

PNUMA

Unión Europea

MOVILIDAD ELÉCTRICA

OPORTUNIDADES PARA LATINOAMÉRICA

EUROCLIMA

14/10/2016

Este documento fue desarrollado por Gianni López y Sebastián Galarza, del Centro Mario Molina Chile, bajo la supervisión del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Ambiente) a través de su Oficina Regional para América Latina, y cuenta con el financiamiento de la Unión Europea, a través del Programa EUROCLIMA.

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea ni del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Ambiente).

Las opiniones expresadas en este documento, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de las instituciones mencionadas.





Latinoamérica es la región con mayor número de habitantes viviendo en ciudades del planeta. Estimaciones conservadoras indican que cada año mueren prematuramente más de 50,000 personas en la región, debido a la contaminación atmosférica, causada principalmente por el transporte. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), México gasta casi 40 mil millones de dólares en costos de salud causados por la contaminación, y la mitad de estos son atribuibles directamente al sector transporte.

La flota de automóviles en Latinoamérica podría triplicarse en los próximos veinticinco años, llegando a superar las 200 millones de unidades en el año 2050 según datos de la Agencia Internacional de la Energía. Este crecimiento tendrá un efecto dramático en la demanda de combustibles, en el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes emitidos por este sector.

Este escenario plantea una oportunidad única para tomar decisiones estratégicas hoy, que nos lleven al cambio de paradigma que todos queremos ver: un transporte digno, eficiente y limpio. En este sentido, un despliegue acelerado de la movilidad eléctrica en la región disminuiría aproximadamente en 1,4 Giga toneladas las emisiones de CO_2 y generaría un ahorro en combustibles cercano a 85 mil millones de dólares en el periodo 2016-2050.

Este informe analiza las oportunidades para acelerar la movilidad eléctrica en Latinoamérica. La región presenta las mejores condiciones para que los vehículos eléctricos entreguen sus mayores beneficios en términos de cambio climático, en gran parte gracias su alta matriz de generación renovable.

El gran desafío es impulsar un liderazgo y acción política decidida, tanto pública como privada, para lograr la aceleración de la movilidad eléctrica. Esto se puede conseguir gracias al establecimiento de condiciones habilitantes, la disponibilidad de redes de recarga y la aplicación de normas de emisiones y eficiencia energética más estrictas para vehículos convencionales –gasolina o diésel – alineadas con las tendencias globales.

Espero que este informe sea de utilidad para que los países desarrollen estrategias de movilidad eléctrica a la luz de sus condiciones particulares, y que sirva de fuente de inspiración práctica para los tomadores de decisión de Latinoamérica. Desde ONU Ambiente cuenten con nosotros para apoyar a la región en esta transición hacia un transporte limpio, verde y sostenible.

Erik Solheim
Director Ejecutivo de ONU Ambiente



La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte del sector transporte es un gran desafío para atajar el cambio climático a nivel global.

Más de un cuarto de todas las emisiones relacionadas con el uso de la energía en el mundo son causadas por el transporte de personas y bienes. Además, es también la fuente de emisiones con mayor crecimiento con un incremento del 70% proyectado para el año 2050. Los viajes urbanos contribuyen a una gran proporción de las emisiones que aumentarán sustancialmente con el crecimiento urbano. Se pronostica que el porcentaje de la población mundial residente en ciudades aumentará del 55% al 70% para el año 2050 mientras la cantidad absoluta de personas aumentará de los actuales 7,400 millones aproximadamente a 9,700 millones en el 2050. América Latina es considerada la región más urbanizada del mundo y su población urbana ascenderá a cerca de 89% del total de habitantes a mediados de este siglo.

La reducción de las emisiones causadas por la movilidad urbana no es sólo necesaria para alcanzar el objetivo de combatir un aumento de 1.5 grados de la temperatura global, establecido en el Acuerdo de Paris sobre el cambio climático, sino también para redirigir el desarrollo hacia una igualdad social, prosperidad económica y calidad de vida urbana.

El programa EUROCLIMA de la Comisión Europea, bajo cuya financiación se publica este informe, busca fomentar la cooperación entre América Latina y la Unión Europea en asuntos del cambio climático. Su propósito general es el de facilitar la mitigación del cambio climático fomentando estrategias y medidas de adaptación dentro de las políticas y planes públicos de desarrollo latinoamericanos a nivel nacional y (sub-) regional. Los objetivos del programa son incrementar la capacidad institucional en las instituciones públicas, así como apoyar la preparación e implementación de los planes de adaptación y mitigación al cambio climático.

Para poder alcanzar estos objetivos, el transporte urbano desempeña un papel principal. En primer lugar, la rápida urbanización y el incremento de las emisiones causadas por el sector del transporte en América Latina requieren una respuesta firme para la mitigación de la emisión de gases invernadero. Además, las externalidades negativas provenientes del transporte urbano no sostenible representan una carga a la salud pública, al medio ambiente y a la economía y pueden reducirse drásticamente gracias a acciones de mitigación al cambio climático. En este sentido, la movilidad eléctrica es un paso en la dirección correcta para reducir la dependencia de los combustibles fósiles en los sistemas de transporte urbano.

Confiamos que este informe constituya un aporte para lograr un transporte más sostenible que permita no sólo revertir los impactos negativos del desordenado crecimiento urbano, sino descubrir nuevas áreas potenciales para mejorar las condiciones de vida de millones de latinoamericanos.

Jolita Butkeviciene
Directora para la Coordinación del Desarrollo en América Latina y el Caribe
Dirección General de Cooperación Internacional y Desarrollo
Comisión Europea



CONTENIDO

1. RECONOCIMIENTOS....02

2. RESUMEN EJECUTIVO....07

3. INTRODUCCIÓN....11

4. MERCADO ACTUAL DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS 13

4.1. TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS....14
4.1.1 Vehículos eléctricos de batería (vebs)....14
4.1.2 Vehículos híbridos eléctricos (vhes)....14
4.1.3 Buses eléctricos....14
4.1.4 Transporte de carga....15
4.1.5 Motocicletas y vehículos de tres ruedas....15
4.2 TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA....16
4.3 VENTAS Y STOCK DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN PRINCIPALES MERCADOS DEL MUNDO....17
4.4 OTRAS INICIATIVAS DE PROMOCIÓN DE MOVILIDAD ELÉCTRICA A NIVEL INTERNACIONAL....23

5.CONTEXTO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LATINOAMÉRICA 26

6. SITUACIÓN REGIONAL DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA 33

6.1 NORMAS VEHICULARES E INCENTIVOS FISCALES PARA LA MOVILIDAD ELÉCTRICA
6.1.1 Colombia....34
6.1.2 Costa Rica....34
6.1.3 Chile....35
6.14 Ecuador....36
6.1.5 México....37
6.16 Uruguay....37
6.1.7 Argentina....37
6.1.8 Brasil....38
6.2 RESUMEN DE INCENTIVOS PARA LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LATINOAMÉRICA....39
6.3 MERCADO DE VEHÍCULOS....40
6.3.1 Colombia....40
6.3.2 Costa Rica....41
6.3.3 Ecuador....41
6.3.4 México....42

7. IMPACTOS DEL DESPLIEGUE DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LATINOAMÉRICA 43

7.1 IMPACTO DEL DESPLIEGUE DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL SEGMENTO DE VEHÍCULOS LIVIANOS EN LAC....44
7.2 PENETRACIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA..45

8. HACIA UNA HOJA DE RUTA PARA EL DESPLIEGUE DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LATINOAMÉRICA 49

8.1 EXPLICACIÓN DETALLADA DE LAS CUATRO FASES DE LA HOJA DE RUTA....53
8.1.1 Acelerar la eficiencia energética....53
8.1.1.1 Desarrollo de normas de eficiencia energética para los mercados vehiculares....53
8.1.1.2 Fortalecimiento de los sistemas de cumplimiento de normativas vehiculares....55
8.1.1.3 Políticas de fomento a la eficiencia energética....59
8.1.2 Corrección de los mercados de combustibles....60
8.1.3 Incentivos transitorios para la generación de una masa crítica de VEs....63
8.1.3.1 Incentivos fiscales, precio de venta del vehículo y penetración de mercado....63
8.1.3.2 Difusión de información con respecto a los vehículos eléctricos....64
8. 1.4 Desarrollo de infraestructura y expansión de redes de carga rápida....65
8.1.4.1 Generación eléctrica y el rol de proveedores de energía.66

9. CONCLUSIÓN 67

ANEXO 1. PROYECCIÓN DE EMISIONES AL AÑO 2050 DE VEHÍCULOS LIVIANOS EN LATINOAMÉRICA....70

ANEXO 2. PROYECCIÓN DE EMISIONES EVITADAS AL AÑO 2050 POR LA INTRODUCCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS....74

ANEXO 3. PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES....77

ANEXO 4. CONTENIDO DE ETANOL EN GASOLINAS EN PAÍSES DE LATINOAMÉRICA....78

REFERENCIAS....79

1. RECONOCIMIENTOS

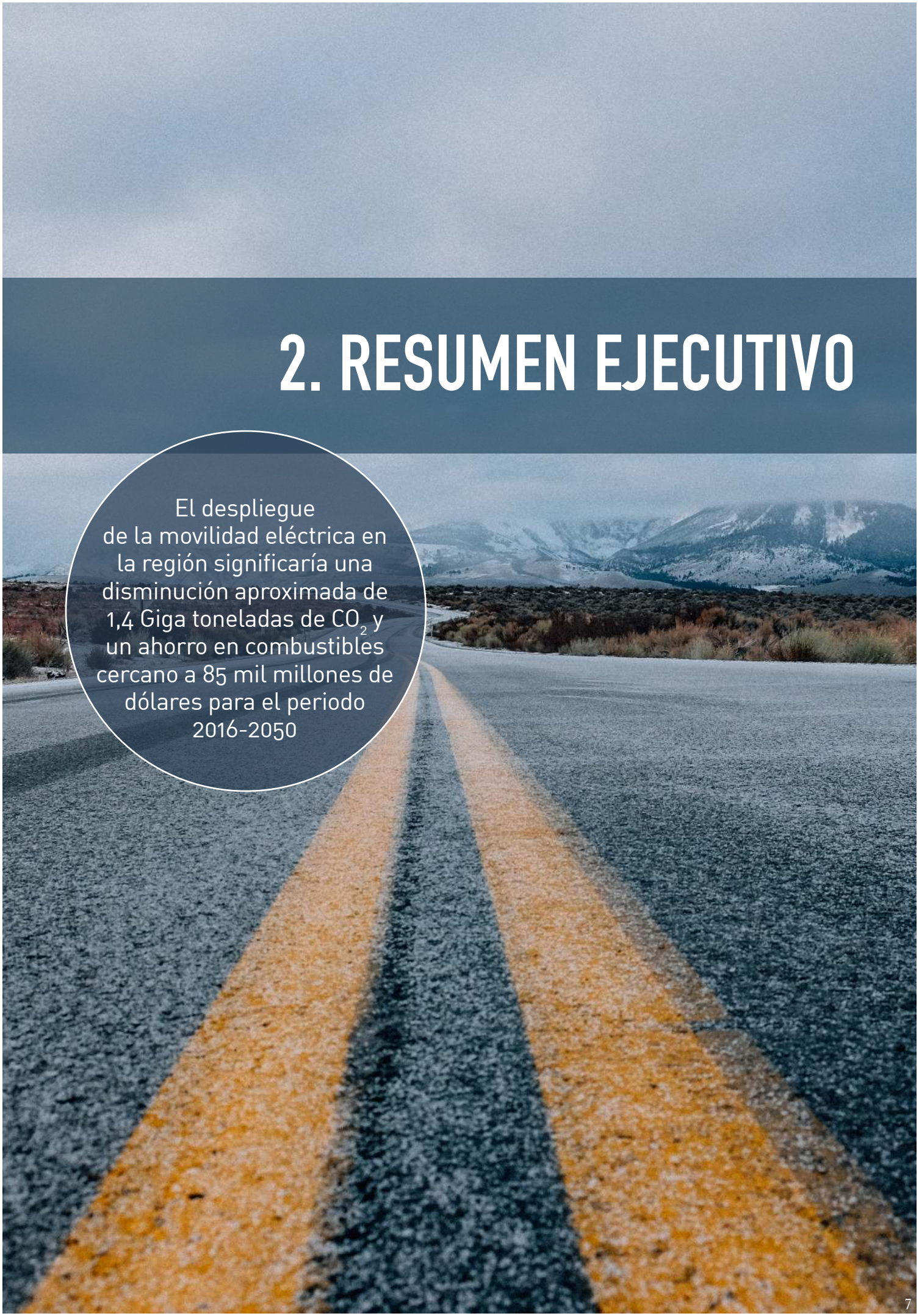
Este estudio ha sido preparado para ONU Ambiente como parte del programa de cooperación regional de EUROCLIMA, iniciativa financiada por la Unión Europea que busca facilitar la integración de las estrategias y medidas de mitigación y de adaptación ante el cambio climático, en las políticas y planes públicos de desarrollo en Latinoamérica. Agradecemos al equipo de EUROCLIMA de la Unión Europea, especialmente a Susana Fuertes, por su constante apoyo.

Agradecemos también las importantes contribuciones de Walter Vergara de WRI quien revisó el estudio, así como la Unidad de Transporte de ONU Ambiente, especialmente a Verónica Ruiz y David Rubia, así como a los países beneficiarios del Programa EUROCLIMA por su revisiones y útiles contribuciones, y especialmente a los Gobiernos de Colombia, Costa Rica y Panamá por sus valiosos aportes al texto.

También agradecemos la coordinación y valiosos aportes para el desarrollo de esta publicación de Alejandro Moreno de ONU Ambiente.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El despliegue de la movilidad eléctrica en la región significaría una disminución aproximada de 1,4 Giga toneladas de CO_2 y un ahorro en combustibles cercano a 85 mil millones de dólares para el periodo 2016-2050



Según nuestras estimaciones, la flota de automóviles en Latinoamérica podría triplicarse en los próximos veinticinco años, llegando a superar las 200 millones de unidades en el año 2050. Este crecimiento tendrá un efecto importante en la demanda de combustibles, así como en el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes emitidos por el transporte. Estos últimos incluyen óxidos de nitrógeno, carbono negro y material particulado fino MP2.5, con efectos nocivos para la salud pública.

El despliegue de la movilidad eléctrica en la región significaría una disminución aproximada de 1,4 Giga toneladas de CO_2 y un ahorro en combustibles cercano a 85 mil millones de dólares para el periodo 2016-2050, siendo este un escenario compatible con el propuesto por la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés)[1] cuyo objetivo es que la temperatura del planeta no aumente más de 2 grados Celsius al final de este siglo.

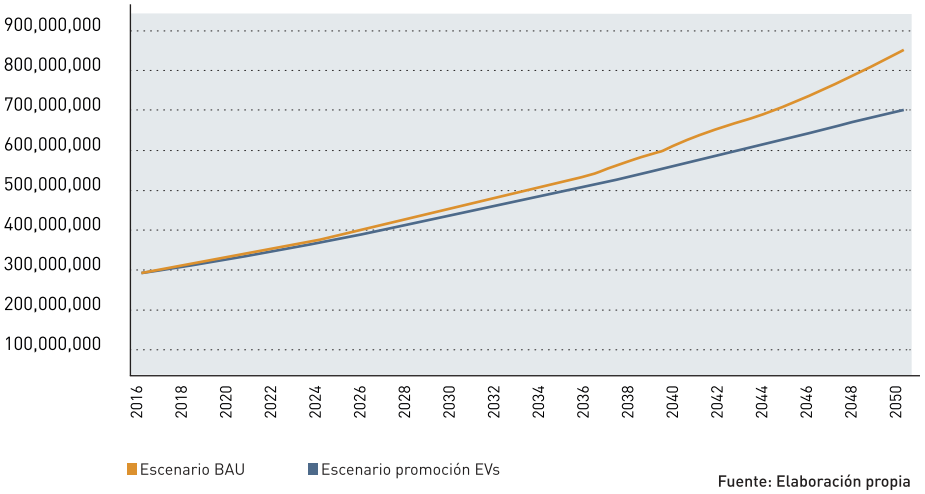
En otras palabras, el éxito en la penetración de los vehículos eléctricos actualmente observada en los países desarrollados y China, ha creado las condiciones para satisfacer un escenario como el propuesto por la Agencia Internacional de Energía. En el año 2015 la flota global de vehículos eléctricos superó el millón de unidades, considerando dentro de esta categoría dos tecnologías: los híbridos enchufables y los eléctricos con baterías.

Hay países que cuentan con incentivos sólidos para promover esta tecnología, inclusive, han llegado a tener participación en los mercados superiores al 20% de las ventas de vehículos nuevos, como es el caso de Noruega. Existe una oferta creciente de nuevos modelos de vehículos eléctricos (VE), superando ya la docena de ellos, producidos por un número cada vez mayor de fabricantes.

El esfuerzo de los países desarrollados y China es propio de la primera etapa de innovación radical de una nueva tecnología, donde se están definiendo las nuevas industrias y empresas que van a dominar el mercado, generando oportunidades de nuevos desarrollos económicos para sus países.

De acuerdo al International Council on Clean Transportation (ICCT, 2016), actualmente el costo incremental (Incremento de costo respecto a un vehículo convencional) de un automóvil liviano eléctrico es de aproximadamente € 9.000 Euros, el cual se estima que se reducirá a menos de mil en el año 2025, principalmente debido a la reducción del precio de las baterías. Los fabricantes que están respondiendo a estos estímulos van a dominar el período de crecimiento exponencial que se vislumbra para la próxima década.

FIGURA 1 Emisiones de CO_2 de la flota de vehículos livianos de Latinoamérica [ton/año]



Fuente: Elaboración propia

Otro factor importante en la promoción de los vehículos eléctricos han sido las normas de emisiones y eficiencia energética cada vez más estrictas. El escándalo de la compañía Volkswagen, que ha reconocido públicamente que desarrolló softwares para falsear los procesos de certificación ambiental de la Agencia de Medio Ambiente de los Estados Unidos, ha significado un gran llamado de atención respecto a la dificultad de las tecnologías convencionales de entregar soluciones reales a los desafíos ambientales de largo plazo, especialmente en contaminación atmosférica y cambio climático.

Asimismo el sector automovilístico reconoce la etapa de transición que vive la industria global de la automoción. En la encuesta global anual a ejecutivos de la industria automotriz efectuada por KPMG (2016), en el año 2016 los vehículos eléctricos e híbridos son dos de las tres primeras prioridades para la industria automovilística. Con menor importancia le sigue el desarrollo de vehículos convencionales con motores más pequeños, que era el antiguo camino de solución.

1. Escenario IEA-2SD, que considera 150 millones de automóviles eléctricos en el mundo al año 2050.

Latinoamérica presenta las mejores condiciones para que los vehículos eléctricos entreguen sus mayores beneficios en términos de cambio climático, ya que la electricidad tiene un alto potencial para ser generada en gran medida con energías renovables, tanto tradicionales como no convencionales.

Esto puede ser un gran aporte al cumplimiento de compromisos asumidos por los países en sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés), quienes tendrán que hacer un gran esfuerzo para mitigar el aumento de emisiones del sector transporte. Es importante recordar que en Latinoamérica el sector transporte tiene una gran relevancia en los inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI), superando la generación eléctrica. Como media se estima que el sector transporte es responsable de un 19% de las emisiones de CO_2 en la región (WRI 2016).

En términos de beneficios a la salud, la movilidad eléctrica proporciona mayor protección, debido a que gran parte de las zonas urbanas de la región presentan serios problemas de contaminación atmosférica, en su mayoría consecuencia de las emisiones del transporte.

Adicionalmente, la movilidad eléctrica tiene un potencial muy importante de generar desarrollo económico, reduciendo costos de transporte de personas y bienes, así como la generación de oportunidades a nuevas áreas industriales y de empresas que aporten tecnologías y servicios innovadores. Por ejemplo, existe una relación virtuosa entre los vehículos eléctricos y las redes eléctricas, especialmente en el servicio que pueden prestar las baterías de los vehículos eléctricos en complemento a las energías renovables intermitentes como la solar, almacenando energía para entregarla a la red en las horas de mayor demanda. Este tipo de tecnologías, denominadas "vehicle to grid" (V2G) tendrán un gran crecimiento; especialmente estos servicios en Estados Unidos podrían llegar a un ingreso de 190,7 millones de dólares en el año 2022, según estimaciones de Navigant Research (2016).

Indistintamente, se reconocen las dificultades propias de la región, como la presencia de subsidios a los combustibles fósiles y un suministro eléctrico de una calidad inferior a la de los países desarrollados, donde hasta ahora está concentrado el auge de la movilidad eléctrica. Además, los países latinoamericanos tienen una regulación muy incipiente de la eficiencia energética en sus mercados automotrices, que ha demostrado ser una condición necesaria para generar competitividad para los EVs frente a los automóviles convencionales, factor fundamental para cerrar la brecha de costos entre ambas tecnologías.

No obstante, muchos de los países de la región ya cuentan con algún tipo de política de fomento a la movilidad eléctrica, como excepciones al pago de IVA y al pago de permisos de circulación, otros ejemplos son las excepciones a las restricciones vehiculares, reducción o exención de aranceles de importación, tarifas eléctricas diferenciadas y exención de impuestos ambientales, entre otras.

CUADRO 1 Resumen de incentivos a movilidad eléctrica

INCENTIVO /PAÍS	ARGENTINA	BRASIL*	COLOMBIA	COSTA RICA**	CHILE	ECUADOR	MÉXICO	URUGUAY
Exención de IVA		●	●			●		
Exención de permiso de circulación		●		●			●	
Exención de programas de restricción vehicular			●	●	●		●	
Exención de impuestos aduaneros			●	●		●		●
Exención de impuesto a consumos especiales				●		●		
Tarifa eléctrica diferenciada					●	●	●	
Exención de impuesto ambiental					●	●		

** En el caso de Brasil, los incentivos son a nivel estatal, no federal.
** Basado en actual propuesta de ley sobre movilidad eléctrica en Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia



Si bien estas políticas son un buen punto de partida, todavía no han logrado permear significativamente en el mercado regional. Se estima que la flota de vehículos en toda la región es menor a 4.000 unidades, con flotas de 100 o menos vehículos por país, a excepción de Brasil, donde se calcula la flota en aproximadamente 3.000 vehículos, incluyendo híbridos enchufables.

Para lograr el despliegue de esta tecnología en la región se requiere continuar la trayectoria experimentada en los países desarrollados y China, donde se ha generado la demanda para que los fabricantes de automóviles desarrollen una amplia variedad de productos comerciales. Los incentivos a la compra, principalmente expresados en descuentos de impuestos, subsidios y metas gubernamentales de integración de vehículos eléctricos a las flotas de automóviles, han generado ya una masa global crítica de más de un millón de vehículos que continúa creciendo. Continuar con esta trayectoria supondría transitar hacia un despliegue tecnológico, y generar las condiciones de mercado para que los VE puedan competir progresivamente sin requerir subsidios o descuentos de impuestos, ya que estos son insostenibles a largo plazo, sobre todo en economías en desarrollo.

Promover esta trayectoria significaría que Latinoamérica debería generar:

a) Condiciones normativas y de política fiscal en los mercados de vehículos nuevos para que los automóviles convencionales internalicen sus costos ambientales y energéticos.

b) Corregir los mercados de combustibles tanto en términos de calidad de combustibles y subsidios de forma tal que expresen sus precios reales.

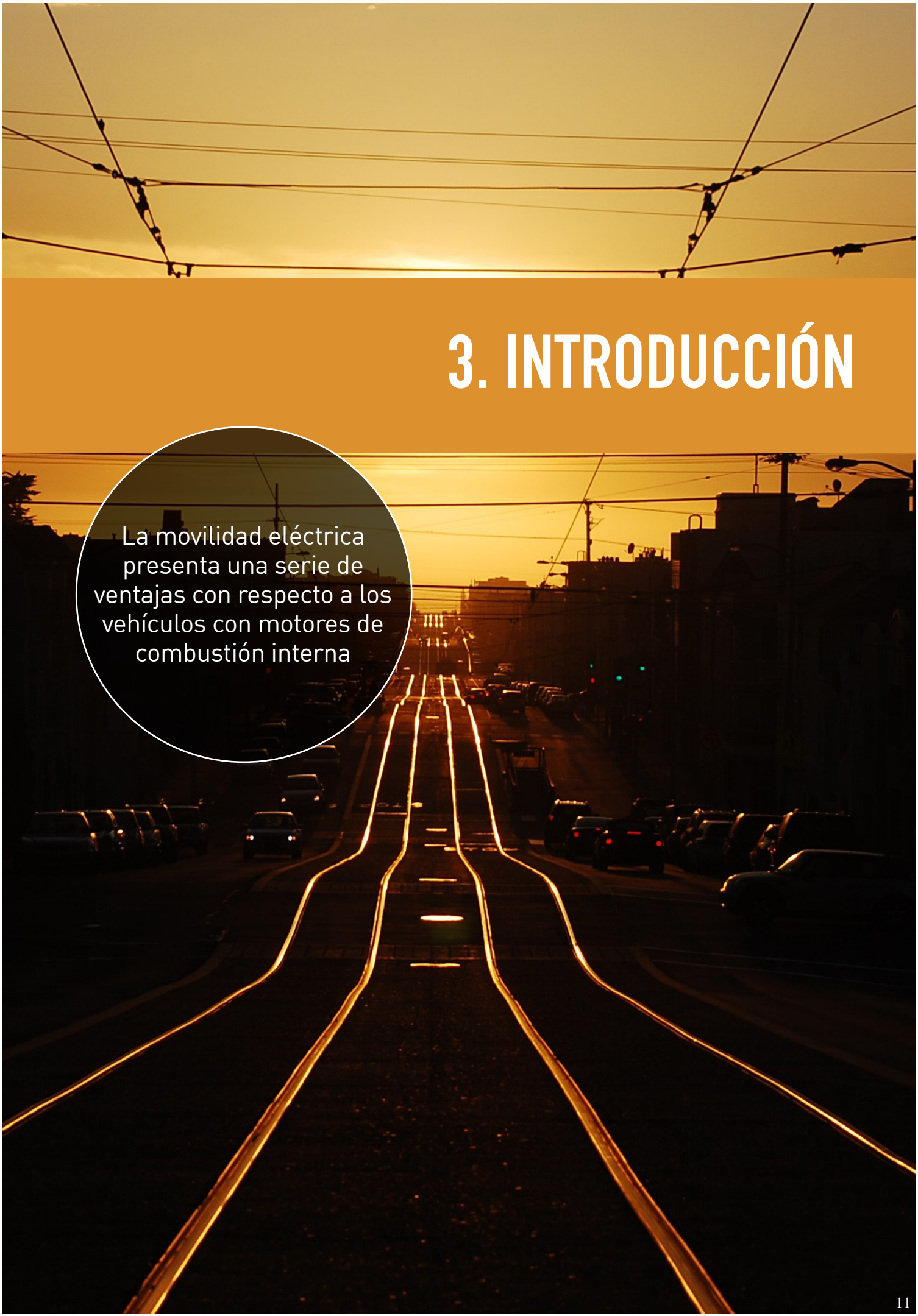
c) Generar los suministros necesarios para el establecimiento de redes de recarga que permitan la operación de vehículos eléctricos, primero en zonas urbanas y progresivamente para ampliar la cobertura a nivel nacional y regional.

Debe tomarse en cuenta que también es necesario abordar los aspectos normativos propios de los vehículos eléctricos, como exigencias especiales de su vida útil, seguridad para la operación normal, la carga del mismo, accidentes, y promover la reutilización y reciclaje de baterías.

Por último, el transporte público en la región posee un potencial estratégico para ser la punta de lanza de la movilidad eléctrica, a través de buses eléctricos. Latinoamérica es la región del mundo donde hay un uso más alto de buses per cápita del mundo (Carbono Cero América Latina, ONU Ambiente, 2015). El transporte público eléctrico resulta muy apropiado para aprovechar los beneficios de esta tecnología, observándose un aumento de los programas demostrativos en muchas ciudades de Europa y una masiva producción de buses en China. Estos esfuerzos requieren una estrategia que permita proyectarse en el largo plazo como un aporte al despliegue de la movilidad eléctrica en la región, en términos masivos como los definidos en el escenario propuesto por la IEA.

3. INTRODUCCIÓN

La movilidad eléctrica presenta una serie de ventajas con respecto a los vehículos con motores de combustión interna



3. INTRODUCCIÓN

La tecnología de propulsión eléctrica para vehículos surgió hace más de un siglo y su despliegue ocurrió antes de la introducción de los vehículos que ahora son convencionales de combustión interna. La expansión del sistema de carreteras, su bajo rango de autonomía, la limitada velocidad y el alto costo relativo de estos vehículos les hicieron virtualmente desaparecer del mercado, salvo en nichos como trolebuses o trenes eléctricos. Durante las últimas décadas, gobiernos alrededor del mundo han comenzado a tomar medidas para reducir la contribución del sector transporte a las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes locales con efectos nocivos para la salud.

En gran parte, estas medidas se han enfocado en la puesta en marcha de estándares de emisiones y eficiencia para vehículos nuevos, al igual que incentivos fiscales y otros financieros para el despliegue de tecnologías de transporte bajas en carbono.

A nivel global la movilidad eléctrica ha comenzado a consolidarse como una opción tecnológica real, con una creciente competitividad económica, en apoyo a la reducción de emisiones del sector transporte.
Estimaciones del International Council on Clean Transportation (ICCT, 2015) muestran que las reducciones potenciales a nivel global -siguiendo las trayectorias delineadas en estrategias nacionales que incluyen solo el mercado de vehículos livianos- pueden alcanzar

La movilidad eléctrica presenta una serie de ventajas con respecto a los vehículos con motores de combustión interna, tanto en eficiencia energética, como en el objetivo de cero emisiones de contaminantes locales, además de un gran potencial en integración con energías renovables, generando la posibilidad de muy bajas emisiones en un análisis de ciclo de vida.

1,5 mil millones de toneladas métricas de CO_2 anuales al año 2050.

El crecimiento actual de ventas de vehículos eléctricos (VE) se ha visto en gran parte impulsado por distintas iniciativas de gobiernos que buscan crear condiciones de mercado favorables y reducir el costo incremental respecto a vehículos convencionales. Esto es debido a las barreras para el desarrollo del sector, tanto en materia de su dependencia en incentivos fiscales para mantener su competitividad en el mercado, como en la falta de infraestructura de carga para su desarrollo en gran escala, entre otros factores de relevancia que impiden que esta tecnología logre la escala comercial deseable. El estado actual del mercado de VE, de las tecnologías disponibles y de las barreras a las cuales se enfrenta el sector, serán resumidas dentro del presente estudio, con un enfoque en la situación de Latinoamérica.



4. MERCADO ACTUAL DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

4.1 Tipos de vehículos eléctricos

4.1.1 Vehículos eléctricos de batería (VEBs)

Los vehículos eléctricos de batería, utilizan una propulsión alternativa basada en un motor eléctrico en vez de un motor convencional que utiliza combustibles líquidos. El motor es alimentado por baterías de alta densidad que definen la potencia y rango de recorrido del vehículo. Las baterías más comúnmente utilizadas en vehículos eléctricos son de iones de litio (Li-ion). Estas baterías tienen altas densidades en relación a otras alternativas, y por ende, emiten más potencia y energía relativa a su tamaño o peso, crucial en aplicaciones móviles. Igualmente, tienen menos perdidas de carga y largos ciclos de vida, muchos fabricantes ofrecen baterías con garantías de 8 años/160.000 km; estudios del NREL (2011), muestran que las baterías más recientes pueden alcanzar una vida útil de entre 12-15 años en climas moderados, y entre 8 y 12 años en climas más extremos.

Las recientes innovaciones buscan mejorar la vida útil y densidad de las baterías para aplicaciones móviles, con distintos compuestos de baterías con iones de litio. La mayoría de estos vehículos también incluyen sistemas de frenos regenerativos, que permiten recuperar parte de la energía cinética emitida en el frenado y transformarla a energía eléctrica que es almacenada en las baterías. Sin embargo, esta no es la fuente principal de electricidad sino la energía eléctrica capturada directamente de la matriz energética a través de un punto de recarga y enchufe.

4.1.2 Vehículos híbridos eléctricos (VHEs)

En general, existen dos tipos de vehículos híbridos eléctricos, los VHEs tradicionales y VHEs enchufables. Estos difieren principalmente en la fuente de propulsión principal del vehículo. Mientras en el caso de los VHEs tradicionales la fuente principal de propulsión es el motor de combustión interna a gasolina, en el caso de los VHEs enchufables la fuente principal es el motor eléctrico, con energía proveniente directamente de la matriz, utilizando el componente convencional simplemente para extender el rango del vehículo.

En el caso de los VHE tradicionales, estos utilizan sus motores eléctricos en situaciones de bajo consumo y velocidad, cambiando a su motor convencional cuando necesitan más potencia y teniendo la oportunidad de utilizar ambas fuentes de propulsión si el vehículo lo requiere. Los frenos regenerativos de estos vehículos proporcionan la electricidad que después es utilizada por el motor eléctrico. Sin embargo, el consumo de gasolina es notablemente más bajo que un vehículo convencional. **En el caso de este estudio, cuando se hace mención a los VHEs, nos referimos a vehículos híbridos eléctricos enchufables.**

4.1.3 Buses eléctricos

Al igual que con los vehículos livianos, existen distintos tipos de buses de propulsión eléctrica e híbridos.

> En este caso, el estudio se limita a explorar buses eléctricos autónomos que operan a base de sistemas de baterías y no a través de catenarias, cableado eléctrico o rieles como es el caso del trolebús entre otros tipos de transporte público.

En general, los buses eléctricos autónomos utilizan los mismos componentes que los vehículos livianos pero adaptados a un peso de un vehículo cercano a las 15 toneladas. Los buses utilizan un sistema de propulsión eléctrica, impulsado por un sistema de baterías (baterías y sistema de manejo de baterías) con sistemas de frenos regenerativos y otros componentes eléctricos. En general, compiten dos soluciones tecnológicas distintas para buses urbanos. La primera consiste de buses con un gran pack de baterías, típicamente de litio-ferrofosfato (LFP por sus siglas en inglés) que les permite operar un día completo con una sola carga, efectuada durante toda una noche a través de sistemas de carga estacionaria. Mientras que la otra tecnología consiste de **buses equipados con un pack de tamaño menor, pero con baterías de litio y titanio (LPO) capaces de descargarse en un corto lapso de tiempo, por lo que se recargan varias veces durante el día con un**

"system opportunity charging" o bien, un sistema de carga de oportunidad o en ruta, que consiste también en un sistema de carga estacionaria.

Actualmente existen un número limitado de fabricantes de buses eléctricos, tales como BYD y Yutong de China, país que tiene la flota más grande en circulación a nivel global. Estos buses corresponden a la tecnología de carga durante la noche, mientras que la gran mayoría de los desarrollos actuales en Europa y América del Norte corresponde a la tecnología opportunity charging, que llevan un número menor de baterías que son cargadas frecuentemente durante la operación diaria del vehículo. Aun así, los buses urbanos presentan una situación ideal para la aplicación de mecanismos de propulsión eléctrica para vehículos pesados, dado que tienen recorridos predefinidos, **de corta distancia, con varias paradas que ayudan a los sistemas de frenos regenerativos y operan a velocidades bajas.** Igual de importante es que los buses urbanos regresan a terminales en las noches donde tienen la posibilidad de cargar sus baterías para el recorrido del siguiente día.

4.1.4 Transporte de carga

Actualmente solo existen proyectos demostrativos de vehículos pesados (sobre las 6 toneladas), lo que significa que no existe ningún modelo comercializado. Las demandas de peso y carga hacen de estos un segmento con algunas barreras adicionales a los livianos, por ello, sólo existen 12 vehículos pesados en EE.UU con camiones de basura y carga como parte de un proyecto demostrativo. El mercado de vehículos híbridos pesados continúa en expansión con 300 unidades vendidas durante el 2012 en el mismo país. Se espera que el mercado global alcance un stock de 50,800 al 2020 (Frost & Sullivan 2015).
En lo que respecta a los vehículos medianos eléctricos (entre 3.8 y 6 toneladas) existe un crecimiento de la flota que son utilizados para servicios de entrega urbana. Flotas como las de UPS con un total de 6,430 vehículos ya han incorporado más de 574 vehículos híbridos y eléctricos (UPS 2016). El tamaño del mercado global es difícil de estimar, pero en EE.UU se vendieron 2,200 unidades de vehículos medianos híbridos y eléctricos; se espera que el stock global alcance las 83.800 unidades al 2020 para estos dos segmentos (Frost & Sullivan 2015).

4.1.5 Motocicletas y vehículos de tres ruedas

A nivel global, el stock estimado alcanza un total de 313 millones de motocicletas convencionales, de las cuales China posee entre 198-230 millones, según algunos autores, aproximadamente el 50% de la flota de China corresponde a motocicletas eléctricas. Estas motocicletas son enchufables y funcionan generalmente con baterías de litio al igual que las últimas generaciones de bicicletas eléctricas. Se estima que en el año 2015 se vendieron 40 millones de motocicletas y bicicletas eléctricas a nivel global, de las cuales entre 30 y 35 millones de las ventas nuevamente se llevaron a cabo en China.

> Latinoamérica, actualmente representa el 5% del mercado global con alrededor de 16 millones de motocicletas convencionales.

Se desconoce el stock y ventas totales de motocicletas y bicicletas eléctricas, pero estas ya se encuentran en todos los mercados locales de la región con distintas ofertas en cuanto a marcas y tipos de baterías. **El potencial es grande y se espera que este segmento en particular tenga mayor crecimiento en la región dado los costos menores por vehículo y las ventajas que estas representan en desplazamientos urbanos.** Durante la COP21 de París, se estableció una meta de alcanzar 400 millones de unidades de vehículos eléctricos de 2 y 3 ruedas a nivel global (IEA 2016). Gran parte de este stock será absorbido por el mercado chino, pero se espera que una creciente porción de estos vehículos termine en la región latinoamericana.

4.2 Tipos de estaciones de carga

Existen distintos niveles de estaciones de carga con variaciones en la potencia y rango logrado por minuto de carga. También existen distintos proveedores que ofrecen sistemas de carga particulares y que muchas veces no son compatibles, lo que depende del mercado.

Por ejemplo, en Estados Unidos existen varios actores ofreciendo distintos sistemas de carga rápida para transporte liviano, entre ellos Charge Point, una red cercana a 30.000 estaciones de carga rápida – la más grande a nivel mundial y que opera a través de una tarjeta prepago y una aplicación móvil para celular. Tesla opera una red de 613 estaciones de carga a nivel mundial, con más de 200 encontradas en Estados Unidos y exclusiva para sus vehículos, cuyos propietarios pueden acceder de forma gratuita de por vida. También se encuentra la red de NRG's EVGo existente en siete regiones del país y que incluye en su subscripción de carga domiciliaria, el acceso al sistema de carga rápida.

A día de hoy existen tres tipos o niveles de cargadores, que varían en cuanto a su poder de carga y rango adquirido por minuto de carga. Las estaciones de carga rápida descritas anteriormente son de nivel 3, ofreciendo un rango de entre 80 y 113 km por 20 minutos de carga. Cargadores de nivel 2 ofrecen un rango entre 16 y 32 km por hora de carga y los cargadores de nivel 1 ofrecen un rango de 3 a 8 km por hora de carga. Los dos últimos, son comúnmente encontrados a nivel de hogar y comercial. En Estados Unidos tienen una toma estándar, mientras que existen varias tomas patentadas para cargadores de nivel 3.

FIGURA 2 Infraestructura de carga para vehículos eléctricos

NIVEL DE CARGA	FUENTE DE ENERGÍA	PODER DE CARGA	RANGO POR HORA DE CARGA (KM)	TIEMPO DE CARGA (DE VACÍO A COMPLETO)	
				VEBs	VHEs
NIVEL 1	120VAC (Fase simple)	1.4kW @ 12 amp (on-board charger)	~ 4.5 – 6.5	~ 17 horas	~ 7 horas
NIVEL 2	240VAC (Fase simple; hasta 19.2kW)	3.3kW (on-board)	~ 13 – 16	~ 7 horas	~ 3 horas
		6.6kW (on-board)	~ 27 – 32	~ 3.5 horas	~ 1.4 horas
NIVEL 3	200-450 VDC (hasta 90kW)	45kW (off-board)	~ 80.5 – 96.5 (80% por carga de 0.5 horas)	~ 30 – 45 minutos (hasta 80%)	~ 10 minutos (hasta 80%)

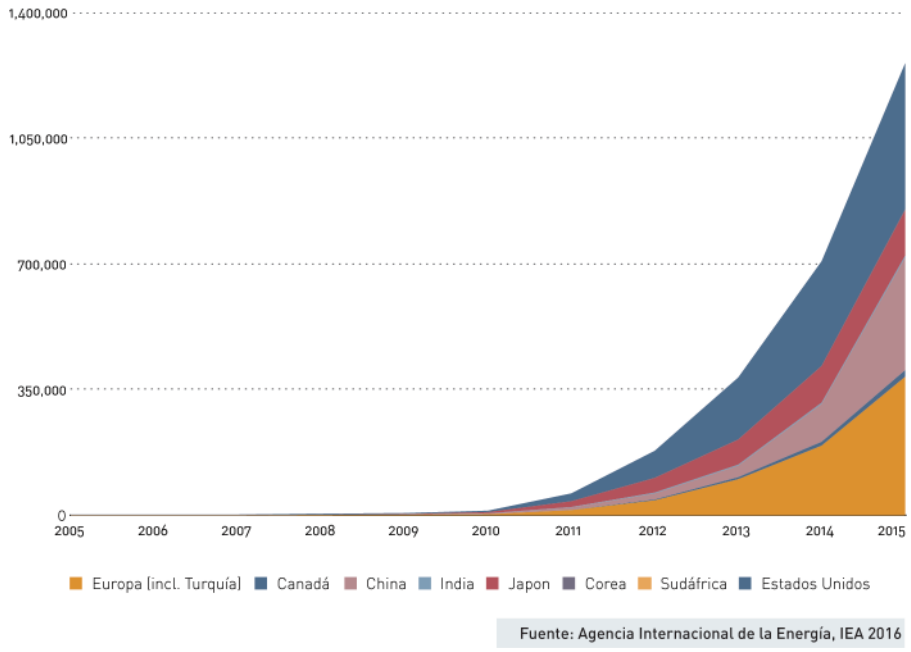
Fuente: Alternative Fuels Data Center, AFDC 2016

En cuanto a precios de las estaciones, estos varían por el poder de carga y rango adquirido por minuto de carga, entre otros factores. Un análisis realizado por el Rocky Mountain Institute (2014) basado en entrevistas y datos de 12 distintos proveedores de sistemas de carga para vehículos eléctricos en EE.UU, muestra un rango de precios promedio entre $1.200 USD para estaciones de carga domiciliaria (nivel 1) y cerca de $60.000 USD para estaciones de carga rápida a borde de ruta (nivel 3), aunque reportan que estos pueden llegar a sobrepasar los $100.000 por unidad, incluyendo costos de instalación. Los cargadores públicos de nivel 2, varían en precio entre $5.500 y un poco más de $9.000 USD, igualmente incluyendo costos de instalación.

4.3 Ventas y stock de vehículos eléctricos en los principales mercados del mundo

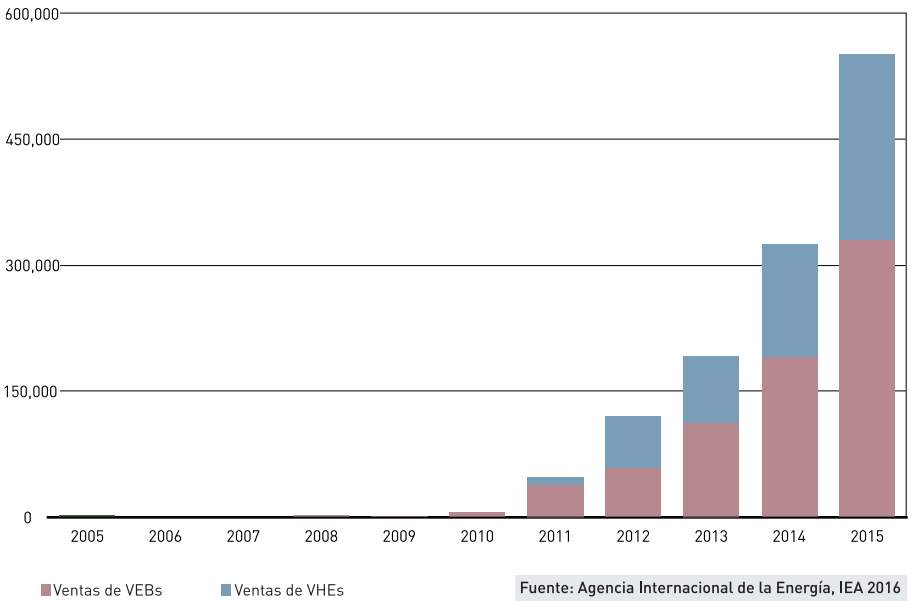
Durante la última década se ha visto un resurgimiento de los vehículos eléctricos (VE) y una rápida inserción en el mercado de países europeos, EE.UU y otros países que forman parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). En el periodo 2005 - 2013, las ventas globales de VE – incluyendo vehículos eléctricos a batería (VEB) y vehículos híbridos eléctricos (VHEs) – han crecido en promedio en 67% cada año, llegando a 550.000 unidades vendidas en el 2015 (IEA 2016). Esto, se debe a un crecimiento exponencial que comenzó en el año 2005, cuando las ventas de vehículos eléctricos no superaban las 2.000 unidades, y cuyas ventas eran limitadas a Alemania, Francia, Italia y EE.UU. En el mismo periodo de años, el stock global de vehículos eléctricos se incrementó de manera drástica, con una tasa promedio de crecimiento anual de 115%, rompiendo por primera vez la barrera del millón de vehículos en circulación para el 2015, cuando el stock global se situó en 1,26 millones de unidades.

FIGURA 3 Stock global de vehículos eléctricos VEBs y VHEs



Fuente: Agencia Internacional de la Energía, IEA 2016

FIGURA 4 Ventas globales de VEBs y VHEs



Fuente: Agencia Internacional de la Energía, IEA 2016

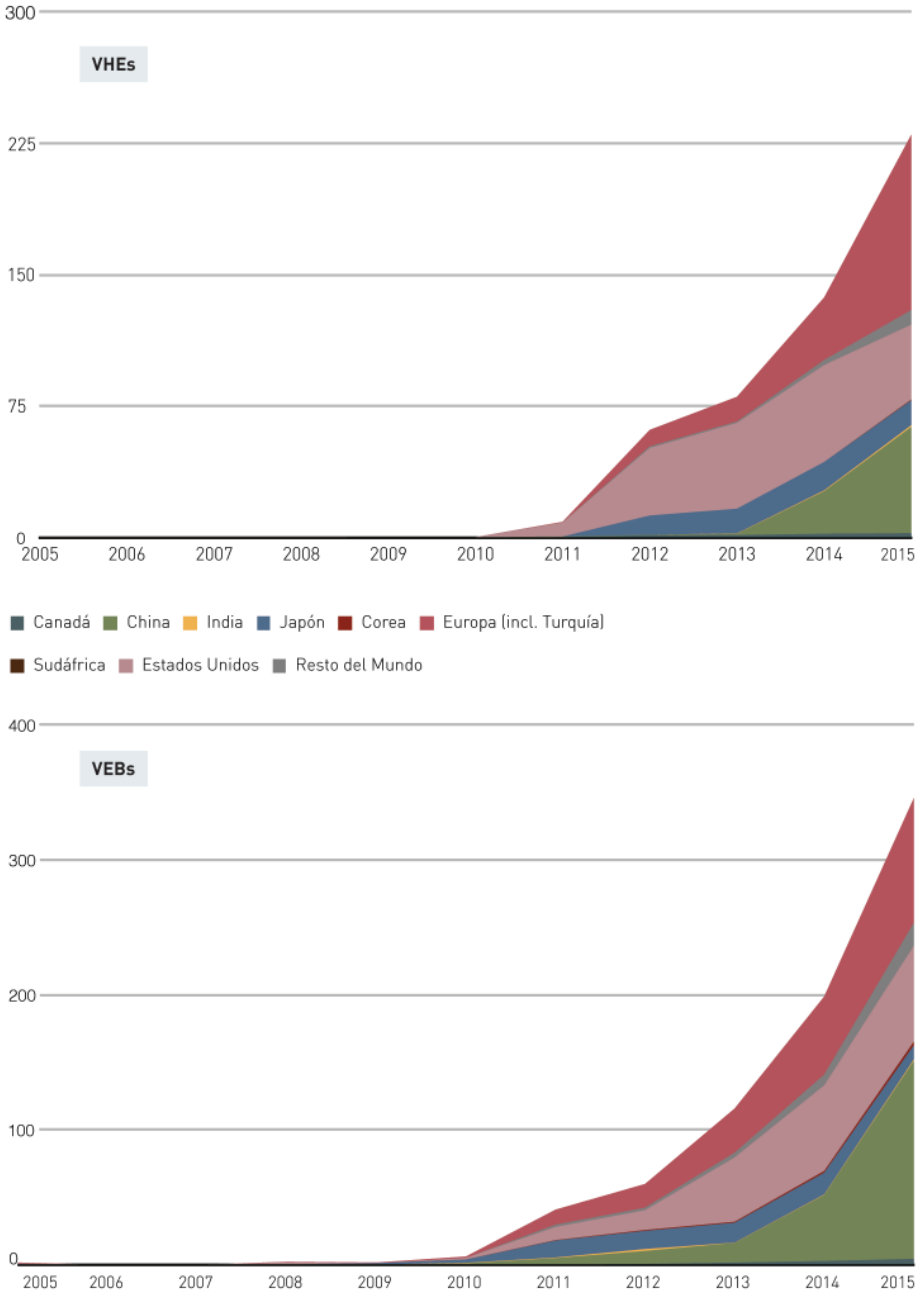
Las ventas de VE se han concentrado en las principales economías mundiales y en los centros importantes de manufactura de vehículos.

En el año 2015, el 90% de las ventas globales de vehículos eléctricos se concentraron en China, EE.UU, Holanda, Noruega, el Reino Unido, Japón, Alemania y Francia.

Históricamente, la gran mayoría de ventas se han centrado en el mercado estadounidense, quien ha liderado las ventas anuales desde el año 2011 con un promedio de 80.000 unidades vendidas hasta el 2015. Los modelos más vendidos de vehículos conectables en EE.UU para ese mismo año, corresponden al Tesla Model S, Nissan Leaf, el BMW i3, el Fiat 500e, el VW eGolf, y el Chevrolet Spark EV[2]. Europa, le sigue con una participación importante de los mercados holandeses y noruegos, para el mismo periodo 2001-2015, se mantuvieron ventas de 74.300 vehículos anuales en promedio. Sin embargo, **en el 2015, China lideró las ventas mundiales por primera vez con más de 207.000 unidades vendidas, que representó un crecimiento del 183% relativo a las ventas del 2014**.

La meta de la actual administración pública en China es llegar a 5 millones de vehículos con "nueva energía" operando al año 2020[3] .

FIGURA 5 Ventas de VHEs y VEBs por país (2005-2015)



Fuente: Agencia Internacional de la Energía, IEA 2016

2. Statista, 2016
3. Considera VHEs y VEBs.

En referencia al stock de VE – considerando únicamente vehículos livianos – **EE.UU encabeza el primer lugar con un stock actual cercano a 400.000 unidades, dónde casi la mitad están ubicadas en el estado de California**. En segundo lugar le siguen los países europeos, que cuentan con un stock de 340.000 unidades, liderados por Noruega y Francia con 75.000 y 57.000 unidades respectivamente. Posteriormente se encuentra China que en el 2015 alcanzó un stock de cerca de 313.000 unidades. Japón actualmente cuenta con alrededor de 134.000 VE, que representan alrededor del 11% de la flota global, mientras que el resto del mundo mantiene un porcentaje de ventas limitado.

En cuanto a la participación en el mercado, Noruega y Holanda son líderes, cuyas flotas de VE alcanzaron una participación del 23.3 y 9.7% respectivamente en el año 2015. China llegó a una participación en el mercado del 1%, seguida por EE.UU (0.70%) y la Unión Europea (0.12%). En Latinoamérica, la inserción de vehículos eléctricos ha sido atrasada por varios factores que serán explorados a lo largo de este estudio.

En Latinoamérica Brasil lidera el stock de VE con alrededor de 3.000 unidades en circulación. El resto de países de la región tienen flotas mucho menores, orientadas a taxis y a vehículos particulares.

CUADRO 2 Mercado global de vehículos eléctricos ICCT 2016

REGIÓN	FLOTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS LIVIANOS* (ICCT 2016)	% DE PARTICIPACIÓN DE MERCADO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS** (IEA 2016)	ESTACIONES DE CARGA RÁPIDA (IEA 2016)	ESTACIONES DE CARGA POR CADA 100 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS
MUNDO	1,256,900*	0.10%	189,509	15.08
EE.UU	400.000	0.70%	31,674	7.92
CALIFORNIA	190.000	0.63%**	9.000**	4.74
JAPÓN	134.000	0.60%	22,110	16.50
CHINA	312,290*	1.00 %	58,758	18.82
INDIA	6,020*	0.10%	328	5.45
UNIÓN EUROPEA	340.000	0.12%**	71,846	21.13
HOLANDA	87,530*	9.70%	18,251	20.85
NORUEGA	70,820*	23.3%	7,055	9.96
FRANCIA	57.000*	1.20%	10,665	18.71
ALEMANIA	51.000	0.11%**	5,571	10.92
REINO UNIDO	49.000	1.00%	9,874	20.15
ITALIA	6.000	0.10%	1,749	29.15
DINAMARCA	8.000	0.27%**	3.000**	37.50

* Obtenido de IEA 2016; ** Obtenido de ICCT 2016.

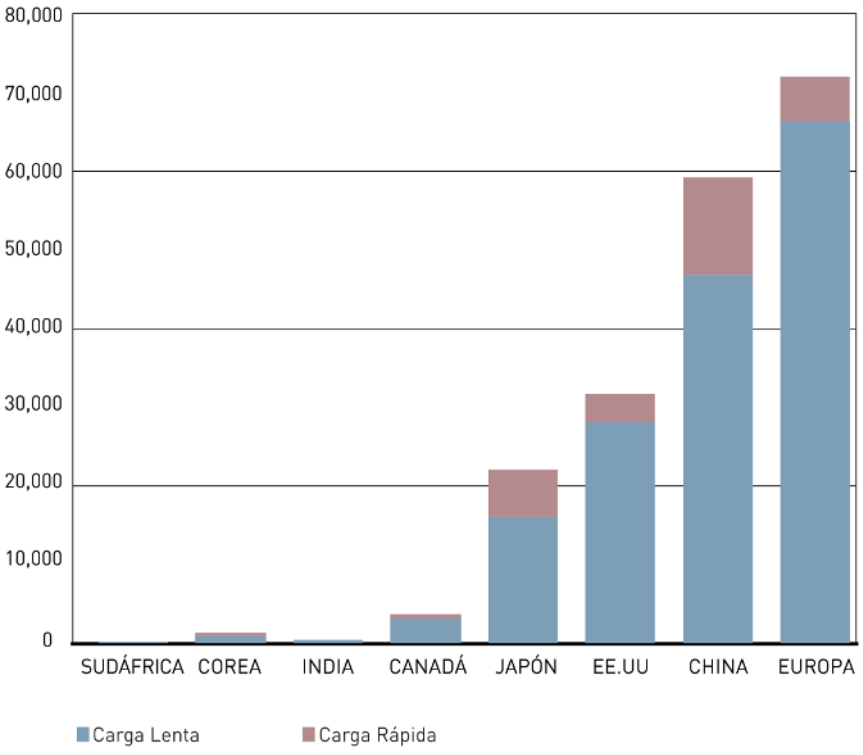
Fuente: Agencia Internacional de la Energía, IEA 2016

Otro componente importante del mercado de vehículos livianos, es la disponibilidad de infraestructura de carga. El despliegue de estaciones de carga, ha sido notable aun cuando gran parte de esta infraestructura corresponde todavía a puntos de carga privados. En el año 2015 se contaba con 1,45 millones de puntos de carga con estaciones de carga publica rápida y lenta, de los cuales, 1,3 correspondían a puntos de carga privados. Esto representa un incremento importante si se considera que en el año 2010 sólo existían 20.000 puntos de carga.

En referencia a las estaciones públicas de carga siguen siendo lideradas por estaciones de carga lenta con 161.802 unidades que representan el 85% de todas las estaciones públicas. Asimismo, las estaciones públicas de carga rápida ascendieron a 27.707 unidades hacia el año 2015 a nivel global. El crecimiento de ambas infraestructuras de carga, ha seguido muy de cerca el crecimiento del stock de vehículos eléctricos.

En cuanto a vehículos pesados, las ventas actuales relevante se limitan a buses urbanos, con un mercado liderado por Build Your Dreams (BYD) en China, que opera la flota más grande a nivel mundial. Actualmente, el stock de buses eléctricos es de 173.000 a nivel mundial, de los cuales cerca del 87% corresponde a vehículos 100% eléctricos (IEA 2016). En el año 2015, las ventas globales de buses eléctricos alcanzaron las 19.059 unidades. Se espera que el mercado

FIGURA 6 Stock de estaciones públicas de carga lenta y rápida (2015)



Fuente: Agencia Internacional de la Energía, IEA 2016

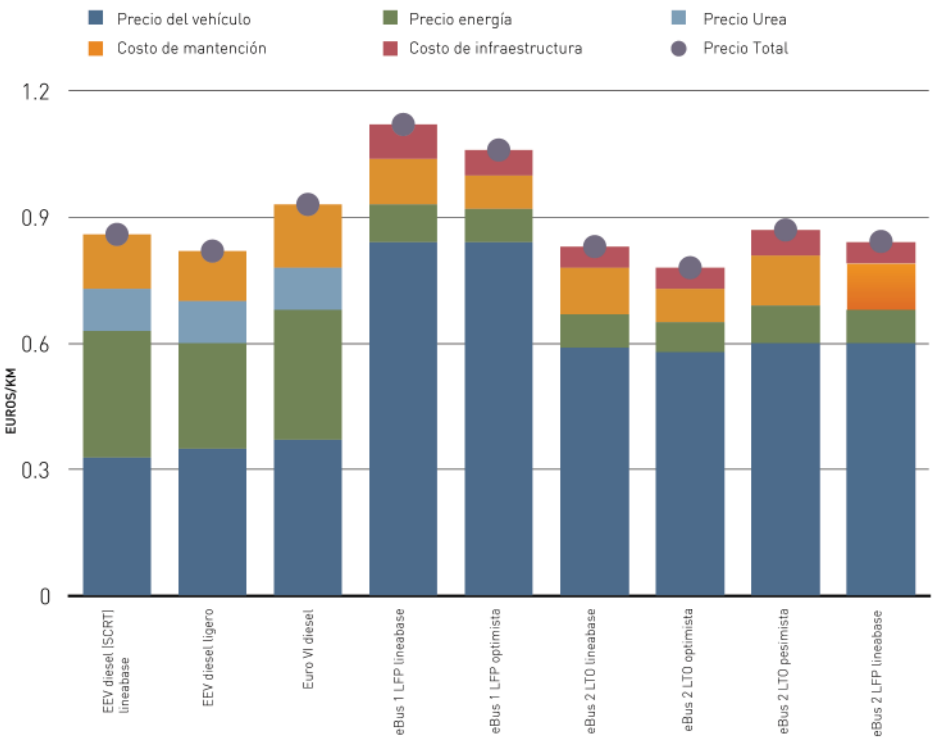
crezca en volumen alrededor de un 20% anual entre el 2016-2025 (PR-Newswire 2016). Por ejemplo,

China ha establecido una meta de tener 200.000 buses en circulación para el año 2020, con una red de carga eléctrica de más de 4.000 estaciones de carga.

En Europa se observa también una creciente actividad para facilitar el despliegue de la tecnología eléctrica en el transporte público, con proyectos demostrativos en ejecución en 9 ciudades, y otras más ciudades comenzando con actividades similares. Se estima que existen alrededor de 200 buses eléctricos en Europa, liderados por las flotas holandesas y suecas. Hay ciudades, como Helsinki, cuyas autoridades de transporte ya han definido una estrategia para la introducción de buses eléctricos, en la cual se aspira a contar con un 25% de la flota compuesta por buses eléctricos al año 2025. Estudios del Centro de Desarrollo Tecnológico de Finlandia (VTT) muestran que **las**

4. *Estudio válido para las condiciones de precio de energías, combustibles y buses en Finlandia.*

FIGURA 7 Costos totales por kilómetro recorrido y por tipo de bus operando en Finlandia



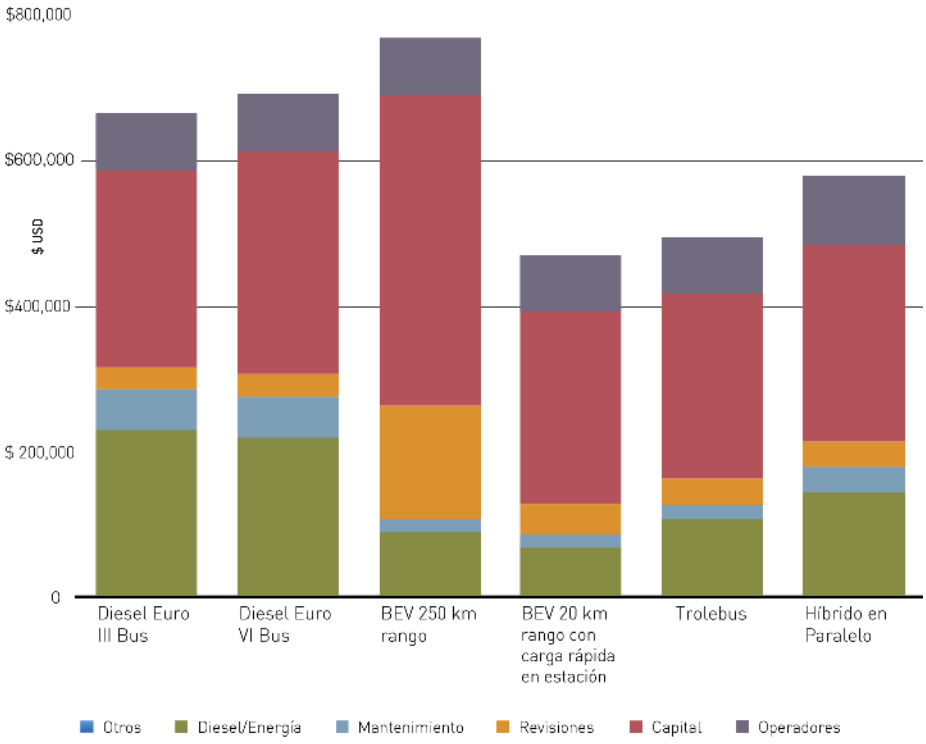
Fuente: VTT, 2014[5]

tecnologías eléctricas ya disponibles, permiten costos muy bajos de operación, lo que les permite competir con buses convencionales diésel Euro VI en un ciclo de vida de 10 años[4]. Euro VVVCI constituye la norma de emisiones más rigurosa actualmente vigente a nivel internacional.

En Latinoamérica, los buses eléctricos también han comenzado a tener visibilidad a través de proyectos demostrativos, tales como el bus eléctrico de BYD, actualmente operando en Santiago de Chile en iniciativa conjunta con la empresa de distribución eléctrica Chilectra (Chilectra 2016). Este tipo de proyectos también han tenido lugar en Colombia (Portfolio.co, 2016) y Brasil (BYD 2014) con varios países de la región mostrando su interés por extender estas flotas, donde se destaca Argentina con el reciente anuncio por parte del Gobierno de la Nación de la compra de 400 buses (Autoblog.com.ar, 2016). Un análisis preliminar realizado para recorridos en las ciudades de Quito y Santiago muestra la competitividad que pueden tener distintas tecnologías en estas dos ciudades. En el caso de Quito, los buses eléctricos compiten contra buses con diésel subsidiado, como es el caso en otros lugares de la región, y hacen la tecnología eléctrica más cara en términos relativos. En el caso de Ecuador, un bus con un ciclo de vida de 15 años le puede costar al gobierno hasta $105.000 USD en subsidios acumulativos. En el caso de Santiago, la tecnología de buses eléctricos, ya representa la tecnología más económica para transporte público.

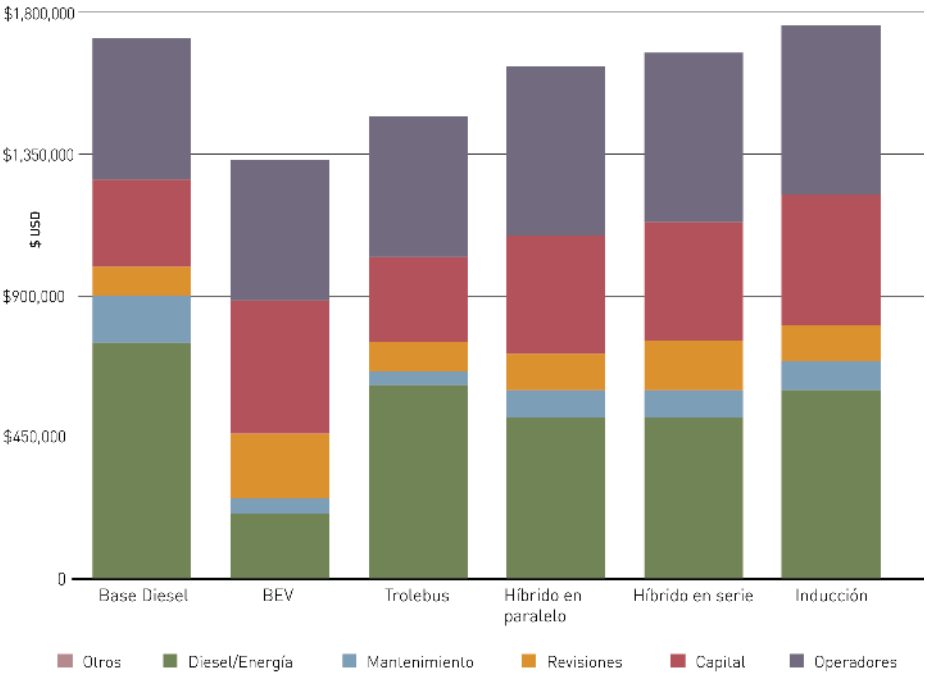
5. LFP corresponde a un bus con un pack grande de baterías de ion Litio con carga nocturna. LTO corresponde a un bus con un pack de baterías de Litio y Titanio para carga rápida durante el día.

FIGURA 8 Costo estimado total del ciclo de vida de buses operando con distintas tecnologías – Modelo Best Bus, Quito, 2015[6]



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 9 Costo estimado total del ciclo de vida de buses operando con distintas tecnologías – Modelo Best Bus, Santiago, 2015[7]



Fuente: Elaboración Propia

6. Los cálculos no incluyen los costos asociados a inversiones en infraestructura de carga.
7. Los cálculos no incluyen los costos asociados a inversiones en infraestructura de carga.

4.4 Otras iniciativas de promoción de movilidad eléctrica a nivel internacional

La electricidad tiene oportunidades importantes a futuro como combustible para el transporte urbano de pasajeros, tanto público como privado, así como en el transporte de mercancías de corta distancia.

En el transporte de mayor distancia se espera una mayor competitividad del gas natural y los biocombustibles de segunda y/o tercera generación.

Europa

A partir de esta visión, la Comisión Europea ha publicado una Directiva para el Despliegue de Infraestructura para Combustibles Alternativos, solicitando a los países miembros la preparación de planes nacionales de implementación para infraestructura de combustibles alternativos, principalmente para recarga de vehículos eléctricos y expendio de gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNL).

Se espera un rápido crecimiento de los vehículos livianos y comerciales recargables (híbridos conectables y eléctricos con baterías - VEB) en la Unión Europea (UE) a partir del 2020, impulsados por políticas nacionales y distintos esquemas de incentivos (European Commission 2015). Se espera que, debido a la reducción de costos, el incremento de capacidad y disponibilidad de una mayor red de recarga y, la restricción que implica la reducida autonomía de los automóviles con baterías, sean cada vez menores para que puedan utilizarse. Por estas razones se planteó la expectativa de alcanzar un 4% de VEB en la composición de la flota de automóviles de la Unión Europea. La meta es llegar a un 9% de VEB en el año 2050 (National Technical University of Athens 2014)[8].

Los países desarrollados cuentan con estándares que restringen emisiones de contaminantes del sector transporte, al igual que normas de eficiencia energética para sus mercados automotrices. Estas políticas inducen a los fabricantes a producir automóviles con rendimientos de combustibles crecientes (y por consiguiente menores emisiones de CO_2), generando oportunidades para que compitan combustibles alternativos más eficientes, como la electricidad. En la figura siguiente se presenta el estado de cumplimiento de la normativa de emisión de CO_2 por parte de las marcas con mayores ventas en Europa. La línea violeta corresponde a la normativa 2015, donde el límite que debe cumplir cada fabricante corresponde al promedio ponderado de las emisiones del paquete de automóviles que vendió en el período de un año. La autoridad acepta para este promedio, que los vehículos con emisiones de menos de 40 gramos de CO_2/km pesen más en el cálculo, fomentando así la comercialización de vehículos PHVE y VEB, únicos capaces de tener emisiones tan bajas. Esto ha sido una buena señal para la industria que ha reaccionado. Por ejemplo, el caso de BMW; una compañía reconocida por la fabricación de vehículos sedanes de gran tamaño y de altas prestaciones, con las consecuentes altas emisiones de CO_2, se encuentra produciendo un vehículo VEB como el i3 y PHVE i8.

La UE definió sus normas con una visión de largo plazo, anunciando ya en el 2013 la normativa que aplicará el 2020. Los fabricantes cuentan con un plazo adecuado para traer al mercado un número creciente de modelos VEBs, VHEs y convencionales avanzados que les permitirán cumplir la meta del 2020, de la cual hoy se encuentran lejos, tal como muestra la gráfica anterior.

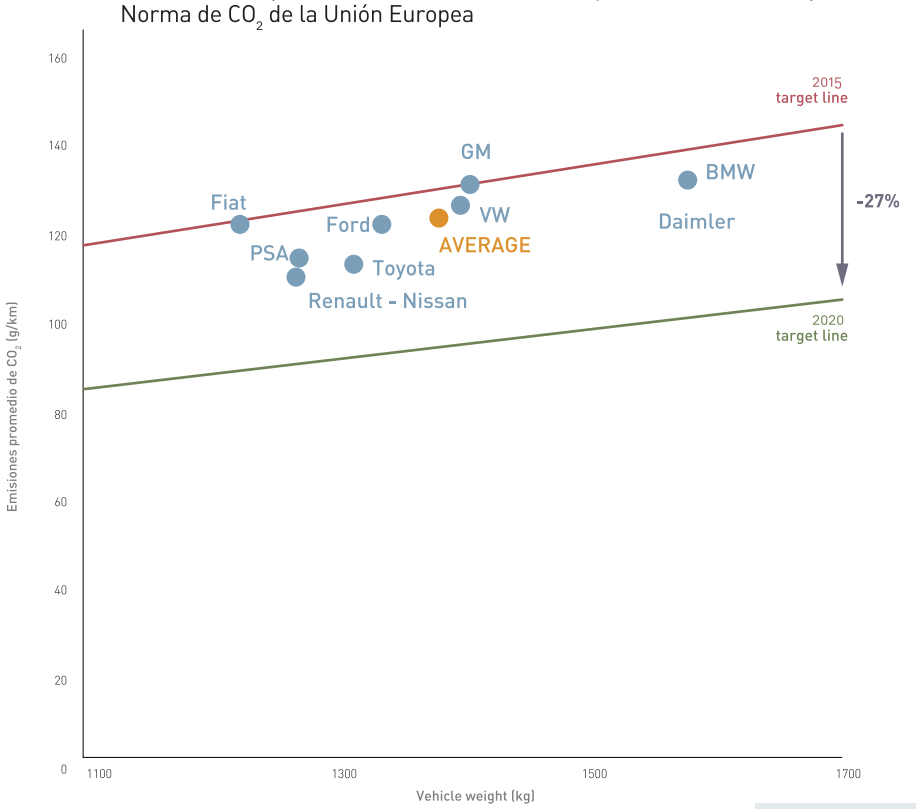
Las políticas de promoción de la movilidad eléctrica hasta ahora apuntan principalmente a los vehículos eléctricos, enfocándose en la parte baja de la cadena de valor, especialmente los consumidores, donde se destacan los casos de Noruega, Dinamarca y Holanda. En estos países existen fuertes incentivos, entregados principalmente a través de incentivos tributarios, bonos y beneficios para los propietarios de vehículos eléctricos, como estacionamientos gratis (Van der Steer, 2015).

China

China ha aplicado políticas de incentivos muy fuertes dirigidos a los fabricantes de vehículos. En el caso de un

8. PRIMES-TREMOVER Model, E3M-Lab

FIGURA 10 Estado de cumplimiento de las marcas con mayores ventas en Europa-Norma de CO_2 de la Unión Europea



Fuente: ICCT, 2014

fabricante de buses, este puede recibir un subsidio de hasta casi 84.866 euros por unidad producida, y hasta 7.779 euros para el caso de un fabricante de automóviles particulares (SUTP 2016). Estos subsidios directos al fabricante han producido casos de fraudes en las declaraciones de vehículos eléctricos fabricados, lo que motivó que a fines de marzo de 2016 el gobierno chino anunciara un recorte en los subsidios a buses de un 32% (49% para los buses más grandes) y la limitación del precio de los automóviles particulares candidatos a subsidios hasta 54.000 dólares como máximo.

Estados Unidos

En el caso de EE.UU, existen también una serie de incentivos para promover la movilidad eléctrica, mismos que han permitido menores costos en la compra y operación en comparación con la de los vehículos híbridos similares. Incluso en las ciudades como Atlanta, Denver, Los Ángeles y San Francisco los vehículos eléctricos han demostrado ser económicamente más competitivos que vehículos equivalentes con motores de combustión interna (ICCT, 2015b).

Los estados líderes cuentan con una promoción integral, incorporando subsidios a la compra, red de recarga pública y otros incentivos para los propietarios de vehículos eléctricos. Contrariamente, hay estados como Colorado, que, si bien cuentan con políticas de incentivo, la falta de conciencia, información, educación y oferta limitada de vehículos eléctricos, inhiben el impacto positivo de los incentivos. La forma en que se sostengan las políticas de promoción también determinará el éxito en la fase posterior al año 2020.

En julio de 2016, el gobierno de los EE.UU anunció una serie de medidas para acelerar el despliegue de vehículos eléctricos en el país (White House Press Release, 2016). Principalmente, se anuncian garantías de préstamo de hasta $4,5 mil millones de dólares para apoyar el despliegue de estaciones de carga innovadoras y a escala comercial. En paralelo, se anuncian una serie de iniciativas para identificar corredores para vehículos cero emisiones y ubicación de estaciones de carga para una red nacional; adicional, se realizan talleres para incentivar soluciones tecnológicas para vehículos eléctricos y sistemas de carga rápida, así como la consolidación de compromisos público-privados para proporcionar el acceso de carga de vehículos eléctricos a sus empleados.

De acuerdo al ICCT (2016), actualmente el costo incremental de un automóvil liviano eléctrico (autonomía de 150 kilómetros) respecto de un automóvil convencional es de aproximadamente € 9.000 Euros, el cual se estima que se reducirá a menos de mil en el año 2025, principalmente debido a la reducción del precio de las baterías. Esto se puede observar en la figura 11, donde además se presentan los costos incrementales para vehículos eléctricos con distintas autonomías y para vehículos de celda de hidrógeno. Es destacable que el costo de los vehículos convencionales tendrá un incremento importante (más de dos mil dólares por unidad) debido a las exigencias de eficiencia energética y emisiones mencionadas anteriormente, lo que ayuda a reducir la brecha de precios entre estos y los vehículos eléctricos.

El esfuerzo de los países desarrollados y China en el fomento a la producción y compra de vehículos eléctricos mediante subsidios y otros instrumentos, tiene como objetivo lograr que sus países alcancen dentro de los próximos años una posición ventajosa en la competencia por los mercados globales de vehículos eléctricos y el resto de las industrias asociadas. En teoría económica la movilidad eléctrica corresponde a una nueva revolución tecnológica con un alto potencial de sustituir en el largo plazo a los automóviles convencionales

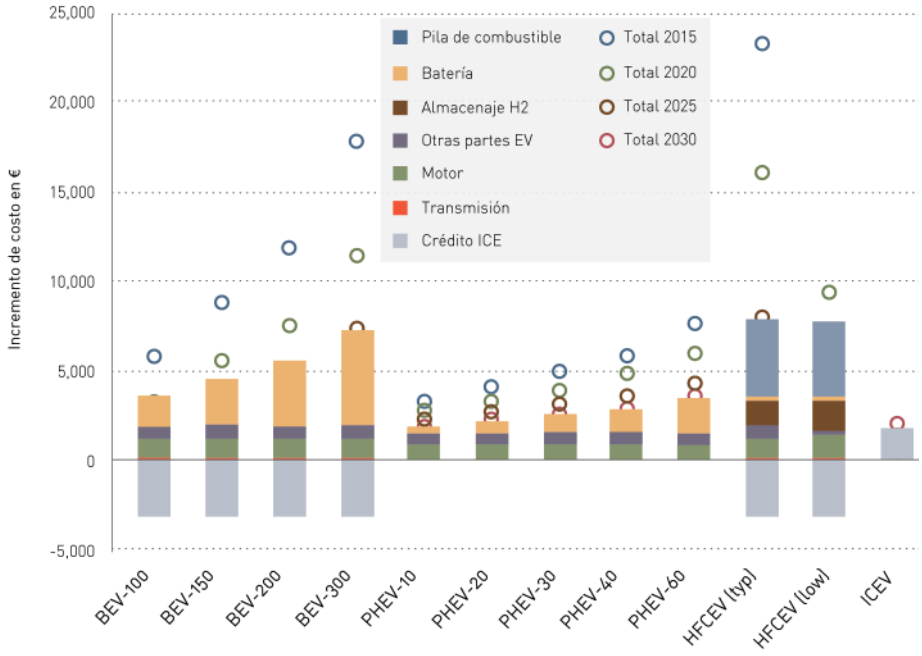
que emplean hidrocarburos. Según Carlota Pérez, de las Universidades de Cambridge y Sussex, una revolución industrial presenta tres fases muy marcadas. La primera, una innovación radical inicial con la irrupción de nuevas industrias y empresas. La segunda un periodo de crecimiento exponencial y finalmente una fase de madurez, tal como se presenta en la figura siguiente (12).

La movilidad eléctrica se encuentra en la primera fase de definición del nuevo paradigma, donde están emergiendo nuevas compañías, tales como Tesla Motors, que compiten con compañías automotrices históricas, con el fin de tener un protagonismo importante en la próxima fase que será de gran crecimiento.

Conjuntamente emergen nuevas industrias asociadas al resto del ecosistema de nuevos negocios que está creándose en torno a los vehículos eléctricos, como por ejemplo los proveedores de piezas y partes, incluyendo las baterías, y también nuevas empresas relacionadas con las tecnologías y servicios de recarga.

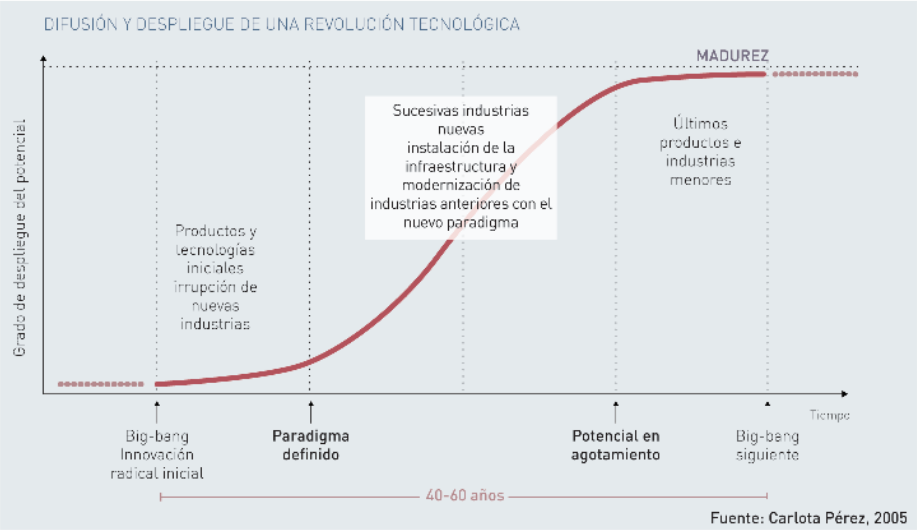
Los incentivos creados para los VE han tenido un aporte significativo al éxito de ventas observado en los últimos años en los países antes mencionados, favoreciendo el desarrollo de nuevas empresas e industrias. Sin embargo, estos incentivos no se pueden sostener en una próxima etapa de crecimiento. En esta segunda fase el propio mercado debe inducir estas ventas y no depender de incentivos fiscales porque estos no podrán satisfacer una demanda de esa magnitud. Por lo cual, las políticas de incentivos deben orientarse a crear esas condiciones de mercado.

FIGURA 11 Costo incremental de vehículos eléctricos livianos hasta el año 2030



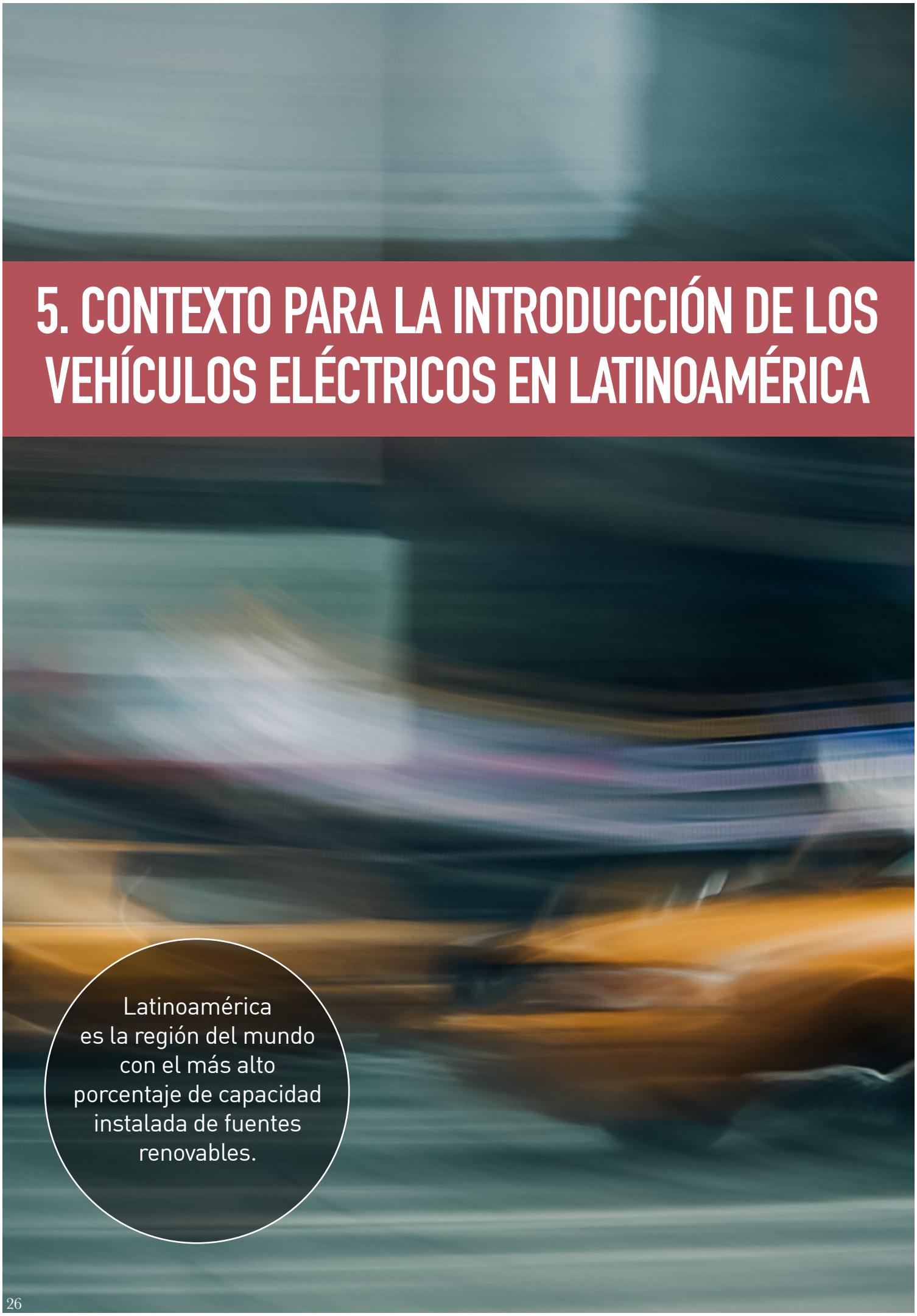
Fuente: ICCT, 2016

FIGURA 12 Las fases de una revolución industrial



Fuente: Carlota Pérez, 2005

5. CONTEXTO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LATINOAMÉRICA



Latinoamérica es la región del mundo con el más alto porcentaje de capacidad instalada de fuentes renovables.

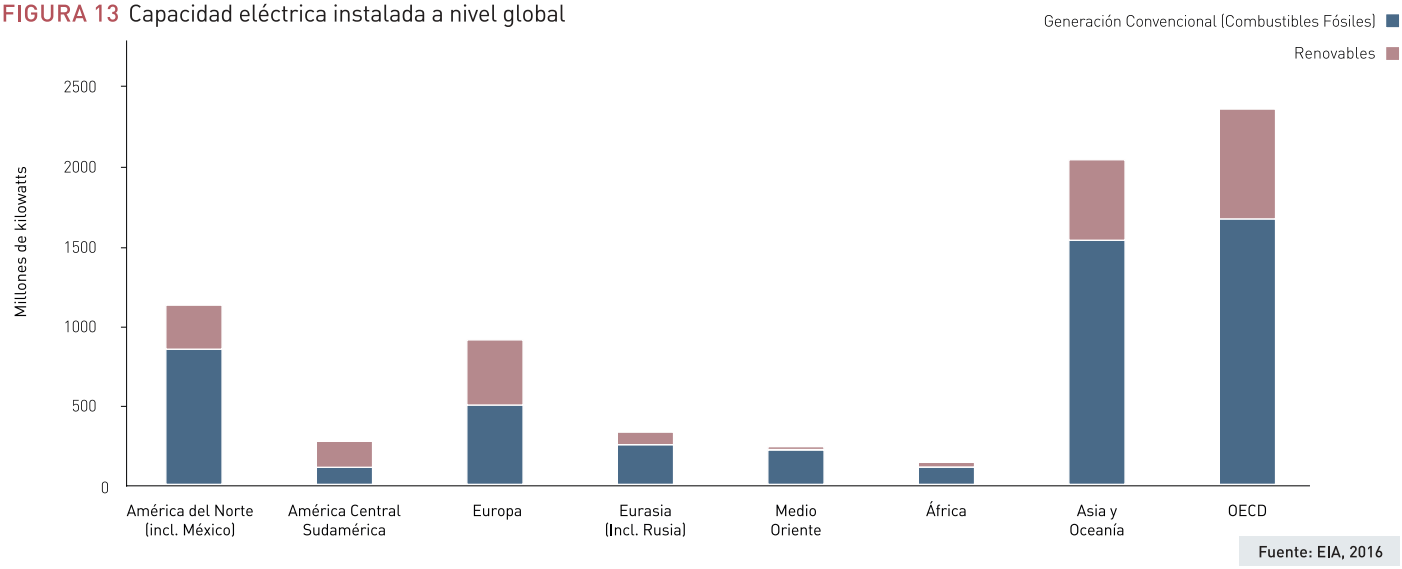
Latinoamérica tiene una de las matrices de generación eléctrica con menores emisiones de CO_2, debido a la alta participación de generación hidroeléctrica y a un creciente desarrollo de las energías renovables no convencionales. Desde el punto de vista del suministro eléctrico, la producción regional de energía eléctrica ha crecido las últimas dos décadas a una tasa anual del 4%, concordante con la tasa de crecimiento anual del consumo final.

A nivel global, Latinoamérica representa tan solo el 5% de la capacidad total de energía eléctrica instalada y el 11% de la capacidad instalada de fuentes renovables, incluyendo energía hidroeléctrica, eólica, solar y biomasa.

Sin embargo, de forma comparativa, **es la región del mundo con el más alto porcentaje de capacidad instalada de fuentes renovables, representando el 58% de los cerca de 280 GW instalados en el 2012** – fuentes más recientes calculan este número más cerca de los 350GW (Bloomberg 2015). Gran parte de estos recursos provienen de fuentes hidroeléctricas que representan el 90% de la capacidad eléctrica instalada en la región, por ejemplo, en países como Paraguay, Costa Rica y Brasil el 100%, 90% y el 80% respectivamente de su energía eléctrica, es suministrada por estas fuentes; en contraste con otras regiones del mundo cuyas fuentes principales de generación eléctrica siguen siendo los combustibles fósiles. A nivel global, la distribución por fuente de generación es del 65% a partir de fuentes convencionales (fósiles) y tan solo el 26% de fuentes renovables con el resto representado por energía nuclear y otras fuentes de menor importancia.

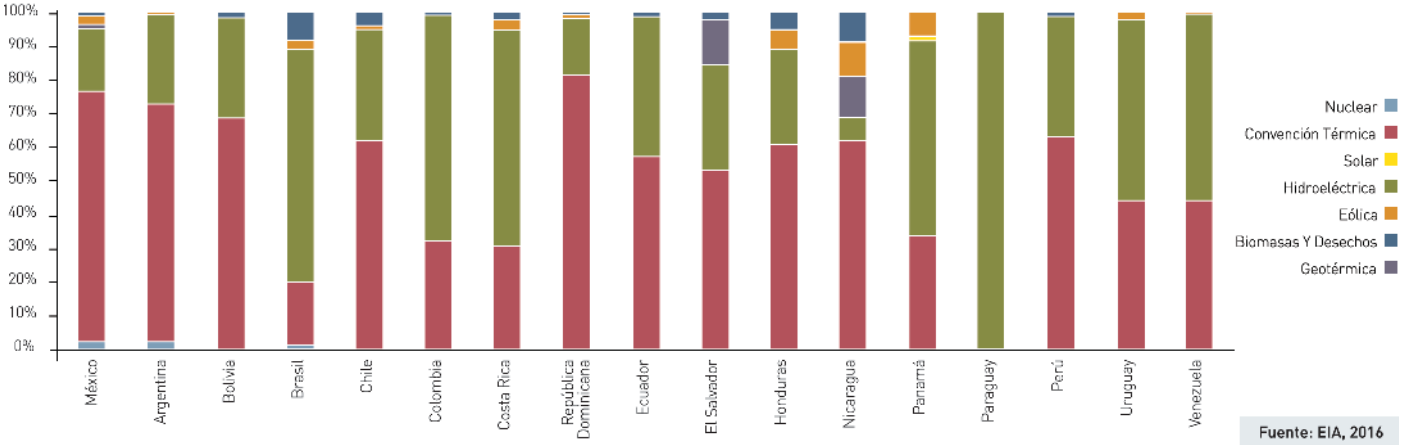
El aporte de la movilidad eléctrica a la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero tiene relación directa con el proceso de generación de electricidad.

FIGURA 13 Capacidad eléctrica instalada a nivel global



Fuente: EIA, 2016

FIGURA 14 Capacidad eléctrica instalada por tipo de fuente en Latinoamérica y el Caribe



Fuente: EIA, 2016

La prioridad en la generación de energía baja en carbono, siendo el óptimo la operación de vehículos eléctricos con energía generada con renovables. **Países como Paraguay tienen emisiones tan bajas como 20 gr CO_2/kWh, a diferencia de países como India y Sudáfrica, que tienen emisiones sobre 900 gr CO_2/kWh.**

La experiencia internacional indica que no se va a requerir un incremento importante del sector generación para asegurar la capacidad de suministro de energía eléctrica debido a una futura demanda del sector transporte. Por ejemplo, el sistema eléctrico actual de EE.UU podría satisfacer la demanda que significaría sustituir el 75% de la flota actual de vehículos convencionales por eléctricos (MIT 2013).

Sin embargo **donde podría haber problemas es con las capacidades de las redes de distribución residenciales, ya que un circuito de un barrio está diseñado para un número pequeño de viviendas, y la demanda de un automóvil es equivalente a tres casas (MIT 2013).** No obstante, éste se resuelve con una mejora de la red local. Las estaciones de carga rápida no tienen este problema porque están ubicadas en puntos que cuentan con suficiente capacidad, como por ejemplo en centros comerciales.

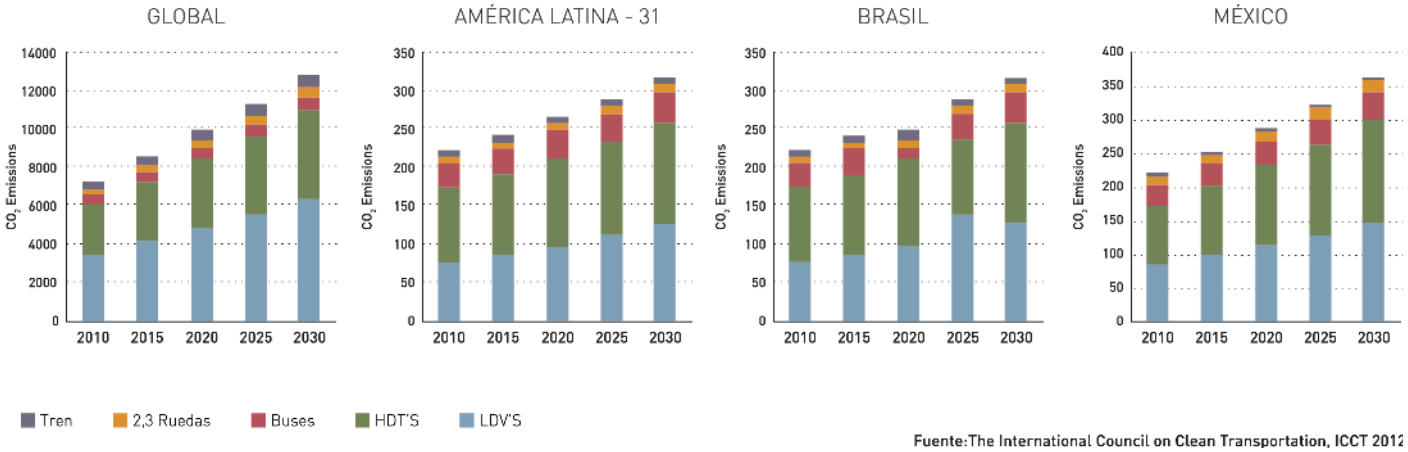
El sector transporte tiene una alta dinámica debido al crecimiento económico y la baja tasa de motorización per cápita existente en la región, por lo que se espera un crecimiento importante de la flota vehicular dentro de los próximos quince años. Se prevé que este crecimiento se producirá mayoritariamente en automóviles privados y en el transporte de carga. El ICCT ha proyectado las emisiones regionales del transporte al año 2030 empleando su modelo Global Transportation Roadmap (ICCT 2012). Los resultados muestran un crecimiento a nivel regional del 75% de las emisiones de CO_2 del transporte de carga entre el 2010 y el 2030, excepto Brasil que experimentará un incremento menor. Las emisiones de los automóviles tendrán un incremento similar.

Por lo anterior, sería importante explorar el potencial que existe en la región para que la movilidad eléctrica sea un aporte sustancial a la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo el sector transporte crítico desde el punto de vista del cumplimiento de los compromisos de cambio climático adoptados por los países, a través de sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDCs por sus siglas en inglés).

Gran parte de los países latinoamericanos comprometieron reducciones de un 30% o más al año 2030 respecto de la situación Business as Usual, aunque en algunos casos, como Colombia, esta reducción está condicionada a la disponibilidad de ayuda internacional. Asimismo, los inventarios de emisiones muestran que en muchos países el sector energía es porcentualmente importante, especialmente en México, Brasil, Ecuador, Chile, Colombia y Perú.

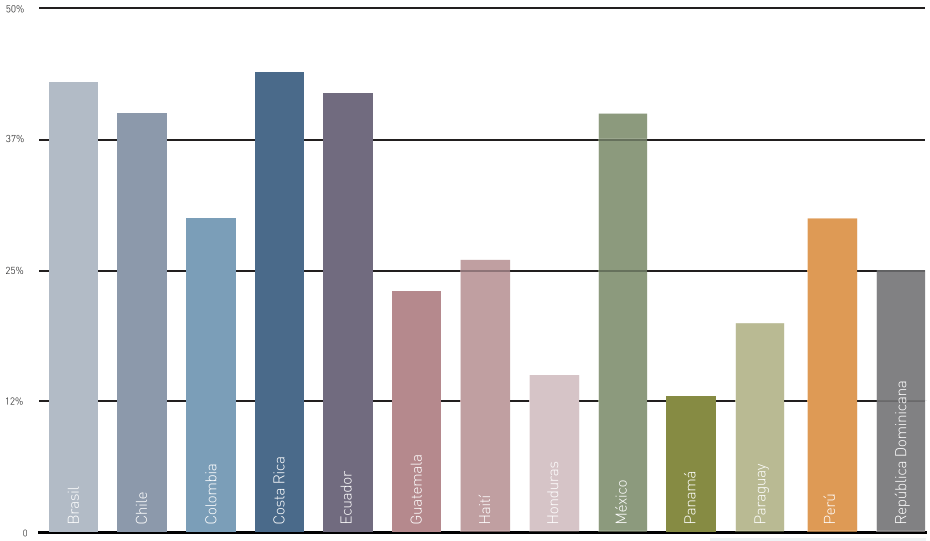
Considerando la baja dependencia de combustibles fósiles en generación eléctrica (a excepción de Chile, México y Venezuela), el sector transporte es el mayor responsable de las emisiones del sector energía.

FIGURA 15 Emisiones del sector transporte por región y tipo de vehículo



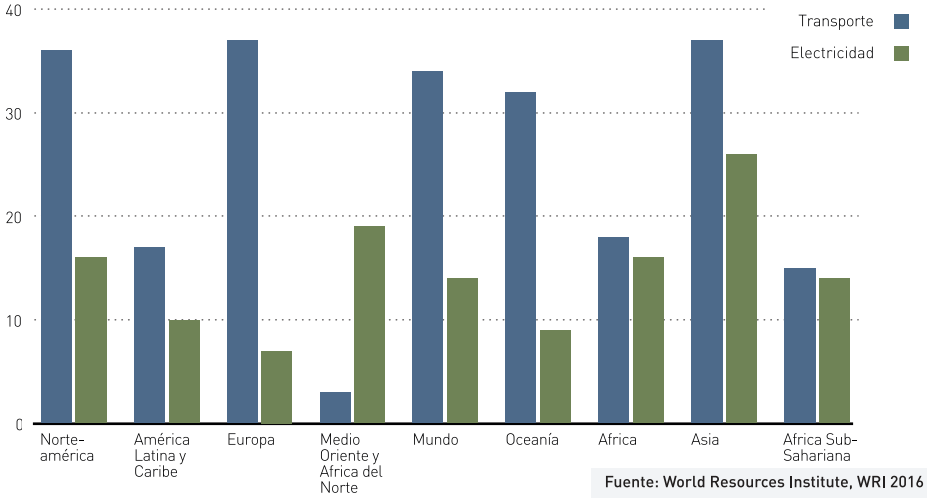
Fuente: The International Council on Clean Transportation, ICCT 2012

FIGURA 16 Compromisos nacionales de reducción de gases de efecto invernadero[9]



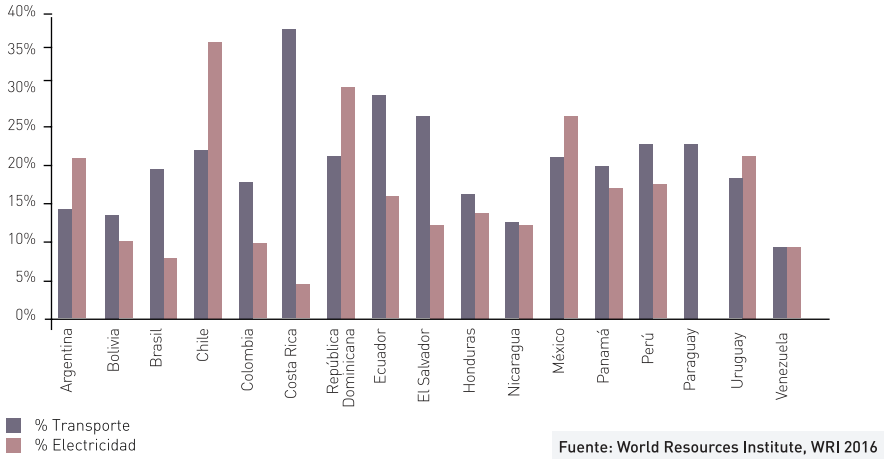
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 17 Emisiones por sector a nivel regional



Fuente: World Resources Institute, WRI 2016

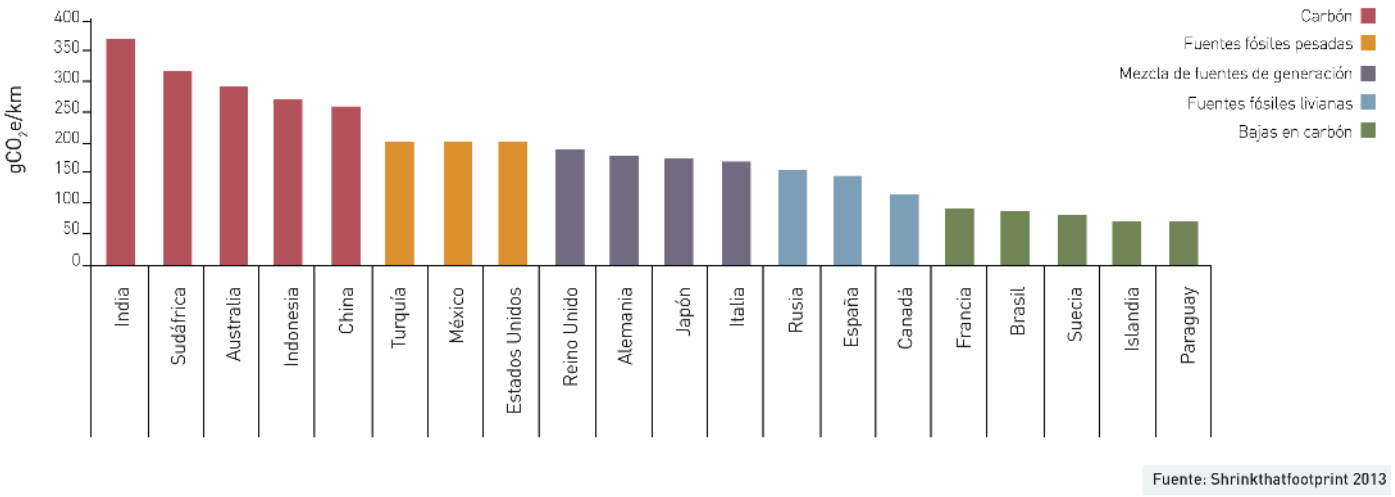
FIGURA 18 Contribución de transporte y electricidad a las emisiones totales para algunos países de Latinoamérica



Fuente: World Resources Institute, WRI 2016

9. Bolivia, Cuba, El Salvador y Uruguay no han declarado metas, mientras que Nicaragua no ha entregado ningún compromiso nacional de reducción.

FIGURA 19 Emisión de un automóvil eléctrico operando en distintos países de acuerdo a la energía empleada en la generación eléctrica



Fuente: Shrinkthatfootprint 2013

Shrinkthatfootprint (2013) ha producido factores de emisión para vehículos eléctricos operando en distintos países con relación a la matriz de generación eléctrica de cada uno de ellos, empleando para ello información de diversas fuentes, incluyendo IEA. En la siguiente figura se puede ver una comparación de los factores de emisión entre distintos países, clasificados de acuerdo al tipo de generación eléctrica dominante. De la figura se desprende que existe una relación directa entre la fuente de generación eléctrica y las emisiones de los vehículos eléctricos en cada país.

Un vehículo eléctrico operando en México tiene emisiones de CO_2 asociadas a la generación y transporte de electricidad similar a Estados Unidos, debido a la importancia del gas natural en su matriz de generación. En el caso de países con alta participación de la hidroelectricidad, como Brasil y Paraguay, las emisiones se ubican en el segmento más bajo a nivel global.

La experiencia internacional muestra que la introducción de normas y políticas de promoción de vehículos más eficientes, se ha basado en las capacidades creadas anteriormente para el control de las emisiones de contaminantes locales. Por ejemplo, en Europa, las exigencias de etiquetado vehicular de eficiencia energética, las normas de CO_2 y las políticas tributarias aplicadas para fomentar automóviles más eficientes, han empleado las capacidades institucionales, la información y los protocolos de medición desarrollados para el control de la serie de normas de emisión Euro 1 a Euro 6 aplicadas desde la década de los noventa.

Este conjunto de normativas han sido optimizadas recientemente como respuesta al escándalo Volkswagen, incorporando nuevos procedimientos que permitirá que los procesos de certificación de nuevos modelos de automóviles representen de mejor forma las condiciones reales de operación en las calles.

En el caso de Latinoamérica, el desarrollo del control de las emisiones aún no está consolidado. En muchos países las normas que se exigen están rezagadas y las capacidades de control son precarias o inexistentes. Si bien existen excepciones, tampoco los combustibles están al nivel de calidad requerida por las tecnologías convencionales más avanzadas.

La experiencia en la región es que las normativas que se exigen distan mucho entre los países, hay algunos sin ningún tipo de norma de emisión para los vehículos que se importan, y otros tienen normas obsoletas, como la Euro 2 (1996) y 3 (2000). Chile es el único país en la región en adoptar un estándar de emisiones Euro 6, el cual entró en vigor en 2014.

Para lograr que los fabricantes e importadores respondan a estas normativas, y que atraigan a los mercados de la región modelos realmente amigables con el medio ambiente, se debe contar con capacidades de control que aseguren su cumplimiento. Estas capacidades deben al menos considerar la certificación de los modelos de vehículos que se autorizan para ser comercializados, el control de las partidas de producción e importación para que correspondan a los modelos autorizados, y que el deterioro de sus emisiones corresponda a lo declarado en los procesos de certificación.

FIGURA 20 Normas de emisiones para vehículos nuevos vigentes a nivel global (ONU Ambiente 2015)



Fuente:www.unep.org/transport/pcfv

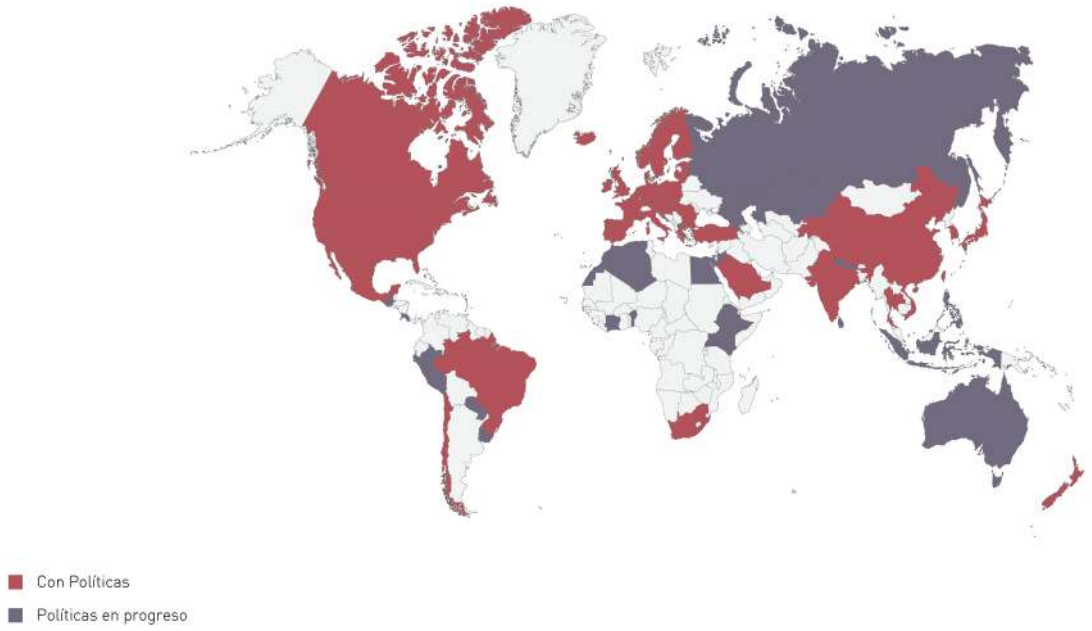
Las capacidades de certificación en la región son muy precarias (a excepción de Chile) y dependen de la información de pruebas desarrolladas por los mismos fabricantes. Incluso, en algunos países sólo se requiere acreditar el cumplimiento de la normativa mediante una declaración jurada del representante legal del importador ante un notario. El control de conformidad de la producción es casi inexistente, al igual que el seguimiento del deterioro.

Estas carencias han significado que la región avance muy lentamente en la incorporación de políticas para la promoción de la eficiencia energética en los mercados vehiculares, lo cual es clave, según la experiencia internacional, para generar condiciones competitivas de la movilidad o movilidad. De acuerdo a la Iniciativa Global de Ahorro de Combustibles (GFEI por sus siglas en inglés), sólo México, Brasil y Chile presentan algún tipo de política de promoción de eficiencia energética en transporte a nivel regional.

Otra barrera regional a la introducción de la movilidad eléctrica es la existencia de subsidios a los combustibles, que afectan los costos relativos, reduciendo artificialmente los ahorros en la operación que hace más competitiva a la movilidad eléctrica.

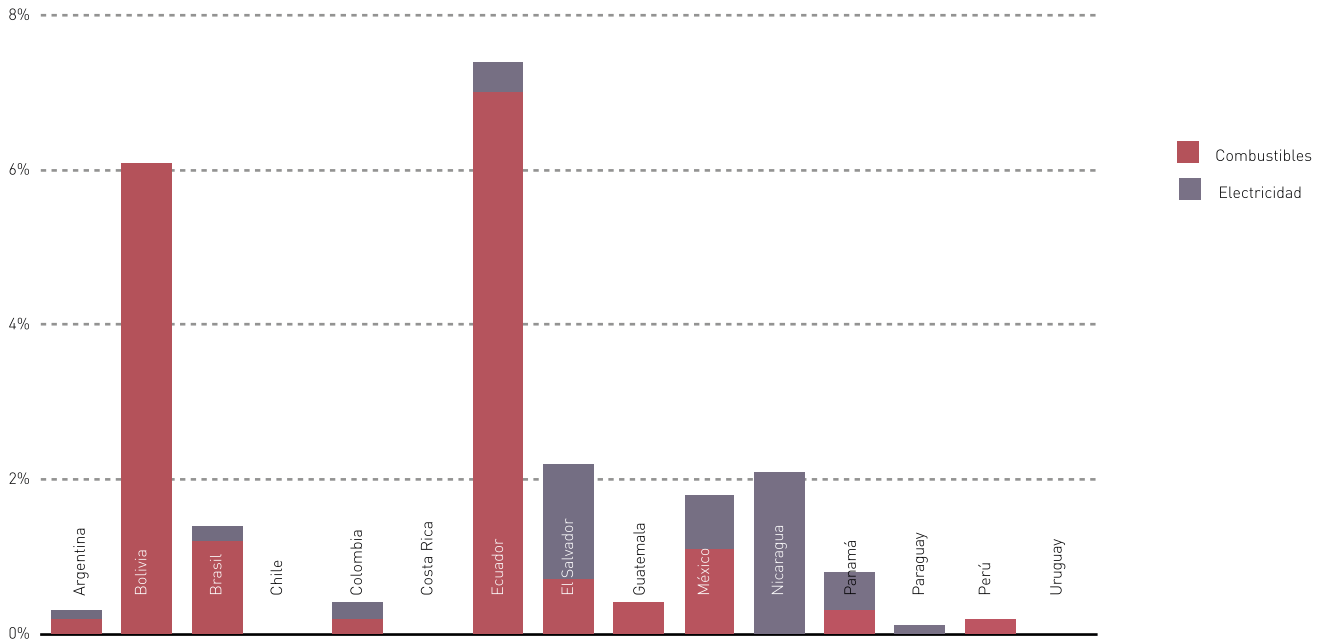
Si bien en algunos países también existen subsidios a la electricidad, los subsidios regionales a los combustibles triplican a los entregados a la electricidad ($54.000 millones USD versus 16.000 millones para la electricidad) (FMI 2015). La figura siguiente presenta los montos de los subsidios por país, en términos de % del PIB.

FIGURA 21 Países con políticas de eficiencia energética para sus mercados automotrices



Fuente: GFEI 2016

FIGURA 22 Subsidios a combustibles y electricidad en Latino América



Fuente: FMI 2015

6. SITUACIÓN REGIONAL DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA



6.1 Normas vehiculares e incentivos fiscales para la movilidad eléctrica

6.1.1 Colombia

En el año 2012 se reglamentó el otorgamiento de incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) a vehículos de tecnologías limpias, dentro de las cuales se encuentran la eléctrica e híbrida, y que se incorporen a sistemas de transporte público ya sea de pasajeros o carga. Dicha reglamentación se expidió mediante las resoluciones 186 (MME/MADS), 563 (UPME), 778 (MADS) y 779 (MADS) de 2012, las cuales establecieron los requisitos y procedimientos para acceder a tales beneficios. Estos incentivos ya han sido solicitados por importantes organizaciones del transporte en varias ciudades del país, con beneficios que superan los $47 millones USD por concepto de exclusión de IVA (para todas las tecnologías limpias)[10], y se esperan nuevos proyectos lo que traerá un gran impacto positivo de la demanda nacional de energía y sus emisiones asociadas.

Por otra parte, desde finales del 2013, el gobierno de Colombia a través del Decreto 2909 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo introdujo un tratamiento preferencial, temporal, para vehículos eléctricos (MINCIT 2013). Durante 3 años se reduce el arancel para un lote de 750 vehículos eléctricos anuales de 35% a cero. En esta medida entran todo tipo de vehículos eléctricos, incluyen buses, taxis y automóviles particulares. Este incentivo también se extendió a 750 vehículos híbridos enchufables de menos de 3 litros anuales, reduciendo el arancel a 5% del precio FOB. Los beneficios arancelarios se aplican para ambos grupos de vehículos, siempre y cuando estos vehículos junto con cargador no superen un monto de $52.000 USD. Además, se aprobó la importación de 100 estaciones de carga pública y 1.500 sistemas de carga domiciliaria para hogar con cero aranceles durante el mismo tiempo. Estos beneficios son válidos hasta finales del año 2016, cuando serán evaluados por las entidades pertinentes. Adicionalmente, los vehículos eléctricos están exonerados de medidas de restricción vehicular - pico y placa - en las principales ciudades del país.

6.1.2 Costa Rica

Actualmente en Costa Rica los vehículos eléctricos no pagan un impuesto selectivo de consumo – que representa entre el 30% y el 53% del valor total del vehículo – mientras que los híbridos pagan una tarifa equivalente al 10% del precio total del vehículo (El Financiero, 2016).

En 2015 el país continuó con sus acciones para promover la movilidad eléctrica y, se presentó el Proyecto de Ley N°19.495, denominado: "Incentivo a la Importación y Uso de Vehículos Híbridos y Eléctricos Nuevos". Este Proyecto de Ley busca "promover el desarrollo y la implementación del transporte eléctrico, tanto en su modalidad pública como privada". El proyecto de ley – que continua en revisión a fecha de la publicación de este estudio –establece como meta la introducción de 100.000 vehículos eléctricos o híbridos recargables en un plazo de 5 años. Las medidas propuestas aplicarían a todos los vehículos híbridos recargables y eléctricos nuevos importados, sean estos vehículos automotores, de transporte público, transporte de mercancía o bien, motocicletas híbridas y eléctricas importadas al país.

El Proyecto de Ley también propone la exoneración del pago del impuesto selectivo de consumo, del impuesto de ventas y el impuesto sobre el valor aduanero. Igualmente son exonerados las partes reemplazables y los repuestos de los vehículos eléctricos.

Adicionalmente, el Proyecto de Ley de 2015 elimina el pago por circulación – "marchamo" - por 5 años y concede una exención a los vehículos de cualquier restricción vehicular y exoneración por pago de parquímetros. Para incentivar la renovación de flotas de empresas privadas, el Proyecto de Ley propone que estas empresas puedan depreciar el valor de sus vehículos en el plazo de tres años para efectos de la declaración del impuesto de la renta – siempre y cuando los vehículos adquiridos en estas condiciones no sean traspasados durante los primeros tres años. Esto aplicaría a cualquier empresa privada que a partir de la entrada en vigencia de la ley decida sustituir su flota de transporte al menos en un 10% anual, con un mínimo de tres vehículos, por vehículos híbridos recargables o eléctricos.

10. Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia.

El Proyecto de Ley también establece que el Gobierno Central y las instituciones del Estado renueven sus flotas en un 10% con vehículos eléctricos, en un plazo no mayor de 5 años a partir de la vigencia de la Ley.

De acuerdo a este Proyecto de Ley las empresas importadoras de automóviles deberán ofrecer obligatoriamente el servicio de reparación y revisión de los vehículos híbridos y eléctricos al igual que hacerse responsables del reciclaje y el manejo de las baterías eléctricas que deban ser desechadas de los vehículos que vendan. Toda casa importadora cuyas marcas tengan vehículos eléctricos en su inventario a nivel mundial, deberán ofrecer estos modelos en Costa Rica con un plazo de 12 meses a partir de la vigencia de la Ley.

En cuanto a estaciones de recarga, el Proyecto de Ley establece que deberá haber por lo menos un centro de recarga cada 80 km y 120 km en caminos cantonales. También, las empresas distribuidoras de electricidad tendrán la obligación de instalar un centro de carga rápida en cada cabecera de provincia al igual que otros centros de interés incluidos en el Proyecto de Ley. Igualmente se establece que la administración pública, como parqueos públicos nuevos y centros comerciales cuentan con puntos de recarga para vehículos eléctricos.

6.1.3 Chile

En Chile se aplica un impuesto ambiental a la compra de los vehículos nuevos desde octubre de 2014, asociado directamente al nivel de emisiones de óxidos de nitrógeno y consumo de combustibles, y a partir de la información obtenida en el proceso de homologación vehicular y presentada en el sistema de etiquetado de eficiencia energética mandatorio que existe en el país desde febrero de 2013.

El impuesto ambiental por su naturaleza no aplica a los vehículos eléctricos, y castiga fuertemente a los vehículos diésel, que en el segmento de las SUV han mostrado una caída importante en sus ventas.

La compañía Chilectra, a cargo de la distribución eléctrica en Santiago ha estado promoviendo la movilidad eléctrica desde 2010, y cuenta con una tarifa especial para propietarios de vehículos eléctricos para que carguen durante la noche, con un 30% de descuento. Chilectra además ha desarrollado una primera red de recarga pública con más de diez estaciones operando en la ciudad de Santiago, más de la mitad de ellas de carga rápida.

En septiembre de 2014 el Congreso aprobó una excepción a la prohibición de importación de vehículos usados, permitiendo la importación de trolebuses usados, lo que ha facilitado la ampliación de la flota de trolebuses de la ciudad de Valparaíso, mediante la importación de trolebuses de segunda mano traídos de Suiza.

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones cuenta con un programa de subsidio a la renovación de flotas de taxis, entregando el monto del subsidio

FIGURA 23 Puntos de recarga para vehículos eléctricos en Santiago de Chile.



Fuente: Chilectra - El Mercurio

en proporción a la eficiencia energética del vehículo de recambio, con base en la información del etiquetado vehicular. Un VEB puede obtener un subsidio aproximado de $ 8.000 USD.

El Ministerio ha desarrollado además un primer proyecto piloto de taxis, facilitando autorizaciones sin costo para 20 taxis con la condición de que fueran eléctricos. A partir del 2015 hay una primera flota de tres taxis operando en Santiago como parte de este programa.

A partir de abril de 2016 existe un bus eléctrico de origen chino (BYD) dando servicio gratuito de transporte en el centro de la ciudad, como parte de una iniciativa de la Municipalidad de Santiago, los Ministerios de Medio Ambiente, Transporte y Chilectra.

6.1.4 Ecuador

Recientes inversiones en generación hidroeléctrica junto con subsidios a combustibles de transporte – diésel y gasolina – han hecho de la movilidad eléctrica una estrategia prioritaria para el país. El Gobierno Ecuatoriano ha creado varios incentivos tributarios y fiscales para facilitar la entrada al mercado de vehículos eléctricos[11].
Actualmente existen planes en el país para distintos proyectos piloto con tecnología vehicular eléctrica en el transporte municipal. Incluido en estos, está el propio gobierno nacional que ha congelado la compra de vehículos de combustión interna para uso urbano a través de compras públicas, abriendo el cupo solo a los vehículos eléctricos.
El Gobierno Ecuatoriano también ha implementado políticas para reducir importaciones a través de "salvaguardas" y restricciones de importación. En cuanto a vehículos eléctricos, para el 2014-2015, existía un cupo de 1.000 unidades, o un monto total de 25 millones USD[12]. Esta restricción se suspendió en noviembre del 2015 a través de la resolución número 009 del 2015 del Ministerio de Comercio Exterior.

En Ecuador no existe manufactura o ensamblaje de vehículos eléctricos. Por lo tanto, las importaciones de estos vehículos están exentas de ciertos tributos. Los vehículos eléctricos con un costo menor a 40.000 USD ya son exentos del arancel de importación que puede variar entre 15% y 35% del valor del vehículo dependiendo de su procedencia[13]. Igualmente, el Impuesto a Consumos Especiales (ICE) que se aplica a todo vehículo importado, no aplica a vehículos eléctricos o híbridos con un precio final al consumidor menor a 35.000 USD.

Los vehículos eléctricos o híbridos con valores superiores a 35.000 USD tienen tributos reducidos en el pago del ICE, en comparación a vehículos motorizados de similar valor. Adicionalmente, el impuesto ambiental a la contaminación vehicular, basado en la cilindrada y edad de todo vehículo terrestre (incluido motocicletas) tiene un descuento del 20% para vehículos híbridos y no aplica a vehículos eléctricos.

Los vehículos eléctricos o híbridos cuya tasa imponible sea de hasta 35.000 USD no gravaran impuesto al valor agregado (IVA) y vehículos que excedan este valor, pagan un IVA del 12%. El gobierno a través del Ministerio de Comercio Exterior también ha propuesto un esquema de leasing para la batería de los vehículos eléctricos. En esta, la batería seguiría perteneciendo al importador y es arrendada al cliente por un valor de 139 USD mensuales. Una vez terminada la vida útil o si existe cambio tecnológico, el proveedor tendrá que reemplazar la batería sin costo adicional al cliente.

Así mismo, en el Ecuador existe una tarifa diferenciada para la energía que se destine a la carga del auto. Actualmente, esta ronda los 0,08 USD por kWh salvo entre las 22h y 4h cuando el precio desciende a 0,05 USD por kWh y entre las 18h y las 22h - horario pico - cuando el

CUADRO 3 Impuesto a Consumos Especiales (ICE) para distintos vehículos por tecnología y precio de venta

Vehículo (tecnología)	Precio del vehículo	ICE %
Híbrido o eléctrico	Hasta $35,000	0%
	$35,000 - $40,000	8%
	$40,000 - $50,000	14%
	$50,000 - $60,000	20%
	$60,000 - $70,000	26%
	Mayor a $70,000	32%
Camionetas, furgonetas, camiones y vehículos de rescate	Hasta $30,000	5%
Motorizados livianos	Hasta $20,000	5%
	$20,000 - $30,000	10%
	$30,000 - $40,000	15%
	$40,000 - $50,000	20%
	$50,000 - $60,000	25%
	$60,000 - $70,000	30%
	Mayor a $70,000	35%

Fuente: Servicio de Rentas Internas del Ecuador http://www.sri.gob.ec/de/ice

11. Servicio Nacional de Contratación Pública Resolución No. RE-SERCOP-2015-030. Entre el 2007 y 2015, el estado adquirió en promedio 2.125 vehículos anuales.
12. Precio FOB.
13. Vehículos híbridos pagan un arancel de 15%.

precio asciende a 0,10 USD por kWh. Sin embargo, los usuarios necesitarán invertir en un cargador para hogar con un costo total (equipo e instalación) de entre 900 y 1.200 USD.

6.1.5 México

Tanto a nivel federal como estatal, se han creado distintos incentivos para acelerar la introducción de vehículos eléctricos en el mercado mexicano. A nivel federal, a partir del 2015 los vehículos eléctricos no pagan el impuesto sobre automóviles nuevos (ISAN) (Congreso México 2006). Igualmente, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha desarrollado un programa para colocar medidores separados para cargadores en la modalidad lenta de hasta 10 kW en domicilios de clientes con vehículos eléctricos, la inscripción al programa es gratuito, y el usuario accede a una tarifa eléctrica diferenciada para la carga de baterías para movilidad eléctrica (CFE 2016).

A nivel estatal, el impuesto a tenencia que se cobra anualmente como permiso de circulación, no aplica para vehículos eléctricos. En México Distrito Federal (DF), los vehículos eléctricos están exentos de este cobro durante los primeros 5 años y pagan un impuesto reducido en 50% durante los siguientes 5 años. En Ciudad de México y el Estado de México, los vehículos eléctricos están exentos del programa "Hoy no circula" que establece medidas que limitan el flujo vehicular al igual que la verificación vehicular cada semestre (Uno-Cero 2016). Finalmente, se prevé que vehículos eléctricos accedan a una placa ecológica que tendrá otros beneficios asociados (todavía por definir) al igual que estacionamientos preferenciales reservados para la movilidad eléctrica. En marzo de 2016, se presentó una iniciativa para generar incentivos fiscales adicionales para vehículos eléctricos. En un principio estos estarían exentos de pago de IVA entre otros beneficios que se entregarían de manera preferente para los vehículos ensamblados en México. De manera paralela, existen distintas iniciativas que buscan fomentar el uso de vehículos eléctricos, incluido entre estos esfuerzos el convenio de cooperación firmado entre la CFE y la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), que busca entre otras acciones elaborar un plan de desarrollo de electrolineras, fomentar el diálogo entre organismos del sector público y privado, al igual que coordinar y proporcionar información relacionada con el mercado de vehículos eléctricos e híbridos en México (Forbes 2015).

6.1.6 Uruguay

La Política Energética Uruguay 2030 establece la diversificación de la matriz energética procurando disminuir la dependencia del petróleo y buscando fomentar la participación de fuentes energéticas autóctonas, en particular las renovables. Este nuevo contexto energético propicia la promoción de la movilidad eléctrica en el país.

En esta línea, en el año 2010 se aprueba una reducción del Impuesto Específico Interno (IMESI) aplicable a vehículos híbridos y eléctricos. En 2012, se actualizan las tasas, y para los vehículos híbridos las tasas se determinan según la cilindrada.

Por otro lado, en el año 2012 el decreto reglamentario de la Ley de Promoción y Protección de Inversiones exonera del Impuesto a la Renta de las Actividades Económica (IRAE) y de tasas y tributos a la importación de vehículos utilitarios eléctricos.

En el año 2014 se conformó un grupo interinstitucional para trabajar en conjunto políticas de eficiencia energética en el transporte. Dentro de las primeras actividades del grupo se realizaron pruebas piloto en la ciudad de Montevideo con un auto eléctrico apto para taxi y un ómnibus eléctrico, donde se evaluó su operación en recorridos de servicios de transporte público de Montevideo sin pasajeros, con el fin de recabar información respecto de las prestaciones de esta tecnología.

Desde enero de 2015 los vehículos eléctricos están exentos del pago de la tasa global arancelaria. Si bien tiene vigencia de 2 años, se está revisando su extensión.

En el 2015 la Intendencia de Montevideo hizo un llamado para otorgar permisos para operar taxis eléctricos bonificando el costo de la autorización para taxímetros. La empresa de distribución eléctrica UTE apoyó el programa facilitando 5.000 dólares a cada participante a cambio de publicidad e instalando sin costo el sistema de carga en los domicilios de los propietarios de taxis eléctricos. Además ha puesto en operación la primera estación de carga rápida en Montevideo. Actualmente hay 4 taxis operando en la ciudad. Luego de esta primera experiencia y con el aprendizaje realizado, se realizó un nuevo llamado a operación de nuevos taxis eléctricos y otro para recambio. En esta oportunidad UTE realiza la instalación del sistema de carga sin costo y otorga 10.000 dólares a cada participante a cambio de publicidad y seguimiento.

Por su parte, UTE también ha invertido en una flota propia de servicios con vehículos eléctricos, alcanzado ya un total de 60 unidades.

En el 2016 se autorizó a una empresa privada a operar el primer bus eléctrico en servicios regulares.

En 2016, UTE aprobó la construcción de una "ruta verde" con puntos de carga cada 60kms. La misma se ubicará en la zona sur del país y tendrá una extensión aproximada de 500km."

6.1.7 Argentina

Actualmente, Argentina no cuenta con ningún incentivo para la movilidad eléctrica, aun cuando Nissan y Renault ya han homologado sus modelos para po-

der ser vendidos en el país. Sin embargo en junio del año 2016, como parte de la primera Mesa de Vehículos Eléctricos, el gobierno puso en marcha un plan para promover la producción de vehículos eléctricos en el país. El objetivo de la Mesa es diseñar el marco regulatorio necesario para incentivar la producción y venta de vehículos eléctricos en Argentina. Con este fin, se reunieron representantes de las carteras nacionales de Transporte, Ciencia y Tecnología, Justicia y Derechos Humanos, Energía y Minería y Medio Ambiente, y por parte del sector privado la Asociación de Autopartistas (AFAC), la Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos (AAVEA), la Agencia Nacional de Seguridad Vial, el Ente Nacional Regulatorio, ADERA (Asociación de Distribuidores de Electricidad) y CIMBRA (Cámara de Motos y Bicicletas).

En el año 2014, se intentó aprobar una ley sobre vehículos eléctricos y alternativos, que busca reducir en 25% los aranceles de importación de vehículos y componentes (incluyendo baterías) al igual que una exención por 15 años de los impuestos de Ganancias e IVA para los vehículos fabricados en Argentina con al menos 50% de componentes locales. Sin embargo, esta propuesta de ley no fue aprobada a nivel parlamentario. Una de las empresas que ha comenzado a producir vehículos eléctricos es Sero Motor, un vehículo de categoría L6 de dos plazas con un motor de 8kw y autonomía de 65km, que llega a los 120 km con baterías de litio. La compañía busca desarrollar una versión cuatro plazas y pick-up con capacidad de carga de 150 kg en el futuro cercano. En vista de esto, el gobierno de Buenos Aires ha buscado promulgar una ley específica para vehículos de categoría L6 de hasta 350 kg de peso y velocidad máxima de 45 km/h. En Argentina, los vehículos eléctricos homologados son el Renault Kangoo ZE y Nissan Leaf, aunque todavía no se encuentran los modelos comercializados. En circulación existen vehículos híbridos como el Toyota Prius mientras se espera que los vehículos Renault Kangoo ZE y Twizzy hayan entrado al mercado a mediados de este año.

A nivel de transporte público, el gobierno anuncio en junio de 2016 la compra de 400 buses eléctricos para operar en las principales ciudades del país. Esto es el resultado de una licitación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable enmarcada dentro de una política de expansión de la red de Metrobuses – que ya opera en Buenos Aires y Vicente López – a las ciudades de Córdoba, Rosario, Neuquén, Corrientes, Mar del Plata, Lanús, Morón y Tres de Febrero. Las características establecidas en la licitación para los buses, requieren que estos tengan autonomía de 250 km, recarga completa de baterías en cinco horas, vida útil de 12 años o un millón de kilómetros entre otras.

6.1.8 Brasil

Actualmente en Brasil, circulan alrededor de 3.000 vehículos híbridos y eléctricos y existen 50 estaciones de carga en todo el país. Esto es el resultado de incremento exponencial en las ventas anuales de vehículos híbridos y eléctricos en el país que en el año 2014 alcanzaron las 855 unidades. Estos números contrastan de manera importante con el mercado de vehículos livianos en Brasil, el quinto más grande del mundo, con ventas anuales cercanas a las 3 millones de unidades. Durante los últimos años se han desarrollado distintos incentivos para fortalecer el crecimiento de este segmento de mercado. A nivel federal se han discutido reducciones en los impuestos de importación para vehículos híbridos y eléctricos del actual arancel de 35% a un máximo de 7%, aunque esto sigue en discusión. De manera similar se busca una exención arancelaria a la importación de componentes para vehículos eléctricos que no estén disponibles a nivel nacional. En cuanto a buses, existe una exención a los impuestos de propiedad para los autobuses eléctricos en siete estados brasileros (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe y Rio Grande do Sul) y una reducción de esta tasa en Mato Grosso do Sul, Sao Paulo y Río de Janeiro, que en conjunto, ha sido impulsado por el Banco Nacional de Desenvolvimiento (BNDES). En Sao Paulo, existen varias iniciativas que buscan fomentar el uso de vehículos eléctricos, híbridos y eléctricos. A nivel municipal, la Ley Nº 15.997/14 prevé la devolución de parte del impuesto sobre la propiedad de vehículos eléctricos (impuestos de propiedad). Mientras que la Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) ha anunciado la construcción de 100 estaciones de carga para vehículos eléctricos en los próximos años.

Según la Asociación Brasileña de Vehículos Eléctricos (ABVE) el mercado de vehículos híbridos y eléctricos debería alcanzar una flota de entre 30.000 y 40.000 unidades para el año 2020. Sin embargo, la misma señala que para lograr esta meta, se tienen que resolver tres principales problemas en el mercado brasileño. Primero, la necesidad de invertir en infraestructura de recarga que es escasa a nivel nacional. Una ley ya ha sido aprobada a nivel federal por la Cámara de Representantes, prevé la obligación de puntos de recarga en las zonas comunes y los servicios públicos responsables de la ejecución del servicio. Segundo, la falta de incentivos a nivel federal y las altas tasas de impuestos establecidas para el rubro. Tercero, el gobierno provee varios incentivos y subsidios a la industria de biocombustibles -etanol- incluyendo un programa de créditos a tasas subsidiadas de $38 mil millones de dólares (Reuters 2012).

6.2 Resumen de incentivos para la movilidad eléctrica en Latinoamérica

A continuación se resumen los distintos incentivos que existen para el despliegue de la movilidad eléctrica en distintos países de la región. En general, los países que han optado por potenciar esta tecnología han tomado un conjunto de medidas, partiendo por exenciones impositivas (aduaneras e IVA) al igual que restricciones vehiculares. En el caso de algunos países, como Brasil, estas medidas se realizan a nivel estatal y no federal.

CUADRO 4 Resumen de incentivos a movilidad eléctrica

INCENTIVO /PAÍS	ARGENTINA	BRASIL*	COLOMBIA	COSTA RICA**	CHILE	ECUADOR	MÉXICO	URUGUAY
Exención de IVA		●	●			●		
Exención de permiso de circulación		●		●			●	
Exención de programas de restricción vehicular			●	●	●		●	
Exención de impuestos aduaneros			●	●		●		●
Exención de impuesto a consumos especiales				●		●		
Tarifa eléctrica diferenciada					●	●	●	
Exención de impuesto ambiental					●	●		

** En el caso de Brasil, los incentivos son a nivel estatal, no federal.
** Basado en actual propuesta de ley sobre movilidad eléctrica en Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia



6.3 Mercado de vehículos

6.3.1 Colombia

A pesar de que la primera estación de carga rápida para vehículos eléctricos abrió en Bogotá en el año 2012, hasta finales del 2015 en Colombia existían solo 126 vehículos eléctricos a batería (VEB) registrados. Sólo 52 unidades entraron en el 2014 utilizando los cupos disponibles por el gobierno para incorporar vehículos y cargadores eléctricos. Las principales razones del reducido número de VEBs se debe a la falta de incentivos adicionales de compra, que incluya a sus accesorios, otro motivo son sus altos precios, además de que existen limitados puntos de carga y falta de conocimiento en el mercado local. Sin embargo, los números más recientes muestran que ha habido una mejor penetración de mercado en el segundo semestre del 2015, con 114 Renault vendidos solo en ese mes, de un total de 203 en el año (Groupe Renault 2016).

Siguiendo la tendencia en crecimiento, para el año 2016 una serie de operadores han entrado o prevén entrar al mercado colombiano con 8 modelos de VEBs. Adicionalmente, está planeada para el mismo año, una primera estación de carga rápida piloto inaugurada por la empresa Terpel. Hasta ahora Condesa ha liderado el segmento de mercado introduciendo 5 electrolineras para uso de un programa piloto de 43 taxis eléctricos en Bogotá, mismos que durante los dos últimos años han recorrido cerca de 4,5 millones de kilómetros, y esta misma empresa, prevé la instalación de más de 100 estaciones de carga privada para empresas y clientes institucionales (CODENSA 2016).

En el año 2015, las empresas BMW, Nissan, Renault y BYD y CODENSA inauguraron en conjunto la primera estación de carga rápida para uso público en Colombia (CODENSA 2015).

La estación de carga tuvo una inversión inicial cercana a los $7.500 USD contiene un punto de recarga con tres conectores – dos DC (carga rápida) y tres de recarga AC. La electrolinera tiene una capacidad de 96 recargas diarias contemplando 24 horas de funcionamiento. En cuanto al costo de recarga, los propietarios de vehículos podrán comprar un paquete de unidades de recarga - 40 o 240 km de recorrido estimado por menos de $9 USD.

En el proyecto piloto lanzado en el año 2012 de taxis eléctricos en Bogotá, se comenzó probando vehículos Mitsubishi IMiEV y BYD E6, este último resultando ganador de la concesión final para los 43 taxis eléctricos que actualmente operan en la ciudad. Durante el 2015, se habló de un posible proyecto de reducir la vida útil de los taxis operando en la ciudad de 10 a 7 años para su recambio por taxis eléctricos. El objetivo es que existan 1.000 taxis eléctricos operando en Bogotá para finales del 2016 y que representen el 50% de la flota en 10 años (Inter-American Dialogue 2015). Igualmente, se han desarrollado pruebas de buses eléctricos en Medellín y Bogotá con miras a la introducción de programas pilotos en ambas ciudades.

CUADRO 5 Vehículos eléctricos registrados en Colombia 2015

MODELO	NÚMERO DE UNIDADES
Mitsubishi iMiVE	43 (Taxis)
BYD E6	35
BMW I3	25
Reanult Kangoo ZE	19
Nissan Leaf	4
Total	126

Fuente: El Tiempo, 2015

CUADRO 6 Características de los VEB disponibles en Colombia

MODELO	AUTONOMÍA DISEÑO	POTENCIA	BATERÍAS
Nissan Leaf	135 km	80 kW	24 kWh
BYD E6	300 km	40 kW	75 kWh
Renault Twizy	100 km	4 kW	6.1 kWh
Renault Kangoo	160 km	22 kW	22 kWh
Renault Zoe	210 km	59 kW	65 kWh
Kia Soul EV	200 km	81.4 kW	27 kWh
Mitsubishi iMiEV	160 km	47 kW	16 kWh
BMW i3	130 km	125 kW	22 kWh

Fuente: Autosdeprimera.com, 2015

CUADRO 7 Características de los VEB disponibles en Costa Rica.

MODELO	AUTONOMÍA DISEÑO	POTENCIA	BATERÍAS
Nissan Leaf	135 km	80 kW	24 kWh
BYD E6	300 km	40 kW	75 kWh
Mitsubishi iMiEV	160 km	47 kW	16 kWh

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2 Costa Rica

Hay distintas fuentes de información que han llegado a citar el número de vehículos eléctricos en Costa Rica en más de 2.000 unidades, incluyendo automóviles, bicicletas, cuadriciclos y motocicletas.

Sin embargo, analizando las importaciones de vehículos a Costa Rica desde el 2005[14], podemos constatar que existen solo 37 unidades de VEBs livianos en el país - 27 Mitsubishi iMiEV y 10 Nissan Leaf. BYD ha comenzado a vender vehículos en Costa Rica desde finales del 2014 - comienzos del 2015, sin embargo no se cuentan con estadísticas sobre la importación y disponibilidad de estos vehículos en el mercado nacional. Actualmente, no existe ninguna infraestructura de carga disponible para uso público en el país. Uno de los modelos de vehículos eléctricos más citado por fuentes nacionales es el REVAi (de fabricación india) pero este, al igual que el REVA Lion, Fiat FCC 2 y Toyota iRoad son todos considerados cuadriciclos o "neighbourhood electric vehicles", por lo que no cumplen las características de un vehículo liviano de pasajeros.

Por otro lado, existen 756 unidades de vehículos híbridos importadas entre el 2005 y 2015, según registros aduaneros, siendo los modelos más populares el Prius de Toyota (324 unidades – en sus distintas versiones). En el 2015, se lanzó un programa del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) para sustituir 12.000 taxis y 4.500 buses convencionales por vehículos híbridos. Sin embargo, la baja disponibilidad de créditos (solo disponibles en dólares americanos) junto con el alto costo inicial de estos vehículos, han reducido el impacto del programa. En los primeros 11 meses, solo 10 taxis híbridos se incorporaron a la flota (La Nación, 2015).

6.3.3 Ecuador

Actualmente, en el Ecuador existen menos de 50 vehículos eléctricos a batería (VEBs). El año pasado (Julio 2015) la empresa china BYD entregó el primer vehículo eléctrico a batería (VEB) - BYD E6 - del país, al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). Desde entonces, se han incorporado dos otros proveedores de vehículos eléctricos al mercado ecuatoriano. KIA, quien este año se convirtió en la primera empresa en comercializar un vehículo eléctrico a batería (VEB) en Ecuador, con su modelo Soul EV[15]. Al igual que Nissan-Renault quienes comercializaran los modelos Kangoo y Leaf respectivamente.

Actualmente, el único proveedor con autos comercializados es KIA; se espera que los vehículos de Nissan-Renault estén disponibles en el segundo semestre del 2016. BYD no ha hecho un anuncio oficial sobre sus vehículos, aunque ha tenido acercamientos con municipios para la introducción de buses eléctricos de su marca.

La Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) ha creado un escenario para la inserción de VEBs al mercado ecuatoriano, tomando como base el crecimiento de la flota de carga liviana en el Ecuador durante la última década (desde el 2002) así como escenarios del IEA que prevén una mejora del 50% en el rendimiento de vehículos de carga liviana para el año 2032. Con esto, se espera que los VEBs representen el 23% de todos los vehículos de carga liviana, llegando a cerca de 292.000 VEBs para el 2032. Estos pronósticos estiman que para el 2015, estén en circulación 700 VEBs en el país, y al final del periodo de análisis, las ventas anuales de VEBs de carga liviana se estiman sobre las 33.000 unidades.

14. Correspondientes a las posiciones arancelarias 8702, 8703 y 8704.
15. Precio de venta aproximado: $34,000 USD.

6.3.4 México

La inserción de vehículos eléctricos ha sido más lenta de lo esperada en México. Actualmente se calcula que el número de vehículos eléctricos en México ronda los 200 entre los más de 26 millones de vehículos registrados en el país. Nissan es la primera automotriz que ofrece vehículos 100% eléctricos para el mercado mexicano, comenzando la venta de su Nissan Leaf en Junio del 2014 (Green Car Congress 2014). Sin embargo ya en 2009, Nissan Mexicana firmó un acuerdo con el gobierno federal para hacer disponibles 100 unidades de taxis eléctricos dando inicio a las operaciones de estos vehículos en el país. Sin embargo, después de varios retrasos, en el 2015 finalmente se lanzó el programa Taxis Cero Emisiones con 20 unidades en la Ciudad de México y 50 unidades en el estado de Aguascalientes - todas estas siendo Nissan Leaf (El Universal 2015).

Así mismo, Nissan Mexicana y BMW Group Mexico han firmado una alianza para fortalecer la actual red de carga pública para vehículos eléctricos a nivel nacional. Actualmente, entre las dos marcas tienen un total de 122 estaciones de recarga rápida de 50 kW que pueden cargar en un 80% la capacidad de un vehículo en alrededor de 20-30 minutos con un cargador nivel 2 (240V). En el país, se estima que en total existen cerca de 150 electrolineras sin contar las conexiones domiciliarias establecidas por la CFE.

CUADRO 8 Características de los VEB disponibles en Ecuador

MODELO	AUTONOMÍA DISEÑO	POTENCIA	BATERÍAS
Nissan Leaf	135 km	80 kW	24 kWh
BYD E6	300 km	40 kW	75 kWh
Renault Kangoo	160 km	22 kW	22 kWh
Mitsubishi iMiEV	200 km	81.4 kW	27 kWh

Fuente: Arconel, 2015

CUADRO 9 Características de los VEB disponibles en México

MODELO	AUTONOMÍA DISEÑO	POTENCIA	BATERÍAS
Nissan Leaf	135 km	80 kW	24 kWh
Chevrolet Spark EV	132 km	97 kW	21.3 kWh
Renault Twizy	100 km	4 kW	6.1 kWh
Tesla Model S	390 km	569 kW	60-90 kWh
BMW i3	130 km	125 kW	22 kWh

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a modelos de vehículos, relativo a su tamaño y el mercado vecino estadounidense, el mercado mexicano tiene un número limitado de modelos y marcas a la venta. Como ya hemos visto, este mercado está liderado por Nissan y BMW pero también operan Chevrolet, Renault y recientemente Tesla con su modelo S.

7. IMPACTOS DEL DESPLIEGUE DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LATINOAMÉRICA



7.1 Impacto del despliegue de la movilidad eléctrica en el segmento de vehículos livianos en LAC

Para evaluar los beneficios de la introducción de la movilidad eléctrica en la flota de LDV (vehículos livianos, de acuerdo a sus siglas en inglés) en Latinoamérica, se ha tomado como referencia la penetración necesaria para cumplir con el escenario de incremento de 2 grados centígrados, definido por la Agencia Internacional de Energía (escenario IEA 2SD).

Este escenario describe un sistema de energía global consistente con una reducción de emisiones que tiene un 50% de posibilidades de limitar el incremento de la temperatura media del planeta en 2 grados centígrados al año 2100 (150 millones de vehículos eléctricos al 2030), incorpora un despliegue de los vehículos eléctricos más ambicioso que la declaración de París en movilidad eléctrica y cambio climático, que promueven una flota global de vehículos eléctricos de 100 millones para el año 2030.

Para generar las condiciones de un despliegue en LAC de la magnitud definida por el escenario IEA 2SD, se requiere implementar una hoja de ruta que puede agruparse en cuatro acciones principales: (1) Desarrollo de normas de eficiencia energética para los mercados vehiculares; (2) Eliminar distorsiones de mercado; (3) Crear incentivos para la movilidad eléctrica; (4) Desarrollar infraestructura para la movilidad eléctrica. La hoja de ruta y sus acciones se describen en detalle en el capítulo siguiente.

Se consideraron las siguientes variables para describir el escenario de despliegue:

(1) Crecimiento total de la flota de LDV en la región, dividido en LDV convencionales y vehículos eléctricos;
(2) Incremento en la demanda de combustibles;
(3) Demanda de energía eléctrica; y
(4) Reducción de emisiones de CO_2.

Adicionalmente, se estimaron los costos de las políticas de incentivos a la compra de vehículos eléctricos necesarias en la primera etapa y de fomento a la habilitación de redes de recarga.

Para realizar estas estimaciones se ha empleado un modelo que ha desarrollado Centro Mario Molina Chile para estimar las emisiones de la flota de LDV en la región latinoamericana. En los anexos 1 y 2 se presenta una descripción más detallada de esta herramienta.



7.2 Penetración de la movilidad eléctrica

De acuerdo al escenario IEA 2SD, la participación de mercado de los EV debe alcanzar los porcentajes indicados en la tabla siguiente:

CUADRO 10 Escenario al 2030 de penetración de los vehículos eléctricos al mercado

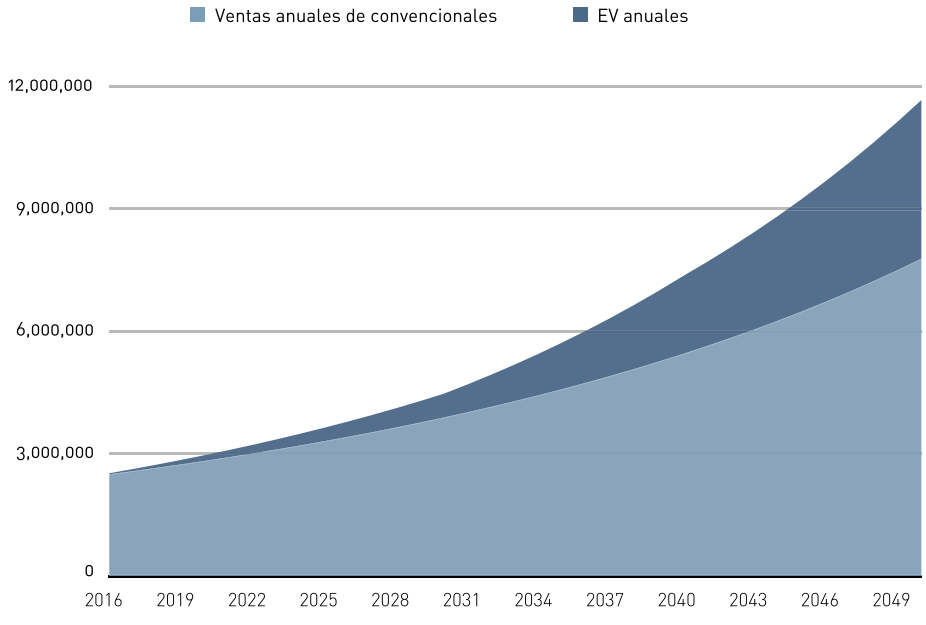
AÑO	PARTICIPACIÓN DE MERCADO vehículos eléctricos
2020	5%
2025	10%
2030	20%

Fuente: Elaboración Propia

Estas tasas de penetración implican un incremento de las ventas anuales de vehículos eléctricos, llegando al millón de vehículos eléctricos vendidos el año 2034 en toda la región . En la siguiente figura se presentan las ventas anuales de LDV proyectadas al año 2050.

La flota regional de vehículos eléctricos al año 2030 alcanza a 4,1 millones de vehículos, representando un 5% de la flota regional de LDV y un 3,5% de la flota global de vehículos eléctricos estimada por la IEA a ese año. Al año 2030 Brasil es el país regional con la mayor proyección de flota, seguido de México, Colombia, Perú y Argentina. Este escenario de promoción logra un despliegue progresivo llegando al año 2050 a una penetración importante, correspondiente a un 20% de la flota de vehículos regional de LDV, con un total de 45 millones de automóviles eléctricos.

FIGURA 24 Ventas anuales vehículos livianos Latinoamérica. Escenario promoción vehículos eléctricos.



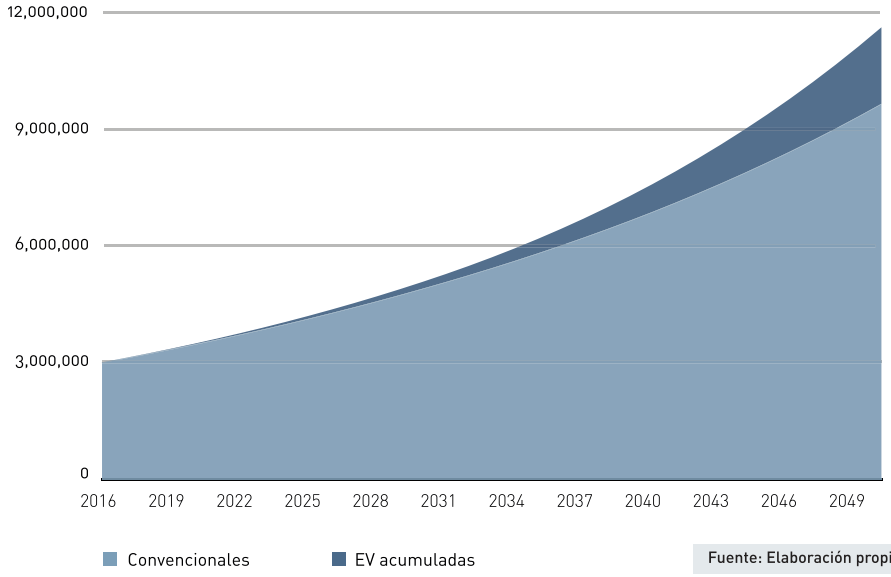
Fuente: Elaboración propia

16. *Las estimaciones consideran Perú, Colombia, Panamá, Chile, Paraguay, Venezuela, México, Argentina, Brasil, Uruguay, Ecuador, El Salvador, República Dominicana, Honduras, Costa Rica, Bolivia y Nicaragua.*

De acuerdo a las estimaciones anteriores, al año 2050 se triplicará el número de automóviles livianos presentes en la región, implicando un incremento muy importante en la demanda de combustibles. En un escenario "business as usual"[17] (BAU) se estima que la demanda por combustibles aumentará en un 322%, manteniéndose la gasolina como el más importante, con un 78%, similar a su participación actual[18]. El valor presente de este gasto en el período 2016 – 2050 es de 1,7 trillones de dólares, equivalente al 60% del PIB anual de toda Latinoamérica (2012)[19]. Cabe resaltar, que este análisis está centrado en los gastos de gasolina dado que es el combustible de preferencia para los vehículos livianos particulares. Los gastos en diésel podrían tener dimensiones similares o aún más pronunciadas en detrimento de la eficiencia, dado las barreras adicionales que representa este sector a la incorporación de tecnologías vehiculares de bajo carbono. Igualmente, cabe resaltar que en muchos países de la región se están haciendo esfuerzos para mejorar el transporte y reducir el crecimiento de las flotas y su consumo de combustibles. Sin embargo, dado el enfoque regional del presente estudio, las estimaciones que presentamos se hace relativo a un escenario BAU.

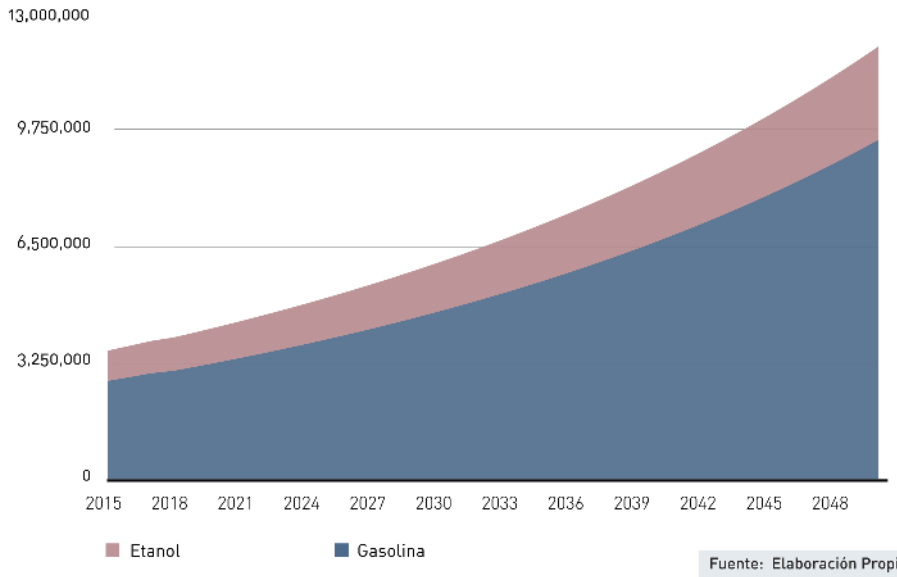
Un escenario de penetración VEs como el propuesto en la hoja de ruta significa una reducción de esta demanda de combustibles en el largo plazo, debido a dos razones: la mayor eficiencia de los automóviles eléctricos en comparación con los convencionales y la adopción de políticas de eficiencia energética para los mercados automotrices. La penetración de los VEs sustituye la venta de vehículos convencionales, lo que implica una reducción de un 10% en la demanda de energía de parte de la flota de LDV regional al año 2050. Esto significa un ahorro equivalente a $ 48 mil millones de dólares, y un gasto extra de $ 11 mil millones de dólares en energía eléctrica[20].

FIGURA 25 Proyección de la flota de vehículos livianos Latinoamérica. Escenario promoción vehículos eléctricos.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 26 Demanda de energía de la flota de vehículos livianos Latinoamérica - Escenario BAU (Unidad: Tjoule)

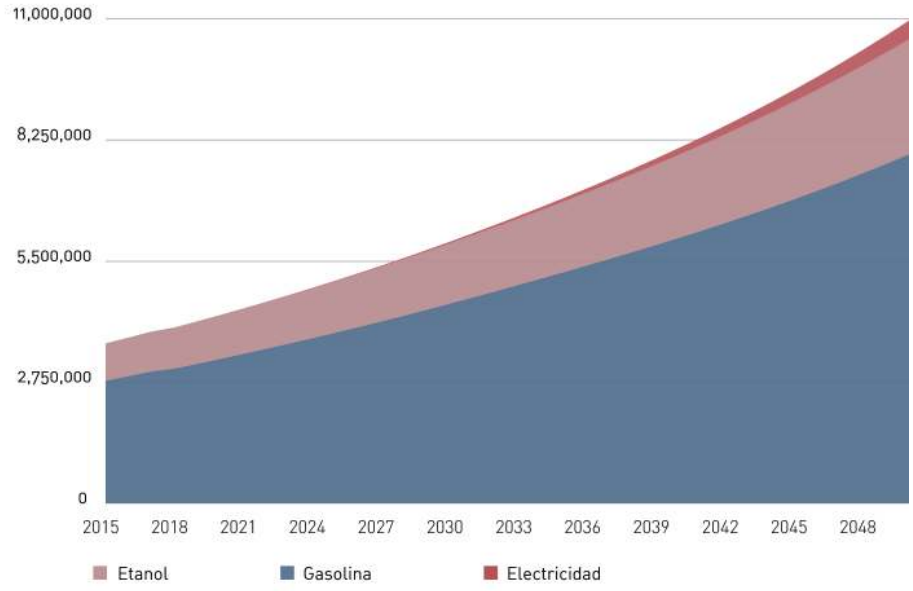


Fuente: Elaboración Propia

17. Considera una mejora del rendimiento de un 1% anual en los vehículos nuevos, tal como se ha observado la GFEI en países sin ningún tipo de política de eficiencia energética en el sector transporte.
18. La demanda de etanol corresponde a la demanda de E100 en Brasil más el etanol contenido en las gasolinas regionales, de acuerdo a lo reportado en el anexo 1.
19. El litro de gasolina ha sido valorado al precio medio mundial observado a Julio de 2016 (Globalpetrolprices.com 2016).

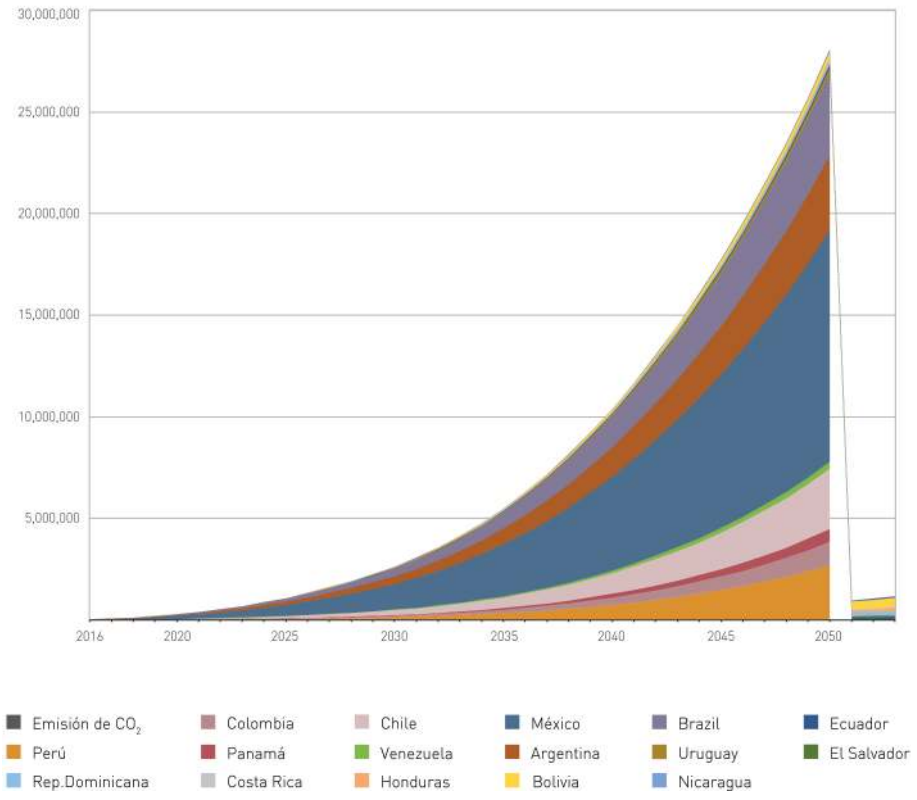
La mayor demanda energética por la inserción de vehículos eléctricos está concentrada en Brasil y México, y en menor medida en Colombia, Argentina, Chile y Perú. Esta transformación en la matriz energética tiene efectos importantes en la reducción de emisiones regionales. En el escenario BAU se estima un incremento de un 309% de las emisiones de CO_2 provenientes de los LDV respecto del año 2016. La introducción de VEs permite limitar este incremento a 258%, gracias a una reducción de 1,4 Gton de CO_2 en todo el período 2016-2050. Esta reducción es fruto de aprovechar la oportunidad que la región latinoamericana presenta en términos de su matriz de generación eléctrica baja en carbono en comparación a otras regiones del planeta[21].

FIGURA 27 Demanda de energía de la flota de vehículos livianos Latinoamérica - Escenario promoción VEs (Unidad: Tjoule)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 28 Demanda proyectada de electricidad de la flota de VEs en LAC (MWh).



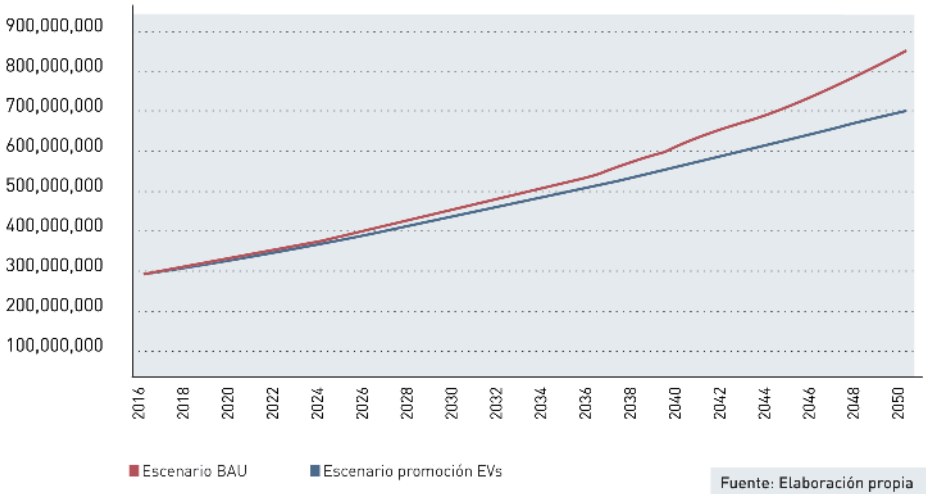
Fuente: Elaboración propia

20.El Kwh ha sido valorado a 12 centavos de dólares.
21.En anexo 2 se presentan los factores de emisión de la IEA 2011 empleados para esta estimación.

Estos beneficios se incrementan con la adopción de políticas efectivas para la promoción de la eficiencia energética en los mercados automotrices, tales como las recomendadas en la hoja de ruta propuesta en el capítulo siguiente, siguiendo las pautas de la GFEI, que promueve una mejora del 50% de la eficiencia energética de los vehículos vendidos el 2030 respecto del año 2005, y una mejora equivalente para la flota global de vehículos al año 2050. La adopción de políticas de eficiencia energética en Latinoamérica permite una competencia leal entre los vehículos convencionales y los VEs, y facilitan además la estabilización de las emisiones en forma tal como lo propone la IEA en el escenario IEA-2SD. Los beneficios en ahorro de combustibles alcanzan a $ 49 mil millones de dólares para el periodo 2018-2050.

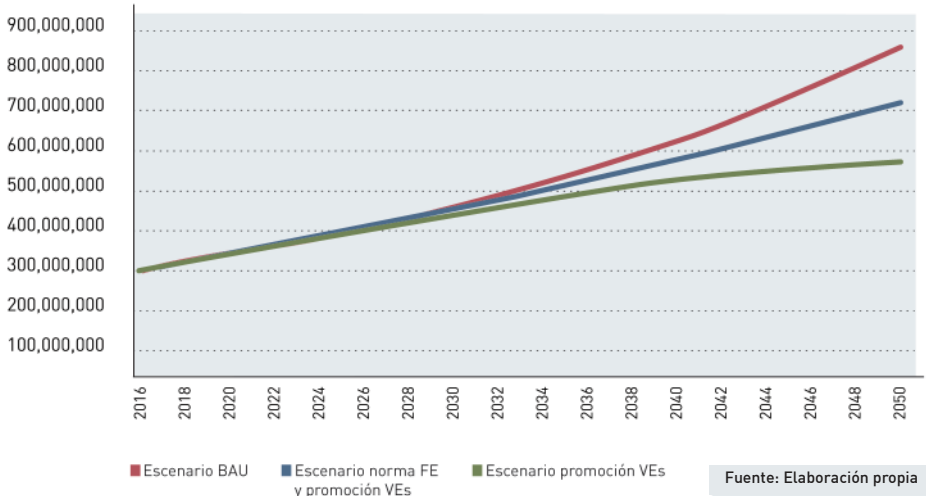
Los ahorros en energía de la aplicación de la hoja de ruta alcanzan a 85 mil millones de dólares para el periodo estudiado.

FIGURA 29 Emisiones de CO_2 de la flota de vehículos livianos de Latinoamérica [ton/año]



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 30 Emisiones de CO_2 de la flota de vehículos livianos de Latinoamérica [ton/año].



Fuente: Elaboración propia

8. HACIA UNA HOJA DE RUTA PARA EL DESPLIEGUE MOVILIDAD ELÉCTRICA EN LATINOAMÉRICA



Como ha sido explicado en las secciones precedentes de este estudio, a día de hoy en Latinoamérica la movilidad eléctrica posee el potencial para competir de forma ventajosa en modos de transporte urbanos, especialmente en el segmento del transporte público, vehículos livianos/medianos y en motocicletas/vehículos de tres ruedas.

Para cada una de estas aplicaciones existen diferentes barreras y oportunidades, así como también distintos impactos. Muchos de estos impactos son positivos, tanto en reducción de los costos de desplazamiento de personas y bienes, como también en sostenibilidad ambiental, energética, así como en la salud humana y en la calidad de vida de los habitantes de las ciudades de la región.

A la luz de la alta tasa de motorización de la región, el despliegue acelerado de la movilidad eléctrica podría suponer una larga lista de beneficios. La movilidad eléctrica puede mitigar los impactos negativos que implicarán el incremento de la flota vehicular, especialmente la que enfrentarán los vehículos livianos en las próximas dos décadas. En el capítulo anterior se ha presentado de forma detallada una estimación de estos beneficios, tanto económicos, ambientales y energéticos.

Para lograr un despliegue de esta tecnología en la región se sugiere tener en cuenta la trayectoria experimentada en los países desarrollados en Europa y Norteamérica, así como China, donde se han generado la demanda para que los fabricantes de automóviles desarrollen productos comerciales y competitivos.

Los incentivos a la compra, principalmente expresados en descuentos de impuestos y subsidios, han generado ya una masa crítica global de más un millón de vehículos eléctricos. Continuar con esta trayectoria en la región significaría pasar a una etapa siguiente de despliegue tecnológico. Esta nueva etapa conllevaría la generación de condiciones de mercado para que los VE puedan competir progresivamente sin requerir subsidios o descuentos de impuestos, porque estos son insostenibles en largo plazo, sobre todo en economías en desarrollo.

Continuar esta trayectoria y acelerar la transición a la movilidad eléctrica significaría que Latinoamérica debería eliminar ciertas barreras así como generar una serie de condiciones habilitantes:

a) Crear las condiciones normativas y de política fiscal en los mercados de vehículos para que los automóviles convencionales internalicen sus costos ambientales y energéticos

b) Corregir los mercados de combustibles tanto en términos de calidad de combustibles y subsidios de forma tal que expresen sus precios reales;

c) Generar las condiciones adecuadas para el establecimiento de infraestructura y redes de recarga que permita la operación de vehículos eléctricos, primero en zonas urbanas, para progresivamente poder competir también a nivel nacional y regional.

Para conseguir este objetivo se sugieren cuatro áreas prioritarias, que si son tratadas de forma integrada, podrían apoyar de forma decisiva a promover la transición acelerada a la movilidad eléctrica en la región. Las primeras dos áreas tienen que ver con el establecimiento de un piso normativo equilibrado, que permita competir en una más cercana igualdad de condiciones a los vehículos eléctricos. La otras dos áreas están relacionadas con la creación de condiciones habilitantes para la movilidad eléctrica.

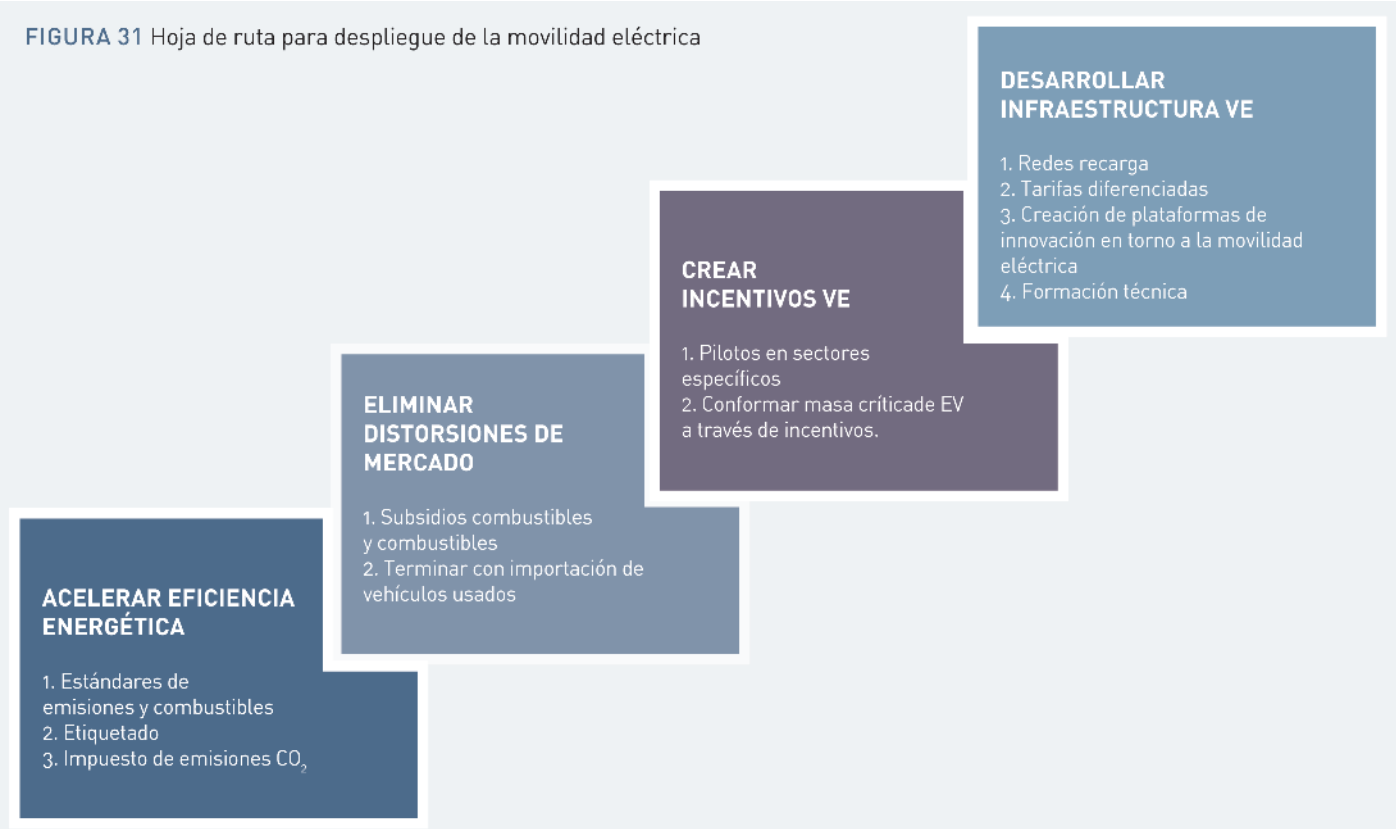
1. Acelerar la eficiencia energética:
- Establecimiento de normas de eficiencia energética para los mercados vehiculares.
- Establecimiento de sistemas de etiquetado de la eficiencia de vehículos
- Fortalecimiento de los sistemas de cumplimiento de las normativas vehiculares.
- Establecimiento de impuestos de emisiones para los vehículos contaminantes.
- Feebates y bonificaciones incentivando la eficiencia energética para los vehículos que menos consuman o emitan.

2. Eliminar distorsiones de mercado:
- Corrección de los subsidios a los combustibles fósiles.
- Eliminar las importaciones de vehículos usados.

3. Crear incentivos para la movilidad eléctrica:
- Incentivos transitorios para la generación de una masa crítica de vehículos eléctricos.

4. Desarrollar infraestructura para la movilidad eléctrica:
- Fomento al desarrollo de redes de recarga.
- Tarifas diferenciadas.
- Creación de plataformas de innovación y formación técnica.

FIGURA 31 Hoja de ruta para despliegue de la movilidad eléctrica



Acelerar Eficiencia Energética

Los estándares de emisiones a nivel internacional han sido la política más efectiva para reducir las emisiones de sector automotriz al igual que mejorar su eficiencia energética. Se recomienda que los países de la región adopten las normas de emisión más exigentes - Euro 6/VI o equivalentes - a la brevedad (2020) para todas las categorías de vehículos junto con las mejoras necesarias a los combustibles para transporte terrestre. Esto implica la introducción de combustibles ultra bajos en azufre con niveles inferiores a 15ppm.

Como se ha visto recientemente, con el "Dieselgate", los estándares en el sector vehicular tienen que ser verificados, fiscalizados e infractores sancionados para que tengan su impacto deseado. Por ende, se necesita crear las capacidades institucionales y técnicas para controlar el cumplimiento estricto de las normas de emisiones y de eficiencia energética por parte de importadores y/o fabricantes.

Junto a estas medidas, que se consideran prioritarias, se pueden adoptar otras políticas para crear incentivos fiscales y no fiscales para la eficiencia energética en el sector. Estas incluyen programas de etiquetado vehicular en rendimiento y emisiones al igual que incentivos fiscales como pueden ser los feebates que proveen bonificaciones a vehículos más eficientes mientras se impone un cobro a los que superan ciertos rangos de emisiones preestablecidos.

Eliminar distorsiones de mercado

Igualmente, existen distintas distorsiones en los mercados vehiculares que actúan como barreras para la implementación de políticas que incentivan la eficiencia energética, la reducción de emisiones y la incorporación de nuevas tecnologías bajas en carbono en el sector.

Aquí se incluyen los subsidios a combustibles – gasolina y diésel – al igual que medidas que favorecen la introducción de vehículos menos eficientes como son las importaciones de vehículos usados y los incentivos fiscales para vehículos híbridos SUV o de huella ecológica más grande. Estas distorsiones se tienen que eliminar para mejorar la competitividad de tecnologías bajas en carbono como son los vehículos eléctricos.

Crear incentivos para los vehículos eléctricos

Las tasas de penetración de los vehículos eléctricos en los principales mercados han sido obtenidas en gran medida gracias a incentivos económicos a fabricantes y consumidores. Estos incentivos ayudan a promocionar las tecnologías bajas en carbono, durante el periodo que los vehículos eléctricos necesitan para desarrollar sus ventajas competitivas con respecto a vehículos convencionales.

Se aconseja adoptar incentivos fiscales transitorios, ayudando a la masificación de la tecnología mientras los costos de producción se reducen, particularmente en sus baterías. Estos incentivos se retirarían tan pronto la movilidad eléctrica fuera competitiva comercialmente. Igualmente, para reducir las dudas sobre la movilidad eléctrica, es importante acompañar estos incentivos con pilotos en sectores y/o mercados específicos para poder verificar la tecnología en condiciones de ruta reales al igual que reducir las resistencias de los consumidores y otros actores del sector a esta nueva tecnología. Estos pilotos son de especial interés en el transporte público, ya que su alcance es masivo y permiten desarrollar corredores o rutas que operan con nuevas tecnologías mientras el resto del mercado se acopla.

Desarrollar infraestructura para los vehículos eléctricos

Adicionalmente, una de las barreras principales al despliegue de la movilidad eléctrica es la falta de infraestructura de recarga para automóviles y buses. En este sentido, es importante trabajar en conjunto con el sector privado para desarrollar tarifas diferenciadas de carga para vehículos eléctricos al igual que una red de estaciones adecuada a la demanda para cada localidad. Para esto, las plataformas de innovación y consorcios público-privados centrados en la tecnología vehicular eléctrica han sido fuentes instrumentales para tomar provecho de las ventajas de la movilidad eléctrica y ayudar a su masificación. Finalmente, junto con esta nueva tecnología, se tienen que desarrollar espacios de formación técnica para suplir una demanda creciente en una tecnología que sigue siendo perfeccionada. En este punto se considera importante destacar la necesidad de fomentar espacios de colaboración entre el sector público (gobiernos, municipios e instituciones técnicas) y el sector privado (compañías distribuidoras de electricidad) para desarrollar estas capacidades técnicas.

Estas actividades requieren de un desarrollo progresivo, proceso para el cual se identifican tres etapas:

- **Etapa 1:** de creación de un marco normativo y generación de una masa crítica de VEs;
- **Etapa 2:** de generación de condiciones para la masificación;
- **Etapa 3:** comercial sin necesidad de intervención del Estado.

Cabe resaltar que no existen soluciones únicas: este enfoque integrado debería ser adaptado al contexto nacional de cada país. Las soluciones dependen del contexto de cada país y sociedad. Cada país tiene distintos grados de avance en materia de transporte, aunque se enfrentan a barreras similares, en el momento de fomentar estas políticas públicas. Es importante considerar esas diferencias para poder crear expectativas y metas definidas nacionalmente y coherentes con cada situación.

Igualmente, esta propuesta de hoja de ruta regional busca resaltar mejores prácticas a nivel internacional y las políticas que han resultado ser más transformativas en el desarrollo hacia modos de transporte más sostenibles. De esta manera, se resalta la importancia de promover las normas de eficiencia energética y emisiones como parte elemental de cualquier cambio en el sector. Todos los países que han podido promover exitosamente la movilidad eléctrica cuentan con estas normas, por lo que estas se consideran un eje fundamental en la promoción de la movilidad eléctrica.

Estas sugerencias intentan crear las condiciones para que los vehículos eléctricos puedan ser promovidos e integrados efectivamente a las flotas de los países de la región de forma gradual a través de los procesos racionales de los mercados. Esta sugerencia de hoja de ruta regional, al igual que las barreras descritas en este capítulo, representan los principales retos a los cuales se enfrentan los países en busca de mejorar su calidad de transporte, particularmente en cuanto a sus impactos sobre el medio ambiente y salud pública y la creación de un transporte más sostenible, limpio y amigable.

8.1 Explicación detallada de las cuatro fases de la hoja de ruta

En los sub apartados siguientes se analiza en detalle y se dan ejemplos concretos de las medidas que se proponen en la hoja de ruta.

8.1.1 Acelerar la eficiencia energética

Como se mencionaba anteriormente, los estándares de emisiones han sido la política más efectiva para reducir las emisiones del sector automotriz al igual que mejorar su eficiencia. El desarrollo de normas y el fortalecimiento de los sistemas de cumplimiento son clave para la mejora de la eficiencia energética en el sector.

8.1.1.1 Desarrollo de normas de eficiencia energética para los mercados vehiculares

Latinoamérica presenta un retraso importante en las normativas ambientales y energéticas de sus sectores energéticos, especialmente en el sector transporte. Se ha demostrado que a nivel internacional, las normativas o estándares de eficiencia energética para vehículos han sido el principal detonante para mejoras en el rendimiento de los vehículos convencionales, al igual que el desarrollo e inserción de nuevas tecnologías de control de emisiones. Tal como muestra el siguiente cuadro (11), existe un gran vacío de armonización en términos de las normativas vigentes en cuanto a estándares de emisiones vehiculares. Países como Perú y Ecuador todavía poseen normas Euro 3 o anteriores. Otros como México, Brasil y Argentina tienen normas equivalentes a Euro 5. Muchos países aun no cuentan con normas para sus mercados automotrices y permiten la importación de vehículos de segunda mano.

La aplicación de normas estrictas para las emisiones, equivalentes a Euro 6, especialmente después de su optimización debidas al escándalo de Volkswagen[22], obliga a los fabricantes de automóviles convencionales a internalizar los impactos en materia de calidad del aire, lo que significa un aumento en los costos de producción y venta de vehículos.

De acuerdo a International Council on Clean Transportation (ICCT), el costo incremental de cumplir Euro 6 para un vehículo liviano a gasolina es de $ 400 dólares y de $ 1.600 para un vehículo liviano diésel (ICCT, 2012). Los mayores requerimientos actuales, especialmente en relación con las exigencias de control de emisiones de partículas para vehículos a gasolina[23], y los nuevos procedimientos de certificación que entraran en vigor en Europa en 2017, van a producir un aumento mayor de estos costos. La tabla siguiente presenta el estado de la normativa que aplica a los vehículos en los países de la región.

CUADRO 11 Normas de emisiones vigentes en países de Latinoamérica

PAÍS	NORMAS VIGENTES
Perú	Euro 3
Colombia	Euro 4
Bolivia, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Uruguay, Venezuela	Sin norma
Chile	Euro 6
México	Euro 5 (equivalente)
Argentina	Euro 5
Brasil	Euro 5 (equivalente)
Costa Rica, Ecuador	Euro 1

Fuente: Elaboración Propia

22. Euro 6 c), acordadas en la Unión Europea en febrero de 2016.

23. La industria automotriz está empezando a usar cada vez nuevos sistemas de inyección directa de combustible en vehículos a gasolina, con un beneficio en la mejora de la eficiencia energética, pero con un deterioro de las emisiones, especialmente en el incremento de las emisiones de partículas. Las nuevas normas de emisión van a forzar a incorporar filtros de partículas tanto en vehículos a gasolina como diésel.

Se requiere un esfuerzo dentro de los próximos cinco años que permita avanzar hacia la norma Euro 6 en toda la región. Esto también supondría la restricción progresiva de la importación de automóviles de segunda mano.

ONU Ambiente está impulsando desde mediados de la década pasada a través de la iniciativa Partnership for Clean Fuels and Vehicles (PCFV), la mejora de la calidad de combustibles y la adopción progresiva de normas más estrictas a nivel global. Trabajar junto con esta iniciativa de ONU Ambiente es un camino apropiado para que los países lleven adelante la transición hacia la movilidad eléctrica.

Latinoamérica está recién comenzando a desarrollar acciones que compelan a los fabricantes o importadores de automóviles a introducir productos más eficientes en la región. De acuerdo a la Global Fuel Economy Initiative de ONU Ambiente (GFEI), las acciones más apropiadas para aumentar la eficiencia en vehículos son:

• la aplicación de un etiquetado vehicular de CO_2/rendimiento de combustibles
• la exigencia de una norma de rendimiento mínimo o emisión máxima de CO_2, y,
• la aplicación de algún instrumento de política fiscal que permita fomentar la compra de vehículos más eficientes.

A nivel internacional existen distintas normativas de eficiencia energética, dependiendo del objeto normado (CO_2 o rendimiento), la métrica empleada, los procedimientos de certificación y el alcance de aplicación (por vehículo o por fabricante). El siguiente cuadro presenta un resumen de las normativas a nivel internacional.

La mayor parte de las normativas se aplica a nivel corporativo, con la excepción de China, que se aplica a nivel corporativo e individual. El atributo utilizado mayoritariamente para describir los vehículos es el peso (curb weight) con la excepción de Estados Unidos y México, que tienen una norma similar y utilizan el footprint. México es el único país en la región que cuenta con norma, la cual está vigente desde el 2014. Su normativa está basada en la norma de rendimiento de los Estados Unidos de América.

La GFEI ha demostrado que los fabricantes venden automóviles con emisiones de CO_2 más altas en los países latinoamericanos que en los países desarrollados, tal como se observa en la figura siguiente. En esta se pueden observar los promedios de emisiones del conjunto de los vehículos vendidos año a año en cada país.

CUADRO 12 Resumen de normativas de eficiencia energética a nivel Internacional

CARACTERÍSTICAS	UE	EE.UU	COREA DEL SUR	JAPÓN	CHINA	MÉXICO
Regulación	Reg. (CE) No 443/2009: VP	2012 – 2016 CAFE/GHG rule	Five-Year Plan for Green Growth (2012 – 2015)	Actual: Objetivos para 2015	Fase III (Objetivo para 2015)	NOM-163-SE-MAR-NAT-ENER-SCFI-2013
Ciclo	NEDC	FTP-75	FTP-75 (55% ciudad) HWFET (45% autovía)	JC08 Test	NEDC	FTP-75
Vehículos a los cuales aplica	NEDC	FTP-75	FTP-75 (55% ciudad) HWFET (45% autovía)	VP, camionetas y LCV: PBV ≤ 2,5t; Veh. Livianos PBV máx. 3,5 t (transporte de carga)	Vehículos pasajeros livianos < 3.500 kg	LDV (hasta 3,857kg, PBV)
Métrica	gCO_2/km	mpg y gCO_2/km	km/l (eq. gCO_2/km)	km/l	l/100km	gCO_2/km (eq. Km/l)
Atributo	Curb weight (incluye conductor)	Footprint	Curb weight	Curb weight	Curb weight	Footprint
Alcance de aplicación	Promedio corporativo	Promedio corporativo	Promedio corporativo	Promedio corporativo de cada segmento de peso (top runners)	Vehículo individual / promedio corporativo	Promedio corporativo

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que, por ejemplo, Chile y Perú tienen niveles de emisión de CO_2 sobre los 180 gramos por kilómetro, muy superiores a los de países con normas de la Unión Europea (130 g/km), o Japón (125 g/km).

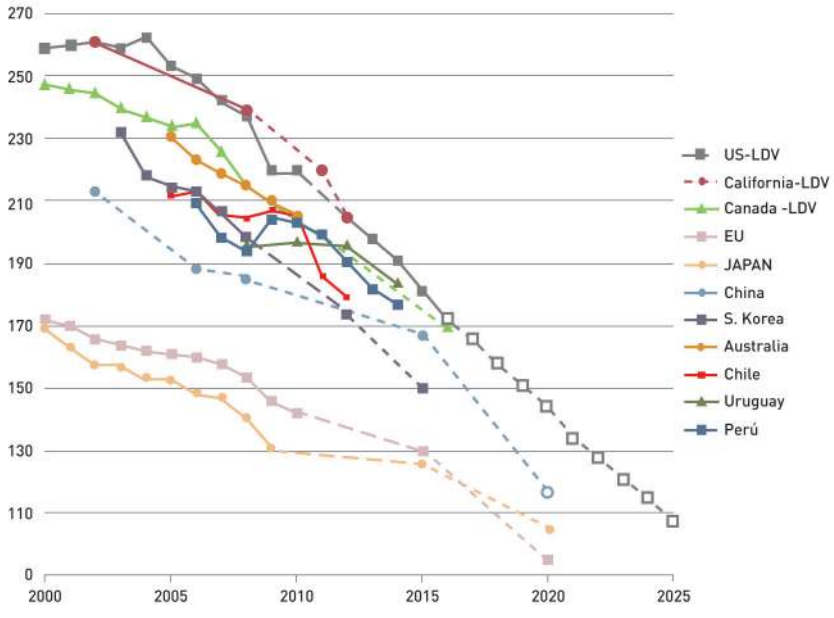
De acuerdo al ICCT, el cumplimiento de las próximas etapas de las normas vigentes en Europa y EE.UU requiere la incorporación de mejores tecnologías en los vehículos convencionales que significarán incrementos en sus costos, estimados en $1.000 dólares al año 2020 y en $2.000 dólares al 2030, para el caso de un automóvil de tamaño medio (ICCT, 2016). Estos incrementos se deben principalmente a la incorporación de materiales livianos en los vehículos, como aluminio y materiales compuestos.

En esos mismos períodos, los precios de los VEs tendrán una reducción sostenida debida principalmente a la disminución de los precios de las baterías (ver sección 8.5.3). El costo incremental actual de un VE sobre un vehículo convencional se estima entre 8.200 a 9.300 Euros (National Academy of Sciences 2016) dependiendo de la autonomía del vehículo.

Los costos de las baterías son del orden de $300 dólares por KW/h. Se estima que para el año 2030 el costo del KW/h puede estar en el rango de $100 a 160 dólares; también se espera una caída similar en el costo de los motores eléctricos. Por estas razones, se estima que al 2025 el costo incremental de EV con autonomía de 250 kilómetros será de $1.400 dólares. Al 2030 el ICCT estima el costo de un VE de ese mismo rango de autonomía será menor que el de un automóvil convencional. Para que estas proyecciones de precios también se obtengan en Latinoamérica, se requiere que los automóviles convencionales estén sometidos a estrictas normas de emisión y de eficiencia energética.

Finalmente, también vale la pena mencionar que esta falta de armonización de estándares no favorece especialmente el comercio regional entre países. En algunos casos obliga a los constructores a fabricar distintos modelos de vehículos según los mercados. En muchos casos, modelos obsoletos, ineficientes y contaminantes que no se comercializan en países desarrollados – o en países que poseen normativa – acaban siendo comercializados en mercados de la región, por la falta de estándares de eficiencia.

FIGURA 32 Emisiones de CO_2 en la flota de vehículos livianos en distintos países



Puntos y líneas sólidas: Datos históricos
Puntos sólidos y líneas discontinuas: Objetivos promulgados
Puntos sólidos y líneas punteadas: Objetivos propuestos
Puntos vacíos y líneas punteadas: Propuestas no anunciadas

Fuente:GFEI, 2016

8.1.1.2 Fortalecimiento de los sistemas de cumplimiento de normativas vehiculares

El reciente escándalo de Volkswagen es un llamado a revisar los sistemas de verificación de cumplimiento de las normativas que regulan los mercados vehiculares. En general se observa un cuestionamiento a los procedimientos

de prueba, y sobre todo, a la dependencia que ha existido en la auto-certificación por parte de los fabricantes.

Para lograr una transformación real de la flota vehicular hacia automóviles más limpios y eficientes, se requiere un sistema de verificación del cumplimiento de las exigencias por parte de los fabricantes y/o importadores de vehículos, que incluya procesos confiables de certificación de norma para cada modelo de automóvil comercializado en el país, y de verificación del cumplimiento por parte de las unidades que se fabriquen o internen al país, amparadas en estas certificaciones. Con un sistema de cumplimiento robusto, los fabricantes podrían comercializar vehículos más eficientes y menos contaminantes que los exigidos por sus actuales normas de emisión y de CO_2.

Latinoamérica posee sistemas de cumplimiento en un estado muy preliminar de implementación – incluso en muchos países son inexistentes – salvo en Chile y parcialmente en Brasil y México.

CUADRO 13 Sistemas de cumplimiento y conformidad de la producción en el sector automotriz

	PRUEBAS DE LABORATORIO	CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN	SEGUIMIENTO DE VEHÍCULOS EN USO
UE	Pruebas hechas por el fabricante bajo procedimientos Euro.	Pruebas aleatorias efectuadas por el fabricante	Bajo responsabilidad del fabricante.
EE.UU	Pruebas hechas por el fabricante bajo procedimientos EPA. Autoridad se reserva el derecho a evaluar independiente.	Auditorías selectivas hechas por la autoridad.	Bajo responsabilidad del fabricante. Pruebas aleatorias hechas por la autoridad.
CHILE	Pruebas hechas por la autoridad en forma independiente bajo normativa Euro o EPA.	Pruebas aleatorias efectuadas por la autoridad	No se exige
BRASIL	Pruebas hechas por los fabricantes bajo procedimientos EPA.	Pruebas aleatorias efectuadas por el fabricantes (con un control básico por parte de la autoridad)	No se exige
ARGENTINA	Pruebas hechas por el fabricante bajo procedimientos Euro.	No se exige	No existe
COLOMBIA / URUGUAY	Autoridad revisa documentos presentados por el importador o fabricante.	No existe	No existe
PERÚ/ECUADOR	Autoridad exige sólo una declaración jurada de cumplimiento.	No existe	No existe
COSTA RICA / BOLIVIA / PARAGUAY	No existen normas	No existe	No existe

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro anterior presenta el estado de los sistemas de cumplimiento de normativas para los mercados automotrices de la región, en comparación con los sistemas existentes en la Unión Europea y EE.UU.

Se puede observar cuatro situaciones distintas de países:

1) Un grupo con sistemas independientes de certificación y control de conformidad de producción.
2) Otro grupo con sistemas de certificación dependientes de la auto certificación de los fabricantes.
3) Unos países con sistemas basados en documentación muy básica, como una declaración jurada emitida por el importador.
4) Y finalmente países sin ningún tipo de control.

El escándalo Volkswagen ha llamado la atención sobre la debilidad de los sistemas de cumplimiento exigidos a los fabricantes en EE.UU y especialmente en Europa. Las principales debilidades son la falta de representatividad de los ciclos de pruebas empleados respecto de las condiciones de operación en el mundo real y la dependencia en auto certificación por parte de los fabricantes.

A continuación se presenta un resumen de las recomendaciones emanadas del ICCT (2015c) para la optimización de estos sistemas.

RECOMENDACIONES PARA SISTEMAS DE CUMPLIMIENTO PARA NORMAS VEHICULARES

1. Exigir pruebas más representativas de las condiciones reales de operación. Se recomienda emplear el ciclo Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedures (WLTP) incluyendo condiciones locales como temperatura correspondiente a cada región, considerando la operación de los sistemas de aire acondicionado y revisión de los procedimientos con los que los fabricantes determinan las condiciones para probar sus vehículos (coast down test).

2. Poner atención en la operación de los vehículos, incorporando pruebas de emisiones en condición reales - real driving conditions (RDE) - efectuadas con instrumentos de monitoreo portátiles (PEMs) durante el proceso de homologación, y exigir a la vez un cumplimiento de un máximo de emisiones en pruebas RDE, correspondientes al límite de pruebas de laboratorio en ciclo WLTP ponderados por un factor RDE.

3. Usar RDE como elemento fundamental en el control de conformidad de los vehículos de producción.

4. Fortalecer las pruebas de verificación independientes tanto para las pruebas de homologación como para la conformidad de producción.

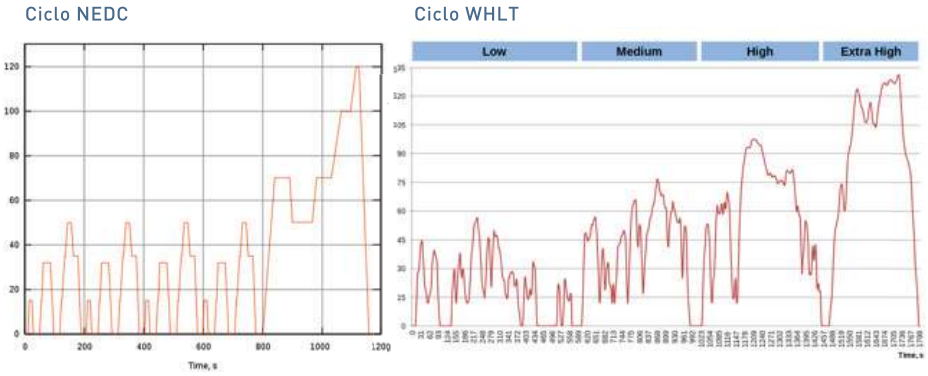
5. Mejorar la información para los clientes, transparentando la información de pruebas presentadas por los fabricantes para cada modelo, junto con los resultados de las pruebas de conformidad usando RDE.

La Unión Europea está avanzando hacia la incorporación de las recomendaciones presentadas por el ICCT, especialmente la adopción del ciclo WLTP, pero no hay señales claras de la exigencia a futuro de las pruebas RDE y su uso extensivo en conformidad de producción.

Lo esencial es comprender que los fabricantes desarrollan sus motores y la programación de la unidad de control electrónico del motor para cumplir los límites de emisión de contaminantes, y obtener buen rendimiento cuando el vehículo es probado en el ciclo de certificación. La operación en condiciones reales es muy distinta, por lo que el vehículo puede contaminar más o tener un rendimiento distinto al certificado. El ICCT ha estimado que las diferencias de rendimiento entre las pruebas en ciclo New European Drive Cycle (NEDC) y el mundo real ha ido creciendo, llegando a estimarse que para el 2014 la emisión real promedio de CO_2 fue un 40% mayor que la determinada en pruebas de laboratorio (ICCT 2015a).

El Ciclo WLTP es un ciclo de prueba para determinar emisiones y consumos de combustibles en laboratorios, fue desarrollado por la Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus siglas en inglés) con el fin de sustituir el ciclo NEDC empleado actualmente para certificar las normas Euro desde hace más de una década. El ciclo NEDC ha sido cuestionado por no representar el comportamiento de los vehículos en la operación en el mundo real, lo que se ha hecho progresivamente más evidente con las exigencias de mejor rendimiento y menores emisiones de CO_2.

FIGURA 33 Ciclos de prueba de emisiones vehiculares



En los últimos años ha aumentado la atención en los Sistemas de Monitoreo de Emisiones Portátiles (PEMS por sus siglas en inglés) debido a que entregan información sobre el comportamiento de las emisiones y consumos de combustible de manera más representativa a la operación en condiciones reales, por lo que son un gran complemento a las emisiones determinadas en ciclos estandarizados de laboratorios. La Unión Europea ya los ha requerido formalmente en la norma Euro VI para motores de vehículos pesados, ya que permiten obtener información de las emisiones y consumos de camiones y buses, lo que hasta ahora era imposible cuando sólo se contemplaba la exigencia de certificación del motor en un banco de pruebas.

Un sistema PEMS integra analizadores de gases, flujometros de masa, una estación meteorológica, GPS y conexiones a la red de datos del automóvil. El sistema permite una medición precisa y en tiempo real de los contaminantes emitidos por el motor (HC, CO, CO_2, NOx y PM) junto con todos los parámetros del motor, el vehículo y el ambiente.



PEMS instalado en un automóvil liviano Euro 6.

El desarrollo de una capacidad nacional para efectuar pruebas de conformidad empleando RDE y PEMs requiere de equipamiento y recursos humanos calificados, pero con menores exigencias a las de un laboratorio de emisiones. Esta capacidad se puede desarrollar mediante un programa de asistencia técnica internacional en un período de tiempo menor a dos años.

En la tabla siguiente se presentan los componentes de un sistema de homologación optimizado para los países de la región.

CUADRO 14 Componentes de un sistema de homologación optimizado para Latinoamérica

	PRUEBAS DE LABORATORIO	CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN	EVALUACIÓN DE VEHÍCULOS EN USO
Situación actual	Autoridad verifica certificados entregados por el fabricante/importador	No se considera	Bajo responsabilidad del fabricante.
Propuesta	Autoridad revisa certificados entregados por el fabricante/importador bajo ciclo WHLT. Autoridad realiza pruebas RDE con PEMs como parte del proceso de homologación. Control aleatorio por parte de la autoridad empleando RDE	Control aleatorio por parte de la autoridad empleando RDE	Fabricante/importador debe aportar antecedentes de seguimiento de 16.000 y 80.000 km para modelos con mayores ventas

Fuente: Elaboración Propia

8.1.1.3 Políticas de fomento a la eficiencia energética

Junto con la adopción de normas de eficiencia energética los países desarrollados han adoptado distintas políticas de fomento de los automóviles más eficientes, promoviendo el desarrollo de este tipo de productos por parte de los fabricantes. Esto ha impactado positivamente en la disponibilidad de vehículos híbridos y vehículos eléctricos en sus mercados automotrices. Las políticas son principalmente instrumentos económicos, como los siguientes:

INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA LA PROMOCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MERCADOS AUTOMOTRICES.

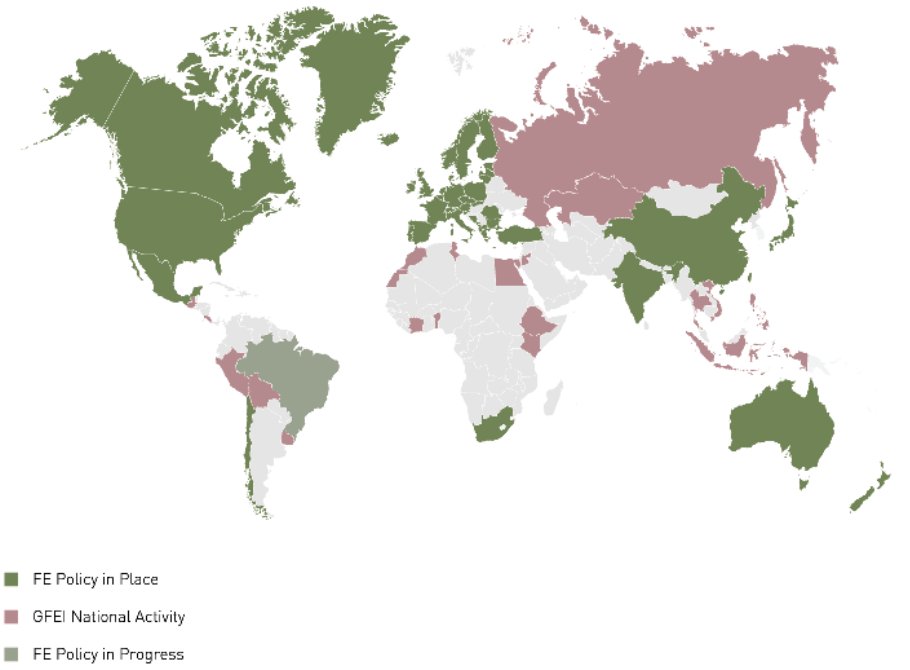
- Feebate:
es la aplicación de un cobro a vehículos con tecnologías menos eficientes y una bonificación a los más eficientes. Se define un nivel de emisiones de CO_2 (punto de pivote) por sobre del cual se aplica el cobro y, bajo ese punto los vehículos reciben bonificaciones. Ambos se definen en proporción al nivel de emisiones o de rendimiento del vehículo. Francia ha aplicado esta política desde el año 2008, con impactos importantes en la reducción de las emisiones de CO_2. Bélgica, Dinamarca, Singapur y Austria cuentan con sistemas similares. Un aspecto destacado de esta política es que los bonos se financian con la recaudación de los cobros a los vehículos más ineficientes, con lo que el instrumento puede ser neutro fiscalmente. Los VEs tienen un fuerte impulso con una política como esta. Por ejemplo, en Francia reciben los bonos más altos (€ 6.300 Euros).

- Impuestos al registro de vehículos:
corresponde a un cobro al momento de la compra del vehículo, que se aplica en proporción al nivel de emisiones de CO_2 o al consumo de combustibles.

- Sistemas de etiquetado vehicular de eficiencia energética/CO_2:
son sistemas de información para los clientes a través de los cuales pueden informarse de las prestaciones ambientales y energéticas de los automóviles, pudiendo estos tomar decisiones de compra con mejor información. Los sistemas de etiquetado integran información a través de sitios web, etiquetas en los automóviles en exhibición de los salones de ventas, y hacen disponible la información del resto del mercado en todos los puntos de ventas. Son útiles para facilitar una mejor decisión de compra, y simplifica la información base para la aplicación de instrumentos económicos, como feebates o impuestos a las emisiones.

Latinoamérica se encuentra en un estado preliminar de implementación de políticas de promoción de eficiencia energética en los mercados automotrices. La gráfica siguiente del GFEI, muestra que sólo Chile, México y Brasil han implementado acciones en este campo. En el caso de Chile existe un etiquetado vehicular mandatorio desde principios del 2013, y un impuesto a las emisiones y el consumo de combustibles que se aplica al momento de la compra de un vehículo nuevo, vigente desde octubre de 2014. Brasil tiene dentro de la iniciativa INNOVAR-AUTO un descuento de impuestos a los fabricantes de automóviles que considera entre otros aspectos la eficiencia energética, aplicable en el periodo 2013 – 2017. En el caso de México existe la normativa de eficiencia energética, no existiendo aun algún tipo de instrumento de incentivo para su aplicación.

FIGURA 34 Normas e iniciativas para mejorar la eficiencia energética en el sector transporte (GFEI 2016)



Fuente: Global Fuel Economy Initiative (GFEI)

8.1.2 Corrección de los mercados de combustibles

De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL) (2014), Venezuela, México, Ecuador, Argentina y Colombia son los países latinoamericanos con mayores distorsiones en los mercados de combustibles, debido a la existencia de subsidios a la gasolina y el diésel. Estos cinco países entregaron 29 mil millones de dólares en subsidios el año 2013, lo que representara el 26% del monto global de subsidios a los combustibles entregados ese mismo año.

Los subsidios a los combustibles y la aplicación de impuestos que no reflejan sus externalidades negativas son las razones principales del aumento de la demanda por estos derivados del petróleo (Davis, 2013). Estas imperfecciones de los mercados de combustibles inhiben el desarrollo de alternativas, como la movilidad eléctrica, y fomentan el uso del transporte privado por sobre el transporte público.

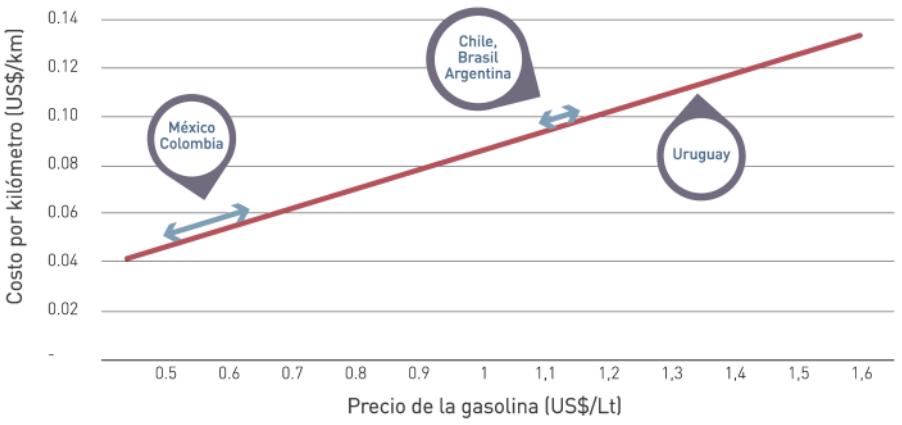
Los costos de energía por kilómetro están determinados por el precio del combustible y la eficiencia energética del vehículo. En la siguiente figura se presentan los rangos de costos de energía para vehículos convencionales a gasolina estimados para algunos países de la región[24].

24. *Se asume rendimiento de 12 km/lt.*

Se observa que los costos mas bajos se encuentran entre los $0,05 dólares por kilómetro en países con subsidios a las gasolinas, mientras que los mas altos superan los $0,11 dólares por kilómetro en países con altos impuestos a los combustibles, como es el caso de Uruguay[25]. Los costos de energía por kilómetro para vehículos eléctricos también presentan variaciones importantes, debido principalmente a la existencia de subsidios a la energía eléctrica domiciliaria, como en el caso de Argentina. En países con costos muy bajos de electricidad el costo de energía por kilómetro recorrido para un VE es de $0,008 dólares[26]. En países con costos altos por kWh este precio alcanza $0,03 dólares por kilómetro.

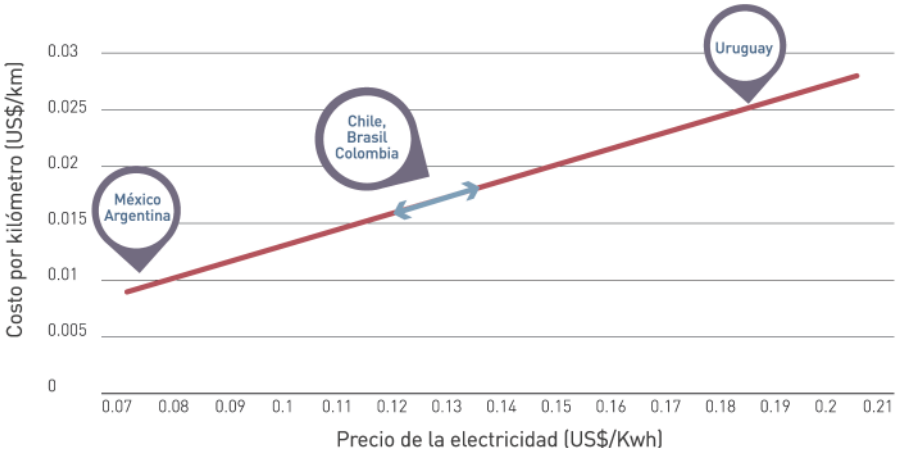
Dependiendo de los precios de la gasolina y la electricidad, el costo de energía de un EV en Latinoamérica puede representar entre un tercio y un décimo del costo de operar un vehículo convencional. La mayor relación se da en Argentina donde los precios de la energía han subido durante la administración actual, debido a la liberación del precio del dólar, pero el costo de la energía eléctrica domiciliaria se mantiene aún como uno de los más bajos de la región (Centro de Estudio de la Regulación Económica de los Servicios Públicos Universidad de Belgrano, 2016).

FIGURA 35 Costo por kilómetro LDV gasolina en relación al precio del litro de gasolina



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 36 Costo por kilómetro para vehículo pasajero eléctrico en relación al precio del kWh de electricidad



Fuente: Elaboración propia

CUADRO 15 Relación de costo de la gasolina con relación a la electricidad en países de la región

PAÍS	COSTO KM GASOLINA / COSTO KM ELECTRICIDAD
Argentina	11
México	8
Chile	5
Brasil	6
Uruguay	4
Colombia	3

Fuente: Elaboración Propia

Para lograr una mayor competitividad de la movilidad eléctrica en la región se recomienda corregir las distorsiones de los mercados de la energía, especialmente a través de la terminación de los subsidios.

La promoción de la mejora de la calidad de los combustibles también es un aspecto a considerar como parte del término de las distorsiones de mercado, ya que aún la región presenta combustibles inapropiados para las tecnologías de menores emisiones. La exigencia de normas más estrictas también ayudará a generar una mayor competitividad de los VEs, ya que corrige los precios al alza.

FIGURA 37 Niveles de azufre en diésel en América Latina



Fuente: ONU Ambiente, 2015

8.1.3 Incentivos transitorios para la generación de una masa crítica de vehículos eléctricos

El despliegue de la movilidad eléctrica requiere de la creación de condiciones de mercado de forma tal que los VEs puedan competir sin subsidios, porque estos no podrán ser sostenidos a largo plazo cuando se masifiquen las ventas. Para la creación de condiciones de mercado que permitan una penetración como la propuesta por la Agencia Internacional de Energía en su escenario IEA-2SD, se requieren intervenciones en el corto y mediano plazo que permitan consolidar una masa crítica de vehículos suficiente para generar las redes de recarga. Este escenario fue evaluado en capítulos anteriores estimándose una flota de vehículos eléctricos 400.000 al año 2020, 1.700.000 al 2025, y 4 millones al 2030.

Considerando los costos incrementales esperados mencionados anteriormente en este mismo capítulo, se recomienda promover durante el periodo 2016 – 2025 la adquisición de VEs con subsidios decrecientes en el tiempo, considerando al menos dos fases: 2016 – 2020 y 2021 – 2025. La primera fase apunta a lograr la participación de mercado del 5% (indicada por la Agencia Internacional de la Energía al año 2020), para ello se recomienda un monto de subsidios de $ 10.000 dólares por VE, suficiente para cubrir el costo incremental esperado para ese periodo. La segunda fase 2021–2025 apunta a lograr una participación de mercado de un 10%, para lo cual se recomienda un monto de subsidios de $ 5.000 dólares por VE, que incluye cubrir el costo incremental esperado para ese período. Cumplido esta segunda fase no deberían existir mayores costos incrementales de un automóvil eléctrico por sobre uno convencional. Se ha estimado que el costo total de estos subsidios en la región latinoamericana tiene un costo total de $5.742 millones de dólares.

Para el año 2025 ya debieran estar en aplicación las políticas de fomento a la eficiencia energética recomendadas en el subcapítulo 8.2, especialmente los sistemas de feebates. Los incentivos transitorios para conformar una masa crítica de VEs pueden combinarse con las bonificaciones entregadas en un sistema de feebate a los vehículos más eficientes, cuyo objetivo es transitar progresivamente de la promoción de VEs -mediante subsidios- hacia un instrumento económico neutro fiscalmente.

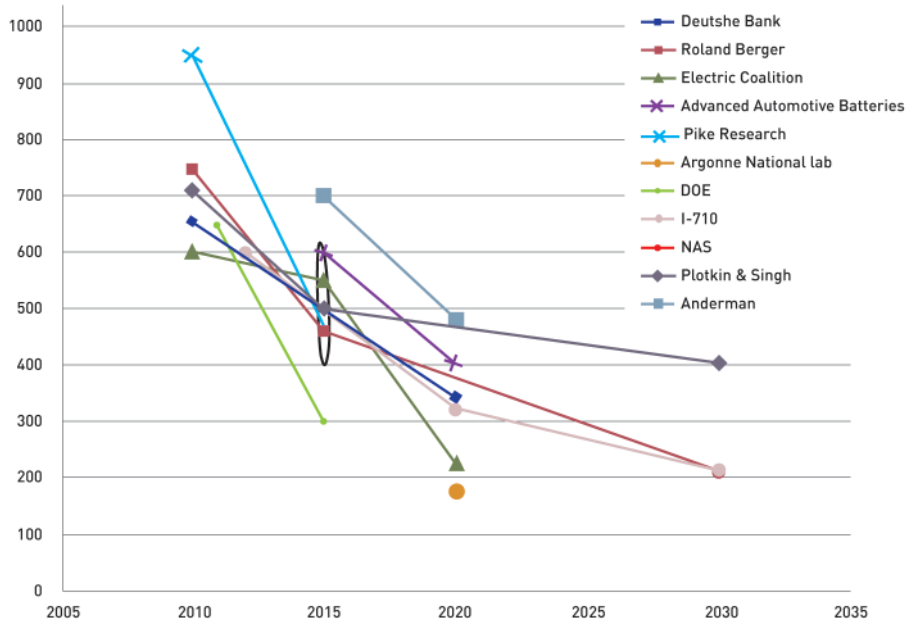
8.1.3.1 Incentivos fiscales, precio de venta del vehículo y penetración de mercado

A pesar de que existen varias barreras a la penetración de los vehículos eléctricos, los precios de éstos, especialmente cuando no incluyen incentivos tributarios, representan una de las barreras más importantes para el despliegue de la tecnología.

Gran parte de los altos precios de los vehículos eléctricos -relativo a los convencionales- se debe al precio asociado a las baterías de alta potencia que estos incluyen. Varios estudios estiman que los precios de estas baterías podrían reducirse entre 50% y 75% dentro de la próxima década. Sin embargo, a pesar de esta notable reducción, el precio de las baterías seguirá siendo uno de los componentes principales en el alto precio de los vehículos eléctricos.

Igualmente, a pesar de que avances tecnológicos y productivos, particularmente en componentes de vehículos eléctricos, pueden reducir notablemente su costo, es importante considerar que muchos de los incentivos fiscales que ahora existen para estos vehículos ya hayan caducado. Sin embargo, hay otros factores que también influyen en la decisión de compra de un vehículo eléctrico más allá de su precio de venta final. Por ejemplo, el hecho de que los modelos de vehículos eléctricos que ahora existen en el mercado satisfacen sólo a un nicho reducido de consumidores.

FIGURA 38 Proyecciones del precio de baterías ($/kWhr) para vehículos eléctricos



Fuente: California Air Resources Board 2015

Así como existen procesos de homologación y etiquetado para vehículos convencionales, se espera que existan también estándares de la industria con respecto al diseño y etiquetado de las baterías de para vehículos eléctricos, debido a que son necesarios para el reciclado eficiente y seguro. Aunque el reciclaje de la batería no representa un obstáculo en el corto plazo y muchos de los fabricantes de vehículos lo están asumiendo como parte de su venta, se debe tener una supervisión y regulación del proceso para establecer normativas tanto para el diseño de las baterías como para su reciclaje y uso secundario. Existe también la posibilidad de potenciar un mercado secundario para baterías de vehículos eléctricos ya que muchas veces estos conservan una gran parte de su capacidad de almacenamiento, aunque no sea útil para el uso de un automóvil.

Igualmente, es importante tomar en cuenta que hasta en mercados desarrollados, como es el caso de Estados Unidos, para que una tecnología que tiene un alto costo asociado y que no se asocia a compras recurrentes pueda tener una penetración de mercado nominal, muchas veces se requieren entre 10 y 15 años. En EE.UU. los híbridos eléctricos se demoraron 13 años en tener una penetración de mercado superior al 3% con respecto a las ventas anuales de vehículos livianos. Mientras que los vehículos eléctricos a batería han tenido un despliegue superior dentro de sus primeros tres años, resultado en parte atribuido a los incentivos de mercado que son ofrecidos a este segmento.

8.1.3.2 Difusión de información con respecto a los vehículos eléctricos

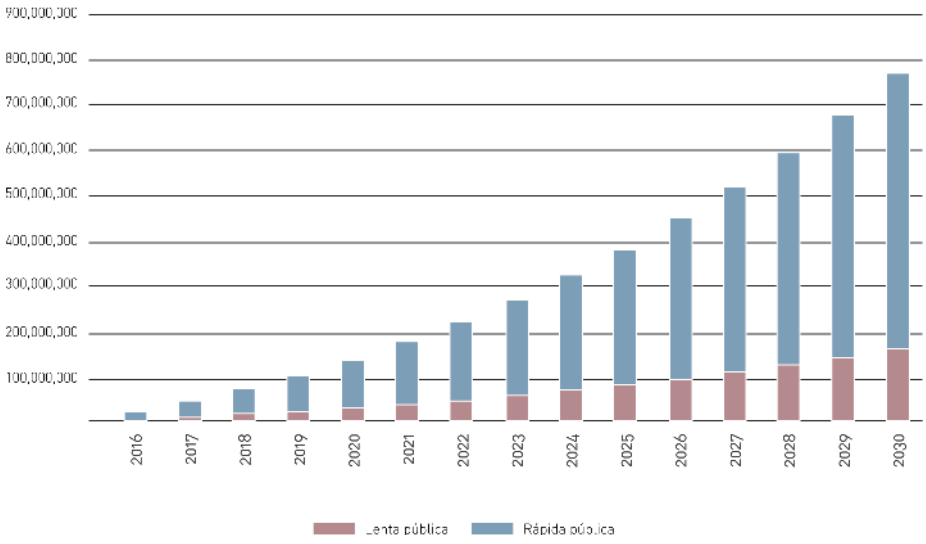
Otra de las barreras para los potenciales compradores de vehículos eléctricos, son las asimetrías de información que existen respecto a la oferta de vehículos, los incentivos asociados, su operación, sistemas de carga y otras características que impiden claridad en el momento de compra de un vehículo nuevo. Aparte de estas dudas y al alto precio asociado a estos vehículos, también existe incertidumbre con respecto al rango de carga y la falta de infraestructura en los países de la región. Todo ello juega un papel en contra para despliegue de la tecnología. Estas barreras de información tienen que ser resueltas primero en el punto de venta del vehículo. En Estados Unidos ha resultado positivo incluir en el punto de venta pruebas en terreno y recorridos del vehículo. Se muestra al público en general, que su despliegue presenta un beneficio público en cuanto a reducción de emisiones asociadas al sector entre otros beneficios (ej. ruido). Otra medida que ha sido muy importante en el despliegue de esta tecnología, es la formación de consorcios tecnológicos y coaliciones de ciudades limpias, que ayudan a visibilizar e informar a la población sobre los beneficios de la movilidad eléctrica, al igual que crean oportunidades para el desarrollo

de un ecosistema productivo alrededor de esta tecnología. Asimismo, una de las medidas que pueden tomar los gobiernos para incentivar y visibilizar el uso de vehículos eléctricos es participar activamente en su despliegue a través de compras públicas, al igual que instalando puntos de recarga en sus oficinas.

8.1.4 Desarrollo de infraestructura y expansión redes de carga rápida

Si bien los vehículos eléctricos deben pensarse en paralelo a la integración de las redes de recarga, hasta ahora las políticas internacionales no abordan adecuadamente la promoción del desarrollo de este tipo de servicios en conjunto. Una integración de ambos aspectos puede potenciar los impactos de las políticas de promoción de la movilidad eléctrica. Sin embargo, un reciente estudio del National Academy of Sciences (2015) reconoce que el estado necesita entender mejor los efectos que tienen las redes de carga publica sobre el despliegue de vehículos eléctricos y que en este sentido se necesita más bien incentivar inversiones privadas bajo estándares de compatibilidad de conexión uniformes, en vez de asignar recursos públicos. Las empresas de distribución de energía eléctrica que pueden capturar gran parte o todo el consumo eléctrico de propietarios de vehículos eléctricos, tienen un modelo de negocio viable para invertir en infraestructura de recarga pública. Las otras empresas que podrían generar recursos y/o absorber los costos de capital asociados a esta inversión, son las propias empresas automotrices y el Estado, si este último ve la recarga de vehículos eléctricos como un bien público.

FIGURA 39 Inversión requerida en estaciones públicas de recarga para vehículos eléctricos (USD)

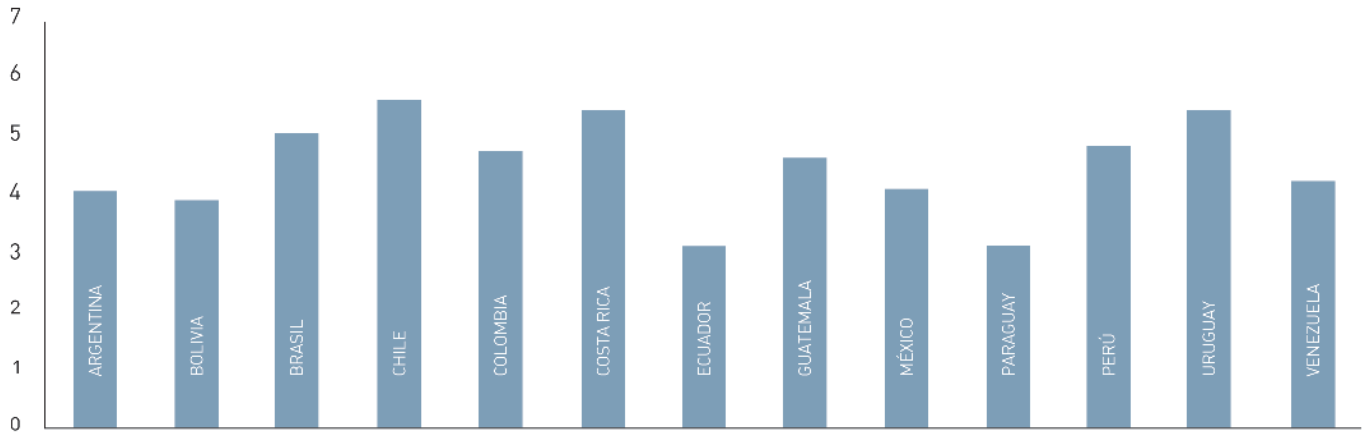


Fuente: Elaboración propia

Considerando la información de la Agencia Internacional de la Energía sobre la relación de VEs por estaciones públicas de carga lenta en relación con las de carga rápida (50 y 100 respectivamente), globalmente se estima que al año 2030 se requerirán más de 40 mil estaciones públicas de carga rápida y 80.700 de carga lenta, con una inversión de $1,4 mil millones de dólares. Esta estimación no considera la inversión en la habilitación de puntos de carga lenta en hogares de los propietarios de automóviles.
Se recomienda el fomento al desarrollo de redes de recarga al menos hasta el año 2025, momento en el cual se estima que ya no existirá un diferencial de precio relevante entre VEs y vehículos convencionales. Al 2025, se requieren 6.618 estaciones públicas de carga lenta y 3.309 de carga rápida en Latinoamérica, con una inversión total de $757 millones de dólares.

El desarrollo de estas redes de recarga debe abordarse en términos colaborativos público–privados, con base en proyectos piloto integrados al desarrollo de redes eléctricas inteligentes en cada país, y buscar obtener los beneficios que los vehículos eléctricos pueden aportar a las redes eléctricas, en cuanto a la optimización de manejo de las fluctuaciones de las energías renovables.

FIGURA 40 Índice de calidad del suministro eléctrico



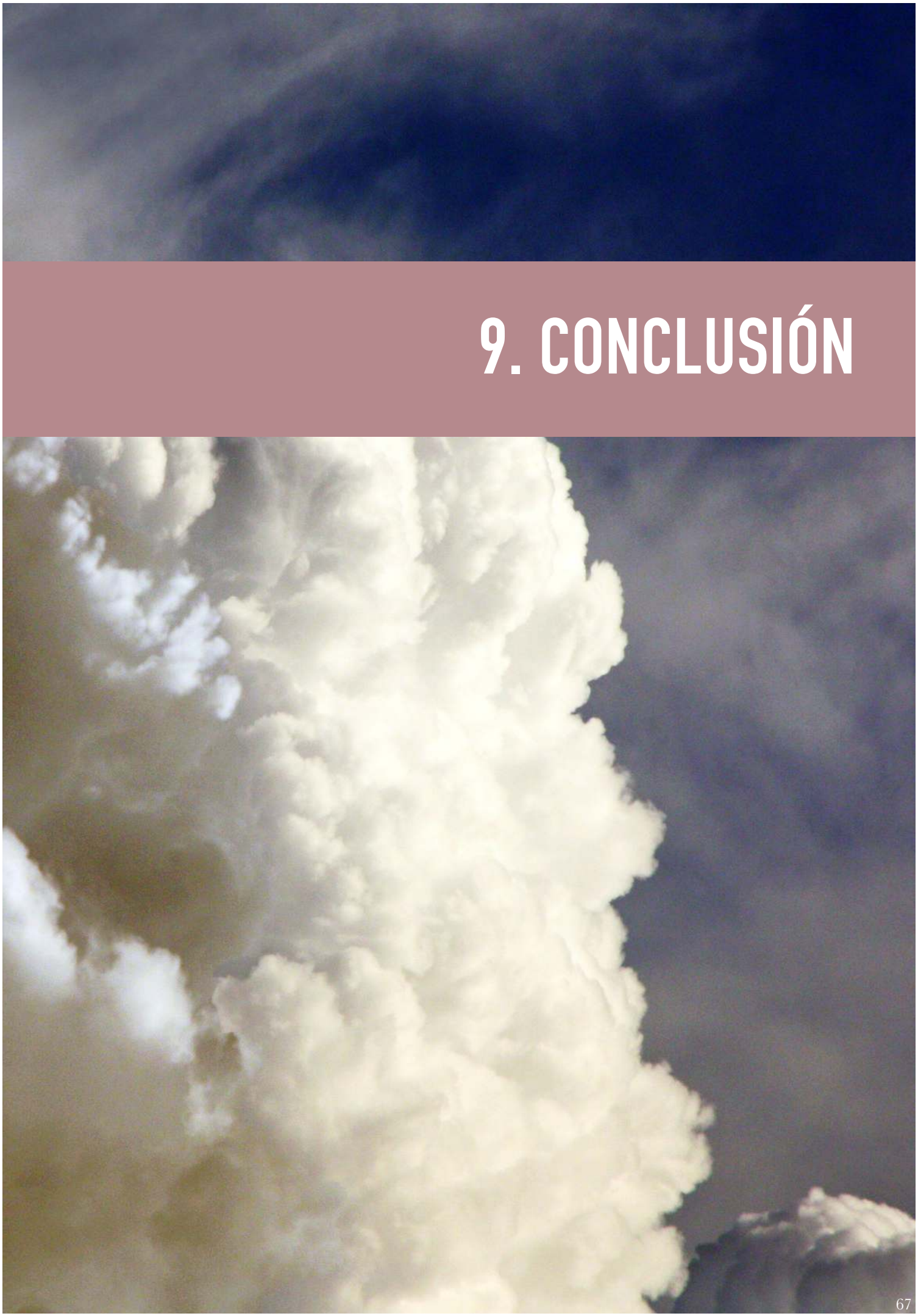
Fuente: Banco Mundial, 2015

8.1.4.1 Generación eléctrica y el rol de proveedores de energía

Como ya hemos visto, en la región gran parte de la capacidad instalada de generación eléctrica corresponde a fuentes renovables, lo que es de suma importancia para incentivar la movilidad eléctrica. Sin embargo, la región no posee redes eléctricas de alta calidad, lo que puede significar una barrera a la masificación de la movilidad eléctrica.

En la figura siguiente se presenta el ranking del Banco Mundial (2015) sobre la calidad de suministro eléctrico, en el cuál se considera que un suministro de calidad es aquel que no tienen interrupciones ni fluctuaciones de voltaje. El ranking va de 1 a 7, donde 1 es peor que la mayoría del mundo y el 7 cumple con los estándares más altos a nivel global. En Latinoamérica el promedio es igual al mundial (4,5), considerado cómo sólo de calidad, mientras que los países desarrollados tienen índices superiores a 6.

En cuanto a distribución de energía, se deben generar incentivos para que las empresas de distribución eléctrica proporcionen tarifas en tiempo real, cuyo objeto es incentivar la carga de vehículos eléctricos en horarios off-peak. Esta medida es de mutuo beneficio, debido a la carga que puede alcanzar la red eléctrica, a la vez que se obtiene transparencia al informar a los usuarios sobre las diferentes tarifas eléctricas y los beneficios de carga en horarios off-peak, que bien pudiera ser una barrera en la adopción de vehículos eléctricos.



9. CONCLUSIÓN

La movilidad eléctrica está experimentando un despliegue de gran escala, sobrepasando en el año 2015 el millón de unidades circulando a nivel global. Esto se observa principalmente en el segmento de los vehículos livianos, pero también se observa un gran despliegue en motocicletas y vehículos a tres ruedas. En el caso de los buses se observa un crecimiento progresivo del número de productos en el mercado, en primer lugar en China, y en segundo lugar en Europa, donde se está avanzando con programas en ciudades, observándose tecnologías más competitivas tanto en el desempeño operacional como en el económico.

Los grandes constructores automovilísticos consideran que la movilidad eléctrica, junto con la interconectividad, serán los drivers principales que influenciarán a la industria mundial automovilística en los próximos años. En paralelo, la aceleración de la movilidad eléctrica en la región puede ser un elemento clave para alcanzar objetivos de sostenibilidad así como los compromisos climáticos hechos por los países en el marco del Acuerdo de París sobre Cambio Climático.

Los países enfrentan el desafío de lograr la mayor competitividad de la movilidad eléctrica, en relación a los vehículos con motor a combustión. Esto se puede lograr mediante la creación de condiciones estructurales, tales como la disponibilidad de redes de recarga, la puesta en marcha de normas de emisiones y eficiencia energética más estrictas para los vehículos convencionales a gasolina o diésel. Si estas condiciones se crearan, se esperaría un crecimiento más allá de esta primera etapa lograda a través de incentivos a la compra de vehículos.

El despliegue de los vehículos eléctricos conllevará muchos y diversos beneficios en materia de mejoras de calidad del aire y mitigación del cambio climático, especialmente donde esté disponible energía eléctrica generada con renovables, aportando con ello, a la reducción de los costos de transporte y a una mejor operación de las redes eléctricas, especialmente en el caso de las Smart Grids. Estas permiten disponer de las baterías de los vehículos eléctricos al servicio de las redes, equilibrando el aporte intermitente de algunas energías renovables, como la solar.

> Latinoamérica puede obtener numerosos beneficios ambientales, sociales y económicos con una integración exitosa de los vehículos eléctricos, las energías renovables y las redes eléctricas.

Un posible ejemplo que permite visualizar un futuro así es el proceso de licitación de electricidad para clientes regulados (hogares, pequeñas y medianas empresas) en el centro y norte de Chile de 2016. El 67% de la energía contratada en esta licitación fue eólica o solar, y sus precios cayeron un 65% en relación al año 2013, llegando a un precio medio extremadamente competitivo. Este ejemplo, que también se puede percibir en otros países de la región como Brasil, Costa Rica o Uruguay, posiciona a la región como un espacio muy competitivo para los vehículos eléctricos tanto en términos ambientales como económicos.

Independiente de las oportunidades para la región, la penetración actual de los VEs es aún modesta, inferior a las 4.000 unidades, lo que representa menos del 0,3% de la flota global de vehículos eléctricos, pese a que gran parte de los países de la región están haciendo esfuerzos por incentivar esta tecnología, principalmente a través de descuentos de impuestos.

Según un análisis del The International Council on Clean Transportation, las estrategias de promoción más exitosas en los EE.UU de la movilidad eléctrica implican un conjunto de políticas de beneficios a los vehículo eléctrico que se resumen en que el costo de propiedad de un vehículo eléctrico en un análisis de seis años sea inferior al de un vehículo convencional. Las ciudades que consiguieron esto (Atlanta, San Francisco, Denver o Los Angeles) lograron una tasa de penetración de vehículo eléctricos ocho veces superior al promedio observado en su país.

En Latinoamérica se requiere una elaboración de incentivos que tengan un impacto similar, pero deben complementarse con acciones de largo plazo que potencien el crecimiento de la flota

gracias a medidas estructurales, más que sólo a incentivos fiscales. Para este fin se propone **una estrategia regional general basada en los siguientes aspectos:**

1. Desarrollo de normas de eficiencia energética para los mercados vehiculares;
2. Eliminar distorsiones de mercado;
3. Crear incentivos para la movilidad eléctrica;
4. Desarrollar infraestructura para la movilidad eléctrica.

A partir de esta visión general para la región, se recomienda que cada país desarrolle una estrategia nacional considerando sus barreras y oportunidades particulares. Se anima a los países a considerar que la entrada de la movilidad eléctrica se debe a una creciente incapacidad de las tecnologías de automóviles convencionales de responder a costos razonables a las demandas por una mayor eficiencia energética y menores emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación que les están imponiendo los países desarrollados, tal como lo demuestra el escándalo de Volkswagen, que ahora se ha extendido a otras marcas. Es por esto que se anima a los países de la región a considerar una estrategia integral que regule y controle mejor los mercados automotrices y que elimine las barreras específicas que enfrentan los vehículos eléctricos.



ANEXO 1 Proyección de emisiones al 2050 de vehículos livianos en Latinoamérica

Proyección de la flota vehicular de livianos

La flota vehicular en Latinoamérica es diversa entre los países, algunos estudios sugieren que esta crece conforme aumenta el poder adquisitivo de cada país y por tanto, no obedece a un crecimiento poblacional, como sucede en otras zonas. (García & Ortiz, 2012). Se espera que en los países con economías emergentes es dónde se concentrará el mayor crecimiento de la flota; con la finalidad de construir un escenario de emisiones tendencial, se analizó el caso de 17 países en los cuáles hubo disponibilidad de información.

Aunque las emisiones se estimaron tomando como base el año 2015, se utilizaron datos de años atrás para proyectar la flota, esto se debe a las diferencias de datos encontrados al interior de Latinoamérica, por tanto, se utilizó una tasa anual de crecimiento diferenciada para cada país, que ha sido estimada por el Emerging and Growth-Leading Economies del BBVA con apoyo del Research model for long-term automobile projections, en el cual han analizado los mercados en economías emergentes. Se observa que Chile, Argentina, México y Brasil para el año 2015 son poseedores del 86% de la flota de vehículos livianos en Latinoamérica, sin embargo, se estima que para el año 2050 estos mismos países contendrán apenas el 79% dando lugar al crecimiento acelerado de la flota de Panamá, Colombia y Perú, cuya proyección económica es favorable con respecto al resto de los países donde la

CUADRO 16 Flota vehicular latinoamericana del año 2015 considerada en el análisis

PAÍS	FLOTA DE VEHÍCULOS LIVIANOS 2015	FUENTE DE INFORMACIÓN
Nicaragua	71,261	Mercados emergentes, clave para el sector automotor (Estudio BBVA)
Honduras	143,905	
El Salvador	212,753	
Paraguay	222,174	
Bolivia	299,084	
Panamá	330,367	
Ecuador	413,303	
Uruguay	498,828	
Costa Rica	518,407	
República Dominicana	638,258	
Perú	1,346,450	
Venezuela	2,016,744	
Colombia	2,419,446	
Chile	2,907,383	Instituto Nacional de Estadísticas de Chile
Argentina	10,387,029	Asociación de Fabricantes de Automotores
México	14,310,339	Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles en México
Brasil	30,708,965	Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 17 Crecimiento anual de la flota en Latinoamérica para el periodo 2010-2020

PAÍS	TASA ANUAL DE INTRODUCCIÓN (%)
México	3.0
Venezuela	3.3
Argentina	3.4
Ecuador	3.8
Brasil	4.2
El Salvador	4.4
República Dominicana	4.4
Uruguay	4.5
Nicaragua	4.5
Honduras	4.7
Chile	5.2
Paraguay	5.3
Costa Rica	5.3
Bolivia	5.5
Panamá	7.6
Colombia	7.9
Perú	9.5

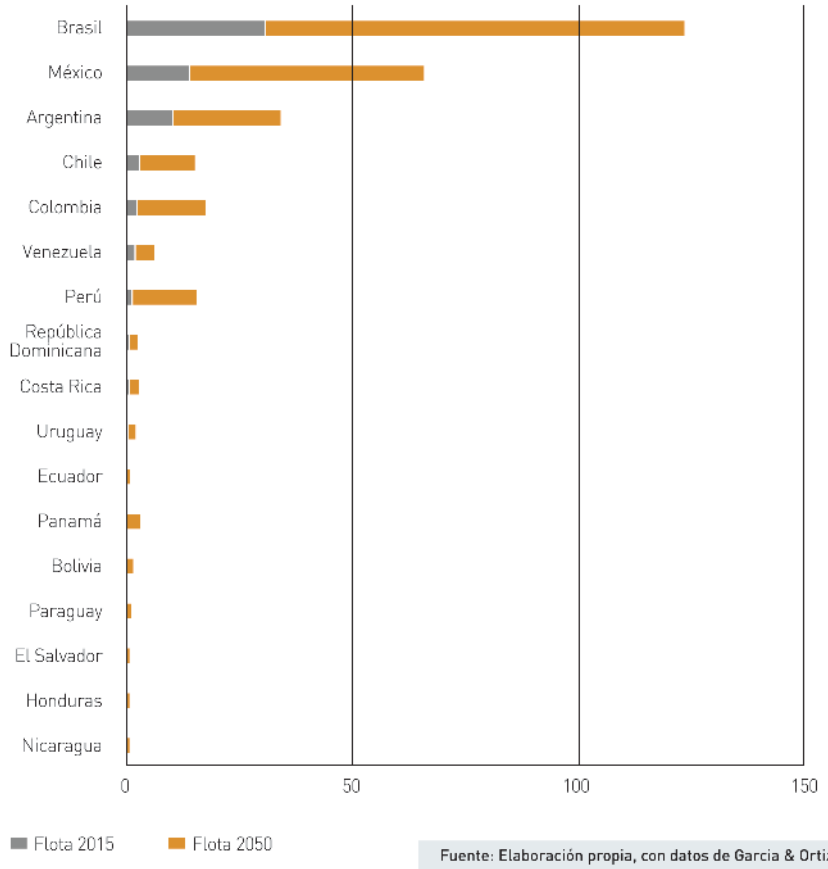
Fuente: García & Ortiz, 2012

flota de los vehículos es aun inmadura. Para efectos del análisis tendencial, se llevó el crecimiento de la flota al año 2050 cuya tasa utilizada es la misma reportada por el BBVA Research al 2020, esto se debe a que el mismo modelo utilizado sostiene que la demanda a largo plazo de automóviles en las economías emergentes – como lo son los países Latinoamericanos – está dada por los altos ingresos per cápita que se darán durante el siglo actual, antes de llegar al colapso tecnológico.

Asimismo, dadas las características de las flotas actuales, se estima que existe una tasa de retiro de 1% en todos los países, excepto Colombia y Perú donde se consideró de 2%. Esto se debe primordialmente a que los mercados apuntan a una sustitución vehicular mucho más eficiente en los países con altas tasas de introducción según los expertos.

A continuación, puede observarse el cambio en el tamaño de la flota de vehículos livianos en Latinoamérica del año 2015 contra la del año 2050. Los cambios más notorios son Perú, Colombia y Chile, cuyas flotas crecen en más de tres veces en tamaño con respecto a la de hoy en 35 años.

FIGURA 41 Tamaño de la flota de vehículos livianos a 2015 y 2050



Fuente: Elaboración propia, con datos de Garcia & Ortiz, 2012

Escenario de emisiones tendencial al 2050

Para estimar las emisiones, se utilizó el método de factor de emisión aplicado a la flota proyectada. Los factores de emisión fueron tomados del modelo Handbuch für Emissions-faktoren des Strassen-verkehrs utilizado en Alemania, pero adaptados al tipo de tecnología existente en Latinoamérica. ONU Ambiente cada año publica un documento sobre el estado de las normas de emisión de los vehículos y calidad de los combustibles para Latinoamérica, del cual fueron tomados las consideraciones para elegir el factor de emisión adecuado para cada país. Mencionan que la mayoría de las legislaciones para vehículos livianos no han sido intervenidas desde la última década a excepción de Chile, Argentina, México, Brasil, Perú y Colombia, quienes han avanzado a normas más eficientes, no obstante, los cambios para estos países son apenas recientes como para verse reflejados a la fecha en términos de emisiones, por lo tanto se supuso que el mayor porcentaje de la flota sigue siendo de normas tecnologías correspondientes a su legislación anterior; sólo Brasil y México, quienes en conjunto poseen actualmente el 70% de la flota de Latinoamérica, se tomaron factores distintos para los vehículos en circulación y los vehículos nuevos.

En la estimación se consideró que anualmente la flota Latinoamericana recorre en promedio aproximadamente 20 mil kilómetros, este dato resulta de la consulta de distintas fuentes incluida la de expertos internalizados en los distintos países, y que se ve soportado por el The Economist Pocket World in Figures, edición 2015 (EWF, 2015).

CUADRO 18 Factores de emisión utilizados para escenario tendencial

TIPOS DE TECNOLOGÍA	g/km		
	CO_2	NOx	PM
Pre Euro	194.38432	0.34231	0.00232
Euro 1	190.92801	0.34231	0.00232
Euro 2	191.79512	0.21817	0.00298
Euro 3	193.86095	0.06740	0.00137
Euro 4	183.82773	0.05938	0.00067
Euro 5	174.03400	0.05661	0.00057
Euro 6	168.35381	0.05442	0.00045

Fuente: HBEFA, 2015

Escenario de emisiones tendenciales con normativa de eficiencia energética

Al escenario de emisiones tendenciales le fue aplicada una norma de eficiencia de vehículos livianos propuesta por el Global Fuel Economy Initiative, que supone que aquellas regiones que carecen de normas, mejoran su eficiencia a un 4% al 2030 sólo por los avances tecnológicos (ICCT, 2016), cuya estimación fue llevada progresivamente a 2050 con el objeto de evaluar a largo plazo el impacto en Latinoamérica, donde existe un grave rezago normativo.

Figura 42 Emisiones de CO_2 de vehículos livianos (ton/año)

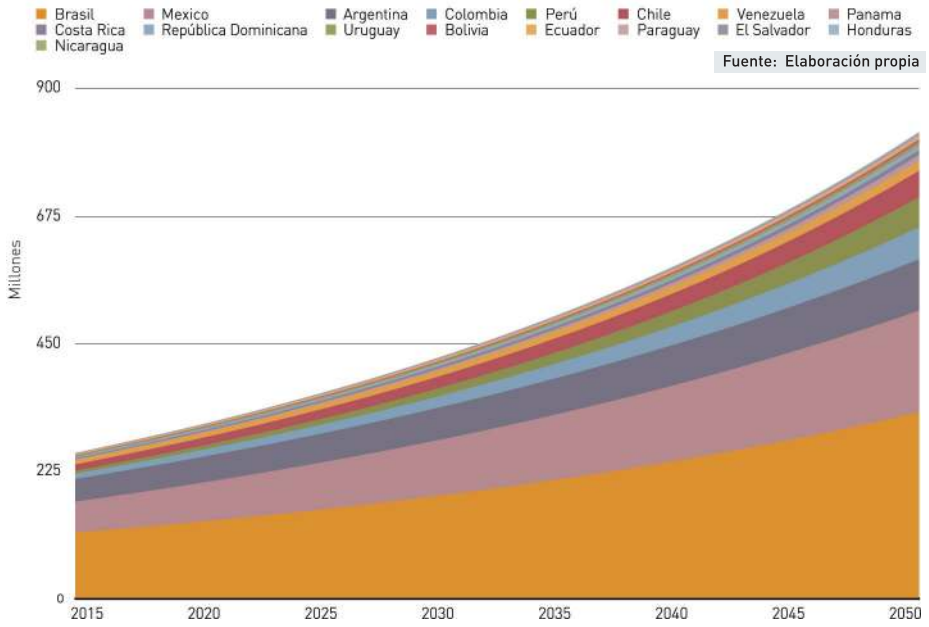


Figura 43 Emisiones de CO_2 de vehículos livianos (ton/año)

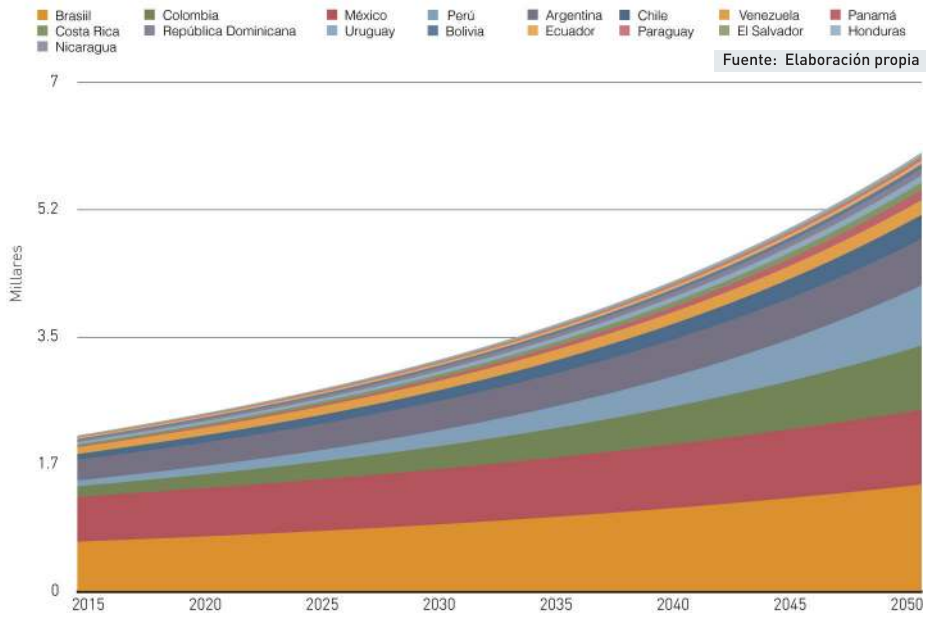
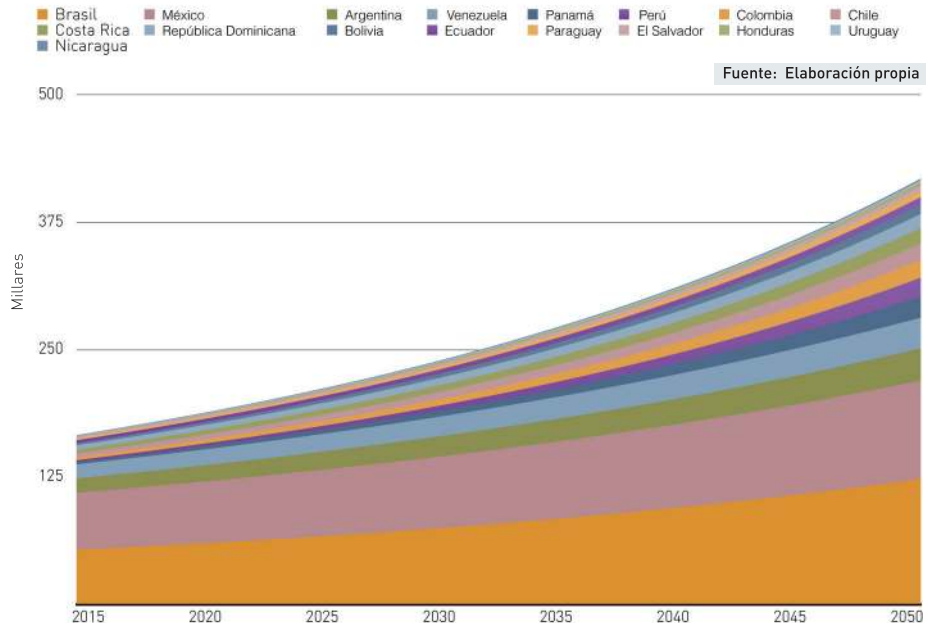


Figura 44 Emisiones de NOxde vehículos livianos (ton/año)



ANEXO 2. Proyección de emisiones evitadas al 2050 por la introducción de vehículos eléctricos

Escenario de emisiones tendenciales con normativa de eficiencia energética

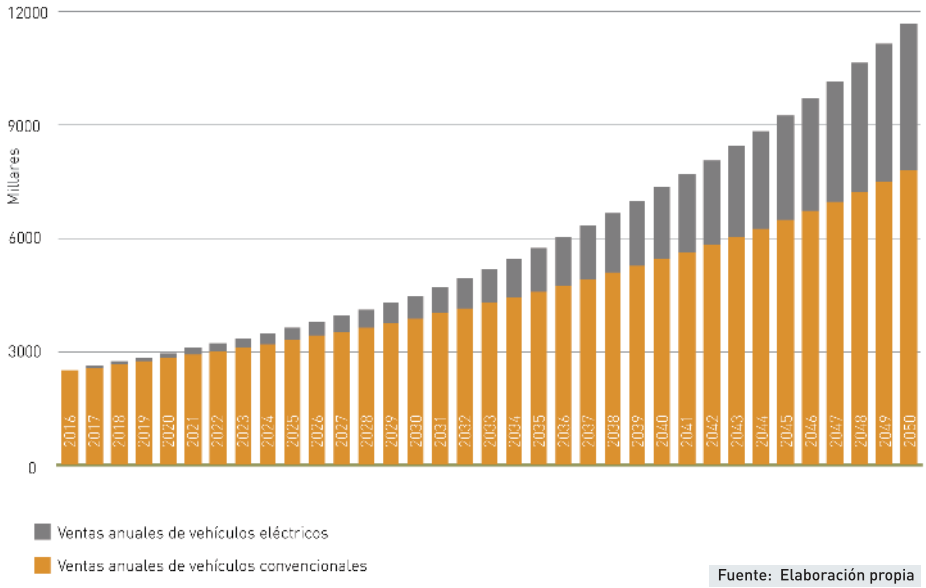
Al escenario de emisiones tendenciales le fue aplicada una norma de eficiencia de vehículos livianos propuesta por el Global Fuel Economy Initiative, que supone que aquellas regiones que carecen de normas, mejoran su eficiencia a un 4% al 2030 sólo por los avances tecnológicos (ICCT, 2016), cuya estimación fue llevada progresivamente a 2050 con el objeto de evaluar a largo plazo el impacto en Latinoamérica, donde existe un grave rezago normativo.

CUADRO 19 Escenario de penetración de los vehículos eléctricos

AÑO	PARTICIPACIÓN DE MERCADO **EV**
2020	5%
2025	10%
2030	20%

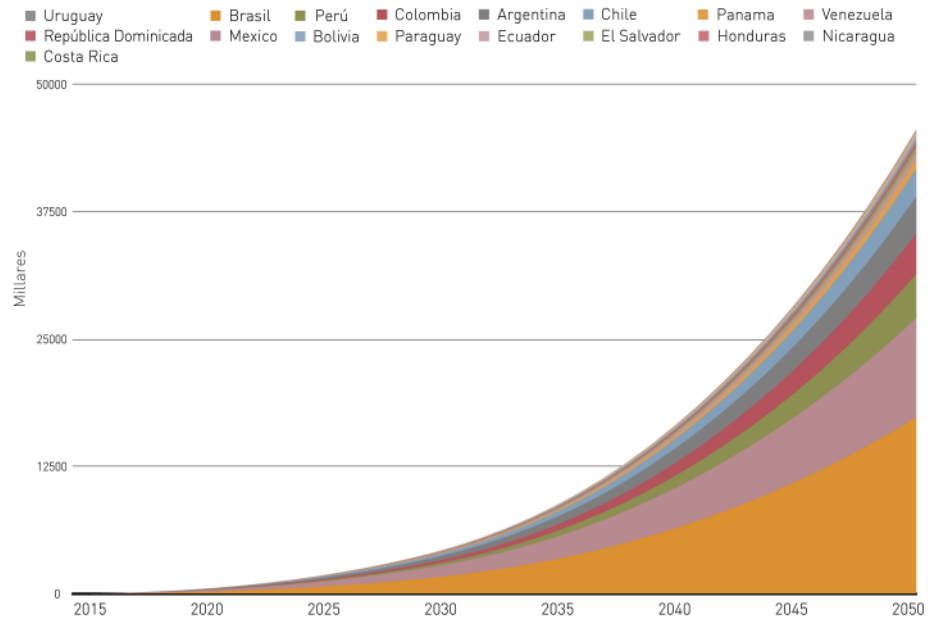
Fuente: Elaboración Propia

Figura 45 Estimación de ventas anuales de vehículos livianos convencionales vs ventas de vehículos eléctricos en Latinoamérica



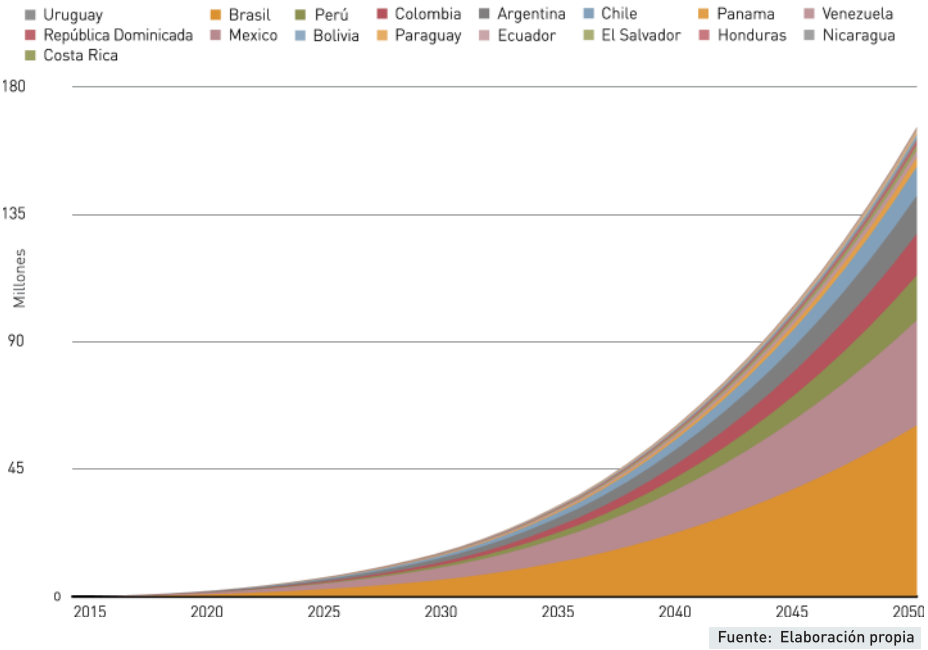
Fuente: Elaboración propia

Figura 46 Proyección de la flota de vehículos eléctricos por país



Fuente: Elaboración propia

Figura 47 Emisiones evitadas de CO_2 por la introducción flota de vehículos eléctricos (ton/año)

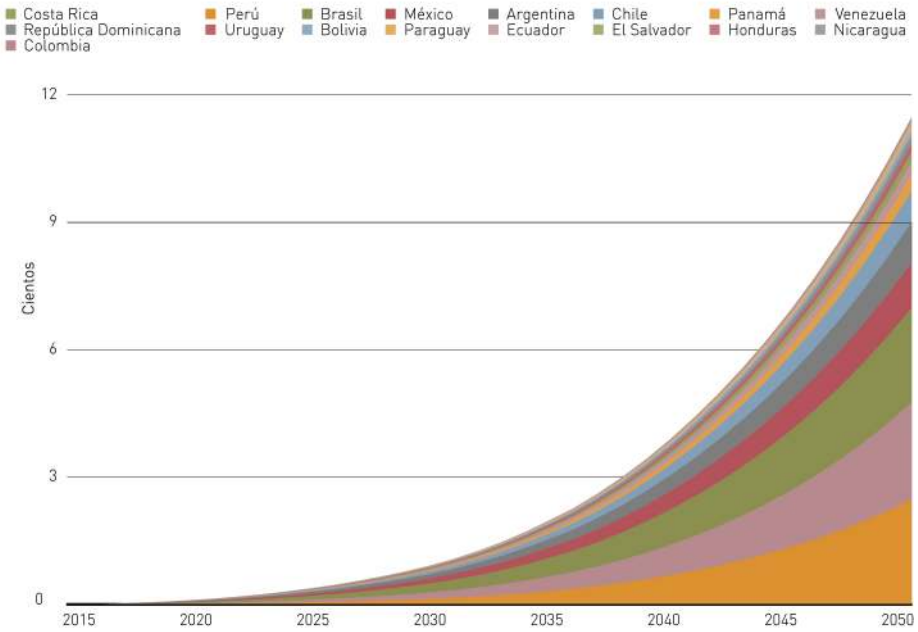


Fuente: Elaboración propia

Escenario de emisiones evitadas por la introducción de vehículos eléctricos al 2050

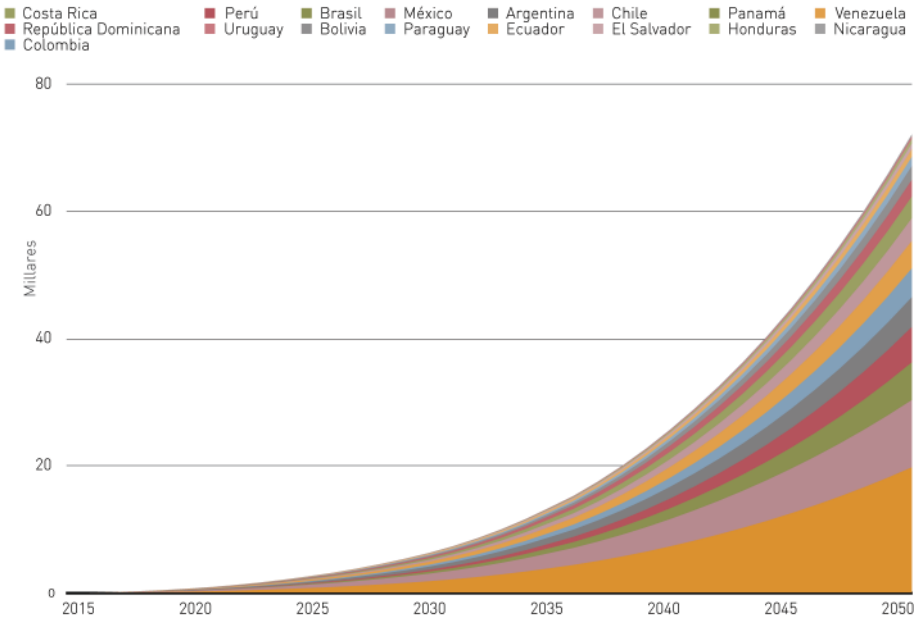
Para estimar las emisiones evitadas, se consideró que de no contar con la introducción de vehículos eléctricos estos serían adquiridos convencionalmente, con motor de combustión a gasolina; por ello en términos de emisiones, los beneficios corresponden a las emisiones que los vehículos eléctricos producirían de ser a combustión. Por lo tanto, las emisiones son evitadas y se estiman de la misma manera que el estado tendencial, sólo que, en vez de utilizar el dato completo de la flota, sólo se utilizaron las ventas estimadas por país.

Figura 48 Emisiones evitadas de Material particulado por la introducción flota de vehículos eléctricos (ton/año)



Fuente: Elaboración propia

Figura 49 Emisiones evitadas de NOx por la introducción de flota de vehículos eléctricos (ton/año)

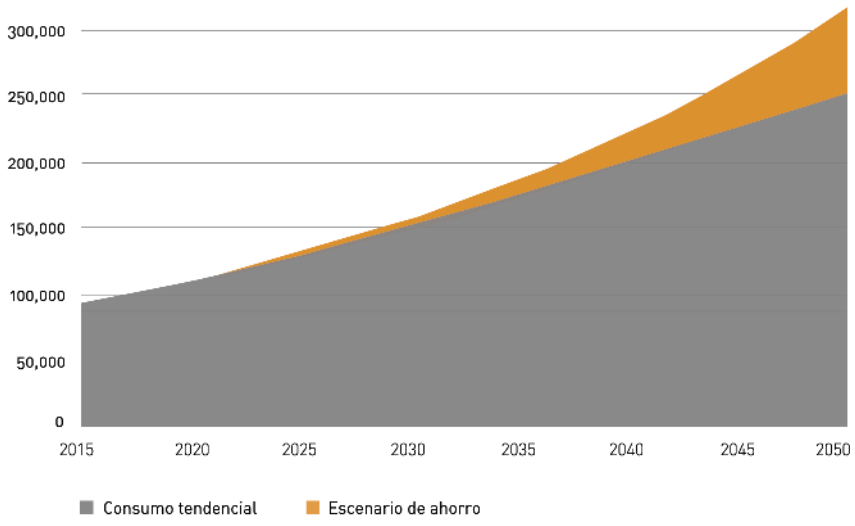


Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. Proyección del consumo de combustibles

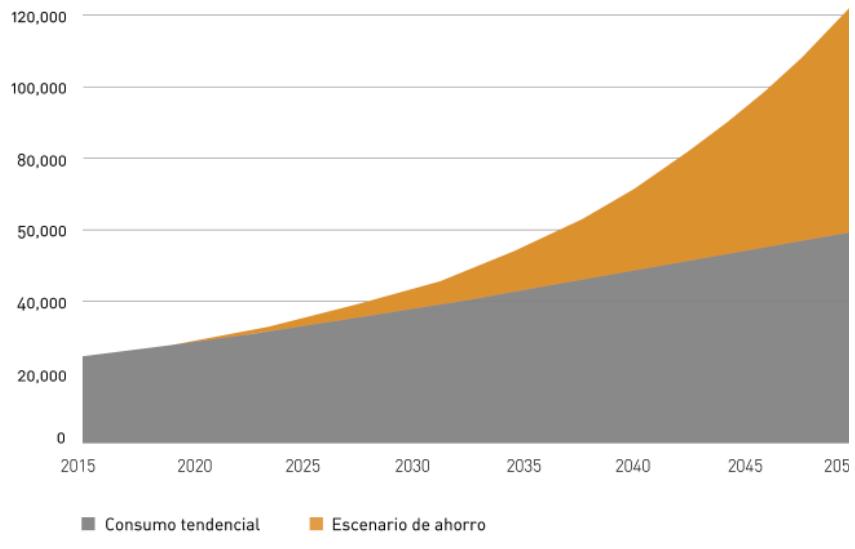
Para estimar el consumo de gasolina de la flota tanto en el escenario tendencial como en el de ahorro por la introducción de vehículos eléctricos, se utilizó un factor de conversión de la European Commission que indica que un litro de gasolina por kilómetro, en un vehículo convencional emite aproximadamente 2,320 gramos de CO_2 (EC, 2011). De la misma manera, un litro de etanol por kilómetro, emite 1,510 gramos de CO_2 (IEA, 2006). Con ello fue posible estimar el factor de emisión de CO_2 por tipo de tecnología existente en cada país y en consecuencia, el consumo de gasolina diferenciado. El número de kilómetros recorridos considerados para la flota latinoamericana fue de 20.000, igual que en escenario tendencial. A continuación, se presentan los factores de consumo considerados por tipo de tecnología.

FIGURA 50 Proyección del consumo de gasolina en Latinoamérica con escenario de ahorro por introducción de vehículos eléctricos (millones de litros)



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 51 Proyección del consumo de etanol hidratado en Brasil con escenario de ahorro por introducción de vehículos eléctricos (millones de litros)



Fuente: Elaboración propia

CUADRO 20 Litro de gasolina por km

TECNOLOGÍA	LITRO DE GASOLINA POR KM
Pre Euro	0.07923607
Euro 1	0.079236
Euro 2	0.08267031
Euro 3	0.0835607
Euro 4	0.079236
Euro 5	0.07501465
Euro 6	0.07256629
Etanol hidratado	0.117612937

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la Comisión Europea, 2012.

ANEXO 4. Contenido de etanol en gasolinas en países de Latinoamérica

El contenido indicado para Panamá es el indicado en la norma de gasolinas. Actualmente no se está comercializando debido a un problema de suministro del etanol.

CUADRO 21 Contenido de etanol en gasolinas en países de Latinoamérica

PAÍS	CONTENIDO DE ETANOL EN GASOLINAS
Perú	8%
Colombia	10%
Panamá	10%
Chile	0%
Paraguay	25%
Venezuela	10%
México	2%
Argentina	5%
Brasil	27%
Uruguay	5%
Ecuador	10%
El Salvador	7%
República Dominicana	7%
Honduras	7%
Costa Rica	7%
Bolivia	10%
Nicaragua	7%

Fuente: Elaboración Propia

Autoblog.com.ar (2016a) Buenos Aires tendrá una ley especial para los autos eléctricos. Disponible en: http://autoblog.com.ar/2016/01/28/buenos-aires-tendra-una-ley-especial-para-los-autos-electricos/

Autoblog.com.ar (2016c) El plan del gobierno para fabricar autos eléctricos en argentina. Disponible en: http://autoblog.com.ar/2016/06/20/el-plan-del-gobierno-para-fabricar-autos-electricos-en-argentina/

Autoblog.com.ar (2014) Proyecto de ley para fomentar la fabricación de vehículos eléctricos en Argentina. Disponible en: http://autoblog.com.ar/2014/04/28/proyecto-de-ley-para-fomentar-la-fabricacion-de-vehículos-electricos-en-la-argentina/

Autoblog.com.ar (2016b) El gobierno comprara 400 buses eléctricos para toda argentina. Disponible en: http://autoblog.com.ar/2016/06/23/el-gobierno-comprara-400-buses-electricos-para-toda-la-argentina/

Cronista.com (2016) Autos con onda verde los ecológicos mas exitosos los que vienen a la Argentina. Disponible en: http://www.cronista.com/rpm/Autos-con-onda-verde-los-ecologicos-mas-exitosos-y-los-que-vienen-a-la-Argentina-20160715-0003.html

National Renewable Energy Laboratory (NREL 2011) Comparison of battery life across real World automotive drive cycles. Presentado por Kandler Smith, Matthew Earleywine, Eric Wood, Ahmad Pesaran en la 7 Lithium Battery Power Conference. Las Vegas, NV, November 7-8, 2011. Disponible en: http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/53470.pdf

UPS (2016) UPS Deploys 18 new zer emission electric trucks in Texas. Disponible en: https://pressroom.ups.com/pressroom/ContentDetailsViewer.page?ConceptType=PressReleases&id=1446039616630-395

GreenFleet (2015) Frost & Sullivan offers sunny Outlook for electric hybrid truck Market. Disponible en: http://www.greenfleetmagazine.com/channel/electric/news/story/2015/01/frost-sullivan-offers-sunny-outlook-for-global-electric-and-hybrid-truck-market.aspx

Rocky Mountain Institute (RMI 2014) Pulling back the veil on EV charging station costs. Disponible en: http://blog.rmi.org/blog_2014_04_29_pulling_back_the_veil_on_ev_charging_station_costs

Alternative Fuels Data Center (AFDC 2016) Developing infrastructure to charge plug-in electric vehicles. Disponible en: http://www.afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure.html

ICCT (2016) Electric vehicles: literatura review of technology costs and carbon emissions. Por Nic Lutsey y Paul Wolfram. Disponible en: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_LitRvw_EV-tech-costs_201607.pdf

ICCT (2015) Global climate change mitigation potential from a transition to electric vehicles. Por Nic Lutsey. Disponible en: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_ghg-reduction-potential-evs_201512.pdf

ICCT (2015a) From laboratory to road: A 2015 update. Por Uwe Tietge, Nikiforos Zacharof, Peter Mock, Vicente Franco, John German, Anup Bandivadekar (ICCT), Norbert Ligterink (TNO), Udo Lambrecht (IFEU). Disponible en: http://www.theicct.org/laboratory-road-2015-update

ICCT (2015b) Supporting the electric vehicle market in U.S. cities. Preparado por Nic Lutsey. Disponible en: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/SupportEVsUScities_201510.pdf

ICCT (2015c) Comparison of US and European Program to Control LDV Emission. Disponible en: http://www.theicct.org/sites/default/files/ICCT_comparison%20Euro%20v%20US.pdf

Carlota Pérez (2005) Difusión y despliegue de una revolución tecnológica. Presentación realizada para CORFO Chile, 2005.

Navigant Research (2016) Vehicle to Grid tecbologies. Disponible en: https://www.navigantresearch.com/research/vehicle-to-grid-technologies

KPMG (2016) KPMG's Global Automotive Executive Survey 2016. Disponible en: https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2015/12/kpmg-global-automotive-executive-survey-2016.html

Chilectra (2016) Municipalidad de Santiago y Chilectra inauguran primer bus eléctrico del país que operara de forma gratuita en el centro de Santiago. Disponible en: https://www.chilectra.cl/la-compania/20160504-bus-electrico

Zero Carbon Latin America, Vision Paper. UNEP DTU Partnership. Vergara, Fenhann, Schletz. 2015

Portafolio.co (2016) Con una sola carga, este bus eléctrico hace el recorrido Bogota – Medillin. Disponible en: http://www.portafolio.co/innovacion/bus-electrico-hizo-recorrido-bogota-medellin-493071

BYD (2014) First Zero-Emissions All-Electric Bus Launches in Rio de Janeiro. Disponible en: http://www.byd.com/news/news-228.html

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT 2013) Decreto Numero 2909. Disponible en: http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=4264

El Financiero (2016) Conozca los pro y contras de los vehículos eléctricos e hibridos. Disponible en: http://www.elfinancierocr.com/negocios/vehículos_electricos-vehículos_hibridos-Toyota-Reva_0_346765342.html

Asamblea Legislativa de la Republica de Costa Rica (Asamblea Costa Rica 2015) Proyecto de Ley de incentivos y promocion para el transporte electrica. Expediente Numero 19744. Entregado por Franklin Corella Vargas y Marcela Guerrero Campos. Disponible en: http://www.nacion.com/nacional/LEY-INCENTIVOS-PROMOCION-TRANSPORTE-ELECTRICO_LNCFIL20160215_0001.pdf

Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión Mexicana (Congreso Mexicano 2006) Ley federal del impuesto sobre automoviles nuevos. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 1996. Ultima reforma publicada el 27-12-2006. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/123_130116.pdf

Comisión Federal de Electricidad (CFE 2016). Guía para contratación de servicios de recarga a vehículos eléctricos para Clientes Residenciales. Disponible en: http://www.cfe.gob.mx/casa/4_Informacionalcliente/SiteAssets/Paginas/Para-contratar/Guiacontratacionservicios.pdf

Whitehouse (2016) Obama Administration announces federal and private sector actions to accelerate electric vehicle adoption in the United States. Disponible en: https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/07/21/fact-sheet-obama-administration-announces-federal-and-private-sector

ChargeNow.mx (2016) Incentivos para vehículos eléctricos en Mexico. Disponible en: http://www.chargenow.mx/incentivos-para-vehículos-electricos-en-mexico/

UnoCero (2016) Estos son los beneficios y la oferta de vehículos hibridos y eléctricos en Mexico. Disponible en: https://www.unocero.com/2016/03/17/estos-son-los-beneficios-y-la-oferta-de-vehículos-hibridos-y-electricos-en-mexico/

Forbes (2015) ¿Por qué no hay autos eléctricos en Mexico?. Disponible en: http://www.forbes.com.mx/por-que-no-hay-autos-electricos-en-mexico/

Asociación Brasileña de Vehículos Eléctricos (ABVE, 2016) Informações úteis: Perguntas. Disponible en: http://www.abve.org.br/perguntas#

Groupe Renault (2016) Ventes Mensuelles du groupe Renault. Disponible en: https://group.renault.com/finance/informations-financieres/chiffre-cles/ventes-mensuelles

El Tiempo (2015) Carros eléctricos en Colombia: en carga lenta. Disponible en: http://www.eltiempo.com/revista-motor/actualidad/industria/carros-electricos-colombia-carga-lenta/22543

Codensa (2016) Codensa y Terpel suscriben acuerdo para desarrollar puntos de carga eléctrica en estaciones de servicio. Disponible en: http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/COMUNICADOS/Paginas/CodensayTerpelsuscribenacuerdoparadesarrollarpuntosdecargael%C3%A9ctricaenestacionesdeservicio.aspx

Codensa (2015) Se pone en servicio la primera Electrolinera pública del país. Disponible en: http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/COMUNICADOS/Paginas/SeponeenserviciolaprimeraElectrolinerap%C3%BAblicadelpa%C3%ADs.aspx

Autosdeprimera.com (2015) Vehículos eléctricos en Colombia, un mercado lento pero con proyección. Disponible en: http://www.autosdeprimera.com/Noticias-Nacionales/vehículos-electricos-colombia-mercado-lento-pero-con-proyeccion#sthash.TxNXhHU7.dpuf

Inter-American Dialogue (2015) Green Transportation: The outlook for electric vehicles in Latin America. Por Estafania Marchan and Lisa Viscidi. Disponible en:

http://www.thedialogue.org/resources/green-transportation-electric-vehicles-in-latin-america/

La Nacion (2015) Plan para taxis hibridos suma solo 10 unidades. Disponible en: http://www.nacion.com/nacional/servicios-publicos/Plan-taxis-hibridos-solo-unidades_0_1468053222.html

Green Car Congress (2014) Nissan launches LEAF sales in Mexico; first company to sell a 100% electric vehicle there. Disponible en: http://www.greencarcongress.com/2014/06/2014060-leaf.html

El Universal (2015) Relanzan taxis 'Cero emisiones'. Disponible en:
http://www.eluniversal.com.mx/articulo/metropoli/df/2015/07/9/relanzan-taxis-cero-emisiones

California Air Resources Board (CARB 2015) Draft Technology Assessment: Medium and Heavy Duty battery electric trucks and buses. Disponible en: http://www.arb.ca.gov/msprog/tech/techreport/bev_tech_report.pdf

International Energy Agency (IEA 2016) Global EV Outlook 2016: Beyond one million electric cars. Disponible en:
https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/global-ev-outlook-2016.html
Natianal Academy of Sciences (NAS 2015) Overcoming barriers to deployment of plug-in electric vehicles. By the Committee on Overcoming Barriers to Electric-Vehicle Deployment Board on Energy and Environmental Systems Division on Engineering and Physical Sciences and Transportation Research Board. Disponible en: http://www.nap.edu/catalog/21725/overcoming-barriers-to-deployment-of-plug-in-electric-vehicles

Shrink That Footprint (2013) Shades of Green: Electric cars carbon emissions around the globe. Por Lindsay Wilson. Disponible en: http://shrinkthatfootprint.com/electric-car-emissions

Rodríguez, D., Santana, M., & Pardo, C. (CAF 2015). La motocicleta en América Latina: caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región. (Despacio, Ed.). Bogotá: Corporacion Andina de Fomento.
Fondo Monetario Internacional (FMI 2015) Working Paper 15/30. Energy Subsidies in Latin America and the Caribbean: Stocktaking and Policy Challenges. Por Gabriel Di Bella, Lawrence Norton, Joseph Ntamatungiro, Sumiko Ogawa, Issouf Samake, and Marika Santoro. **Disponible en https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp1530.pdf**

VTT (2014) Fully electric city buses - The viable option. Presentado por: Pihlatie, Mikko; Kukkonen, Samu; Halmeaho, Teemu; Karvonen, Veikko; Nylund, Nils-Olof. IEEE International Electric Vehicle Conference, IEVC 2014, 17 - 19 December 2014, Florencia, Italia. Disponible en:
http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/OA-Fully-Electric.pdf

European Commission (2015) State of the Art on Alternatives Fuels Transport Systems in European Union. Desarollado por DG MOVE - Expert group on future transport fuels. Disponible en: http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/studies/doc/2015-07-alter-fuels-transport-syst-in-eu.pdf

National Technical University of Athens (2014) PRIMES-TREMOVER Transport Model. Desarrollado por E3MLab/ICCS. Disponible en:
http://www.e3mlab.ntua.gr/e3mlab/PRIMES%2520Manual/The%2520PRIMES-TREMOVE%2520MODEL%25202013-2014.pdf

Van der Steer et al (2013) EV Policies compared: An international comparison of Government´s Policy Strategy Towards E-Mobility. En E- Mobility in Europe: Trends and Good Practice, Publisher: Springer, New York, Editors: W. Leal, R. Kotter (2013).

US Energy Information Administration (EIA 2016) Total Electricity Installed Capacity. Disponible en: https://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=7

MIT Technology Review (2013) Could electric cars threaten the grid? Por Kevin Bullis. Disponible en: https://www.technologyreview.com/s/518066/could-electric-cars-threaten-the-grid/

World Resource Institute (WRI 2016) CAIT: Climate Data Explorer. Disponible en: http://cait.wri.org/historical/

UNEP (2015) Partnership for Clean Fuels and Vehicles: Vehicle Emissions Standards. April 2015. Disponible en: http://www.unep.org/Transport/new/PCFV/RegulatoryToolKit/

Global Fuel Economy Initiative (GFEI 2016) GFEI fuel Economy state of the World 2016. Disponible en: http://www.globalfueleconomy.org/media/203446/gfei-state-of-the-world-report-2016.pdf

ICCT (2012) Global Transportation Energy and Climate Roadmap: The impact of transportation policies and their potential to reduce oil consumption and greenhouse gas emissions. Disponible en: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT%20Roadmap%20Energy%20Report.pdf

PRNewswire (2016) Global electric bus market size, share, development, growth and demand forecast to 2020. Disponible en: http://www.prnewswire.com/news-releases/global-electric-bus-market-size-share-development-growth-and-demand-forecast-to-2020-300234488.html

Germany Trade and Invesment (2016) Electromobility in Germany: Vision 2020 and Beyond. Disponible en: http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/electromobility-in-germany-vision-2020-and-beyond-en.pdf

World Economic Forum (WEF 2014) Global Energy Architecture Performance Index Report 2015. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalEnergyArchitecture_2015.pdf

CEPAL (2014) Panorama preliminar de los subsidios y los impuestos a las gasolinas y diesel en los paises de América Latina. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/handle/11362/37431

World Energy Council (2014) Alternative Transport Fuels Consumer Attitudes in Latin America and the Caribbean. Disponible en: https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2014/10/Alternative-Transport-Fuels-Taskforce-LAC-Report-FINAL-PDF.pdf

CERES (2016) Análisis comparativo de las de las tarifas eléctricas en la Argentina y en América del Sur. Centro de Estudio de la Regulación Económica de los Servicios Públicos Universidad de Belgrano. Disponible en: http://www.ub.edu.ar/centros_de_estudio/ceres/ceres_marzo2016.pdf

Globalpetrolprices.com (2016) Data on gasoline and diesel prices. Disponible en: www.globalpetrolprices.com

ICCT (2012) Estimated cost of emission reduction technologies for light duty vehicles. Disponible en: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_LDVcostsreport_2012.pdf

Ecometrica (2011) Electricity-specific emission factors for grid electricity. Disponible en: https://ecometrica.com/assets/Electricity-specific-emission-factors-for-grid-electricity.pdf

Ec, E. C. (2011). Reducing CO2 emissions from passenger cars . Policies – Climate Action.

EWF, T. E. (2015). The Economist Pocket World in Figures. Obtenido de https://worldinfigures.com/

García, H. A., & Ortiz, V. A. (2012). Research model for long-term automobile projections. BBVA, Economic Analysis, Madrid.

HBEFA, H. f.-f.-v. (2015). Willkommen Zu HBEFA. Obtenido de http://www.hbefa.net/d/

IEA, I. e. (2006). World Energy Outlook 2006 - Brazil in Focus. Brazil, Climate change, Energy projections, Nuclear, Oil and Gas Investment, WEO.

Reuters (2012) UPDATE 2-Brazil plans $38 bln sweetener to revive ethanol sector. Disponible en: http://www.reuters.com/article/ethanol-brazil-idUSL2E-8DO7AH20120224

Bloomberg (2015) Climatoscope 2015. Disponible en: http://global-climatescope.org/en/

Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL 2015) Pruebas para la introducción de vehículos eléctricos en el Ecuador.

Banco Mundial (2015) Global Competitiveness Report 2014. Quality of electricity supply. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTEXPCOMNET/Resources/2.05_Quality_of_Electricity_Supply.pdf

SUTP (2016) New policy on electric buses published in China. Disponible en: http://www.sutp.org/en/news-reader/new-policy-on-electric-buses-published-in-china.html



ONU Ambiente/ UN Environment
Oficina Regional para América Latina y el Caribe/
Regional Office for Latin America and the Caribbean

Más información:

www.pnuma.org www.unep.org