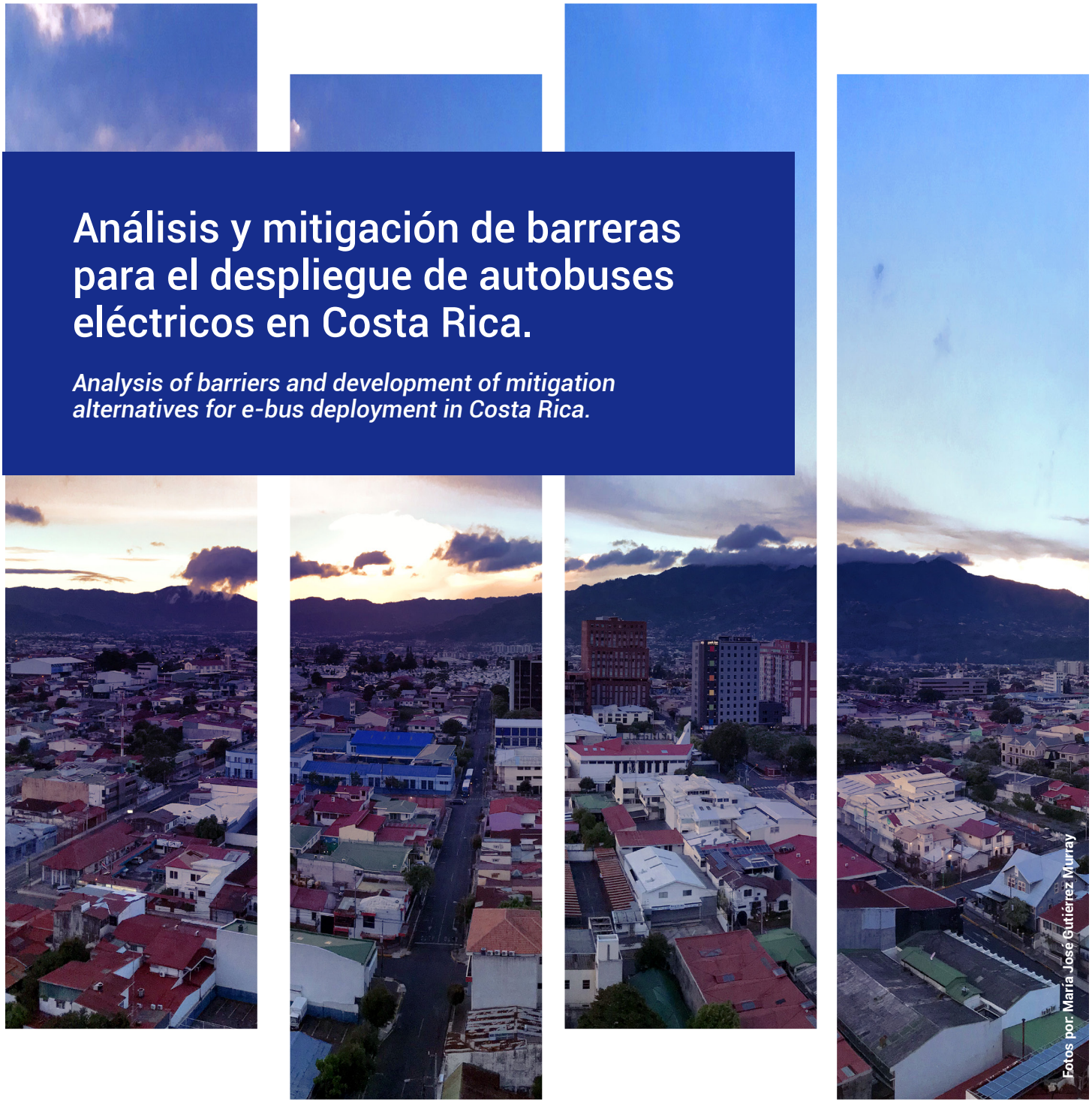
Análisis y mitigación de barreras para el despliegue de autobuses eléctricos en Costa Rica.

Analysis of barriers and development of mitigation alternatives for e-bus deployment in Costa Rica.



Fotos por: María José Gutiérrez Murray

Ejecutado por:

ONU programa para el medio ambiente

Financiado por:

CRUSA Cambiando VIDAS

El presente reporte fue elaborado por Arturo Steinvorth Álvarez, contratado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente), a través del proyecto "Leapfrogging to e-buses in Costa Rica", financiado por la Fundación Costa Rica Estados Unidos para la Cooperación (CRUSA). El presente trabajo fue elaborado gracias al apoyo y revisión de la Comisión la Electrificación del Transporte Público (CETP).

Contenidos

Introducción 1
Situación mundial 1
Situación en Costa Rica 2
Proyecto “Dando el salto a los autobuses eléctricos en Costa Rica” 4
Metodología 5
Análisis documental 5
Tipos de tecnología de autobuses eléctricos 5
Proyectos piloto a nivel mundial 6
Principales hallazgos del análisis documental 9
Entrevistas 11
Resultados 11
Barreras identificadas 14
Puntos prioritarios para superar las barreras encontradas 16
Barrera prioritaria por superar 17
Resumen 18
Medidas de mitigación propuestas 20
Conclusiones 26
Referencias 28

Introducción

Situación mundial

El sector de transporte, especialmente el terrestre y su relación con las ciudades, tiene impactos positivos como negativos sobre la calidad de vida de las personas. Gestionado de una manera correcta puede aportar enormes beneficios económicos y sociales, sin embargo, actualmente es responsable por muchas externalidades negativas que afectan seriamente a las personas y las ciudades. Entre estos impactos se encuentran la emisión de gases que afectan a la salud, de gases de efecto invernadero y que el sector es uno de los grandes consumidores de energía, casi en su totalidad de origen fósil.

En términos de salud, la Organización Mundial de la Salud indica que 9 de cada 10 personas respira aire contaminado (OMS, 2018). Además, alrededor de 7 millones de personas mueren anualmente por la mala calidad del aire, de los cuales 4.2 millones de personas se estiman que son por problemas en la calidad de aire en exteriores. Es en este aspecto donde el transporte tiene un fuerte rol, en especial los vehículos pesados como autobuses y los de carga. Los gases de escape de los vehículos diésel están declarados como cancerígenos probados por la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC, 2012) desde el 2012. Entre estos gases de escape se encuentran los óxidos de nitrógeno y otros contaminantes como el material particulado fino (PM2.5), que puede alcanzar los alvéolos y entrar al torrente sanguíneo, y el carbono negro, un componente del hollín. Este último tiene impactos negativos tanto en calidad de aire como agravante de la crisis climática como uno de los contaminantes de vida corta más importantes.

En cuanto a gases de efecto invernadero, el sector de transporte es responsable del 14% de las emisiones mundiales. Dentro del sector energético, que también considera la producción de electricidad, su participación representa un 23% (SLOCAT, 2019). La amplia dependencia de los combustibles fósiles en el sector transporte, presenta un potencial importante para reducir la dependencia de recursos energéticos externos, y sustituirlos por recursos producidos nacional o localmente, como la electricidad. Esta oportunidad es especialmente relevante para la región latinoamericana y aún más ventajosa para el caso de Costa Rica, cuya electricidad se produce casi en su totalidad con fuentes de energía renovables.

Al tomar en cuenta estas tres vertientes de impactos negativos que tiene el sector de transporte sobre el desarrollo económico, social y ambiental en un país es que surge la movilidad eléctrica como una oportunidad. La movilidad eléctrica eliminaría las emisiones de contaminantes locales en las ciudades, como material particulado, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre y carbono negro, aunado a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para complementar, la electrificación del transporte diversificaría la matriz energética de los países y reduciría la dependencia del consumo de hidrocarburos y así proporcionaría mayor seguridad energética.

Situación en Costa Rica

La situación costarricense es alarmante en cuanto al sector de transporte y los impactos negativos mencionados anteriormente. De acuerdo con el último informe de calidad de aire publicado en el 2016 (UNA *et al*., 2016), los niveles de óxidos de nitrógeno y de material particulado grueso (PM_{10}) se encuentran por encima de los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud en varios puntos de la ciudad, tal como San José, Heredia y Belén (Figura 1).

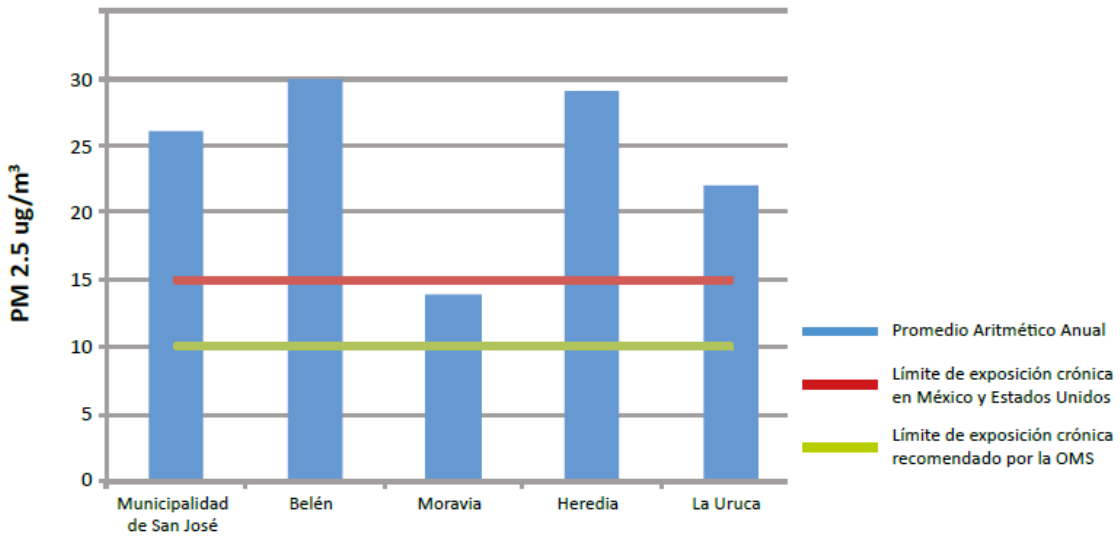


Figura 1. Promedios anuales de material particulado $PM_{2.5}$ durante el 2013 en Costa Rica.

Fuente: VI Plan Nacional de Energía, 2015.

El impacto que tienen los vehículos de diésel, como los autobuses y de carga, son importantes cuando se analizan este tipo de contaminantes, especialmente debido a los efectos nocivos sobre la salud que causan. BreatheLife2030 (BreatheLife2030, 2019) estima que en Costa Rica la mala calidad de aire provoca 1,431 muertes prematuras anuales (Figura 2).

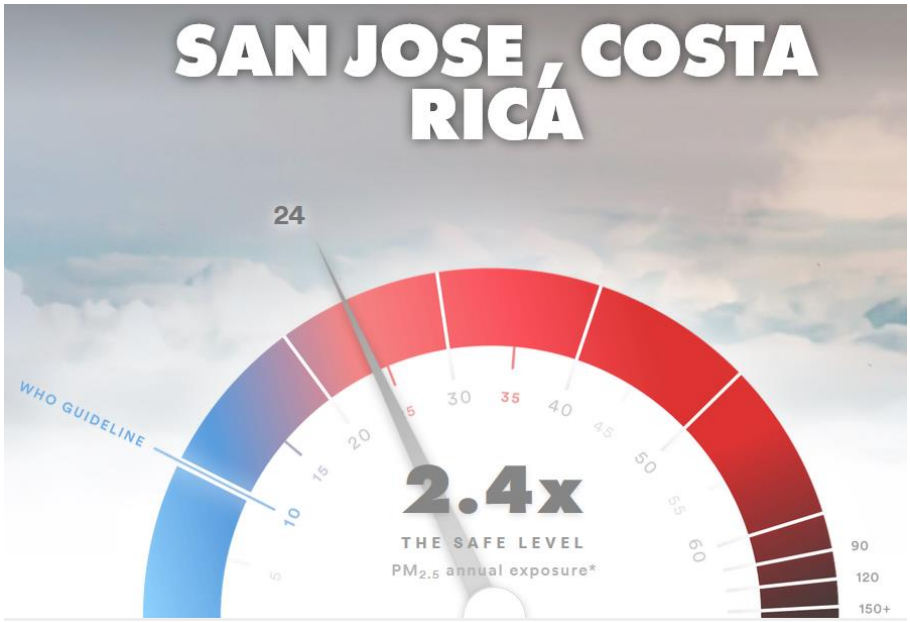


Figura 2. Niveles de material particulado fino ($PM_{2.5}$) en San José, Costa Rica.

Fuente: BreatheLife2030.org

El sector transporte es el mayor consumidor de energía de Costa Rica, alcanzando 52% del consumo energético nacional en el año 2017, según datos de la Secretaría de Planificación del Subsector Energía del Ministerio de Ambiente y Energía (SEPSE, 2018). El consumo de hidrocarburos a nivel nacional representa 63% de la utilización total de energía del país y el transporte consume 83% de los hidrocarburos utilizados a nivel nacional (Gobierno de Costa Rica, 2019b). Todos los hidrocarburos consumidos en Costa Rica son importados, debido a que el país no tiene producción interna. Esto genera una enorme dependencia de recursos externos y a las fluctuaciones internacionales de los precios de estos.

Ligado al consumo de energía están las emisiones de gases de efecto invernadero, responsables de la crisis climática y el aumento de temperaturas a nivel global. En el caso costarricense, el sector de transporte es el de mayor peso, con más de 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (Estado de la Nación, 2017). Debido a la importancia del sector y a los compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero adquiridos por Costa Rica mediante los Acuerdos de París, la descarbonización de su sector es clave en la estrategia de desarrollo a corto, mediano y largo plazo. Esto se refleja en el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050.

El Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 es la política nacional más relevante para el desarrollo del país y su relación con la crisis climática. En ella se identifican las áreas prioritarias de trabajo, lideradas por el sector de transporte debido a la magnitud de su impacto. El primer eje de acción contempla el desarrollo de un sistema de movilidad basado en transporte público seguro, eficiente y renovable, complementado con esquemas para la movilidad activa (Gobierno de Costa Rica, 2019a). En este se establecen las metas de contar con un sistema de transporte público con

35% de la flota funcionando con vehículos eléctricos para el año 2030, incrementando su participación a 85% de la flota de transporte público para el año 2050. Precisamente es en este componente donde la electrificación del sistema de transporte público toma una gran relevancia a nivel nacional, especialmente en la modalidad de autobús, que representa el mayor modo de movilización de personas dentro del transporte público costarricense (CGR, 2019).

En más detalle entra a dictar el rumbo el Plan Nacional de Transporte Eléctrico (PNTE), el cual es un instrumento de planificación a largo plazo, con medidas planteadas hasta 2030. Este plan busca la transformación tecnológica del sector de transporte e incentivar el uso de tecnologías más eficientes y con bajas emisiones tanto de contaminantes criterio como de gases de efecto invernadero. Para ello, se establece en este que se deben articular las acciones propuestas, definir las tareas, responsables y recursos necesarios para alcanzarlas y crear los mecanismos de seguimiento y evaluación. Entre los tres ejes estratégicos definidos en este plan se encuentra el desarrollo de la electrificación del transporte público. El proyecto *Dando el salto hacia autobuses eléctricos en Costa Rica* comparte líneas de trabajo con el PNTE y sus conclusiones y recomendaciones se alinearán con lo propuesto en este.

Proyecto "Dando el salto a los autobuses eléctricos en Costa Rica"

Precisamente, bajo esa línea de acción, se gesta el proyecto *Dando el salto hacia autobuses eléctricos en Costa Rica*, implementado por ONU Medio Ambiente y financiado por la Fundación Costa Rica – Estados Unidos de América para la Cooperación (CRUSA), con el Ministerio de Ambiente y Energía como contraparte a nivel nacional. Este proyecto conlleva varias actividades para facilitar la adopción masiva de autobuses eléctricos que le permitan al país descarbonizar su sector de transporte por carretera, la contaminación de aire, disminuir el ruido y reducir la dependencia de combustibles fósiles importados al sustituirlos por electricidad producida casi totalmente por fuentes renovables dentro del país. El objetivo principal del proyecto es generar las condiciones habilitantes para poder desplegar masivamente los autobuses eléctricos en el servicio de transporte público del país. El proyecto está compuesto por cinco componentes:

1. Análisis y mitigación de barreras y establecimiento de un consorcio sobre movilidad eléctrica
2. Evaluación de condiciones comerciales operativas de buses eléctricos
3. Construcción de capacidades de actores relevantes
4. Empoderamiento de una plataforma de innovación en movilidad eléctrica
5. Desarrollo de un instrumento financiero para la promoción de buses eléctricos

El presente análisis, forma parte del primer componente del proyecto y consistió en el desarrollo de un análisis de barreras encontradas por distintas partes interesadas en el ecosistema de transporte público y sus consecuentes medidas de mitigación. El objetivo del estudio fue conocer la perspectiva y las barreras encontradas por los distintos sectores del transporte público eléctrico, como los entes rectores, las empresas concesionarias, el ente regulador, el sector privado, la representación de personas usuarias y la cooperación internacional.

Metodología

La metodología de trabajo consistió en realizar un análisis documental de las barreras encontradas en distintas latitudes sobre la introducción de autobuses eléctricos como parte del sistema de transporte público a nivel urbano. Al ser un tema incipiente en la mayoría de países del mundo, la gran parte de los ejemplos de operación de autobuses eléctricos como parte del sistema de transporte público se ha dado de manera experimental y con una penetración baja de este tipo de unidades. Con excepción de lo que acontece en China, esta es la realidad a nivel mundial.

Para complementar el análisis documental, se realizaron entrevistas con las distintas partes del ecosistema de transporte público a nivel nacional, como los entes rectores, las empresas concesionarias, el ente regulador, el sector privado, la representación de personas usuarias y la cooperación internacional. La pluralidad de actores en el transporte público en Costa Rica es notoria. Es clave comprender las distintas barreras a las cuales se enfrentan para generar las condiciones habilitantes para el despliegue masivo de autobuses eléctricos y poder así alcanzar los objetivos planteados por el Gobierno de Costa Rica.

Por último, tomando en cuenta la información derivada del análisis documental y el proceso de las entrevistas se procedió a propuestas de mitigación a las barreras encontradas. Las medidas se plantearon tanto a nivel general como por sector consultado, con el fin de abarcar de manera integral la situación.

Análisis documental

La movilidad eléctrica en el sector de transporte público aún se encuentra en fase de prueba en la mayoría del mundo, a excepción de China. Se estima que, en el mundo, a finales de 2017, se encontraban en operación más de 420,000 autobuses eléctricos, de los cuales 99% de ellos están operando en China. Al 2030, se pronostica que el 46% de las flotas de buses de transporte público en el mundo serán electrificadas, llegando a un 67% en el 2040. (BNEF, 2019) Como se puede notar, fuera de China las condiciones de adopción de autobuses eléctricos apenas se encuentran en fases de prueba o como una representación mínima de las flotas de transporte público. No obstante, el mundo se ha comenzado a movilizar para probar distintas tecnologías que les permitan a las ciudades, principalmente donde se realizan las pruebas piloto, definir si se escala la adopción de autobuses eléctricos.

Tipos de tecnología de autobuses eléctricos

Los autobuses eléctricos son vehículos cuyo tren de poder funciona accionado por un motor eléctrico y no emite gases de escape. Esta última característica hace que sean considerados limpios debido a que eliminan las emisiones de contaminantes locales (como material particulado, carbono negro, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno) y de gases de efecto invernadero (como dióxido de carbono, metano y óxido nitroso). Dentro de los tipos de autobuses eléctricos enchufables, se encuentran a) los híbridos enchufables, b) los eléctricos de baterías, c) trolebuses, d) los de células de combustible de hidrógeno:

- Los vehículos híbridos enchufables contienen tanto un motor de combustión interna cuya carga de combustible se hace en estaciones de servicio, como un motor eléctrico y baterías las cuales son recargadas al enchufarse a la corriente eléctrica. Este tipo de vehículos, al igual que los autobuses híbridos convencionales, se encuentran en operación en flotas comerciales a nivel global.
- Por otro lado, los autobuses de eléctricos de baterías tienen un motor eléctrico cuya energía es suministrada por la energía química almacenada en los paquetes de baterías. Sus métodos y velocidad de carga pueden variar de acuerdo con su diseño. Por ejemplo, en función del sitio, destaca la carga en el depósito o en terminales, así como la carga durante el recorrido (conocida como "carga de oportunidad"). También se puede distinguir en función de la velocidad de la carga (i.e. lenta, rápida o ultra rápida), que dependerá de la conexión eléctrica – a mayor velocidad, mayor será la potencia que se demande para satisfacer la carga. Este tipo de vehículos está penetrando el mercado de una manera acelerada, sin embargo, aún no han sido adoptados de manera masiva en el transporte público fuera de China.
- Los trolebuses son vehículos con capacidad de transportar cantidades de personas similares o superiores a la de los autobuses. Su gran diferencia radica en que estos vehículos son propulsados por energía suministrada por catenarias o líneas de poder. Esta electricidad puede accionar directamente el trolebús o puede cargar baterías para que este luego se propulse con dicha energía por algunos tramos durante el recorrido. Este tipo de tecnología se encuentra probada a nivel mundial y existen múltiples sistemas operando. Sin embargo, para su funcionamiento, es indispensable la instalación de la infraestructura de catenarias.
- Los autobuses de células de combustible funcionan igualmente con un motor eléctrico, donde su energía es transformada a partir de la reacción del hidrógeno con el oxígeno. Esta reacción produce un potencial eléctrico y agua, la emisión generada de este tipo de vehículos. La tecnología de buses de células de combustible aún se encuentra en una fase incipiente de desarrollo.

En el caso del proyecto *Dando el salto hacia autobuses eléctricos en Costa Rica*, el énfasis se dará para la introducción de autobuses eléctricos de batería. Sin embargo, vale la pena destacar que, en Costa Rica, ya se han introducido dos unidades de buses híbridos enchufables, así como un bus de combustible de hidrógeno en la zona noroeste del país.

Proyectos piloto a nivel mundial

El proyecto *Zero Emission Urban Bus System* (ZeEUS) de la Unión Europea, formó un consorcio con el fin de poner a prueba las distintas tecnologías de autobuses eléctricos en los distintos países del continente. Este consorcio está formado por autoridades y operadoras de transporte público, fabricantes y otras industrias relacionadas con autobuses, academia y centros de investigación, proveedores de energía, firmas de ingeniería, consultoras y asociaciones de distinta índole. Este abordaje multisectorial ha permitido identificar distintas barreras y planificar las soluciones necesarias para hacer una realidad la incorporación de los autobuses eléctricos en el sistema de transporte público.

Las principales barreras encontradas en este proyecto se dividen en cinco categorías:

- El costo inicial de adquisición de las unidades y la infraestructura de recarga necesaria, comparados contra unidades de combustión interna.
- La importancia de determinar las soluciones adecuadas para cada una de los contextos operacionales de transporte público a nivel local.
- La necesidad de revisar los marcos contractuales y de compra de los vehículos de transporte público.
- La estandarización de la infraestructura de carga para garantizar la interoperabilidad de los autobuses eléctricos de distintas marcas y modelos.
- La cooperación entre los entes reguladores, los proveedores de energía, los operadores de las redes eléctricas y los operadores de transporte.

Por otro lado, el World Resources Institute (WRI) recién publicó un informe en el cual recopila varios proyectos de electrificación de autobuses a nivel mundial y las barreras encontradas durante estos (*Sclar et al*., 2019). En este estudio se consultó a ciudades de todos los continentes, incluidas Addis Ababa y Ciudad del Cabo (África); Shenzhen, Zhengzhou, Ahmedabad, Bangalore, Manali (Asia); Madrid, Izmir (Europa); Ciudad de México, Filadelfia, Campinas, Belo Horizonte, Santiago, Bogotá y Quito (América).

Estas ciudades tienen distintas etapas de avance:

- Comenzando con la etapa 0 donde no ha habido esfuerzos significativos ni investigación realizada para la electrificación de buses (Addis Ababa);
- La etapa 1 donde hay conversaciones y planes, sin embargo, no se ha concretado en un proyecto piloto y no hay buses eléctricos en operación por el momento (Ahmedabad, Bangalore, Ciudad del Cabo, Ciudad de México, Quito);
- La etapa 2 en la cual ya hay un proyecto piloto en progreso con unidades compradas y en operación que han generado información preliminar (Bello Horizonte, Bogotá, Madrid, Manali y Filadelfia);
- La etapa 3 en la cual ya se encuentra en la segunda ronda de compra de autobuses eléctricos y hay planes de expansión del sistema (Campinas, Izmir, Santiago);
- Por último, la etapa 4 en la cual ya el sistema de transporte público ha incorporado a los autobuses eléctricos de una manera masiva y representan una parte considerable de su flota (Shenzhen y Zhengzhou).

Este estudio de WRI encontró seis barreras principales, divididas en tres categorías (institucionales, financieras y tecnológicas) y tres elementos transversales (vehículos y baterías, agencias y operadoras de transporte y la red e infraestructura de carga).

ONU Medio Ambiente en su publicación sobre los avances en movilidad eléctrica realizados por América Latina y el Caribe (2018) identificó posibles áreas de trabajo a nivel regional y lograr el impulso requerido para su adopción masiva. Entre ellas se encuentran:

- La creación de estrategias nacionales e instrumentos de política pública.
- El involucramiento de partes interesadas más allá del sector ambiental.

- La generación de condiciones habilitantes mediante la creación de capacidades y de información.

Además, el informe sobre las oportunidades para América Latina (ONU Medio Ambiente, 2017) recomienda una hoja de ruta, diseñada más para el sector de vehículos livianos, pero con paralelismos hacia el sistema de transporte público, para acelerar la adopción de la movilidad eléctrica en la región (Figura 3).

Figura 3. Hoja de ruta para la adopción acelerada de la movilidad eléctrica.

La figura anterior establece varias etapas de apoyo a la transición hacia la adopción de la movilidad eléctrica. Para el sector de transporte público, Costa Rica podría seguir una ruta similar, comenzando por la introducción de estándares de emisiones más restrictivos para la flota con el fin de proteger la salud de las personas. Además, permitirá nivelar el costo de inversión para la adquisición de las unidades eléctricas, debido a que los estándares de emisión más exigentes como el Euro 6, tiende a estar en condiciones más paritarias con los autobuses eléctricos. En la categoría de la creación de incentivos, se deben considerar los impactos ambientales que tienen las unidades y cómo se alinean los distintos vehículos para transporte público con las metas del país para la reducción de gases de efecto invernadero y cómo pueden reducir los contaminantes locales en las ciudades. Finalmente, se debe acompañar con condiciones en el suministro eléctrico como infraestructura de recarga en sitios estratégicos, tarifas de carga diferenciadas que fomenten ahorros y capacitación técnica tanto en la operación como en el mantenimiento y la planificación de un servicio de transporte público eléctrico.

Por otra parte, Edwards et al. (2018) analizaron el crecimiento de los mercados de automóviles y autobuses eléctricos en varias ciudades latinoamericanas con el fin de determinar los aspectos que incidieron en el desarrollo positivo de los proyectos piloto. Las ciudades analizadas para el mercado de autobuses fueron Santiago, São Paulo y Campinas.

- En el caso de la ciudad de Santiago los altos niveles de contaminación del aire, el rol del sector privado, la baja calidad del servicio de buses en Transantiago y las ambiciosas contribuciones nacionalmente determinadas (NDCs) de Chile fungieron como catalizadores para la introducción de autobuses eléctricos.
- En el caso de São Paulo, el fuerte liderazgo político tanto a nivel de alcaldía como de diputaciones, los avances legislativos y las metas claras de la ciudad catalizaron los avances. Posteriormente, la revisión de los marcos contractuales y de compras permitieron ir haciendo el cambio hacia condiciones más favorables para vehículos eléctricos ya que las empresas operadoras deben probar cómo sus nuevas flotas permitirán alcanzar dichas metas. Igualmente, el sector privado tuvo un rol importante en prestar unidades a las empresas operadoras para ganar experiencia con las unidades eléctricas en los servicios brindados.
- Finalmente, la ciudad de Campinas atrajo la inversión de un fabricante de autobuses eléctricos y realizó una alianza con una ensambladora local para aumentar su capacidad de producción y el suministro de unidades eléctricas. El gobierno local también dio un impulso mediante el establecimiento de metas y de políticas como una “zona blanca”, un área donde únicamente los vehículos eléctricos pueden ingresar. Este tipo de políticas da señales claras de hacia dónde se pretende mover la ciudad y le da claridad a las empresas concesionarias de los requisitos que se deben cumplir.

Principales hallazgos del análisis documental

Al analizar las barreras encontradas en los distintos escenarios a nivel mundial donde se han empezado a realizar esfuerzos para introducir autobuses eléctricos en el sistema de transporte público, se identificó que los principales motivos para impulsarlos se centran en soluciones a la contaminación del aire y como medida de mitigación de gases de efecto invernadero, con menor consciencia de los beneficios que se pueden obtener a nivel energético en cuanto a eficiencia y seguridad. Los países, en distintas latitudes, se encuentran en distintas etapas del proceso de contar con buses eléctricos: desde el desconocimiento total de la tecnología y ninguna conversación sobre estos, hasta contar con una representación notable o total de autobuses eléctricos en la flota de transporte público, como en el caso de Shenzhen. El cuadro 1 muestra las principales barreras y medidas de mitigación identificadas al analizar los casos mostrados en la sección anterior.

Cuadro 1. Resumen de barreras y medidas de mitigación encontradas en el análisis documental.

Barreras	Medidas de mitigación
• Costo inicial de las unidades y de la infraestructura de carga. • Coordinación interinstitucional de entes rectores, reguladores y empresas concesionarias y de energía. • Modelos de compra y financiamiento de unidades eléctricas contra las de combustión interna. • Interoperabilidad de sistemas de carga para distintos modelos de distintos proveedores. • Diseño adecuado de las unidades requeridas con base en las condiciones locales de operación. • Conocimiento general de la tecnología.	• Políticas y legislación que fomente la adquisición de vehículos eléctricos. Mayor disponibilidad de condiciones financieras y modelos de negocios que contribuyan a estas normas. • Inclusión de criterios ambientales en las condiciones contractuales de los operadores, que reflejen el aporte a las políticas nacionales o locales de descarbonización. Las condiciones para vehículos eléctricos podrían ser diferenciadas para favorecer su adquisición. • Liderazgo claro de instancias políticas y civiles que impulsen y comuniquen los beneficios de la electrificación del transporte público. Se necesitan personas e instituciones líderes que asuman el proyecto y lo lleven a cabo. • Integración de los distintos sectores relacionados con el transporte público: entes rectores y reguladores, sector privado, personas usuarias, proveedores de autobuses y de energía. • Uso de proyectos piloto para probar la tecnología bajo condiciones operativas para combatir el desconocimiento sobre los buses eléctricos.

Entrevistas

Se realizaron 18 entrevistas a distintas partes interesadas del ecosistema de transporte público eléctrico en Costa Rica. Entre estas se abordó a instituciones públicas asociadas a las rectorías de transporte, de ambiente y de energía (siete entidades), empresas concesionarias de transporte público (tres compañías y cámaras), el ente regulador del transporte público y energía (una entrevista), el sector privado representado por distribuidoras de electricidad, de capacitación, financieras y de servicios (cuatro entrevistas), organizaciones de la sociedad civil (dos representantes) y la cooperación internacional (una entrevista). Las entrevistas estuvieron compuestas por tres preguntas principales:

- Pregunta 1: En su sector, ¿cuál/es considera que son barreras para poder introducir autobuses eléctricos en el sistema de transporte público modalidad autobús?
- Pregunta 2: ¿Cuál/es considera los puntos prioritarios a tratar para superar las barreras mencionadas anteriormente? Sin limitarse a ver la situación actual, sino la situación ideal;
- Pregunta 3: Bajo las circunstancias actuales, ¿cuál es la barrera prioritaria de solventar, en su opinión? De manera general y para su sector en específico.

Resultados

Los siguientes resultados presentan las respuestas a las preguntas de las entrevistas. Estos se abordan de tal manera que se exponen los puntos de vista generales y también las diferencias encontradas entre los sectores, cuando estas se observaron. Las barreras se catalogaron como políticas, financieras, de la tecnología o de comunicación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Barreras identificadas durante las entrevistas de acuerdo con su categorización.

Tipo de barrera			
Políticas	Financieras	De la tecnología	De comunicación
• Coyuntura política, económica y de inversión del país. • Falta de coordinación interinstitucional. • Estructura organizacional poco clara y confusa en temas de transporte público. • Débil liderazgo de los entes rectores en la materia de transporte público y su integración con la electrificación. • Ausencia o deficiencia en políticas de electrificación de transporte público. • Incertidumbre sobre la capacidad futura de la red nacional para lidiar con el crecimiento de la demanda de electricidad por parte del sector transporte. • Falta de seguridad jurídica para motivar las inversiones requeridas (plazos de concesión, reglas claras para renovaciones de concesiones). • Legislación y regulaciones desactualizadas y poco alineadas con las	• Alto costo de las unidades. • Modelo tarifario de transporte actual favorece el uso de unidades de diésel. • Desconocimiento y oferta limitada de financiamiento y modelos financieros distintos a los actuales. • Incertidumbre sobre el modelo tarifario eléctrico y el reconocimiento de las inversiones en infraestructura para la carga de autobuses eléctricos. • Incertidumbre en los precios futuros de la electricidad y su proyección. • Incertidumbre relacionada a las regulaciones y modelos tarifarios para el sector eléctrico y de transporte y sus alcances. • Introducción de autobuses eléctricos al servicio de transporte público sin condiciones de apoyo financiero a las empresas concesionarias.	• Falta de conocimiento sobre el funcionamiento. • Falta de capacidad para dimensionar las unidades a los requerimientos de las rutas. • Falta de información sobre oferta de vehículos, precios, infraestructura de carga. • Cadena de suministro de unidades, repuesto, mantenimiento y apoyo inexistente. • Gestión de las baterías y los vehículos al final de su vida útil. • Trazabilidad de la energía eléctrica utilizada para la carga de los autobuses (que provenga de fuentes renovables).	• Falta de comunicación a las partes interesadas sobre el rumbo de la electrificación del transporte público.

necesidades del sistema y la electrificación. • Ausencia de participación multisectorial para un abordaje integral. • Falta de gradualidad y regionalización en la electrificación del transporte público. • Poca experiencia con proyectos piloto en movilidad eléctrica. • Competencia contra servicios informales y debilitamiento del sistema de transporte público de ruta regular. • Falta de consideración de los impactos ambientales de las distintas tecnologías vehiculares (contemplado por ley, pero exonerado por el MOPT hasta la fecha).	• Mercado de transporte público es pequeño y se encuentra fragmentado, lo cual limita las inversiones privadas. • Ausencia de proyectos de inversión para transporte público bien desarrollados. • Cambios en los cronogramas de programación de inversiones de las empresas concesionarias.		

Barreras identificadas

Pregunta 1	*En su sector, ¿cuál/es considera que son barreras para poder introducir autobuses eléctricos en el sistema de transporte público modalidad autobús?*

De manera general, las partes interesadas entrevistadas mostraron la mayor preocupación, medida por la cantidad de menciones durante las entrevistas, por el componente político (Cuadro 3). Las barreras políticas fueron las más mencionadas en prácticamente todos los sectores, excepto para el sector de personas usuarias y la cooperación nacional. En esta categoría se evidenció cómo las políticas, legislación y regulaciones que se requieren representan una preocupación notoria. La confusión e incertidumbre a nivel político que se ha generado en torno a la electrificación del transporte público prevalece entre la mayoría de las partes directamente involucradas con la dirección, regulación y prestación del servicio de transporte público. Los distintos sectores requieren de un liderazgo claro de parte de los entes rectores, con proyectos y planes claros que permitan a las distintas partes interesadas tener mayor certidumbre de la hoja de ruta a seguir.

Las mayores preocupaciones en la segunda categoría con mayor cantidad de menciones, la financiera, provienen de los modelos de negocios, el financiamiento y los modelos tarifarios, tanto de transporte como el de electricidad. Si existiera mayor información sobre los costos operativos de la tecnología eléctrica, habría más posibilidad de utilizar herramientas de modelación que permitieran generar distintos escenarios que auxiliarían el proceso de toma de decisiones. El alto costo de las unidades eléctricas en comparación con las requeridas por regulación (Euro III o mayor) es otra de las barreras debido a la falta de opciones de financiamiento para poder hacer frente a esa elevada inversión inicial.

A nivel tecnológico, existe un amplio desconocimiento, en todas las partes interesadas, de cómo funciona la tecnología, de cómo diseñar y dimensionar las nuevas unidades requeridas para las rutas donde brindan servicio, la gestión después de su vida útil (tanto del vehículo como de las baterías) y sobre los distintos tipos de carga de los vehículos y cuáles se pretenden priorizar a nivel nacional.

Es importante resaltar que las barreras individuales más mencionadas están relacionadas con temas de financiamiento y de la tecnología. Como se expuso anteriormente, existe aún mucho desconocimiento a nivel tecnológico de cómo podrían operar estas unidades bajo las condiciones costarricenses, además de cómo poder financiar y tener condiciones favorables para la adquisición de los autobuses eléctricos. Esto es importante debido a que los modelos tarifarios actuales dificultan la adopción de la tecnología eléctrica en comparación con la tecnología diésel.

Cuadro 3. Barreras identificadas de acuerdo con su cantidad de menciones y su categorización.

Barreras identificadas de acuerdo con las entrevistas	Cantidad de menciones	Categoría
Políticas ausentes o deficientes para promover autobuses eléctricos en la flota (o integrales)	12	Político
Legislación y regulaciones desactualizadas pueden representar un riesgo para la introducción de autobuses eléctricos	12	Político
Seguridad jurídica al sector (plazos de concesión, inversiones, reglas claras para renovaciones)	9	Político
Falta de coordinación interinstitucional	7	Político
Coyuntura del país en cuanto a deudas y capacidad de inversión	6	Político
Estructura organizacional poco clara y confusa	5	Político
Débil liderazgo de los entes rectores	4	Político
Factibilidad, planificación y aseguramiento de la red eléctrica nacional para que soporte la nueva demanda por transporte público	3	Político
Distinción y gradualidad para la electrificación	2	Político
Presiones políticas dificultan el trabajo técnico para crear las condiciones habilitantes	1	Político
Participación multisectorial en el desarrollo de políticas integrales	1	Político
Poca experiencia en proyectos piloto a nivel nacional para probar la tecnología	1	Político
Acompañamiento al sector privado y público (en planificación, operación e inversión)	1	Político
Competencia contra servicios informales	1	Político
Modelo tarifario de transporte prioriza inversiones en diesel y no en eléctricos	15	Financiero
Modelos de negocios y opciones de financiamiento limitadas y desconocidas	13	Financiero
Modelo tarifario para la electricidad y cómo se reconocerían las inversiones en infraestructura para la recarga de los vehículos	9	Financiero
Introducción de autobuses eléctricos sin contemplar posibilidad de subsidios para evitar subidas en tarifas	2	Financiero
Mercado para inversión es pequeño y se encuentra fragmentado	2	Financiero
Variaciones en precios de electricidad y su proyección a futuro	1	Financiero
Planificación de inversiones de las empresas y sus cronogramas	1	Financiero
Mezcla de sectores regulados (electricidad y transporte) e integración en regulaciones	1	Financiero
Ausencia de proyectos de transporte público claros en los cuales se pueda invertir	1	Financiero
Falta de conocimiento sobre la tecnología de parte de los distintos sectores	14	Tecnología
Falta de capacidad para dimensionar las unidades eléctricas a partir de las condiciones necesarias de las rutas	9	Tecnología
Gestión de las baterías en su fin de vida útil en los vehículos	4	Tecnología
Alto costo de las unidades	3	Tecnología
Cadena de suministro de repuestos, respaldo, financiamiento, mantenimiento	3	Tecnología
Falta de información sobre precios, costos, componentes, infraestructura de carga	3	Tecnología
Trazabilidad eléctrica para garantizar que la energía utilizada en los vehículos eléctricos se baja en emisiones o cero emisiones	1	Tecnología
Falta de consideración de impactos ambientales por parte de las distintas tecnologías vehiculares en el transporte público (exención del MOPT)	1	Tecnología

Puntos prioritarios para superar las barreras encontradas

Pregunta 2	*¿Cuál/es considera los puntos prioritarios a tratar para superar las barreras mencionadas anteriormente? Sin limitarse a ver la situación actual, sino la situación ideal*

Los resultados obtenidos para los puntos prioritarios refuerzan el peso que tienen las acciones políticas para el éxito de la electrificación del transporte público en Costa Rica (Figura 4). Cabe resaltar la importancia que adquiere el componente de comunicación en esta nueva pregunta. De manera general, siguen existiendo preocupaciones sobre la tecnología y su funcionamiento.

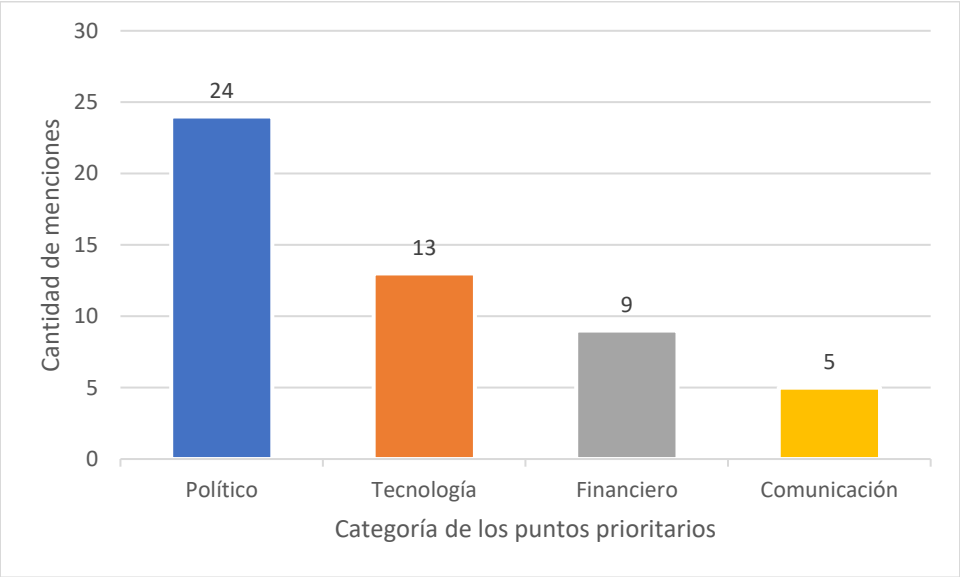


Figura 4. Puntos prioritarios de acuerdo con su cantidad de menciones y su categorización.

De los puntos prioritarios a nivel político, la mayor cantidad de menciones se dio en la ausencia o debilidad de políticas integrales de movilidad y su relación con el sector energético y en la necesidad de reformar la legislación y la reglamentación actual para poder adecuar los marcos normativos a las condiciones requeridas por los autobuses eléctricos. De acuerdo con las entrevistas, la organización, el liderazgo y la coordinación interinstitucional sobre el transporte público y la movilidad eléctrica son barreras políticas prioritarias por solventar. Para los sectores relacionados con la dirección, prestación y regulación del servicio estos temas son claves. Particular atención requiere la situación del ente regulador, cuyas decisiones y proyecciones requieren de certidumbre de parte de los entes rectores. Caso similar se presenta en el caso de la cooperación internacional y las empresas concesionarias, las cuales requieren señales claras a nivel político para poder tener seguridad sobre su accionar.

En cuanto a la tecnología, la barrera prioritaria es el desconocimiento sobre su funcionamiento. En este caso, tanto el proyecto de ONU Medio Ambiente y CRUSA, como MiTransporte de la Agencia de Cooperación Alemana, desarrollan componentes de capacitación a las distintas partes interesadas. Es de suma importancia generar la capacidad a nivel nacional para garantizar la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

En el ámbito financiero, se deben generar modelos de negocios adaptados a la realidad nacional que fomenten la adquisición y despliegue de los autobuses eléctricos en el sistema de transporte público. Para los sectores de empresas concesionarias y usuarios, se requiere de atención este componente. Además, la revisión de los modelos tarifarios es una necesidad identificada como prioritaria en estas condiciones y debe abordarse con prontitud. Esto es notable debido a la situación en la que se encuentra el transporte público a nivel nacional, en la cual, según datos de la Contraloría General de la República, se ha registrado una baja en el uso del servicio de transporte público (CGR, 2019).

A nivel comunicativo, igualmente se debe comenzar con la mayor brevedad en el diseño de una estrategia diferenciada para los distintos públicos. Debe fomentarse mayor transparencia para el proceso e integrar al sector usuario durante las discusiones de políticas. En el sector de personas usuarias el componente de comunicación sobre los beneficios y las razones por las cuales se promovería el cambio hacia autobuses eléctricos tiene alta importancia en relación con las otras categorías.

Barrera prioritaria por superar

Pregunta 3	*Bajo las circunstancias actuales, ¿cuál es la barrera prioritaria de solventar, en su opinión? De manera general y para su sector en específico.*

La Figura 5 confirma y da la principal señal de que las incertidumbres políticas son las más importantes por superar para generar las condiciones habilitantes para el despliegue de autobuses eléctricos. Todos los sectores, exceptuando el de personas usuarias evidenciaron que los obstáculos políticos son los que requieren mayor prontitud para su solución. La clara elaboración de políticas integrales y concisas en relación con la electrificación del transporte público, el liderazgo y la rectoría en la materia, junto con la coordinación interinstitucional son los puntos más importantes por definir. La integración de los distintos sectores en la elaboración de políticas, para conocer las distintas necesidades y generar rumbos claros e integrales es una de las medidas de mitigación propuestas para abordar estos puntos de mayor importancia a nivel político. Se deben generar mayores capacidades dentro de los entes rectores y reguladores para poder elaborar las políticas y lineamientos de manera técnicamente sólida.

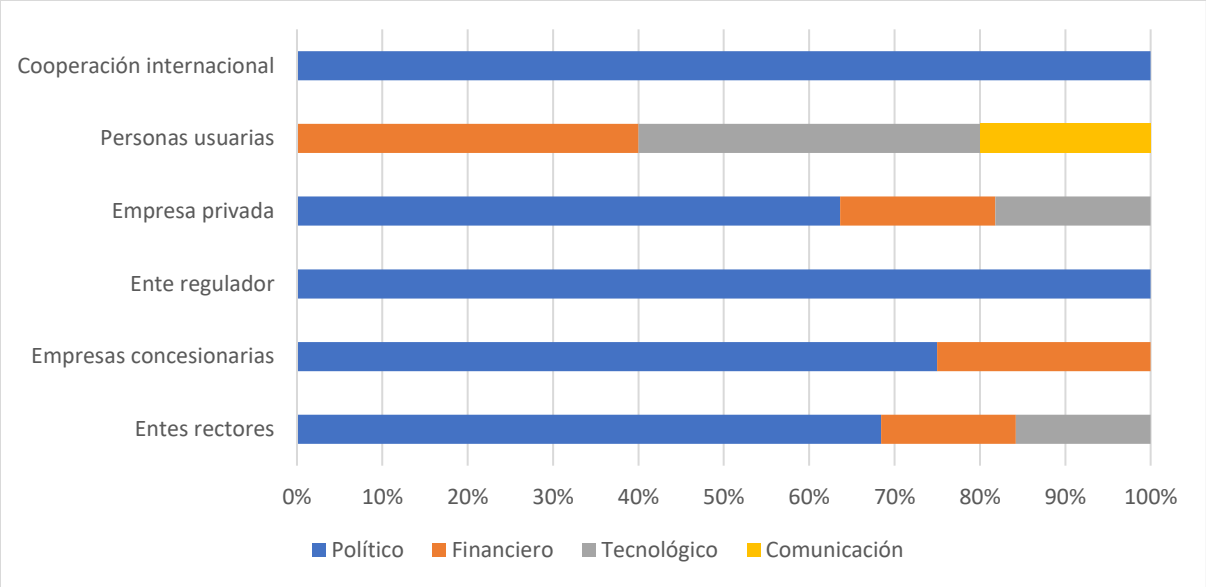


Figura 5. Barreras prioritarias por abordar de acuerdo con su proporción de menciones y su categorización.

Los modelos de negocios y tarifarios son los puntos más importantes por abordar de manera general en el ámbito financiero. Además, se debe generar una mayor escala en el sector, mediante la consolidación de las empresas concesionarias o al menos de la adquisición de autobuses para facilitar las inversiones de parte del sector privado, que podría aminorar el impacto económico que pudiera tener la introducción de autobuses eléctricos bajo las condiciones actuales.

En cuanto a la tecnología, lo más importante es comenzar con la capacitación de todas las partes interesadas en el ecosistema de autobuses eléctricos y el sistema de transporte público. Esto es recurrente en las tres preguntas planteadas.

A nivel de comunicación, se reitera la importancia de trabajar con los distintos públicos meta sobre los beneficios y las razones de la electrificación del transporte público. Este componente es sumamente valioso para poder sensibilizar a las partes interesadas y obtener el apoyo necesario para llevar a cabo los cambios necesarios para crear las condiciones habilitantes. A nivel del sector de personas usuarias se requiere aclarar cómo afectará la introducción de autobuses eléctricos al precio del servicio de transporte público. Además, las personas usuarias deben familiarizarse con la tecnología y sus particularidades y beneficios, por lo que la realización de proyectos piloto y la introducción de unidades eléctricas les brindará ese primer contacto con la nueva tecnología.

Resumen

De acuerdo con los resultados de este análisis existe la necesidad de crear el ambiente político que permita abordar la movilidad eléctrica en el sistema de transporte público de una manera integral y definida. La evidencia presentada en las figuras y cuadros anteriores refuerzan la urgencia de

abordar primero las barreras políticas para garantizar el éxito del despliegue masivo de la tecnología eléctrica en la flota de autobuses de transporte público del país.

En términos de políticas y organización, se deben fomentar espacios de diálogo o mesas intersectoriales e interinstitucionales de trabajo donde participen los distintos sectores (público, privado y civil) y brindar su perspectiva y necesidades para construir estrategias y políticas públicas amplias y habilitantes. Deben existir espacios de coordinación, en la forma de comisiones o comités de trabajo que se reúnan periódicamente y tengan un plan de trabajo concreto, entre las diferentes partes interesadas en el sistema de transporte público modalidad autobús para agilizar la toma de decisiones y abordar técnicamente las instancias en las cuales se precise de más información. Finalmente, es crítico el liderazgo de parte de los entes rectores y la colaboración de todos los sectores involucrados, además de personas, que asuman la movilidad eléctrica como un tema de importancia nacional y de gran relevancia para el país.

Por otro lado, los mecanismos financieros para poder desarrollar el mercado para la movilidad eléctrica se deberán crear de acuerdo con la realidad nacional. Estos deben ser comunicados, especialmente ante el sector de empresas concesionarias, con el fin de poder realizar las inversiones necesarias. Igualmente, los costos de las unidades y los costos operativos, como lo son la electricidad y el mantenimiento, deben trabajarse abiertamente para realizar mejores modelos tarifarios que promuevan la adopción de la tecnología eléctrica.

A nivel tecnológico, se denota una incertidumbre y desconocimiento general, especialmente en el sector de personas usuarias. Debe existir capacitación a los distintos sectores sobre la tecnología, su funcionamiento, los cambios necesarios al sistema de transporte público y la importancia para el país en materia de salud, energía y ambiente de realizar esta transición. Temas para abordar en la capacitación son los distintos tipos de tecnología, cuáles consideraciones se deben abordar para la instalación de la infraestructura de recarga, la oferta de vehículos a nivel mundial y regional, cómo poder dimensionar el autobús necesario de acuerdo con las condiciones de la vía, cómo se puede gestionar la carga para reducir los costos asociados a la electricidad y cómo brindar el mantenimiento a las unidades.

Por último, la comunicación con todos los sectores, y especialmente la sociedad civil, garantizará el éxito del proyecto. Se deben explicar claramente los beneficios, el rumbo a seguir y las metas definidas por el país. La comunicación debe ser continua e irá evolucionando conforme se avance en la electrificación del transporte público de Costa Rica. El intercambio de experiencias entre distintas empresas concesionarias, entre las personas usuarias del servicio, entre las agencias reguladoras y entes rectores y entre otras partes interesadas permitirá enriquecer el ambiente para acelerar la transición hacia autobuses eléctricos.

Medidas de mitigación propuestas

De acuerdo con los resultados mencionados anteriormente y su categorización, se recomiendan las siguientes medidas de mitigación para abordar con prontitud la situación y avanzar rápidamente para generar las condiciones habilitantes para desplegar los autobuses eléctricos en el sistema de transporte público de Costa Rica. La figura 7 muestra las áreas principales para mitigar las barreras encontradas en el análisis documental como en el proceso de entrevistas.

Figura 7. Líneas de acción para las acciones de mitigación encontradas.

Recomendaciones y estado de avance

1. Institucionalidad para la movilidad eléctrica en transporte público

- Oficialización e institucionalización de la movilidad eléctrica para el transporte público dentro de la organización gubernamental vía decreto ejecutivo, con roles, responsabilidades y recursos claros para la implementación de la electrificación del transporte público.
- Creación de un grupo oficial de trabajo, tanto a nivel técnico como a nivel de toma de decisiones, con representación fija de los entes rectores, reguladores y proveedores de electricidad, y con representación parcial de otros sectores como la población usuaria, las empresas concesionarias y agencias de cooperación técnica.
- Creación en la estructura gubernamental actual de los entes rectores de un área dedicada a la movilidad eléctrica que se responsabilice por el componente de electrificación del transporte público.

Estado de avance:

El país ha designado un Comisionado Nacional para la Movilidad Eléctrica, mediante el Decreto Ejecutivo N°41731 MINAE-MOPT, y este será el responsable de liderar los esfuerzos. Este nombramiento tiene una vigencia hasta el 7 de mayo de 2022, por lo que se debe prever esta situación para darle continuidad mediante la estructura estatal.

De igual manera, existe una mesa de trabajo a cargo del Despacho de la Primera Dama en la cual se toman decisiones a nivel político, y el trabajo realizado por la Iniciativa para la Electrificación del Transporte Público (IETP), de carácter más técnico, la cual ha estado enfocada al proyecto piloto basado en la donación de tres autobuses eléctricos, como parte del proyecto MiTransporte. Estas tres instancias serán claves para generar las condiciones habilitantes para el despliegue de los autobuses eléctricos. De parte de la IETP, se han coordinado espacios con las empresas concesionarias y el público para dar a conocer ciertos avances en el campo de autobuses eléctricos y se recomienda que estos se sigan llevando a cabo con el fin de obtener retroalimentación de todas las partes.

2. Políticas públicas, marcos legales y reglamentación

- Emisión de políticas integrales de movilidad, con el componente de electrificación del transporte público como una de sus líneas de acción, consensuadas en espacios de diálogo con la participación de todas las partes relevantes del sistema de transporte público modalidad autobús (entes rectores, ente regulador, empresas concesionarias, representación de usuarias, academia y centros de investigación y desarrollo de políticas en transporte, gobiernos locales, sector privado, Sistema Bancario Nacional, cooperación internacional).

- Estudio de la legislación y reglamentación actual, mediante grupos multisectoriales (Poder Ejecutivo, Poder Legislativo, sector privado y empresas concesionarias, entre otros) para identificar las necesidades de modificación de leyes y reglamentos que faciliten la creación de condiciones habilitantes para el despliegue de autobuses eléctricos.
- Elaboración de un plan de implementación gradual de la electrificación del transporte público, enmarcado dentro de las condiciones del Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030, en el cual se tomen en cuenta las diferencias regionales, aptitud de las rutas para electrificar, aptitud de la red eléctrica nacional y los circuitos locales, demanda de pasajeros y utilización de las unidades de transporte público.
- Creación de una normativa y un sistema de gestión en temas de eficiencia energética en el sector de autobuses, sistemas de control de emisiones, baterías y disposición de los vehículos al final de su vida útil.

Estado de avance:

A la fecha este tema no ha sido abordado de una manera estructurada, por lo cual es recomendable comenzar a crear los espacios de trabajo, como comisiones técnicas y legales a nivel ministerial y de Asamblea Legislativa, que permitan establecer los cambios necesarios para generar las condiciones habilitantes para el despliegue de los autobuses eléctricos. Se han logrado avances en políticas y regulaciones para el sector de vehículos particulares, mas no para el sector de transporte público modalidad autobús.

Será de suma importancia incorporar a la Asamblea Legislativa debido a que algunos de los cambios se deberán a nivel de legislación, por ejemplo, la interpretación sobre las cuotas de sustitución de autobuses diésel por autobuses eléctricos a nivel nacional. Se deben aprovechar grupos ya establecidos como el de movilidad eléctrica de la Comisión Nacional de Conservación de Energía (CONACE) y el de Movilidad Eléctrica del Grupo ICE y su experiencia técnica. De parte de la IETP, se podrán crear subgrupos enfocados a las mejoras de las exigencias energéticas y ambientales de los autobuses. Este trabajo deberá realizarse lo más pronto posible con miras a poder incluir sus resultados en las condiciones contractuales para la renovación de las concesiones en 2021.

El proyecto MiTransporte, de la Agencia Internacional de Cooperación Alemana (GIZ), se encuentra trabajando sobre las regulaciones para la gestión de las baterías provenientes de vehículos eléctricos.

3. Financiamiento y contratos de concesión

- Comisión formada por los entes rectores y el ente regulador para crear un modelo tarifario para transporte y electricidad que considere de manera integral factores que faciliten la introducción de autobuses eléctricos en el transporte público sin representar riesgos considerables para la población usuaria ni las empresas concesionarias. Dicha comisión

se podrá apoyar en las distintas instancias, técnicas y políticas, mencionadas anteriormente.

- Propuestas de distintos modelos de negocios y opciones de financiamiento adaptadas a la realidad costarricense que permitan el despliegue de autobuses eléctricos.
- Estudios técnicos con proyecciones sobre los precios futuros de la electricidad y los combustibles, basados en las condiciones actuales y las inversiones futuras estimadas, que permitan obtener mayor certidumbre sobre los precios de estos insumos a futuro. Esto permitirá crear escenarios de costos totales de propiedad para la toma de decisiones tanto en el sector público como en el privado.
- Integración de actores del sistema bancario nacional e inversionistas privados en las conversaciones para la creación de condiciones y mecanismos financieros para la electrificación del transporte público.
- Desarrollo de proyectos concretos en transporte público que permitan atraer inversión privada y pública. Entre estos podrían considerarse la consolidación de empresas concesionarias para aumentar su tamaño y facilitar la atracción de inversiones al incrementar su escala.
- Incorporación de condiciones de fomento para la movilidad eléctrica en los contratos de concesión de transporte público. Se debe diferenciar entre los vehículos de combustión interna y vehículos eléctricos, con el fin de demostrar cómo las empresas concesionarias se alinean con las metas gubernamentales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminación del aire, así como de consumo de energía. Esto se puede realizar contemplando las externalidades negativas causadas por los vehículos de combustión interna, mediante la aplicación de las condiciones legales actualmente dispuestas en el Artículo 16 de la Ley N°7593.

Estado de avance:

El país debe alinear sus metas de descarbonización y electrificación del transporte público con los métodos de financiamiento. Se han realizado acercamientos por parte del Gobierno con las entidades bancarias estatales para que se ofrezcan condiciones más favorables a los autobuses eléctricos. Este tipo de opciones serán comunicadas con prontitud. Por otra parte, se deberá adaptar o generar un nuevo modelo tarifario para la electricidad utilizada en la carga de vehículos de transporte público, como los efectos que el uso de autobuses eléctricos pueda tener sobre los precios a las personas usuarias de transporte público. Esta subcomisión de trabajo ha sido formada en el seno de la IETP para abordar sus efectos. Finalmente, en cuanto a modelos de negocios ONU Medio Ambiente/CRUSA y el Banco Mundial se encuentran asistiendo al Gobierno de Costa Rica en el desarrollo de condiciones más específicas que puedan funcionar para el país. Estos análisis se esperan que estén finalizados en el corto plazo.

4. Capacitación sobre la tecnología

- Actividades de capacitación, diferenciadas por parte interesada, para brindar el conocimiento necesario para que cada uno de los sectores pueda aportar positivamente a

la generación de condiciones habilitantes para la introducción de autobuses eléctricos. Se deberán generar programas de mantenimiento de vehículos, de planificación y diseño de las especificaciones técnicas de los autobuses y estaciones de recarga, de la tecnología en general y de cómo gestionar la carga de los vehículos para mayor eficiencia.

- Estudio de mercado a nivel nacional, regional e internacional de los costos de los autobuses eléctricos, los sistemas de carga de vehículos, mantenimiento y repuestos.

Estado de avance:

Al ser una tecnología totalmente nueva para el país, los autobuses eléctricos requerirán que las personas, empresas e instituciones se familiaricen con esta. Se deberán aprovechar las actividades demostrativas para que todo el ecosistema detrás del transporte público pueda entrar en contacto con la tecnología y así poder ir superando las incertidumbres que se presentan. Las actividades de capacitación se definirán como parte de los proyectos liderados por ONU Medio Ambiente/CRUSA y GIZ. Estos se coordinarán con las instancias nacionales públicas y privadas para ir generando las capacidades que permitan adoptar los autobuses eléctricos sin contratiempos. Al ser una tecnología completamente nueva, se deberá comenzar con capacitación de cómo funciona, cómo darle mantenimiento, cómo poder diseñar los requerimientos técnicos a partir de las distintas realidades de las rutas que se deben electrificar, cómo poder gestionar adecuadamente la carga de las unidades para hacerla de manera costo eficiente y otras cuestiones relacionadas con la planificación, operación y mantenimiento de los autobuses eléctricos. Será importante conocer cuáles opciones hay a nivel nacional y regional en oferta de unidades y servicios postventa asociados al transporte público eléctrico.

5. Comunicación a todas las partes

- Estrategia de comunicación diferenciada por público meta para promover los beneficios y la importancia de la electrificación del transporte público para Costa Rica. Dentro de estos públicos es sumamente importante realizar sesiones de trabajo con la Asamblea Legislativa y los municipios con el fin de sensibilizarlos sobre el tema y obtener el liderazgo necesario de parte de estas personas para apoyar el despliegue de autobuses eléctricos.

Estado de avance:

La Iniciativa de Electrificación del Transporte Público se encuentra desarrollando una estrategia de comunicación que permita alcanzar a distintos públicos meta. El grupo de trabajo definido para esta tarea está compuesto por Casa Presidencial, los entes rectores (MOPT, MINAE, Ministerio de Salud), GIZ, ONU Medio Ambiente/CRUSA y el Grupo ICE. Se aprovechará la experiencia de cada parte del sistema para alimentar los mensajes que se transmitirán a las distintas audiencias.

La Dirección de Energía, del Ministerio de Ambiente y Energía, está conceptualizando un repertorio virtual de toda la documentación, regulación y materiales de promoción sobre vehículos eléctricos

a nivel nacional. Esta recopilación de documentos estaría a disposición del público en general con el fin de informar oportunamente sobre el trabajo que se realiza en materia de movilidad eléctrica.

Se deberá comunicar oportunamente que la electrificación del transporte público es un componente dentro de una estrategia más amplia de mejoras del transporte público y la movilidad en general del país. Los temas de salud deberán ser priorizados, seguidos por los beneficios ambientales y de eficiencia energética.

6. Proyectos piloto

- Consolidación del trabajo realizado por la Iniciativa de Electrificación del Transporte Público en modalidad autobús.
- Acompañamiento, por parte del Comisionado Nacional y de los grupos técnicos de trabajo de la IETP, a empresas concesionarias interesadas en introducir autobuses eléctricos en sus rutas.
- Creación de mecanismo a nivel regional de trazabilidad de la electricidad que se mueve por las redes eléctricas y se utiliza en la carga de autobuses eléctricos en el servicio de transporte público costarricense.

Estado de avance:

Se encuentra en proceso de planificación el piloto que forma parte del proyecto MiTransporte de la GIZ y consiste en la donación de tres autobuses eléctricos que serán utilizados por tres empresas concesionarias distintas por períodos de seis meses. Este trabajo se está alimentando por la IETP y se esperan identificar y resolver las distintas situaciones que podrían representar retos a nivel de trámites para poner en circulación este tipo de unidades. El piloto permitirá, además de conocer más en detalle el rendimiento de la tecnología en las condiciones costarricenses, generar información que alimente distintos procesos como los de las metodologías tarifarias, de los costos de operación y mantenimiento, y de la planificación de los servicios de transporte público como la producción y distribución eléctrica. Es de suma importancia estudiar la infraestructura eléctrica para determinar la capacidad que tiene el sistema de hacer frente a las nuevas demandas de los autobuses eléctricos y las inversiones necesarias que se deberán realizar para poder habilitar el despliegue de estos. Recientemente, se registró el ingreso de un autobús que será prestado al Gobierno. Este autobús será operado como parte del servicio de transporte brindado en una universidad en el Área Metropolitana de San José. Esta será la primera experiencia nacional en un servicio continuo con personas a bordo. Además, permitirá identificar oportunidades de mejora en los procedimientos de importación y nacionalización y de puesta en operación de este tipo de vehículos.

Conclusiones

La movilidad eléctrica presenta grandes oportunidades para abordar múltiples problemáticas en Costa Rica. Los autobuses eléctricos tienen el potencial de catalizar los cambios requeridos a nivel nacional para mejorar la calidad de aire en las áreas urbanas por donde transitan, reducir el consumo de energía proveniente de combustibles fósiles importados y sustituirlos por energía eléctrica producida nacionalmente por fuentes de energía renovables y así lograr reducciones considerables de gases de efecto invernadero, necesarias de acuerdo con los compromisos adquiridos por el país a nivel internacional. Esto confluye para impulsar al país hacia las metas propuestas dentro del Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, en la búsqueda de tener un modelo de desarrollo cero emisiones para mediados de siglo.

El país actualmente se enfrenta a retos importantes para poder aprovechar y explotar los beneficios de la movilidad eléctrica. De acuerdo con las consultas realizadas a los distintos sectores, se requiere un liderazgo político importante y condiciones claras bajo las cuales se va a hacer la transición de vehículos de combustión interna hacia los vehículos eléctricos. Este cambio debe hacerse de manera participativa con las distintas partes interesadas y espacios de diálogo que garanticen la transparencia e integralidad del proceso. El sector público, en su rectoría e instituciones relacionadas al tema, deberá reformarse y prepararse a nivel organizacional y en cuanto a las capacidades requeridas para poder liderar los procesos de transformación regulatoria necesarios para hacer una realidad el despliegue de autobuses eléctricos en el sistema de transporte público de Costa Rica. La coordinación interinstitucional entre los entes rectores, el ente regulador y las empresas concesionarias será vital para avanzar los esfuerzos de electrificación.

No menos importantes son las modificaciones legales y reglamentarias que modifiquen las condiciones actuales y promuevan la habilitación y despliegue de los autobuses eléctricos como el futuro del transporte público de Costa Rica. Las empresas concesionarias necesitan claridad y seguridad jurídica y el apoyo de la institucionalidad para poder dar el salto necesario. Además, el ente regulador necesitará de estas modificaciones para poder adaptar sus modelos tarifarios actuales, tanto en el sector de transporte como en el sector eléctrico, y así crear circunstancias favorables para la introducción de vehículos eléctricos. Igualmente, estas modificaciones le permitirían a otras partes del sector privado participar en el financiamiento y desarrollo del mercado de autobuses eléctricos en el país.

Los autobuses eléctricos, al ser una tecnología nueva para el país, requerirán de estrategias de capacitación integral para todas las partes del ecosistema de transporte público para hacerlos una realidad. El país debe avanzar rápidamente en la familiarización con la tecnología en los distintos sectores. Se espera que durante los próximos meses se comiencen a tener las primeras experiencias en las cuales se podrá tener este contacto. Aunado a esto, el país cuenta con varios proyectos de cooperación internacional para fomentar y acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica. De parte de las empresas concesionarias y sus cámaras hay un interés por avanzar con este tema de igual manera. Estos esfuerzos por tener contacto con la tecnología se deben gestionar de una manera adecuada y coordinada para garantizar el éxito del funcionamiento de la tecnología. En este componente el proyecto *Dando el salto hacia autobuses eléctricos en Costa Rica* juega un rol clave.

Por último, mas no menos importante, la comunicación con la población y las distintas partes involucradas es esencial. Se debe elaborar una estrategia de comunicación en la cual se expongan las razones de la transición hacia la electrificación del transporte público y los beneficios potenciales que se pueden obtener. Se debe hacer entender que este es un tema integral para el desarrollo del país, que busca impactar positivamente aspectos de salud pública, de seguridad y consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero. La movilidad eléctrica es uno de los múltiples escalones hacia el desarrollo libre de emisiones al cual Costa Rica avanza decididamente.

Referencias

Bloomberg New Energy Finance. 2018. *Electric buses in cities: Driving towards cleaner air and lower CO_2 emissions*. Consultado el 10 de marzo de 2019 en: https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf.

BreatheLife2030. 2019. *The air pollution in San José, Costa Rica*. Consultado el 20 de junio de 2019 en: https://breathelife2030.org/city-data-page/?city=1014.

Contraloría General de la República. 2019. *Encuesta nacional de percepción de los servicios públicos: Módulo de transporte*. Consultado el 8 de junio de 2019 en: https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docsweb/enpsp-2018/transporte.html.

Edwards, G; Viscidi, L; Mojica, C. 2018. *The growth of electric car and bus markets in Latin American cities*. Consultado el 12 de abril de 2019 en: https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2018/09/Charging-Ahead-web.pdf.

Estado de la Nación. 2017. *Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2017: Cambio climático, impactos y desafíos para Costa Rica*. Consultado el 20 de mayo de 2019 en: https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/023/Ambientales/Corrales_L_2017a.pdf.

Gobierno de Costa Rica. 2019a. *Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050*. Consultado el 13 de marzo de 2019 en: https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/PLAN.pdf.

Gobierno de Costa Rica. 2019b. *Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030*. Consultado el 12 de abril de 2019 en: https://sepse.go.cr/documentos/PlanTranspElect.pdf.

International Agency for Research on Cancer. 2012. *Diesel engine exhaust carcinogenic*. Comunicado de prensa N°213. Consultado el 30 de mayo de 2019 en: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr213_E.pdf.

Organización Mundial de la Salud. 2018. *Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado*. Consultado el 30 de mayo de 2019 en: https://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action.

ONU Medio Ambiente. 2018. *Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe y oportunidades para la colaboración regional*. Consultado el 14 de junio de 2019 en: http://movelatam.org/wp-content/uploads/2019/01/MOVE-2018-Informe-regional-sobre-movilidad-electrica.pdf.

ONU Medio Ambiente. 2017. Movilidad eléctrica: oportunidades para Latinoamérica. Consultado el 15 de junio de 2019 en: http://movelatam.org/Movilidad%20electrica_%20Oportunidades%20para%20AL.pdf.

Partnership on Sustainable Low Carbon Transport. 2019. *Transport and climate change 2018: Global status report*. Consultado el 20 de marzo de 2019 en: http://slocat.net/sites/default/files/slocat_transport-and-climate-change-2018-web.pdf.

Sclar, R; Gorguinpour, C; Castellanos, S; Li, X. 2019. *Barriers to adopting electric buses*. Consultado el 21 de mayo de 2019 en: https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2019/05/apo-nid237261-1360241.pdf.

Secretaría de Planificación del Subsector de Energía. 2018. *Balance energético nacional*.

Universidad Nacional; Ministerio de Ambiente y Energía; Ministerio de Obras Públicas y Transporte; Ministerio de Salud; Municipalidad de San José. 2016. *VI informe de calidad de aire del Área Metropolitana de Costa Rica*. Consultado el 15 de abril de 2019 en: https://www.ministeriodesalud.go.cr/images/stories/docs/DPAH/2016/DPAH_VI_informe_anual_calidad_aire_GAM_2013_2014.pdf.

Zero Emission Urban Bus Systems. 2018. ZeEUS eBus report: *An overview of electric buses in Europe*. Consultado el 20 de marzo de 2019 en: https://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf.