación de estaciones de carga que habiliten la adopción de vehículos eléctricos, se complicaría la renovación del parque automotor y se mantendrá con vehículos contaminantes.</p>	4	3
T3: Prevalencia de las enfermedades crónicas degenerativas como principales causas de muerte	<p>Riesgo: La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que las muertes por accidentes de tránsito aumenten de 1.3 millones en 2004 a 2.4 millones en 2030, convirtiéndose en la quinta causa de muertes a nivel global. Esta situación es impulsada por el aumento del uso y propiedad de automóviles en un contexto de crecimiento económico en los países de bajos y medianos ingresos. Adicional a los accidentes de tránsito, las enfermedades respiratorias degenerativas son resultado de los altos niveles de contaminación ambiental de un parque automotor antiguo y con tecnología ineficiente.</p> <p>Oportunidad: La posibilidad de un incremento en accidentes de tráfico debido a la mayor adopción de vehículos por persona (índice de motorización) podría impulsar mejoras de infraestructura y seguridad vial. Esto también impulsará las tecnologías autónomas inteligentes para prevenir accidentes. Adicionalmente, la adopción de EV podría disminuir los índices de enfermedades respiratorias y otros efectos de salud como consecuencia de los altos niveles de contaminación ambiental.</p>	<p>La tendencia de prevalencia de las enfermedades crónicas degenerativas como principales causas de muerte podría intensificarse en caso no se adopten en mayor medida tecnología más limpias como EV.</p> <p>La adopción de vehículos eléctricos e híbridos podría disminuir la contaminación ambiental y como resultado la disminución de enfermedades y otros problemas de salud relacionados a la contaminación vehicular.</p>	4	3

²³ Siendo 5 el de mayor probabilidad de ocurrencia e impacto y 1 la menor probabilidad de ocurrencia e impacto.

²⁴ Siendo 5 el de mayor probabilidad de ocurrencia e impacto y 1 la menor probabilidad de ocurrencia e impacto.

Tendencia / Escenario	Riesgo / oportunidad	Impacto en el problema público	Probabilidad de ocurrencia (escala 1-5) ²³	Potencial impacto (escala 1-5) ²⁴
T4: Mayor presencia de los países emergentes en la economía mundial	<p>Riesgo: Las fluctuaciones de la economía peruana usualmente son atribuidas a las condiciones internacionales y los términos de intercambio y flujo de capitales externos.</p> <p>Oportunidad: Una mayor presencia de los países emergentes en la economía global permite mayor seguridad ante disrupciones y mayor participación en tendencias globales en la economía, como lo es la electrificación de los sectores y nuevas tecnologías.</p>	La tendencia de mayor presencia de los países emergentes en la economía mundial podría tener un impacto positivo en la movilidad eléctrica y la renovación del parque automotor ya que habría mayor seguridad económica y poder adquisitivo para las tecnologías de movilidad eléctrica.	3	4
T5: Incremento de las clases medias	<p>Riesgo: El incremento de las clases medias, especialmente en América Latina y el Caribe vienen con demandas y expectativas que usualmente son insatisfechas. Adicionalmente, las crecientes clases medias demandan mayores productos y recursos que ponen presión sobre los sistemas ecológicos del planeta.</p> <p>Oportunidad: La consolidación de la clase media impulsará la propensión al gasto. Al 2030 se proyecta que el gasto de la clase media global superará los 63 mil de millones de dólares. Esto impulsará cambios en los flujos de comercio y producción, así como cambios en las cadenas de valor con una tendencia hacia opciones económica y ambientalmente sostenibles.</p>	La tendencia del incremento de las clases media tendría un impacto positivo en el problema de la contaminación por la conformación del parque automotor ya que se estimulará la compra de nuevos productos y tecnologías como los EV.	4	4
T6: Incremento de la productividad energética	<p>Riesgo: Se espera que a medida que avancen los años se dé un contexto de menor intensidad energética, avances tecnológicos y mejoras en la eficiencia, aumentando la productividad energética mundial a un 70% al 2035. Sin embargo, estos cambios podrían tener impactos en empresas del sector de recursos y para países que exportan dichos recursos, así como para empresas y consumidores en el mundo.</p> <p>Oportunidad: Se espera que la adopción de tecnologías y aceleración tecnológica e incremento de la productividad energética resulte en la reducción del consumo de combustibles fósiles, lo cual tendrá un impacto en las emisiones de GEI, que aumentarían a un ritmo más lento de crecimiento o acelerará el punto máximo y comenzarán a disminuir,</p>	La tendencia del incremento de la productividad energética tendría un impacto positivo en la adopción de EV ya que serán menos necesarios y utilizados los combustibles fósiles, promoviendo la renovación del parque automotor a vehículos a carga eléctrica con batería.	4	5
T7: Inestabilidad de la globalización	Riesgo: Se han identificado tres principales tendencias que impactan en la globalización: el cambio en los mercados de producción y de trabajo, los veloces adelantos en la tecnología y el cambio climático. En relación con el cambio climático, existe evidencia que señala que la globalización ha sido un factor contribuyente a este fenómeno, debido principalmente a las actividades económicas, los cambios en el estilo de vida y la urbanización, factores que impulsan la demanda de energía y recursos naturales.	La tendencia de inestabilidad de la globalización podría resultar en mayores niveles de contaminación contribuyente al cambio climático. A esto se le suma la composición del parque automotor contaminante actual que, de no renovarse, contribuiría aún más al fenómeno.	5	5
T8: Incremento de la temperatura	Riesgo: Se espera que en las próximas décadas la temperatura global continúe incrementando, intensificándose hacia finales del siglo en caso continúe el aumento al ritmo actual. Se estima que un incremento de 4°C resultaría en un aumento acentuado de la intensidad y la frecuencia de eventos extremos de temperatura elevada, exacerbando la escasez de agua, entre otras consecuencias. En el caso de Perú, los principales efectos del aumento de temperaturas están asociados al retroceso glaciar, aumento de la frecuencia e intensidad del fenómeno de El Niño, y elevación del nivel del mar.	La tendencia de incremento de la temperatura podría intensificarse en el caso que el parque automotor siga siendo conformado por vehículos que emiten GEI y otros contaminantes que aportan al calentamiento e incremento de la temperatura ambiental.	5	5
T9: Variabilidad de las precipitaciones	Riesgo: Desde aproximadamente los años 50, se han percibido cambios en fenómenos meteorológicos y climáticos extremos como mayores precipitaciones intensas en diversas regiones. Se estima que, a finales de siglos y bajo un escenario de altas emisiones, los cambios en las precipitaciones serán más intensas, con zonas húmedas recibiendo mayores precipitaciones y las zonas áridas recibiendo menos. Adicionalmente, se espera que aquellos episodios de precipitación extrema sean más intensos y frecuentes en la región de latitud media y regiones tropicales. En el caso de Perú, la Tercera Comunicación Nacional del Perú, señala que existe evidencia de que ha habido una disminución en el promedio de precipitación anual desde la década del 70 hasta fines de la década del 80 (aproximadamente 7% en 20 años).	La tendencia de la variabilidad de las precipitaciones podría identificarse como efectos del cambio climático. En el caso de que el parque automotor siga siendo intensamente contaminante y aporte al fenómeno, podría resultar en eventos extremos de precipitación.	5	5
T10: Incremento de uso de las energías renovables	<p>Riesgo: De acuerdo con la OCDE, el incremento de la demanda de energía primaria se incrementará en 1.46% anual desde 2009 a 2035. Esta demanda impactará en un mayor consumo de combustibles fósiles y consecuentemente en el aumento de emisiones de CO₂.</p> <p>Oportunidad: Países con mayor consumo y demanda energética están optando por la inversión en tecnología y energías limpias, también consideradas como nuevas oportunidades de mercado. Con esta apuesta por energías renovables, la red eléctrica se convertirá en una red que maximiza el valor de los recursos</p>	La tendencia de incremento de uso de las energías renovables podría tener un impacto positivo en la conformación del parque automotor ya que promovería el uso de energías limpias sobre los combustibles fósiles, incentivando también el uso	5	5

Tendencia / Escenario	Riesgo / oportunidad	Impacto en el problema público	Probabilidad de ocurrencia (escala 1-5) ²³	Potencial impacto (escala 1-5) ²⁴
	energéticos, es decir, un sistema eléctrico inteligente que aumentaría la seguridad energética, confiabilidad, sostenibilidad ambiental y nuevas oportunidades económicas. Esta seguridad también permitiría que el mercado de vehículos eléctricos con batería incremente, llegando a representar grandes cantidades de ventas globales.	de tecnologías eléctricas limpias como los vehículos eléctricos con batería.		
T11: Aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos	Riesgo: Los modelos climáticos y proyecciones resaltan el aumento de eventos meteorológicos extremos como fuerte precipitaciones, déficit de precipitaciones y sequías. En Perú se prevé un incremento de temperatura promedio que podría resultar en una intensificación en la frecuencia de los eventos extremos al 2030. Esto impactaría al país principalmente debido a que el 10% de la población peruana es vulnerable a las sequías y el sector agricultura se vería afectado por el bajo rendimiento de los principales productos agrícolas, así como la falta de infraestructura de riego. Otro sector impactado sería la salud pública ya que eventos climáticos extremos traen consigo enfermedades transmitidas por vectores (malaria) o por uso de agua, entre otras.	La tendencia de aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos podría intensificarse como resultado del cambio climático. El uso de vehículos contaminantes aporta GEI y contribuye con dicho fenómeno.	5	5
T12: Incremento de la interconectividad a través del Internet de las cosas (IdC)	Riesgo: Al año 2030 se estima que 8 mil millones de personas y 25 mil millones de dispositivos inteligentes estarían interconectados en una red de información masiva, donde el internet representa el "sistema nervioso digital global". La disponibilidad de información personal en estos sistemas resulta en una alta vulnerabilidad de ataques cibernéticos, los cuales son más comunes en la última década. Oportunidad: La IdC permitiría que las sociedades se encuentren cada vez más conectadas con el crecimiento de la transmisión global de datos.	La tendencia de la interconectividad a través del IdC podría tener un impacto positivo en el problema de la conformación del parque automotor contaminante. Esto porque el IdC permite la transmisión de información de manera efectiva y eficiente, brindando información en tiempo real de los beneficios y características de los EV, promoviendo su adopción.	5	3
T13: Incremento de la adopción de vehículos autónomos	Riesgo: La tecnología autónoma posee un alto potencial y han generado mucho interés. Sin embargo, esta tecnología deberá superar las barreras asociadas como la fijación de precios, comprensión de los consumidores y las cuestiones de seguridad. Estos aspectos podrían retrasar la masificación de los vehículos autónomos. Oportunidad: Las barreras asociadas a las tecnologías autónomas presentan oportunidades para actores de tecnología para superar estos aspectos técnicos de introducción de la tecnología. Una vez que se abordan estos desafíos, los vehículos autónomos presentan una oferta de gran valor para los consumidores (por ejemplo, capacidad para trabajar durante el trayecto, conveniencia de utilizar los medios sociales o descansar mientras viajan). Asimismo, la tecnología de propulsión eléctrica es cada vez más eficiente y asequible, y los Estados están presionando cada vez más en la reducción de emisiones.	La tendencia de incremento de la adopción de vehículos autónomos podría tener impactos positivos en la adopción de nuevas tecnologías autónomas que son más eficientes y limpias.	5	5

Fuente: CEPLAN, 2018. Elaborado por EY

A partir del análisis que comprende: el contexto de la electromovilidad, las políticas y avances a nivel global, el problema público declarado, el análisis de las aspiraciones de la población, la identificación y evaluación de las tendencias, escenarios, riesgos y oportunidades; realizado a través de la revisión de la información disponible, entrevistas con entidades y autoridades competentes, así como la consideración de las tendencias y escenarios contextuales planteados por CEPLAN, a continuación se formula la situación futura deseada:

Al 2030, el parque automotor de vehículos no contaminantes electrificados será de 5%.

4.1.4 Selección de alternativas de solución al problema público

a. Determinación del tipo de intervención

Se consideran tres tipos de intervenciones (CEPLAN, 2018):

- Modificar y mejorar intervenciones existentes a fin de que se alineen a la dirección de la política nacional.
- Proponer nuevas intervenciones con nuevas actividades, logros esperados, financiamiento y arreglos institucionales.
- Una combinación de modificación de intervenciones existentes y nuevas propuestas.

b. Delimitación de instrumentos de implementación

Se consideran tres tipos de instrumentos (CEPLAN, 2018):

- Económicos: aquellos que impulsan un curso de acción determinado en un ámbito concreto a través de medidas basadas en facilitar, apoyar o estimular ciertas actividades.
- Informativos: aquellos que buscan concientizar sobre determinados problemas o fortalecer valores, así como aquellos basados en la distribución del conocimiento entre diversos actores sociales.
- Reguladores: aquellos que se basan en la producción de normas que regulan diversos aspectos de la sociedad.

c. Proposición de alternativas de solución

Las alternativas de solución se encuentran propuestas según lo siguiente:

- Incentivar el uso de combustibles como el GNV o GLP
La Resolución Ministerial N° 029-2021-MINEM/DM plantea que el Consejo Supervisor del Sistema de Control de Carga de GNV implemente mecanismos e incentivos para promocionar el mayor uso del gas natural vehicular hasta hora concentrado en Lima.

Se procura incrementar la cantidad de conversiones vehiculares, con financiamiento del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), del sistema energético u otras fuentes de financiamiento. El objetivo es que se extienda el uso de GNV, debido a que se afirma que es un combustible de menor impacto ambiental, en comparación a las gasolinas o al diésel.

- Incentivar la renovación del parque automotor
En el Plan Nacional de Competitividad y Productividad (Decreto Supremo N° 237-2019-EF), en la Medida de Política 9.5: Bono de chatarreo, se establece lo siguiente respecto a los incentivos para lograr la renovación del parque automotor:

“La quinta medida de política correspondiente al OP9 propone la creación de un programa que consiste, por un lado, en el establecimiento de incentivos económicos y no económicos que fomenten la adquisición de vehículos nuevos que cumplan con estándares de emisiones adecuados, y por otro lado, en el procesamiento como chatarra de los vehículos que cuenten con determinada antigüedad.”

- Incentivar la adopción de vehículos electrificados.
En la Medida de Política 9.4: Estrategia de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios, se establece lo siguiente para incentivar la adopción de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de carga:

“Paralelamente, se plantea implementar un paquete de instrumentos normativos que fomenten la electrificación del sector transporte, los cuales, entre otros aspectos, incluyen la adecuación del Reglamento Nacional de Vehículos con el fin de considerar características particulares de vehículos eléctricos. Este paquete se alinea con la aprobación de normas técnicas para las estaciones de carga eléctrica que brindarán suministro a la flota de vehículos eléctricos que se insertarán en el país.”

“Resulta pertinente destacar el carácter complementario de los componentes de esta medida. En efecto, el mayor número de vehículos eléctricos que se introduzcan en el país propiciará un incremento en la demanda por energía eléctrica, la cual deberá ser cubierta, en buena parte, por una mayor participación de plantas de energía renovable. Por consiguiente, el resultado esperado es un mayor nivel de seguridad energética, así como la reducción de las emisiones GEI.”

Como parte de la Medida de Política, en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad se plantearon los siguientes hitos:

Tabla N° 47 - Hitos de la electromovilidad

Hito 1	Hasta Jul-2021	Hasta Jul-2025	Hasta Jul-2030
Paquete normativo para la promoción de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de suministro (Dic-2019)	Proyectos piloto descentralizados para el ingreso de buses, autos y motos eléctricos	Normas Técnicas Peruanas para estaciones de carga de vehículos eléctricos	Ómnibus eléctricos en circulación en Lima, Arequipa y Trujillo

Fuente: MEF 2019

En base a estas tres alternativas ya identificadas dentro de lo que el Estado Peruano ha venido tratando, se establece el siguiente cuadro de caracterización de las alternativas de solución priorizadas.

Tabla N° 48 - Alternativas de solución priorizadas

Alternativa	Tipo de intervención	Instrumento de implementación ²⁵
Incentivar el uso de combustibles como el GNV o GLP	Modificar y mejorar intervenciones existentes a fin de que se alineen a la dirección de la política nacional.	<ul style="list-style-type: none"> Económica Reguladora Informativa
Incentivar la renovación del parque automotor	Una combinación de modificación de intervenciones existentes y nuevas propuestas.	<ul style="list-style-type: none"> Económica Reguladora Informativa
Incentivar la adopción de vehículos electrificados	Proponer nuevas intervenciones con nuevas actividades, logros esperados, financiamiento y arreglos institucionales.	<ul style="list-style-type: none"> Económica Reguladora Informativa

Elaborado por EY

d. Evaluación de alternativas de solución

La evaluación de las alternativas de solución se realizará conforme a los siguientes criterios, en aplicación de la Guía de Políticas Nacionales del CEPLAN:

- **Efectividad**
Se refiere al nivel en el que la alternativa evaluada logra resolver o incidir en la solución del problema planteado. Esto es, cuál de las alternativas sirve mejor para cambiar la conformación del parque vehicular de tal modo que se disminuya la contaminación proveniente de dicha fuente, aplicándose la siguiente escala:
 - Alta, la contaminación se reduce en más de 0.20 MtCO₂eq.
 - Media, la contaminación se reduce entre 0.15 y 0.20 MtCO₂eq.
 - Baja, la contaminación se reduce en menos de 0.15 MtCO₂eq.

En caso exista alguna duda técnica, razonable con respecto a la capacidad de una alternativa de la reducción estimada, se asignará el valor inmediato inferior de la anterior escala.

²⁵ La tipología de instrumentos de implementación se encuentra definida por el CEPLAN en la Guía de Políticas Nacionales, modificada por Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N° 00057-2018/CEPLAN/PCD

Los niveles de reducción de contaminación corresponderán a los valores calculados para las medidas consideradas que forman parte de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) del Perú, en el marco del acuerdo de París.

- **Viabilidad social**
Se refiere a la aceptación del público afectado por la política. Es importante valorar la opinión de la población y/o de instituciones representativas de la sociedad civil respecto a la alternativa propuesta. Se califica si se cumple o no la viabilidad social.
- **Viabilidad política**
Se refiere a la aceptación política de la alternativa propuesta. Permite verificar la consistencia de esta alternativa con las Políticas de Estado y los objetivos del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional del Perú. Se califica si se cumple o no la viabilidad política.
- **Viabilidad administrativa**
Se refiere a la capacidad de gestión y realización de los arreglos institucionales necesarios en los ministerios, a fin de implementar la alternativa de solución propuesta. Se califica si se cumple o no la viabilidad administrativa.
- **Análisis costo beneficio**
Conforme a CEPLAN, el análisis costo beneficio incluye:
 - Definición de los costos y beneficios relevantes para cada alternativa
 - Monetización de los costos y beneficios reflejando los costos de oportunidad de los recursos utilizados
 - Cálculo del valor presente neto de cada alternativa
 - Análisis de sensibilidad

Alcances de dicho ejercicio serán realizados respecto a la alternativa de incentivar la adopción de vehículos electrificados, en cuanto al impacto fiscal y al impacto ambiental. Los análisis costo-beneficio de las otras iniciativas, de no existir aún en los registros del Estado, deben ser evaluados, si resultase necesario, con ocasión de la formalización del Plan Nacional de Electromovilidad.

A continuación, se ha construido la matriz que sistematiza la evaluación realizada a cada alternativa de solución de acuerdo con una escala de puntaje con el objetivo de priorizar las alternativas.

Tabla N° 49 - Evaluación de alternativas de solución

Alternativa	Efectividad	Viabilidad social	Viabilidad política	Viabilidad administrativa	Análisis costo beneficio
<p>Alternativa 1: Incentivar el uso de combustibles como el GNV o GLP</p>	<p>MEDIANA efectividad: De acuerdo con las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) en el marco del acuerdo de Paris, el potencial de reducción de emisiones de GEI de esta alternativa en el año 2030 ha sido inicialmente estimado en 0.219 MtCO₂eq; sin embargo, esta estimación no considera que los buses a GNV pueden contaminar un 13% más que los buses Euro VI a diésel (BID, 2020).</p> <p>El informe de Trabajo Multisectorial planteó la medida de Promoción de GNV para vehículos livianos. Se esperaba que dicha medida alcance un parque de aproximadamente 202,444 vehículos a GNV convertidos y nuevos al año 2030. Sin embargo, a febrero del 2021, se ha alcanzado 338,000 vehículos convertidos o nuevos a GNV sin que ello necesariamente haya generado un fuerte impacto en la reducción de los niveles de contaminación del aire.</p>	<p>MEDIANA viabilidad: Conversión a GNV.</p> <ul style="list-style-type: none"> Sólo el 13% de los conductores en el país considera convertir sus vehículos al sistema de Gas Natural Vehicular (GNV) (Guía del Gas, 2019). <p>La población busca un mejor servicio de transporte y el alivio del tráfico vehicular.</p> <ul style="list-style-type: none"> Según IPSOS, (2018) y Lima Cómo Vamos, (2019) los principales problemas de Lima son: <ul style="list-style-type: none"> Inseguridad ciudadana Contaminación ambiental Tráfico vehicular Además, los servicios de transporte de buses, coasters o combis son calificados como muy malo/malo/regular por más del 70% de los encuestados (Lima y Callao) (Lima Cómo Vamos, 2019). <p>La población se preocupa en que se mejore la calidad ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> El problema ambiental más importante es la contaminación por vehículos en Lima y Callao (Lima Cómo Vamos, 2019). El 93% de los peruanos quieren que se genere un cambio hacia la sostenibilidad y equidad post-COVID-19 (Foro Económico Mundial, 2020) Casi el 60% se encuentra insatisfecho en Lima por la calidad del aire (Lima Cómo Vamos, 2019). Más del 70% ha sentido un cambio importante en el clima en los últimos 5 años en Lima y Callao reflejado en problemas de salud (Lima Cómo Vamos, 2019). 	<p>MEDIANA viabilidad: Cumple:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dentro de las NDC de mitigación de GEI del sector energía, en el marco del acuerdo de Paris, se incluye la promoción de combustibles como el gas natural vehicular (medida N° 4). En el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional de CEPLAN, dentro del eje estratégico 6.2 de Gestión de Calidad Ambiental se resalta la Calidad del aire la cual se ve principalmente afectada por las emisiones vehiculares y el cambio climático, entre otros. Asimismo, los lineamientos de política para calidad ambiental incluyen regular la calidad ambiental para asegurar su adecuación a la salud y el desarrollo integral de las personas, asegurar el cumplimiento de los compromisos internacionales del Perú en materia ambiental, entre otros. Finalmente, se tiene el objetivo específico 2: Calidad ambiental mejorada y gestionada con enfoque integral en el ámbito nacional. 	<p>MEDIANA viabilidad: Cumple: Si bien la presente alternativa requiere que se gestione de manera articulada entre distintos ministerios (MINEM, MINAM, MTC, MEF) y otras entidades como OSINERGMIN, es posible realizar los arreglos institucionales requeridos para implementar la alternativa de solución.</p>	<p>Para la alternativa de solución se sugiere analizar su factibilidad a través de la comparación de costos y beneficios.</p>
<p>Alternativa 2: Incentivar la renovación del parque automotor</p>	<p>BAJA efectividad: De acuerdo con las NDC en el marco del acuerdo de Paris, el potencial de reducción de emisiones de GEI en el año 2030 de esta medida como parte del Programa Nacional de Chatarreo y renovación vehicular ha sido estimado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.105 MtCO₂eq <p>Esta se producirá debido a la salida del mercado de los vehículos por su antigüedad. Estimación de la propuesta según retiro a una tasa anual de 5% de</p>	<p>MEDIANA viabilidad: Disposición a renovación de vehículos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Las tasas de renovación de vehículos son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Vehículos livianos, 2.32%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2014 a 2018. Buses, 2.32%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017. Camiones, 3.75%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017. 	<p>ALTA viabilidad: Cumple:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dentro de las NDC de mitigación de GEI del sector energía en el marco del acuerdo de Paris se incluye el Programa Nacional de Chatarreo y Renovación vehicular (medida N° 10). Como parte del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030, el objetivo prioritario 9 busca promover la sostenibilidad ambiental en la operación de actividades económicas. A su vez, 	<p>ALTA viabilidad: Cumple: Si bien la presente alternativa requiere que se gestione de manera articulada entre distintos ministerios (MINEM, MINAM, MTC, MEF), y gobiernos locales y regionales, es posible realizar los arreglos institucionales requeridos para implementar la alternativa de solución.</p> <p>Asimismo, el Consejo Nacional de Competitividad y Formalización,</p>	<p>Para la alternativa de solución se sugiere analizar su factibilidad a través de la comparación de costos y beneficios.</p>

Alternativa	Efectividad	Viabilidad social	Viabilidad política	Viabilidad administrativa	Análisis costo beneficio
	camiones de carga, alcanzando los 57,907 camiones de carga al 2030.	<p>La población busca un mejor servicio de transporte y el alivio del tráfico vehicular.</p> <ul style="list-style-type: none"> Según IPSOS, (2018) y Lima Cómo Vamos, (2019) los principales problemas de Lima son: <ul style="list-style-type: none"> Inseguridad ciudadana Contaminación ambiental Tráfico vehicular Además, los servicios de transporte de buses, coasters o combis son calificados como muy malo/malo/regular por más del 70% de los encuestados (Lima y Callao) (Lima Cómo Vamos, 2019). <p>La población se preocupa en que se mejore la calidad ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> El problema ambiental más importante es la contaminación por vehículos en Lima y Callao (Lima Cómo Vamos, 2019). El 93% de los peruanos quieren que se genere un cambio hacia la sostenibilidad y equidad post-COVID-19 (Foro Económico Mundial, 2020) Casi el 60% se encuentra insatisfecho en Lima por la calidad del aire (Lima Cómo Vamos, 2019). Más del 70% ha sentido un cambio importante en el clima en los últimos 5 años en Lima y Callao reflejado en problemas de salud (Lima Cómo Vamos, 2019). 	<p>el lineamiento de política LP 9.3. se enfoca en generar soluciones sostenibles y más limpias para el desarrollo productivo en sectores de alto impacto de la economía nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> En ese sentido, la medida de política 9.5 Bono de Chatarreos propone la creación de un programa que consiste, por un lado, en el establecimiento de incentivos económicos y no económicos que fomenten la adquisición de vehículos nuevos que cumplan con estándares de emisiones adecuados, y, por otro lado, en el procesamiento como chatarra de los vehículos que cuenten con determinada antigüedad. En el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional de CEPLAN, dentro del eje estratégico 6.2 de Gestión de Calidad Ambiental se resalta la Calidad del aire la cual se ve principalmente afectada por las emisiones vehiculares y el cambio climático, entre otros. Asimismo, los lineamientos de política para calidad ambiental incluyen regular la calidad ambiental para asegurar su adecuación a la salud y el desarrollo integral de las personas, asegurar el cumplimiento de los compromisos internacionales del Perú en materia ambiental, entre otros. Finalmente, el objetivo específico 2 busca la Calidad ambiental mejorada y gestionada con enfoque integral en el ámbito nacional. 	<p>responsable de las reformas en competitividad, podría articular esta alternativa de solución en el marco de la Medida de política 9.5: Bono de Chatarreos. Al encontrarse dentro del Plan Nacional de Productividad y Competitividad, el Consejo Nacional de Competitividad y Formalización podría contar con las capacidades para gestionar su implementación.</p>	
Alternativa 3: Incentivar la adopción de vehículos electrificados	<p>ALTA efectividad: De acuerdo con las NDC en el marco del acuerdo de Paris, el potencial de reducción de emisiones de GEI de la promoción de vehículos eléctricos en el año 2030 ha sido estimado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.234 MtCO₂eq <p>Se espera que la medida logre como resultado la circulación de 6,707 ómnibus eléctricos y 171,359 vehículos</p>	<p>ALTA viabilidad: Adopción de vehículos eléctricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> El 87% de los peruanos encuestados consideran que el uso de vehículos eléctricos puede ayudar a reducir la contaminación (Nissan News, 2018) El 79% de las personas encuestadas en Perú están dispuestas a comprar un vehículo eléctrico (Nissan News, 2018) 	<p>ALTA viabilidad: Cumple:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dentro de las NDC de mitigación de GEI del sector energía en el marco del acuerdo de Paris se incluye la Promoción de vehículos eléctricos a nivel nacional (medida N°6). Como parte del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030, el objetivo prioritario 	<p>ALTA viabilidad: Cumple: Si bien la presente alternativa requiere una gestión de manera articulada entre distintos ministerios (MINEM, MINAM, MTC, MEF), y otras como OSINERGMIN o autoridades de transporte urbano es posible realizar los arreglos institucionales requeridos para implementar la alternativa de solución.</p>	<p><i>[Se consignará la información resultante del impacto fiscal y del impacto ambiental]</i></p> <p>Cabe resaltar que en las secciones 3.2 <i>Evaluación de impactos de las políticas en la recaudación fiscal</i> y 3.3 <i>Evaluación del impacto ambiental</i> se analizan los costos y beneficios de implementar la presente alternativa de solución.</p>

Alternativa	Efectividad	Viabilidad social	Viabilidad política	Viabilidad administrativa	Análisis costo beneficio
	<p>livianos eléctricos en el año 2030, lo que representa el 5% del parque en su clasificación vehicular.</p>	<p>La población busca un mejor servicio de transporte y aliviamiento del tráfico vehicular.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Según IPSOS, (2018) y Lima Cómo Vamos, (2019) los principales problemas de Lima son: <ul style="list-style-type: none"> ○ Inseguridad ciudadana ○ Contaminación ambiental ○ Tráfico vehicular • Además, los servicios de transporte de buses, coasters o combis son calificados como muy malo/malo/regular por más del 70% de los encuestados (Lima y Callao) (Lima Cómo Vamos, 2019). <p>La población se preocupa en mejorar la calidad ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El problema ambiental más importante es la contaminación por vehículos en Lima y Callao (Lima Cómo Vamos, 2019). • El 93% de los peruanos quieren que se genere un cambio hacia la sostenibilidad y equidad post-COVID-19 (Foro Económico Mundial, 2020) • Casi el 60% se encuentra insatisfecho en Lima por la calidad del aire (Lima Cómo Vamos, 2019). Más del 70% ha sentido un cambio importante en el clima en los últimos 5 años en Lima y Callao reflejado en problemas de salud (Lima Cómo Vamos, 2019). 	<p>9 busca promover la sostenibilidad ambiental en la operación de actividades económicas. A su vez, el lineamiento de política LP 9.3. se enfoca en generar soluciones sostenibles y más limpias para el desarrollo productivo en sectores de alto impacto de la economía nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En ese sentido, la medida de política 9.4: Estrategia de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios propone implementar un paquete de instrumentos normativos que fomenten la electrificación del sector transporte. • En el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional de CEPLAN, dentro del eje estratégico 6.2 de Gestión de Calidad Ambiental se resalta la Calidad del aire la cual se ve principalmente afectada por las emisiones vehiculares y el cambio climático, entre otros. Asimismo, los lineamientos de política para calidad ambiental incluyen regular la calidad ambiental para asegurar su adecuación a la salud y el desarrollo integral de las personas, asegurar el cumplimiento de los compromisos internacionales del Perú en materia ambiental, entre otros. • Finalmente, el objetivo específico 2 busca la Calidad ambiental mejorada y gestionada con enfoque integral en el ámbito nacional. 	<p>Asimismo, el Consejo Nacional de Competitividad y Formalización, responsable de las reformas en competitividad, podría articular esta alternativa de solución en el marco de la Medida de política 9.4: Estrategia de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios. Al encontrarse dentro del Plan Nacional de Productividad y Competitividad, el Consejo Nacional de Competitividad y Formalización podría contar con las capacidades para gestionar su implementación.</p>	

Elaborado por EY

Nota:

Los puntajes por nivel de calificación son los siguientes: Alta = 3 puntos; Media = 2 puntos y Baja = 1 punto.

e. Jerarquización de las alternativas de solución

A partir de los criterios de evaluación considerados para la evaluación de las alternativas, se procede a realizar una jerarquización de las diversas iniciativas mediante los puntajes obtenidos con el objetivo de seleccionar aquellas alternativas más apropiadas.

Tabla N° 50 - Jerarquización de alternativas de solución

Alternativa	Puntaje total	
Alternativa 1: Incentivar el uso de combustibles como el GNV o GLP	8 puntos	MEDIO
Alternativa 2: Incentivar la renovación del parque automotor	9 puntos	MEDIO
Alternativa 3: Incentivar la adopción de vehículos electrificados	12 puntos	ALTO

Elaborado por EY

4.2 Políticas relacionadas al problema público

La propuesta de Plan Nacional de Electromovilidad se encuentra relacionada a los siguientes instrumentos de política internacional y de políticas y estrategias nacionales:

4.2.1 Acuerdos internacionales

- Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC): Corresponden a las metas y compromisos nacionales asumidos por los países en el marco del Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, el cual fue ratificado por el Perú mediante el Decreto Supremo N°058-2016-RE el 22 de julio de 2016 y entró en vigor el 4 de noviembre del mismo año. Con relación a las NDC de mitigación, estas corresponden a cinco sectores de acuerdo al IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change): 1) Energía; 2) Procesos industriales; 3) Agricultura; 4) Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura y 5) Desechos. El sector transporte se considera parte del sector de emisiones de GEI de Energía - combustión móvil.
- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): El Perú está comprometido con el cumplimiento de los ODS, iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) impulsada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que busca erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad de las personas. De los 17 objetivos que comprenden los ODS, los objetivos que se encuentran directamente relacionados con la movilidad eléctrica son el Objetivo N°11: Ciudades y Comunidades Sostenibles y el Objetivo N°13: Acción por el clima. Específicamente, dentro del Objetivo 11, la Meta 11.2 se encuentra relacionada al acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles hacia el 2030. Adicionalmente, la Meta 11.6 se encuentra relacionada a la reducción del impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo. Asimismo, el objetivo 3: Salud y bienestar, también estaría relacionado, específicamente el objetivo 2.9 el cual se encuentra relacionado a reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo. Finalmente, el objetivo 7: Energía asequible y no contaminante también está relacionado a la electromovilidad, específicamente el objetivo 7.b que está relacionado a ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): Perú tiene como objetivo ser un miembro pleno de la OCDE, y en ese sentido debe seguir las recomendaciones planteadas por el informe "El camino ambiental hacia el OCDE" en tres áreas claves: cuestiones de gobernanza, la agenda de la calidad ambiental y la agenda de la gestión de los recursos naturales. Dicho reporte detalla que dentro de la Gobernanza Ambiental se tienen los sectores de políticas públicas, economía y

ambiente, sociedad y ambiente y cooperación internacional. Asimismo, dentro de agenda ambiental se tiene el cuidado de los Estándares de Calidad Ambiental del aire y agua, la correcta disposición de residuos sólidos y sustancias químicas y desarrollo y protección de la biodiversidad.

4.2.2 Políticas y estrategias nacionales:

- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, Aprueba la Política Nacional del Ambiente. Eje de Política 2: Gestión integral de la calidad ambiental. Objetivo 2. Desarrollar y consolidar mecanismos de carácter técnico, normativo, económico y financiero, para la prevención y control de los impactos ambientales negativos significativos de las actividades de origen natural y antrópico. Sección 3: Calidad del aire - Lineamientos de política:
 - *“a) Establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de las personas.”*
 - *“c) Incentivar la modernización del parque automotor promoviendo instrumentos, uso de medios de transporte y combustibles que contribuyan a reducir los niveles de contaminación atmosférica.”*
- Decreto Supremo N° 064-2010-EM, Aprueban la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040. Objetivo 6: Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de Desarrollo Sostenible. Lineamientos de Política:
 - *Impulsar el desarrollo y uso de energías limpias y de tecnologías con bajas emisiones contaminantes y que eviten la biodegradación de los recursos.*
 - *Alcanzar una normativa ambiental con requerimientos compatibles con la Política Nacional del Ambiente y los estándares internacionales.*
- Decreto Supremo N° 054-2011-PCM, Plan Estratégico de Desarrollo Nacional: "Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021" en su eje estratégico 6: Recursos naturales y ambiente dispone la gestión de la calidad ambiental.
- Resolución Suprema N° 189-2012-PCM, Ejes Estratégicos de la Gestión Ambiental. Eje Estratégico B: Mejora en la calidad de vida con ambiente sano. Estrategia B.1 Garantizar un ambiente sano (aire, suelo, agua, residuos sólidos).
- Decreto Supremo N° 005-2017-MINAM, Plan de Acción para implementar las Recomendaciones de la Evaluación de Desempeño Ambiental del Perú (OCDE).
 - Recomendación 8: completar la estrategia de crecimiento verde en el Perú, considerando el papel de las políticas ambientales como motor para el crecimiento económico. Incorporar las metas de política ambiental en los planes de desarrollo nacional y de diversificación productiva y en los marcos de planificación presupuestaria, así como en las políticas y planes sectoriales. Reforzar los esfuerzos de coordinación entre el Centro

Nacional de Planeamiento Estratégico, el Ministerio de Economía y Finanzas, el Ministerio de la Producción, el Ministerio del Ambiente y otras instituciones competentes para asegurar la implementación efectiva de un crecimiento verde bajo en carbono mediante la definición de objetivos ambientales concretos, medibles y consistentes.

- Recomendación 28: Invertir en el diseño y construcción de sistemas de transporte público eficientes y promover el uso de modos de transporte distintos al automóvil. Realizar esfuerzos para mejorar la calidad de los combustibles, convergiendo a estándares cercanos a los de países OCDE. Promover incentivos económicos sobre la base del principio de “quien contamina paga” para reducir las emisiones vehiculares y la contaminación atmosférica. Restringir aún más el ingreso de vehículos usados, instaurar normas de ingreso más estrictas para vehículos nuevos. Fiscalizar el cumplimiento de las normas de emisión de los vehículos y la aplicación de las revisiones técnicas del parque automotriz. Promover el chatarreo de vehículos viejos que todavía están en uso como medida de reducir las emisiones de NOx.
- Decreto Supremo N° 237-2019-EF, Plan Nacional de Competitividad y Productividad en su objetivo prioritario N° 9: Promover la sostenibilidad ambiental en la operación de actividades económicas. A nivel de medida de política 9.4 se establece la Estrategia de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios.
- Decreto Supremo N° 012-2019-MTC, Política Nacional de Transporte Urbano. Objetivo Prioritario 1: Contar con sistemas de transporte urbano público eficaces para el desplazamiento de las personas. Lineamiento 1.2: Desarrollar sistemas integrados de transporte urbano, social y ambientalmente sostenibles, bajo el concepto de multimodalidad de los desplazamientos, en las ciudades. Servicio 1.2.2: Servicios de transporte urbano ambientalmente sostenibles.

4.3 Identificación de los niveles de intervención existentes

A la fecha de este estudio, los planes analizados demuestran que no existe intervención sobre electromovilidad. Se analizaron los planes estratégicos sectoriales, planes estratégicos institucionales y planes operativos institucionales de las entidades de los sectores Ambiente, Transporte y Comunicaciones, así como Energía y Minas. También se analizaron los planes de desarrollo regional concertado en correspondencia con las ciudades priorizadas respecto a problemas de contaminación del aire.

La información con la que se podría establecer alguna relación con la propuesta de Plan Nacional de Electromovilidad, se consigna a continuación.

4.3.1 PESEM, PEI y POI

La siguiente tabla muestra el análisis realizado a fin de determinar el nivel de intervención existente respecto a la contaminación del parque automotor y/o la implementación de la electromovilidad, según el Plan Estratégico Sectorial Multianual, Plan Estratégico Institucional y/o Plan Operativo Institucional de las siguientes entidades:

- Ministerio del Ambiente
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones
- Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao
- Organismo Supervisor de la Inversión Transporte
- Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías
- Ministerio de Energía y Minas
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

Tabla N° 51 – Plan estratégico sectorial, plan estratégico institucional y plan operativo institucional de entidades del Estado

Entidad	Plan Estratégico Sectorial Multianual	Plan Estratégico Institucional	Plan Operativo Institucional
Ministerio del Ambiente	<p>Resolución Ministerial N° 174-2016-MINAM, Resolución Ministerial N° 090-2020-MINAM, PESEM 2017-2021, ampliado al 2024.</p> <p>OES 1: Mejorar las condiciones de la calidad del ambiente en favor de la salud de las personas y la protección de los ecosistemas. Indicador: Porcentaje de incidencia de las principales enfermedades atribuidas a la contaminación ambiental. AES 1.1 Impulsar la reducción de la contaminación de los componentes del ambiente. Porcentaje de entidades supervisadas que cumplen con las normas y límites máximos permisibles (LMP)."</p>	<p>Resolución Ministerial N° 092-2019-MINAM, Resolución de Secretaría General N° 030-2020-MINAM, PEI 2019-2022, ampliado al 2023.</p> <p>OEI.05: Fortalecer la prevención y control de la contaminación de los componentes del ambiente % promedio de avance del fortalecimiento de los sectores priorizados para la gestión de la calidad de ambiental. AEI.05.01: Instrumentos técnicos-normativos para la gestión de la calidad ambiental elaborados para las entidades de los tres niveles de gobierno. AEI.05.02: Asistencia técnica para elaborar y/o actualizar instrumentos técnicos para la mejora de la calidad ambiental brindada de manera efectiva a las entidades de los tres niveles de gobierno"</p>	<p>Resolución Ministerial N° 294-2020-MINAM, POI 2021 AOI00129300171 Implementación de medidas para fortalecer la gestión de la calidad ambiental.</p>
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	<p>Resolución Ministerial N° 1305-2019 MTC/01. PESEM 2018-2023.</p> <ul style="list-style-type: none"> OES 02: Mejorar la seguridad y calidad ambiental en el sistema de transportes y comunicaciones. AES 02.02: Impulsar la renovación del parque automotor. 	<p>Resolución Ministerial N° 0328-2020-MTC/01. PEI 2020-2023.</p> <ul style="list-style-type: none"> OEI 05 Mejorar la gestión ambiental en la implementación de los sistemas de transportes y comunicaciones. AEI.05.01: Instrumentos técnicos-normativos en materia ambiental en transportes y comunicaciones orientados a la adecuada gestión de los tres niveles de gobierno y el sector privado. 	<p>Resolución Ministerial N° 1047-2020 MTC/01. POI 2021. Aprueban el Plan Operativo Institucional Anual (POI) 2021 del Ministerio de Transportes y comunicaciones</p>

Entidad	Plan Estratégico Sectorial Multianual	Plan Estratégico Institucional	Plan Operativo Institucional
		<ul style="list-style-type: none"> • AEI.05.02: Proyectos y/o programas en transportes y comunicaciones con instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados oportunamente a los operadores. • AEI.05.03: Fiscalización de las normas en materia ambiental en transportes efectiva y oportuna a los tres niveles de gobierno y el sector privado. 	
Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao	No aplica	En elaboración por la ATU	Resolución de Presidencia Ejecutiva N° 248-2020-ATU/PE, POI 2021 Actividad operativa: Gestión ambiental y social de la infraestructura y servicios de transporte
Organismo Supervisor de la Inversión Transporte	No aplica	Resolución de Consejo Directivo N° 0067-2020-CD-OSITRAN, PEI 2019-2023 Modificado Sin contenido de detalle asociado al problema público o a la alternativa de solución	Resolución de Consejo Directivo N° 0068-2020-CD-OSITRAN, POI 2021 Sin contenido de detalle asociado al problema público o a la alternativa de solución
Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías	No aplica	Resolución de Consejo Directivo N° D00050-2020-SUTRAN-CD, PEI 2020-2024 Sin contenido de detalle asociado al problema público o a la alternativa de solución	Resolución de Consejo Directivo N° D00051-2020-SUTRAN-CD, POI 2021-2023 Sin contenido de detalle asociado al problema público o a la alternativa de solución
Ministerio de Energía y Minas	Resolución Ministerial N° 553-2016-MEM/DM. PESEM 2016-2021. Desarrollado respecto a la Agenda de Desarrollo Sostenible al 2030 (ONU). Temporalidad ampliada a 2025,	Resolución Ministerial N° 163-2020-MEM/DM. PEI 2020-2025. • OEI.03: Asegurar la gestión ambiental responsable de los operadores en las	Resolución Ministerial N° 429-2020-MEM/DM. POI 2021. Dirección General de Eficiencia Energética:

Entidad	Plan Estratégico Sectorial Multianual	Plan Estratégico Institucional	Plan Operativo Institucional
	<p>Resolución Ministerial N° 163-2020-MEM/DM.</p> <ul style="list-style-type: none"> OES II. Disminuir el impacto ambiental de las operaciones minero-energéticas AES II.2. Promover la eficiencia energética y el uso de recursos energéticos renovables 	<p>actividades minera energéticas en beneficio de la población</p> <ul style="list-style-type: none"> AEI.03.03: Proyectos para la disminución de los efectos del cambio climático elaborados e implementados de manera integral en beneficio de la población 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de acciones de política de eficiencia energética Elaborar lineamientos de política y planeamiento energético
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería	No aplica	Resolución de Presidencia de Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN N° 100-2014-OS/PRES.PEI 2015-2021.	OSINERGMIN N° 79-2020-OS/PRES. POI 2021. Resolución de Presidencia del Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería mediante el cual se aprueba la formulación del Plan Operativo Institucional correspondiente al ejercicio 2021.

Elaborado por EY

4.3.2 Planes de desarrollo regional concertado

Se realizó el análisis de los planes de desarrollo regionales concertados para las regiones que se incluyen dentro de las zonas de atención prioritaria, como Arequipa, Pasco, Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima-Callao, Pisco, Piura y Trujillo; las cuales fueron identificadas como ciudades de atención prioritaria debido a problemas de contaminación del aire según el Decreto Supremo 074-2001-PCM (Reglamento de Estándares Nacional de Calidad del Aire).

- Ordenanza N° 1659. Plan Regional de Desarrollo Concertado de Lima 2012 – 2025. Eje Estratégico 2: Lima es una ciudad policéntrica, articulada y sostenible, que redefine el uso de su territorio en armonía con sus ecosistemas circundantes y que brinda servicios adecuados sin discriminación. Política 2.1 Asegurar la gestión integral, protección, conservación y restauración de los ecosistemas naturales y urbanos orientando el crecimiento urbano de acuerdo con una estrategia de ordenamiento territorial inclusivo y de mitigación /adaptación al cambio climático. Objetivo Estratégico 2.2 Elaboración e implementación de la Estrategia Metropolitana frente al cambio climático en concordancia con la política nacional y los acuerdos internacionales. Objetivo Específico 2.2.1 Fortalecimiento de capacidades en la provincia de Lima y sus distritos para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como los instrumentos para adaptarse permanentemente a este fenómeno que incluyan el enfoque intercultural. Objetivo Específico 2.2.2 Implementación iniciativas prioritarias de adaptación al cambio climático en diversas zonas de la ciudad.
- Ordenanza Regional N° 349 Arequipa. Plan de Desarrollo Regional Concertado 2013-2021 Arequipa, Objetivo Estratégico 124: Desarrollar la ecoeficiencia y competitividad del sector público y privado, promoviendo potencialidades y oportunidades económicas y ambientales. Dentro de dicho objetivo estratégico se proponen acciones estratégicas como promover en el sector empresarial el uso de insumos y tecnologías amigables con el ambiente, propendiendo a un contexto de economía verde y al bio comercio.
- Acuerdo del Consejo Regional N° 062, Callao. Plan de Desarrollo Concertado de la Región Callao 2011 - 2021. Eje de Desarrollo 3. Gestión ambiental y ordenamiento territorial. Objetivo Estratégico 3.1. Garantizar un ambiente saludable, reducir la contaminación y conservar la biodiversidad. Objetivo Específico 3.1.1. Reducir la contaminación. Política General 4: Promoción de un territorio ordenado y un ambiente saludable acorde con el desarrollo humano sostenible. Política: Cumplimiento responsable de las normas sobre el ambiente.
- Ordenanza N° 033-2016-GRLL/CR. Plan de Desarrollo Regional Concertado: PDRC La Libertad 2016 – 2021. Objetivo estratégico 7: Desarrollar un sistema integrado de ciudades sostenibles articulado con las zonas rurales. Dentro de dicho objetivo se contempla la acción estratégica de fortalecimiento de la conectividad urbano-rural sostenible (redes de transporte – predominio del transporte público y patronal).

- Ordenanza Regional N° 006-2018-GR.LAMB/CR. Plan de Desarrollo Regional Concertado Lambayeque 2030, Objetivo Estratégico 9: Mejorar la calidad ambiental en el Departamento de Lambayeque.
- Ordenanza Regional N° 381-2017/GRP-CR. Plan de Desarrollo Regional Concertado Piura 2016 -2021, Objetivo Estratégico 7. Promover el aprovechamiento sostenible y diversificado de los recursos naturales y mejora de la calidad y gestión ambiental.
- Ordenanza Regional N° 193-2014-GRJ/CR. Plan de Desarrollo Regional Concertado Junín al 2050, Objetivo Estratégico N° 6: Conservar los Recursos Naturales y Medio Ambiente Sostenible.
- Ordenanza Regional N° 114-2016-CR/GRC.CUSCO. Plan de Desarrollo Regional Concertado Cusco al 2021 con Prospectiva al 2030, Objetivo Estratégico 7: Asegurar un ambiente saludable y sostenible que reduzca la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida.
- Ordenanza Regional N° 009-2016-GRA/CR. Plan de Desarrollo Regional Concertado Ancash 2016-2021. Objetivo Estratégico 6: Mejorar la Calidad Ambiental con Disminución de los Riesgos asociados a cambios en el clima y eventos geológicos.
- Ordenanza Regional N° 014-2015-GRL-CR. Plan de Desarrollo Regional Concertado Loreto al 2021, Objetivo Estratégico N° 6: Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y mejorar la gestión de riesgos de desastres.
- Ordenanza Regional N° 007-2015-GORE-ICA/PR. Plan de Desarrollo Regional Concertado (PRDC) 2016-2021 del Departamento de Ica, Objetivo Estratégico N° 4: Mejorar la sostenibilidad ambiental en el departamento de Ica.
- Ordenanza Regional N° 04-2016-CR/GRM. Plan de Desarrollo Regional Concertado Moquegua hacia el 2021. Objetivo Estratégico Territorial 8: Mejorar la calidad ambiental y la gestión del riesgo de desastres en el territorio. Acción Estratégica Territorial 8.4: Prevenir y controlar la contaminación atmosférica.
- Acta de Sesión del Consejo de Coordinación Regional de Pasco N° 003-2020-CCR/GOB.REG.PASCO. Plan de Desarrollo Regional Concertado 2013-2021 Pasco, Objetivo Estratégico 8: Mejorar la Gestión Ambiental en el Departamento.

Conclusiones:

- Como se puede apreciar en el análisis presentado anteriormente, a la fecha, los planes estratégicos sectoriales, los planes estratégicos instituciones y los

planes operativos instituciones de las entidades del MINAM, MTC y MINEM, así como de SUTRAN, OSITRAN y OSINERGMIN no cuentan con lineamientos u objetivos estratégicos específicos en relación con la electromovilidad. Si bien hay mención sobre la gestión ambiental y la contaminación del aire, no hay mención específica de la movilidad eléctrica como potencial estrategia.

- Asimismo, los planes de desarrollo regional concertados de las ciudades priorizadas mencionan la importancia de contar con una estrategia de gestión ambiental o sostenible sin embargo no contemplan específicamente la movilidad eléctrica.
- Por tanto, resulta necesario establecer una política nacional a fin de promover la electromovilidad con el objetivo de reducir la contaminación del aire.

5. Objetivos de la propuesta

Se propone la base del Plan Nacional de Electromovilidad, constituida por los objetivos prioritarios, indicadores y lineamientos de política para la promoción de la electromovilidad.

5.1 Objetivos prioritarios e indicadores

Posterior al desarrollo de la estructuración del problema público (sección 4.1) y la selección de aquellas alternativas de solución consideradas más efectivas y viables para el desarrollo y adopción de la movilidad eléctrica en el país, se procede a la formulación de la política nacional, la cual inicia con la elaboración de los objetivos prioritarios y sus indicadores

Los objetivos prioritarios son aquellos cambios que se buscan alcanzar para prevenir, reducir o solucionar el problema público y llevan a la situación futura deseada identificada previamente (CEPLAN, 2018).

Para la formulación de los objetivos prioritarios se consideran los siguientes lineamientos de política (CEPLAN, 2018):

- Deben ser coherentes y consistentes con la estructuración del problema público (sección 4.1).
- Deben incluir una sola variable para representar la condición de cambio que se desea lograr.
- Deben ser formulados a nivel de resultados intermedios o finales, de acuerdo con el esquema de cadena de resultados y proponiendo cambios en las condiciones de vida de la población en un plazo determinado.
- Deben ser concretos y realizables en un periodo de tiempo establecido.
- No deben ser redactados en términos de funciones permanentes o de acuerdo con las funciones de cada ministerio.
- Deben redactarse de forma concreta y sintética, determinando la condición específica a alcanzar y el sujeto sobre el cual recae el cambio propuesto.

Siguiendo los puntos que CEPLAN establece que se deben considerar para la formulación de objetivos, se evaluaron los objetivos propuestos por la AAP para el desarrollo de la electromovilidad en Perú en función a la alternativa de solución seleccionada.

En ese sentido, se evaluó su relación con la alternativa de solución, si eran concretos y realizables.

Tabla N° 52 - Evaluación de objetivos propuestos por la AAP

Objetivo propuesto	Vinculación directamente con la alternativa de solución	Concreto	Realizable
Posicionar a Perú como un país líder en electromovilidad	Cumple	-	Cumple

Objetivo propuesto	Vinculación directamente con la alternativa de solución	Concreto	Realizable
Cambio de la matriz energética	-	-	Cumple
Reducción de la contaminación ambiental y los costos generados por ésta	Cumple	Cumple	Cumple
Reducción de la accidentalidad	-	Cumple	Cumple
Mejora del parque automotor	Cumple	-	-
Mejora de la imagen país	-	-	Cumple

Elaborado por EY

5.1.1 Creación de los objetivos prioritarios para el desarrollo de la electromovilidad en el Perú

En función dicha evaluación y la alternativa de solución seleccionada: *Incentivar la adopción de vehículos electrificados* se han identificado los siguientes objetivos prioritarios que se vinculan de manera directa con la alternativa de solución representando la condición de cambio que se quiere lograr de manera concreta y realizable:

Objetivo final:

- Reducir la contaminación ambiental producida por el parque vehicular

Objetivos intermedios:

- Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030²⁶.
- Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030²⁷.
- Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030²⁸.

²⁶ Según la estimación de adopción de vehículos eléctricos e híbridos se podría llegar a dicho porcentaje al 2030

²⁷ El gobierno debe ser responsable de sentar las bases y dar el ejemplo para promover la adquisición de la tecnología. Por ejemplo, el gobierno de Estados Unidos anunció su intención de reemplazar sus flotas estatales con flotas de vehículos eléctricos (Reuters, 2021).

²⁸ Según la estimación de adopción de vehículos eléctricos e híbridos se podría llegar a dicho porcentaje al 2030. Además, se encuentra alineada a los objetivos de países de la región como Colombia, que para el 2029 la ciudad de Cali tiene planteado que el 40% de su flota será cambiada a vehículos eléctricos para su Sistema de Transporte Masivo MIO (La República, 2020).

5.1.2 Determinación de las entidades responsables del cumplimiento de los objetivos prioritarios en el marco de sus competencias y funciones

A continuación, se determinan las entidades responsables del cumplimiento de los objetivos prioritarios en el marco de sus competencias y funciones.

Tabla N° 53 - Determinación de las entidades responsables del cumplimiento de los objetivos prioritarios

Tipo de objetivo	Objetivo	Entidad responsable ²⁹	Dirección
Objetivo de resultado final	Objetivo prioritario general: Reducir la contaminación ambiental producida por el parque vehicular	Ministerio del Ambiente (MINAM)	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD)
		Ministerio de Energía y Minas (MINEM)	La Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE)
		Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA)
Objetivos de resultados intermedios	Objetivo prioritario específico 1: Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030	Ministerio del Ambiente (MINAM)	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD)
		Ministerio de Energía y Minas (MINEM)	La Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE)
		Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	Consejo Nacional de Competitividad y Formalización (CNCF)
	Objetivo prioritario específico 2: Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030	Ministerio del Ambiente (MINAM)	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD)
		Ministerio de Energía y Minas (MINEM)	La Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE)
		Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	Consejo Nacional de Competitividad y Formalización (CNCF)
	Objetivo prioritario específico 3: Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos	Ministerio del Ambiente (MINAM)	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD)
		Ministerio de Energía y Minas (MINEM)	La Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE)

²⁹En el caso de una política multisectorial, el o los responsables pueden ser el ministerio o ministerios competentes en el logro del objetivo, o alguna de las entidades involucradas (CEPLAN, 2018).

Tipo de objetivo	Objetivo	Entidad responsable ²⁹	Dirección
	eléctricos y/o híbridos al 2030	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	Dirección General de Autorizaciones en Transporte (DGAT) Consejo Nacional de Competitividad y Formalización (CNCF)

Elaborado por EY

a. Definición de los indicadores de los objetivos prioritarios

Los indicadores son una expresión cuantitativa que se elabora a partir de variables, cuantitativas o cualitativas, que permiten realizar el seguimiento y evaluación del cumplimiento de los objetivos durante la implementación de la política nacional y su estado al final de su horizonte temporal.

Para el cumplimiento de los objetivos se proponen los siguientes indicadores:

Tabla N° 54 - Indicadores propuestos para cada objetivo

Objetivo	Indicador	Responsable de medición del indicador del objetivo
Objetivo Prioritario General: Reducir la contaminación ambiental producida por el parque vehicular	Toneladas de material particulado producido por el parque automotor (indicador con tendencia decreciente)	Ministerio del Ambiente (MINAM)
	Toneladas de CO ₂ eq producido por el parque automotor (indicador con tendencia decreciente)	Ministerio del Ambiente (MINAM)
Objetivo Prioritario Especifico 1: Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030	Participación de vehículos eléctricos e híbridos en las ventas totales de vehículos particulares (indicador con tendencia creciente)	Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP)
Objetivo Prioritario Especifico 2: Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.	Participación de vehículos eléctricos e híbridos en las compras y/o renovaciones totales de vehículos estatales (indicador con tendencia creciente)	Superintendencia de Bienes Nacionales (SBN)

Objetivo	Indicador	Responsable de medición del indicador del objetivo
Objetivo Prioritario Específico 3: Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030	Participación de vehículos eléctricos e híbridos en las flotas de vehículos para transporte público (taxis-buses) (indicador con tendencia creciente)	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Elaborado por EY

b. Determinación del horizonte temporal de la política nacional

Al establecer el horizonte temporal de la política nacional se define el periodo de cumplimiento de los objetivos trazados y sirve como referencia para calcular los avances y logros plasmados para su evaluación.

Para delimitar el horizonte temporal se deben considerar los siguientes criterios (CEPLAN, 2018):

- La naturaleza y complejidad del problema público.
- La alternativa de solución seleccionada.

Se recomienda que la política nacional se mantenga hasta el cumplimiento del objetivo prioritario.

c. Definición de los indicadores

A continuación se presentan las fichas técnicas de los indicadores del objetivo prioritario.

Tabla N° 55 - Ficha técnica del indicador 1

Ficha técnica del indicador 1	
Objetivo prioritario general	Reducir la contaminación ambiental producida por el parque vehicular
Nombre del indicador	Toneladas de material particulado producido por el parque automotor (indicador con tendencia decreciente)
Justificación	El cumplimiento del objetivo prioritario depende de la disminución de toneladas de material particulado emitido. Por ello, se requiere medir la tendencia de este indicador para garantizar el cumplimiento del objetivo.
Responsable del indicador del objetivo	MINAM
Limitaciones del indicador	Información limitada para todo el país (usualmente solo hay información para ciertas zonas de Lima)
Método de cálculo	Toneladas de material particulado emitidas por vehículos (livianos, buses y camiones)
Parámetro de medición	Toneladas de PM 10 y PM 2.5
Sentido esperado del indicador	Descendente
Fuente y bases de datos	Parque automotor: MTC

Ficha técnica del indicador 1			
		Material particulado: MINAM Límites máximos permisibles: MINAM (Decreto Supremo N° 010-2017-MINAM) Monitoreo de PM: (SENAMHI) - Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales World Air Quality Report	
Línea de base		Valor actual	Logros esperados
Año	2019 - 2021	-	-
Valor	Pendiente de construir línea base específica para el parque automotor. 2019: Promedio mensual de partículas < 10 micras en Lima Metropolitana: 59.97 mg/m ³ (INEI, 2019) 2016: Promedio mensual de partículas < 2.5 micras en Lima Metropolitana: 24.33 mg/m ³ (INEI, 2019)	-	-

Elaborado por EY

Tabla N° 56 - Ficha técnica del indicador 2

Ficha técnica del indicador 2			
Objetivo prioritario específico 1		Reducir la contaminación ambiental producida por el parque vehicular	
Nombre del indicador		Toneladas de CO ₂ eq producido por el parque automotor (indicador con tendencia decreciente)	
Justificación		El cumplimiento del objetivo prioritario depende de la disminución de toneladas de CO ₂ eq emitido. Por ello, se requiere medir la tendencia de este indicador para garantizar el cumplimiento del objetivo.	
Responsable del indicador del objetivo		MINAM	
Limitaciones del indicador		Información limitada para todo el país (usualmente solo hay información para Lima)	
Método de cálculo		Toneladas de CO ₂ eq por vehículos (livianos, buses y camiones)	
Parámetro de medición		Toneladas de CO ₂ eq	
Sentido esperado del indicador		Descendente	
Fuente y bases de datos		INEI, Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)	
Línea de base		Valor actual	Logros esperados
Año	2014 (INGEI)	-	-
Valor	17,298 Gg CO ₂ eq (INGEI, 2019)	-	-

Tabla N° 57 - Ficha técnica del indicador 3

Ficha técnica del indicador 3			
Objetivo prioritario específico 2	Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030		
Nombre del indicador	Participación de vehículos eléctricos e híbridos en las ventas totales de vehículos particulares (indicador con tendencia creciente)		
Justificación	El cumplimiento del objetivo prioritario depende de la introducción de vehículos eléctricos e híbridos particulares. Por ello, se requiere medir la tendencia de este indicador para garantizar el cumplimiento del objetivo.		
Responsable del indicador del objetivo	MINEM		
Limitaciones del indicador	-		
Método de cálculo	Vehículos eléctricos e híbridos particulares vendidos / Vehículos totales particulares vendidos		
Parámetro de medición	Número de vehículos eléctricos y/o híbridos de uso particular inmatriculados en el periodo/ total de vehículos de uso particular inmatriculados en el periodo		
Sentido esperado del indicador	Ascendente		
Fuente y bases de datos	SUNARP, AAP		
	Línea de base	Valor actual	Logros esperados
Año	2020	-	-
Valor	0.4686%	-	-

Elaborado por EY

Tabla N° 58 - Ficha técnica del indicador 4

Ficha técnica del indicador 4	
Objetivo prioritario específico 3	Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030
Nombre del indicador	Participación de vehículos eléctricos e híbridos en las compras y/o renovaciones totales de vehículos estatales (indicador con tendencia creciente)
Justificación	El cumplimiento del objetivo prioritario depende de la introducción y/o renovación de las flotas estatales por vehículos eléctricos e híbridos. Por ello, se requiere medir la tendencia de este indicador para garantizar el cumplimiento del objetivo.
Responsable del indicador del objetivo	MINEM
Limitaciones del indicador	-
Método de cálculo	Vehículos eléctricos e híbridos adquiridos por entidades estatales / Vehículos totales adquiridos por entidades estatales
Parámetro de medición	Número de vehículos eléctricos y/o híbridos adquiridos por el Estado en el periodo / Total de vehículos adquiridos por el estado en el Periodo
Sentido esperado del indicador	Ascendente

Ficha técnica del indicador 4

Fuente y bases de datos	Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado - Organismo Supervisor de las contrataciones del Estado (OSCE)		
Línea de base		Valor actual	Logros esperados
Año	-	-	-
Valor	-	-	-

Elaborado por EY

Tabla N° 59 - Ficha técnica del indicador 5

Ficha técnica del indicador 5

Objetivo prioritario específico 4	Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030		
Nombre del indicador	Participación de vehículos eléctricos e híbridos en las flotas de vehículos para transporte público (taxis-buses) (indicador con tendencia creciente)		
Justificación	El cumplimiento del objetivo prioritario depende de la introducción y/o renovación de las flotas de transporte público por vehículos eléctricos e híbridos. Por ello, se requiere medir la tendencia de este indicador para garantizar el cumplimiento del objetivo.		
Responsable del indicador del objetivo	MINEM		
Limitaciones del indicador	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de información de Títulos Habilitantes (TUCs) emitidos por los gobiernos locales. Recolección de información de taxis. 		
Método de cálculo	Vehículos eléctricos e híbridos adquiridos para transporte público / Vehículos totales adquiridos y/o renovados para transporte público		
Parámetro de medición	Número de vehículos eléctricos y/o híbridos inmatriculados con TUCs en el periodo / Total de vehículos inmatriculados con TUCs en el periodo		
Sentido esperado del indicador	Ascendente		
Fuente y bases de datos	Títulos Habilitantes (TUCs) emitidos por los gobiernos locales. Lima y Callao: Consulta ATU - vehículos autorizados		
Línea de base		Valor actual	Logros esperados
Año	2020	-	-
Valor	524 vehículos con TUCs en Lima Metropolitana y Callao	-	-

Elaborado por EY

5.2 Lineamientos de políticas de promoción de la electromovilidad

Los lineamientos establecen los ejes de trabajo para el logro de los objetivos prioritarios y deben ser planteados en el marco de las alternativas de solución seleccionadas (sección 4.1) (CEPLAN, 2018).

Para la elaboración de los lineamientos de la política se considera lo siguiente (CEPLAN, 2018):

- Deben ser formulados para cada objetivo prioritario y deben ser coherentes con los mismos.
- Deben ser coherentes y complementarios entre sí con el fin de evitar inconsistencias y redundancias.
- Deben marcar, de manera estratégica, la ruta sobre la cual se organizarán las intervenciones para lograr los objetivos.

Se han identificado los siguientes lineamientos de política para la promoción de la electromovilidad en el Perú, con fines de reducir la contaminación ambiental proveniente del parque vehicular:

a. Establecer el marco regulatorio relacionado con las condiciones habilitantes

Para el desarrollo de la electromovilidad, incluso en el escenario Business As Usual (BaU), resulta necesario establecer el marco regulatorio para el funcionamiento de equipos y servicios mínimos como, por ejemplo:

- Estándar de equipos de carga de vehículos eléctricos
- Implementación y funcionamiento de estaciones de carga de vehículos eléctricos
- Revisión técnica de vehículos eléctricos e híbridos
- Disposición de baterías de vehículos eléctricos e híbridos

Este marco regulatorio habilitará las condiciones mínimas para la existencia de un mercado de electromovilidad: comercialización de EV, servicios de mantenimiento de EV, servicios de carga de EV, servicio de revisiones técnicas de EV, servicio de disposición de baterías de EV, entre otros.

b. Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

Mediante el establecimiento de incentivos que incidan en reducir el precio de adquisición de vehículos eléctricos e híbridos, así como beneficios que incidan en generar una mayor diferencia en los costos de operación en comparación con los vehículos basados en motor de combustión interna.

Si bien los incentivos orientados a la reducción del precio no necesariamente lograrán equiparar el menor precio de los vehículos basados en motor de combustión interna, al considerar también los menores costos de operación mejorados con los beneficios, se logrará que la ecuación completa del costo total de propiedad favorezca la elección económica de los vehículos eléctricos e híbridos.

Así, con un menor costo total de propiedad para los EV, se incidirá en la modificación de la demanda de vehículos por los EV que son tecnologías más limpias.

Este costo total de propiedad mejora sensiblemente frente al mayor recorrido, dadas las ventajas de costos operativos de los EV frente a los ICE, por lo que es de esperar que haya una preferencia cada vez más importante de los EV para el servicio de taxi. Esto incidirá de manera favorable a la reducción de la contaminación del aire.

- c. Promover los vehículos electrificados e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

Es más eficiente que los vehículos de transporte público y de transporte de mercancías sean gestionados como flotas, debido a la:

- Maximización de la utilización de los vehículos
- Reducción de los costos de operación y mantenimiento por km recorrido
- Reducción de riesgos de operación
- Gestión empresarial antes que “empresas cascarón”

A tales potenciales eficiencias, se agregan las siguientes oportunidades (EY, 2021):

- Las inversiones en los patios de carga de energía y la orquestación de su operación mediante la utilización de softwares y analytics asociadas a la gestión de vehículos eléctricos (algunos ejemplos incluyen monitoreo en tiempo real de estaciones de carga y priorización de carga a través de aplicaciones móviles)
- El tamaño de la demanda de energía para acceder a mejores tarifas
- Aprovechamiento de los modelos de generación distribuida, incluyendo paneles solares, como soporte para la electrificación de las flotas
- La reducción en la fatiga de los conductores dado que no se utilizan cambios manuales y movimientos del embrague
- Resiliencia frente a las fluctuaciones de los precios de los combustibles

Así, establecer mayores beneficios específicos para la utilización de EV en el transporte público y de transporte de mercancías en tanto se gestionen como flotas, logrará la transformación de negocios unipersonales a empresas más formalizadas a fin de acceder a tales beneficios, que les pueden significar un margen adicional de ganancia, a la vez que se coadyuva a la eficiencia energética de dichas flotas y de menor contaminación del aire por una operación más orquestada, incluso desde la gestión de la carga de los vehículos.

Complementariamente, este tipo de vehículos son los que mantienen las mayores horas de recorrido en las ciudades, por lo tanto, una participación creciente de EV en flotas de transporte público y de transporte de mercancías redundará en una menor contaminación del aire que los vehículos de uso particular.

Se sugiere que el propio Estado Peruano se comprometa con esta racionalidad, procurando que la adquisición de los vehículos por parte de las entidades estatales sea por renovación o ampliación de flota, esté orientada a la utilización de EV.

- d. Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos electrificados.

Una buena parte de la decisión de adquirir un EV es la posibilidad de utilizarlo sin restricciones. Así, la barrera a resolver es la “ansiedad de autonomía” de los usuarios a través de la disponibilidad de infraestructura de carga en múltiples ubicaciones para la carga del vehículo, en la cantidad y capacidad suficiente como para respaldar la decisión de compra de EV.

- e. Promover el desarrollo de industrias y servicios conexos que complementen el ecosistema de vehículos electrificados

Los EV requiere de industrias y servicios complementarios que hagan sostenible su existencia y utilización en el tiempo, tales como:

- Fabricación y/o ensamblaje de EV
- Mantenimiento y/o reparación de EV
- Fabricación de baterías y/o partes de baterías para EV
- Capacitación Técnica en EV
- Revisión Técnica de EV
- Servicios de comercialización y reciclado de baterías de EV usadas

Este ecosistema de industrias y servicios, que conformarán el mercado de electromovilidad, harán sostenible la operación de los EV y han de estar disponibles en forma suficiente según como se escale la adopción.

6. Propuesta de promoción de la electromovilidad

Se desarrolla la propuesta de Plan Nacional de Electromovilidad a través del planteamiento de los servicios públicos correspondientes a los lineamientos de política de promoción de la electromovilidad, en concordancia con los objetivos establecidos.

6.1 Revisión de las políticas y estrategias de promoción para la adopción de movilidad eléctrica sugeridas por la AAP y aquellas implementadas en otros países

Con el objetivo de proponer los servicios vinculados a la alternativa de solución del problema público según la Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN (2018), se revisaron las políticas de promoción de la movilidad eléctrica implementadas en otros países y se identificaron aquellas que generaron mayores impactos a nivel de demanda.

Además, la primera fuente para la identificación de políticas de promoción fue el inventario de políticas sugeridas por la Asociación Automotriz del Perú (AAP) las cuales se encontraban agrupadas en cuatro bloques temáticos:

- Desarrollar un adecuado marco legal
- Establecer incentivos que promuevan la electromovilidad en el transporte terrestre
- Desarrollar infraestructura
- Eliminar las distorsiones del mercado

Tabla N° 60 - Políticas Sugeridas por la AAP

Categoría AAP	Políticas Sugeridas
Desarrollar un adecuado marco legal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprobar un Plan Nacional de Electromovilidad 2. Estandarizar enchufes y cargadores 3. Establecer tarifas eléctricas diferenciadas para el suministro de energía eléctrica a vehículos eléctricos e híbridos según nivel de emisiones. 4. Normas para la interoperabilidad de las estaciones de carga 5. Marco para que toda estación de carga pueda optar por ser usuario libre de electricidad con el fin de acceder a precios competitivos de electricidad. 6. Para el caso en el que el titular de la estación de carga eléctrica elija ser cliente regulado de electricidad, establecer tarifas eléctricas diferenciadas por horarios de demanda punta, media y base, para el suministro de energía eléctrica a vehículos eléctricos e híbridos 7. Regular complementariamente la circulación de los Vehículos de Movilidad Personal-VMP (Modificar la RM 308-2019 MTC/01.02) 8. Establecer mecanismos legales que garanticen las inversiones en vehículos con nuevas tecnologías, más limpios y menos contaminantes (Habilitaciones y/o concesiones en Transporte Público masivo por un mínimo de 10 años)
Establecer incentivos que promuevan la	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer programas piloto en el transporte público con vehículos eléctricos e híbridos (e-Buses y Taxis) y comunicar sus resultados

Categoría AAP	Políticas Sugeridas
electromovilidad en el transporte terrestre	<ol style="list-style-type: none"> 2. Establecer Bonos para subsidiar costo de vehículos eléctricos e híbridos. 3. Promover el crédito privado con bajos intereses (financiamiento verde). 4. Utilizar fondos para el financiamiento de adquisición de vehículos eléctricos (programa temporal). 5. Promover el cambio de la flota estatal a vehículos eléctricos e híbridos 6. Crear Placas de Rodaje diferenciadas para vehículos eléctricos e híbridos, que permitan el acceso a zonas restringidas, carriles y parqueos exclusivos 7. Exonerar de programas de restricción vehicular a los vehículos eléctricos e híbridos tales como Pico y Placa. 8. Exonerar del Impuesto General a las Ventas-IGV (Impuesto al Valor Añadido) a la venta de vehículos eléctricos e híbridos (Programa temporal por 10 años)
Desarrollar infraestructura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar el desarrollo de redes de carga rápida (Electrolineras) mediante inversión pública directa o Asociaciones Publico Privadas-APP's. 2. Promover la instalación de estacionamientos con cargadores en zonas céntricas de alta congestión y centros comerciales. 3. Fomentar instalación de cargadores domésticos en nuevas edificaciones 4. Promover las Energías Renovables distribuidas para las estaciones de carga 5. Promover nuevas tecnologías y Smart Cities: Ciudades auto sostenibles con vehículos eléctricos y autónomos. Venta de electricidad y otros servicios complementarios desde el vehículo eléctrico hacia la red.
Eliminar las distorsiones del mercado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar el Chatarreo Vehicular (Retiro de vehículos a ICE de más de 15 años de antigüedad) 2. Mejorar las inspecciones técnicas Vehiculares-ITV, para garantizar el retiro de vehículos antiguos y obsoletos 3. Eliminar el Impuesto al Patrimonio Vehicular-IPV a los vehículos eléctricos e híbridos en forma gradual según nivel de emisiones. 4. Establecer impuestos a los vehículos más antiguos (impuestos a los combustibles según emisiones de CO₂) y bonificar a los más eficiente (Febate) según nivel de emisiones. 5. Aplicar el Impuesto selectivo al Consumo-ISC a combustibles fósiles en función al índice de nocividad 6. Mejorar la calidad de los combustibles fósiles (<10 ppm de azufre)→ Euro 6 7. Implementar la homologación vehicular 8. Establecer programas de etiquetado vehicular en rendimiento (km/litro, km/galón), emisiones de CO₂ (gr/km) y el estándar de emisión que cumple (Euro 5 / 6, etc.) 9. Solucionar el problema de la congestión de tránsito en Lima-Callao 10. Implementar programas de reinserción de la mano de obra del sistema de transporte convencional a eléctrico (capacitaciones a choferes y talleres técnicos, convenios con operadores, otros)

Fuente AAP, 2020

Posteriormente, se procedieron a evaluar los servicios vinculados a la alternativa de solución del problema público (los servicios son definidos a lo largo del documento como políticas) en países que promueven la electromovilidad.

En la presente sección se describe la sistematización del proceso de análisis de políticas y su impacto en el desarrollo de la electromovilidad a nivel regional y global.

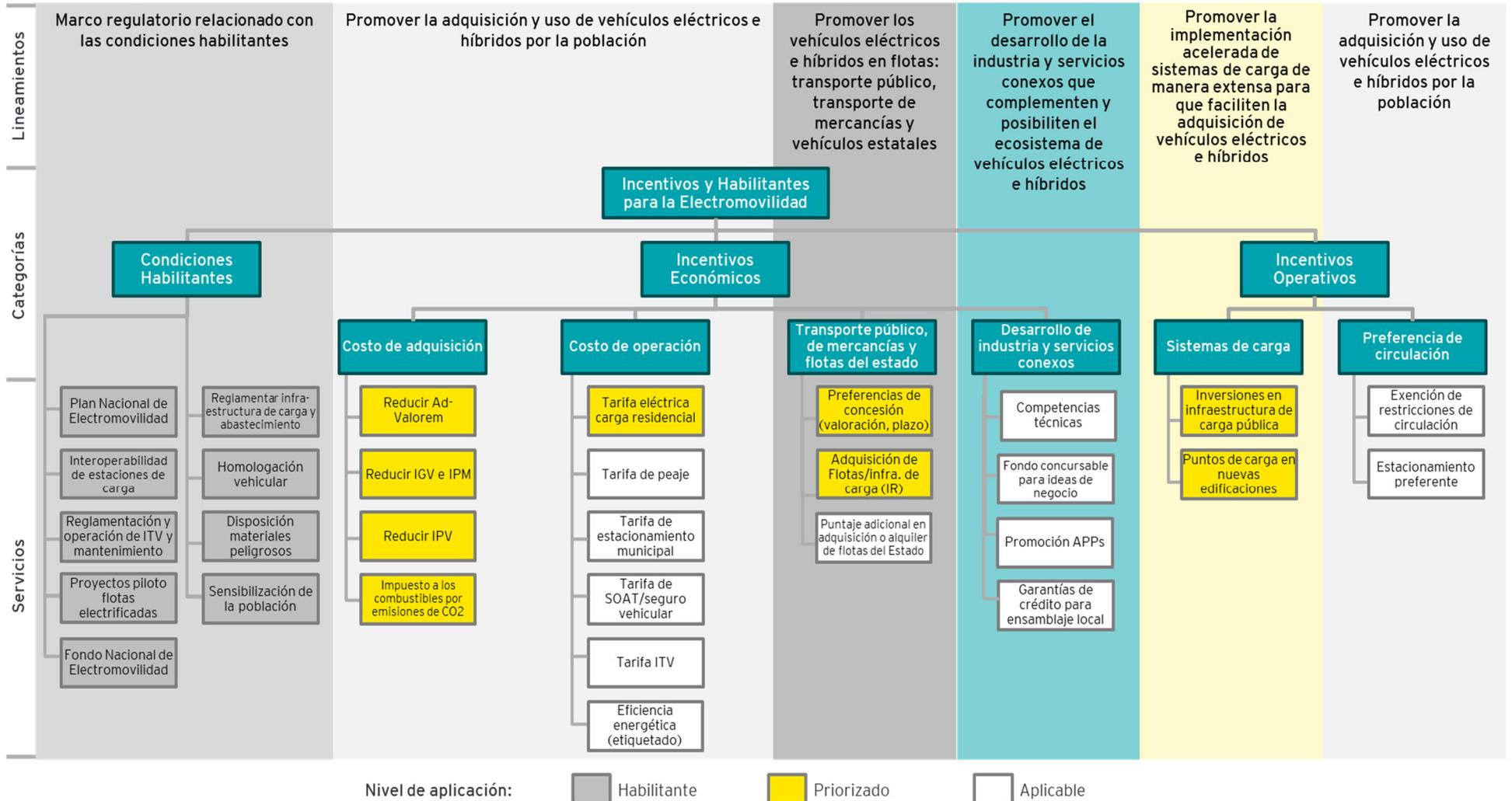
Tabla N° 61 - Proceso de análisis y priorización de políticas que promueven la electromovilidad

Etapas	Descripción
1. Identificación de las políticas implementadas a nivel global y regional	Se identificaron las políticas implementadas en los 9 países evaluados para fomentar la electromovilidad. Estas se clasificaron de acuerdo con su alcance ya sea económico u operativo, según la categoría vehicular (livianos, buses y/o camiones) y tipo de tecnología (híbridos y eléctricos). Asimismo, se diferencian políticas de condiciones habilitantes para su implementación. Este detalle se incluye en el capítulo 2. Marco de Referencia Internacional.
2. Determinación de categorías de políticas de mayor impacto	Sobre la base de un análisis elaborado previamente por EY, se identificaron los tipos de políticas con mayor influencia en el incremento de la adopción de vehículos electrificados según su impacto en el crecimiento de la electromovilidad y su probabilidad de ocurrencia. Asimismo, se consideraron fuentes secundarias como estudios del International Council on Clean Transportation (ICCT) dónde evalúa las políticas para el mercado europeo.
3. Análisis del impacto de las políticas en la demanda de vehículos electrificados	Se elaboraron líneas del tiempo en las que se incluyó información sobre las políticas según el año de implementación, así como sobre las ventas luego de tales implementaciones, con la finalidad de analizar la correlación entre políticas y ventas. Este detalle se incluye en el capítulo 2. Marco de Referencia Internacional. En base a dicha información, se priorizaron las políticas que han generado mayor impacto para incentivar la adopción de los vehículos eléctricos e híbridos.
4. Análisis de la factibilidad de implementación de las políticas en la recaudación fiscal	Para las políticas priorizadas, se realizó un análisis a nivel de implicancias regulatorias y tributarias para evaluar la factibilidad de implementación de las políticas. Asimismo, se evaluó su impacto en la recaudación fiscal. El detalle se incluye en el capítulo: 8. Sostenibilidad de la propuesta.

Elaborado por EY

En la siguiente figura se incluye un mapa con las políticas analizadas y priorizadas.

Figura N° 29 - Clasificación de incentivos y habilitantes identificados y analizados para promover la electromovilidad



Elaborado por EY

En la siguiente tabla se presentan las políticas propuestas por la AAP agrupadas según la clasificación presentada en la figura anterior.

Tabla N° 62 - Políticas propuestas por la AAP según categoría

Clasificación			Políticas propuestas por la AAP
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
Alcance económico	Costo de adquisición	IGV	1. Exonerar del Impuesto General a las Ventas-IGV (Impuesto al Valor Añadido) a la venta de vehículos eléctricos e híbridos (Programa temporal por 10 años)
		ISC	2. Aplicar el Impuesto selectivo al Consumo-ISC a combustibles fósiles en función al índice de nocividad
		Impuesto al patrimonio vehicular	3. Eliminar el Impuesto al Patrimonio Vehicular-IPV a los vehículos eléctricos e híbridos en forma gradual según nivel de emisiones.
		Subsidios a la adquisición	4. Establecer Bonos para subsidiar costo de vehículos eléctricos e híbridos.
		Chatarreo vehicular	5. Implementar el Chatarreo Vehicular (Retiro de vehículos a ICE de más de 15 años de antigüedad)
		Financiamiento con bajos intereses	6. Promover el crédito privado con bajos intereses (financiamiento verde)
	Costo de operación	Tarifa eléctrica carga residencial	7. Utilizar fondos como el FISE para el financiamiento de adquisición de vehículos eléctricos (programa temporal).
			8. Establecer tarifas eléctricas diferenciadas para el suministro de energía eléctrica a vehículos eléctricos e híbridos según nivel de emisiones.
		Eficiencia energética (etiquetado)	9. Para el caso en el que el titular de la estación de carga eléctrica elija ser cliente regulado de electricidad, establecer tarifas eléctricas diferenciadas por horarios de demanda punta, media y base, para el suministro de energía eléctrica a vehículos eléctricos e híbridos
			10. Establecer programas de etiquetado vehicular en rendimiento (km/litro, km/galón), emisiones de CO ₂ (gr/km) y el estándar de emisión (Euro 5 / 6, etc.)
Transporte público y flotas de transporte de mercancías	Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂	11. Establecer impuestos a los vehículos más antiguos (impuestos a las emisiones) y bonificar a los más eficiente (Feebate) según nivel de emisiones.	
		12. Mejorar la calidad de los combustibles fósiles (<10 ppm de azufre) Euro 6	
Alcance operativo	Sistemas de carga	Inversiones en infraestructura de carga pública	13. Establecer mecanismos legales que garanticen las inversiones en vehículos con nuevas tecnologías, más limpios y menos contaminantes (Habilitaciones y/o concesiones en Transporte Público masivo por un mínimo de 10 años)
			14. Fomentar el desarrollo de redes de carga rápida (Electrolineras) mediante inversión pública directa o Asociaciones Publico Privadas-APP´s.
			15. Marco para que toda estación de carga pueda optar ser usuario libre de

Clasificación			Políticas propuestas por la AAP
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
		Puntos de carga en nuevas edificaciones Domiciliario	electricidad con el fin de acceder a precios competitivos de electricidad. 16. Promover la instalación de estacionamientos con cargadores en zonas céntricas de alta congestión y centros comerciales. 17. Fomentar instalación de cargadores domésticos en nuevas edificaciones
	Preferencia de circulación	Exención de restricción vehicular Estacionamiento preferente	18. Exonerar de programas de restricción vehicular a los vehículos eléctricos e híbridos tales como Pico y Placa. 19. Crear Placas de Rodaje diferenciadas para vehículos eléctricos e híbridos, que permitan el acceso a zonas restringidas, carriles y parqueos exclusivos
	Desarrollo de industria y servicios conexos	Competencias técnicas	20. Implementar programas de reinserción de la mano de obra del sistema de transporte convencional a eléctrico (capacitaciones a choferes y talleres técnicos, convenios con operadores, otros)
Marco Regulatorio	Condiciones habilitantes	Plan Nacional de Electromovilidad	21. Aprobar un Plan Nacional de Electromovilidad
		Estandarización de enchufes y cargadores	22. Estandarizar enchufes y cargadores
		Interoperabilidad de estaciones de carga	23. Normas para la interoperabilidad de las estaciones de carga
		Homologación vehicular	24. Implementar la homologación vehicular
		Proyectos piloto flotas electrificadas	25. Establecer programas piloto en el transporte público con vehículos eléctricos e híbridos (e-Buses y Taxis) y comunicar sus resultados
		Reglamentación y operación de ITV y mantenimiento	26. Mejorar las Inspecciones Técnicas Vehiculares-ITV, para garantizar el retiro de vehículos antiguos y obsoletos
	Flota estatal	Puntaje adicional en adquisición o alquiler de flotas del Estado	27. Promover el cambio de la flota estatal a vehículos eléctricos e híbridos
Recomendaciones			28. Promover las Energías Renovables distribuidas para las estaciones de carga 29. Promover nuevas tecnologías, Smart City y ciudades autosostenibles con vehículos eléctricos y autónomos. Venta de electricidad y otros servicios complementarios desde el vehículo eléctrico hacia la red.
No priorizados	-	-	30. Solucionar el problema de la congestión de tránsito en Lima-Callao
	-	-	31. Regular complementariamente la circulación de los Vehículos de Movilidad Personal-VMP (Modificar la RM 308-2019 MTC/01.02)

Elaborado por EY

Este análisis de las políticas inicialmente identificadas por la AAP se integra al análisis realizado respecto a las políticas que se han ejecutado en otros países y sus resultados, conforme a lo expuesto en la sección 2.3 Impacto de las principales políticas de promoción de la electromovilidad y en la sección 2.4 Principales lecciones aprendidas, lo que fue resumido en la Tabla 29 Principales incentivos implementados y oportunidades adicionales.

El análisis realizado a la experiencia internacional en la promoción de la electromovilidad, que ha dado por resultado la priorización de las políticas analizadas y un conjunto de lecciones aprendidas para los diversos países, coincide ampliamente con el conjunto inicial de políticas ideado por la AAP, pero con un tratamiento de información de mayor profundidad. Así, la propuesta de políticas del presente estudio se basará en la priorización de la experiencia internacional que resulte consistente y complementaria con lo propuesto por la AAP, y que resulte aplicable a la promoción de la electromovilidad como solución para conseguir la reducción de la contaminación proveniente del parque automotor.

6.2 Propuesta de políticas: identificación de habilitantes, servicios y estándares de cumplimiento

Teniendo como base la definición de los objetivos del Plan Nacional de Electromovilidad, los lineamientos de política y el análisis de la experiencia internacional en la materia, lo que sigue es la propuesta de las políticas de promoción de la electromovilidad. En primer lugar, determinando primero cuáles son las tecnologías de vehículos electrificados priorizadas. Luego, la identificación de los servicios (políticas) para cada uno de los lineamientos de política, indicando qué servicios constituyen condiciones habilitantes (reglamentaciones y normas técnicas, así como las demás condiciones del entorno que favorezcan el desarrollo de la electromovilidad). Por último, servicios a priorizar según la experiencia de los países analizados como parte del estudio. Se detalla además los estándares de cumplimiento para cada servicio conforme a la metodología prevista por el CEPLAN.

6.2.1 Identificación de los servicios orientados a promover el desarrollo de la electromovilidad

Respecto a las tecnologías de vehículos eléctricos e híbridos que pueden ameritar distintos niveles de políticas de incentivos, el orden de preferencia respecto a los niveles y/o temporalidad de los incentivos responde a los niveles de contaminación en la operación de cada tipo de vehículos.

Tabla N° 63 - Niveles de contaminación de acuerdo con las categorías y tecnologías de vehículos

Categoría de Mercado	Categoría técnica	Categoría incentivos	Tecnología del Vehículo	Descripción de la fuente de la potencia motriz eléctrica	Nivel de Contaminación	Preferencia
Vehículos Electrificados	Vehículos Eléctricos e híbridos	Vehículos Cero Emisiones	Batería Eléctrica (BEV)	La potencia motriz proviene de un motor eléctrico con carga de batería mediante cargador eléctrico.	Muy Baja	Muy Alta
			Híbrido Enchufable (PHEV) (autonomía de más de 40 km)	La potencia motriz en ciertos periodos proviene de un motor eléctrico con carga de batería por sistema regenerativo de frenado, el propio uso del motor de combustión interna, así como de una fuente de poder externa por el uso de cargador eléctrico a través del enchufe.	Baja	Alta
		Vehículos Ecológicos	Híbrido Enchufable (PHEV) (autonomía de menos de 40 km)	La potencia motriz en ciertos periodos proviene de un motor eléctrico con carga de batería por sistema regenerativo de frenado, el propio uso del motor de combustión interna, así como de una fuente de poder externa por el uso de cargador eléctrico a través del enchufe.	Media	Media
			Híbrido No Enchufable (HEV)	La potencia motriz en ciertos periodos proviene de un motor eléctrico con carga de batería por sistema regenerativo de frenado o el propio uso del motor de combustión interna.	Media	Media
	Vehículos basados en Motor de Combustión Interna	No aplica	Híbridos Suaves (MHEV)	La potencia motriz proviene de un motor de combustión interna. El resto de los sistemas puede funcionar a partir de motores y/o baterías eléctricos cargados por el funcionamiento del motor de combustión interna.	Alta	Baja
Vehículos de Combustión Interna		No aplica	Motor de Combustión Interna (ICE)	La potencia motriz proviene de un motor de combustión interna, el mismo que asiste mecánicamente a otros sistemas del vehículo. El motor eléctrico que posee no provee la suficiente potencia para mover el vehículo, entonces, este da siempre asistencia al motor de combustión.	Muy Alta	Muy Baja

Elaborado por EY

Las políticas de servicio público para incentivar la electromovilidad con el objetivo prioritario general de reducir la contaminación proveniente del parque vehicular serán orientadas a los vehículos eléctricos e híbridos nuevos incluidos en las categorías cero emisiones y ecológicos según la tabla anterior, que son los que ofrecen los menores niveles de contaminación.

Un servicio se refiere a la prestación intangible, única, no almacenable y no transportable (CEPLAN, 2018), el que será entregado al menos por una entidad proveedora. Para la formulación de los servicios requeridos, se debe considerar lo siguiente:

- Es posible formular uno o más servicios por lineamiento de política.
- Los servicios deben formularse de manera diferenciada de acuerdo con la población objetivo.

La identificación de los servicios se realiza en relación con los objetivos prioritarios específicos y los lineamientos de políticas. Corresponde además identificar el beneficiario de los servicios; en el presente caso se refiere a personas naturales, en el entendimiento que pueden ser adquirientes o usuarios de EV, así como de personas jurídicas en tanto puedan prestar servicios mediante los EV o utilizarlas dentro de sus procesos de negocio.

Otra definición importante es el alcance de la cobertura de cada servicio. Sin embargo, como se trata de un plan nacional, es conveniente que todos los servicios sean de alcance y cobertura de nivel nacional.

Finalmente está la prioridad para la aplicación en el Perú, la que corresponde a tres categorías:

- Muy alto: Son aquellos servicios que se consideran como condiciones habilitantes, es decir, aquellos que resuelven el marco regulatorio, incluyendo normas técnicas, reglas de mercado y la promoción de la electromovilidad. No constituyen incentivos económicos o que generen ventajas operativas por sí mismos.
- Alto: Son los servicios que constituyen incentivos económicos u operativos, que normalmente han mostrado fuertes resultados en la experiencia internacional.
- Medio: Son los servicios que constituyen incentivos económicos u operativos que han mostrado resultados favorables en la experiencia internacional

En función a lo expuesto, se han identificado los siguientes servicios para la promoción de la electromovilidad, así como las entidades que proveerían dichos servicios.

- El responsable del servicio es aquella entidad encargada de planificar y garantizar la provisión y prestación del servicio.
- El proveedor del servicio es aquella entidad que proporciona un servicio al receptor final y es responsable del cumplimiento y calidad.
- El responsable del indicador es aquella entidad encargada del monitoreo, medición y recopilación de datos del indicador del servicio.

Tabla N° 64 - Identificación de servicios para la promoción de la electromovilidad

Objetivos prioritarios específicos	Lineamientos de política	Servicio	Persona que recibe el servicio	Proveedor del servicio	Aplicación en el Perú
<p>OPE1. Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030.</p> <p>OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p> <p>OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p>	<p>LP1. Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes</p>	S1. Aprobación del Plan Nacional de Electromovilidad	- Personas naturales - Personas jurídicas	- PCM	Habilitante
		S2. Reglamentación sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la electromovilidad	- Personas naturales - Personas jurídicas	- MINEM	Habilitante
		S3. Interoperabilidad de las estaciones de carga	- Personas naturales - Personas jurídicas	- OSINERGMIN	Habilitante
		S4. Homologación vehicular	- Personas naturales - Personas jurídicas	- MTC	Habilitante
		S5. Reglamentación y operación de la Inspección Técnica Vehicular (ITV) y de los servicios de mantenimiento de vehículos electrificados	- Personas naturales - Personas jurídicas	- SUTRAN	Habilitante
		S6. Disposición de materiales peligrosos de las autopartes	- Personas naturales - Personas jurídicas	- MINAM	Habilitante
		S7. Promoción de proyectos piloto para promover flotas electrificadas	- Personas jurídicas	- MINAM	Habilitante
		S8. Sensibilización de la población	- Personas naturales - Personas jurídicas	- MINAM	Habilitante
		S9. Creación del Fondo Nacional de Electromovilidad	- Personas naturales - Personas jurídicas	- MEF	Habilitante
OPE1. Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de	LP2. Promover la adquisición y uso	S10. Reducción temporal del impuesto Ad Valorem	- Personas naturales - Personas jurídicas	- SUNAT	Priorizada

Objetivos prioritarios específicos	Lineamientos de política	Servicio	Persona que recibe el servicio	Proveedor del servicio	Aplicación en el Perú
<p>vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030.</p> <p>OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p> <p>OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p>	de vehículos eléctricos e híbridos por la población	S11. Reducción temporal del IGV e IPM	- Personas naturales - Personas jurídicas	- SUNAT	Priorizada
		S12. Reducción del Impuesto al Patrimonio Vehicular	- Personas naturales - Personas jurídicas	- Municipalidades Provinciales	Priorizada
		S13. Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂	- Personas naturales - Personas jurídicas	- SUNAT	Priorizada
		S14. Tarifa eléctrica para carga residencial de vehículos eléctricos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- OSINERGMIN	Priorizada
		S15. Tarifa de peaje preferente para vehículos eléctricos e híbridos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- MTC	Aplicable
		S16. Tarifa de estacionamiento municipal preferente para vehículos eléctricos e híbridos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- Municipalidades Distritales	Aplicable
		S17. Tarifa de SOAT y/o seguro vehicular preferente para vehículos eléctricos e híbridos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- SBS	Aplicable
		S18. Tarifa de revisión técnica diferenciada para vehículos eléctricos e híbridos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- SUTRAN	Aplicable
		S19. Sistema de medición y clasificación de eficiencia energética vehicular mediante etiquetado	- Personas naturales - Personas jurídicas	- SUNARP	Aplicable
		S20. Exención de restricciones de circulación para vehículos eléctricos e híbridos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- Municipalidades Provinciales	Aplicable

Objetivos prioritarios específicos	Lineamientos de política	Servicio	Persona que recibe el servicio	Proveedor del servicio	Aplicación en el Perú
		S21. Estacionamientos preferentes para vehículos eléctricos e híbridos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- Municipalidades Distritales	Aplicable
<p>OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p> <p>OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p>	<p>LP3. Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales</p>	S22. Valoración de flotas eléctricas y extensión de plazos en concesiones para transporte público	- Personas jurídicas	- ATU - Municipalidades Provinciales	Priorizada
		S23. Crédito tributario contra el Impuesto a la Renta por inversiones en flotas de vehículos eléctricos e híbridos y/o infraestructura de carga	- Personas jurídicas	- SUNAT	Priorizada
		S24. Puntaje adicional en procesos de adquisición o alquiler de vehículos del Estado	- Personas jurídicas	- OSCE	Aplicable
<p>OPE1. Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030.</p> <p>OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p> <p>OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p>	<p>LP4. Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos</p>	S25. Inversiones para el desarrollo de infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos	- Personas naturales - Personas jurídicas	- Fondo Nacional de Electromovilidad	Priorizada
		S26. Normar la instalación de puntos de carga en estacionamientos de nuevas edificaciones	- Personas naturales - Personas jurídicas	- VIVIENDA	Priorizada

Objetivos prioritarios específicos	Lineamientos de política	Servicio	Persona que recibe el servicio	Proveedor del servicio	Aplicación en el Perú
<p>OPE1. Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030.</p> <p>OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p> <p>OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.</p>	<p>LP5. Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos</p>	S27. Promoción de competencias asociadas a servicios para vehículos electrificados	- Personas naturales	- MTPE - MINEDU	Aplicable
		S28. Creación de un programa concursable para nuevos modelos de negocio asociados a la electromovilidad	- Personas naturales - Personas jurídicas	- PRODUCE	Aplicable
		S29. Promoción de Asociaciones Público-Privadas en electromovilidad	- Personas jurídicas	- PROINVERSIÓN	Aplicable
		S30. Creación de un fondo de Garantías de Crédito sobre vehículos eléctricos ensamblados y/o fabricados en el Perú	- Personas jurídicas	- COFIDE	Aplicable

Elaborado por EY

En la siguiente tabla se presenta la cadena de resultados donde se organizan los procesos (bloques de la cadena de resultados), teniendo en cuenta los productos (servicios que corresponden a condiciones habilitantes, incentivos priorizados e incentivos aplicables), los resultados iniciales (lineamientos de políticas), los resultados intermedios (objetivos prioritarios específicos) y el resultado final esperado (objetivo prioritario general) para la resolución del problema público identificado.

Tabla N° 65 - Cadena de resultados

Productos		Resultados iniciales	Resultados intermedios	Resultado final
Políticas y Servicios		Resultados esperados	Objetivos prioritarios específicos	Objetivo prioritario general
S1.	Aprobación del Plan Nacional de Electromovilidad	LP1. Establecer el marco regulatorio relacionado con las condiciones habilitantes	OPE1. Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030. OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030. OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.	OPG. Reducir la contaminación ambiental producida por el parque vehicular
S2.	Reglamentación sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la electromovilidad			
S3.	Interoperabilidad de las estaciones de carga			
S4.	Homologación vehicular			
S5.	Reglamentación y operación de la Inspección Técnica Vehicular (ITV) y de los servicios de mantenimiento de vehículos electrificados			
S6.	Disposición de materiales peligrosos de las autopartes			
S7.	Promoción de proyectos piloto para promover flotas electrificadas			
S8.	Sensibilización de la población			
S9.	Creación del Fondo Nacional de Electromovilidad			
S10.	Reducción temporal del impuesto Ad Valorem			
S11.	Reducción temporal del IGV e IPM			
S12.	Reducción del Impuesto al Patrimonio Vehicular			
S13.	Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂			
S14.	Tarifa eléctrica para carga residencial de vehículos eléctricos			
S15.	Tarifa de peaje preferente para vehículos eléctricos e híbridos			
S16.	Tarifa de estacionamiento municipal preferente para vehículos eléctricos e híbridos			
S17.	Tarifa de SOAT y/o seguro vehicular preferente para vehículos eléctricos e híbridos			
S18.	Tarifa de revisión técnica diferenciada para vehículos eléctricos e híbridos	LP3. Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales	OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030. OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.	
S19.	Sistema de medición y clasificación de eficiencia energética vehicular mediante etiquetado			
S20.	Exención de restricciones de circulación para vehículos eléctricos e híbridos			
S21.	Estacionamientos preferentes para vehículos eléctricos e híbridos			
S22.	Valoración de flotas eléctricas y extensión de plazos en concesiones para transporte público			
S23.	Crédito tributario contra el Impuesto a la Renta por inversiones en flotas de vehículos eléctricos e híbridos y/o infraestructura de carga			
S24.	Puntaje adicional en procesos de adquisición o alquiler de vehículos del Estado	LP4. Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos	OPE1. Lograr que al menos el 20% de las adquisiciones de vehículos nuevos particulares sean vehículos eléctricos y/o híbridos al año 2030. OPE2. Lograr que al menos el 50% de las adquisiciones de vehículos estatales sean vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030. OPE3. Lograr que al menos 35% de las adquisiciones para flotas de transporte público correspondan a vehículos eléctricos y/o híbridos al 2030.	
S25.	Inversiones para el desarrollo de infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos			
S26.	Normar la instalación de puntos de carga en estacionamientos de nuevas edificaciones			
S27.	Promoción de competencias asociadas a servicios para vehículos electrificados			
S28.	Creación de un programa concursable para nuevos modelos de negocio asociados a la electromovilidad			
S29.	Promoción de Asociaciones Público-Privadas en electromovilidad			
S30.	Creación de un fondo de Garantías de Crédito sobre vehículos eléctricos ensamblados y/o fabricados en el Perú			

Elaborado por EY

6.2.2 Establecimiento de los estándares nacionales de cumplimiento para las políticas

Los estándares nacionales de cumplimiento se definen como aquellas características o atributos específicos de los servicios que deben ser prestados por las entidades públicas a fin de contribuir al cumplimiento efectivo de la política (CEPLAN, 2018).

Un estándar es un criterio exigible, dentro de un rango de calidad aceptable, para una determinada política, ya sea que resuelva una condición habilitante o que se establezca un servicio dirigido a la promoción de la electromovilidad. Los estándares garantizan la satisfacción de las necesidades.

Para la formulación de los estándares nacionales de cumplimiento, se propone considerar lo siguiente:

- Deben formularse para cada servicio identificado.
- Deben definirse de manera breve de acuerdo con el servicio.
- Deben contar con indicadores propios que evidencien su cumplimiento.

Los siguientes son los estándares que tienen correspondencia con uno o más de los servicios identificados a partir de los lineamientos de políticas para promover la electromovilidad en el Perú:

- **Accesibilidad geográfica:** Asegurar que la infraestructura de carga de vehículos eléctricos se encuentre disponible en las ciudades y principales carreteras para la normal operación de dicho tipo de vehículos. Así como la disponibilidad de otros servicios requeridos para la operación de vehículos eléctricos e híbridos.
- **Accesibilidad económica:** Brindar los beneficios económicos suficientes que permitan que los vehículos eléctricos e híbridos sean asequibles en tanto se logra alcanzar y superar la paridad de costo total de propiedad versus los vehículos de motor de combustión interna. Se incluye la asequibilidad a los repuestos, partes, piezas y bienes intermedios relacionado al mantenimiento, hasta que se alcancen los niveles regulares de oferta.
- **Fiabilidad:** El establecimiento de normas técnicas y homologaciones que sustente la segura operación de los vehículos eléctricos e híbridos, incluyendo la carga de energía, servicios de revisión técnica y mantenimiento, así como la disposición de materiales peligrosos.
- **Oportunidad:** Facilitar que las acciones de sensibilización de uso de la electromovilidad y la experimentación mediante pilotos de aplicaciones operativas de transporte basada en electromovilidad sean autorizadas y realizadas en forma diligente.
- **Sostenibilidad ambiental:** La migración hacia la electromovilidad propicia la reducción de GEI y contaminantes locales del aire.

Tabla N° 66 - Matriz de estándar de cumplimiento servicios habilitantes

Lineamiento de Política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes

Servicio 1: Aprobación del Plan Nacional de Electromovilidad	Estándar	Oportunidad, Accesibilidad geográfica, Accesibilidad económica, Sostenibilidad ambiental, Fiabilidad
	Definición breve	<p>Se propone aprobar el Plan Nacional de Electromovilidad, el cual establecerá las bases para la promoción de la electromovilidad en el Perú mediante mecanismos regulatorios, económicos y de mercado. Esto, en el marco de la urgencia de reducir las emisiones contaminantes, principalmente, gases de efecto invernadero que afectan la salud y calidad de vida de la población.</p> <p>En función a ello, se sugiere que se incluyan los objetivos prioritarios, indicadores y lineamientos, así como el establecimiento de las medidas de políticas para el logro de dichos objetivos, designando aquellas entidades responsables de su implementación, de acuerdo con los lineamientos y servicios propuestos en la hoja de ruta.</p>
	Indicador	Elaboración, publicación y aprobación del Plan Nacional de Electromovilidad
	Fuente de datos	CEPLAN
	Responsabilidad del indicador	CNCF - MEF
Servicio 2: Reglamentación sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la electromovilidad	Estándar	Fiabilidad
	Definición breve	<p>Reglamentar lo dispuesto en las disposiciones complementarias finales del Decreto Supremo N° 022-2020-EM:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.

Lineamiento de Política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes

		<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Uso Eficiente de la Energía que define las acciones estratégicas y sectoriales sobre infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética. • 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

Lineamiento de Política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes

	Fuente de datos	Reporte de sistemas especializados de empresas proveedoras de infraestructura de carga
	Responsabilidad del indicador	OSINERGMIN
Servicio 4: Homologación vehicular	Estándar	Fiabilidad
	Definición breve	Se propone implementar, mediante la normativa necesaria, la homologación de las condiciones y características de los vehículos eléctricos que ingresarían (fabricación o ensamblaje nacional, para su matriculación y/o inmatriculación) y circularían en el país de manera que éstos cumplan con las normas técnicas de emisión y de seguridad necesarias. Para la recopilación de dichos parámetros se elaborará el Registro Nacional de Homologación Vehicular (MTC tiene plazo hasta junio del 2021).
	Indicador	Cantidad de modelos de vehículos evaluados / Total de solicitudes de homologación
	Fuente de datos	Registro Nacional de Homologación
	Responsabilidad del indicador	MTC
Servicio 5: Reglamentación y operación de la Inspección Técnica Vehicular (ITV) y de los servicios de	Estándar	Fiabilidad y accesibilidad geográfica
	Definición breve	Se propone reglamentar la operación de aquellas entidades especializadas para el proceso de Inspección Técnica Vehicular (ITV) en los requerimientos técnicos y de seguridad para la certificación de vehículos eléctricos e híbridos.

Lineamiento de Política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes

mantenimiento de vehículos electrificados		Asimismo, se propone implementar certificaciones de funcionamiento a aquellos talleres de mantenimiento que se encuentren especializados para brindar servicios a vehículos electrificados.
	Indicador	Indicador 1: Cantidad de entidades de ITV capacitadas en certificación de vehículos electrificados / Total de entidades de ITV Indicador 2: Cantidad de talleres de mantenimiento con certificaciones de funcionamiento / Total de talleres
	Fuente de datos	Base de datos Centros de Inspección Técnica Vehicular Registro de talleres certificados para servicios de mantenimiento para vehículos electrificados
	Responsabilidad del indicador	SUTRAN
Servicio 6: Disposición de materiales peligrosos de las autopartes	Estándar	Sostenibilidad ambiental
	Definición breve	Se requiere establecer lineamientos específicos para la correcta disposición y tratamiento de residuos sólidos y sustancias químicas contaminantes asociadas a las baterías de vehículos eléctricos al final de su vida útil. Se propone reducir los riesgos ambientales asociados a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos mediante el desarrollo de planes de generación y valorización de los residuos.
	Indicador	Cantidad de residuos de baterías recicladas y/o tratadas / Total de residuos
	Fuente de datos	Sistema de Información para la Gestión de Residuos sólidos (SIGERSOL)
	Responsabilidad del indicador	MINAM

Lineamiento de Política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes

Servicio 7: Promoción de proyectos piloto para promover flotas electrificadas	Estándar	Oportunidad y fiabilidad
	Definición breve	<p>Se propone la implementación de un fondo concursable para proyectos piloto para el transporte público con vehículos eléctricos e híbridos. Esto considera aquellos proyectos con buses y taxis. Este fondo provendrá del Fondo Nacional de Electromovilidad. Se requiere se definan los límites y participación máxima a financiar de los proyectos que serán presentados.</p> <p>Todos los resultados del proyecto serán puestos al conocimiento del dominio público por intermedio del CONCYTEC.</p> <p>Asimismo, se propone medir y comunicar los resultados de los proyectos piloto con el objetivo de identificar lecciones aprendidas, así como generar información adicional sobre el rendimiento de dichos vehículos.</p>
	Indicador	Cantidad de proyectos piloto con vehículos electrificados
	Fuente de datos	Registros del fondo concursable
	Responsabilidad del indicador	Operador del fondo
Servicio 8: Sensibilización de la población	Estándar	Oportunidad
	Definición breve	<p>Se propone sensibilizar a la población sobre los beneficios de la electromovilidad con el objetivo de facilitar su adopción.</p> <p>Se requieren realizar campañas de difusión de los beneficios de los vehículos electrificados donde se puedan exhibir las tecnologías y permita a los potenciales usuarios tener una experiencia de primera mano y generar interés en la tecnología.</p>

Lineamiento de Política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes

		<p>Además, implementar una plataforma centralizada que contenga información útil para potenciales usuarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características generales de las tecnologías disponibles (autonomía, rendimiento, consumo energético) • Tipo de estructura de carga necesaria • Tarifas eléctricas preferenciales • Calculadora para ahorros en costos de operación • Incentivos económicos y no económicos disponibles • Concesionarios con modelos de vehículos electrificados y sus precios promedio • Mapa de estaciones de carga • Información de proyectos piloto y otros estudios previos realizados y principales hallazgos
	Indicador	Cantidad de personas que conocen los beneficios de los vehículos electrificados
	Fuente de datos	Encuestas nacionales
	Responsabilidad del indicador	MINEM
Servicio 9: Creación del Fondo Nacional de Electromovilidad	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	Se propone crear un Fondo Nacional de Electromovilidad que, con lo recaudado a partir del impuesto a los combustibles por las emisiones de CO ₂ (ver capítulo 8), pueda utilizarse para impulsar la demanda de vehículos eléctricos e híbridos, proyectos de mitigación relacionados a la electromovilidad u otras inversiones sostenibles.

Lineamiento de Política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes

	Indicador	Creación del Fondo Nacional de Electromovilidad mediante norma
	Fuente de datos	Portal de transparencia económica MEF
	Responsabilidad del indicador	MEF

Elaborado por EY

Tabla N° 67 - Matriz de estándar de cumplimiento servicios prioritarios

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

Servicio 10: Reducción temporal del Impuesto Ad Valorem	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	Se propone la reducción del 100% del impuesto Ad-Valorem en las partidas arancelarias de vehículos eléctricos e híbridos nuevos, tanto para las categorías de vehículos livianos como de vehículos pesados, a fin de incentivar su adquisición. El primer periodo será del año 2023 al 2025. Luego se prorrogará por 3 años más conforme a la revisión que se efectúe de los resultados del primer periodo.
	Indicador	Tasa promedio pagada por Ad Valorem para vehículos electrificados
	Fuente de datos	Registros de pago de Ad Valorem para las partidas arancelarias correspondientes a los vehículos electrificados
	Responsabilidad del indicador	SUNAT
	Estándar	Accesibilidad económica

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

Servicio 11: Reducción temporal del IGV e IPM	Definición breve	<p>Se realizan reducciones graduales y temporales del Impuesto General a las Ventas (IGV) e Impuesto de Promoción Municipal (IPM) según la tecnología de los vehículos eléctricos e híbridos nuevos, tanto para las categorías de vehículos livianos como de vehículos pesados, a fin de incentivar su adquisición.</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Reducción de las tasas de IGV e IPM para vehículos eléctricos a batería (BEV) <ul style="list-style-type: none"> a. 100% del año 2022 al 2036 b. 50% del año 2037 al 2041 ii. Reducción de las tasas de IGV e IPM para vehículos híbridos enchufables (PHEV) <ul style="list-style-type: none"> a. 100% del año 2022 al 2026 b. 50% del año 2027 al 2031 iii. Reducción de las tasas de IGV e IPM para vehículos híbridos no enchufables (HEV) <ul style="list-style-type: none"> a. 50% del año 2022 al 2026
	Indicador	Tasa promedio pagada por IGV e IPM para vehículos electrificados
	Fuente de datos	Registros de pago de IGV e IPM para vehículos importados o fabricados en el Perú
	Responsabilidad del indicador	SUNAT
Servicio 12: Reducción del Impuesto al Patrimonio Vehicular	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	Se realiza la reducción del Impuesto al Patrimonio Vehicular (IPV) para los vehículos tipo BEV, PHEV y HEV por un periodo de 3 años y renovable por 3 años adicionales al menos para los vehículos BEV y PHEV que vaya del 2022 al 2027.

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

	Indicador	Tasa promedio de IPV pagado para vehículos electrificados
	Fuente de datos	Registros de vehículos eléctricos nuevos importados / Registro de emisión de placas para vehículos eléctricos nuevos
	Responsabilidad del indicador	Municipalidades provinciales
Servicio 13: Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂	Estándar	Sostenibilidad ambiental
	Definición breve	<p>Se implementa un impuesto que gravaría a los combustibles por la cantidad de emisiones de CO₂ emitidas por el nivel de contaminación del CO₂ de acuerdo con el tipo de combustible utilizado.</p> <p>El monto a tributar por galón de combustible equivaldrá al nivel de CO₂ generado por cada tipo de combustible (gasolinas y diésel) aplicado al precio social por tonelada de CO₂ determinado oficialmente.</p> <p>La carga tributaria se implementaría a partir del 2022 con el 5% del monto a tributar por combustible y será incrementado proporcionalmente en 5% hasta alcanzar el 100% del monto a tributar en el 2039.</p>
	Indicador	Impuesto pagado por emisiones de CO ₂ según combustible / Impuesto proyectado según parque automotor
	Fuente de datos	INGEI
	Responsabilidad del indicador	SUNAT
Servicio 14: Tarifa eléctrica para carga	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	Se brinda una tarifa eléctrica preferente para vehículos eléctricos

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

residencial de vehículos eléctricos		<ul style="list-style-type: none"> • Tercer horario de tarifa (tipo “super valle”) para carga eléctrica residencial de vehículos livianos • Usuario libre (fuera de hora punta) para carga eléctrica buses y camiones
	Indicador	Consumo energético en nueva tarifa super valle
	Fuente de datos	Encuesta de carga de PEV
	Responsabilidad del indicador	OSINERGMIN

Lineamiento de Política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

Servicio 22: Valoración de flotas eléctricas y extensión de plazos en concesiones para transporte público	Estándar	Oportunidad
	Definición breve	<p>Se establecen preferencias para los buses eléctricos en los procesos de licitaciones para servicios de transporte público (buses) en relación con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al momento de la evaluación, mediante la asignación de puntaje adicional • Al momento del otorgamiento de la concesión, brindando un mayor periodo de concesión <p>Al momento de la evaluación, luego de la evaluación económica y calculado sobre el puntaje resultante de la evaluación técnica y económica, se asignarán puntos adicionales según las siguientes tasas:</p> <p>A partir del año 2022:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Más del 60% y hasta el 100% de la flota: 15% de puntaje adicional • Más del 40% y hasta el 60% de la flota: 10% de puntaje adicional

Lineamiento de Política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

- Desde el 20% y hasta el 40% de la flota: 5% de puntaje adicional
- Menos del 20% de la flota: 0% de puntaje adicional

A partir del 2025:

- Más del 80% y hasta el 100% de la flota: 15% de puntaje adicional
- Más del 60% y hasta el 80% de la flota: 10% de puntaje adicional
- Desde el 40% y hasta el 60% de la flota: 5% de puntaje adicional
- Menos del 40% de la flota: 0% de puntaje adicional

A partir del 2030:

- Más del 90% y hasta el 100% de la flota: 15% de puntaje adicional
- Más del 80% y hasta el 90% de la flota: 10% de puntaje adicional
- Más el 60% y hasta el 80% de la flota: 5% de puntaje adicional
- Desde el 40% y hasta el 60% de la flota: 0% de puntaje adicional
- Menos del 40% de la flota: No se otorga

Al momento del otorgamiento:

A partir del año 2022:

- Más del 60% y hasta el 100% de la flota: 15 años
- Más del 40% y hasta el 60% de la flota: 13 años
- Desde el 20% y hasta el 40% de la flota: 12 años

Lineamiento de Política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

		<ul style="list-style-type: none"> • Menos del 20% de la flota: 10 años <p>A partir del 2025:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Más del 80% y hasta el 100% de la flota: 15 años • Más del 60% y hasta el 80% de la flota: 13 años • Desde el 40% y hasta el 60% de la flota: 12 años • Menos del 40% de la flota: 10 años <p>A partir del 2030:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Más del 90% y hasta el 100% de la flota: 15 años • Más del 80% y hasta el 90% de la flota: 13 años • Más el 60% y hasta el 80% de la flota: 12 años • Desde el 40% y hasta el 60% de la flota: 10 años • Menos del 40% de la flota: No se otorga
	Indicador	Flotas de vehículos eléctricos en transporte público / Flota total de vehículos en transporte público
	Fuente de datos	Bases de licitaciones públicas para la contratación de flotas de buses para transporte público
	Responsabilidad del indicador	MTC
	Estándar	Accesibilidad económica

Lineamiento de Política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

<p>Servicio 23: Crédito tributario contra el Impuesto a la Renta por inversiones en flotas de vehículos eléctricos e híbridos y/o infraestructura de carga</p>	<p>Definición breve</p>	<p>Se brinda un crédito tributario aplicable al impuesto a la renta de tercera categoría que grava la renta obtenida por la realización de actividades empresariales de personas naturales o jurídicas.</p> <p>El crédito tributario puede ser empleado contra el pago del Impuesto a la Renta de 3ra. Categoría hasta en el tercer ejercicio tributario contados a partir del ejercicio en el que se realizó la adquisición de flotas de vehículos electrificados y/o infraestructura de carga. Este crédito tributario no es transferible excepto en los casos de fusiones y/o adquisiciones</p> <p><i>Vehículos:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> i. Se obtiene crédito tributario por la adquisición de buses BEV de 12 metros aplicable al impuesto a la renta <ul style="list-style-type: none"> • 6% del valor de compra para BEV, con límite de hasta USD 15mil. Aplicable desde el año 2022 al 2027. ii. Se obtiene crédito tributario por la adquisición de camiones BEV de hasta 6.5³⁰ toneladas de carga aplicable al impuesto a la renta <ul style="list-style-type: none"> • 10% del valor de compra para BEV, con límite de hasta USD 5mil. Aplicable desde el año 2022 al 2027. <p><i>Infraestructura de carga:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> i. Se obtiene crédito tributario por la adquisición de infraestructura de carga para livianos/buses BEV aplicable al impuesto a la renta. <ul style="list-style-type: none"> • 15% del valor de compra, con un límite de hasta USD 10 mil por cada estación de carga. Aplicable desde el año 2022 al 2027.
--	-------------------------	---

³⁰ De acuerdo con el Decreto de Alcaldía N° 011-2019, los camiones N1 y N2 de hasta 6.5 toneladas de peso bruto pueden circular por vías expresas, arteriales, colectoras, y locales.

Lineamiento de Política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

		<p>ii. Se obtiene crédito tributario por la adquisición de infraestructura de carga para camiones BEV aplicable al impuesto a la renta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10% del valor de compra, con un límite de hasta USD 5 mil por cada estación de carga. Aplicable desde el año 2022 al 2027.
	Indicador	<p>Cantidad de buses eléctricos e híbridos incluidos con beneficios tributarios (IR) / Cantidad de vehículos eléctricos e híbridos inmatriculados</p> <p>Cantidad de infraestructura de carga incluidos en beneficios tributarios (IR) / Cantidad de infraestructura instalada</p>
	Fuente de datos	SUNAT
	Responsabilidad del indicador	SUNAT

Lineamiento de Política 4: 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 semirápidos 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 electrolineras públicas requeridas y su potencial ubicación.

Lineamiento de Política 4: Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos

		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

Elaborado por EY

Tabla N° 68 - Matriz de estándar de cumplimiento servicios aplicables

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población		
Servicio 15: Tarifa de peaje preferente para vehículos eléctricos e híbridos	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	<p>Se brinda una tarifa de peaje vehicular preferencial (meta del 50% de la tarifa normal) para los usuarios de vehículos eléctricos e híbridos, identificados con el etiquetado de eficiencia energética, por el uso de las carreteras principales.</p> <p>Como las concesiones viales se otorgan a través de contratos celebrados entre el Estado (ej. Proinversión, municipalidades o gobiernos regionales, entre otros) y las empresas privadas y no pueden modificarse por ley, la tarifa se acordará en los contratos a través de negociaciones o nuevas condiciones en nuevas concesiones.</p>
	Indicador	Cantidad de rutas con peaje diferenciado/ total rutas con peaje
	Fuente de datos	Información concesiones viales
	Responsabilidad del indicador	MTC
Servicio 16: Tarifa de estacionamiento municipal preferente para vehículos eléctricos e híbridos	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	<p>Se brinda una tarifa de estacionamiento vehicular municipal preferente (descuento del 50%) o de costo cero, para los usuarios de vehículos eléctricos e híbridos, identificados con el etiquetado de eficiencia energética. Esta tarifa sería definida por cada Municipalidad distrital, las cuales se encuentran facultadas para imponer y determinar las tasas a cobrar.</p> <p>Estas medidas podrían ser implementadas en Lima a través de una modificación a la Ordenanza No. 739 que aprueba el marco regulatorio de la tasa de estacionamiento vehicular temporal en la provincia de Lima,</p>

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

	Indicador	Municipios que aplican tarifas preferentes para estacionamientos / total de municipios
	Fuente de datos	Recaudación total estacionamiento preferencial
	Responsabilidad del indicador	Municipalidades distritales
Servicio 17: Tarifa de SOAT y/o seguro vehicular preferente para vehículos eléctricos e híbridos	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	Se brinda una tarifa preferente los seguros vehiculares (también es válido para el SOAT) para usuarios de vehículos eléctricos e híbridos, identificados con el etiquetado de eficiencia energética. Se requiere que la SBS proporcione un estudio de factores falla mecánica o principales causas de siniestralidad aplicable para vehículos eléctricos e híbridos que ayude al mercado de seguros a definir las tarifas preferentes.
	Indicador	Cantidad de empresas aseguradoras que brindan tarifas preferenciales / total de empresas aseguradoras
	Fuente de datos	Bases de datos Asociación Peruana de Empresas de seguro/Empresas aseguradoras
	Responsabilidad del indicador	SBS
Servicio 18: Tarifa de revisión técnica diferenciada para	Estándar	Accesibilidad económica
	Definición breve	Se brinda una tarifa diferenciada de Inspección Técnica Vehicular (ITV) (sustentada en los costos de revisión técnica de un vehículo electrificado) para usuarios de vehículos eléctricos e híbridos, identificados con el etiquetado de eficiencia energética.

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

vehículos eléctricos e híbridos	Indicador	Centros de Inspección técnica con tarifa diferenciada para vehículos electrificados / total de centros de inspección
	Fuente de datos	Base de datos Centros de Inspección Técnica Vehicular
	Responsabilidad del indicador	SUTRAN
Servicio 19: Sistema de medición y clasificación de eficiencia energética vehicular mediante etiquetado	Estándar	Fiabilidad
	Definición breve	Sistema de etiquetado que informa respecto a la eficiencia energética e impactos ambientales de los vehículos al momento de la compra. Se propone adicionar un campo en el Registro de Propiedad Vehicular donde se especifique si es un vehículo con tecnología limpia.
	Indicador	Cantidad de vehículos con el etiquetado / total de vehículos inmatriculados a partir del inicio de vigencia
	Fuente de datos	Registros de vehículos eléctricos nuevos importados / Registro de emisión de placas para vehículos eléctricos nuevos
	Responsabilidad del indicador	SUNARP
Servicio 20: Exención de restricciones de circulación para vehículos eléctricos e híbridos	Estándar	Accesibilidad geográfica
	Definición breve	Exención de la restricción vehicular “pico y placa” en la ciudad de Lima Metropolitana a los vehículos eléctricos e híbridos identificados con placas diferenciadas. Se propone se implemente en otras ciudades del Perú a medida que se implementen restricciones de circulación.

Lineamiento de Política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

	Indicador	Municipios que aplican exención de “pico y placa” / total de municipios
	Fuente de datos	Fiscalización municipal
	Responsabilidad del indicador	Municipalidad de Lima Metropolitana / Municipalidades provinciales
Servicio 21: Estacionamientos preferentes para vehículos eléctricos e híbridos	Estándar	Accesibilidad económica y oportunidad
	Definición breve	Estacionamientos públicos reservados de manera exclusiva para vehículos eléctricos en zonas comerciales de alta circulación. Además se plantea incrementar los tiempos permisibles de permanencia en los estacionamientos.
	Indicador	Cantidad de estacionamientos para vehículos eléctricos e híbridos / Cantidad de estacionamientos totales
	Fuente de datos	Municipalidades distritales
	Responsabilidad del indicador	Municipalidades distritales

Lineamiento de Política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

Servicio 24: Puntaje adicional en procesos de adquisición o alquiler de	Estándar	Oportunidad
	Definición breve	En los procesos de contratación pública, cualquiera sea su modalidad, para la adquisición y/o alquiler de vehículos livianos o de transporte pesado destinados al servicio público, sea en forma permanente o

Lineamiento de Política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

vehículos para el servicio del Estado		<p>temporal, cuando el postor oferte vehículos electrificados se otorgarán lo siguientes puntajes adicionales a la evaluación de la propuesta (técnica y económica):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Más del 80% de las unidades o flota propuesta son P&HEV: 10 puntos • Más del 60% y hasta el 80% de las unidades o flota propuesta son BEV: 7 puntos • Más del 40% y hasta el 60% de las unidades o flota propuesta son BEV: 5 puntos • Más del 20% y hasta el 40% de las unidades o flota propuesta son BEV: 3 punto • Más del 10% y hasta el 20% de las unidades o flota propuesta son BEV: 1 punto • Menos del 10% de las unidades o flota propuesta son BEV: sin puntaje adicional
	Indicador	Porcentaje de vehículos adquiridos por entidades del Estado que son P&HEV
	Fuente de datos	SUNARP y SBN
	Responsabilidad del indicador	OSCE

Lineamiento de Política 5: Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos

Servicio 27: Promoción de competencias asociadas a servicios para vehículos electrificados	Estándar	Oportunidad
	Definición breve	<p>Se requiere que personal de las siguientes entidades esté capacitado para el mantenimiento, tratamiento y/o rescate de vehículos electrificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entidades que operan la Inspección técnica vehicular

Lineamiento de Política 5: Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos		
		<ul style="list-style-type: none"> • Personal de rescate: bomberos y policía nacional especializada en rescate ante siniestros vehiculares • Talleres certificados para brindar servicios a vehículos electrificados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Talleres de representantes de marca y/o concesionarios ○ Talleres propios de las empresas de transporte público y/o de mercancías ○ Otros talleres formalmente establecidos que también accedan a la certificación correspondiente • Plantas de ensamblaje y/o producción de vehículos electrificados • Plantas de desguace y/o disposición de vehículos electrificados <p>Por tanto, resulta necesario integrar cursos sobre el funcionamiento y mantenimiento de vehículos eléctricos en las carreras profesionales y/o técnicas relacionadas tales como por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería eléctrica • Ingeniería electromecánica • Ingeniería mecánica • Ingeniería de transporte • Mecánica automotriz • Cursos para personal de rescate <p>Esto permitirá tener competencias básicas para el funcionamiento de los servicios que requiera la electromovilidad.</p>
	Indicador	Cantidad de personas egresadas de carreras asociadas y/o con cursos de electromovilidad

Lineamiento de Política 5: Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos

	Fuente de datos	Lista de carreras autorizadas - SUNEDU, bases de datos de egresados - SUNEDU
	Responsabilidad del indicador	MINEDU / MTPE
Servicio 28: Creación de un programa concursable para nuevos modelos de negocio asociados a la electromovilidad	Estándar	Oportunidad, Accesibilidad económica
	Definición breve	Se propone promover un ecosistema de innovación y desarrollo a través de la creación de un fondo concursable a través de Innóvate Perú (PRODUCE) para postular ideas de negocio innovadoras asociadas a la electromovilidad. Este fondo financiará aquellas ideas no asociadas a la adquisición de flotas ni infraestructura (servicios propuestos aparte). Se sugiere se conserve dicho concurso por un periodo de 6 años y con un monto limitado de medio millón de soles para cada proyecto, siendo un total de 5 proyectos financiables al año. Los fondos provendrán del Fondo Nacional de Electromovilidad.
	Indicador	Cantidad de proyectos de electromovilidad en Innóvate Perú
	Fuente de datos	Innóvate Perú
	Responsabilidad del indicador	PRODUCE
Servicio 29: Promoción de Asociaciones Público-Privadas en electromovilidad	Estándar	Oportunidad
	Definición breve	Incorporar a la cartera de Asociaciones Público-Privadas, operada por PROINVERSIÓN, proyectos sobre electromovilidad respecto a: <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de carga de vehículos eléctricos

Lineamiento de Política 5: Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos

		<ul style="list-style-type: none"> • Servicio de transporte basados en electromovilidad en corredores viales • Servicios y/o infraestructura complementarios a la electromovilidad
	Indicador	Cantidad de proyectos APP en electromovilidad ejecutados o en ejecución / Cantidad de proyectos APP en electromovilidad formulados
	Fuente de datos	PROINVERSIÓN
	Responsabilidad del indicador	PROINVERSIÓN
Servicio 30: Creación de un fondo de Garantías de Crédito sobre vehículos eléctricos fabricados y/o ensamblados en el Perú	Estándar	Accesibilidad económica y oportunidad
	Definición breve	Garantizar créditos del Sistema Financiero Nacional para la adquisición de flotas de transporte, al menos 10 vehículos, cuando el adquirente sea una empresa nacional y se trate de vehículos eléctricos fabricados y/o ensamblados en el Perú. La línea de garantía de créditos sería operada por COFIDE con fondos provenientes del Fondo Nacional de Electromovilidad.
	Indicador	Cantidad de créditos garantizados para vehículos eléctricos / cantidad de solicitudes de crédito presentadas
	Fuente de datos	Registro
	Responsabilidad del indicador	COFIDE

Elaborado por EY

7. Análisis de la demanda

En el presente capítulo se identifica el punto de inflexión en el que se alcanza la paridad de costos entre vehículos 100% eléctricos (BEV) y los de motor de combustión interna (ICE) para las categorías de vehículos livianos, buses y camiones. Teniendo en consideración dicho punto de inflexión, entre otros factores, posteriormente se estima la adopción de vehículos electrificados mediante un modelo de difusión a partir del cual se obtiene la demanda por categoría y tipo de vehículo electrificado hasta el año 2030.

7.1 Paridad de costos entre los vehículos eléctricos y los vehículos de motor de combustión interna (TCO)

Uno de los principales factores que impulsa el mercado de electromovilidad es la competitividad del costo de adquisición y operación del vehículo electrificado. Por tal motivo, en el siguiente análisis se compara el costo total de propiedad (TCO) del vehículo ICE con el BEV que es el menos contaminante y el que representa mayores retos para alcanzar la paridad de costos.

El objetivo de este análisis es identificar el punto de inflexión o punto de paridad por cada categoría y cada escenario en donde se llega a igualar el precio de un vehículo eléctrico con un vehículo con motor de combustión interna. Esto tendrá un impacto en el pronóstico del comportamiento del mercado automotor y en el análisis de recaudación de impuestos.

Para el estudio se han considerado 3 categorías vehiculares (livianos, buses y camiones) en 2 escenarios (Business as Usual o BaU y High Case o HC).

7.1.1 Identificación y recopilación de información para realizar el análisis de costo total de propiedad

La información para realizar el análisis de costo total de propiedad (Análisis TCO) se ha realizado para cada escenario y categoría a evaluar según lo siguiente:

Escenario Business as Usual (BaU): no se consideran políticas ni incentivos para el fomento de la demanda y oferta de vehículos eléctricos, salvo la exención del impuesto selectivo al consumo (ISC) para vehículos BEV, en tanto ya se encuentra vigente a la fecha. Además, la disponibilidad de red de carga de vehículos enchufables se mantiene incipiente para vehículos PEV por lo que existe una fuerte dificultad para cargar vehículos fuera del punto de origen.

Escenario High Case (HC): Escenario de alta intervención del Estado. Se consideran las siguientes políticas que tienen un impacto directo en la reducción del costo de adquisición y operación de forma que se fomente la adquisición de vehículos eléctricos:

- Se mantiene exención del impuesto selectivo al consumo (ISC).
- Exención del arancel de importación (AD Valorem) por un periodo de 3 años, suponiendo una renovación por 3 años, hasta completar 6 años.

- Exención del impuesto general a las ventas (IGV) e impuesto de promoción municipal por los primeros 15 años y reducción a un 9% total por los 5 años siguientes.
- Excepción del impuesto al patrimonio vehicular (IPV) por un periodo de 3 años, suponiendo una renovación por 3 años, hasta completar 6 años.
- Aplicación impositiva por generación de CO_2 a los combustibles fósiles según el grado de contaminación. Este impuesto podría ser integrado al impuesto selectivo al consumo que grava los combustibles.

La descripción de estas políticas, valores y plazos para las diferentes tecnologías de vehículos electrificados se encuentran propuestas y desarrolladas en la sección 6.2 Identificación de los servicios y estándares de cumplimiento.

Categorías:

- Para los vehículos livianos³¹ con motor de combustión interna (ICE) se ha tomado como referencia y en forma ponderada, la información correspondiente a los 5 modelos de vehículos tipo sedán más vendidos en el mercado peruano durante el año 2019: precios de venta, eficiencias en carretera y en ciudad, y costos de operación. A su vez, para los vehículos livianos BEV, se han tomado como referencia los modelos comparables a los ICE en cuanto a los niveles de precio de dicha tecnología; siendo relevantes para el análisis: el precio de venta, rango o autonomía de batería (km), tamaño de batería (kWh) y eficiencia (km/kWh).
- En cuanto a los buses, se considera un modelo de 12 metros de largo tanto para ICE como para BEV. Para los buses ICE se considera precio de venta que corresponde a la información proporcionada por el mercado y la eficiencia obtenida del estudio "Análisis de tecnología, industria, y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe" del BID (BID, 2019). Por otro lado, para el modelo de bus BEV de 12 metros se toma en cuenta el precio de venta, rango de batería (km), tamaño de batería (kWh) y eficiencia (km/kWh) correspondientes al proyecto del primer bus eléctrico producido en el Perú por MODASA con la colaboración de Engie (MODASA, 2020), dada la participación de este último en el mercado peruano de buses.
- De igual forma, para los camiones se considera un modelo de 4.5 toneladas para ICE y para BEV como referente de flotas de transporte de mercancías que son el tipo de camiones que más circulan en las principales ciudades del Perú y que inciden en la contaminación ambiental respecto a los mayores colectivos de población. El precio de venta del vehículo ICE se obtiene a través de la información disponible en el mercado (modelo de camión baranda comercializado en Colombia) y la eficiencia a través de estudios disponibles (Ministerio de Energía y Minas, 2017) (Center of Transatlantic Relations, 2017). Mientras que para los camiones BEV se considera el precio de venta,

³¹ Vehículo automotor que, de acuerdo con la clasificación establecida por el reglamento nacional de vehículos pertenece a cualquiera de las siguientes categorías: M1, M2, N1, O1 y O2.

eficiencia, tamaño de batería y rango de batería obtenido de fichas técnicas vehiculares.

7.1.2 Metodología de TCO

El costo total de propiedad se compone principalmente del costo de adquisición (CA), costos relacionados al combustible (CC) y costos recurrentes (CR) según la categoría de vehículo, dentro de un periodo de tenencia de 5 años. Dentro de este, se considera también el valor de salvamento (VS) o valor de reventa al final del periodo evaluado.

$$TCO = CA + CC + CR + VS$$

Los costos de adquisición se componen del costo de importación del vehículo afectado por: arancel de importación (AD Valorem), impuesto general a las ventas (IGV), impuesto de promoción municipal (IPM), impuesto selectivo al consumo (ISC). También se incluyen otros costos tales como: costo de tarjeta de identificación vehicular, costo de placa de producción y costo de registro de placas en registros públicos. En el caso de los buses y camiones BEV, se considera el costo proporcional de disponer de un cargador de batería, que suele ser compartido entre varias unidades (un cargador para tres buses y un cargador para nueve camiones). (BID, 2019) En el caso de los vehículos livianos, el cable de carga y/o cargador se encuentra incluido en el precio del vehículo y es entregado con el mismo.

Los costos relacionados al combustible dependen de la tecnología del vehículo. Para los vehículos con motor de combustión interna (ICE), se considera la información del costo del combustible (diésel B5 para buses y camiones, gasohol de 95 octanos para vehículos livianos), kilómetros recorridos por categoría de vehículo, ratio de recorrido en carretera y ciudad por categoría de vehículo, eficiencia en carretera y ciudad por categoría de vehículo, y el costo del impuesto de emisión de CO₂ para el escenario HC. Por otro lado, el costo de combustible para un vehículo BEV se calcula tomando en cuenta la potencia demandada, la energía consumida con la tarifa BT5B para vehículos livianos, tarifa de usuario libre para buses y camiones fuera de hora punta, y kilómetros recorridos promedio por categoría.

Los costos recurrentes se componen del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) según la categoría de vehículo, un seguro privado que depende de la categoría del vehículo (I), costo de mantenimiento (MR), costo de revisión técnica, y el impuesto al patrimonio vehicular (IPV).

A su vez, el valor de salvamento se calcula relacionando el precio de venta inicial, la tasa de descuento y los años de tenencia del vehículo.

Una vez sumados los costos por año, se aplicará el valor neto actual respecto al año de compra evaluado con la tasa de descuento aplicable por tipo de tecnología. La razón del valor neto actual de ambas tecnologías se relacionará para formar el "ratio TCO".

$$Ratio\ TCO = \frac{VNA(TCO_{BEV})}{VNA(TCO_{MCI})}$$

Un resultado menor a 1 indica que el Costo Total de Propiedad evaluado al año de compra y con una operación de 5 años de un vehículo con motor de combustión interna conlleva menos costos que un vehículo eléctrico comparable para el mismo año de compra y periodo de operación. Por otro lado, un ratio TCO mayor a uno implica que el costo de un vehículo eléctrico de batería (BEV) conlleva a un menor costo de operación que un vehículo ICE. El año donde el ratio TCO cambia de menor que uno a mayor que uno se le denomina punto de inflexión o punto de paridad del costo total de propiedad.

7.1.3 Supuestos del modelo

A continuación, se detallan los supuestos de estimación utilizados en el modelo de análisis TCO:

- El precio de venta del vehículo eléctrico es afectado por la reducción de precios de la batería, que, según BloombergNEF, disminuirá considerablemente en los próximos años.
- El precio de venta del vehículo con motor de combustión interna aumenta 2% anualmente, incluye variaciones externas.
- El precio del combustible aumenta 1% anualmente, incluye variaciones externas.
- Para vehículos con motor de combustión interna, se incrementa la eficiencia del vehículo en carretera por los avances en tecnología, pero se mantiene constante la eficiencia del carro en ciudad para simular las condiciones de alto tráfico y alta cantidad de sobre paradas en un país como Perú.
- Las tasas de impuestos y aranceles aplicables a la adquisición de vehículos no aumentan ni disminuyen con los años, con excepción del Impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂ que aumenta con una gradualidad de 5% anual, y las excepciones/reducción o beneficios tributarios para los vehículos BEV son las ya indicadas previamente.
- La autonomía o rango de batería (km) aumenta por el avance de la tecnología, es decir, la densidad de la batería aumenta a progresivamente desde 1% para el año 2021 hasta 1.5% para el año 2030.
- El costo de la batería disminuye por los avances de tecnología de las baterías incorporadas en los vehículos eléctricos, pero el costo de la energía aumenta en una proporción igual a la inflación promedio peruana del periodo 2010 a 2019 (BCRP, 2021).
- Los demás costos y gastos de bienes y servicios tales como costo de tarjeta de identificación vehicular, costo de placa de producción y costo de registro de placas en registros públicos, Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) según la categoría de vehículo, seguro privado que depende de la

categoría del vehículo, costo de mantenimiento, costo de revisión técnica, son afectados por la inflación promedio peruana entre 2010 y 2019 (BCRP, 2021).

- La tasa de descuento considerada para vehículos ICE corresponde a la TEA promedio de créditos vehiculares en el mercado.
- La tasa de descuento considerada para vehículos BEV corresponde a la tasa especial que ofrece uno de los principales bancos locales para créditos vehiculares de automóviles livianos del tipo BEV.
- Los vehículos livianos ICE utilizan gasohol regular como combustible fósil, mientras que los buses y camiones ICE, utilizan diésel B5 S-50.

Además, se consideran los siguientes impuestos, beneficios e incentivos para la promoción de vehículos electrificados:

Tabla N° 69 - Incentivos y beneficios para incentivar la demanda de vehículos eléctricos en el Perú

Incentivo	Actual	Propuesto	Duración en años	Año inicio	Año fin
Ad Valorem AVI	6%	0%	6	2023	2028
IPV	1%	0%	6	2022	2027
IGV	16%	0%	15	2022	2036
	16%	8%	5	2037	2041
	16%	16%	19	2042	2060
IPM	2%	0%	15	2022	2036
	2%	1%	5	2037	2041
	2%	2%	19	2042	2060
ISC	0%	0%	43	2018	2060
Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂ (Diésel B5 S-50 y Diésel S-10)	-	0.0699 USD/galón	39	2022	2060
Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂ (Gasohol regular)	-	0.0579 USD/galón	39	2022	2060

Elaborado por EY

Los valores propuestos en la tabla anterior responden a las iteraciones de cálculo para obtener la paridad del costo total de propiedad entre los vehículos BEV y ICE de las distintas categorías, en la forma más temprana posible.

7.1.4 Resultados del modelo

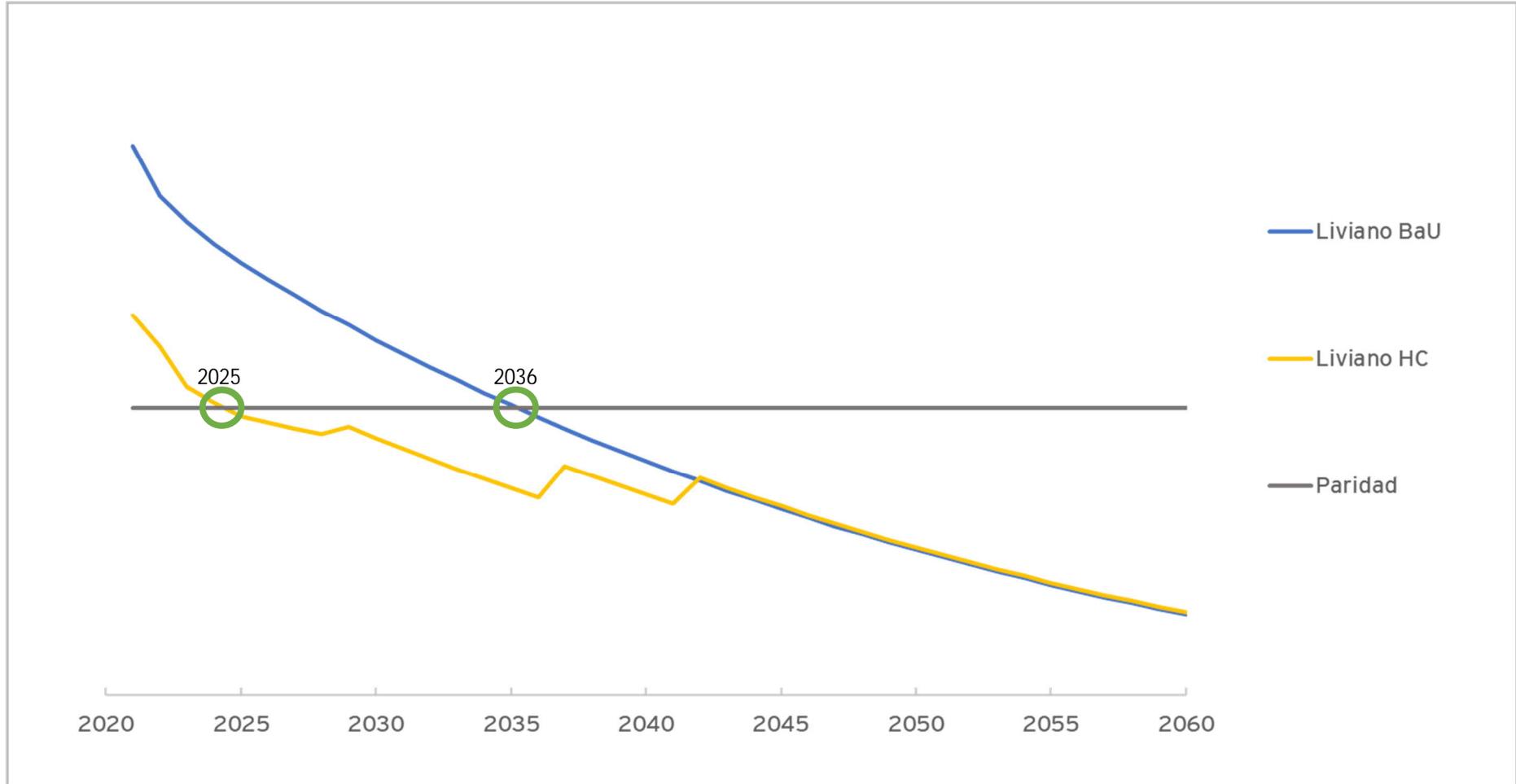
Según el análisis realizado en el escenario BaU se puede concluir lo siguiente:

- En la categoría livianos, la paridad se alcanza en el año 2036.
- En la categoría buses, la paridad se alcanza en el año 2030.
- En la categoría camiones, la paridad se alcanza en el año 2036.

Según el análisis realizado en el escenario HC se puede concluir lo siguiente:

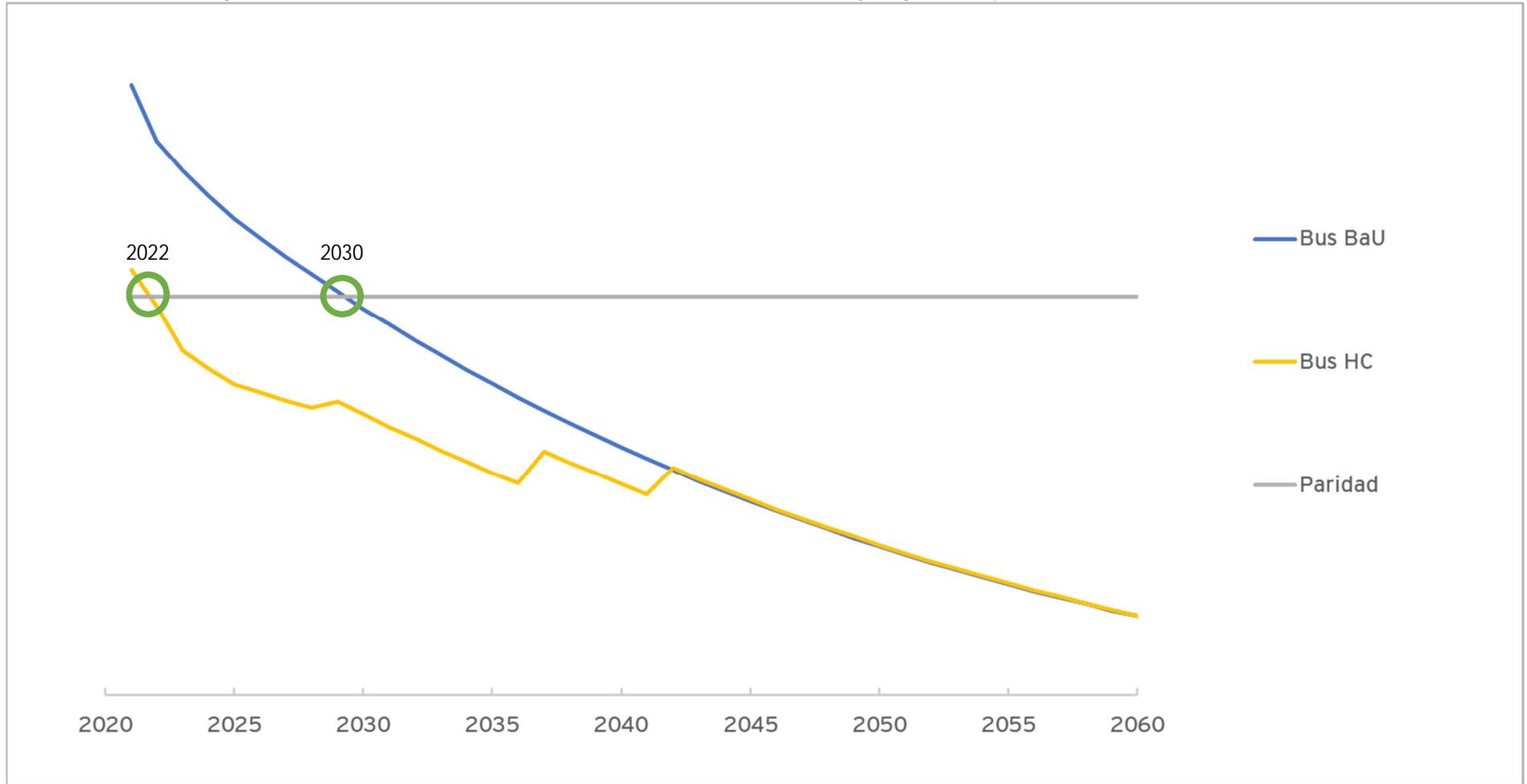
- En la categoría livianos, la paridad se alcanza en el año 2025 (11 años antes versus BaU).
- En la categoría buses, la paridad se alcanza en el año 2022 (8 años antes versus BaU).
- En la categoría camiones, la paridad se alcanza en el año 2025 (11 años antes versus BaU).

Figura N° 30 - Paridad TCO del escenario Business as Usual y High Case para vehículos livianos (sedán más vendidos)



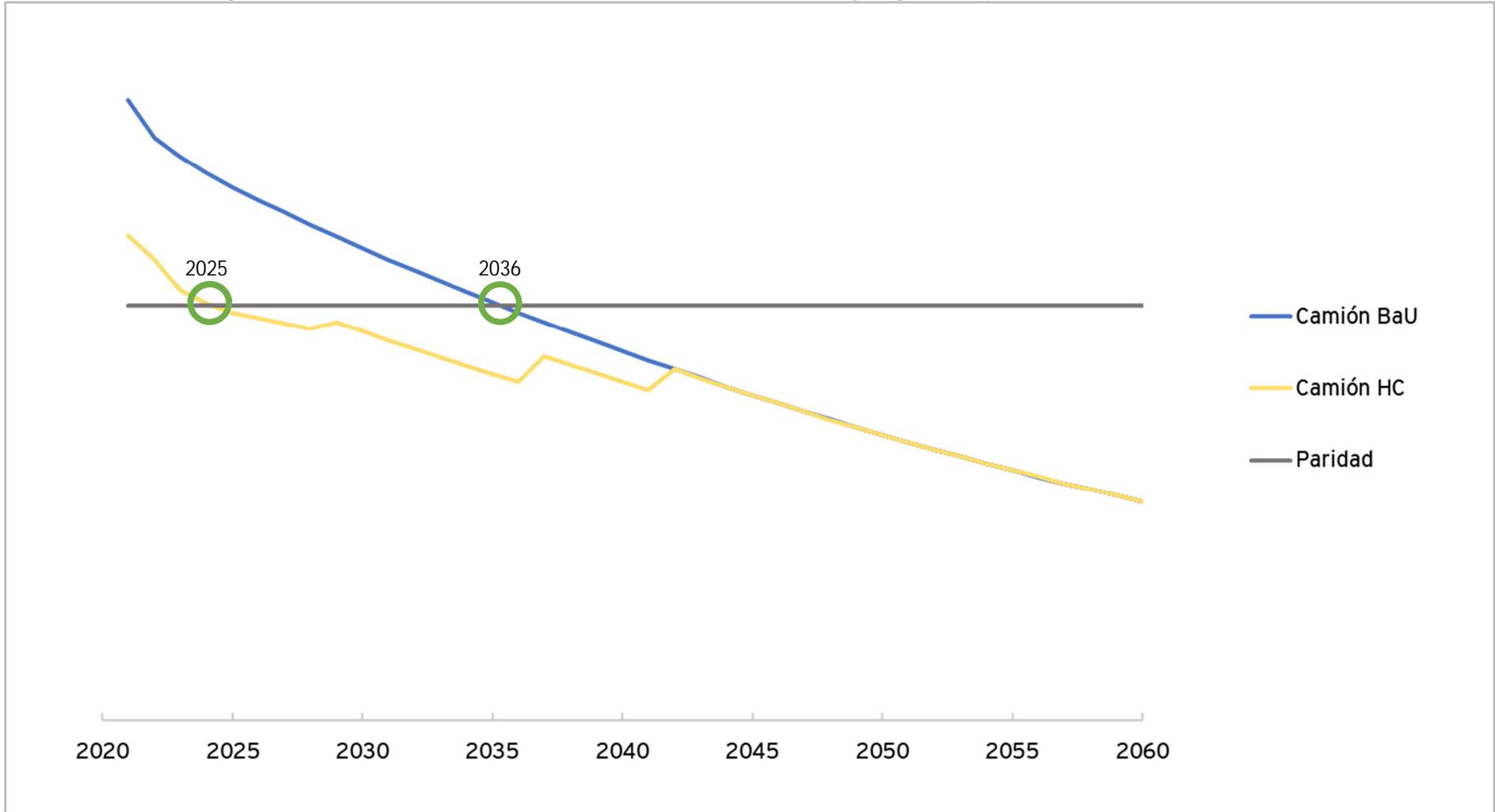
Elaborado por EY

Figura N° 31 - Paridad TCO del escenario Business as Usual y High Case para buses de 12 metros



Elaborado por EY

Figura N° 32 - Paridad TCO del escenario Business as Usual y High Case para camiones de 4.5 T



Elaborado por EY

7.1.5 Análisis de sensibilidad

Tiene como objetivo analizar el efecto de la variación de los parámetros de los incentivos propuestos para la promoción de la electromovilidad respecto al escenario HC, a fin de determinar si cambia el año de paridad de costo total de propiedad de alguna categoría vehicular ante la modificación de una hasta tres variables. Se presentan sólo las modificaciones en las variables cuyo nivel de cambio podría resultar material, con escenarios que aceleran o desaceleran la paridad del escenario base, de color verde y rojo respectivamente.

Tabla N° 70 - Escenario High Case

Escenario de Altos Incentivos	Año de Paridad		
IGV 0% por 15 años y 9% por 5 años; AVI 0% por 6 años; TER US\$0.1539/kWh	Livianos	Buses	Camiones
	Paridad en 2025	Paridad en 2022	Paridad en 2025

Elaborado por EY

Tabla N° 71 - Modificación del escenario base mediante el cambio de una variable

Variable	Valor	Paridad en livianos	Paridad en buses	Paridad en camiones
Impuesto General a las Ventas (IGV) (incluye Impuesto de Promoción Municipal)	0% por 10 años y 9% por 10 años	Paridad en 2025 Riesgo de perder paridad el 2032	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Riesgo de perder paridad el 2032
	0% por 5 años y 9% por 5 años	Paridad en 2025 Pierde paridad en 2027 Recupera paridad en 2036	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Pierde paridad en 2027 Recupera paridad en 2036
	0% por 10 años	Paridad en 2025 Pierde paridad en 2032 Recupera paridad en 2036	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Pierde paridad en 2032 Recupera paridad en 2036
Ad Valorem Importación (AVI)	0% por 3 años	Paridad en 2025 Pierde paridad en 2026 Recupera paridad en 2027	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Pierde paridad en 2026 Recupera paridad en 2027
	3% por 6 años	Paridad en 2026	Paridad en 2022	Paridad en 2025
Tarifa de Energía Carga Residencial (TER)	US\$0.14/kWh	Paridad en 2024	Paridad en 2022	Paridad en 2025
	US\$0.13/kWh	Paridad en 2024	Paridad en 2022	Paridad en 2025
	US\$0.10/kWh	Paridad en 2023	Paridad en 2022	Paridad en 2025
Incremento del precio de combustible fósil	+1%	Paridad en 2025	Paridad en 2022	Paridad en 2024
	+3%	Paridad en 2025	Paridad en 2022	Paridad en 2024
	+5%	Paridad en 2025	Paridad en 2022	Paridad en 2024

Elaborado por EY

Tabla N° 72 - Modificación del escenario base mediante el cambio de 2 variables

Variable 1	Variable 2	Paridad en livianos	Paridad en buses	Paridad en camiones
IGVO% por 10 años y 9% por 10 años	AVI 3% por 6 años	Paridad en 2026	Paridad en 2022	Paridad en 2025
AVI 6%	TER US\$0.14/kWh	Paridad en 2026	Paridad en 2022	Paridad en 2027
AVI 3% por 3 años	TER US\$0.14/kWh	Paridad en 2025	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Pierde paridad en 2026 Recupera paridad en 2027
AVI 3% por 6 años	TER US\$0.14/kWh	Paridad en 2025	Paridad en 2022	Paridad en 2025

Elaborado por EY

Tabla N° 73 - Modificación del escenario base mediante el cambio de 3 variables

Variable 1; Variable 2; Variable 3	Paridad en livianos	Paridad en buses	Paridad en camiones
IGVO% por 10 años y 9% por 5 años; AVI 3% por 6 años; US\$0.14/kWh	Paridad 2025 Riesgo de perder paridad el 2032	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Riesgo de perder paridad el 2032
IGVO% por 10 años y 9% por 10 años; AVI 6%; US\$0.14/kWh	Paridad en 2026 Riesgo de perder paridad el 2032	Paridad en 2022	Paridad en 2027 Riesgo de perder paridad el 2032
IGVO% por 10 años y 9% por 10 años; AVI 6%; US\$0.13/kWh	Paridad en 2026 Riesgo de perder paridad el 2032	Paridad en 2022	Paridad en 2027 Riesgo de perder paridad el 2032
IGVO% por 10 años y 9% por 10 años; AVI 3% por 6 años; US\$0.14/kWh	Paridad en 2025 Riesgo de perder paridad el 2032	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Riesgo de perder paridad el 2032
IGVO% por 10 años y 9% por 10 años; AVI 3% por 6 años; US\$0.13/kWh	Paridad en 2025 Riesgo de perder paridad el 2032	Paridad en 2022	Paridad en 2025 Riesgo de perder paridad el 2032

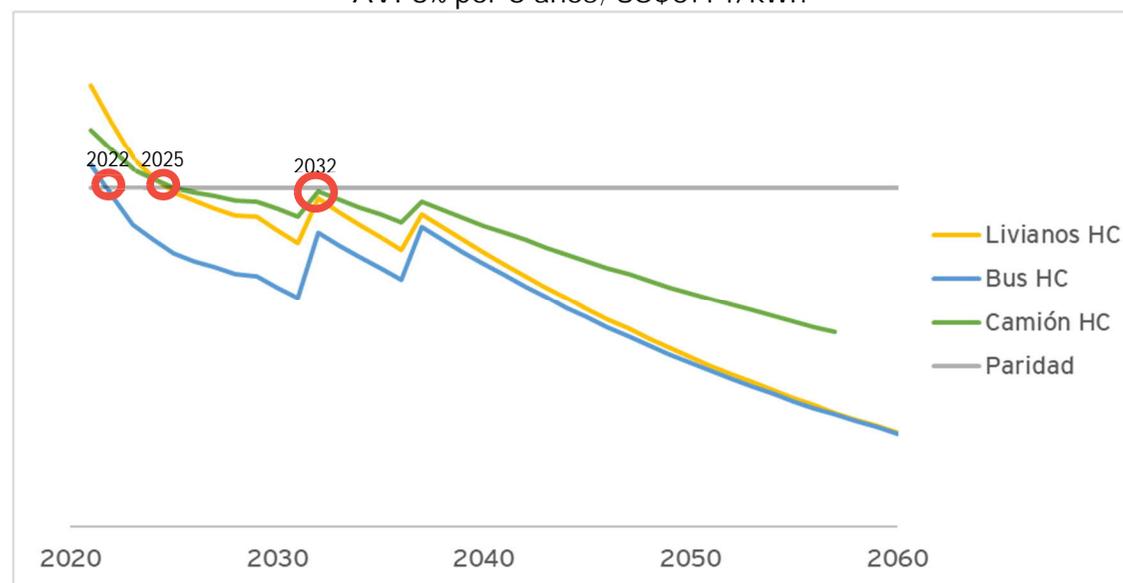
Elaborado por EY

De todos los análisis de sensibilidad realizados podemos inferir lo siguiente:

- La paridad de buses se mantiene siempre en 2022, lo que significa que es económicamente ventajoso adquirir y operar un bus del tipo BEV en lugar de un ICE. Además, podría generar un rápido con el concurso de otros incentivos económicos y operacionales.

- Por el contrario, para vehículos livianos y camiones cualquier variación en los incentivos que reducen el precio de adquisición afectan o ponen en riesgo el año de paridad. Asimismo, su efecto más nocivo es generar escenarios de pérdida o riesgo de pérdida y recuperación de paridad, como ejemplo mostramos la figura de vehículos livianos respecto del primer ejercicio de cambio de 3 variables.

Figura N° 33 - Paridad por categoría de vehículo en escenario de cambio de 3 variables: IGV 0% por 10 años y 9% por 5 años; AVI 3% por 6 años; US\$0.14/kWh



Elaborado por EY

- El único caso en el que los escenarios mejoran es cuando se da una hipotética disminución de la tarifa eléctrica para vehículos livianos y el aumento al precio de los combustibles. Pero cuando a eso se le asigna otro cambio en la sensibilidad de dos o tres variables, el caso desmejora si se compara con la posición base.

7.2 Estimación de la demanda de vehículos electrificados al 2030

El objetivo de esta sección es determinar la demanda futura en el Perú de vehículos electrificados, discriminados por categoría (livianos, buses y camiones), tecnología (BEV, PHEV, HEV, MHEV) y escenarios (BaU y HC). Para ello utilizaremos como herramienta el Modelo de Análisis de Difusión de vehículos electrificados, mediante la que pronosticaremos los niveles de demanda de dicho tipo de vehículos para un periodo de 10 años.

Para usar el Modelo de Difusión de Vehículos es necesario considerar factores como las ventas tanto en los países líderes en electromovilidad en el mundo, como en países latinoamericanos, dado que se asemejarían más al comportamiento del mercado peruano. A su vez, se incluye el impacto de la demanda por parte de personas innovadoras e imitadoras en la demanda de vehículos electrificados. Además, se considera la paridad por categoría en los dos escenarios como un punto de cambio en el crecimiento de las ventas anuales.

Para el análisis de difusión se siguió la siguiente metodología.

- Inputs:
 - Estimación de entrada: potencial del mercado
 - Ventas históricas LATAM
 - 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.

$$n(t) = \left[p + \frac{q}{m} \times N(t-1) \right] \times [m - N(t-1)]$$

Se obtiene un p: 0.00145 y q: 0.57967.

- 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.

Esta proyección permite conocer el impacto de las políticas e incentivos de adquisición y de operación en las ventas de vehículos electrificados. Asimismo, este resultado se utilizará para los análisis de los impactos ambiental, fiscal y en las redes de energía.

7.2.1 Identificación y recopilación de información de los parámetros requeridos para realizar el análisis de difusión en base a datos históricos y estimación de escenarios análogos

La proyección considera 2 escenarios BaU y HC al igual que el análisis TCO. Cada escenario tiene dos proyecciones: la primera proyección corresponde a un estimado de las ventas al año 2030 según ciertos supuestos, mientras que la segunda proyección corresponde a una construcción de las ventas a través de modelos estadísticos que consideren coeficientes de innovación, coeficientes de imitación y los resultados de la proyección anterior. A continuación, se describen los supuestos por cada proyección y escenario:

Tabla N° 74 – Supuestos de estimación

Escenario	Tipo de estimación	Supuestos de estimación
Escenario BaU	Estimación de entrada	<p>Modelo de ventas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 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. 2) 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. 3) El total de vehículos electrificados no supera el 7% de las ventas totales para el año 2030. 4) La participación de las camionetas y suburbanos (SUV's) es del 65% de los vehículos livianos al año 2030. 5) Se proyecta que para el año 2030 aumentarán las ventas de buses en 50%, tomando como base el promedio del año 2016 a 2019. 6) En 2021 es posible se compren 76 buses eléctricos por proyecto de transporte público en Arequipa, luego de lo cual la variación es mínima. 7) El incremento de buses HEV es mínimo y atiende incipientemente sólo unidades de transporte de personal para algunas compañías mineras. 8) La variación de camiones eléctricos es mínima e inicialmente corresponde a ensayos o pilotos. 9) 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"> 1) Se identifica las tasas de retiro: <ol style="list-style-type: none"> a. Vehículos livianos en 2.32%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2014 a 2018. b. Buses en 2.32%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017.

Escenario	Tipo de estimación	Supuestos de estimación
		<ul style="list-style-type: none"> c. Camiones en 3.75%, promedio de las tasas de retiro más estables de 2015 a 2017. 2) 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) 3) Para obtener las subcategorías de vehículos livianos, se utiliza la tasa de retiro de vehículos livianos y las ventas anuales de la subcategoría.
	Estimación de salida	<ul style="list-style-type: none"> 1) Se utilizó la demanda proyectada en la estimación de entrada BaU como base de proyección. 2) Se utilizó data histórica de ventas de países de Latinoamérica para alinear la demanda de estimación base y así determinar: <ul style="list-style-type: none"> a. El coeficiente de innovación: Personas innovadoras que adoptan independientemente la tecnología de vanguardia. b. 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> <ul style="list-style-type: none"> 1) 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. 2) Se simuló el crecimiento de la proyección con estimados en la variación de los escenarios de evolución gradual y revolución verde descritos por Arthur D. Little: <ul style="list-style-type: none"> a. Pesimista: Afectado por el COVID-19, sin implementación de políticas b. Escenario base: Recuperación de COVID-19, con políticas de fomento parcial y pre-paridad de TCO. c. Escenario optimista: Post paridad de TCO, con políticas de fomento en infraestructura, costo de adquisición y detrimentos al combustible fósil. 3) 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.

Escenario	Tipo de estimación	Supuestos de estimación
		<p>4) 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</p> <p>Parque automotor:</p> <p>1) 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.</p> <p>2) 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.</p> <p>3) 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.</p> <p>4) 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)</p> <p>5) Para obtener las subcategorías de vehículos livianos, se utiliza la tasa de retiro de vehículos livianos y las ventas anuales de la subcategoría.</p>
	Estimación de salida	<p>1) Se simuló dos etapas de crecimiento. Una pre-paridad de TCO BEV y otra post paridad de TCO BEV, según escenario HC.</p> <p>2) Se utilizó la demanda proyectada en la estimación de entrada HC como base de proyección.</p> <p>3) Se utilizó data histórica de ventas de países de Latinoamérica para modificar la demanda de estimación base y así determinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. El coeficiente de innovación: Personas innovadoras que adoptan independientemente la tecnología de vanguardia. b. El coeficiente de imitación: Personas imitadoras que son convencidas por las opiniones de los innovadores y la información difundida en los medios de comunicación.

Elaborado por EY

Figura N° 34 – Pronóstico de flota de vehículos eléctricos e híbridos en los principales países³² de LATAM



Fuente: Arthur D. Little, 2020

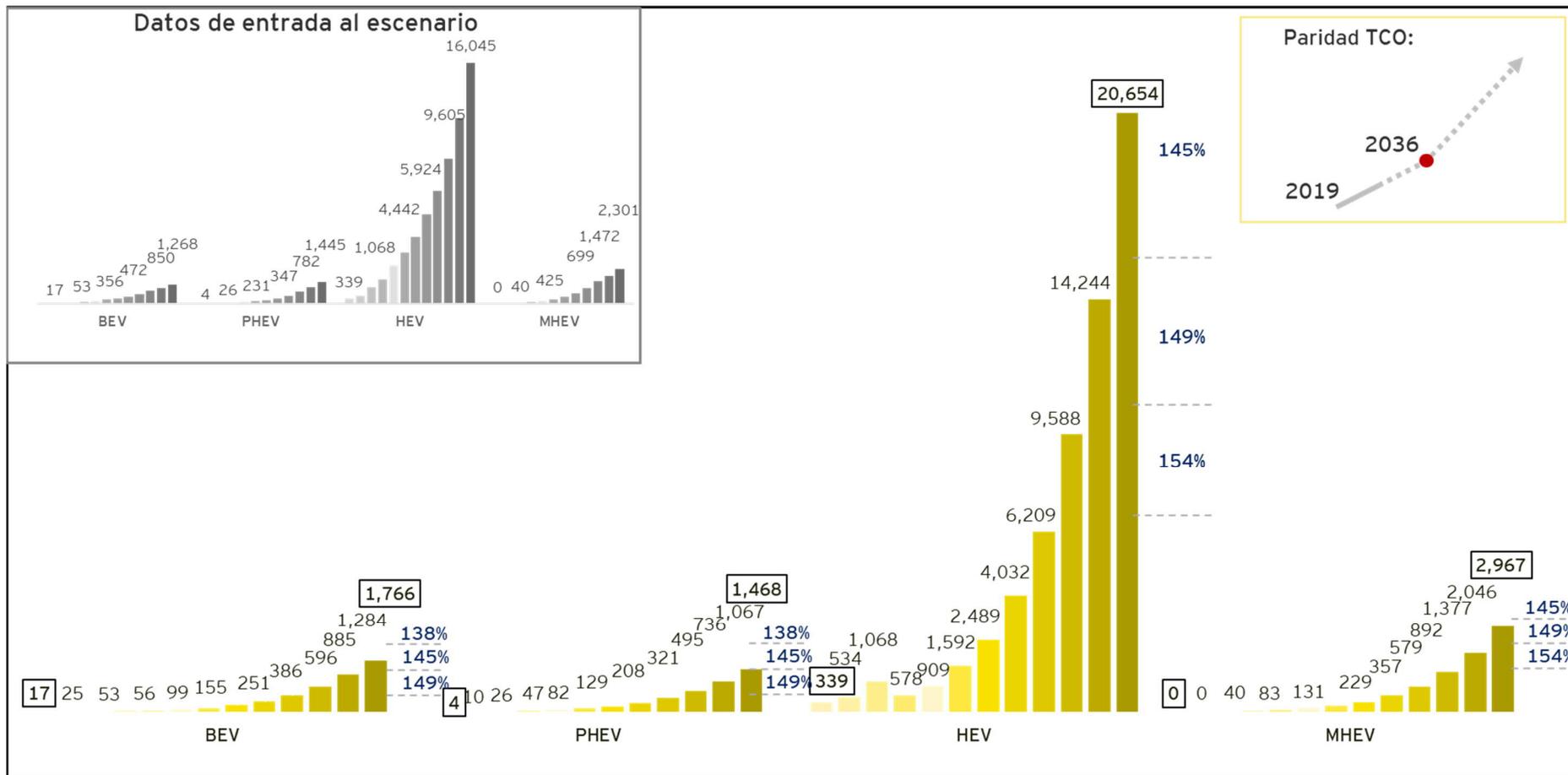
El pronóstico incluye el impacto de la pandemia COVID 2019. Latinoamérica seguirá rezagada frente a la penetración de los vehículos eléctricos esperada a nivel global (Arthur D. Little, 2020).

7.2.2 Resultados del modelo de difusión como pronóstico de las ventas hasta el año 2030.

A continuación, se muestran los resultados de las proyecciones realizadas con el modelo de difusión:

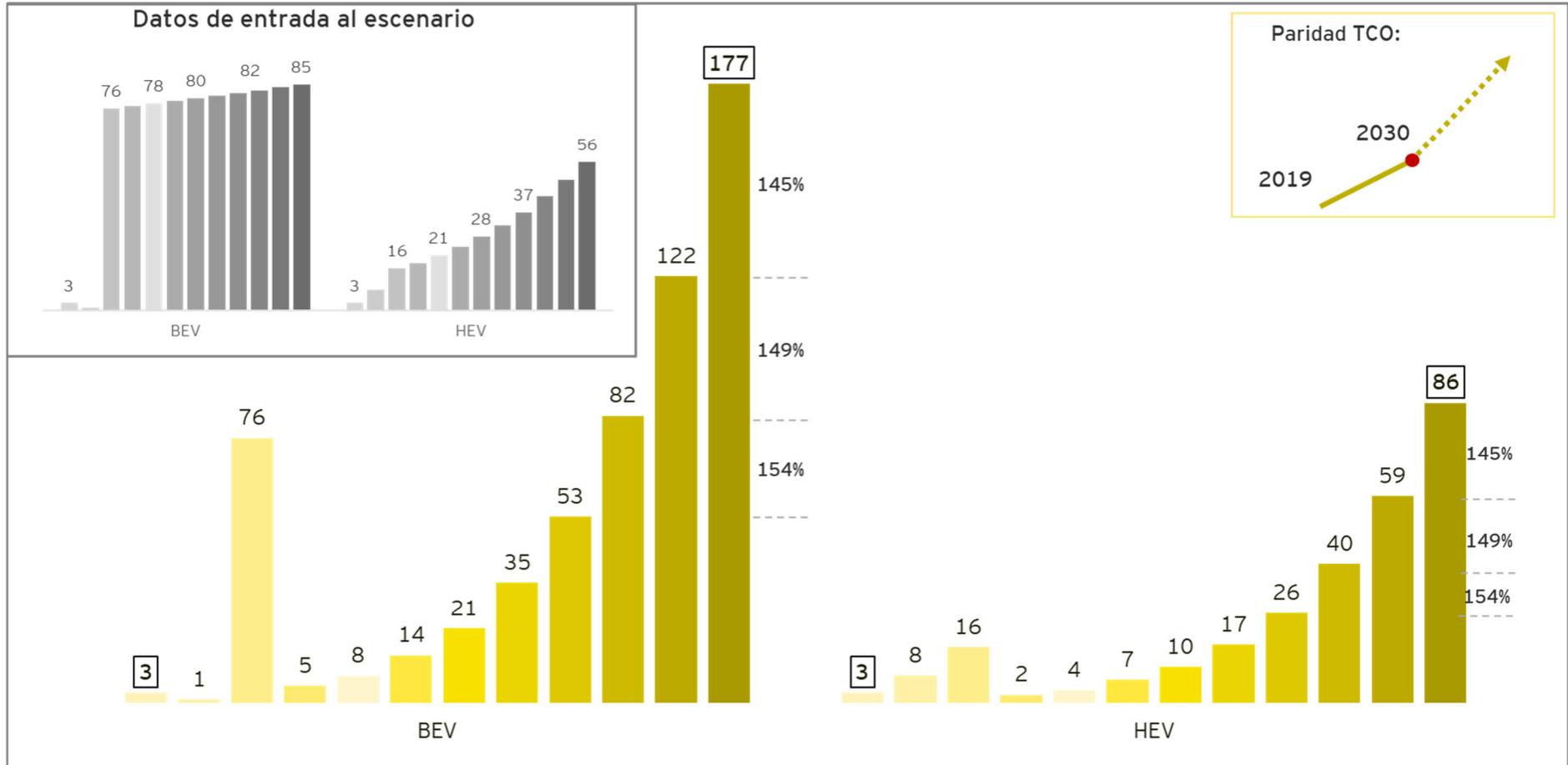
³² Principales países de LATAM: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay.

Figura N° 35 – Estimación de salida de Escenario Business as Usual de vehículos livianos



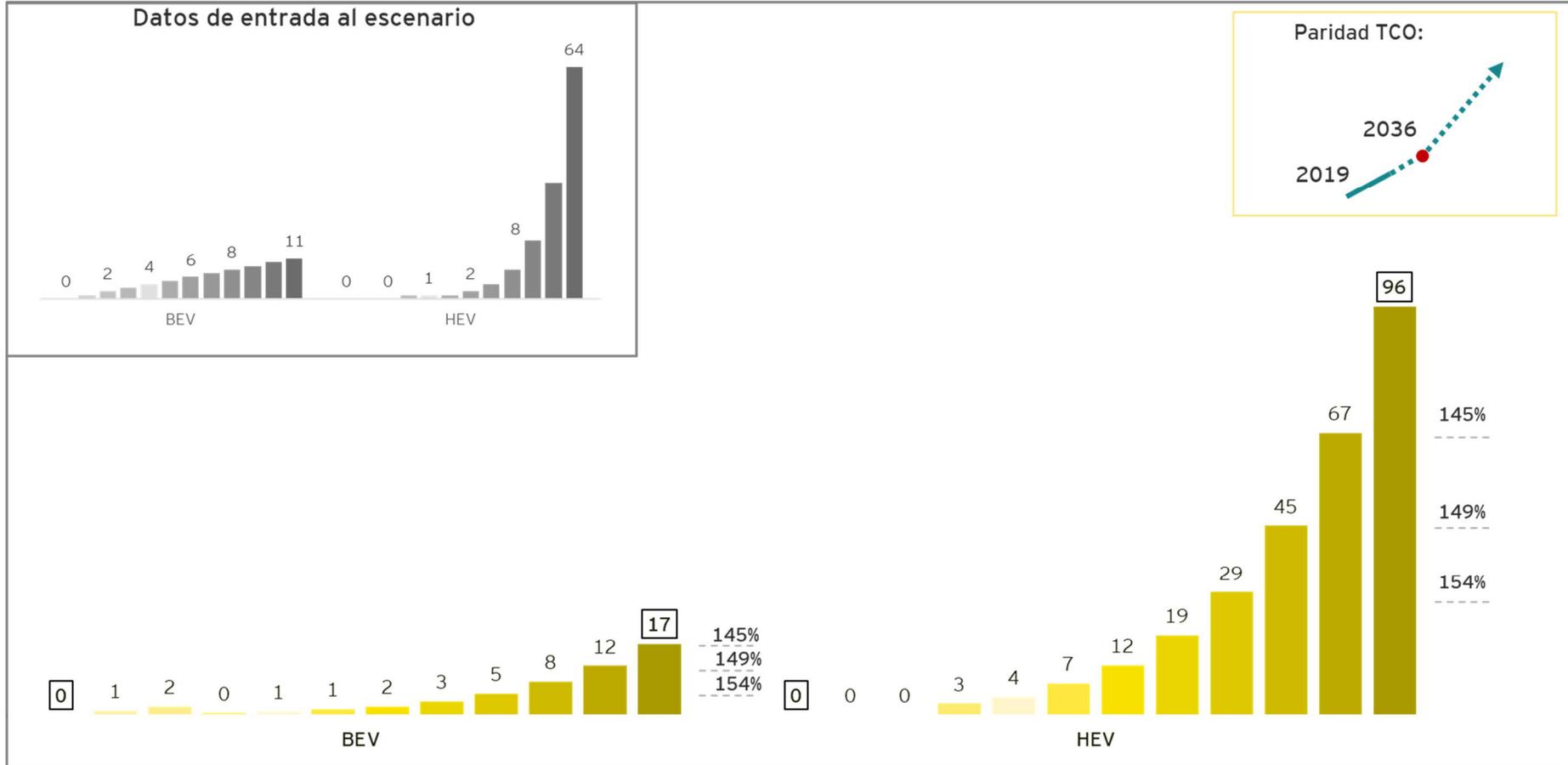
Elaborado por EY

Figura N° 36 – Estimación de salida de Escenario Business as Usual de buses



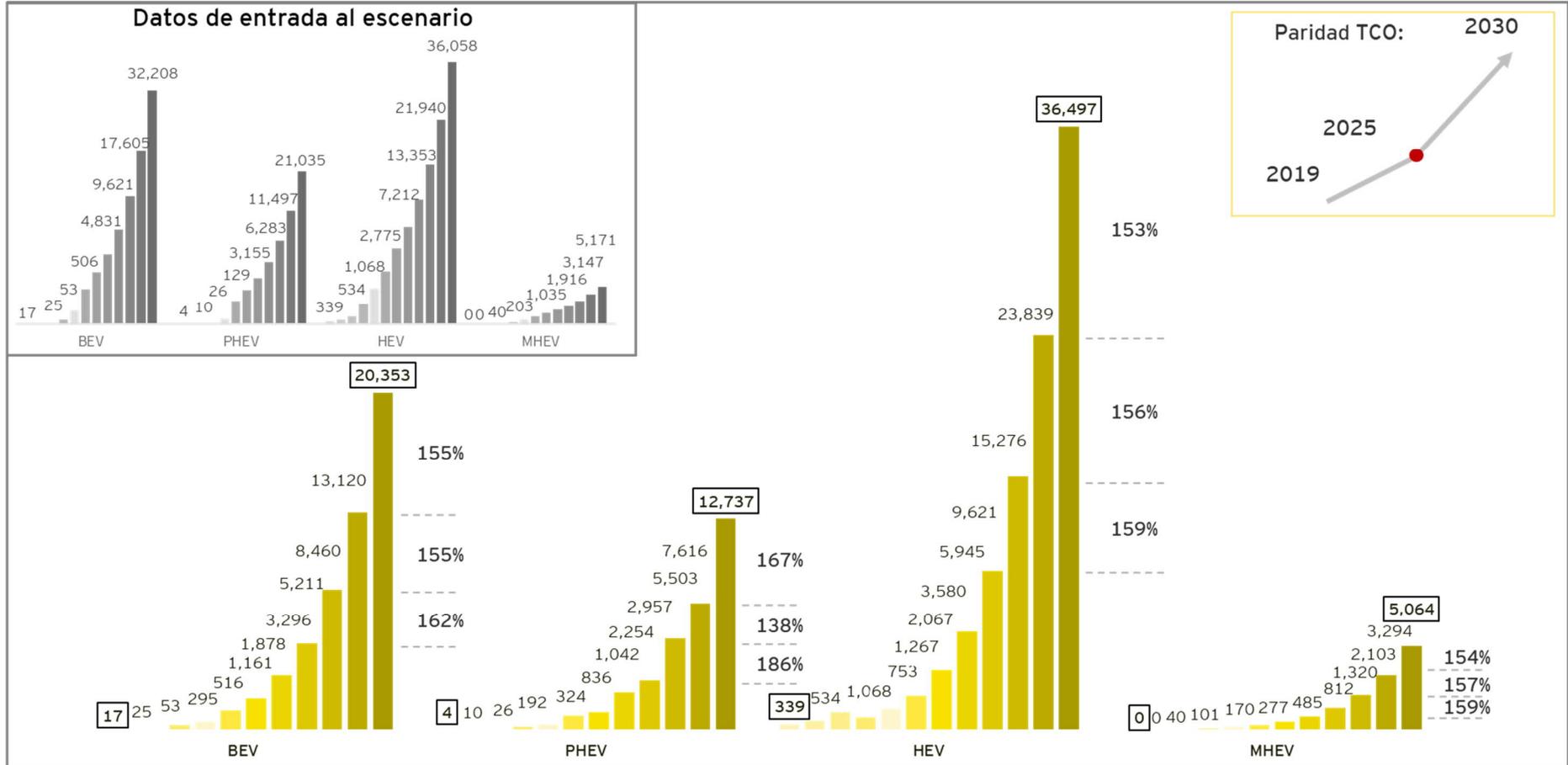
Elaborado por EY

Figura N° 37 – Estimación de salida de Escenario Business as Usual de camiones



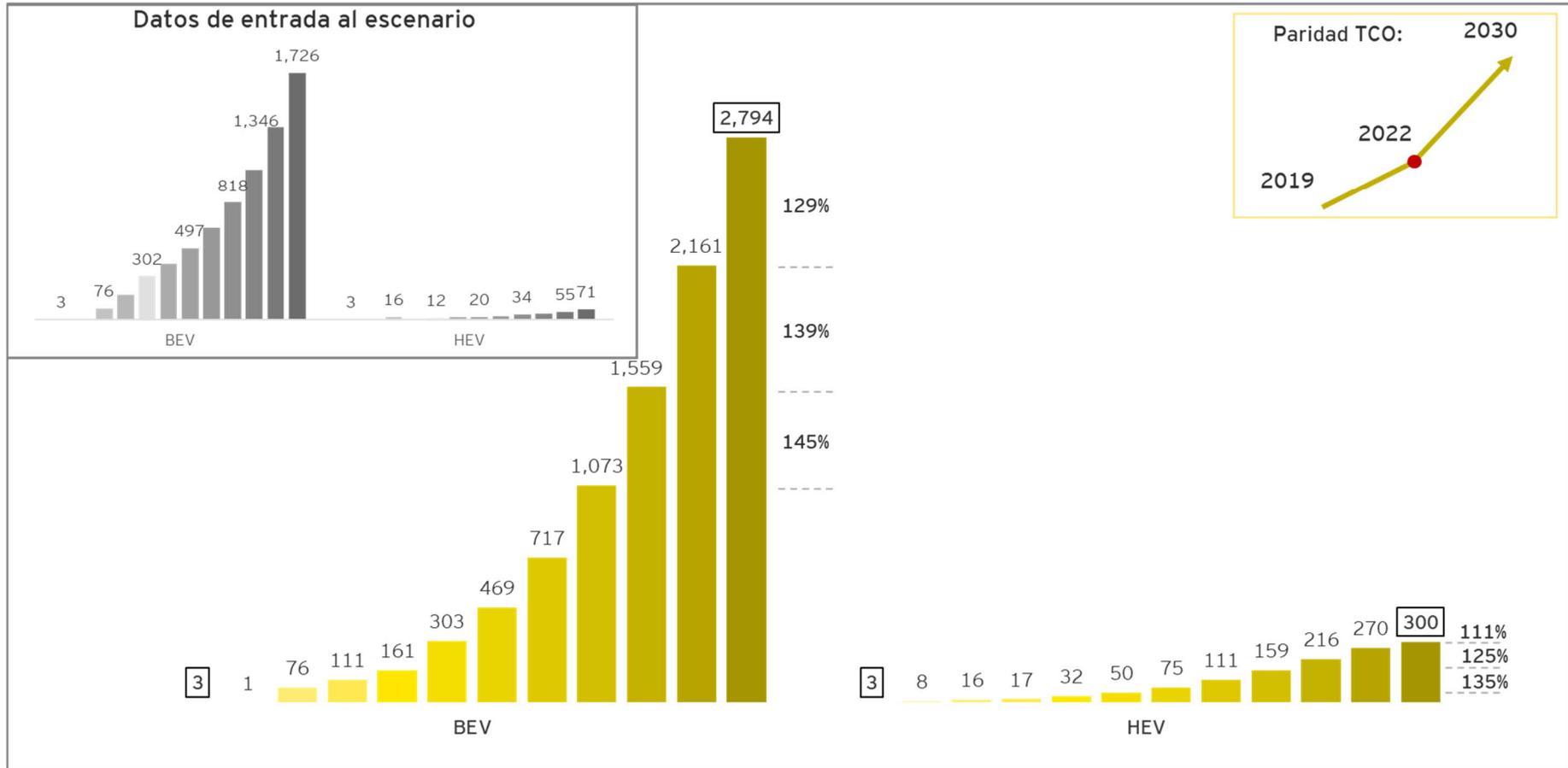
Elaborado por EY

Figura N° 38 – Estimación de salida de Escenario High Case de vehículos livianos



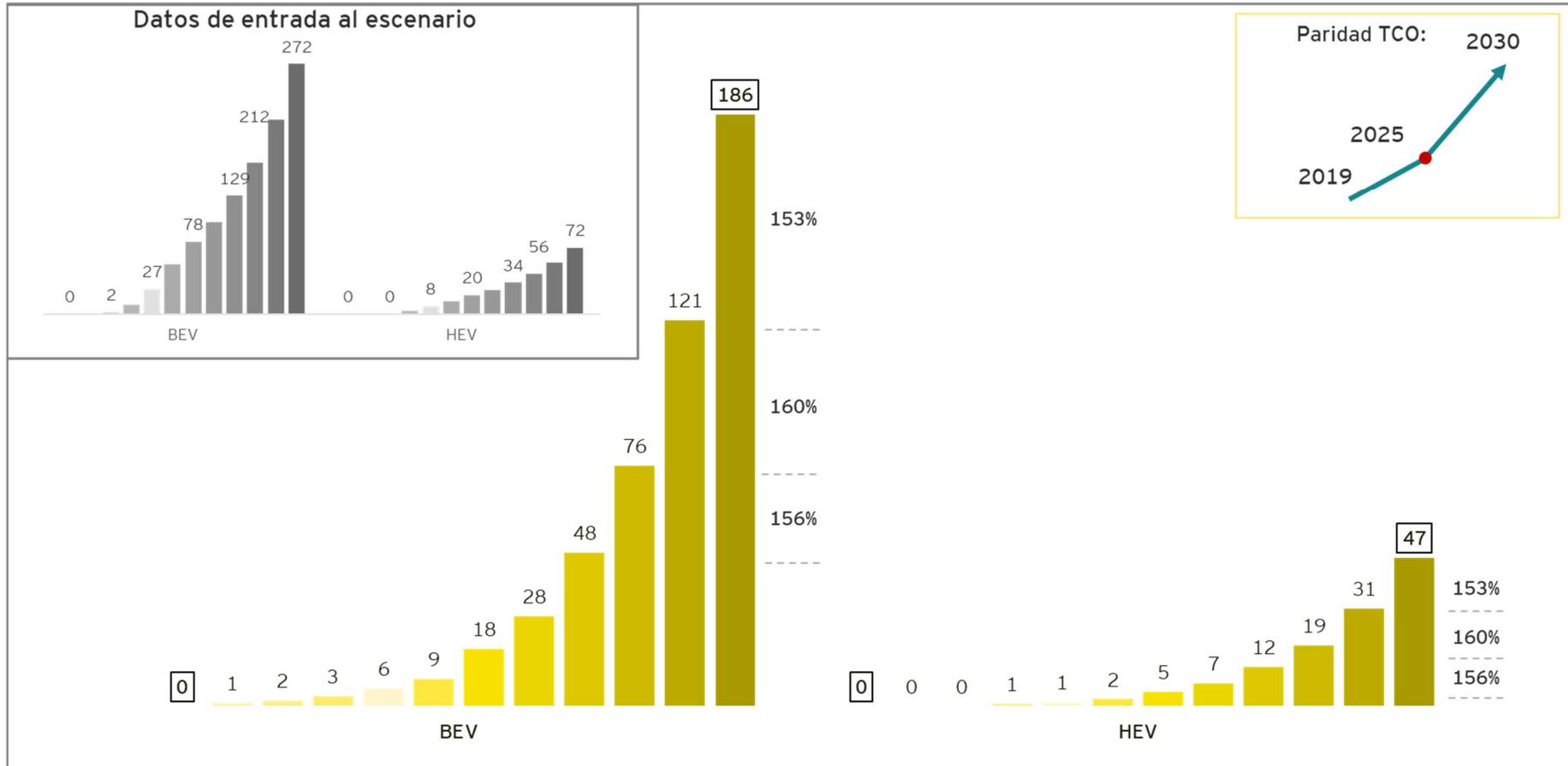
Elaborado por EY

Figura N° 39 – Estimación de salida de Escenario High Case de buses



Elaborado por EY

Figura N° 40 – Estimación de salida de Escenario High Case de camiones



Elaborado por EY

Tabla N° 75 – 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 General		139,659	153,734	168,630	184,702	202,216	221,403	242,356	265,466	290,737	318,327

Elaborado por EY

Tabla N° 76 – Parque vehicular resultante del Modelo de Análisis de Difusión del escenario High Case

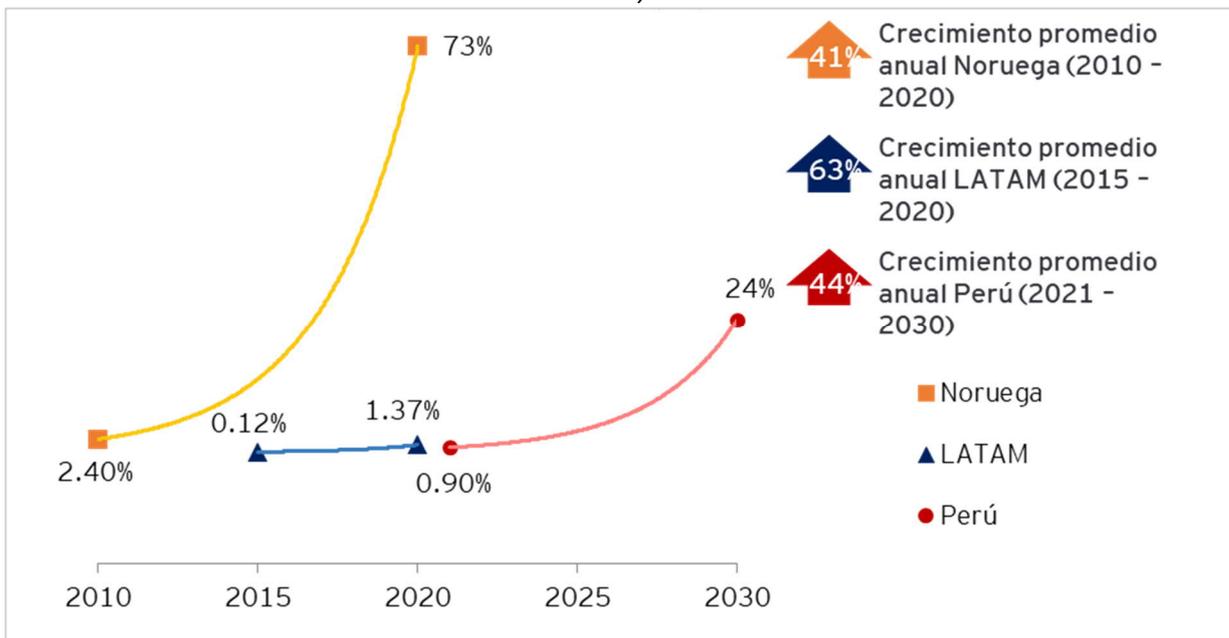
Categoría		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Ligeros	ICE	2,678,773	2,753,385	2,839,019	2,935,009	3,042,149	3,159,044	3,285,797	3,419,145	3,556,522	3,689,494
	BEV	103	396	903	2,043	3,874	7,080	12,127	20,306	32,955	52,543
	PHEV	40	231	550	1,374	2,383	4,583	7,434	12,765	20,085	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 General		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

Elaborado por EY

Asimismo, se realizó la comparación de las tasas de crecimiento de ventas de vehículos electrificados producto del análisis de difusión del escenario High Case versus la tasa de crecimiento de ventas en Noruega y el promedio de la región obteniendo los siguientes resultados:

- Noruega: El incremento de ventas de vehículos electrificados promedio en el país líder en electromovilidad, ha sido de 41% durante 10 años.
- LATAM: El incremento de ventas en 5 años ha sido 63%, pero no de forma sostenida, siendo los primeros años los de mayor crecimiento.
- Perú: El incremento de ventas pronosticado en un escenario High Case desde el año 2021 al 2030 sería de 44% en promedio, cuyo crecimiento es mayor en los primeros años, pero se sostiene hacia el final del 2030.

Figura N° 41 – Comparación de tasas de crecimiento (vehículos electrificados / parque total)



Elaborado por EY

Un análisis comparativo de los resultados de los dos escenarios (Business as Usual y High Case) se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 77 – Indicadores de proyección Business as Usual y High Case de escenarios de salida

Indicador	Escenario BaU	Escenario HC
Índice de motorización total al año 2030	8.33	8.33
Proporción de vehículos electrificados sobre el total de ventas 2030	8.55%	24.50%
Proporción de BEV sobre el total de las ventas 2030	0.62%	7.33%
Proporción de PHEV sobre el total de las ventas 2030	0.46%	4.00%
Proporción de HEV sobre el total de las ventas 2030	6.55%	11.57%

Indicador	Escenario BaU	Escenario HC
Proporción de MHEV sobre el total de las ventas 2030	0.93%	1.59%
Proporción de electrificados sobre el total del parque automotor	1.84%	4.80%
Proporción de BEV del total sobre el parque automotor 2030	0.14%	1.45%
Proporción de PHEV del total sobre el parque automotor 2030	0.10%	0.75%
Proporción de HEV del total sobre el parque automotor 2030	1.40%	2.29%
Proporción de MHEV del total sobre el parque automotor 2030	0.20%	0.31%

Elaborado por EY

De los resultados del escenario HC, podemos apreciar lo siguiente:

- La adquisición de vehículos ligeros P&HEV en Noruega, el líder global en electromovilidad, ha pasado de apenas el 2.4% en 2010 a un 73% en el 2020, se multiplicó en 1.41 veces en promedio por cada año (Institute of Transport Economics, 2019) (Wagner, 2021). La demanda estimada en Perú indica que en adquisición de P&HEV pasaríamos del 0.9% en el 2021 al 24.5% en 2030, alrededor de 1.45 veces cada año, una velocidad bastante similar al líder, pero con muchas lecciones aprendidas. Latinoamérica se ha mejorado del 0.12% en 2015 al 1.37% en 2020, una velocidad de 1.63 veces por año. Se requiere entonces de un programa de incentivos bastante agresivo para generar mayor dinamismo en el cambio hacia una movilidad mucho menos contaminante, al menos para igualar la velocidad de cambio del líder y si es posible, alcanzar la velocidad de cambio de la Región, que, aunque tardía, nos lleva ventaja³³.
- Respecto a los vehículos livianos, considerando que en el año 2025 se da la paridad de costos, 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.
- En los vehículos livianos, la demanda de BEV y de PHV está fuertemente acompañada por los HEV que son una tecnología intermedia, la cual se recomienda no dejar de lado mientras sea el periodo en el que los PEV comienzan a acelerar.
- En cuanto a los buses, debido a que la paridad de costos llega en el 2022, se espera una mayor proporción de vehículos BEV respecto al total de buses electrificados. Además, no existe gran presencia de tecnologías híbridas que compitan con el BEV, sobre todo dado el escenario de alto incentivo, el costo de operación de los buses BEV resultará más ventajoso que el menor precio de los buses HEV.

³³ Cifras para Latinoamérica corresponde a los principales mercados de la región que se encuentran incentivando la electromovilidad: Brasil, México Chile y Colombia.

- El conjunto de incentivos destinados a las flotas de transporte público hace que la categoría buses obtenga una amplia dispersión
- Respecto a los camiones, si bien la paridad llega en el año 2025 y el crecimiento de la demanda de BEV va en fuerte aumento proporcional, su importancia relativa resulta menor respecto a las otras categorías de vehículos, debido a un inicio de unidades relativamente bajo.

8. Sostenibilidad de la política propuesta

En el presente capítulo se analizan los tres principales impactos de los servicios propuestos: recaudación fiscal, adaptación de las redes de energía y efecto en el medio ambiente.

8.1 Impacto en la recaudación fiscal

Para incentivar el cambio de tecnología de los vehículos y disminuir los riesgos medioambientales que afectan la salud de la población, una de las herramientas más utilizadas por diversos países ha sido la aplicación de tasas impositivas diferenciadas, que tienen como objetivo influenciar la decisión de compra de las personas. Los casos revisados, cuyo resultado se muestra en la sección 2.3, evidencian el impacto de dichas tasas diferenciadas en las ventas de vehículos electrificados.

A partir de la revisión de las políticas e incentivos adoptadas identificadas y descritas en la sección 2.2, Políticas de promoción a nivel regional y global, y sus efectos en la demanda de vehículos eléctricos e híbridos en la sección 2.3, se identificaron aquellas que tiene efectos en los costos de adquisición y operación y que aportarían a la demanda de la movilidad eléctrica en el país. En ese sentido, a continuación, se presenta un grupo de incentivos propuesto con la finalidad de promover el desarrollo de la electromovilidad en el Perú.

8.1.1 Incentivos propuestos que tienen impacto en la recaudación fiscal

A continuación, se presenta el análisis de aquellos incentivos que tienen impacto en la recaudación fiscal, así como el análisis de sus implicancias tributarias correspondientes u otras alternativas viables en determinados casos. Las modificaciones propuestas al Impuesto Selectivo al Consumo, Impuesto General a las Ventas, Impuesto de Promoción Municipal, Impuesto al Patrimonio Vehicular y Ad Valorem en la presente sección se utilizan en el modelamiento de la sección 7.1 Análisis de Costo Total de Propiedad (TCO).

El análisis que se lleva a cabo en la presente sección evalúa la recaudación fiscal al año 2030, sin embargo, se proponen 2 tramos para ciertos incentivos (IGV, ISC, e IPM) ya que se quiere lograr una pronta adopción de la movilidad eléctrica en el país.

a. Ad-Valorem

Es un tributo que grava la importación de mercancías (ej. Vehículos) que ingresan al territorio nacional. Este se aplica sobre el valor en aduana determinado conforme al sistema de valoración que se encuentre vigente y la tasa impositiva se determina según la subpartida (SUNAT, 2016).

En cuanto a las modificaciones propuestas, se propone que el Ad-Valorem se reduzca a 0% por un periodo de 3 años para los vehículos del tipo BEV, PHEV y HEV, y que dicha medida sea prorrogada por 3 años adicionales.

Tabla N° 78 – Ad Valorem

Beneficio de exención del Ad Valorem										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tasa de incentivo	6%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%
Diferencia con la tasa original	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%

Elaborado por EY

Implicancias tributarias:

La reducción de la tasa del Ad-Valorem a 0% para los vehículos del tipo BEV, PHEV y HEV y sus partes, deberá realizarse a través de un Decreto Supremo (Art. 74, Constitución)

- b. Impuesto General a las Ventas (IGV) e Impuesto de Promoción Municipal (IPM)

El IGV es un impuesto que grava todas las etapas del ciclo de producción y distribución y está orientado a ser asumido por el consumidor final, encontrándose regularmente en el precio de compra de los productos. La tasa aplicable es de 16%, a la que se le añade 2% del Impuesto de Promoción Municipal (IPM), haciendo un total de 18%.

En cuanto al IPM, éste constituye parte de los ingresos de las municipalidades.

En cuanto a las modificaciones propuestas, como se muestra en la siguiente tabla, se propone que durante los primeros 15 años el IGV e IPM se reduzca a 0% aplicable, tanto a la importación como a la venta local de vehículos eléctricos e híbridos. Posterior y gradualmente, las tasas volverán a las actuales, 16% y 2% respectivamente.

Tabla N° 79 – IGV e IPM

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
BEV	Tasa de incentivo	18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Diferencia con la tasa original	0%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
PHV	Tasa de incentivo	18%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	9%	9%	9%
	Diferencia con la tasa original	0%	18%	18%	18%	18%	18%	9%	9%	9%	9%
HEV	Tasa de incentivo	18%	9%	9%	9%	9%	9%	18%	18%	18%	18%
	Diferencia con la tasa original	0%	9%	9%	9%	9%	9%	0%	0%	0%	0%

Elaborado por EY

Implicancias tributarias:

- La modificación de la tasa del IGV aplicable a la importación o venta en el país de vehículos electrificados e híbridos deberá realizarse por Ley o norma con rango de ley como Decreto Legislativo en caso de delegación de facultades (Art. 74 de la Constitución).
- Evaluar el impacto de la utilización del crédito fiscal relacionado con este tipo de operaciones según sea considerada como operaciones gravadas con el IGV con tasa cero o como operaciones no gravadas con dicho impuesto.

c. Impuesto al Patrimonio Vehicular (IPV)

El IPV es un impuesto de periodicidad anual que grava la propiedad de vehículos, automóviles, camionetas, station wagons, camiones, buses y omnibuses. Este impuesto se paga los primeros tres (3) años desde el siguiente año que se realizó la inscripción en el Registro de Propiedad Vehicular. La tasa del impuesto es el 1% de la base imponible y en ningún caso el monto a pagar será inferior a 1.5% de la UIT vigente del correspondiente año (SAT, 2018).

Se propone que el IPV se reduzca a 0% por un periodo de 3 años para los vehículos del tipo BEV, PHEV y HEV, y que la medida pueda ser prorrogable hasta por 3 años adicionales para los vehículos BEV y PHEV.

Tabla N° 80 – IPV

Beneficio de exención o reducción del IPV										
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tasa de incentivo	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	3%
Diferencia con la tasa original	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	0%	0%	0%

Elaborado por EY

Implicancias tributarias:

- En la actualidad, solo se encuentran inafectos al IPV:
 - La adquisición de vehículos que serían destinados a su posterior venta, siempre que estos no formen parte de su activo fijo (Art. 37, inc. F, Ley de Tributación Municipal); y
 - Los vehículos nuevos de pasajeros con antigüedad no mayor de tres años que sean de propiedad de las personas jurídicas o naturales, debidamente autorizados para prestar servicio de transporte público masivo. Esta inafectación permanecerá vigente por el tiempo de duración de la autorización correspondiente (Art. 37, inc. G, Ley de Tributación Municipal).
- En los demás casos, distintos a los mencionados anteriormente, la exoneración del IPV sobre la propiedad de los vehículos tipo BEV, PHEV y HEV deberá realizarse a través de una Ley o norma con rango de ley como Decreto Legislativo en caso de delegación de facultades (Art. 74 de la Constitución).

d. Crédito Tributario aplicable al Impuesto a la Renta (IR) de tercera Categoría

El alcance corresponde al impuesto a la renta de tercera categoría que grava la renta obtenida por la realización de actividades empresariales que desarrollan las personas jurídicas (SUNAT, s.f.). En específico ha de incentivarse la adquisición de flotas aplicables a: transporte masivo de pasajeros, vehículos de reparto de mercancías; así como la implementación de los patios de carga eléctrica de dichas flotas.

Se propone reconocer un crédito tributario aplicable contra el impuesto a la renta de tercera categoría, el cual equivaldría a la aplicación de una tasa (%) sobre el monto de la inversión incurrida por las empresas en la adquisición de flotas (al menos 10 unidades) de vehículos eléctricos de batería y/o los patios de carga necesarios para la operación de dichas flotas (no incluye las inversiones que son de obligación del distribuidor de energía en su zona de concesión) con un monto límite de beneficio por unidad vehicular, así como por unidad de carga. Dicho crédito tributario tendría un límite de aplicación en los años subsiguientes al de la inversión.

El monto de inversión estará sustentado por los montos de la factura de compra de la flota vehicular o por las facturas que sustenten los gastos incurridos en la implementación de la infraestructura de carga. El plazo de aplicación del crédito tributario será hasta el tercer ejercicio tributario contado a partir del año en que se realizó la inversión. Este crédito tributario no otorga derecho a devolución de fondos a los contribuyentes que se acojan a dicho beneficio.

Implicancias tributarias:

- En cuanto al crédito tributario aplicable al impuesto a la renta de tercera categoría, por tratarse de un beneficio tributario, éste deberá realizarse a través de una Ley o norma con rango de Ley, y podrá ser otorgado por un plazo de 3 años. Asimismo, se podrá aprobar, por única vez, la prórroga del beneficio tributario por un periodo de hasta 3 años adicionales, contados a partir del término de la vigencia del beneficio.
- El beneficio sería calculado a través de una tasa (%) sobre las inversiones realizadas en la adquisición de vehículos electrificados.
- Los créditos tributarios del IR por adquisición flotas electrificadas considerados se presentan a continuación hasta el año 2027:

Tabla N° 81 – Crédito Tributario

Beneficio de crédito tributario del IR por flotas electrificadas						
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Buses BEV, 12m	6%, hasta USD 15,000					
Camiones BEV, hasta 6.5t	10%, hasta USD 5,000					

Beneficio de crédito tributario del IR por electrolinerías						
	2022	2023	2024	2025	2026	2027

Por cargador instalado para vehículos livianos y/o buses BEV	15%, hasta USD 10,000					
Por cargador instalado para camiones BEV	10%, hasta USD 5,000					

Elaborado por EY

Se propone el beneficio de crédito tributario para flotas de buses y camiones, mas no para vehículos livianos, específicamente de taxis ya que la oferta de taxis en el país sobrepasa la demanda y se requeriría la formalización del sector de taxis para la implementación de dicho beneficio. Asimismo, considerando la tasa de retiro del país y la edad promedio del parque automotor, estas nuevas flotas de taxis no resultarían en el retiro de unidades antiguas. Se sugiere reevaluar el incentivo una vez que se mejore el control de la formalidad de los taxis.

e. Impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂

Adicionalmente a los tributos ya existentes, se propone implementar un Impuesto a las Emisiones que gravaría las emisiones contaminantes, específicamente el dióxido de carbono (CO₂) emitidas por el uso de combustibles fósiles en vehículos. Tal como se muestra en la sección 2.2, Políticas de promoción a nivel global y regional, el impuesto a los contaminantes es un instrumento que se ha implementado en otros países como Chile, Colombia, México y Noruega para incentivar la transición hacia tecnologías limpias.

De igual manera, el año 2020, se propuso el Proyecto de Ley N° 5805/2020-CR, que busca contribuir a la reducción de emisiones de carbono a través de la modificación de la metodología del cálculo del ISC, a fin de que los combustibles fósiles se graven en función a la cantidad de dióxido de carbono equivalente que emitan al combustionar. Este proyecto de Ley está alineado con la propuesta planteada en este documento. Este proyecto de ley aún no considera opiniones públicas de sectores involucrados para su difusión ni se ha llevado a cabo una sesión en el Congreso de la República para su discusión.

Adicionalmente, en julio del 2020 se ha estableció la Comisión Especial sobre Cambio Climático del Congreso de la República, encargados del seguimiento y formulación de propuestas para la mitigación y adaptación del cambio climático en conjunto con MINAM, MEF y otros actores relevantes como entidades multilaterales para proponer una Ley de impuesto al carbono, esta, aún se encuentra a nivel técnico. El objetivo de dicha comisión es establecer el precio al carbono para que esta sea una herramienta para una economía baja en carbono.

Asimismo, esta propuesta se relaciona con la recomendación 28 del Plan de Acción para implementar las recomendaciones de la Evaluación de Desempeño Ambiental del Perú (OCDE), aprobado mediante el Decreto Supremo N° 005-2017-MINAM, el cual sugiere que se diseñen y construyan sistemas de transporte publico eficientes y

realizar esfuerzos para mejorar la calidad de los combustibles, convergiendo a estándares cercanos a los de países OCDE, mediante la promoción de incentivos económicos sobre la base de quien contamina paga para reducir las emisiones vehiculares y la contaminación atmosférica.

En cuanto al impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂, se propone que se implemente para los siguientes combustibles³⁴ a partir del 2022. Los valores propuestos fueron calculados de acuerdo con la metodología de la sección 7.3.2. (sección e):

Tabla N° 82 – Impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂

Combustible	USD/GI
Diésel B5	0.0685
Diésel B5 S-50	0.0688
Diésel S-10	0.0688
Gasolina regular	0.0590
Gasolina premium	0.0629
Gasohol regular	0.0552
Gasohol premium	0.0556

Elaborado por EY

Se propone que en el primer año de aplicación del impuesto sea sólo por el 5% del monto equivalente a la aplicación del precio social por la contaminación de un galón de combustible. Dicho impuesto se incrementará en 5% anual hasta alcanzar el 100% del monto equivalente de la aplicación del precio social por la contaminación de un galón de combustible.

Implicancias tributarias:

- La creación de un nuevo tributo puede hacerse por Ley o norma con rango de Ley como Decreto Legislativo en caso de delegación de facultades (Art. 74 de la Constitución).
- De aprobarse el proyecto de ley que modifica el ISC respecto a la metodología del cálculo del ISC, a fin de que los combustibles fósiles se graven en función a la cantidad de dióxido de carbono equivalente que emitan al combustionar; se sugiere evaluar que la implementación de la tributación por contaminación del CO₂ (que hasta ahora no está incluido en el ISC) cumpla con los principios constitucionales para la aplicación de dicho extremo impositivo.

Dicho impuesto requiere un estudio técnico específico para sustentar su viabilidad y el impacto legal/constitucional, económico, social y ambiental de su implementación.

f. Peaje vehicular

³⁴ Los tipos de combustible considerados corresponden a lo estipulado en el proyecto de Decreto Supremo que modifica el Decreto Supremo N° 010-2017-MINAM, que establece Límites Máximos Permisibles de emisiones atmosféricas para vehículos automotores.

El peaje vehicular es una contraprestación por el uso del tramo vial a cargo del concesionario de la vía, es decir, no corresponde al pago de un tributo (tasa, impuesto o contribución).

Las concesiones viales se otorgan a través de contratos celebrados con el Estado (ej. Proinversión, municipalidades o gobiernos regionales, entre otros), los que no pueden modificarse por leyes u otras disposiciones de cualquier clase (Art. 62 de la Constitución). Esto deberá realizarse para aquellas que aún no están concesionadas. Para aquellas concesionadas, dependerá del mutuo acuerdo de las partes (concesionario y Estado) para incorporar al contrato determinados beneficios a favor de los usuarios de vehículos eléctricos e híbridos.

g. Estacionamiento vehicular municipal

Las tasas municipales de estacionamiento vehicular son tributos creados por los Consejos Municipales cuya obligación tiene como hecho generador la prestación de un servicio (público o administrativo) por parte de la municipalidad. Estas se aprueban por Ordenanza Municipal y deben ser ratificadas por la Municipalidad Provincial.

Las Municipalidades Distritales se encuentran facultadas para imponer y determinar el pago de tasas por estacionamiento de vehículos en zonas comerciales de alta circulación (inc. d) del art. 68 de la LTM).

El beneficio corresponderá a la modificación de la tasa de estacionamiento vehicular para los vehículos P&HEV para proveerles una tasa rebajada. El otorgamiento de este beneficio será definido por cada municipalidad y otorgado mediante la ordenanza municipal correspondiente.

Tributación municipal:

- En Lima Metropolitana, debido a los exigentes requisitos del Gobierno Regional (Ordenanza No. 739 MML), existe poca oferta de estacionamientos, lo que deriva en una baja recaudación por la tasa de estacionamiento vehicular: 2016: S/ 11,1 millones; 2017: S/ 9,2 millones; 2018: S/ 8,3 millones; 2019: S/ 5,8 millones.

Otras alternativas y propuestas:

- Entre otras alternativas no financieras que podrían adoptarse para estimular la adquisición de vehículos híbridos y eléctricos, se encuentran la implementación de estacionamientos públicos de manera exclusiva para los vehículos híbridos o eléctricos, así como la exención de las restricciones de circulación (ej. inafectación "pico y placa") para vehículos híbridos o eléctricos. Estas propuestas han sido formalmente presentadas a través del Proyecto de Ley N° 4695/2019-CR, Proyecto de ley que promueve estaciones de carga para vehículos eléctricos y el otorgamiento de incentivos para la renovación del parque automotor.

h. Chatarreo vehicular

Mecanismo que consiste en el desguace de vehículos a cambio de un bono otorgado por el Estado que tiene como objetivo reducir el parque vehicular obsoleto y altamente contaminante. A través del Decreto de Urgencia N° 029-2019, se dispuso la implementación de programas de chatarreo para el año 2020 y a través de la Resolución Ministerial N° 0325-2020/MTC se publicó el reglamento nacional para el fomento de chatarreo.

Mediante el presente estudio se sugiere que el chatarreo vehicular que tenga por finalidad reemplazar el vehículo chatarreado por un vehículo P&HEV, será financiado por el Fondo de Promoción de la Electromovilidad. El periodo de este beneficio será por 6 años.

i. Impuesto Selectivo al Consumo (ISC)

El ISC es un impuesto indirecto que grava únicamente a determinados bienes con la finalidad de desincentivar el consumo de productos que generan externalidades negativas en los ámbitos individual, social y medioambiental. En este último grupo se encuentran las emisiones contaminantes generadas por vehículos con motor de combustión interna. Mediante el Decreto Supremo N° 095-2018-EF se fijó la tasa del ISC para los vehículos eléctricos e híbridos nuevos en 10%; sin embargo, actualmente dichos vehículos no se encuentran afectos al ISC.

Se propone que se mantenga el ISC en 0% por el plazo mínimo de 20 años para los vehículos eléctricos e híbridos.

Tabla N° 83 - ISC

Incentivo	Actual	Propuesto	Duración	Inicia	Termina
ISC	0%	0%	-	2018	-

Elaborado por EY

Implicancias tributarias:

- La importación y la venta en el país por el importador de vehículos híbridos y eléctricos nuevos no se encuentra afecta con el ISC.
- En ese sentido, la continuidad de esta medida tributaria no generará un cambio en la situación tributaria actual.

j. Régimen especial de depreciación

Mediante el Decreto Legislativo N° 1148, se estableció un régimen especial de depreciación para contribuyentes del Régimen General del Impuesto a la Renta, de manera excepcional y temporal con el objetivo de promover la inversión privada y lograr mayor liquidez en la coyuntura económica de la pandemia del COVID-19.

En cuanto a los vehículos eléctricos e híbridos, se estableció un porcentaje anual de depreciación hasta un máximo de 50%, aplicable desde el ejercicio gravable 2021-

2022. Sin embargo, se propone extender hasta el plazo permitido por la normativa tributaria, en principio, una prórroga de 3 años.

8.1.2 Análisis del impacto en la recaudación fiscal al año 2030

Para fines del cálculo del impacto en la recaudación fiscal, se consideran aquellos incentivos que impactan directamente en la demanda de vehículos electrificados, es decir, aquellos que se consideraron al hacer el modelamiento en la sección 8.1: IGV, IPM, IPV, Ad-Valorem, impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂ y créditos tributarios del IR.

Para fines de los cálculos de la recaudación fiscal de la implementación de los incentivos propuestos, se utilizó como base para el cálculo las ventas determinadas en los escenarios de BaU y el HC (ver sección 7.2 para mayor detalle) hasta el año 2030.

Adicionalmente, se consideraron los precios promedios de los vehículos electrificados utilizados en el análisis de Costo Total de Propiedad (sección 7.1). Se considera la misma tasa de incremento de precio promedio utilizada en el TCO para vehículos eléctricos y para ICE, por otro lado, se aplica la tasa de incremento de precio de vehículos eléctricos a los vehículos híbridos (HEV, PHEV).

A continuación, se presenta el análisis de la recaudación fiscal por cada incentivo propuesto. Al finalizar esta sección se presentará el total del impacto en la recaudación fiscal por la implementación de los incentivos propuestos.

Componentes del cálculo de la recaudación fiscal:

• Recaudación:	R	• Crédito tributario:	CT
• Cantidad de vehículos electrificados:	CVE	• Impuesto a la Renta:	IR
• Precio promedio de vehículos electrificados:	PPVE	• Tasa de crédito tributario:	TET
• Precio promedio de vehículo con motor de combustión interna:	PPICE	• Precio del cálculo:	PC
• Tasa de incentivo:	TI	• Crédito tributario:	CT
• Diferencia con la tasa original:	TO	• Buses por cargador:	BC
• Margen del concesionario:	MC	• Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂ :	IE

a. Ad-Valorem

Para el cálculo de la recaudación fiscal del Ad-Valorem se consideró la siguiente fórmula por tipo de vehículo (en este caso solo se considera el cálculo para vehículos ligeros) y tecnología de vehículo:

$$R \text{ AD-VALOREM} = CVE \times \left(\frac{PPVE - PPICE}{MC} \times TI - \frac{PPICE}{MC} \times TO \right)$$

Para fines de la estimación, se consideró lo siguiente:

- La cantidad de vehículos electrificados considerados corresponde al escenario HC del análisis de difusión y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.
- El precio promedio de vehículos electrificados utilizado corresponde a los precios utilizados en el TCO para los vehículos eléctricos, precio obtenido de mercado para los vehículos híbridos (ponderado en vehículos livianos semejantes a los modelos eléctricos), y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.
- La Diferencia con la tasa original corresponde a la recaudación fiscal que representa el 6% del valor del vehículo.
- La tasa de incentivo corresponde a la recaudación fiscal que representa el 6% del valor de vehículo. Dicha tasa simula la recaudación obtenida como resultado de la aplicación de políticas de promoción impuestas para el fomento de la electromovilidad, representada por la diferencia de precios promedio de un vehículo electrificado con ICE, de acuerdo con la categoría y tecnología.
- El margen del concesionario corresponde al 8% del total del precio del vehículo. Se extrae este margen para poder simular el valor de importación del bien.

A continuación, se presenta el efecto de las modificaciones propuestas en el Ad-Valorem en la recaudación fiscal:

Tabla N° 84 – Recaudación fiscal del Ad-Valorem (2021 – 2030) en miles de USD

		Recaudación fiscal del Ad Valorem									
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Ligeros	BEV	56	294	-366	-839	-1,385	-2,480	-4,000	-6,623	9,233	13,540
	PHV	25	171	-230	-605	-768	-1,696	-2,269	-4,309	4,620	7,254
	HEV	683	442	-898	-1,495	-2,641	-4,474	-7,384	-11,959	8,076	11,158
Buses	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camiones	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ad Valorem		764	907	-1,494	-2,939	-4,795	-8,650	-13,654	-22,891	21,929	31,952

Elaborado por EY

b. Impuesto General a las Ventas (IGV) e Impuesto de Promoción Municipal (IPM)

Para el cálculo de la recaudación fiscal del IGV e IPM se consideró la siguiente fórmula por tipo de vehículo (vehículos ligeros, buses y camiones) y tecnología de vehículo (BEV, PHEV y HEV):

$$R_{IGV+IPM} = CVE \times ((PPVE - PPICE) \times TI - PPICE \times TO)$$

Para fines de la estimación, se consideró lo siguiente:

- La cantidad de vehículos corresponde al escenario HC del análisis de difusión y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología de vehículos electrificados.
- El precio promedio de vehículos electrificados utilizado corresponde a los precios utilizados en el TCO para los vehículos eléctricos, precio obtenido de mercado para los vehículos híbridos (ponderado en vehículos livianos semejantes a los modelos eléctricos), y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.
- La Diferencia con la tasa original corresponde a la recaudación fiscal que representa el 18% o 9% del valor del vehículo ICE. Los valores de la tasa varían según la categoría y la tecnología.
- La tasa de incentivo corresponde a la recaudación fiscal que representa el 18% o 9% del valor del vehículo. Dicha tasa simula la recaudación obtenida como resultado de la aplicación de políticas de promoción impuestas para el fomento de la electromovilidad, representada por la diferencia de precios promedio de un vehículo electrificado con ICE, de acuerdo con la categoría y tecnología.

A continuación, se presenta el efecto de las modificaciones propuestas en el IGV e IPM en la recaudación fiscal:

Tabla N° 85 – Recaudación fiscal del IGV + IPM (2021 – 2030) en miles de USD

		Recaudación fiscal del IGV + IPM									
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Ligeros	BEV	183	-664	-1,186	-2,719	-4,489	-8,036	-12,959	-21,460	-33,944	-53,712
	PHV	80	-433	-744	-1,960	-2,490	-5,496	-416	-1,242	-2,369	-5,055
	HEV	2,212	-132	-342	-733	-1,550	-3,033	12,615	18,398	26,166	36,153
Buses	BEV	2,588	-1,995	-2,943	-5,667	-8,941	-13,928	-21,274	-31,520	-44,575	-58,791
	HEV	554	129	206	276	362	454	4,222	5,482	6,556	6,974
Camiones	BEV	14	-9	-17	-27	-56	-90	-158	-251	-411	-641
	HEV	0	1	1	2	4	5	56	86	135	203
Total IGV + IPM		5,630	-3,105	-5,025	-10,829	-17,160	-30,124	-17,915	-30,506	-48,442	-74,870

Elaborado por EY

c. Impuesto al Patrimonio Vehicular (IPV)

Para el cálculo de la recaudación fiscal del IPV se consideró la siguiente fórmula por tipo de vehículo y tecnología de vehículo:

$$R\text{ IPV} = \text{CVE} \times ((\text{PPVE} - \text{PPICE}) \times \text{TI} - \text{PPICE} \times \text{TO})$$

Para fines de la estimación, se consideró lo siguiente:

- La cantidad de vehículos considerados corresponde al escenario HC del análisis de difusión y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.
- El precio promedio de vehículos electrificados utilizado corresponde a los precios utilizados en el TCO para los vehículos eléctricos, precio obtenido de mercado para los vehículos híbridos (ponderado en vehículos livianos semejantes a los modelos eléctricos), y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.
- La Diferencia con la tasa original es la tasa que corresponde a la recaudación fiscal que representa el 3% del valor del vehículo (recaudación de 1% del valor del vehículo por 3 años).
- La tasa de incentivo es la tasa que corresponde a la recaudación fiscal que representa el 3% del valor del vehículo (recaudación de 1% del valor del vehículo por 3 años). Dicha tasa simula la recaudación obtenida como resultado de la aplicación de políticas de promoción para el fomento de la electromovilidad, representada por la diferencia de precios promedio de un vehículo electrificado con ICE, de acuerdo con la categoría y tecnología.

A continuación, se presenta el efecto de las modificaciones propuestas en el IPV en la recaudación fiscal:

Tabla N° 86 – Recaudación fiscal del IPV (2021 – 2030) en miles de USD

		Recaudación fiscal del IPV									
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Ligeros	BEV	30	-111	-198	-453	-748	-1,339	-2,160	3,391	4,986	7,312
	PHV	13	-72	-124	-327	-415	-916	-1,226	1,913	2,495	3,917
	HEV	369	-283	-485	-807	-1,426	-2,416	-3,988	3,066	4,361	6,025
Buses	BEV	431	-333	-491	-945	-1,490	-2,321	-3,546	6,477	8,591	10,605
	HEV	92	-52	-98	-154	-239	-361	-526	914	1,093	1,162
Camiones	BEV	2	-2	-3	-4	-9	-15	-26	67	103	152
	HEV	0	0	-1	-1	-2	-4	-7	4	5	7
Total IPV		938	-852	-1,399	-2,692	-4,330	-7,372	-11,478	15,832	21,634	29,181

Elaborado por EY

d. Crédito Tributario aplicable al IR tercera categoría

Para el cálculo del crédito tributario del IR se consideró la siguiente fórmula por tipo de vehículo (en este caso solo se considera el cálculo para buses y camiones en flotas) y tecnología de vehículo:

$$CT\ IR = TET \times PC \times CVE$$

Dónde el precio de cálculo (PC) es el precio promedio de los vehículos eléctricos o el precio límite de referencia, el que fuera menor.

Para fines de la estimación, se tomó en cuenta lo siguiente:

- Se utiliza como referencia el crédito tributario de la Miscelánea Fiscal de México 2016. En este impuesto se ofrece un beneficio de hasta 250 mil pesos (USD 12 mil) o 30% del valor del vehículo (Talentino Morales, 2016).
- El precio promedio de vehículos electrificados utilizado corresponde a los precios utilizados en el TCO para los vehículos eléctricos, precio obtenido de mercado para los vehículos híbridos (ponderado en vehículos livianos semejantes a los modelos eléctricos), y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.
- La cantidad de vehículos considerados corresponde al escenario HC del análisis de difusión y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.

A continuación, se presenta el efecto de las modificaciones propuestas en el crédito tributario aplicable al IR de tercera categoría en la recaudación fiscal:

Tabla N° 87 – Crédito tributario del Impuesto a la Renta – Flotas de buses y camiones en miles de USD

Inversión en crédito tributario del IR por flotas electrificadas						
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Buses BEV	1,667	2,410	4,550	7,037	10,748	16,095
Camiones BEV	16	28	44	90	141	242
Inversión total	1,682	2,438	4,594	7,127	10,889	16,337

Elaborado por EY

En cuanto al crédito tributario para la adquisición de estaciones de carga, se valora la siguiente fórmula:

$$CT\ IR = \frac{TET\ IR \times PC \times CVE}{BC}$$

Dónde el precio de cálculo (PC) es el precio promedio de un cargador para vehículos eléctricos de al menos 100 kWh o el precio límite de referencia, el que fuera menor.

Para fines de la estimación, se consideró lo siguiente:

- La cantidad de vehículos considerados corresponde al escenario HC del análisis de difusión y se reemplaza en la fórmula de acuerdo con la categoría y tecnología.
- El precio de un cargador de 110 kWh es de aproximadamente USD 30.28 mil.
- Se estima que el costo de habilitación de la infraestructura de carga equivale aproximadamente a USD 32.29 mil³⁵.
- Los créditos tributarios del IR por adquisición de estaciones de carga considerados en la sección 8.3.1.
- Se considera que se requiere 1 cargador por cada 3 buses (BID, 2020). De igual forma, se considera que se requiere 1 cargador cada 9 camiones (BID, 2020), tal y como se describe en el TCO. Por efectos prácticos, se redondea hacia el siguiente múltiplo de 3 o 9, para estimar la cantidad de cargadores requeridos.

A continuación, se muestran los cálculos de la recaudación fiscal del crédito tributario del IR para estaciones de carga:

Tabla N° 88 – Crédito tributario del Impuesto a la Renta – estaciones de carga en miles de USD

Electrolineras						
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Electrolineras BEV buses	380	540	1,020	1,570	2,390	3,580
Electrolineras BEV camiones	5	5	5	10	20	30
Inversión total	385	545	1,025	1,580	2,410	3,610

Elaborado por EY

e. Impuesto a los combustibles por las emisiones de CO₂

La propuesta del impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂ aplica según tipo de combustible de acuerdo con su nivel de contaminación de CO₂. Para ello, se determinó la demanda nacional de combustible mensual en galones para el parque vehicular y se proyectó la evolución de dicha demanda hasta el año 2030.

Adicionalmente, se determinó el costo (USD) del impuesto por galón por cada combustible. Para realizar este cálculo, se realizaron los siguientes pasos, considerando diversos inputs de información:

- Las emisiones por kg de combustible fósil (índice de emisiones x poder calorífico).
- Las emisiones por litro (densidad del combustible fósil x emisiones por kg de combustible fósil).

³⁵ Contempla la instalación de subestaciones, barrajes y red interna, sistemas de protección, incluso el montaje y la ingeniería. Sin embargo, los costos de instalación resultan altamente variables entre cada punto de carga ya que dependen de factores tales como la ubicación, potencia instalada, cableado existente, infraestructura existente y zonificación.

- Las emisiones por litro se convirtieron a emisiones por galón en la medida de toneladas de CO₂ equivalente por galón de combustible.
- Se consideró un precio de tonelada por CO₂ de USD 7.17, de acuerdo con la tarifa social oficial establecida por el MEF al 2017. Sin embargo, según CEPAL, en promedio en LATAM, el Costo Social del Carbono es USD 25.83 (CEPAL, 2019).
- Impuesto (USD) por galón por tipo de combustible (emisiones por galón x costo por tonelada de CO₂).
- Se implementó una gradualidad de la implementación del impuesto en términos de implementación íntegra del valor del impuesto: iniciando en 5% el 2022 y terminando en 100%, del valor del impuesto, el 2041.

Posteriormente, se procedió a estimar la recaudación del impuesto de emisiones (CO₂), lo cual se llevó a cabo considerando la proyección de combustible por galón y la estimación y proyección del impuesto por galón.

A continuación, se muestran los cálculos de la recaudación fiscal del impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂:

Tabla N° 89 – Simulación de recaudación fiscal del impuesto a los combustibles por las emisiones de CO₂ (2022 – 2030), en miles de USD

Recaudación del impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂									
Combustible	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Gasolina regular	352	713	1,081	1,455	1,834	2,216	2,603	2,991	3,381
Gasolina premium	3	7	10	14	18	22	26	30	35
Gasohol regular	1,302	2,617	3,942	5,277	6,619	7,968	9,323	10,684	12,049
Gasohol premium	624	1,268	1,931	2,610	3,303	4,008	4,726	5,454	6,193
Diésel B5	122	237	349	456	561	664	764	862	959
Diésel B5 S-50	4,246	4,283	0	0	0	0	0	0	0
Diésel S-10	0	4,311	13,025	17,524	22,083	26,694	31,352	36,051	40,788
Total	6,648	13,436	20,338	27,336	34,418	41,573	48,793	56,073	63,405

Elaborado por EY

f. Recaudación total

Las cifras finales reflejan la suma del subtotal de incentivos generales a la adquisición (IPV, IG, IPM y Ad-Valorem), el subtotal de incentivos adicionales para flotas (crédito tributario para buses y camiones y para estaciones de carga) y el impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂.

$$R \text{ Total} = IE - (IPV + IGV + IPM + AD\text{-}Valorem + CT \text{ IR} + E\text{-}CT \text{ IR})$$

Los resultados de este ejercicio se muestran a continuación:

Tabla N° 90 – Resultados de recaudación fiscal total por año (2022 – 2030) en miles de USD

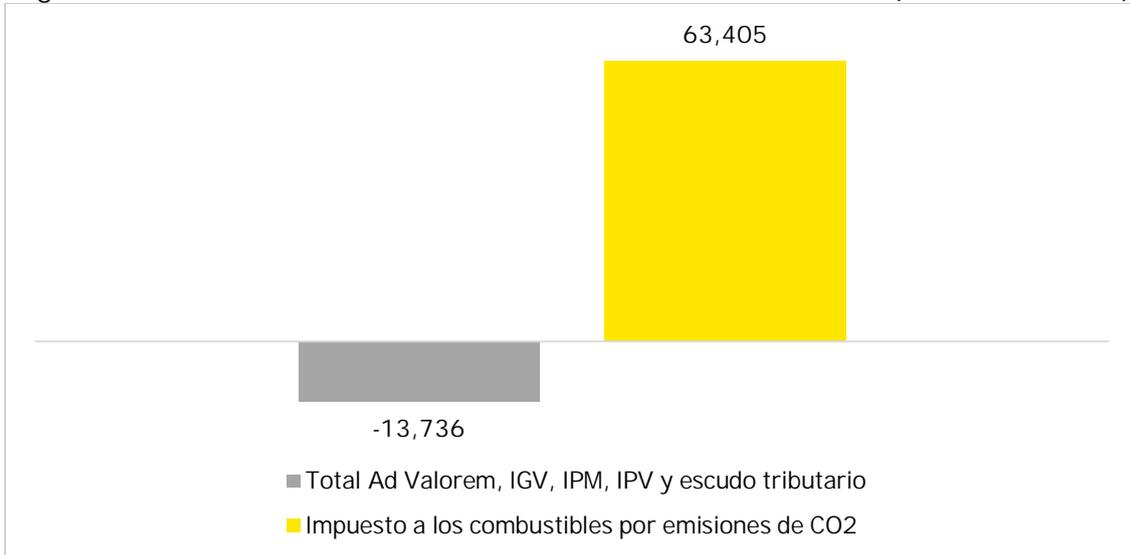
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ad Valorem	907	-1,494	-2,939	-4,795	-8,650	-13,654	-22,891	21,929	31,952
IGV + IPM	-3,105	-5,025	-10,829	-17,160	-30,124	-17,915	-30,506	-48,442	-74,870
IPV	-852	-1,399	-2,692	-4,330	-7,372	-11,478	15,832	21,634	29,181
Subtotal incentivos generales de adquisición	-3,050	-7,918	-16,460	-26,285	-46,147	-43,047	-37,565	-4,880	-13,736
Crédito tributario buses y camiones	-1,682	-2,438	-4,594	-7,127	-10,889	-16,337	0	0	0
Crédito tributario cargadores de estación de carga privada	-385	-545	-1,025	-1,580	-2,410	-3,610	0	0	0
Subtotal incentivos adicionales para flotas	-2,067	-2,983	-5,619	-8,707	-13,299	-19,947	0	0	0
Total Ad Valorem, IGV, IPM, IPV y crédito tributario	-5,117	-10,901	-22,079	-34,992	-59,446	-62,994	-37,565	-4,880	-13,736
Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂	6,648	13,436	20,338	27,336	34,418	41,573	48,793	56,073	63,405
Total del ejercicio (Fondo Nacional de Electromovilidad ³⁶)	1,531	2,535	-1,741	-7,656	-25,028	-21,421	11,229	51,193	49,669

Elaborado por EY

³⁶ Se considera que potencialmente lo recaudado neto iría al Fondo Nacional de Electromovilidad. Sin embargo, la asignación de recursos del fondo requiere ser definida.

En la siguiente figura se presentan los resultados de la recaudación fiscal del año 2030. Se obtiene una recaudación positiva neta de USD 63,405 mil.

Figura N° 42 - Resultados de la recaudación fiscal del año 2030 (en miles de USD)



Elaborado por EY

Para fines de analizar la viabilidad económica de los cambios propuestos se calculó el valor actual neto (VAN) considerando una tasa de rendimiento o de rentabilidad semejante a la tasa cupón del último bono soberano. En este caso se consideró el bono SB12FEB29E subastado el 21 de enero de 2021, con una tasa cupón de 5.94% (MEF, 2021).

El VAN del periodo 2021-2030 resulta en USD 31,565 mil, lo cual soporta la viabilidad económica de las modificaciones presentadas. El cálculo de dicho VAN absorbe los incentivos de reducción de impuestos que totalizan un monto de USD 251,710 mil medidos para el periodo 2021-2030.

8.1.3 Determinación de la estrategia de reducción de incentivos

Los datos utilizados como input corresponden al análisis de sostenibilidad de la propuesta presentada en las secciones 7.1 y 7.2. Por tal motivo, la duración de incentivos corresponde a determinados años, de acuerdo con la estrategia de adopción para llegar a las metas propuestas en dichos análisis y a su naturaleza regulatoria. Asimismo, en la sección 7.1 se lleva a cabo un análisis de sensibilidad, donde los incentivos propuestos varían muestran escenarios diversos.

A continuación, se muestra la duración, en años, de los incentivos propuestos. Estos fueron utilizados para el análisis de recaudación fiscal, así como para las metas de penetración de vehículos determinados en la sección 7.

Tabla N° 91 – Resumen de incentivos y beneficios para vehículos tipo BEV

Incentivos	Actual	Propuesto	Duración	Inicia	Termina
Impuesto General a las Ventas (IGV)	16%	0%	15	2022	2036
	16%	8%	5	2037	2041
	16%	16%	19	2042	2060
Impuesto de Promoción Municipal (IPM)	2%	0%	15	2022	2036
	2%	1%	5	2037	2041
	2%	2%	19	2042	2060
Impuesto al Patrimonio Vehicular (IPV)	1%	0%	6	2022	2027
Ad-Valorem	6%	0%	6	2023	2028
Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂	-	*	39	2022	2060

Elaborado por EY

*Ver detalle de sección Impuesto a los combustibles por las emisiones de CO₂

La duración de los incentivos propuestos está de acuerdo con el marco regulatorio en el que se encuentra.

Conclusiones:

- El análisis del impacto de los incentivos propuestos en la recaudación fiscal muestra que, aun cuando los incentivos generales de adquisición (Ad-Valorem, IGV, IPM e IPV) y los incentivos adicionales para flotas (crédito tributario para buses y camiones y estaciones de carga) resulten en una menor recaudación fiscal por año, esta se cubre con el impuesto a los combustibles por emisiones de CO₂
- De acuerdo con el VAN del ejercicio de recaudación fiscal descrito previamente, se demuestra que los incentivos propuestos son viables económicamente y autosostenibles.

8.2 Retos de las redes de energía

En la presente sección se identifican los principales desafíos e impactos en las redes de distribución producto del ingreso de movilidad eléctrica masiva, así como las oportunidades identificadas que esta transición podría generar.

8.2.1 Desafíos relacionados a la capacidad de las redes de distribución producto de la carga de vehículos electrificados

Con la introducción de vehículos eléctricos el concepto de gestión de la red de distribución cambiará a medida que la demanda de dicha tecnología vaya aumentando en los próximos años. Asimismo, la complejidad de la red y organización del sistema aumentará. Los desafíos relacionados a la capacidad de las redes de distribución por el ingreso de vehículos eléctricos se pueden categorizar en al menos los siguientes puntos:

- a. La demanda de vehículos eléctricos afecta la demanda de energía en redes de distribución

El ingreso de infraestructura de carga para alimentar a los vehículos eléctricos conlleva un aumento natural de la potencia *de punta* del sistema. Esta carga adicional para los vehículos eléctricos afecta la confiabilidad del sistema o problemas de congestión en las redes de distribución (OSINERGMIN, 2019), teniéndose como riesgo el colapso de los alimentadores y transformadores no diseñados con este fin. Este riesgo se incrementa con la instalación de infraestructura de carga rápida, que demanda la misma cantidad de energía en menos tiempo, exigiendo adaptaciones a la red de distribución que permitan llegar a la potencia requerida para el funcionamiento de los vehículos electrificados, así como otros servicios utilizados actualmente. Estas adaptaciones serían asumidas por los distribuidores.

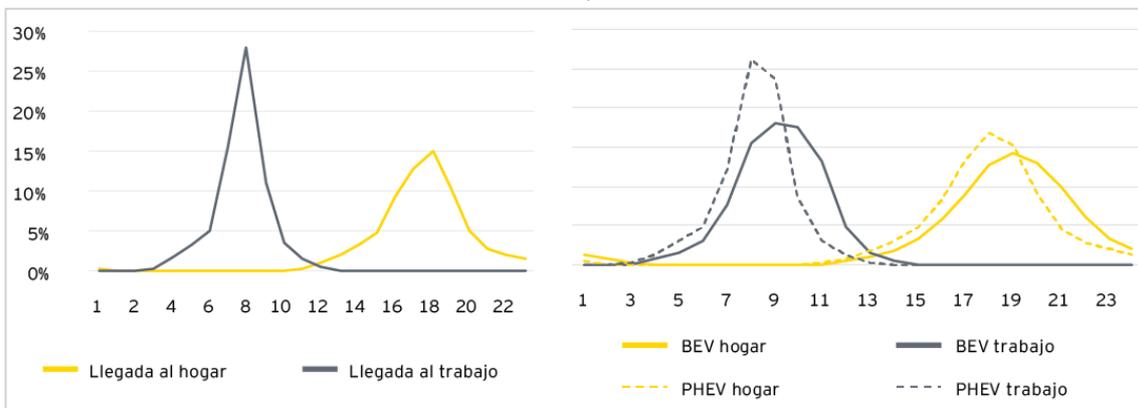
El consumo de energía con vehículos eléctricos podría resultar difícil de predecir y es más incierta aun la forma en la que se comportará el sistema con la introducción de esta nueva tecnología ya que, por ejemplo, en horas de máxima demanda se podrían presentar situaciones de congestión importante en las redes de distribución. Este escenario de riesgo de suficiencia en las redes de distribución se ha estado discutiendo por años en Europa y EE. UU. ante el inminente de vehículos eléctricos a nivel global, resultando en que la experiencia internacional ha determinado que es un desafío de adaptación gradual.

Para entender este desafío, se recomienda que el sector eléctrico y sus reguladores consideren las siguientes características:

- La electromovilidad desafía la tradicional curva de demanda eléctrica que, a nivel agregado (ciudades, regiones, país), suele ser bastante predecible. A modo de ejemplo, la demanda residencial suele ser prevista con gran anticipación solo en base hora del día, días festivos versus día laboral y época del año. En general suele ser sólo distorsionada por grandes eventos como, por ejemplo, eventos climáticos (frio o calor), entre otros.

- El desafío contempla dos aristas: mayores consumos en horarios que responden a necesidades de carga del transporte en vehículos eléctricos, y una demanda eléctrica móvil, entendiéndose por móvil que se traslada de lugar en la red en función de las necesidades de transporte y carga de baterías del usuario, desafío inusual para las redes eléctricas donde las cargas conectadas son estáticas. Como se refleja en el análisis realizado por la Unión Europea acerca del impacto de la electromovilidad en la red eléctrica, y el fenómeno horario de carga en origen y destino en función de desplazamientos previos al escenario COVID para el caso de Alemania. Cabe resaltar que este perfil de consumo es similar al de Noruega, país analizado en el presente estudio.

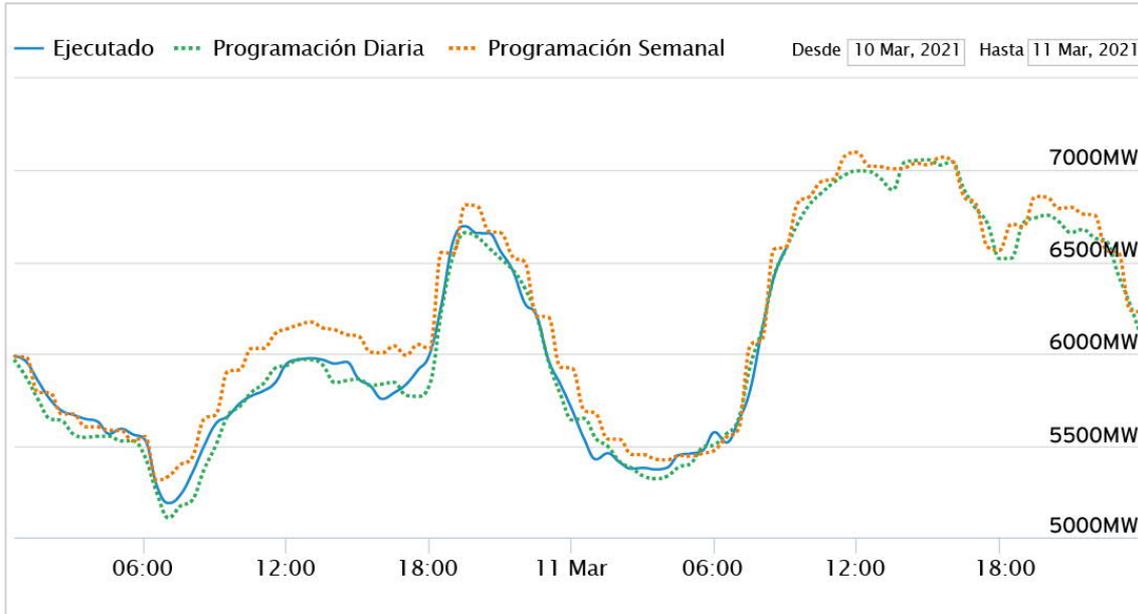
Figura N° 43 – Perfil de consumo y carga en Alemania (% de consumo durante el día)



Fuente: Comisión Europea, 2018

En el caso de Perú, como se puede apreciar en la siguiente figura, el comportamiento del consumo eléctrico es similar (marzo 2021), presentando picos de consumo a las 9:00AM y 7:00PM aproximadamente. En este caso no se diferencia por consumo en casa y en oficina, sin embargo, la caída en el consumo a las 6:00PM podría reflejar el horario de salida de oficinas y llegada a hogares (horario en el cual no se consume energía para las computadoras u otros accesorios electrónicos de oficinas).

Figura N° 44 – Perfil de consumo y carga en Perú



Fuente: COES, 2021

- La curva de demanda eléctrica agregada sufrirá modificaciones por efecto del aumento del consumo de vehículos eléctricos.

Ninguna de estas cifras puede considerarse taxativa, puesto que cada país posee capacidades técnicas y regulatorias particulares, que le permiten rediseñar la forma de su curva eléctrica, es decir, los hábitos de carga de los usuarios de vehículos eléctricos a través de incentivos tarifarios y señales de precio que busquen hacer un uso óptimo de la infraestructura eléctrica existente. En el caso de Perú estas facultades residen en el Osinergmin.

En función de las condiciones de generación eléctrica de Perú y la visión de desarrollo y política energética es posible incentivar una serie de mecanismos a disposición y criterio del regulador eléctrico, que impactan de manera diferenciada la demanda de los usuarios, y el impacto en las redes eléctricas.

A modo de ejemplo es posible incentivar:

- El uso de carga lenta en vehículos eléctricos: en particular durante las noches, con el diseño de tarifas horarias (nocturnas) diferenciadas, que permitan llenar el valle de la demanda eléctrica que se genera por las noches y de este modo hacer un mejor uso de la infraestructura de carga existente disponible en dichos horarios. También puede conllevar co-beneficios en la operación del sistema eléctrico no sólo de distribución sino en generación, por ejemplo en aquellos casos donde se generan sobrecostos en horarios nocturnos de operación en máquinas térmicas, operación de máquinas eléctricas críticas a mínimos técnicos, desconexiones de líneas por alzas de tensión y subutilización de renovables por baja de la demanda. Un aumento de la demanda en horario nocturno puede tener beneficios en la operación y estabilidad del sistema al dar

una mayor seguridad y reducir desconexiones producto de una curva de demanda más pareja o alineada a la generación.

- ii. La carga rápida de vehículos eléctricos en horarios de generación solar: También puede ser una alternativa el diseñar tarifas eléctricas que aumenten la demanda en horario solar, y que a su vez remuneren adecuadamente la necesidad de expansión de la red e infraestructura necesaria en proporción a la potencia consumida o pagos por capacidad³⁷.
- iii. Acelerar la introducción del almacenamiento de energía: Es posible desplazar energía disponible en el día vía almacenamiento. Aunque esta aún es una alternativa incipiente y de mayor costo, puede ayudar a disminuir el impacto local en las redes, reducir las inversiones en distribución, evitar los costos asociados al retiro de energía en horas *punta* del sistema, y aumentar la confianza de la población en la confiabilidad y resiliencia del sistema eléctrico. Resulta de interés para incentivar el mercado de baterías y energías renovables. Esta discusión se ha visto recientemente acrecentada el 2021, con el escenario de “blackout” de Texas, donde los fríos extremos afectaron simultáneamente la disponibilidad de gas y renovables, impactando la calefacción residencial, el acceso a electricidad por algunos días, y la posibilidad de cargar los vehículos eléctricos en el mismo periodo.

Es importante resaltar que los mayores impactos se observarán en las redes de distribución residenciales. Por ello, las medidas implementadas sobre la demanda residencial en relación con las tarifas y flexibilidad en el precio resultan relevantes. Esto ha sido analizado por el mercado eléctrico de California pionero en la introducción de electromovilidad (Rocky Mountain Institute, 2017).

En paralelo existirá un tipo de demanda menos flexible, asociada a puntos de carga tales como flotas de buses, flotas de taxis, electrolinerías públicas y otros espacios de carga para el transporte de mercancías o industrial. Estos puntos, requerirán de infraestructura de carga rápida para asegurar varios ciclos de carga diarios.

Adicionalmente, este nivel de consumo requiere de infraestructura eléctrica y de transporte especializada tales como puntos de carga rápida (electrolinerías e infraestructura de carga para flotas). Cabe resaltar que, un buen diseño tomaría en consideración que su localización física y eléctrica sea óptima, y permita la búsqueda del punto adecuado que combine las decisiones de transporte y la disponibilidad de la red eléctrica robusta y con capacidad para minimizar los costos de inversión. En contrapartida, es a su vez una interesante oportunidad de crecimiento del negocio de la distribución eléctrica, en particular de la infraestructura de distribución; la IEA estima que la demanda eléctrica global podría crecer un 4% al año 2030 gracias a las proyecciones de electromovilidad impactando positivamente las proyecciones de crecimiento del sector (IEA, 2020).

³⁷ Múltiples mercados remuneran directa o indirectamente la expansión de la red y la capacidad punta vía pagos por potencia/capacidad o “capacity payments” ya sea en el mercado mayorista o mercado de distribución. Este modelo es ampliamente usado en mercados eléctricos con producto energía y potencia (Axel Ensslen, 2018).

Estos desarrollos precisan además el uso de tecnología que permite dar inteligencia y automatización a la carga en los horarios más apropiados aprovechando las tecnologías de carga inteligente y su vínculo a la red. Estos avances permitirán una adecuada gestión de carga y estrategias con tecnologías inteligentes que optimizarán los recursos. Estudios sugieren que la carga inteligente desplazará la demanda de energía a los momentos del día en que el suministro es alto (considerando también el suministro de energías renovables) y los precios de la energía son bajos (EY, 2021).

Asimismo, el uso de smart grids, inteligencia artificial (AI), y otras plataformas tecnológicas son herramientas necesarias para habilitar modelos de negocios que apoyen la carga óptima desde la red, o modelos como Vehicle to Grid (V2G), y con el potencial de respaldar otros modelos de negocio y servicios habilitados por nuevas tecnologías que aún no están definidos (EY, 2021). En el modelo V2G, por ejemplo, se presenta un esquema bidireccional en el cual el vehículo eléctrico brinda un servicio a la red eléctrica (OSINERGMIN, 2019) al devolver la energía a la red cuando un vehículo eléctrico posee carga sobrante y hay una necesidad en el sistema o de existir conveniencia en el precio.

- b. Interoperabilidad y nuevos modelos de negocios en las redes eléctricas desde la cobertura de la infraestructura hasta la experiencia del usuario

La electromovilidad desafía al sector eléctrico tradicional, con nuevas exigencias vinculadas a la interoperabilidad y modelos de negocio en las redes eléctricas. Estas se presentan en la siguiente tabla, donde también se establecen los potenciales caminos a considerar como soluciones al desafío.

Tabla N° 92 – Desafíos del sector eléctrico

Habilitantes	Aspecto por abordar	Potenciales caminos	Buenas prácticas
Regulación que habilite modelos de negocios de generación distribuida EV&V2G (vehicles-to-grid)	Consumo e inyección móviles (EV & V2G).	Regulación que aborde la remuneración de la autogeneración (pendiente en Perú), incorporando en dicho esquema el aporte de V2G.	Regulación clara que permite el modelo de prosumidor (productor y consumidor en un mismo punto), habilitando reglas claras para la inyección de energía sea de fuentes fijas o móviles como autos eléctricos. Presente en Europa, EE. UU. y algunos países de Latinoamérica como Chile y Argentina.
Interoperabilidad y experiencia al cliente	<p>Asegurar una experiencia de usuario estándar independiente de la red eléctrica en uso.</p> <p>Asegurar plataformas de facturación y servicios para vehículos eléctricos interoperables y de libre acceso a los puntos de carga que faciliten la experiencia del cliente.</p> <p>Infraestructura de carga que maximice el uso compartido.</p>	Definición de estándares y plataformas de interoperabilidad.	Definir los requisitos mínimos de plataformas de interoperabilidad, estableciendo principios mínimos como acceso abierto, transparencia de tarifas, y flexibilidad de medios de pago. Europa y EE. UU.

Elaborado por EY

8.2.2 Impactos en las redes de distribución relacionados a la carga de vehículos electrificados

Para estimar la energía a utilizar en la red de carga, se utilizan las eficiencias de batería para el vehículo eléctrico para las categorías de vehículos livianos, buses y camiones, y la relación entre el rendimiento del combustible en modo eléctrico (rendimiento equivalente) y los kilómetros de autonomía del vehículo híbrido enchufable para vehículos livianos.

Para fines de los cálculos del impacto de la demanda de vehículos electrificados en las redes de distribución se utilizó como base para el análisis, los cálculos realizados para los escenarios de BaU y el HC (ver sección 7.2 para mayor detalle) hasta el año 2030.

Posteriormente, se muestra la estimación de la energía en GWh consumida por los vehículos de batería eléctrica e híbridos enchufables en circulación según escenario BaU.

Tabla N° 93 – Demanda de energía por año en el escenario Business as Usual en GWh

Categoría	Tecnología	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Livianos	BEV	0.32	0.50	0.79	1.26	2.02	3.19	4.99	7.66	11.52	16.81
	PHEV	0.15	0.32	0.61	1.08	1.82	2.97	4.73	7.34	11.11	16.28
Buses	BEV	4.54	4.71	5.04	5.70	6.80	8.60	11.40	15.80	22.40	31.97
Camiones	BEV	0.08	0.09	0.11	0.15	0.20	0.29	0.43	0.61	0.90	1.33
Consumo total		5.10	5.62	6.56	8.19	10.85	15.05	21.55	31.40	45.93	66.38
Consumo horario		698.05	769.59	899.05	1,121.83	1,486.18	2,061.24	2,951.55	4,301.72	6,292.42	9,093.67
Hora x vehículo		3.09	0.94	0.50	0.28	0.20	0.15	0.13	0.11	0.11	0.10

Elaborado por EY

Asimismo, en el siguiente cuadro se puede visualizar la demanda de energía en GWh para los vehículos de batería eléctrica e híbridos enchufables adquiridos en el escenario HC.

Tabla N° 94 – Demanda de energía por año en el escenario High Case en GWh

Categoría	Tecnología	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Livianos	BEV	0.32	1.25	2.84	6.43	12.19	22.27	38.15	63.88	103.66	165.28
	PHEV	0.15	0.86	2.03	5.08	8.81	16.95	27.49	47.20	74.27	119.65
Buses	BEV	4.54	10.74	19.63	36.40	62.19	101.46	160.06	244.87	361.90	512.16
Camiones	BEV	0.08	0.17	0.32	0.55	1.01	1.75	3.01	4.94	8.03	12.75
Consumo total		5.10	13.01	24.83	48.46	84.21	142.43	228.70	360.89	547.86	809.83
Consumo horario		698.05	1,781.58	3,401.20	6,638.97	11,535.02	19,510.53	31,329.02	49,436.99	75,049.47	110,935.99
Hora x vehículo		3.09	2.17	1.88	1.63	1.56	1.44	1.39	1.32	1.26	1.18

Elaborado por EY

Otro indicador importante para determinar el impacto en las redes es la potencia máxima necesaria. Esto toma en supuesto que todos los vehículos del parque automotor están siendo cargados al mismo tiempo (pico de demanda para cada año), lo cual podría generar problemas localizados o generales en las redes, ya que la distribución de potencia eléctrica es ofertada según la necesidad de la localidad y no es uniforme a lo largo del territorio.

En el escenario BaU, la potencia total requerida se presenta a continuación.

Tabla N° 95 – Potencia máxima utilizada por año en el escenario Business as Usual en MW

Categoría	Tecnología	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Livianos	BEV	0.21	0.31	0.50	0.80	1.29	2.03	3.17	4.87	7.32	10.69
	PHEV	0.08	0.17	0.33	0.58	0.98	1.60	2.56	3.97	6.01	8.81
Buses	BEV	2.93	3.04	3.25	3.68	4.39	5.55	7.36	10.20	14.47	20.64
Camiones	BEV	0.04	0.04	0.05	0.07	0.09	0.13	0.19	0.28	0.41	0.60
Consumo total		3.26	3.57	4.14	5.13	6.76	9.32	13.28	19.31	28.21	40.73

Elaborado por EY

De igual forma, se presenta la potencia total requerida en el escenario HC.

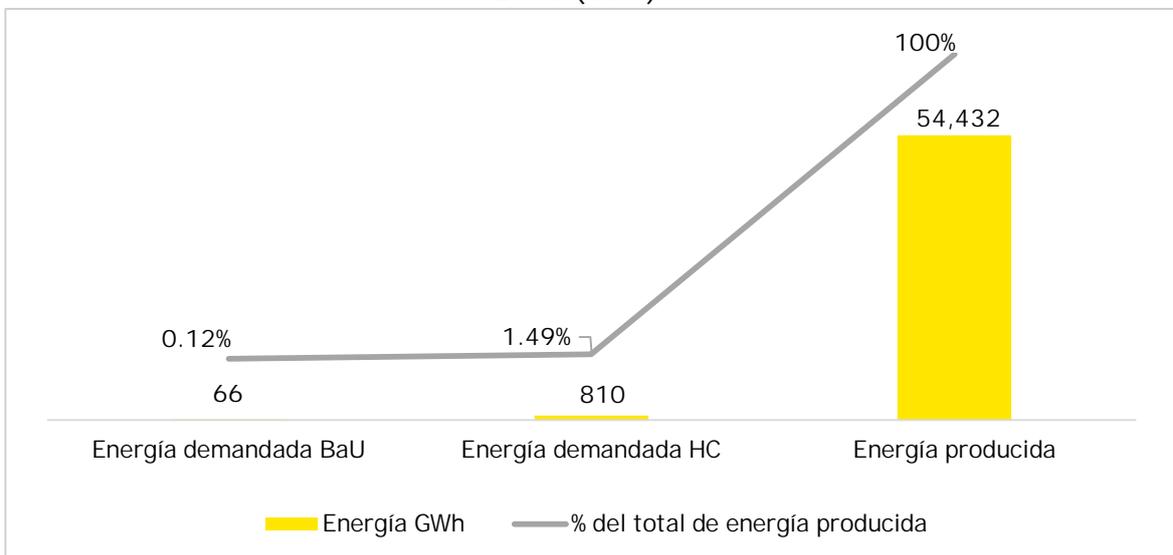
Tabla N° 96 – Potencia máxima utilizada por año en el escenario High Case en MW

Categoría	Tecnología	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Vehículos Livianos	BEV	0.21	0.79	1.81	4.09	7.75	14.16	24.25	40.61	65.91	105.09
	PHEV	0.08	0.46	1.10	2.75	4.77	9.17	14.87	25.53	40.17	64.71
Buses	BEV	2.93	6.93	12.68	23.51	40.16	65.52	103.36	158.12	233.69	330.71
Camiones	BEV	0.04	0.08	0.14	0.25	0.46	0.79	1.36	2.23	3.63	5.76
Consumo total		3.26	8.26	15.73	30.59	53.13	89.63	143.83	226.49	343.39	506.27

Elaborado por EY

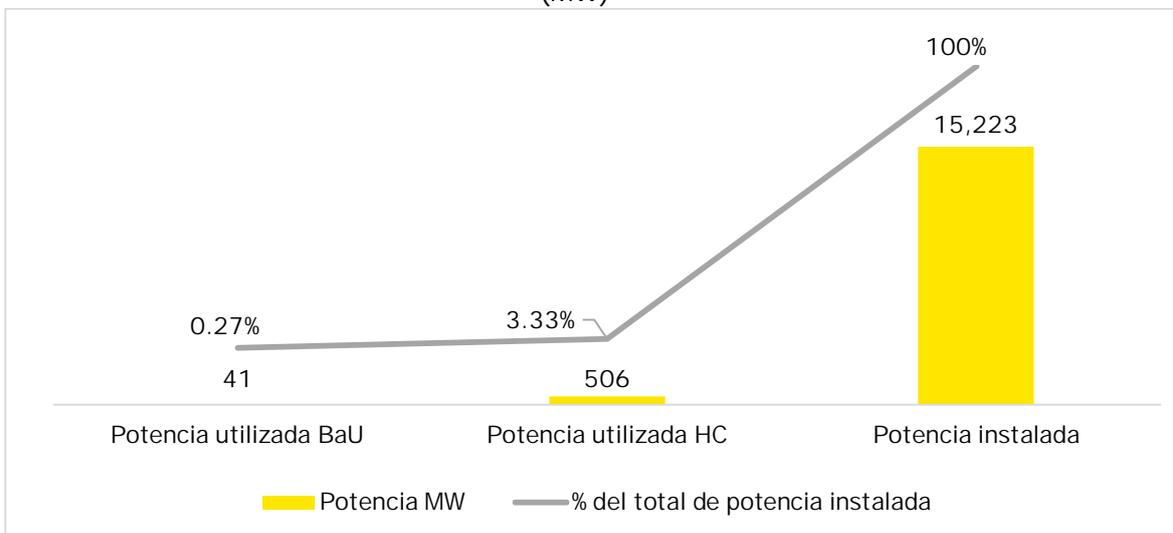
Para entender cuál es el impacto de estos indicadores en la red de distribución nacional, se comparará la energía consumida y la potencia demandada por el desarrollo de la electromovilidad, con la energía producida y la potencia instalada del año 2019. El total de energía producida, suma total de todas las fuentes de producción de energía, es 54,432 GWh (MINEM, 2020). En comparación con la energía producida del año 2019, la energía demandada por el parque automotor enchufable en el escenario BaU del año 2030 es de 0.12%, mientras que la energía demandada por el parque automotor enchufable en el escenario HC del año 2030 es de 1.49% tal como se observa en el siguiente gráfico. Asimismo, la potencia instalada de la red del 2019 es de 15,223 MW (MINEM, 2020), lo que significa que el escenario BaU al año 2030 representa el 0.27%, mientras que en el escenario HC al año 2030 representa el 3.33% del total de la potencia eléctrica.

Figura N° 45 - Energía demandada por el parque automotor enchufable del año 2030 (GWh)



Elaborado por EY

Figura N° 46 - Potencia utilizada por el parque automotor enchufable del año 2030 (MW)



Elaborado por EY

Con lo calculado en representación de potencia y energía consumida se puede inferir que, la red eléctrica no tendrá problemas en proporcionar tanto la energía como la potencia a nivel nacional, pero, debido a que la potencia es una oferta condicionada a la infraestructura local, se tendría que hacer modificaciones a la red para poder proporcionar la potencia necesaria según lo requiera cada localidad.

8.2.3 Oportunidades para maximizar el uso de las redes de distribución disponibles

Para que la electromovilidad sea una solución aceptada, se recomienda que la experiencia del cliente se diseñe para que la carga de vehículos eléctricos no sea una barrera. Asimismo, se sugiere que el Estado vele por la seguridad del suministro de energía a largo plazo, por lo que requeriría de colaboración con el sector privado para determinar potenciales soluciones.

Para avanzar en dicha materia existe un rol del Estado en colaboración con el sector privado para implementar las siguientes potenciales oportunidades, algunas de las cuales se proponen como servicios en el capítulo 6:

- Sistemas de medición inteligente para medir la carga de vehículos en tarifas diferenciadas.
- Horario de supervalve de tarifas eléctricas con precios ventajosos pero técnicamente sustentables dirigidos a la carga de vehículos eléctricos.
- Nuevos requerimientos para proyectos de habilitación urbana para incorporar el dimensionamiento del impacto de la electromovilidad.
- Análisis por los distribuidores según localidad de la evolución de la demanda incluyendo el impacto en la electromovilidad.
- Mapeo por los distribuidores según localidad de ubicaciones eficientes de infraestructura de carga rápida.
- Redimensionamiento de los principales elementos de red en zonas residenciales
- Generación distribuida - Inyección de energía a la red (vehicle to grid).

8.3 Beneficio ambiental de la electromovilidad

En la presente sección se analiza el impacto ambiental resultante de la demanda de la electromovilidad de acuerdo con los escenarios analizados previamente.

Este impacto, además de ser calculado en términos de reducción de contaminación también se valoriza según el Costo Social del Carbono (CSC). El CSC permite valorizar los efectos negativos por tonelada de carbono emitida que afectan a nivel de productividad y capital humano teniendo repercusiones en la salud, morbilidad de las personas y las expectativas de vida de la población.

En cuanto al análisis de impacto de emisiones de GEI, se analizarán las emisiones de GEI: CO₂, CH₄, NO₂. En el caso del análisis de impacto de material particulado, se realiza una estimación de emisiones para vehículos livianos ICE versus BEV.

8.3.1 Análisis de impacto de emisiones de GEI

Para el análisis de impacto de emisiones, se considerarán los siguientes GEI: CO₂, CH₄, NO₂. Asimismo, el análisis se realizará en la medida de CO₂eq (CO₂ equivalente).

a. Metodología para el cálculo de emisiones GEI

Considerar las siguientes abreviaciones para el cálculo de las emisiones GEI:

- | | | | |
|--|------|---------------------------|----|
| • Emisiones por año: | EA | • Nivel de contaminación: | NC |
| • Cantidad de vehículos electrificados: | CEV | • Factor de emisiones: | FE |
| • Tasa de energías renovables: | TER | • Factor de conversión: | FC |
| • Generación de emisiones de energía para BEV: | GEE | • Emisiones por litro: | EL |
| • Poder calorífico: | PCal | • Densidad: | D |

A partir de la proyección del parque automotor en los escenarios Business as Usual (BaU) y High Case (HC), se multiplica por el nivel de contaminación en CO₂eq por categoría y tecnología de vehículo por año. Esto se demuestra por la siguiente ecuación:

$$EA = CEV \times NC$$

Para fines de la estimación, se consideró lo siguiente.

- i. Factores de emisión
 - Vehículos eléctricos tipo BEV:

$$FE = TER_{2019} - TER_{2018}$$

$$FC = GEE_{BEV\ 2016} \times (1 - (FE))$$

- o Se considera la tasa de energía renovable para el año 2019, la cual representa el 7.23% (COES, 2021) del total de la matriz energética.

- Se considera la tasa de energía renovable para el año 2018, la cual representa el 3.69% (OSINERGMIN, 2018) del total de la matriz energética.
- Se consideran las emisiones de energía para los BEV de 364.9 CO₂eq/kWh (BID, 2016), considerando la matriz energética del Perú.
- Este cálculo resulta en un factor de emisiones de 3.5% y un factor de conversión de 352 gCO₂eq/kWh para los BEV.

- Vehículos con motor de combustión interna a gasohol:

$$EL = (FE \text{ gasohol} \times D \text{ gasohol} \times P\text{Cal gasohol} \times 1000)$$

- Se considera el factor de emisión de CO₂eq para gasohol de 65,386.9 kgCO₂eq/TJ.
- Se considera el poder calorífico del gasohol de 0.00004088 TJ/kg (INGEI - RAGEI, 2014).
- Se considera la densidad de gasohol de 0.747 kg/L (INGEI - RAGEI, 2014).
- Se multiplica por 1000 para obtener la cifra en g de CO₂eq/L.
- Este cálculo resulta en 2,095.4 gCO₂eq/L para los ICE livianos de gasohol.

- Vehículos con motor de combustión interna a diésel:

$$EL = (FE \text{ diésel} \times D \text{ diésel} \times P\text{Cal diésel} \times 1000)$$

- Se considera el factor de emisión de CO₂eq para diésel de 75,242.7 kg CO₂eq /TJ.
- Se considera el poder calorífico del diésel de 0.00004 TJ/kg (INGEI - RAGEI, 2014).
- Se considera la densidad de diésel de 0.837 kg/L (INGEI - RAGEI, 2014).
- Se multiplica por 1000 para obtener la cifra en g de CO₂eq /L.
- Este cálculo resulta en 2,574.5 g de CO₂eq/L para los ICE pesados a diésel.

ii. Supuestos de operación

- Kilómetros recorridos anuales según categoría vehicular
 - Livianos: 20,000 km/año
 - Buses: 56,784 km/año
 - Camiones: 60,000 km/año
- Eficiencia en carretera y ciudad expresada en km/L según categoría vehicular y tecnología considerando un decremento anual del 2% en la misma.

- Combustible:
 - Para vehículos livianos ICE se consideró el uso de gasohol de 95.
 - Para buses y camiones ICE se consideró el uso de diésel B5 S-50 y diésel S-10, cuyas propiedades contaminantes son similares.

- iii. Demanda de vehículos
 - Para el cálculo del potencial de reducción de emisiones de CO₂eq, se considera el número de vehículos que ingresan al mercado según la estimación realizada en el análisis de difusión en la sección 7.2 de este estudio para los siguientes escenarios:
 - Escenario BaU
 - Escenario HC

- iv. Consideraciones especiales
 - Vehículos eléctricos a batería (BEV): se utilizó información respecto a la eficiencia de la batería, la misma que fue considerada en el Costo Total de Propiedad (TCO) en cuanto a la categoría de vehículos.
 - Vehículos con motor de combustión interna (ICE): se utilizó información respecto al rendimiento de combustible, la misma que fue considerada en el Costo Total de Propiedad (TCO) en cuanto a la categoría de vehículos.
 - Vehículos eléctricos enchufables (PHEV): Los vehículos eléctricos cuentan con un rendimiento en operación modo eléctrico y otro en operación modo combustible tradicional. En ese sentido, se obtienen dos eficiencias según el modo de operación. Para la operación en modo eléctrico se utiliza el equivalente según la Environmental Protection Agency (EPA), en eficiencia en combustible fósil expresada en kilómetros recorridos por litro consumido.
 - Vehículos híbridos convencionales (HEV): Para los vehículos híbridos convencionales se toma en cuenta una eficiencia combinada producto del uso del motor eléctrico y el de combustión interna expresada en kilómetros recorridos por litro consumido.
 - Vehículos híbridos suaves (MHEV): Eficiencia expresada en kilómetros recorridos por litro consumido.

- b. Comparativo de emisiones de vehículos electrificados versus vehículos ICE en el escenario Business as Usual

La reducción acumulada de emisiones al 2030 resultante de la introducción de vehículos electrificados asciende a 426,583 toneladas de CO₂eq que representa un 30% menos de las emisiones de vehículos ICE.

Tabla N° 97 – Comparativo de emisiones acumuladas en t CO₂eq en escenario Business as Usual al 2030 y en el año 2030

		Emisiones en el año 2030				Emisiones acumuladas al año 2030			
		ICE	Electrificados	Mitigación	Tasa de Mitigación	ICE	Electrificados	Mitigación	Tasa de Mitigación
Livianos	BEV	10,209	4,932	5,277	52%	30,879	14,918	15,961	52%
	PHEV	8,415	4,638	3,777	45%	24,800	13,668	11,131	45%
	HEV	114,214	90,709	23,505	21%	348,582	276,844	71,738	21%
	MHEV	16,118	15,136	982	6%	46,561	43,724	2,837	6%
Total livianos		148,955	115,414	33,541	23%	450,820	349,154	101,667	23%
Buses	BEV	25,894	9,381	16,513	64%	100,014	36,234	63,780	64%
	HEV	12,100	8,470	3,630	30%	42,846	29,992	12,854	30%
Total buses		37,994	17,851	20,143	53%	142,860	66,226	76,634	54%
Camiones	BEV	884	389	495	56%	2,925	1,288	1,637	56%
	HEV	4,753	3,565	1,188	25%	13,221	9,916	3,305	25%
Total camiones		5,638	3,954	1,683	30%	16,146	11,203	4,942	31%
TOTAL		192,587	137,220	55,367	29%	609,826	426,583	183,243	30%

Elaborado por EY

Respecto solo a las principales ciudades, el impacto en el escenario BaU es el siguiente:

Tabla N° 98 – Emisiones en t CO₂eq en el escenario Business as Usual por ciudad

Departamento	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Acumuladas 2030	Participación de acumulado 2030
Lima	4,599	5,433	6,811	9,266	13,091	19,213	28,476	42,463	62,762	91,384	283,498	66.5%
Arequipa	685	792	972	1,295	1,801	2,612	3,842	5,699	8,397	12,202	38,297	9.0%
Trujillo	493	563	682	898	1,237	1,781	2,605	3,852	5,664	8,220	25,996	6.1%
Cusco	297	344	424	568	792	1,152	1,697	2,521	3,717	5,403	16,916	4.0%
Chiclayo	145	175	225	312	448	666	994	1,490	2,208	3,221	9,884	2.3%
Piura	137	166	214	299	430	639	955	1,431	2,123	3,097	9,491	2.2%
Huancayo	115	143	188	266	388	583	876	1,319	1,960	2,864	8,702	2.0%
Otras ciudades	578	675	836	1,125	1,576	2,298	3,393	5,045	7,445	10,828	33,800	7.9%
Total de emisiones	7,049	8,292	10,352	14,030	19,764	28,943	42,838	63,820	94,275	137,220	426,583	100.0%

Elaborado por EY

Asimismo, se demuestra la mitigación anual de emisiones en el escenario BaU, solo a las principales ciudades:

Tabla N° 99 – Mitigación de emisiones en t CO₂eq en el escenario Business as Usual por ciudad

Departamento	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Acumuladas 2030
Lima	2,991	3,270	3,775	4,705	6,192	8,572	12,197	17,670	25,630	36,804	121,806
Arequipa	404	441	509	635	835	1,157	1,646	2,384	3,458	4,966	16,435
Trujillo	274	299	345	430	566	784	1,116	1,616	2,345	3,367	11,143
Cusco	178	195	225	281	369	511	727	1,054	1,528	2,194	7,263
Chiclayo	104	114	132	164	216	299	426	617	895	1,285	4,251
Piura	100	110	127	158	208	287	409	592	859	1,234	4,083
Huancayo	92	101	116	145	190	264	375	543	788	1,132	3,746
Otras ciudades	356	390	450	561	738	1,022	1,453	2,106	3,054	4,386	14,515
Total de emisiones	4,500	4,919	5,679	7,078	9,315	12,896	18,349	26,583	38,557	55,367	183,243

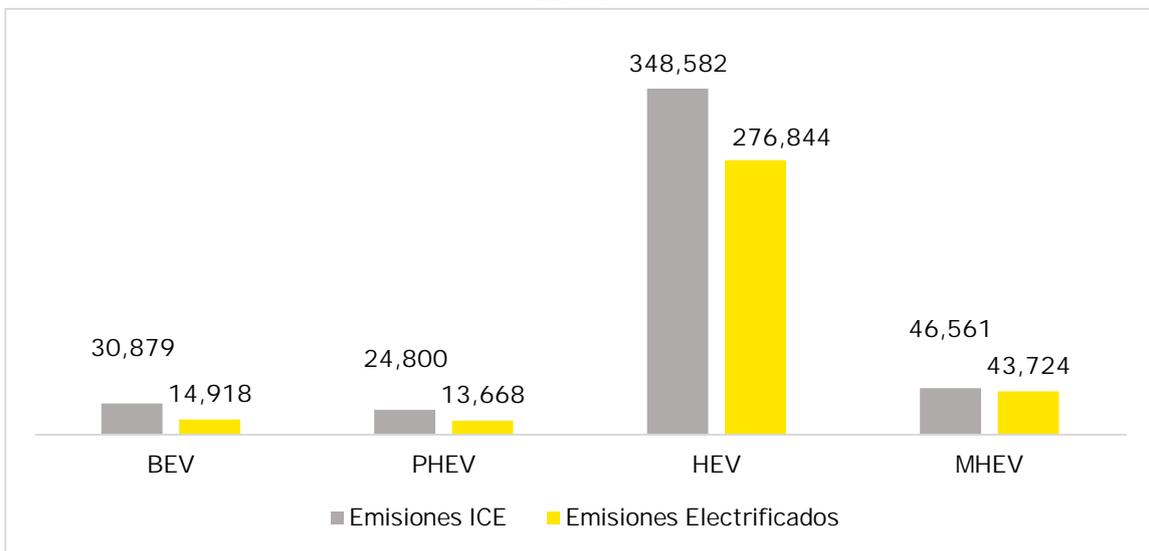
Elaborado por EY

A continuación, se presenta el detalle de la comparación por cada categoría de vehículos.

Comparativo de vehículos livianos

Al 2030 se obtiene una reducción de aproximadamente 101,667 t de CO₂eq producto de la introducción de vehículos livianos electrificados en el escenario BaU. Esto significa 23% menos que las emisiones de CO₂eq obtenidas de vehículos con motor de combustión interna. Dado que el reducido número de vehículos electrificados que ingresarían al mercado de acuerdo con el análisis de difusión, a pesar de tener una mitigación del 52%, no contribuyen de manera significativa a la reducción total de emisiones.

Figura N° 47 – Business as Usual Livianos: Emisiones en t CO₂eq acumuladas al 2030

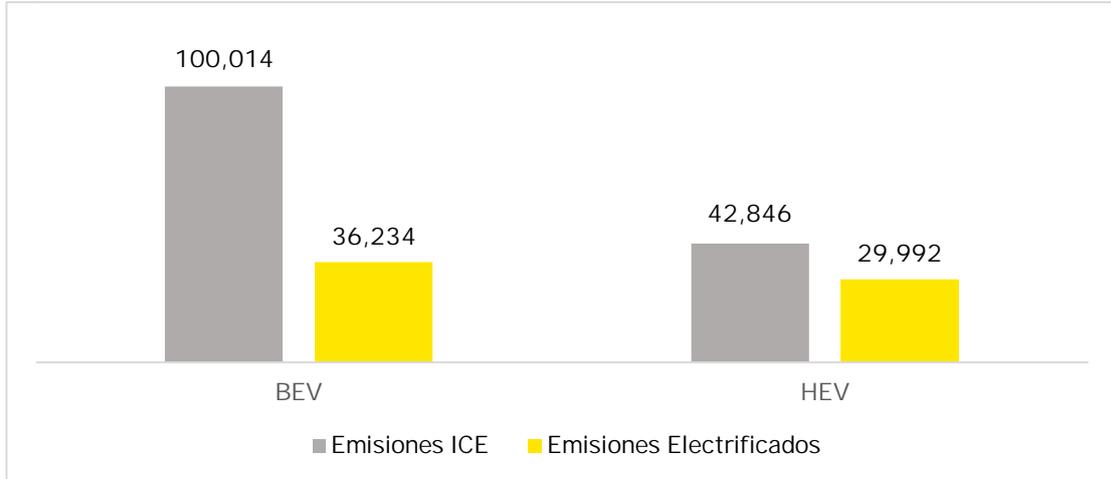


Elaborado por EY

Comparativo de buses

En el caso de los buses, se obtiene una reducción de 76,634 t de CO₂eq en emisiones al 2030, producto de la introducción de buses eléctricos e híbridos en el escenario BaU. Esto significa 54% menos emisiones de CO₂eq obtenidas de buses con motor de combustión interna.

Figura N° 48 - Business as Usual Buses: Emisiones en t CO₂eq acumuladas al 2030

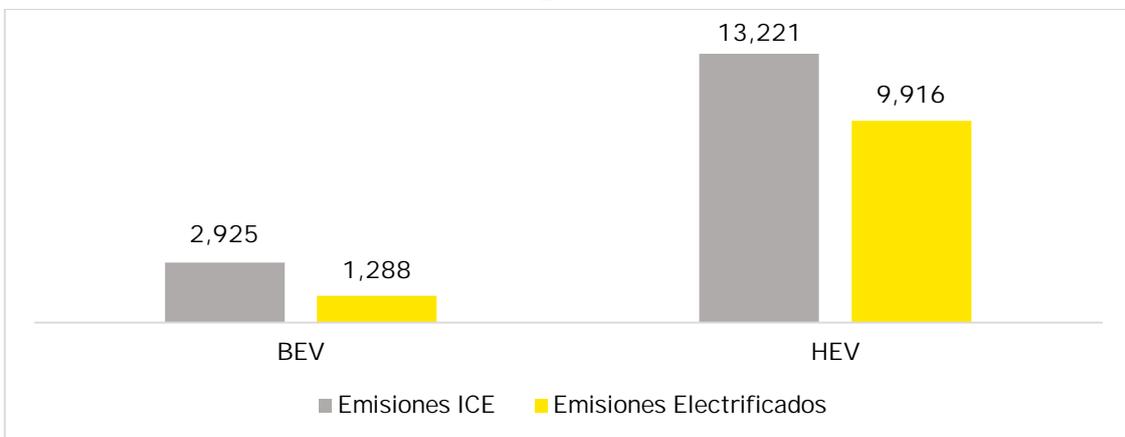


Elaborado por EY

Comparativo de camiones

En el caso de los camiones, se obtiene una reducción de 4,942 t de CO₂eq en emisiones al 2030, producto de la introducción de los camiones eléctricos e híbridos en el escenario BaU. Esto significa 31% menos emisiones de CO₂eq obtenidas de camiones con motor de combustión interna.

Figura N° 49 – Business as Usual Camiones: Emisiones en t CO₂eq acumuladas al 2030



Elaborado por EY

c. Comparativo de emisiones de vehículos electrificados versus vehículos ICE en el escenario High Case

La reducción de emisiones acumuladas al 2030 que representa la introducción de vehículos electrificados asciende a 1,307,534 t de CO₂eq representando un 48% menor a las emisiones de vehículos ICE.

Tabla N° 100 - Comparativo de emisiones en el año 2030 y acumuladas al año 2030 en t CO₂eq en escenario High Case

		Emisiones en el año 2030				Emisiones acumuladas al año 2030			
		ICE	Electrificados	Mitigación	Tasa de Mitigación	ICE	Electrificados	Mitigación	Tasa de Mitigación
Livianos	BEV	100,400	48,504	51,896	53%	260,051	125,633	134,418	52%
	PHEV	61,826	34,076	27,750	45%	160,796	88,624	72,172	45%
	HEV	185,670	147,459	38,211	21%	519,356	412,473	106,883	21%
	MHEV	25,338	23,794	1,544	6%	67,979	63,837	4,142	6%
Total livianos		373,235	253,834	119,401	32%	1,008,182	690,567	317,615	32%
Buses	BEV	414,862	150,300	264,562	64%	1,269,366	459,878	809,488	64%
	HEV	54,806	38,364	16,442	30%	190,265	133,186	57,080	30%
Total buses		469,668	188,664	281,004	60%	1,459,631	593,063	866,568	60%
Camiones	BEV	8,498	3,741	4,757	56%	22,385	9,855	12,530	56%
	HEV	2,130	1,597	532	25%	5,559	4,169	1,390	25%
Total camiones		10,628	5,339	5,289	50%	27,944	14,024	13,920	50%
TOTAL		853,531	447,837	405,694	47%	2,495,757	1,297,654	1,198,103	48%

Elaborado por EY

Respecto a las principales ciudades, el impacto en el escenario HC es el siguiente:

Tabla N° 101 - Emisiones en t CO₂eq en el escenario High Case vehículos electrificados

Departamento	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Acumuladas 2030	Representación de acumulado 2030
Lima	4,599	7,597	12,330	20,757	33,814	54,598	85,560	132,091	198,281	291,005	840,633	64.8%
Arequipa	685	1,172	1,932	3,280	5,353	8,603	13,415	20,543	30,548	44,245	129,777	10.0%
Trujillo	493	864	1,438	2,455	4,012	6,430	10,000	15,241	22,538	32,384	95,855	7.4%
Cusco	297	503	825	1,397	2,278	3,665	5,721	8,778	13,082	19,009	55,554	4.3%
Chiclayo	145	229	364	606	985	1,601	2,525	3,940	5,985	8,929	25,310	2.0%
Piura	137	215	342	568	922	1,500	2,369	3,702	5,634	8,426	23,815	1.8%
Huancayo	115	173	269	442	717	1,174	1,867	2,951	4,547	6,913	19,168	1.5%
Otras ciudades	578	972	1,591	2,690	4,385	7,062	11,037	16,965	25,337	36,926	107,542	8.3%
Total de emisiones	7,049	11,725	19,091	32,196	52,467	84,634	132,494	204,210	305,952	447,837	1,297,654	100.0%

Elaborado por EY

Asimismo, se demuestra la mitigación anual de emisiones en el escenario HC, solo a las principales ciudades:

Tabla N° 102 - Mitigación de emisiones en t CO₂eq en el escenario High Case por ciudad vehículos electrificados versus ICE

Departamento	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Acumuladas 2030
Lima	2,916	6,060	10,682	19,288	32,230	52,280	81,609	124,585	183,857	262,903	776,410
Arequipa	449	934	1,646	2,973	4,967	8,057	12,577	19,201	28,336	40,518	119,659
Trujillo	332	689	1,215	2,193	3,665	5,945	9,280	14,166	20,906	29,894	88,285
Cusco	192	400	705	1,273	2,127	3,451	5,387	8,223	12,135	17,353	51,247
Chiclayo	88	183	322	582	972	1,577	2,462	3,759	5,547	7,933	23,427
Piura	83	172	303	548	915	1,485	2,318	3,538	5,222	7,467	22,050
Huancayo	67	139	245	442	738	1,198	1,869	2,854	4,212	6,022	17,785
Otras ciudades	373	775	1,365	2,465	4,120	6,682	10,431	15,924	23,500	33,604	99,240
Total de emisiones	4,500	9,351	16,484	29,764	49,735	80,675	125,934	192,251	283,715	405,694	1,198,103

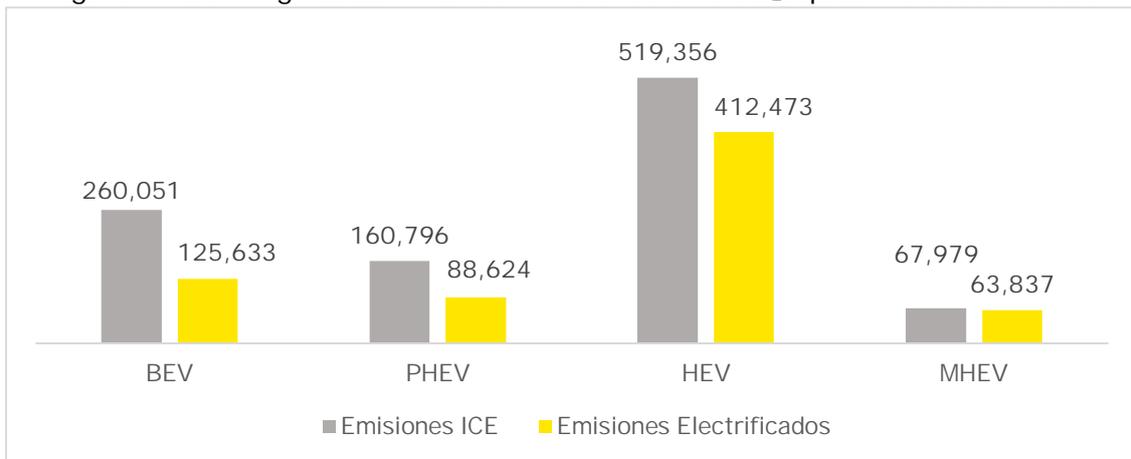
Elaborado por EY

A continuación, se presenta el detalle de la comparación por cada categoría de vehículos.

Comparativo de vehículos livianos

Para vehículos livianos, la reducción de emisiones producto de la introducción de vehículos eléctricos e híbridos es de aproximadamente 317,615 t de CO₂eq al 2030 en el escenario HC. Esto representa 32% menos emisiones de CO₂eq a comparación de que si los vehículos livianos vendidos fueran ICE.

Figura N° 50 - High Case Livianos: Emisiones en t CO₂eq acumuladas al 2030

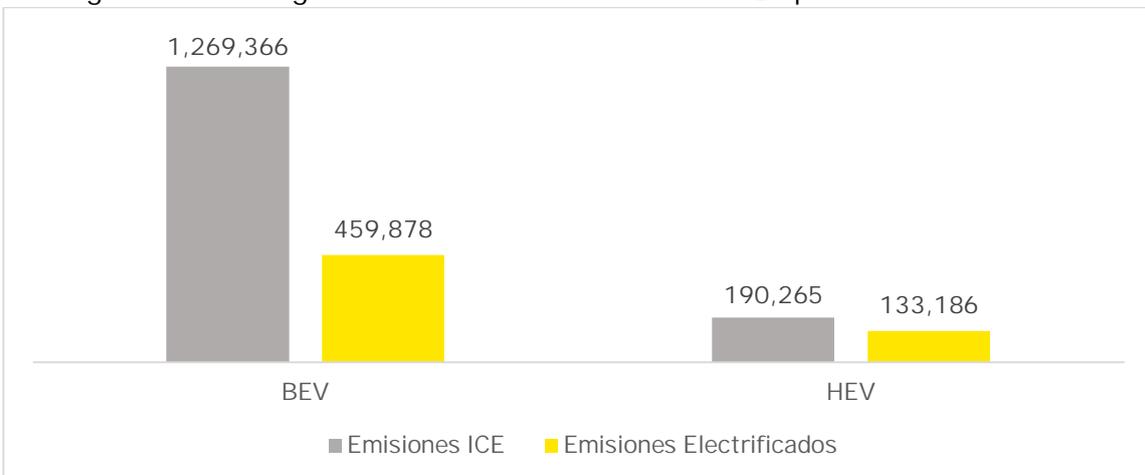


Elaborado por EY

Comparativo de buses

Para los buses, la reducción de emisiones producto de la introducción de buses eléctricos e híbridos es de aproximadamente 866,567 t de CO₂eq al 2030 en el escenario HC. Esto significa 59% menos emisiones de CO₂eq a comparación de que si los buses vendidos fueran ICE.

Figura N° 51 - High Case Buses: Emisiones en t CO₂eq acumuladas al 2030

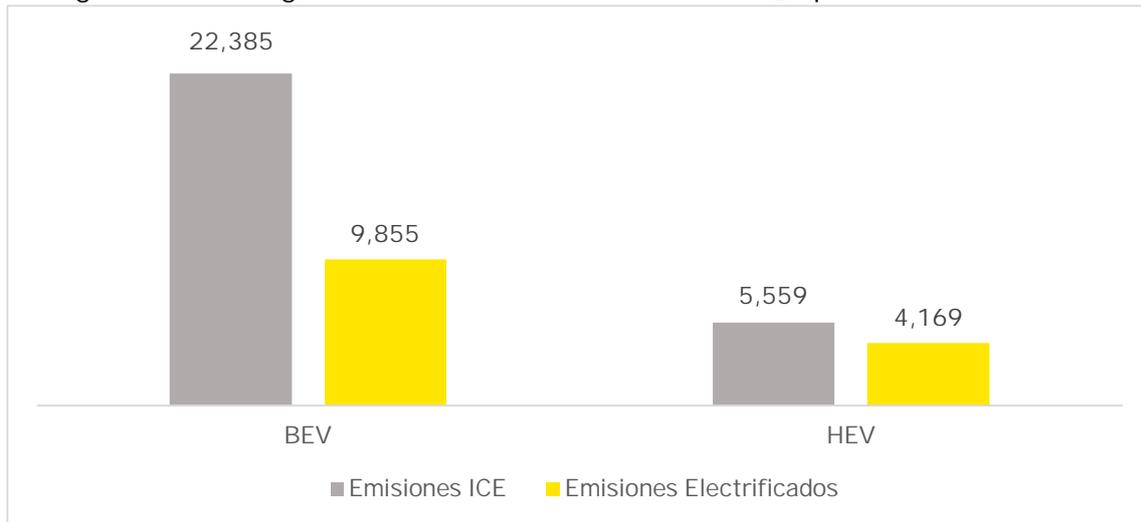


Elaborado por EY

Comparativo de camiones

Para los camiones, la reducción de emisiones producto de la introducción de camiones eléctricos e híbridos es de aproximadamente 13,920 t de CO₂eq al 2030 en el escenario HC. Esto significa 50% menos emisiones de CO₂eq a comparación de que si los camiones vendidos fueran ICE.

Figura N° 52 - High Case Camiones: Emisiones en CO₂eq acumuladas al 2030



Elaborado por EY

8.3.2 Análisis de impacto ambiental – Material particulado

Las emisiones de material particulado (PM por sus siglas en inglés) provenientes de vehículos se originan por dos fuentes:

- Combustión interna (*exhaust*): PM que se emite por el tubo de escape del vehículo.
- Procesos de operación (*non-exhaust*): desgaste de los frenos, fricción de las llantas y las superficies de las carreteras, y re-suspensión del polvo de la pista.

De acuerdo con el estudio de la OECD (2020), “Non-exhaust Particulate Emissions from Road Transport: An Ignored Environmental Policy Challenge”, las emisiones de procesos de operación representan entre 74% y 96% del total de emisiones para PM₁₀; y, entre 65% y 93% para PM_{2.5}. En ese sentido, si bien se incluyen estándares de emisiones para PM provenientes de la combustión interna (*exhaust*), las políticas futuras debieran enfocarse en este tipo de emisiones (*non-exhaust*).

A nivel general, la cantidad de emisiones de PM que emite un vehículo está determinada por diversos factores como el peso, la composición de los frenos, las llantas y la cantidad de polvo en la superficie (OECD, 2020).

En el caso de los vehículos eléctricos, estos no emiten PM producto de la combustión interna, sin embargo, de acuerdo con el estudio de la OECD (2020), producen emisiones durante la operación las cuales pueden llegar a ser mayores a comparación

de vehículos a combustión interna. Esto se da principalmente producto del peso de las baterías en los vehículos eléctricos (OECD, 2020).

En ese sentido, según la OECD, los vehículos eléctricos emiten en promedio entre 5-19% menos PM10 por kilómetro en el proceso de operación del vehículo frente al vehículo de combustión interna (OECD, 2020). Sin embargo, los vehículos eléctricos no necesariamente emiten menos PM 2.5 y los vehículos eléctricos pesados pueden llegar a emitir entre 3-8% más PM 2.5 que los vehículos a combustión interna (OECD, 2020).

Además, no se cuentan con datos suficientes para abordar las emisiones provenientes de los procesos de operación del vehículo de acuerdo con las características de la ciudad y vehículos (OECD, 2020). El desarrollo de las políticas necesarias para limitar este tipo de emisiones dependerá de estudiar su magnitud, impactos y la efectividad que pudiesen tener las políticas de mitigación. Se requieren metodologías de medición estandarizadas de dichas partículas y comprender las diferencias por tipos de vehículo.

En ese sentido, considerando la información disponible del estudio de la OECD analizado, se realizó una estimación de emisiones de material particulado para vehículos livianos (ICE versus BEV según la información disponible). Los factores de emisión de PM considerados tanto para procesos de operación como combustión interna son los siguientes:

Tabla N° 103 - Factores de emisión PM 2.5

	Gasohol kg/km	BEV kg/km
Procesos de operación promedio	0.0000143	0.0000133
Combustión interna promedio	0.00000215	-
Emisiones totales	0.00001645	0.0000133

Fuente: OECD, 2020

Tabla N° 104 - Factores de emisión PM 10

	Gasohol kg/km	BEV kg/km
Procesos de operación promedio	0.0000296	0.0000258
Combustión interna promedio	0.0000023	-
Emisiones totales	0.0000319	0.0000258

Fuente: OECD, 2020

En función a los factores de emisión, los kilómetros promedio recorridos anuales de un vehículo liviano (20,000 km) y la proyección de demanda de vehículos eléctricos al 2030 según el análisis de difusión, se obtuvieron los siguientes resultados:

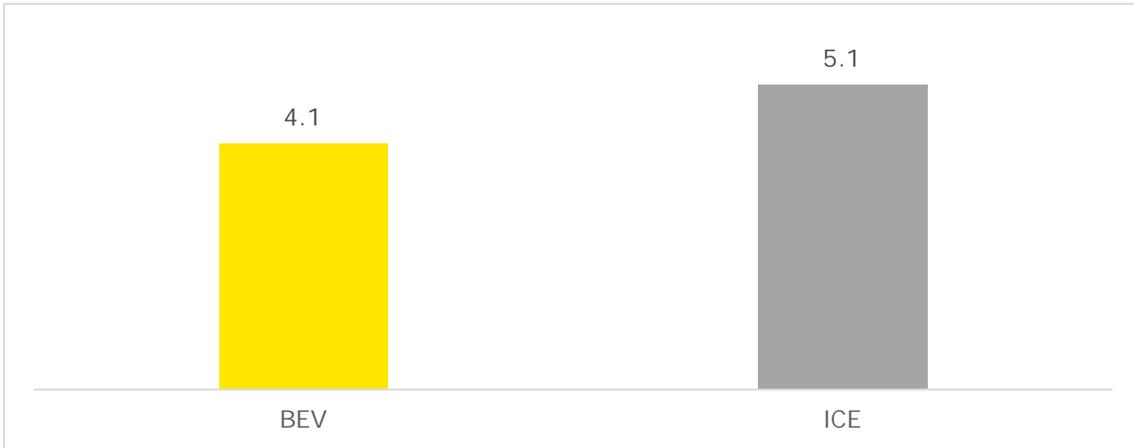
- a. Emisiones de PM 2.5

Comparativo Business as Usual

La reducción de emisiones de PM 2.5 producto de la introducción de vehículos eléctricos de batería (BEV) livianos al 2030 en el escenario BaU llega a 4.1 t

representando 24% menos emisiones totales (de los procesos de operación para vehículos eléctricos versus combustión interna + procesos de operación para vehículos ICE).

Figura N° 53 - Livianos Business as Usual: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 2.5 en t

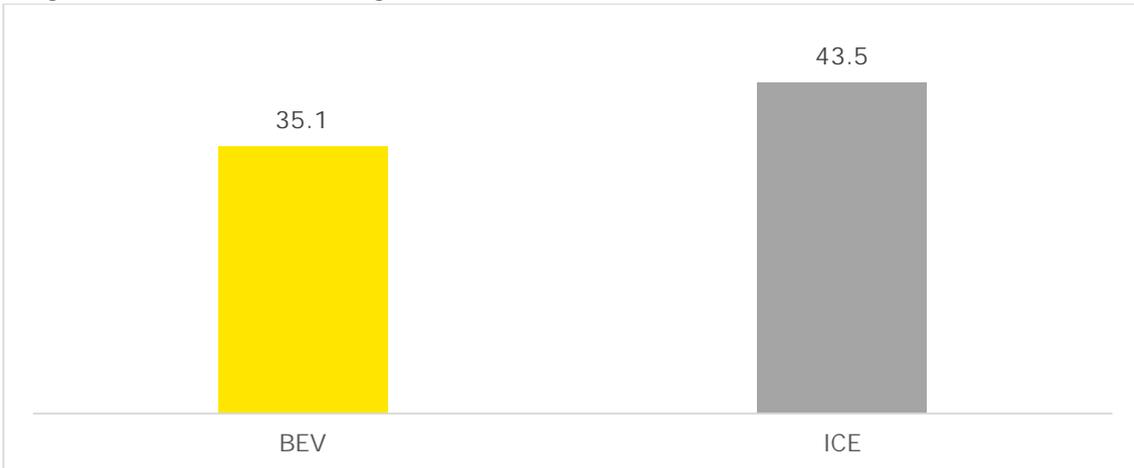


Elaborado por EY

Comparativo High Case

La reducción de emisiones de PM 2.5 producto de la introducción de vehículos eléctricos livianos al 2030 en el escenario HC llega a 35.1 t representando 24% menos emisiones totales (de los procesos de operación para vehículos eléctricos versus combustión interna + procesos de operación para vehículos ICE).

Figura N° 54 - Livianos High Case: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 2.5 en t



Elaborado por EY

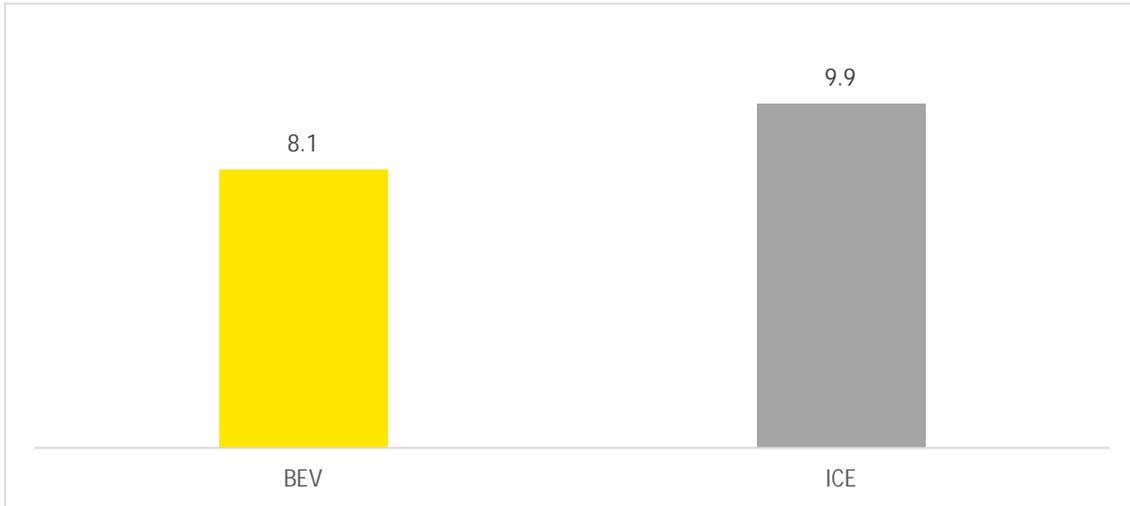
b. Emisiones de PM 10

Comparativo Business as Usual

La reducción de emisiones de PM 10 producto de la introducción de vehículos eléctricos livianos al 2030 en el escenario BaU llega a 8.1 t representando 24% menos

emisiones totales (de los procesos de operación para vehículos eléctricos versus combustión interna + procesos de operación para vehículos ICE).

Figura N° 55 - Livianos Business as Usual: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 10 en t

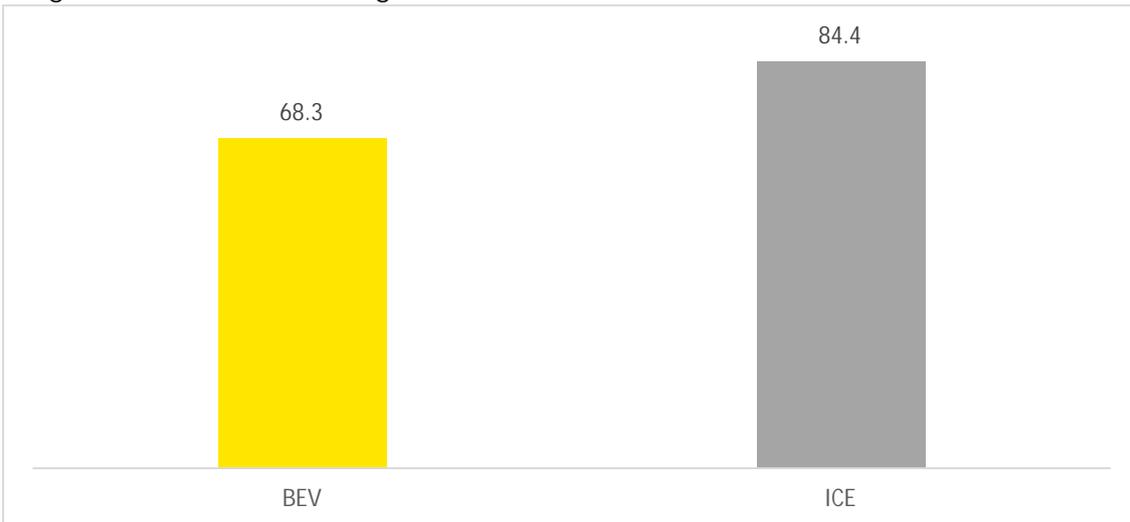


Elaborado por EY

Comparativo High Case

La reducción de emisiones de PM 10 producto de la introducción de vehículos eléctricos livianos al 2030 en el escenario HC llega a 68.3 t representando 24% menos emisiones totales (de los procesos de operación para vehículos eléctricos versus combustión interna + procesos de operación para vehículos ICE).

Figura N° 56 - Livianos High Case: Emisiones acumuladas al 2030 de PM 10 en t



Elaborado por EY

8.3.3 Impacto económico producto de la mitigación de GEI

En base al CSC establecido por el MEF en USD 7.17/t de CO₂ se estimó el impacto a nivel social de la introducción de vehículos electrificados a comparación de vehículos ICE.

Los impactos de las emisiones generadas por el sector transporte conllevan impactos en la salud de la población, lo cual se percibe como un costo para el Estado³⁸. Para obtener el impacto económico por la emisión de CO₂eq, se determina el producto entre las emisiones por categoría, tecnología y año con el impacto económico por tonelada de CO₂.

En adelante, se presenta la estimación de los costos calculados asociados a las emisiones generadas.

- a. Impacto económico por emisiones Business As Usual vehículos electrificados versus vehículos ICE

La diferencia en las emisiones de CO₂ de vehículos electrificados versus ICE valoradas según el CSC en el escenario BaU al 2030 es de USD 1.31 millones para el total de categorías vehiculares.

³⁸ Según el Banco Mundial, el Costo Social de Carbono (CSC) o Carbon Pricing, captura los costos asociados a pérdidas por desastres naturales y sus efectos nocivos en la salud de las personas. El CSC se puede manifestar como un sistema de comercio de emisiones (ETS), como impuesto al carbono, como un mecanismo de compensación, etc. (The World Bank, 2021).

Tabla N° 105 - Diferencia en el impacto económico por emisiones de CO₂eq Business as Usual electrificados versus ICE en el año 2030 y acumulado al 2030 (expresado en USD millones)

		Impacto económico en el año 2030				Impacto económico acumulado al año 2030			
		ICE	Electrificado	Beneficio	Diferencia (%)	ICE	Electrificado	Beneficio	Diferencia (%)
Livianos	BEV	0.07	0.04	0.04	53%	0.22	0.11	0.11	52%
	PHEV	0.06	0.03	0.03	45%	0.18	0.10	0.08	45%
	HEV	0.82	0.65	0.17	21%	2.50	1.98	0.51	21%
	MHEV	0.12	0.11	0.01	6%	0.33	0.31	0.02	6%
Total livianos		1.07	0.83	0.24	23%	3.23	2.50	0.73	23%
Buses	BEV	0.19	0.07	0.12	64%	0.72	0.26	0.46	64%
	HEV	0.09	0.06	0.03	30%	0.31	0.22	0.09	30%
Total buses		0.27	0.13	0.14	53%	1.02	0.47	0.55	54%
Camiones	BEV	0.01	0.00	0.00	56%	0.02	0.01	0.01	56%
	HEV	0.03	0.03	0.01	25%	0.09	0.07	0.02	25%
Total camiones		0.04	0.03	0.01	30%	0.12	0.08	0.04	31%
TOTAL		1.38	0.98	0.40	29%	4.37	3.06	1.31	30%

Elaborado por EY

b. Valor emisiones High Case vehículos electrificados versus vehículos ICE

La diferencia en las emisiones de CO₂ que representaría la introducción de vehículos electrificados versus ICE valoradas según el CSC en el escenario HC al 2030 es de USD 8.59 millones para el total de categorías vehiculares.

Tabla N° 106 - Diferencia en el impacto económico por emisiones de CO₂eq High Case electrificados versus ICE en el año 2030 y acumulado al 2030 (expresado en USD millones)

		Impacto económico en el año 2030				Impacto económico acumulado al año 2030			
		ICE	Electrificado	Beneficio	Diferencia (%)	ICE	Electrificado	Beneficio	Diferencia (%)
Livianos	BEV	0.72	0.35	0.37	52%	1.86	0.90	0.96	52%
	PHEV	0.44	0.24	0.20	45%	1.15	0.64	0.52	45%
	HEV	1.33	1.06	0.27	21%	3.72	2.96	0.77	21%
	MHEV	0.18	0.17	0.01	6%	0.49	0.46	0.03	6%
Total livianos		2.68	1.82	0.86	32%	7.23	4.95	2.28	32%
Buses	BEV	2.97	1.08	1.90	64%	9.10	3.30	5.80	64%
	HEV	0.39	0.28	0.12	30%	1.36	0.95	0.41	30%
Total buses		3.37	1.35	2.01	60%	10.47	4.25	6.21	59%
Camiones	BEV	0.06	0.03	0.03	56%	0.16	0.07	0.09	56%
	HEV	0.02	0.01	0.00	25%	0.04	0.03	0.01	25%
Total camiones		0.08	0.04	0.04	50%	0.20	0.10	0.10	50%
TOTAL		6.12	3.21	2.91	48%	17.89	9.30	8.59	48%

Elaborado por EY

c. Diferencia en el impacto económico por emisiones de vehículos electrificados Business as Usual versus High Case

En la siguiente tabla se presenta el ahorro valorado en función al CSC y la demanda de vehículos en el escenario HC comparación del escenario BaU acumulado al 2030. El ahorro de emisiones que representa el escenario HC versus BaU asciende a USD 7.28 millones.

Tabla N° 107 - Ahorro en impacto económico High Case versus Business as Usual acumulado al 2030 (expresado en USD millones)

		Ahorro de impacto económico en el año 2030			Ahorro de impacto económico acumulado al año 2030		
		HC	BaU	Ahorro HC	HC	BaU	Ahorro HC
Livianos	BEV	0.37	0.04	0.33	0.96	0.11	0.85
	PHEV	0.20	0.03	0.17	0.52	0.08	0.44
	HEV	0.27	0.17	0.10	0.77	0.51	0.25
	MHEV	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.01
Total livianos		0.86	0.24	0.62	2.28	0.73	1.55
Buses	BEV	1.90	0.12	1.78	5.80	0.46	5.35
	HEV	0.12	0.03	0.09	0.41	0.09	0.32
Total buses		2.01	0.14	1.87	6.21	0.55	5.66
Camiones	BEV	0.03	0.00	0.03	0.09	0.01	0.08
	HEV	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.02	-0.01
Total camiones		0.04	0.01	0.03	0.10	0.04	0.06
TOTAL		2.91	0.40	2.51	8.59	1.31	7.28

Elaborado por EY

Como se puede apreciar, en cuanto al valor económico de las emisiones, este trae un ahorro de USD 7.28 millones para el total de categorías vehiculares producto de CSC que afectan la salud y morbilidad de las personas.

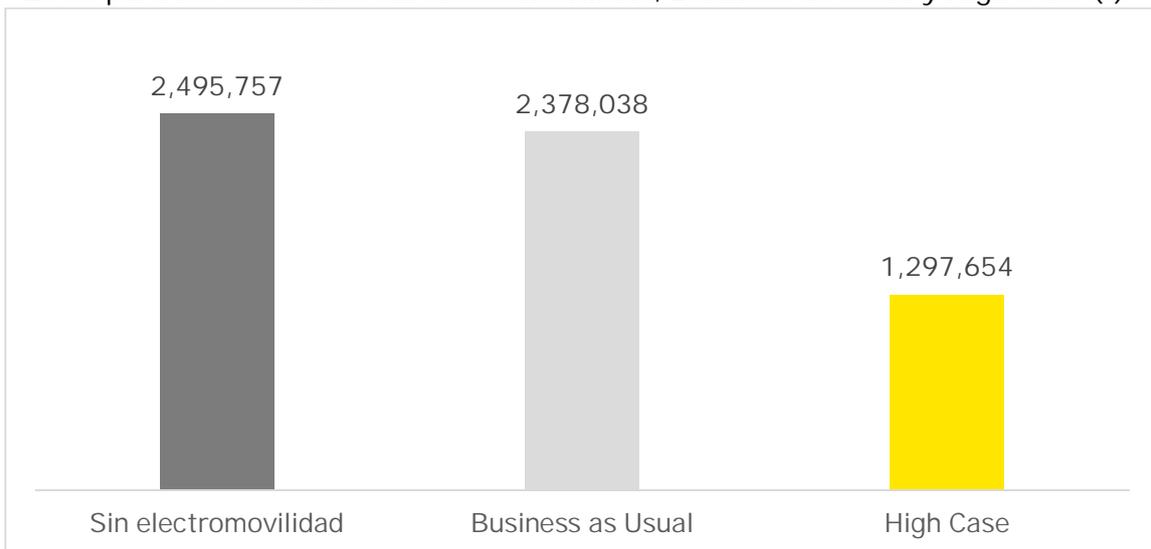
8.3.4 Beneficios

Para poder comparar el escenario HC con el escenario BaU y con un escenario en donde no existen vehículos electrificados, se considerará la cantidad de vehículos electrificados del escenario HC que se proyecta vender acumulados al 2030 y se reemplazará con la proporción de vehículos ICE y electrificados que corresponda a los dos escenarios mencionados.

De acuerdo con las estimaciones de demanda de vehículos electrificados para el 2030 en el análisis de difusión, el 24.50% de las ventas serían vehículos electrificados, mientras que el 4.80% del parque automotor son vehículos electrificados en el escenario HC. El parque automotor a dicho año representaría una reducción acumulada de emisiones de 1.2 millones de toneladas de CO₂, un 48% menos que las emisiones de vehículos ICE.

Asimismo, se observa que en un escenario sin vehículos electrificados, la emisión de CO₂eq es de 2.5 millones de toneladas. En un escenario con electromovilidad, pero sin políticas de fomento, las emisiones llegan a los 2.4 millones. Por otra parte, en un escenario donde las políticas para el fomento de la electromovilidad son las óptimas, las emisiones de CO₂eqs son de 1.3 millones de toneladas (48% menos emisiones a comparación del escenario sin electromovilidad).

Figura N° 57 - Cuadro comparativo en potencial de emisiones acumuladas al año 2030 para los escenarios sin electromovilidad, Business as Usual y High Case (t)



Elaborado por EY

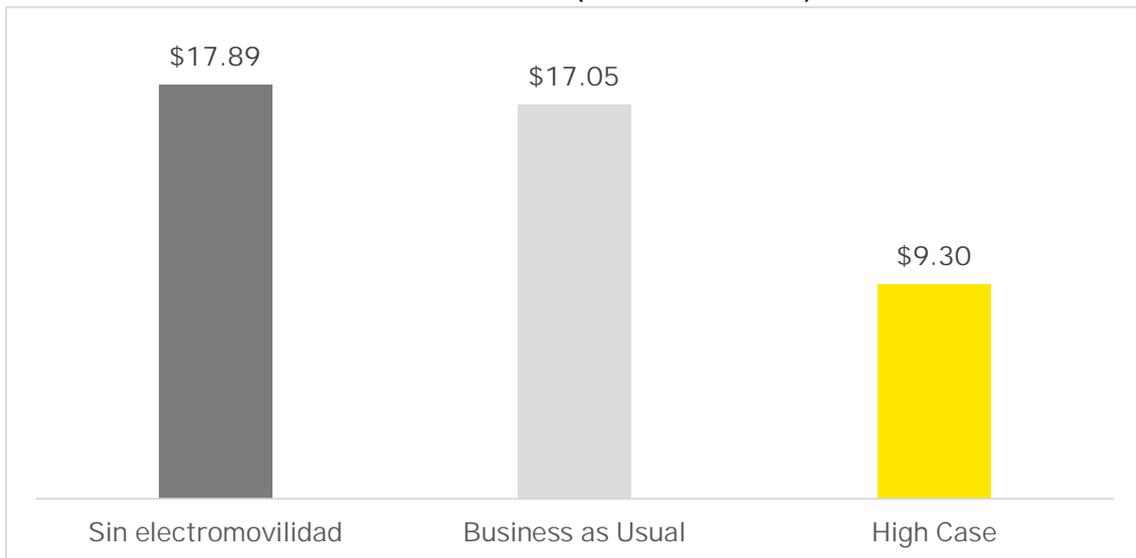
La diferencia del acumulado de emisiones de CO₂eq al año 2030 de vehículos electrificados del parque automotor del escenario HC con el escenario BaU es del 45%, a comparación del escenario HC versus el escenario sin electromovilidad que sería del

48%. Por otro lado, entre el escenario sin electromovilidad y BaU la diferencia es del 5%.

En un escenario con electromovilidad, pero sin políticas de fomento, el CSC que incurriría el Perú por las emisiones llega a los USD 17.05 millones. De igual forma, en un escenario donde las políticas para el fomento de la electromovilidad son las óptimas, el impacto económico de las emisiones de CO₂eq s son de USD 9.30 millones. En ahorro económico adicional que representaría alcanzar el potencial del escenario HC sería de USD 7.75 millones a diferencia del BaU.

Asimismo, en un escenario donde no existen vehículos eléctricos, el impacto económico de la emisión de toneladas de CO₂eq es de USD 17.89 millones.

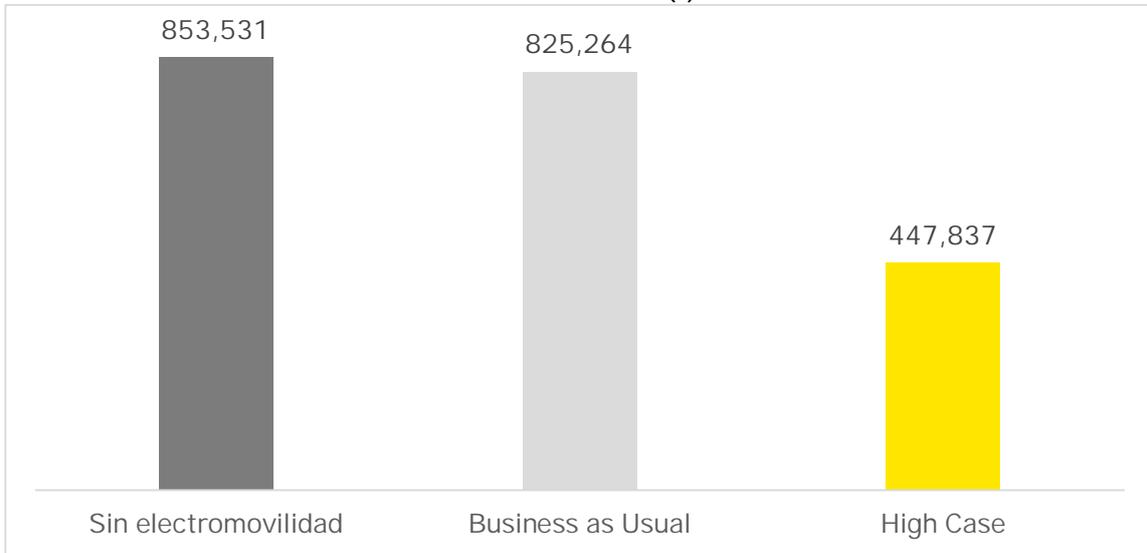
Figura N° 58 – Cuadro comparativo en potencial de impacto económico acumulado al año 2030 por emisiones de CO₂eq High Case, Business as Usual y Sin Electromovilidad (en USD millones)



Elaborado por EY

Por otro lado, se evalúan las emisiones en el año 2030 en un escenario sin vehículos electrificados, las emisiones de CO₂eq llegan a 853 mil toneladas. En un escenario con electromovilidad BaU, las emisiones llegan a las 825 mil toneladas. Por otra parte, en un escenario HC, las emisiones de CO₂eq son de 448 mil toneladas representando 48% menos versus un escenario sin electromovilidad (406 mil toneladas menos). En el año 2030 en el escenario High Case, 316.5 mil toneladas reducidas corresponden a BEV (livianos y buses) superando en 26% la reducción estimada al 2030 en las NDC (234 mil t de CO₂eq).

Figura N° 59 - Cuadro comparativo en potencial de impacto económico en el año 2030 por emisiones de CO₂eq High Case, Business as Usual y Sin Electromovilidad en el año 2030 (t)



Elaborado por EY

En cuanto a PM, los resultados para el escenario HC representan 16.1 t menos emisiones de PM 10 y 8.4 t de PM 2.5 producto de la introducción de vehículos livianos eléctricos acumulados al 2030 (24% menos PM). En el escenario BaU, estas se reducirían a 1.9 t de PM 10 y 1.0 t de PM 2.5.

9. Hoja de ruta, conclusiones y recomendaciones

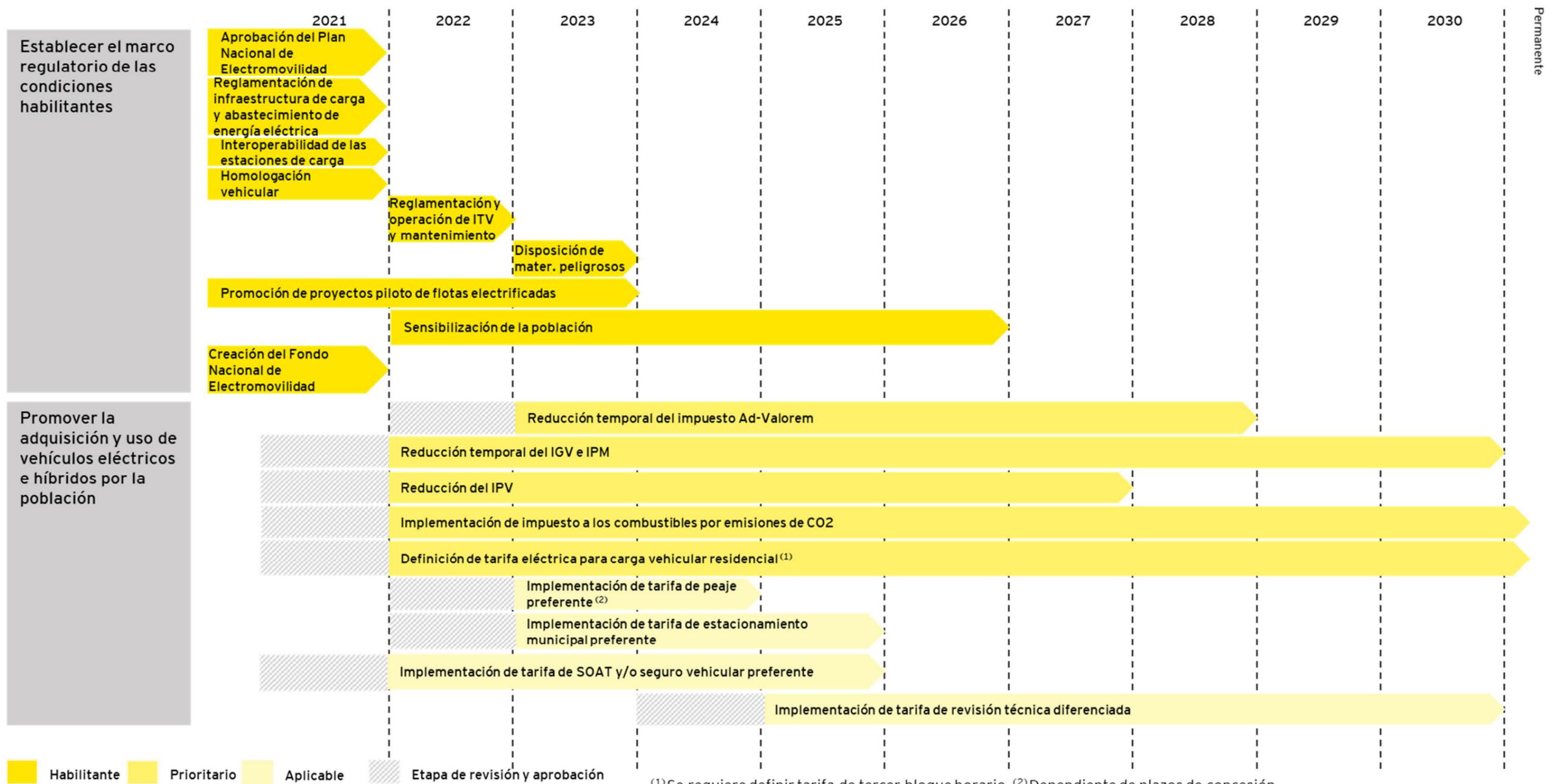
A continuación se presenta la hoja de ruta para la implementación orquestada de los servicios propuestos en el Plan Nacional de Electromovilidad, así como también se exponen las principales conclusiones y recomendaciones.

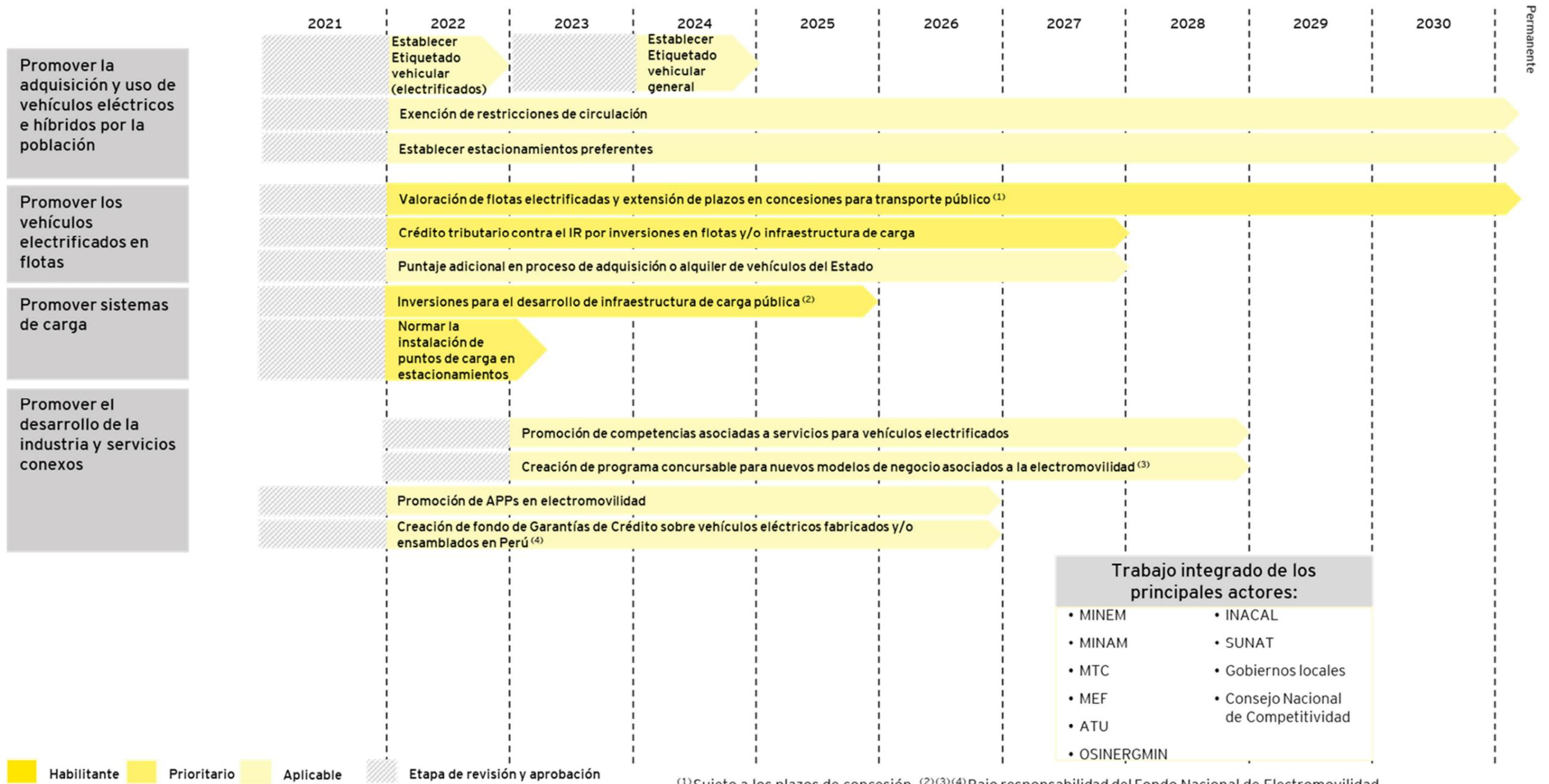
9.1 Hoja de Ruta

En la presente sección se presenta la hoja de ruta para la implementación de la movilidad eléctrica en el Perú, en la que se detallan los principales lineamientos y servicios, de acuerdo con su nivel de aplicación (aplicable o prioritaria), los actores responsables, así como los plazos determinados para cada servicio específico.

En la hoja de ruta se consideran también las condiciones habilitantes necesarias para desarrollar el mercado de la electromovilidad, las cuales fueron formuladas en secciones anteriores a partir de la información recopilada y analizada a través del documento.

Figura N° 60 – Hoja de ruta de la electromovilidad





⁽¹⁾Sujeto a los plazos de concesión. ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾Bajo responsabilidad del Fondo Nacional de Electromovilidad

Elaborado por EY

Tabla N° 108 – Hoja de Ruta Detallada

Lineamiento de política 1: Establecer el marco regulatorio de las condiciones habilitantes								
Servicio		Nivel de prioridad	Responsable del servicio	Actores	Proveedor del servicio	Año y trimestre de implementación		Plazo
1	Aprobación del Plan Nacional de Electromovilidad	Habilitante	CNCF-MEF	MEF, MINEM, MINAM, MTC	PCM	2021	3	2021
2	Reglamentación sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la electromovilidad	Habilitante	INACAL	OSINERGMIN, INACAL	MINEM	2021	3	2021
3	Interoperabilidad de las estaciones de carga	Habilitante	OSINERGMIN	OSINERGMIN, MINEM	OSINERGMIN	2021	3	2021
4	Homologación vehicular	Habilitante	MTC	MTC	MTC	2021	2	2021
5	Reglamentación y operación de la Inspección Técnica Vehicular (ITV) y de los servicios de mantenimiento de vehículos electrificados	Habilitante	MTC	SUTRAN, MTC	SUTRAN	2022	1	2022
6	Disposición de materiales peligrosos de las autopartes	Habilitante	MINAM	MINAM, DIGESA	MINAM	2023	1	2023
7	Promoción de proyectos piloto para promover flotas electrificadas	Habilitante	MINAM	MINAM MINEM, MTC Proinversión	MINAM	2021	3	2021-2024
8	Sensibilización de la población	Habilitante	MINAM	MINEM, MINAM, MTC, Academia	MINAM	2022	1	2022-2027
9	Creación del Fondo Nacional de Electromovilidad	Habilitante	MEF	MEF, MINAM	MEF	2021	4	2021

Lineamiento de política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población								
Servicio		Nivel de prioridad	Responsable del servicio	Actores	Proveedor del servicio	Año y trimestre de implementación		Plazo
10	Reducción temporal del impuesto Ad-Valorem	Prioritario	MEF	Congreso de la República, PCM, MEF, SUNAT	SUNAT	2023	1	2023-2029

Lineamiento de política 2: Promover la adquisición y uso de vehículos eléctricos e híbridos por la población

Servicio	Nivel de prioridad	Responsable del servicio	Actores	Proveedor del servicio	Año y trimestre de implementación		Plazo
11 Reducción temporal del IGV e IPM	Prioritario	MEF	Congreso de la República, PCM, MEF, SUNAT	SUNAT	2022	1	2022-2030
12 Reducción del Impuesto al Patrimonio Vehicular	Prioritario	MEF	Congreso de la República, PCM, MEF, AMPE	Municipalidades provinciales	2022	1	2022-2028
13 Impuesto a los combustibles por emisiones de CO ₂	Prioritario	MEF	Congreso de la República, PCM, MEF, MINAM, SUNAT	SUNAT	2022	1	Permanente
14 Tarifa eléctrica para carga residencial de vehículos eléctricos	Prioritario	MINEM	OSINERGMIN, MINEM	OSINERGMIN	2022	1	Permanente
15 Tarifa de peaje preferente para vehículos eléctricos e híbridos	Aplicable	MTC	MTC, Empresas concesionarias	MTC	2023	1	2023-2025
16 Tarifa de estacionamiento municipal preferente para vehículos eléctricos e híbridos	Aplicable	MEF	MEF, Municipalidades distritales	Municipalidades distritales	2023	1	2023-2026
17 Tarifa de SOAT y/o seguro vehicular preferente para vehículos eléctricos e híbridos	Aplicable	SBS	SBS, MTC	SBS	2022	1	2022-2026
18 Tarifa de revisión técnica diferenciada para vehículos eléctricos e híbridos	Aplicable	MTC	SUTRAN, MTC	SUTRAN	2025	1	2025-2030
19 Sistema de medición y clasificación de eficiencia energética vehicular mediante etiquetado	Aplicable	MINEM	INACAL, MINEM, MTC	SUNARP	2022 / 2024	1	2022 / 2024
20 Exención de restricciones de circulación para vehículos eléctricos e híbridos	Aplicable	MTC	ATU	Municipalidades provinciales	2022	1	Permanente
21 Estacionamientos preferentes para vehículos eléctricos e híbridos	Aplicable	MTC	MTC	Municipalidades distritales	2022	1	Permanente

Lineamiento de política 3: Promover los vehículos eléctricos e híbridos en flotas: transporte público, transporte de mercancías y vehículos estatales

Servicio		Nivel de prioridad	Responsable del servicio	Actores	Proveedor del servicio	Año y trimestre de implementación		Plazo
22	Valoración de flotas electrificadas y extensión de plazos en concesiones para transporte público	Prioritario	MTC	MTC, ATU, Municipalidades provinciales, empresas de transporte público	ATU, Municipalidades provinciales	2022	1	Permanente
23	Crédito tributario contra el Impuesto a la Renta por inversiones en flotas de vehículos eléctricos e híbridos y/o infraestructura de carga	Prioritario	MEF	Congreso de la República, PCM, MEF, MTC, AMPE, SUNAT	SUNAT	2022	1	2022-2028
24	Puntaje adicional en procesos de adquisición o alquiler de vehículos para el servicio del Estado	Aplicable	OSCE	Empresas proveedoras de vehículos, entidades del Estado	OSCE	2022	1	2022-2028

Lineamiento 4: Promover la implementación acelerada de sistemas de carga de manera extensa para que faciliten la adquisición de vehículos eléctricos e híbridos

Servicio		Nivel de prioridad	Responsable del servicio	Actores	Proveedor del servicio	Año y trimestre de implementación		Plazo
25	Inversiones para el desarrollo de infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos	Prioritario	Proinversión	MINAM, MINEM, Proinversión Municipalidades provinciales, VIVIENDA, Empresas de infraestructura de carga	MINAM (FNE)	2022	1	2022-2026
26	Normar la instalación de puntos de carga en estacionamientos de nuevas edificaciones	Prioritario	Proinversión	MINAM, MINEM, Proinversión Municipalidades provinciales, VIVIENDA, Empresas de infraestructura de carga	VIVIENDA	2022	1	2022

Lineamiento de política 5: Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos

Servicio		Nivel de prioridad	Responsable del servicio	Actores	Proveedor del servicio	Año trimestre de implementación		Plazo
27	Promoción de competencias asociadas a servicios para vehículos electrificados	Aplicable	MTPE, MINEDU	MTPE, Universidades, institutos técnicos	MTPE, MINEDU	2023	1	2023-2029

Lineamiento de política 5: Promover el desarrollo de la industria y servicios conexos que complementen y posibiliten el ecosistema de vehículos eléctricos e híbridos

Servicio		Nivel de prioridad	Responsable del servicio	Actores	Proveedor del servicio	Año trimestre de implementación		Plazo
28	Creación de un programa concursable para nuevos modelos de negocio asociados a la electromovilidad	Aplicable	PRODUCE	Empresas, personas naturales	PRODUCE	2023	1	2023-2029
29	Promoción de Asociaciones Público-Privadas en electromovilidad	Aplicable	Proinversión	Empresas privadas, Proinversión, Empresas de infraestructura de carga	Proinversión	2022	1	2022-2027
30	Creación de un fondo de Garantías de Crédito sobre vehículos eléctricos ensamblados y/o fabricados en el Perú	Aplicable	COFIDE	Empresas automotrices nacionales, COFIDE	COFIDE	2022	1	2022-2027

Elaborado por EY

9.2 Conclusiones

1. El estado de la situación actual demuestra impactos ambientales negativos generados por la contaminación del parque vehicular actual que afectan la calidad del aire y salud de la población. La demanda creciente de transporte terrestre implica también mayores impactos ambientales negativos. Los efectos en la salud de la población se perciben a nivel general, es decir independientemente si las personas utilizan o no vehículos contaminantes o si se benefician del transporte público disponible, especialmente en ciudades de alta concentración de vehículos. Anualmente se producen 11,000 muertes en el Lima y Callao por contaminación del aire y se generan costos anuales en salud superiores a USD 1.5 mil millones.
2. El estado de la situación futura propone que la electromovilidad ayude en gran medida a reducir la contaminación proveniente del parque vehicular. En el escenario High Case, el parque automotor generaría una reducción acumulada de emisiones de 1.3 millones de toneladas de CO₂eq al 2030, es decir, un 48% menos que las emisiones de vehículos ICE. Esto representa un ahorro acumulado al 2030 de USD 8.59 millones en costos sociales producto de las emisiones de carbono. En cuanto a material particulado, la introducción de vehículos livianos eléctricos al 2030 generaría una reducción de 16.1 t de PM 10 y 8.4 t de PM 2.5 en comparación con vehículos ICE (24% menos PM). En el año 2030, para el escenario High Case, se obtiene una reducción de 405,594 t de CO₂eq por la introducción de vehículos electrificados, de los cuales 316,458 corresponden a BEV (livianos y buses) superando en 26% la reducción estimada en el año 2030 en las NDC.
3. Ningún mercado de electromovilidad a nivel global se ha generado por sí solo. Si bien hay países que muestran una mayor adopción de dichas tecnologías, esto no se ha logrado únicamente a través de avances tecnológicos y un mercado convencional de oferta y demanda. Todos han requerido un alto nivel de intervención estatal en el entendimiento de que el desarrollo de la movilidad eléctrica mejora la calidad de vida de la población y mitiga el cambio climático. Las experiencias de países con mayor adopción de vehículos electrificados demuestran que ha sido el gobierno el que ha guiado a los demás actores hacia la electromovilidad a través de la implementación de las condiciones necesarias para su desarrollo. En ese sentido, la participación del gobierno es clave para el desarrollo de un marco normativo e implementación de incentivos y otras recomendaciones que se proponen como parte de este documento.
4. La introducción de incentivos para los vehículos eléctricos permite acelerar la paridad de costos entre BEV/ICE. Se puede alcanzar la paridad de costos BEV/ICE 11 años antes para livianos y camiones pasando del 2036 al 2025; y, 8 años para buses comparado con el BaU pasando del 2030 al 2022. Los incentivos propuestos que tienen impacto en acelerar la paridad de costos se encuentran vinculados a reducir impuestos y desincentivar el uso de combustibles contaminantes.

5. Existe una fuerte correlación entre incentivos implementados e incremento de la demanda. El análisis de lo ocurrido en Noruega, España, Brasil, México, Colombia, Chile, Ecuador, Costa Rica y Uruguay, dan por resultado que los ejes que tuvieron una estructura de incentivos más completos obtuvieron una mayor correlación para la adopción de vehículos electrificados:
 - o En todos los países se implementaron un conjunto amplio de políticas de reducción de costos de adquisición. En el 89% de los países se observa una alta correlación entre ventas y dichas políticas.
 - o En el 67% de los países analizados se desarrollaron políticas de promoción acelerada de infraestructura de carga. Del total, en el 83% de los casos, se observa una alta correlación entre las políticas de promoción de infraestructura de carga y ventas.
 - o En todos los países evaluados se implementaron políticas de promoción de flotas electrificadas. 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, sólo se implementaron y/o financiaron proyectos específicos lo cual puede no generó un impacto sostenible.
 - o En la totalidad de países se implementaron políticas de reducción de costos de operación como disminución de tasas impositivas y costo de la electricidad. Sin embargo, 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, incentivos que pudieron tener un mayor efecto dentro del costo de operación. En ese sentido, dichos países representan el 33% donde se observa alta correlación entre ventas y las políticas de reducción de costos de operación.
6. La demanda de vehículos electrificados crece junto con la implementación de infraestructura de carga. La disponibilidad de infraestructura de carga pública es fundamental para la adopción masiva de la movilidad eléctrica, minimizando la ansiedad de autonomía de los usuarios, dándole sustento operacional a la decisión de compra. Es necesario promover e incentivar en forma efectiva las inversiones en infraestructura de carga, dado que los vehículos electrificados irán hasta donde las estaciones de carga se los permitan.
7. Análisis iniciales demuestran que nuestro sistema eléctrico está en capacidad de proveer la energía y potencia requeridas al 2030, sin embargo, en cuanto a la tarifa, un tercer bloque horario será beneficioso para mejorar el costo de operación. Un bloque adicional con un tercer horario de tipo super valle además de reducir los costos de operación de los vehículos eléctricos producto de una tarifa específica, permitirá aprovechar la disponibilidad de las redes de distribución en horarios fuera de punta al desplazar y optimizar la demanda de energía a horarios de menor congestión. A partir de una disminución en la tarifa eléctrica en 9%, la paridad del TCO para vehículos livianos se aceleraría un año (2024). Por otro lado, según las estimaciones

preliminares de energía y la potencia que demandarán los vehículos eléctricos al año 2030, se infiere que la red eléctrica en el país podrá proporcionar tanto la energía como la potencia a nivel nacional para acompañar la adopción de la tecnología; sin embargo, debido a que la potencia depende de la infraestructura local, serán requeridas modificaciones a la red dependiendo de la demanda en cada localidad.

8. Prioridad a la electrificación del transporte público para promover las nuevas tecnologías. La electromovilidad en transporte público tiene un alto nivel de impacto producto de: las mayores distancias recorridas, destinos fijos con escalas determinadas que facilita la carga en la operación diaria, periodo de operación determinado, y condiciones seguras de funcionamiento; haciendo además visible la reducción de la contaminación con el uso de tecnologías más limpias.
9. Los vehículos HEV son los que han permitido la migración inicial de vehículos ICE a electrificados. Se sugiere que los incentivos contemplen esta tecnología, al menos en forma inicial y/o con un menor nivel de beneficio respecto a los BEV que es la tecnología a la que finalmente se apunta como no contaminante. 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, para los periodos iniciales. De los países analizados, en Ecuador no se incentivó de forma inicial los HEV y el despegue inicial de la electromovilidad ha terminado por ralentizarse.
10. La transición hacia la movilidad eléctrica es más efectiva si además se aplican tasas a las tecnologías contaminantes. Un factor importante que incentiva el cambio de ICE a vehículos electrificados son las cargas tributarias aplicadas a los vehículos que utilizan combustibles contaminantes. Esta propuesta se basa en el justiprecio de una carga impositiva según el nivel de contaminación de cada tipo de combustible conforme al costo social del CO₂ establecido para Perú; lo que se implementaría progresivamente durante un periodo de 20 años. Asimismo, este tributo, permitiría el equilibrio fiscal frente al costo de los incentivos económicos. De esta manera, el financiamiento de los incentivos para promover este cambio hacia la electromovilidad correrá por cuenta de quienes se mantengan utilizando combustibles contaminantes.

9.3 Recomendaciones

A continuación, se presentan las principales recomendaciones para el desarrollo de la electromovilidad a partir de buenas prácticas adoptada en otros países:

Tabla N° 109 – Recomendaciones para el desarrollo de la electromovilidad en el país

Frente	Recomendación	Descripción de recomendaciones	Beneficio	Actores sugeridos
Gobernanza y sostenibilidad	Asegurar la gobernanza del Plan Nacional de Electromovilidad	Encargar la articulación del Plan Nacional de Electromovilidad del Perú al Consejo Nacional de Competitividad y Formalización (CNCF) ³⁹ y así promover un trabajo coordinado a nivel interinstitucional entre las entidades públicas que tienen un rol principal en la promoción de la electromovilidad (MINEM, MINAM, MTC, MEF, ATU, OSINERGMIN, entre otros) y también incorporar la participación del sector privado.	Centralizar la responsabilidad de articular los servicios propuestos en el Plan Nacional de Electromovilidad.	CNCF - MEF
	Establecer la estructura de operación del Fondo de Electromovilidad	Designar y/o crear el órgano encargado de la gestión del Fondo de Electromovilidad. Definir los usos, priorizar y asignar los fondos a los servicios de incentivo a la electromovilidad que correspondan, según su prioridad y plazo según el Plan Nacional de Electromovilidad.	Centralizar la administración de los fondos disponibles para el desarrollo de la electromovilidad.	MINAM ⁴⁰
Energía e infraestructura	Determinar la infraestructura de carga necesaria que acompañe la adopción de vehículos eléctricos	Determinar la demanda de infraestructura de carga pública e inversión requerida según los escenarios de adopción de vehículos eléctricos al 2030 y la gradualidad en el despliegue en las ciudades principales.	Planificar la instalación de infraestructura de carga.	MINEM

³⁹ El CNCF, comisión de coordinación adscrita al MEF, es el encargado de articular los esfuerzos del sector público, privado y la academia para implementar reformas y medidas de impacto a favor de la competitividad y productividad del país, brindando asistencia técnica a Comités Técnicos Público Privados para el cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Competitividad y Productividad. Como parte del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030, el objetivo prioritario 9 busca promover la sostenibilidad ambiental en la operación de actividades económicas. A su vez, el lineamiento de política LP 9.3. se enfoca en generar soluciones sostenibles y más limpias para el desarrollo productivo en sectores de alto impacto de la economía nacional.

⁴⁰ Mediante el Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM, se propone dentro de las funciones de la Dirección de Cambio Climático y Desertificación: Coordinar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas y su reporte periódico según lo establezca la CMNUCC, con las entidades competentes.

Frente	Recomendación	Descripción de recomendaciones	Beneficio	Actores sugeridos
	Promover que la carga de vehículos eléctricos provenga de energías renovables como parte de una estrategia energética baja en emisiones	<p>Acompañar la futura adopción de vehículos electrificados con la promoción de energías renovables, como por ejemplo uso de paneles fotovoltaicos para alimentar los cargadores</p> <p>Para ello, será necesario determinar la viabilidad técnica, legal y financiera de la implementación de estaciones de carga con autogeneración de energía solar. Algunos factores que considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de radiación solar • Tipo de módulos fotovoltaicos a instalarse de acuerdo con la demanda de electricidad • Costos asociados: panel, convertidos, batería, terreno, entre otros. 	Aprovechamiento de las fuentes de energía renovables para la generación de energía limpia.	MINEM MINAM OSINERGMIN
Capacidades y sensibilización	Generación de capacidades para el análisis de riesgos para el financiamiento de la tecnología	Promover el acercamiento entre MINEM, MINAM y entidades especialistas en financiamiento climático (banca multilateral), así como la banca comercial para informar sobre los beneficios y riesgos de la tecnología con el objetivo de lograr que más entidades estén dispuestas a financiar con tasas preferentes.	Tasas preferentes para financiar la adquisición de vehículos electrificados.	MINAM MINEM Instituciones financieras
Industria	Evaluar oportunidades de desarrollo de industria de electromovilidad a través del aprovechamiento del litio e I+D	Evaluar el desarrollo de una industria de baterías para vehículos eléctricos apalancada en las reservas de litio disponibles en el Perú.	Diversificar actividades económicas al participar en la cadena de producción de los vehículos electrificados	PRODUCE CONCYTEC MINEM

Elaborado por EY

Bibliografía

- AAP - SUNARP. (2021). *Asociación Automotriz del Perú*. Obtenido de Estadísticas AAP:
https://aap.org.pe/estadisticas/ventas_inmatriculaciones_vehiculos_nuevos/venta-e-inmatriculacion-de-vehiculos-nuevos-2020/
- AAP. (28 de Febrero de 2019). *La renovación del parque automotor y el chatarreo vehicular*. Obtenido de 12° Foro & Exhibiciones de estaciones de servicio 2019:
<https://aap.org.pe/descarga/conferencias/12Foro-EESS-Chatarreo.pdf>
- AAP. (2019). *Los efectos de un parque automotor escaso y antiguo*. Obtenido de Asociación Automotriz del Perú: [https://aap.org.pe/aap-los-efectos-de-un-parque-automotor-escaso-y-antiguo-2/#:-:text=Ellioth%20Tarazona%2C%20gerente%20legal%20de,%C3%ADndice%20de%20motorizaci%C3%B3n%20de%2010.7\).](https://aap.org.pe/aap-los-efectos-de-un-parque-automotor-escaso-y-antiguo-2/#:-:text=Ellioth%20Tarazona%2C%20gerente%20legal%20de,%C3%ADndice%20de%20motorizaci%C3%B3n%20de%2010.7).)
- AAP. (Octubre de 2020). *AAP: VENTA DE VEHÍCULOS ECOAMIGABLES CRECE MÁS DE 90% EN OCTUBRE*. Obtenido de <https://aap.org.pe/aap-venta-de-vehiculos-ecoamigables-crece-mas-de-90-en-octubre/>
- Alcaldía de Medellín. (04 de Octubre de 2019). *En Medellín se entregarán más estímulos para la adquisición de taxis eléctricos*. Obtenido de Medellín.gov:
<https://www.medellin.gov.co/movilidad/index.php/component/k2/item/1200>
- Almazán, J. (16 de Febrero de 2020). *Sustitución de taxis de CdMx continuará en marzo*. Obtenido de Milenio: <https://www.milenio.com/politica/cdmx-continua-con-sustitucion-de-taxis-durante-2020>
- AméricaEconomía. (04 de Junio de 2019). *Yacimiento de litio descubierto en Perú supera los 2,34M de toneladas*. Obtenido de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/yacimiento-de-litio-descubierto-en-peru-supera-los-234m-de-toneladas>
- ANDEMOS. (2018). *Asociación Nacional de Movilidad Sostenible*. Obtenido de ANDEMOS advierte sobre el envejecimiento de la población vehicular en Colombia:
<https://www.andemos.org/index.php/2018/07/27/andemos-advierte-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacion-vehicular-en-colombia/>
- ANT. (2020). *Plan Renova*. Obtenido de Agencia Nacional de Tránsito:
<https://www.ant.gob.ec/index.php/home-2/14-servicios/plan-renova>
- ARCONEL. (2020). *Resoluciones y Pliegos Tarifarios*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de Electricidad: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/resoluciones-pliegos-tarifarios/>
- ARDANUY Ingeniería S.A. (2019). *La electromovilidad en el transporte público de América Latina*. Buenos Aires: Banco de Desarrollo de América Latina.
- ARESEP. (11 de Diciembre de 2020). *ARESEP define tarifa única para la red de centros de carga rápida de vehículos eléctricos*. Obtenido de Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos:
<https://aresep.go.cr/noticias/2778-aresep-define-tarifa-unica-para-la-red-de-centros-de-carga-rapida-de-vehiculos->

electricos#:~:text=La%20Autoridad%20Reguladora%20de%20los,el%20diario%20oficial%20La%20Gaceta.

- Arthur D. Little. (Septiembre de 2020). *El Futuro de la Movilidad Eléctrica en América Latina*. Obtenido de World Energy Council: <https://www.energycolombia.org/wp-content/uploads/1.-Estudio-de-movilidad-en-Latinoamerica.pdf>
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (19 de Marzo de 2019). *Ley orgánica de eficiencia energética*. Obtenido de https://0c37f82b-8665-438c-87b0-d63bbae3a5d4.filesusr.com/ugd/7770f0_e4ae8d4dcaa440839979b69a173ea363.pdf
- AUXADI. (28 de Noviembre de 2018). *BRASIL: Incentives for the automotive industry are approved by the Brazilian Senate*. Obtenido de <https://www.auxadi.com/en/news/brasil-el-senado-aprueba-incentivos-para-la-industria-automotriz/>
- AVEC. (2019). *Electromovilidad en Chile 2019: Informe del Estado Actual de la Industria*. Obtenido de Asociación Gremial de Vehículos Eléctricos de Chile: <https://www.revistaei.cl/wp-content/uploads/2020/04/Electromovilidad-en-Chile-2019.pdf>
- Axel Ensslen, P. R. (2018). Incentivizing smart charging: Modeling charging tariffs for electric vehicles in German and French electricity markets. *ELSEVIER*.
- BCRP. (2021). *Banco Central de Reserva del Perú*. Obtenido de Reporte de inflación: <https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/reporte-de-inflacion.html>
- Beher, J. (12 de Julio de 2019). *Comuna de La Reina recibe tres nuevos buses eléctricos de Yutong*. Obtenido de Autocosmos: <https://noticias.autocosmos.cl/2019/07/12/comuna-de-la-reina-recibe-tres-nuevos-buses-electricos-de-yutong>
- Besich, N. (10 de Julio de 2019). *Incremento en el ISC a los vehículos usados, una decisión acertada. Impuesto selectivo al consumo*. Obtenido de Vidanza consultores: <https://vidanza.org/incremento-en-el-isc-a-los-vehiculos-usados-una-decision-acertada/>
- BID. (2019). *Análisis de tecnología, industria y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID. (2019). *Análisis de tecnología, industria y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID. (Febrero de 2020). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Lima, Perú: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/An%C3%A1lisis-y-diseno-de-modelos-de-negocio-y-mecanismos-de-financiacion-para-buses-electricos-en-Lima-Peru.pdf>
- Bloomberg. (22 de Marzo de 2018). *Electric Cars May Be Cheaper Than Gas Guzzlers in Seven Years*. Obtenido de Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-22/electric-cars-may-be-cheaper-than-gas-guzzlers-in-seven-years?sref=HlptHQxP>
- Bloomberg. (18 de 04 de 2019). *Bloomberg*. Obtenido de Electric Cars Cause Another Great Generational Divide: <https://www.bloomberg.com/press-releases/2019-04-18/electric-cars-cause-another-great-generational-divide>

- Bnamericas. (21 de Julio de 2020). *Electric vehicles forecast to drive 250,000t copper demand rise in 2030*. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/en/news/electric-vehicles-forecast-to-drive-250000t-copper-demand-rise-in-2030>
- BNEF. (12 de Abril de 2017). *When Will Electric Vehicles be Cheaper than Conventional Vehicles?* Obtenido de Bloomberg New Energy Finance: https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/06/BNEF_2017_04_12_EV-Price-Parity-Report.pdf
- Boletín oficial del Estado de España. (9 de Mayo de 2011). *Real Decreto 647/2011*. Obtenido de Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-8910>
- Boletín Oficial del Estado de España. (28 de Marzo de 2014). *Real Decreto 216/2014*. Obtenido de Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-3376>
- Borja, M. d. (12 de Julio de 2019). *Historial de Noticias*. Obtenido de San Borja inicia servicio de transporte con buses que realizan traslados gratuitos, de forma segura: <http://www.munisanborja.gob.pe/index.php/historial-de-noticias/903-san-borja-inicia-servicio-de-transporte-con-buses-que-realizan-traslados-gratuitos-de-forma-segura.html>
- Broom, D. (18 de Septiembre de 2020). *An overwhelming majority of people want real change after COVID-19*. Obtenido de World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2020/09/sustainable-equitable-change-post-coronavirus-survey/>
- Cámara de diputados del congreso de la unión. (30 de Noviembre de 2016). *Ley federal del impuesto sobre automóviles nuevos*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/123_140120.pdf
- Canadian Automobile Association. (2020). *Types of Electric vehicle*. Obtenido de <https://www.caa.ca/electric-vehicles/types-of-electric-vehicles/>
- Cardoso, D., Fael, P., & Espírito-Santo, A. (30 de Agosto de 2019). *ScienceDirect*. Obtenido de sciencedirectassets: <https://pdf.sciencedirectassets.com/311225/1-s2.0-S2352484720X00023/1-s2.0-S235248471930592X/main.pdf?X-Amz-Date=20201127T212115Z&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Signature=d72c3a5bfee25931dd43bc51a8f5e28a6c0725b0b85ba7a8fc41850349a50ef0&X-Amz-Crede>
- Cardoso, Daniel; Fael, Paulo; Espírito-Santo, António. (30 de Agosto de 2019). *A review of micro and mild hybrid systems*. Obtenido de Sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235248471930592X>
- CCU. (18 de Agosto de 2017). *CCU Presenta flota de camiones eléctricos como parte de su nuevo modo de distribución*. Obtenido de Compañía de Cervecerías Unidas: <https://www.ccu.cl/ccu-presenta-flota-de-camiones-electricos-como-parte-de-su-nuevo-modelo-de-distribucion/>

- Center of Transatlantic Relations. (2017). *Center of Transatlantic Relations - European Union*.
Obtenido de Energy & Transportation in the Atlantic Basin:
<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/libros/libros-capitulos-libro/Energy-Transportation-Atlantic-Basin.pdf>
- CEPAL. (2019). *El costo social del carbono: una visión agregada desde América Latina*. Santiago de Chile.
- CEPAL. (2021). *Estadísticas e Indicadores Ambientales*. Obtenido de Otros temas ambientales específicos para asentamientos urbanos. Parque automotor por habitante:
http://interwp.cepal.org/sisgen/Sisgen_MuestraFicha_puntual.asp?indicador=2028&id_estudio=707&id_aplicacion=22&idioma=e#:~:text=El%20parque%20automotor%20corresponde%20a,%2C%20autobuses%2C%20camiones%20y%20camionetas.
- CEPLAN. (Octubre de 2018). *Escenarios Contextuales: Cambios globales y sus consecuencias para el Perú*. Obtenido de Centro Nacional de Planeamiento estratégico:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1057147/Escenarios-contextuales-CEPLAN20200728-16199-1yemynm.pdf>
- CEPLAN. (Enero de 2019). *Perú 2030: Tendencias globales y regionales*. Obtenido de Centro Nacional de Planeamiento Estratégico: <https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/CEPLAN-Tendencias-globales-y-regionales.pdf>
- CNN Chile. (24 de 03 de 2018). *Vitacura inauguró primera flota de autos eléctricos municipales*. Obtenido de CNN Chile: https://www.cnnchile.com/pais/vitacura-inauguro-primera-flota-de-autos-electricos-municipales_20180324/
- COES. (2019). *Estadísticas anuales de operación*. Obtenido de <https://www.coes.org.pe/Portal/Publicaciones/Estadisticas/>
- COINC. (2017). *COINC*. Obtenido de ¿En qué consiste el plan MOVALT?: <https://www.coinc.es/blog/noticia/ayudas-plan-movalt>
- Comisión Federal de Electricidad. (2017). *Guía para contratación de servicios de recarga de vehículos eléctricos para clientes residenciales*. Obtenido de <http://www.chargenow.mx/wp-content/uploads/2015/02/Guia-contratacion-servicios-para-recarga-autos-electricos.pdf>
- Comité de Aire Limpio. (2021). Análisis de la mortalidad de la gestión de la calidad del aire en Lima-Callao, Perú.
- Congreso de Intendentes. (2019). *Normas de determinación del tributo de patente de rodados*. Obtenido de Artículo 297 de la constitución - Ley 18860 - Ejercicio 2019: <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/textoordenadodelsucive2019.pdf>
- Consejo de competitividad y formalización. (Agosto de 2019). *Plan nacional de competitividad y productividad 2019 - 2030*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/concdecompetitividad/Plan_Nacional_de_Competitividad_y_Productividad_PNCP.pdf
- COPEC. (2020). *Electromovilidad donde la necesites. Descubre la red de carga rápida más extensa de sudamérica*. Obtenido de <https://ww2.copec.cl/copecvoltex>

- CORFO. (2020). *Instituto de Tecnologías Limpias (Fase RFP)*. Obtenido de Corporación de Fomento de la producción:
https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/instituto_de_tecnologias_limpias_fase_rfp
- Costa Rica Limpia. (10 de Agosto de 2019). *Lanzamiento oficial de la ruta eléctrica Monteverde*. Obtenido de <https://www.costaricalimpia.org/publicaciones/2019/8/8/lanzamiento-oficial-de-la-ruta-elctrica-monteverde>
- CPFL Energía. (2014). *Governo zera imposto de importação para carro elétrico e a hidrogênio*. Obtenido de A mobilidade sustentável segue em frente:
<https://www.cpfl.com.br/sites/mobilidade-eletrica/mobilidade-e/legislacao/Paginas/Governo-zera-imposto-de-importa%C3%A7%C3%A3o-para-carro-el%C3%A9trico-e-a-hidrog%C3%AAnio.aspx>
- Dell, R., Moseley, P., & Rand, D. (2014). *Towards Sustainable Road Transport*.
- Diario Oficial de la Federación. (03 de Septiembre de 2020). *Decreto por el que se modifica la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5599614&fecha=03/09/2020
- DIDP. (Octubre de 2018). *Vehículos eléctricos e híbridos: Aspectos conceptuales, legislación nacional y comparada*. Obtenido de Departamento de Investigación y Documentación Parlamentaria:
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/\\$FILE/VEHICULOS-EL%C3%89CTRICOS-H%C3%8DBRIDOS.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/4B9CCE8B4906567405258330008187C1/$FILE/VEHICULOS-EL%C3%89CTRICOS-H%C3%8DBRIDOS.pdf)
- Digital, S. (29 de abril de 2019). *Lanzan el primer bus eléctrico con ruta comercial de San Juan de Lurigancho a Chorrillos*. Obtenido de San Juan de Lurigancho Digital:
<https://sjldigital.com/lanzan-el-primer-bus-electrico-con-ruta-comercial-de-san-juan-de-lurigancho-a-chorrillos/>
- Directorio de Transporte Público. (11 de Septiembre de 2018). *Presentan contenido esencial de bases licitación del Transantiago*. Obtenido de Red Metropolitana de Movilidad:
<https://www.red.cl/noticias/presentan-contenido-esencial-de-bases-licitacion-del-transantiago>
- DNP. (10 de Julio de 2018). *Política de crecimiento verde*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%C3%ADtica%20CONPES%203934/CONPES%203934%20-%20Pol%C3%ADtica%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf>
- Doyle, A., & Muneer, T. (2017). *Electric Vehicles: Prospects and Challenges*.
- DTPM Chile. (2018). *Directorio de Transporte Político Metropolitano*. Obtenido de Directorio de Transporte Político Metropolitano:
<http://www.dtpm.gob.cl/descargas/cevias2018/Contenido%20Esencial%20de%20V%C3%ADas%202018.pdf>
- Durán, A. (27 de Octubre de 2020). *BMW México y Nissan Mexicana lanzan ChargeNow*. Obtenido de CarNews: <http://www.carnews.com.mx/bmw-mexico-y-nissan-mexicana-lanzan-charge-now/>
- EAF0. (2019). *Norway incentives*. Obtenido de <https://www.eafo.eu/countries/norway/1747/incentives>

- Economía y Negocios. (2019). *Economía y Negocios*. Obtenido de Recaudación por impuesto verde a vehículos nuevos aumentó 8,5% en 2018:
<http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=547209>
- El Comercio. (03 de Diciembre de 2018). *Firman convenio para colocar primer bus eléctrico en el transporte público de Lima*. Obtenido de El Comercio:
<https://elcomercio.pe/economia/peru/firman-convenio-colocar-primer-bus-electrico-transporte-publico-lima-noticia-579302>
- El Comercio. (5 de Diciembre de 2019). *Dos nuevos buses se suman al traslado gratuito de vecinos por calles de San Borja*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/san-borja-dos-nuevos-buses-se-suman-al-traslado-gratuito-de-vecinos-por-calles-del-distrito-nndc-urbanito-seguro-alberto-tejada-noticia/>
- El Comercio. (07 de Febrero de 2020). *¿Por qué Santiago de Chile tiene 400 buses eléctricos en su transporte público y Lima apenas uno?* Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/transporte/buses-electricos-por-que-santiago-de-chile-tienen-400-de-estos-vehiculos-en-su-transporte-publico-y-lima-apenas-uno-noticia/>
- El Español. (08 de Febrero de 2021). *La red de carga debe crecer un 33% al año para electrificar la movilidad española en 2030*. Obtenido de https://www.elespanol.com/invertia/observatorios/movilidad/20210208/red-carga-debe-crecer-electrificar-movilidad-espanola/556695521_0.html
- El Peruano. (2019). *Decreto de urgencia que establece incentivos para el fomento del chatarreo*. Obtenido de Decreto de urgencia N° 029 - 2019:
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-de-urgencia-que-establece-incentivos-para-el-fomento-decreto-de-urgencia-n-029-2019-1838988-1/>
- El Peruano. (2019). *Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica*. Obtenido de Decreto supremo: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-disposiciones-sobre-la-infraestr-decreto-supremo-n-022-2020-em-1879172-2/>
- El Peruano. (2019). *Decreto Supremo que crea el Programa Nacional de Transporte Urbano Sostenible*. Obtenido de Decreto supremo N° 027-2019-MTC:
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-crea-el-programa-nacional-de-transporte-decreto-supremo-n-027-2019-mtc-1792885-4/>
- El Peruano. (2020). *Decreto legislativo que establece un régimen especial de depreciación y modifica plazos de depreciación*. Obtenido de Decreto legislativo N° 1488:
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-establece-un-regimen-especial-de-dep-decreto-legislativo-n-1488-1866210-6/>
- Electromaps. (09 de Octubre de 2018). *Electromaps*. Obtenido de El Gobierno elimina la figura del gestor de carga: <https://www.electromaps.com/articulo/el-gobierno-elimina-la-figura-del-gestor-de-carga>
- ElectroTransporte. (18 de Julio de 2019). *ENGIE Chile: "Puede que en 2024 un coche convencional valga lo mismo que un eléctrico"*. Obtenido de <https://www.electrotransporte.com.pe/noticias.php?page=details&id=138>

- ElectroTransporte. (12 de 11 de 2019). *PRIMAX Y SHELL ESTRENA LA PRIMERA ELECTROLINERA EN PERÚ*. Obtenido de <https://electrotransporte.com.pe/noticias.php?page=details&id=191>
- Emol. (2019). *Emol*. Obtenido de Estudio revela que los autos “duran más” que antes: En EE.UU. se usan 11,8 años en promedio:
<https://www.emol.com/noticias/Autos/2019/10/01/962901/Estudio-edad-promedio-autos.html#:~:text=%E2%80%9CNosotros%20en%20Chile%20tenemos%20menos,veh%C3%A Dculos%20son%20tecnolog%C3%ADa%20Euro%205%E2%80%9D>.
- Empresas Copec. (25 de Octubre de 2019). *Copec lanza nueva Red de Carga Pública para Vehículos Eléctricos*. Obtenido de <https://www.empresascopec.cl/noticia/copec-lanza-nueva-red-de-carga-publica-para-vehiculos-electricos/>
- Endesa. (08 de 2018). *Modos de carga*. Obtenido de <https://endesavehiculoelectrico.com/recarga/modos-de-recarga/>
- Enel X. (20 de Diciembre de 2018). *El futuro de la movilidad eléctrica llegará el 2019 con el Proyecto Lima E-bus*. Obtenido de Enel X: <https://www.enelx.com/pe/es/medios-noticias/press/el-futuro-de-la-movilidad-electrica-llegara-el-2019-con-el-proye>
- ENEL X. (27 de Agosto de 2018). *Enel X junto a Municipalidad de Concepción y Ministerio de Transportes Inauguran Recorrido del primer bus eléctrico de la Región del Biobío*. Obtenido de <https://www.enelx.com/cl/es/medios-noticias/press/primer-bus-electrico-de-biobio>
- Enel X. (9 de Septiembre de 2020). *Día del Vehículo Eléctrico: Enel X instala primera red de electrolineras en el país*. Obtenido de E-Mobility: <https://www.enel.pe/es/conoce-enel/prensa/press/d202009-dia-del-vehiculo-electrico--enel-x-peru-instala-primera-red-de-e.html>
- ENEL X. (2020). *Mapa puntos de carga para vehículos eléctricos*. Obtenido de <https://www.enelx.com/cl/es/movilidad-electrica/mapa-puntos-de-carga>
- Energía Estratégica. (18 de Diciembre de 2020). *Chile contará con un Centro de Electromovilidad en 2021 para fomentar la penetración de vehículos eléctricos*. Obtenido de <https://www.energiaestrategica.com/chile-contara-con-un-centro-de-electromovilidad-en-2021-para-fomentar-la-penetracion-de-vehiculos-electricos/#:~:text=de%20diciembre%202020-,Chile%20contar%C3%A1%20con%20un%20Centro%20de%20Electromovilidad%20en%202021%20>
- ENGIE. (14 de Noviembre de 2018). *ENGIE desarrolla piloto de electromovilidad para industria minera*. Obtenido de <https://www.engie.cl/engie-desarrolla-piloto-de-electromovilidad-para-industria-minera/>
- Engie. (05 de Mayo de 2019). *Cerro Corona inició operación del bus 100% eléctrico*. Obtenido de <https://engie.pe/2019/05/10/cerro-corona-inicio-operacion-del-bus-100-electrico/>
- Engie Chile. (18 de 07 de 2019). Conferencia Electrotransporte.
- Environmental Sciences Europe. (29 de Mayo de 2020). *springeropen*. Obtenido de <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-020-00307-8>

- EUKI. (03 de Septiembre de 2018). *Incentives for Electric Vehicles in Norway*. Obtenido de European Climate Initiative: <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-incentives-for-electric-vehicles-no.pdf>
- EY. (2019). *EY*. Obtenido de Perú es el quinto país más atractivo de Latinoamérica en energías renovables: https://www.ey.com/es_pe/news/2019/07/peru-es-el-quinto-pais-mas-atractivo-de-latinoamerica-en-energia#:~:text=El%20Per%C3%BA%20se%20mantiene%20como,ubicaci%C3%B3n%2033%20a%20la%2038.
- EY. (4 de Marzo de 2019). *Why the EV battery life cycle is more important than the battery life*. Obtenido de https://www.ey.com/en_gl/automotive-transportation/why-the-ev-battery-life-cycle-is-more-important-than-the-battery-life
- EY. (21 de Julio de 2020). Obtenido de Will consumers release control on an autonomous future?: https://www.ey.com/en_gl/automotive-transportation-future-mobility/will-consumers-release-control-on-an-autonomous-future
- EY. (2020). *How commercial fleet electrification is driving opportunities: Understanding emerging opportunities and challenges as commercial fleet operators rapidly adopt electric vehicles*. EY.
- EY. (2021). *Assets.ey.com*. Obtenido de https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/power-and-utilities/ey-how-commercial-fleet-electrification-is-driving-opportunities.pdf
- EY. (2021). *Automotive Sector - America's All Hands Call*. EY.
- EY. (2021). *EY*. Obtenido de How the mobility sector can adapt to disruptive waves of change: https://www.ey.com/en_gl/automotive-transportation/how-the-mobility-sector-can-adapt-to-disruptive-waves-of-change
- EY Global. (21 de Julio de 2020). *Will consumers release control on an autonomous future?* Obtenido de https://www.ey.com/en_gl/automotive-transportation-future-mobility/will-consumers-release-control-on-an-autonomous-future
- Facts & Factors. (2020). Obtenido de Global Shared Mobility Market Size & Trends Will Reach to USD 238.03 billion by 2026: Facts & Factors: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/12/10/2143121/0/en/Global-Shared-Mobility-Market-Size-Trends-Will-Reach-to-USD-238-03-billion-by-2026-Facts-Factors.html>
- Foro Económico Mundial. (Setiembre de 2020). *An overwhelming majority of people want real change after COVID-19*. Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2020/09/sustainable-equitable-change-post-coronavirus-survey/>
- Gamio, P., & Eisman, J. (Enero de 2016). *Documento de política: Acceso universal a energía y tecnologías renovables*. Obtenido de http://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/actividades/27.1.16_acceso_universal_a_energia_y_tecnologias_renovables_1.pdf
- Gob.cl. (21 de Noviembre de 2019). *MTT da inicio formal al proceso de licitación de suministro de buses para el sistema de transporte público de Santiago*. Obtenido de Gobierno de Chile:

<https://www.gob.cl/noticias/damos-inicio-formal-al-proceso-de-licitacion-de-suministro-de-buses-para-el-sistema-de-transporte-publico-de-santiago/>

- GTM-NDC. (2018). *Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC)*.
- Guía del Gas. (30 de Septiembre de 2019). *Conversiones a GNV crecen al 2% anual en Perú*. Obtenido de <https://guiadelgas.com/vehicular/conversiones-a-gnv-crecen-al-2-anual-en-peru/>
- Hernández, D. (29 de Mayo de 2017). *Los beneficios fiscales de tener bicis y autos eléctricos en México*. Obtenido de Nación Eléctrica: <https://nacionelectrica.com/los-beneficios-fiscales-bicis-autos-electricos-mexico/>
- Herrera, W. (19 de Febrero de 2020). *La Fortuna inaugura Ruta Eléctrica con significativa instalación de centros de carga*. Obtenido de La República.net: <https://www.larepublica.net/noticia/la-fortuna-inaugura-ruta-electrica-con-significativa-instalacion-de-centros-de-carga>
- Híbridos y Eléctricos. (02 de Noviembre de 2020). *Europa, y especialmente España, necesita aumentar su infraestructura de carga de coches eléctricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/europa-necesita-aumentar-infraestructura-carga-coches-electricos-espana-mas/20201028172142039461.html>
- Híbridos y eléctricos. (05 de Marzo de 2021). *Más millones para reactivar la compra de coches eléctricos en España*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/mas-millones-reactivar-compra-coches-electricos-espana/20210305170504043080.html>
- ICCT. (Febrero de 2013). *Brazil's INOVAR-AUTO incentive program*. Obtenido de International Council on Clean Transportation: https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_Brazil_InovarAuto_feb2013.pdf
- ICCT. (26 de Febrero de 2019). *A global snapshot of the air pollution-related health impacts of transportation sector emissions in 2010 and 2015*. Obtenido de The International Council on Clean Transportation: <https://theicct.org/publications/health-impacts-transport-emissions-2010-2015>
- IDAE. (2012). *Mapa tecnológico movilidad eléctrica*. Obtenido de Observatorio Tecnológico de la Energía: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Movilidad_Electrica_ACC_c603f868.pdf
- IDAE. (30 de Noviembre de 2018). *Plan Movalt Vehículos*. Obtenido de Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/convocatorias-cerradas/plan-movalt-vehiculos>
- IDAE. (16 de Junio de 2020). *Plan de Impulso a la cadena de valor de la Industria de la Automoción, hacia una movilidad Sostenible y Conectada*. Obtenido de Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: <https://www.idae.es/noticias/plan-de-impulso-la-cadena-de-valor-de-la-industria-de-la-automocion-hacia-una-movilidad>

- IDAE. (16 de Junio de 2020). *Plan MOVÉS II*. Obtenido de Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/plan-moves-ii>
- IEA. (2018). *Explore energy data by category, indicator, country or region*. Obtenido de Electricity generation by source, World 1990-2018 : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=ElecGenByFuel>
- IEA. (2018). *Explore energy data by category, indicator, country or region* . Obtenido de Electricity generation by source, Central & South America 1990-2018 : <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WEOCSAM&fuel=Energy%20supply&indicator=ElecGenByFuel>
- IEA. (2020). *Global EV Outlook 2020*. International Energy Agency.
- IEA. (2020). *Global EV Outlook 2020*. IEA.
- INACAL. (28 de Marzo de 2019). *INACAL instaló comité técnico de normalización de transporte eléctrico*. Obtenido de NOTA DE PRENSA N° 039-2019: <https://www.inacal.gob.pe/principal/noticia/inacal-comite-normalizacion-transporte>
- INEI. (2020). *Anuario de Estadísticas Ambientales*.
- INEI. (s.f.). *Estimaciones y proyecciones de población*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population-estimates-and-projections/>
- INGEI. (Noviembre de 2019). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2014 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010 y 2012*. Obtenido de Dirección General de Cambio Climático y Desertificación. Ministerio del Ambiente: <https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/09/INGEI-2014-PERU-MOD-ENER2020.pdf>
- Institute of Physics of United Kingdom. (2020). *Potential of range extender electric vehicles (REEVS)*. Bristol: IOPscience.
- Institute of Transport Economics Norwegian Centre for Transport Research. (2013). *Electromobility in Norway - Experiences and opportunities with electric vehicles*.
- International Copper Association. (Junio de 2017). *The Electric Vehicle Market and Copper Demand*. Obtenido de <https://copperalliance.org/wp-content/uploads/2017/06/2017.06-E-Mobility-Factsheet-1.pdf>
- International copper association. (Junio de 2017). *The Electric Vehicle Market and Copper Demand* . Obtenido de <https://copperalliance.org/wp-content/uploads/2017/06/2017.06-E-Mobility-Factsheet-1.pdf>
- International Energy Agency. (2020). *Global Electric vehicle outlook 2020*. International Energy Agency.
- IQAir. (2019). *2019 World Air Quality Report*. Obtenido de Region & City PM2.5 Ranking: <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities/world-air-quality-report-2019-en.pdf>

- IQAir. (2020). *World's most polluted countries 2019 (PM2.5)*. Obtenido de AirVisual: <https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>
- Isla, L., Singla, M., Rodríguez, M., & Granada, I. (2019). *Análisis de tecnología, industria y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- JATO. (29 de Octubre de 2020). *In September 2020, for the first time in European history, registrations for electrified vehicles overtook diesel*. Obtenido de <https://www.jato.com/in-september-2020-for-the-first-time-in-european-history-registrations-for-electrified-vehicles-overtook-diesel/>
- Jugo Rebaza, J. (16 de Septiembre de 2020). *Macusani Yellowcake estima que Perú superará a Chile en su quinto año de explotación de litio*. Obtenido de <https://www.dipromin.com/noticias/mineria/macusani-yellowcake-estima-que-peru-superara-a-chile-en-su-quinto-ano-de-explotacion-de-litio/>
- KIA. (2020). *What is a Mild Hybrid*. Obtenido de <https://www.kia.com/uk/electric-hybrid-cars/what-is-a-mild-hybrid/>
- La Moncloa. (15 de Junio de 2020). *El Gobierno refuerza el sector del automóvil con un Plan dotado con 3.750 millones euros*. Obtenido de La Moncloa: <https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2020/150620-sanchez-automocion.aspx>
- La República. (2020). *Renovación de la flota, entre las apuestas de movilidad sostenible de Bogotá, Medellín y Cali*. Obtenido de La República: <https://www.larepublica.co/especiales/movilidad-sostenible/renovacion-de-la-flota-entre-las-apuestas-de-movilidad-sostenible-de-bogota-medellin-y-cali-3080011>
- La Vanguardia. (27 de 11 de 2014). *La Vanguardia*. Obtenido de Perú recibió donación de 171 autos híbridos de Japón para ser usados en COP20: <https://www.lavanguardia.com/politica/20141127/54420279992/peru-recibio-donacion-de-171-autos-hibridos-de-japon-para-ser-usados-en-cop20.html>
- La Vanguardia. (18 de Junio de 2020). *Cómo achatarrar tu coche para acceder a las ayudas económicas del plan Renove*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/motor/20200618/481825940477/achatarrar-coche-plan-renove-ayuda-subsencion-gobierno.html>
- Laing, A. (26 de Agosto de 2020). *Electric cars to account for 79% of lithium demand by 2030: Chile*. Obtenido de <https://in.reuters.com/article/us-chile-lithium/electric-cars-to-account-for-79-of-lithium-demand-by-2030-chile-idUSKBN25M2PG>
- Lima como vamos. (2019). *Lima y Callao según sus ciudadanos*. Obtenido de Décimo Informe Urbano de Percepción sobre Calidad de Vida en la Ciudad: https://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2019/11/Encuesta-2019_.pdf
- Lima Cómo Vamos. (2019). *Lima y Callao según sus ciudadanos: Décimo Informe Urbano de Percepción sobre Calidad de Vida en la Ciudad*.
- Liu, K., Peng, Q., & Zhang, C. (2019). A brief review on key technologies in the battery. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 47-64.

- LMC Automotive. (2021). *Global Hybrid and Electric Vehicle Forecast*.
- MAPFRE. (2 de Julio de 2020). *¿Qué impuestos pagan los coches eléctricos?* Obtenido de <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-para-ahorrar/impuestos-coches-electricos/>
- Mapfre. (17 de Julio de 2020). *Motor Canales Mapfre*. Obtenido de Ventajas de aparcar un coche eléctrico: <https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/aparcar-coche-electrico/>
- Martínez Salgado, H., & Castellanos, S. (2019). *Etiqueta y norma de eficiencia energética para vehículos livianos*. Obtenido de Beneficios, barreras y estudios de caso: una herramienta para su implementación en países latinoamericanos: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Etiqueta_y_norma_de_eficiencia_para_veh%C3%ADculos_livianos_Beneficios_barreras_y_estudios_de_caso_una_herramienta_para_su_implementaci%C3%B3n_en_pa%C3%ADses_latinoamericanos_es.pdf
- Mckie, D. (29 de June de 2020). *Shifting to electric vehicles requires economic incentives, just ask Norway*. Obtenido de <https://www.nationalobserver.com/2020/06/29/analysis/shifting-electric-vehicles-requires-economic-incentives-just-ask-norway>
- McKinsey & Company. (01 de Junio de 2015). *Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world*. Obtenido de McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world>
- McKinsey & Company. (19 de Diciembre de 2019). *The future of mobility is at our doorstep*. Obtenido de McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-is-at-our-doorstep>
- McKinsey & Company. (s.f.). *Shared mobility*. Obtenido de McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/overview/shared-mobility>
- ME Chile. (2012). *Etiqueta de eficiencia energética*. Obtenido de Ministerio de Energía del gobierno de Chile: <http://www.consumovehicular.cl/etiqueta/su-importancia>
- México Automotriz. (2020). *México Automotriz*. Obtenido de ARIDRA. 32.5 millones de unidades registradas es el parque vehicular de México durante 2019: <https://www.mexicoautomotriz.mx/transporte/aridra-32-5-millones-de-unidades-registradas-es-el-parque-vehicular-de-mexico-durante-2019/#:~:text=Resumiendo%20y%20en%20corto%2C%20Evaristo,Estados%20Unidos%20de%2011.9%20a%C3%B1os.>
- MIEM. (2012). *Vehículos utilitarios eléctricos: Una inversión rentable*. Obtenido de Ministerio de Industria, Energía y Minería: Eficiencia Energética: http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/56464/Utilitarios+el%C3%A9ctricos_inversi%C3%B3n+rentable.pdf/02d5a347-2bbc-42e2-b527-723637eae8c8
- MINAM. (Diciembre de 2014). *Estudio de morbilidad por efectos de la contaminación del aire en la salud de las personas*. Obtenido de Ministerio del Ambiente:

<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/76/BIV01745.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- MINAM. (2018). *Balance Nacional de Energía 2018*. Obtenido de Sistema nacional de información ambiental: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/balance-nacional-energia-2018>
- MINAM. (2019). *Diagnóstico de la gestión de la calidad ambiental del aire de Lima y Callao*. Obtenido de Avance: Plan de acción para el mejoramiento de la calidad del aire de Lima-Callao: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/66299>
- MINAM, MINEN, MINTRAN, UPME. (2019). *Estrategia nacional de movilidad eléctrica de Colombia*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Transporte, Unidad de Planeación Minero Energética: <https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24230999/EstrategiaNacionalMovilidadElectrica2020.pdf>
- MINEM. (02 de Septiembre de 2019). *Proyecto de decreto supremo que aprueba disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de abastecimiento*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_prepublicacion.php?idSector=12&idPrepublicacion=255
- MINEM. (2020). *Balance Nacional de Energía 2018*. Obtenido de Sistema nacional de información ambiental: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/balance-nacional-energia-2018>
- MINEM. (2020). *El proyecto NAMAs*. Obtenido de <http://namasenergia.minem.gob.pe/>
- Ministerio de Economía y Finanzas de Uruguay. (02 de Agosto de 2012). *Artículo 35°. - Categorías y tasas del impuesto*. Obtenido de http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22856/Decreto246-012_Imesi_Vehiculos_mef1786.pdf/197746ff-2de5-43e4-a8f3-ee3ecae1323f
- Ministerio de Energía de Chile. (2018). *Buenas Prácticas en Movilidad Eléctrica*.
- Ministerio de energía de Chile. (2020). *Plataforma de electromovilidad*. Obtenido de Transporte de pasajeros: <https://energia.gob.cl/electromovilidad/transporte-de-pasajeros/buses-electricos-red>
- Ministerio de Energía de Chile. (2020). *Plataforma de Electromovilidad*. Obtenido de Plataforma de Electromovilidad: <https://energia.gob.cl/electromovilidad/introduccion>
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/8_%20guia%20sector%20transporte%20DGEE-1.pdf
- MODASA. (Septiembre de 2020). *Noticias MODASA*. Obtenido de ENGIE y MODASA lanzan el primer bus 100% eléctrico "Made in Perú": <https://modasa.com.pe/noticias/modasa-lanzan-primer-bus-electrico/>
- MOVÉS. (2020). *Plan Institucional de Movilidad Sostenible*. Obtenido de Movilidad eficiente y sostenible: <https://moves.gub.uy/iniciativa/plan-institucional-de-movilidad-sostenible/>
- MTC. (2018). *Anuario estadístico 2018*. Obtenido de Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/407547/ANUARIO_ESTADISTICO_2018.pdf

- MTC. (12 de Marzo de 2018). *Plataforma digital única del Estado Peruano*. Obtenido de Estadística - Servicios de transporte terrestre por carretera - Parque automotor: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344892-estadistica-servicios-de-transporte-terrestre-por-carretera-parque-automotor>
- MTC. (7 de Octubre de 2018). *Reglamento nacional de vehículos*. Obtenido de Decreto supremo N° 058-2003-MTC: <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/terrestre/documentos/REGLAMENTO%20NACIONAL%20DE%20VEHICULOS%20%20actualizado%20al%202023.08.2016.pdf>
- MTC. (Junio de 2019). *Panorama de Electromovilidad en el Perú*. Obtenido de Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones: <https://www.greenfinancelac.org/wp-content/uploads/2020/02/MTC-Panorama-de-En-en-Peru%CC%81.pdf>
- MTT Chile. (24 de Mayo de 2019). *Presentamos bus eléctricos que recorrerá en forma gratuita el centro de Antofagasta*. Obtenido de <https://mtt.gob.cl/archivos/21189>
- MTT Chile. (07 de Septiembre de 2020). *127 nuevos buses ecológicos con estándar Red para 20 comunas del Gran Santiago*. Obtenido de Ministerio de transporte y telecomunicaciones de Chile: <http://mtt.gob.cl/archivos/26428>
- MTT Chile. (09 de Junio de 2020). *Actualizamos bases de licitación de vías: proceso incorporará procesos online por efectos de la pandemia del covid 19*. Obtenido de Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones: <https://mtt.gob.cl/archivos/25407>
- Municipalidad de Independencia. (16 de Octubre de 2019). *Municipio de Independencia cambia su flota vehicular por autos 100% eléctricos*. Obtenido de [Independencia.cl](https://www.independencia.cl/municipio-de-independencia-cambia-su-flota-vehicular-por-autos-100-electricos/): <https://www.independencia.cl/municipio-de-independencia-cambia-su-flota-vehicular-por-autos-100-electricos/>
- Municipalidad de San Borja. (12 de Julio de 2019). *Historial de Noticias*. Obtenido de San Borja inicia servicio de transporte con buses que realizan traslados gratuitos, de forma segura: <https://cutt.ly/szweptt>
- Municipalidad Las Condes. (15 de Abril de 2019). *Ya comenzaron a circular los nuevos buses eléctricos y gratuitos*. Obtenido de Las Condes al día: <https://www2.lascondes.cl/noticias/las-condes-al-dia/detalle/331/ya-comenzaron-a-circular-los-nuevos-buses-electricos-y-gratuitos>
- NISSAN Motor Corporation. (09 de Marzo de 2018). *8 de cada 10 latinoamericanos están abiertos a comprar un vehículo eléctrico*. Obtenido de Sala de prensa oficial América del Sur: <https://latam.nissannews.com/es/releases/release-8bf7403239df4af48f1c14daf0a4ee46-8-de-cada-10-latinoamericanos-est-n-abiertos-a-comprar-un-veh-culo-el-ctrico-2?#>
- Nissan News. (2018). Obtenido de 8 de cada 10 latinoamericanos están abiertos a comprar un vehículo eléctrico: <https://latam.nissannews.com/es/releases/release-8bf7403239df4af48f1c14daf0a4ee46-8-de-cada-10-latinoamericanos-est-n-abiertos-a-comprar-un-veh-culo-el-ctrico-2>
- Normativa y Avisos Legales del Uruguay. (27 de Noviembre de 2017). *Modificación de la tasa global arancelaria para vehículos "propulsados únicamente con motor eléctrico"*. Obtenido de Decreto N° 325/017: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/325-2017>

- Norsk elbilforening. (2021). *Norwegian EV policy*. Obtenido de Norsk elbilforening:
<https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>
- Norwegian Petroleum. (2021). *Emissions to air*. Obtenido de Norwegian Petroleum:
<https://www.norskpetroleum.no/en/environment-and-technology/emissions-to-air/>
- Noticias El Gas. (2020). *Noticias El Gas*. Obtenido de COFIDE advierte que cerca de 60 mil vehículos a GNV podrían dejar de operar si no renuevan certificaciones vencidas:
<https://elgasnoticias.com/cofide-advierte-que-cerca-de-60-mil-vehiculos-a-gnv-podrian-dejar-de-operar-si-no-renuevan-certificaciones-vencidas/>
- OCDE. (2016). *Estudio multidimensional del Perú Volumen 2. Análisis detallado y recomendaciones*. Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos:
https://www.oecd.org/dev/americas/RESUMEN_EJECUTIVO_MDCR_Peru.pdf
- OECD. (2020). *Non-exhaust Particulate Emissions from Road Transport : An Ignored Environmental Policy Challenge*. OECD.
- ONU Medio Ambiente. (Noviembre de 2018). *Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe y oportunidades para la colaboración regional*. Obtenido de
<https://movelatam.org/wp-content/uploads/2019/06/MOVE-Regional-Report-2018-ES.pdf>
- ONU medio ambiente. (2020). *Movilidad eléctrica oportunidades para latinoamérica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Organización de consumidores y usuarios. (20 de Junio de 2019). *OCU denuncia que algunos microhíbridos con etiqueta Eco contaminan más que otros con etiqueta C*. Obtenido de
<https://www.ocu.org/organizacion/prensa/notas-de-prensa/2019/nocuelamicrohíbridos200619>
- OSINERGMIN. (2019). *Electromovilidad. Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para el Perú*. Lima: OSINERGMIN.
- OSINERGMIN. (2019). *Electromovilidad. Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para el Perú*. Lima: OSINERGMIN.
- OSINERGMIN. (2019). *Electromovilidad. Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para el Perú*. Lima: OSINERGMIN.
- OSINERGMIN. (Noviembre de 2019). *Energías renovables: Experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética*. Obtenido de
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf
- OSMAN. (Septiembre de 2016). *Efectos del ruido urbano sobre la salud: Estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid*. Obtenido de Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía: <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=18/10/2016-72b28c0577>

- OVEMS. (2020). *Legislación y Normativa conforme al vehículo eléctrico*. Obtenido de Observatorio del Vehículo Eléctrico y Movilidad Sostenible: <https://evobservatory.iit.comillas.edu/legislacion-y-normativa>
- Pato, A. (27 de Septiembre de 2010). *Impuesto de matriculación: Exenciones y bonificaciones*. Obtenido de Auto10: <https://www.auto10.com/reportajes/impuesto-de-matriculacion-exenciones-y-bonificaciones/1403#:~:text=Desde%202008%20el%20c%C3%A1culo%20del,est%C3%A1n%20exentos%20de%20su%20pago>
- Piedra, A. (9 de Mayo de 2018). *El tránsito: Una tarea de todos*. Obtenido de IPSOS Perú, Public Affairs: <https://www.ipsos.com/es-pe/el-transito-una-tarea-de-todos>
- Plataforma Mexicana de Carbono. (2018). *Impuesto al Carbono en México*. Obtenido de <http://www.mexico2.com.mx/uploads/mexico/file/artimpuestofinal.pdf>
- PNUD. (19 de Mayo de 2020). *Hacia una movilidad sostenible: presentaron 30 nuevos ómnibus eléctricos para Montevideo*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.uy.undp.org/content/uruguay/es/home/presscenter/articles/2020/05/presentacion-buses-electricos-Moves.html>
- PNUD Perú. (30 de Mayo de 2019). *Perú avanza hacia un transporte más limpio*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/presscenter/articles/2019/peru-avanza-hacia-un-transporte-mas-limpio.html>
- PNUMA. (2017). *Movilidad Eléctrica: Oportunidades para Latinoamérica*.
- PNUMA. (2020). *Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2019*. Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Portafolio. (05 de Enero de 2021). *Bogotá adjudica 596 nuevos buses 100% eléctricos*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/bogota-adjudica-596-nuevos-buses-100-electricos-548000>
- Portal Electrotransporte. (04 de Junio de 2019). *Noticias*. Obtenido de ¡EN HORA BUENA, PERÚ! PRIMEROS TAXIS ELÉCTRICOS YA RECORREN LAS CALLES DE LIMA: <http://www.electrotransporte.com.pe/noticias.php?page=details&id=87>
- Portal Movilidad Eléctrica . (s.f.). *Movilidad Electrica. Com*. Obtenido de Vehículos Eléctricos: Carga rápida por inducción: <http://movilidadelctrica.com/wp-content/uploads/2012/12/ArticuloEndesa.pdf>
- Portal Presidencial de la República. (2010). *Casa Civil para asuntos jurídicos*. Obtenido de Ley N° 12.212: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12212.htm
- Proactivo. (2017). *Proactivo*. Obtenido de <https://proactivo.com.pe/gnv-impacto-en-la-contaminacion-atmosferica-frente-a-otros-combustibles/>
- PUND Uruguay. (19 de Mayo de 2020). *Hacia una movilidad sostenible: presentaron 30 nuevos ómnibus eléctricos para Montevideo*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el

Desarrollo:

<https://www.uy.undp.org/content/uruguay/es/home/presscenter/articles/2020/05/presentacion-buses-electricos-Moves.html>

Ramírez Cartagena, F., Lefevre, B., Fernández-Baca, J., & Capristan, R. (2020). *Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Lima, Perú.*

República de Colombia. (11 de Julio de 2019). *Ley N° 1964: Promoción del uso de vehículos eléctricos en Colombia.* Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201964%20DEL%2011%20DE%20JULIO%20DE%202019.pdf>

Reuters. (05 de Enero de 2021). *Electric cars rise to record 54% market share in Norway in 2020.* Obtenido de Reuters: <https://www.reuters.com/article/us-autos-electric-norway-idUKKBN29A0ZT>

Revista Energía. (24 de Setiembre de 2020). *El avance de la movilidad eléctrica en España.* Obtenido de Revista Energía: <https://www.revistaenergia.com/21991/>

Rivas, F. (20 de Mayo de 2019). *Grupo Saesa instalará red de carga para autos eléctricos en el sur de Chile este año.* Obtenido de BioBio Chile: <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-la-araucania/2019/05/20/grupo-saesa-instalara-red-de-carga-para-autos-electricos-en-el-sur-de-chile-este-ano.shtml>

Rivera, K. (28 de Septiembre de 2020). *En Marcha Primer Metrobús Eléctrico En La CDMX.* Obtenido de Estrategia sustentable: <https://www.estrategia-sustentable.com.mx/2020/09/28/en-marcha-primer-metrobus-electrico-en-la-cdmx/>

Rocky Mountain Institute. (2017). *EV Go Fleet and tariff analysis.*

RPP. (04 de Febrero de 2019). *Vehículos 100% Eléctricos en el Perú.* Obtenido de RPP : <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/vehiculos-100-electricos-en-el-peru-noticia-1177316>

SAE International. (11 de Enero de 2016). *Comparative Analysis of Internal Combustion Engine and Fuel Cell Range Extender.* Obtenido de Society of International Engineers: <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2016-01-1188/>

SAT. (27 de Marzo de 2018). *SAT.* Obtenido de Información del Impuesto Vehicular: <https://www.sat.gob.pe/websitev9/tributosmultas/impuestovehicular/informacion#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Impuesto%20Vehicular,%2C%20camiones%2C%20buses%20y%20omnibuses.>

Schmerler, D., Velarde, J. C., Rodríguez, A., & Solís, B. (2019). *Electromovilidad. Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para el Perú.* Lima: OSINERGMIN.

Secretaría Distrital del Hacienda. (11 de Diciembre de 2020). *Concejo aprueba proyecto de reactivación económica del Distrito.* Obtenido de <https://www.shd.gov.co/shd/concejo-aprueba-proyecto-de-reactivacion-economica-del-distrito>

Servicio de Rentas Internas. (2020). *Impuesto ambiental a la contaminación ambiental.* Obtenido de <https://www.sri.gob.ec/web/guest/impuesto-ambiental-a-la-contaminacion->

vehicular1#: -:text=Es%20un%20impuesto%20que%20grava,cilindraje%20sea%20mayor%20a%201500cc.

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (28 de Febrero de 2018). *PRTE INEN 162 "Accesorios de carga para vehículos eléctricos"*. Obtenido de <http://inenreglamentacion.blogspot.com/2018/02/prte-inen-162-accesorios-de-carga-para.html>

Simlett, J., & Mortier, T. (3 de Mayo de 2019). *How to lead the charge on crowdfunded EV infrastructure*. Obtenido de https://www.ey.com/en_gl/automotive-transportation/how-to-lead-the-charge-on-crowdfunded-ev-infrastructure

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (21 de Junio de 2018). *Promoción de la movilidad sostenible en las instituciones de la administración pública central*. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87924&nValor3=114647&strTipM=TC

Skatteetaten. (2021). *Veibruksavgift på drivstoff*. Obtenido de Skatteetaten: <https://www.skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/avgifter/saravgifter/om/veibruksavgift/>

Slowik, P., Araujo, C., Dallman, T., & Facanha, C. (Noviembre de 2018). *International Evaluation of Public Policies for Electromobility in Urban Fleets*. Obtenido de https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_Brazil-Electromobility-EN-01112018.pdf

SUNAT. (2016). *Tributos que agravan la importación*. Obtenido de Orientación Aduanera: Pagos y Garantías: <http://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/pagosgarantias/index.html>

SUNAT. (26 de Septiembre de 2018). *INFORME N.º 081-2018-SUNAT/7T0000*. Obtenido de www.sunat.gob.pe/legislacion/oficios/2018/informe-oficios/i081-2018-7T0000.pdf

SUNAT. (s.f.). *Concepto - Impuesto a la Renta - Empresas*. Obtenido de SUNAT.

Télam. (2020). *Télam*. Obtenido de El parque automotor creció 2,5% en 2019 y la antigüedad promedio se mantuvo arriba de 11,5 años: <https://www.telam.com.ar/notas/202006/471357-parque-automotor-crecimiento-2019.html>

The New York Times. (2021). *The New York Times*. Obtenido de G.M. Will Sell Only Zero-Emission Vehicles by 2035: <https://www.nytimes.com/2021/01/28/business/gm-zero-emission-vehicles.html>

The Norwegian Tax Administration. (2018). *Scrapping cars and other vehicles*. Obtenido de <https://www.skatteetaten.no/en/person/duties/cars-and-other-vehicles/scrapping-cars-and-other-vehicles/>

The World Bank. (2021). *Carbon Pricing Dashboard*. Obtenido de What is Carbon Pricing?: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/what-carbon-pricing>

Tiempo Minero. (31 de Octubre de 2019). *Perú en la mira de Suecia por enorme reserva de litio en Puno*. Obtenido de El litio, también conocido como el "oro blanco", sigue acaparando la

- mirada de las potencias mundiales.: <https://camiper.com/tiempominero/peru-en-la-mira-de-suecia-por-enorme-reserva-de-litio-en-puno/>
- Tovar, K. (27 de Septiembre de 2020). *Metrobús de la CdMx tiene su primer autobús eléctrico, ¿cómo funciona?* Obtenido de Milenio: <https://www.milenio.com/politica/comunidad/metrobus-cdmx-como-funciona-su-primer-autobus-electrico>
- U.S. Department of Energy. (2015). *Costs Associated With Non-Residential Electric Vehicle Supply Equipment*.
- U.S. Department of Energy. (2018). *Electric Vehicle Charger Selection Guide*.
- U.S. Department of Energy. (08 de 2019). *Developing Infrastructure to Charge Plug-in Electric Vehicles*. Obtenido de Alternative Fuels Data Center: https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure.html
- Universidad de la Serena. (07 de Enero de 2021). *Nuevo proceso de licitación pública para Instituto de Tecnologías Limpias (ITL)*. Obtenido de Universidad de la Serena: <http://www.userena.cl/actualidad/4894-cruch-nuevo-proceso-de-licitaci%C3%B3n-p%C3%BAblica-para-instituto-de-tecnolog%C3%ADas-limpias-itl.html>
- Uruguay Presidencia. (19 de Diciembre de 2018). *Subsidios de Gobierno e Intendencia posibilitan que 54 taxis eléctricos funcionen en Montevideo*. Obtenido de <https://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/54-taxis-electricos-miem-ute-montevideo>
- US Department of Energy. (2020). *FuelEconomy*. Obtenido de Hybrid and Other Advanced Technologies: <https://www.fueleconomy.gov/feg/tech-other.shtml>
- UTE Movilidad Eléctrica. (Enero de 2019). *Carga de vehículos: Tarifa de Movilidad Eléctrica*. Obtenido de Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas: <https://movilidad.ute.com.uy/carga.html?tab=tarifa-movilidad>
- UTE Movilidad Eléctrica. (01 de Abril de 2020). *Pliego Tarifario*. Obtenido de Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas: <https://www.ute.com.uy/sites/default/files/docs/Pliego%20Tarifario%20Vigente.pdf>
- Vallespin, I. (01 de Diciembre de 2019). *El Govern reduce las bonificaciones para coches ecológicos en los peajes*. Obtenido de El País: https://elpais.com/ccaa/2019/12/01/catalunya/1575218849_940761.html
- Videnza Consultores. (10 de Julio de 2019). Obtenido de Incremento en el ISC a los vehículos usados, una decisión acertada: <https://videnza.org/incremento-en-el-isc-a-los-vehiculos-usados-una-decision-acertada/>
- Voltimum. (Noviembre de 27 de 2012). *Bogotá tendrá taxis eléctricos en sus calles en 2013*. Obtenido de <https://www.voltimum.com.co/noticias-del-sector/bogota-tendra-taxis-electricos>
- WallBox. (2020). *Discover Norway's Unique EV And EV Chargers Perks*. Obtenido de https://blog.wallbox.com/en/norway-ev-incentives/#index_0
- WHO. (2020). *World Health Organization*. Obtenido de Road Traffic Injuries: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Glosario

Alternativas de solución⁴¹

Potenciales cursos de acción para la solución del problema público.

Análisis de difusión

Análisis mediante el cual se pronostican los niveles de adopción de las diversas categorías y tecnologías vehiculares en un periodo de 10 años.

Condiciones habilitantes

Normas técnicas y reglamentación necesaria que posibiliten el funcionamiento de una actividad.

Costo Social del Carbono

Representa el costo de las repercusiones en salud de la población y afectación a la propiedad por la emisión de gases de efecto invernadero.

Costo total de propiedad

Es la suma de los costos de adquisición, mantenimiento y operación de un vehículo.

Dióxido de carbono equivalente (CO₂eq)

El dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) es una medida universal para indicar el potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero (GEI).

Electromovilidad

Se refiere al transporte terrestre que hace uso de vehículos que disponen de uno o más motores eléctricos para generar locomoción. En el caso del presente estudio se han tomado en cuenta los vehículos livianos, buses y camiones.

Escenario Business as Usual (BaU)

Escenario actual sin intervención del Estado en cuanto a políticas e incentivos para el fomento de la demanda y oferta de vehículos eléctricos.

Escenario High Case (HC)

Escenario de alta intervención del Estado en el cual se consideran políticas que tienen impacto directo en la reducción de costos de adquisición y operación.

Estándar nacional de cumplimiento⁴²

Característica o atributo específico de un servicio, dentro de un rango de calidad aceptable, que debe ser prestado por las entidades proveedoras.

⁴¹ Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN.

⁴² Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN.

Factor de emisión

Coeficiente que relaciona los datos de la actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de emisiones⁴³.

Indicador

Variable cuantitativa o cualitativa que proporciona un medio para realizar el seguimiento y evaluación del cumplimiento de los objetivos dentro del horizonte temporal establecido.

Intervención⁴⁴

Se refiere a la intervención pública, cuando alguna entidad del Estado aborda algún asunto en favor del interés público para impulsarlo o reactivarlo.

Lineamiento de política⁴⁵

Establece los ejes de trabajo para el logro de los objetivos prioritarios. Es planteado en el marco de las alternativas de solución identificadas.

Matriz energética

Es la identificación de las proporciones de las distintas fuentes de energía primaria respecto a la energía utilizada por un país.

Objetivos prioritarios⁴⁶

Aquellos cambios que se buscan lograr para prevenir, reducir o solucionar el problema público, lo cual lleva a la situación futura deseada.

Parque vehicular

Conjunto de determinados vehículos o aparatos de los que dispone una colectividad. Para el presente estudio, se refiere al conjunto de vehículos livianos, buses y camiones con placas de rodaje emitidas en el Perú, en condición operativa y autorizados para circular en la red vial peruana.

Políticas nacionales

Las políticas nacionales constituyen decisiones de política a través de las cuales se prioriza un conjunto de objetivos y acciones para resolver un determinado problema público de alcance nacional y sectorial o multisectorial en un periodo de tiempo⁴⁷.

Políticas sectoriales

Se refiere al subconjunto de políticas nacionales que afecta una actividad económica y social pública o privada. Cuenta con un ministerio rector⁴⁸.

⁴³ De acuerdo al manual de Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

⁴⁴ Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN.

⁴⁵ Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN.

⁴⁶ Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN.

⁴⁷ De acuerdo con el Reglamento que regula las Políticas Nacionales, artículo 8, inciso 1.

⁴⁸ De acuerdo con el D.S. N° 029-2018-PCM, artículo 8, numeral 5

Políticas multisectoriales

Se refiere al subconjunto de políticas nacionales que buscan atender un problema o necesidad que requiere para su atención integral la intervención articulada de más de un sector bajo el ámbito de competencia de dos o más ministerios⁴⁹.

Potencia máxima

Mayor valor de las potencias eléctricas observadas durante un intervalo de tiempo en el punto de entrega del suministro de energía. Se denomina también *peak demand*.

Problema público⁵⁰

Diferencia entre una situación actual y una situación deseada posible. La situación actual evidencia las carencias o necesidades de la población, o una oportunidad de mejora o riesgo a evitar. Los actores del ámbito político junto a la sociedad civil califican a esa situación como indeseable, en tanto que afecta a la población. La solución para atender el problema requiere de la intervención del sector público, aun cuando también implique la intervención del sector privado o de actores sociales.

Punto de inflexión

En una función matemática, es el punto en el que una curva pasa de una concavidad a otra. En el presente documento, se refiere al punto en el tiempo en donde el costo total de propiedad de un vehículo electrificado BEV tendrá el mismo costo (paridad) que un vehículo convencional ICE.

Servicio⁵¹

Prestación intangible, única, no almacenable y no transportado, entregada por al menos una entidad proveedora. En el presente estudio, estos se refieren a las políticas propuestas para incentivar la electromovilidad y resolver las condiciones habilitantes.

Supuesto de estimación

Premisa en la que se basa el cálculo o razonamiento.

TCO

Análisis de Costo Total de Propiedad mediante el cual se comparan los costos asociados a un vehículo con motor de combustión interna con un vehículo eléctrico para identificar el punto de inflexión en donde se iguala el precio de ambos.

Tecnología vehicular

Considera la categoría según el tipo de tecnología de propulsión para los vehículos. Para el presente estudio, se consideran los vehículos ICE, BEV, PHEV, HEV y MHEV.

⁴⁹ De acuerdo con el D.S. N° 029-2018-PCM, artículo 8, numeral 5

⁵⁰ Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN.

⁵¹ Guía de Políticas Nacionales de CEPLAN.

Disclaimers

A continuación se presentan los *disclaimers* aplicables al estudio:

- El presente estudio ha sido realizado para la AAP según el alcance solicitado. El reporte no considera validaciones por parte de entidades distintas a la AAP.
- El presente estudio se encuentra basado en la Guía de Políticas Nacionales del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN); sin embargo, EY no es responsable de obtener aprobaciones de entidades del gobierno con respecto a los servicios propuestos.
- En el estudio se proponen servicios para incentivar la electromovilidad; sin embargo, estos incentivos no consideran variables del contexto actual tales como el efecto económico del COVID-19, cambio de autoridades políticas, y, el impacto del hidrógeno verde como vector energético.
- La información considerada ha sido actualizada a la fecha de cierre de cada capítulo y sección del informe (febrero 2021).
- EY no actúa como representante de ninguna entidad mencionada dentro del Plan Nacional de Electromovilidad.
- EY no es responsable del despliegue de los lineamientos, servicios, objetivos y medición de los indicadores, y recomendaciones contempladas dentro del Plan Nacional de Electromovilidad ni de definir a los responsables de dichas funciones.
- Las propuestas de servicios han sido socializadas con entidades relevantes del sector público.
- En relación con el Fondo Nacional de Electromovilidad, el diseño de distribución y asignación de recursos no forma parte del alcance del presente estudio.
- El análisis específico para la identificación del reforzamiento requerido para las redes de distribución y sus costos asociados a nivel nacional no forma parte del alcance del presente estudio.

EY | Auditoría | Consultoría | Impuestos | Estrategia y Transacciones

Acerca de EY

EY es la firma líder en servicios de auditoría, impuestos, transacciones y consultoría. La calidad de servicio y conocimientos que aportamos ayudan a brindar confianza en los mercados de capitales y en las economías del mundo. Desarrollamos líderes excepcionales que trabajan en equipo para cumplir nuestro compromiso con nuestros stakeholders. Así, jugamos un rol fundamental en la construcción de un mundo mejor para nuestra gente, nuestros clientes y nuestras comunidades.

Para más información visite ey.com/pe

© 2021 EY
All Rights Reserved.

El presente documento ha sido elaborado a solicitud de la Asociación Automotriz del Perú.

Prohibida toda reproducción parcial o total por cualquier medio sin la autorización expresa de la Asociación Automotriz del Perú.

 /EYPeru

 @EYPeru

 /company/ernstandyoung

 @ey_peru

 /EYPeru

 ey.com/pe