

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

Transición hacia la electromovilidad pública en Costa Rica

Insumos y propuestas

Luiz Fernando Krieger Merico
Coordinador



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Transición hacia la electromovilidad pública en Costa Rica

Insumos y propuestas

Luiz Fernando Krieger Merico
Coordinador



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento fue preparado en el marco de la asistencia técnica brindada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) a Costa Rica, en materia de electrificación del transporte público, a solicitud del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). El documento fue coordinado por Luiz Fernando Krieger Merico, con el apoyo de Diego Aulestia, ambos funcionarios de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL. La iniciativa es parte del proyecto "Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe", ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. El proyecto forma parte del programa de cooperación CEPAL-BMZ/GIZ.

Los capítulos fueron preparados por diferentes autores, según se indica en cada uno de ellos. El trabajo de síntesis contó con la colaboración de Edgar Enrique Sandoval, Consultor de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL. Las actividades previas y de apoyo en campo y la revisión contaron con la colaboración de Hubert Méndez Acosta y René Castro Salazar, Consultores de esa misma División. Se agradece a Karina Martínez, Estefani Rondón Toro y Carla López, de la misma División, por la revisión general del documento.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas de esta publicación no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2024/70
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2024
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas,
S.2400807[S]

Esta publicación debe citarse como: L. F. Krieger Merico (coord.), "Transición hacia la electromovilidad pública en Costa Rica: insumos y propuestas", *Documentos de Proyectos (LC/TS.2024/70)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Presentación	11
Resumen Ejecutivo	13
Introducción	31
I. El rol del uso del suelo en la transición hacia la electromovilidad pública	33
<i>Claudia Acosta, Vitor Oliveira</i>	
A. Oportunidad 1. Definición y orientación de densidades a la movilidad sostenible (y su cobro).....	35
1. Oportunidades en el contexto costarricense	36
B. Oportunidad 2. Promoción de usos mixtos	38
1. Oportunidades en el contexto costarricense	39
C. Oportunidad 3. Gestión de parqueos en proyectos inmobiliarios.....	40
1. Oportunidades en el contexto costarricense	41
D. Oportunidad 4. Gestión de parqueos en vía pública	42
1. Oportunidades en el contexto costarricense	43
E. Recomendaciones finales de política pública	44
II. Modelos de negocio para la electrificación del transporte público urbano	47
<i>Oscar Figueroa, Bruno Lana</i>	
A. La organización institucional del transporte por buses en San José	48
B. Las regulaciones públicas y las políticas	50
C. La electromovilidad: una oportunidad de mejoramiento del transporte público.....	51
D. Alternativas de modelos de negocio para el transporte urbano de San José por buses eléctricos	52
1. Modelo simple o tradicional de Costa Rica	55
2. Modelo de negocios con fiducia.....	56
3. Modelo de negocios con fiducia y <i>leasing</i> de equipos	56
4. Modelo de negocios con fiducia y concesiones a operadores y proveedores	57

E.	Una propuesta: el desarrollo de un corredor vitrina de transporte por buses eléctricos en San José	58
F.	Conclusiones	59
III.	<i>Retrofit</i> de e-buses: resumen del estudio de impacto económico y financiero para la reconversión de vehículos eléctricos y sus complementos	61
	<i>Georgina Cipoletta Tomassian, Marcos Adamson</i>	
A.	Avances hacia la electromovilidad	64
1.	El progreso de la electrificación en el transporte de pasajeros	64
2.	Conversión de vehículos a eléctricos: experiencia en América Latina y el Caribe	64
3.	Hacia la electrificación del transporte público en Costa Rica	65
B.	Costos totales de adquisición y operación utilizando diferentes tecnologías (Eléctrico <i>Retrofit</i> , Diésel o Eléctrico nuevo).....	66
1.	Análisis de costos de depreciación y rentabilidad y cambios tarifarios ante diferentes tecnologías	66
2.	Costos financieros y económicos incrementales	67
3.	Encadenamiento del sector transporte al resto de la economía	68
4.	Análisis de instrumentos económicos y financieros. Internalización de cobeneficios y alternativas de políticas para mitigar impactos tarifarios en usuarios	69
C.	Micro simulación ante la sustitución tecnológica del servicio NP0126	70
D.	Hacia el avance en la conversión de e-buses. El clúster de <i>retrofit</i>	73
E.	Conclusiones	74
IV.	Desarrollo del mercado de títulos de CO₂ resultado de la electromovilidad en Costa Rica	81
	<i>Mauricio Castro Salazar, Jimmy Ferrer</i>	
A.	Potencial de reducción de emisiones de CO ₂ de la electromovilidad.....	83
B.	Potencialidades de crear un mercado de títulos de CO ₂ en Costa Rica a partir de las reducciones de emisiones por el desarrollo de la electromovilidad	87
C.	Potencial de captación de recursos internacionales a tasas concesionales	89
D.	Conclusiones	91
V.	Costos y beneficios macroeconómicos de la implementación de la iniciativa de electromovilidad en Costa Rica	93
	<i>Ennio Rodríguez, Camilo Santacruz, Ramón Padilla Pérez</i>	
A.	Principales hallazgos	96
B.	Proyección del consumo de combustibles fósiles.....	97
C.	Proyección del PIB 2023-2033	99
D.	Determinación de la importancia relativa de los impuestos a los combustibles en los ingresos tributarios totales	100
E.	Evaluación del impacto de la iniciativa de movilidad de transporte de personas sobre los ingresos tributarios	105
F.	Evaluación del impacto de la iniciativa de movilidad de transporte de personas sobre la balanza de pagos	107
1.	Impacto del ahorro en combustible en la balanza de pagos	107
2.	Impacto de la inversión en los buses eléctricos sobre la balanza de pagos.....	111
G.	Evaluación de otros impactos macroeconómicos.....	115
1.	Efecto sobre el empleo	115
2.	Efectos sobre la salud	117
H.	Lineamientos para el desarrollo de fuentes alternativas de ingresos fiscales y de evaluación del impacto de la transición de todo el sector transporte a la electromovilidad	117

VI.	Estimación de los impactos y necesidades de inversión en la red eléctrica de San José para la implementación de la electromovilidad	121
	<i>Ignacio Ñancupil, Marina Gil, Rafael Poveda</i>	
A.	Metodología para la estimación de los impactos y necesidades de inversión en la red eléctrica	122
B.	Escenarios de simulación de la electromovilidad al 2030 y al 2050 para San José.....	122
C.	Sistema eléctrico: demanda proyectada y modelamiento de la generación y transmisión para San José	123
D.	Resultados: necesidades de inversión en la red eléctrica	123
VII.	Soluciones legales e infralegales para la superación de barreras a la electromovilidad en Costa Rica	133
	<i>Marvin Carvajal Pérez, Luis Salazar Muñoz, Hellen Barrantes Jiménez, María José Montoya González, Sara Valentinuzzi Brenes</i>	
A.	Marco legal aplicable	133
1.	Servicio público de transporte en modalidad autobús.....	133
2.	Regulación de las unidades de transporte	135
3.	Regulación tarifaria	135
4.	Ley de Transporte Eléctrico	135
B.	Barreras legales e infralegales del servicio público de transporte en modalidad autobús.....	136
1.	Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación y armonización normativa del servicio	136
2.	Barreras legales e infralegales derivadas de los contratos de concesión de rutas regulares.....	136
3.	Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación de los servicios especiales de transporte remunerado de personas	138
4.	Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación tarifaria.....	138
5.	Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación de la Ley de Transporte Eléctrico	139
C.	Propuestas de solución a barreras normativas para la conversión de la flota de autobuses a la electromovilidad.....	140
1.	Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación del transporte público.....	140
2.	Soluciones a barreras relacionadas con los derechos de las personas usuarias	141
3.	Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación de los servicios especiales de transporte remunerado de personas	141
4.	Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación tarifaria	141
5.	Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación de la Ley de Transporte Eléctrico	142
D.	Recomendación final	142
	Bibliografía	143
	Cuadros	
Cuadro 1	Costa Rica: reglas sobre parqueo y su jerarquía normativa	41
Cuadro 2	Atribuciones de los organismos públicos.....	50
Cuadro 3	Alternativas que constituyen la base para los modelos de negocio.....	54
Cuadro 4	Supuestos establecidos para la realización de micro simulación de incorporación de cambio tecnológico en el servicio NPo126.....	71
Cuadro 5	PIB de la economía costarricense según escenario analizado, en millones de CRC, absoluto y relativo.....	73

Cuadro 6	Supuestos y bases para el desarrollo de las estimaciones de reducción de emisiones	83
Cuadro 7	Emisiones anuales	84
Cuadro 8	Costos de cambio de flota según escenarios	84
Cuadro 9	Ingresos y proporción de la inversión por la venta de CER en EU ETS	85
Cuadro 10	Ingresos y proporción de la inversión por la venta de CER en Nueva Zelandia.....	85
Cuadro 11	Ingresos y proporción de la inversión por la venta de CER en China	86
Cuadro 12	Ingresos y proporción de la inversión por la venta en Mercado Voluntario de CO ₂	86
Cuadro 13	Emisiones anuales reducidas	88
Cuadro 14	Ejemplo de cálculo de tasas en Costa Rica.....	89
Cuadro 15	Costo de un bus <i>retrofit</i> calculado al 11,5% y 7% a 15 años.....	90
Cuadro 16	Costo Final bus <i>retrofit</i> considerando ingresos de CER, Zona Urbana	90
Cuadro 17	Costo Final bus <i>retrofit</i> considerando Ingresos de CER, Zona Franca	90
Cuadro 18	Costo de un bus nuevo calculado al 11,5% y 7% a 15 años.....	90
Cuadro 19	Costo Final bus nuevo considerando ingresos de CER, Zona Urbana	90
Cuadro 20	Costo Final bus nuevo considerando ingresos de CER, Zona Franca	91
Cuadro 21	Gobierno Central, ingresos tributarios y tasa de variación a mayo de cada año	95
Cuadro 22	Gobierno Central, destino de los ingresos provenientes de la recaudación del impuesto único a los combustibles a mayo 2023.....	95
Cuadro 23	Barriles importados y precio por barril 1986-2022	97
Cuadro 24	Proyección de barriles importados, 2023-2033	98
Cuadro 25	Crecimiento esperado del PIB real de Costa Rica, 2023-2033	99
Cuadro 26	Impuestos recaudados en términos relativos por venta de combustible, 2005-2022.....	100
Cuadro 27	Importancia relativa de las ventas de combustible e impuestos en el PIB, 2005-2022.....	101
Cuadro 28	Pronóstico de impuestos 2023-2033.....	102
Cuadro 29	Participación relativa de la recaudación de impuestos proyectada en PIB, 2023-2033	102
Cuadro 30	Demanda proyectada de barriles de diésel, 2023-2033	103
Cuadro 31	Ventas de diésel proyectadas 2023-2033	104
Cuadro 32	Ahorros en barriles, importaciones e impuestos y disminuciones en ventas de RECOPE	105
Cuadro 33	Ahorros relativos en consumo de combustible.....	105
Cuadro 34	Disminución de recaudación de impuestos y en proporción del total de impuestos proyectados bajo los distintos escenarios, 2023-2033	106
Cuadro 35	Importaciones de combustible de RECOPE, 2023-2033	107
Cuadro 36	Importaciones proyectadas de RECOPE, 2023-2033	108
Cuadro 37	Importancia relativa de las ventas de combustible por barril, 2005-2022	108
Cuadro 38	Balance de la cuenta corriente en términos del PIB, 2023-2033.....	109
Cuadro 39	Balanza comercial 2023-2033	110
Cuadro 40	Ahorro estimado en la balanza comercial y como proporción de la balanza comercial, 2023-2033	110
Cuadro 41	Ahorro estimado en la balanza comercial en colones y como porcentaje de la balanza comercial, 2023-2033 con precios del 2022	111
Cuadro 42	Precio de buses eléctricos y de diésel.....	111
Cuadro 43	Costo de la flota eléctrica	112
Cuadro 44	Pagos anuales por la adquisición de la flota de buses según año (2024-2033)	112
Cuadro 45	Pagos totales por año, 2024-2042.....	113
Cuadro 46	Pagos totales de los equipos como proporción del PIB real, 2023-2033 como proporción del PIB	114

Cuadro 47	Pagos totales de los equipos como porcentaje de la balanza comercial, 2023-2033	114
Cuadro 48	Ahorro en salud de acuerdo con la proyección de implementación de la Iniciativa	117
Cuadro 49	Precios de los créditos de carbono por tonelada métrica de CO ₂ reportados por CarbonCredits.com 16 de octubre de 2023	119
Cuadro 50	Porcentaje de integración vehículos eléctricos privados y buses para los escenarios de estudio.....	122
Cuadro 51	Tasas de rendimiento promedio obtenidos para distintas condiciones de carga de pasajeros	123
Cuadro 52	Costos asociados a la electromovilidad en San José, Costa Rica	129
Gráficos		
Gráfico 1	Costos financieros incrementales totales de adquisición y operación para diferentes tecnologías.....	67
Gráfico 2	Costos económicos incrementales totales de adquisición y operación para diferentes tecnologías.....	68
Gráfico 3	Acervo de unidades de transporte eléctrico, Costa Rica, 2010 a 2021	94
Gráfico 4	Barriles importados 1986-2022 y pronóstico 2023-2033.....	98
Gráfico 5	PIB real, PIB proyectado, tasa de crecimiento del PIB real y tasa de crecimiento proyectada, 1991-2033	99
Gráfico 6	Participaciones relativas de los ingresos de RECOPE en los ingresos totales del sector público.....	100
Gráfico 7	Participación relativa proyectada del diésel en el total de ventas, 2023-2033.....	104
Gráfico 8	Importancia relativa de las ventas de combustible por barril, 2005-2022	109
Gráfico 9	Relación entre crecimiento del PIB y aumento en el empleo	116
Gráfico 10	Relación entre la participación del empleo y la participación en la producción	116
Gráfico 11	Demanda eléctrica convencional (sin electromovilidad) con resolución horaria para un mes tipo (septiembre 2023) en San José y Costa Rica.....	124
Gráfico 12	Proyección de demanda de vehículos eléctricos privados para semana tipo, según distintos escenarios	126
Gráfico 13	Proyección de la demanda eléctrica de buses eléctricos para una semana tipo, según distintos escenarios	128
Gráfico 14	Costos totales de cada escenario y año	126
Recuadros		
Recuadro 1	La densificación en el debate cantonal en Costa Rica	37
Recuadro 2	La diversificación de usos en el debate cantonal	39
Recuadro 3	La gestión de parqueos en proyectos inmobiliarios en el debate cantonal.....	42
Recuadro 4	La gestión de parqueos en vía pública en el debate cantonal.....	44
Diagramas		
Diagrama 1	Actores públicos de la organización del transporte, versión simple	49
Diagrama 2	Actores públicos de la organización del transporte, versión ampliada	49
Diagrama 3	Modelo de negocios simple o tradicional	55
Diagrama 4	Modelo de negocio con fiducia	56
Diagrama 5	Modelo de negocios con fiducia y <i>leasing</i> de equipos	57
Diagrama 6	Modelo de negocios con fiducia y concesión de proveedores y operadores	58
Diagrama 7	Principales innovaciones y consideraciones de este estudio	63

Diagrama 8	Relaciones interinstitucionales para el establecimiento del clúster de conversión de autobuses diésel a eléctricos.....	76
Diagrama 9	Flujo de un proyecto de inversión comparado con el flujo para emitir Certificados de Reducción de Emisiones (CER).....	82
Mapas		
Mapa 1	Sistema de transmisión de Costa Rica.....	125
Mapa 2	Demanda eléctrica espacio-temporal para San José, Costa Rica.....	127
Mapa 3	Ubicación de congestiones para escenario del Plan de Descarbonización	129

Glosario y abreviaturas

ALC	América Latina y el Caribe
AMSJ	Área Metropolitana de San José (Costa Rica)
ARESEP	Autoridad Reguladora de Servicios Públicos
CAPEX	Capital Expenditure o Gasto de Capital
CTP o Consejo	Consejo de Transporte Público
DOTS	Desarrollo orientado al transporte sostenible
GAM	Gran Área Metropolitana de San José (Costa Rica)
GEI	Gases de efecto invernadero
Ley de ARESEP	Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, Ley N° 7593 del 9 de agosto de 1996
Ley de Tránsito	Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial, Ley N° 9078 del 4 de octubre de 2012
Ley de Transporte Eléctrico	Ley de Incentivos y promoción para el transporte eléctrico, Ley N° 9518 del 25 de enero de 2018
Ley Reguladora de Transporte Remunerado en Modalidad Taxi	Ley Reguladora del Servicio Público de Transporte Remunerado de Personas en Vehículos en la Modalidad Taxi, Ley N° 7969 del 22 de diciembre de 1999
Ley Reguladora del Transporte Remunerado de Personas	Ley Reguladora del Transporte Remunerado de Personas en Vehículos Automotores, Ley N° 3503 del 10 de mayo de 1965
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Plan Intersectorial para tarifa eléctrica preferencial	Plan Intersectorial para el establecimiento de una tarifa eléctrica preferencial para la conservación y mejora del empleo en empresas electro-intensivas oficializado en el Decreto Ejecutivo N° 40509-MINAE-MTSS del 7 de julio de 2017
PNTE	Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030
Reglamento de incentivos para el transporte eléctrico	“Reglamento de incentivos para el transporte eléctrico, Decreto Ejecutivo N° 41092-MINAE-H-MOPT del 10 de abril de 2018
Reglamento de la Ley de ARESEP	Reglamento a la Ley Reguladora de los Servicios Públicos, Decreto Ejecutivo N° 29732-MP del 16 de agosto de 2001
Reglamento de Calidad del Servicio	Reglamento para la Evaluación y Calificación de la Calidad del Servicio Público de Transporte Remunerado de Personas. Decreto Ejecutivo N°28833-MOPT de 26 de julio de 2000
Reglamento de Servicios Especiales de Transporte	Reglamento para la Explotación de Servicios Especiales de Transporte Automotor Remunerado de Personas Decreto Ejecutivo N° 15203-MOPT de 15 de enero de 1984
Reglamento a la Ley 7600	Reglamento Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad. Decreto Ejecutivo 26831-MP, de 23 de marzo de 1998
TMT	Tarifa de media tensión
TMT-b	Tarifa de media tensión B

Presentación

A partir de una asistencia técnica a Costa Rica en materia de electrificación del transporte público, solicitada a la CEPAL por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), se llevaron a cabo una serie de estudios y propuestas que son presentados en este documento con el objetivo de fomentar la construcción de políticas de electromovilidad en el transporte público, además de evidenciar sus ventajas comparativas. El documento tiene como objetivo central la disseminación de información relevante sobre la transición hacia la electromovilidad pública en Costa Rica a un público más amplio, incluyendo a los sectores del poder legislativo, sectores técnicos y el sector privado, permitiendo la promoción de debates para incorporación de puntos de vista diversificados sobre el tema, facilitando la toma de decisiones y la construcción de políticas públicas para esta transición.

Para cada capítulo, se aplicaron metodologías de análisis específicas, de manera que cada sección presenta un conjunto de propuestas de políticas y/o acciones aplicables al tema analizado que puede, o no, presentar conexiones con las metodologías de otros capítulos, pero permite una amplia visualización de posibles caminos para acelerar la transición hacia la electromovilidad en Costa Rica.

Se recomienda fuertemente que se haga una lectura completa del texto, considerando que las conclusiones están presentes en el cuerpo de cada capítulo y al final de ellos. Todo el trabajo tuvo la intención de crear evidencias y suscitar debates, ofreciendo al país un abanico de posibilidades y potenciales acciones. No se ofrecen políticas públicas ya elaboradas, sino que hojas de ruta y fundamentos para construirlas.

Resumen Ejecutivo

La economía costarricense aspira a decarbonizarse, llegándose incluso a aprobar un Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. En este documento se presenta un resumen de una serie de estudios que fueron desarrollados por la CEPAL con el objetivo de proveer insumos para políticas públicas que apoyen una transición hacia la electromovilidad en el transporte público de Costa Rica. Cada capítulo aborda un aspecto específico de esa transición, indicando sus resultados, conclusiones y sugerencias.

Consideraciones sobre el uso del suelo

Inicialmente se aborda la comprensión del panorama institucional y el contexto de las agendas de planeación urbana y movilidad en los niveles nacional y cantonal, así como la identificación de acciones de planeación urbana relevantes, oportunas y de interés en el nivel Cantonal. Al mismo tiempo, avanza sobre la agenda de la descarbonización y profundiza en cuatro medidas desde la planeación urbana para la integración con la movilidad sostenible en el contexto de seis Cantones localizados en el área central de San José, Costa Rica. Tales espacios de oportunidad se hacen aún más urgentes en una región caracterizada por ser polo económico del país, pero con separación entre actividades que generan empleo y las actividades de empleo y residencias, con una movilidad con infraestructura precaria y en algunas áreas inexistente para la movilidad activa (a pie y en bicicleta), oferta de transporte público sin sectorización e ineficiente y alta dependencia del vehículo privado motorizado (BID-GEF 2017; Biderman et al., 2023). El diagnóstico de la movilidad en el Área Metropolitana de San José indica que “la movilidad debe pensarse de forma holística, en íntima relación con el ordenamiento territorial, entendiendo e interviniendo en las dinámicas de generación de viajes, para luego resolver las necesidades de movilidad con un sistema integrado y metropolitano”.

Las cuatro oportunidades en la agenda de decisión de las autoridades de planeación, desarrollo urbano y movilidad de los Cantones son: 1) la definición y orientación de las densidades constructivas o urbanísticas y su cobro; 2) las reglas sobre usos del suelo y su compatibilidad, en especial el uso mixto; 3) las exigencias de estacionamientos privados en proyectos inmobiliarios y; 4) las decisiones sobre el uso y aprovechamiento económico del espacio público viario por vehículos privados.

En resumen, los cambios en la planificación urbana cantonal hacia estrategias de Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible (DOTS) aún requieren vincular las mayores densidades y áreas

servidas o proyectadas con servicios de transporte público. Se recomienda incorporar en los planes reguladores la lógica de densificación en las áreas de influencia de los ejes de transporte público, mediante concentración u orientación de los mayores coeficientes de aprovechamiento del suelo. Se entiende por áreas de influencia las distancias caminables de alrededor de 15 minutos hasta los accesos al sistema de transporte público (WRI Brasil, 2017).

También se recomienda vincular la regulación sobre potencial constructivo a mínimos de unidades habitacionales por lote garantizando que mayores densidades constructivas se traduzcan en mayor densidad poblacional. Esta previsión orienta la producción inmobiliaria, desalentando la construcción de apartamentos de alto precio y fomenta que más familias puedan localizarse cerca del sistema de transporte público. La distinción entre parámetros de densificación básicos y máximos (el cantón de Curridabat) es un primer paso para exigir contrapartidas financieras a los proyectos que deseen explorar mayores potenciales constructivos y permite recuperar parte de la valorización del suelo. También es importante construir una base catastral de la producción inmobiliaria en el Cantón, con registro de la ubicación de nuevos proyectos, sus características tipológicas y el alcance de las decisiones sobre potencial constructivo. Esta información permite acompañar y evaluar cambios en los permisos de construcción, comparar estándares de ocupación por zonas incluso en el tipo, localización y perfil de los proyectos aprobados antes y después de la nueva regulación.

Finalmente, integrar medidas es fundamental. Proponer mayores densidades, sin fomentar la mezcla de usos del suelo, puede derivar en la producción de residencias distantes de los destinos de sus residentes, lo que implica grandes desplazamientos. Promover densidades sin controlar la exigencia de parqueos de automóviles en los proyectos inmobiliarios puede incentivar el uso del automóvil en vez de caminar o usar el transporte público. En cambio, al proponer áreas densas que contemplen una diversidad de actividades como viviendas, mercados, oficinas, tiendas, restaurantes, cafés, pequeños comercios y otros usos, los ciudadanos se acercan a sus intereses, reduciendo la necesidad de grandes desplazamientos.

Junto con incentivar mayores densidades cerca de los sistemas de transporte público, se debe considerar otro aspecto clave para un desarrollo urbano sostenible: la previsión de usos mixtos. El uso mixto optimiza el uso del suelo, fomenta una convivencia urbana más dinámica y sostenible y reduce las necesidades de largos desplazamientos favoreciendo modos activos y colectivos como a pie, en bicicleta o en transporte público. El uso mixto implica la convivencia de usos residenciales y no residenciales en dos dimensiones: a nivel de barrio y a nivel de lote. La dimensión barrio se refiere a la posibilidad de desarrollar proyectos residenciales y no residenciales en una misma área, fomentando la creación de policentralidades, con acceso a diversas actividades a pie, en bicicleta o a pocos minutos en transporte público. Por otro lado, la dimensión lote implica la mezcla de usos en la propia edificación, generalmente aprovechando la planta baja para tiendas comerciales, oficinas y otras actividades de afluencia pública que activan la economía local (Hobbs et al., 2021).

La promoción de usos mixtos estimula el uso de modos de transporte más sostenibles. Áreas densas y con diversidad de actividades, incluida la vivienda, desestiman los desplazamientos diarios a larga distancia, haciendo que el transporte activo surja como una alternativa atractiva. La crisis del COVID-19 aceleró la adopción del teletrabajo tanto en el sector público como el privado, estas prácticas parecen ser favorecidas por sectores profesionales, jóvenes y por empresas ubicadas en zonas francas. También el teletrabajo parece ofrecer una oportunidad para relanzar las áreas densas con actividades diversas, como se observa en algunas zonas aledañas a los alrededores de la Sabana y en la zona universitaria entre los cantones de San José y Montes de Oca.

El espacio dedicado al estacionamiento representa un costo constructivo considerable, que genera y aumenta las desigualdades y dificultades ya existentes en el acceso a la vivienda social en áreas con oportunidades. En Ciudad de México, este costo puede llegar a representar entre el 30% y el 40% del costo total de construcción en grandes desarrollos inmobiliarios (ITDP México, 2014). Adicionalmente, el incremento de costos de construcción empuja a la elección de terrenos más económicos y periféricos para los proyectos, generando mayor dependencia del automóvil y fragmentación del tejido urbano,

desafiando los principios del desarrollo sostenible (ITDP Brasil, 2017a). Finalmente, las áreas para estacionamientos dejan de cumplir funciones sociales mucho más importantes y vitales, como vivienda, comercio, servicios, recreación y cultura.

Cobrar por estos espacios señala a todos los actores que el poder público reconoce los efectos negativos de destinar espacios al automóvil y obliga al desarrollador a racionalizar la decisión y a asumir costos implícitos de destinar suelo para ese uso. El Plan Regulador es el principal instrumento legal de las decisiones de zonificación, usos y condiciones para su aprobación, incluyendo las exigencias para parqueo de automóviles. Como pasos notables en el contexto del país, se observa el nuevo Reglamento de Desarrollo Urbano de San José (Municipalidad de San José, 2023) en que eliminó los requisitos de parqueo para viviendas en todo el cantón y redujo las exigencias mínimas para los edificios no residenciales en los cuatro distritos centrales de la ciudad. Curridabat y Montes de Oca aún exigen la existencia de parques en nuevas edificaciones, tanto residenciales como no residenciales.

La adopción de mecanismos de gestión del espacio público vial para estacionamiento privado es frecuente en el contexto costarricense. Varios Cantones han implementado sistemas de cobro por el uso del espacio por parte de los vehículos privados. La Ley 3580 del 17 de noviembre de 1965 concede a los cantones costarricenses la autonomía para implementar y reglamentar la medida a partir de la siguiente base: demarcación de las zonas para cobro, cálculo de tarifas y destino de la recaudación. Así, los cantones tienen la misión y el espacio de política pública para introducir mejoras en sus medidas de cobro por estacionamiento en vía pública y reflexionar sobre la destinación de los recaudos y sus fines.

Mejores modelos de negocios

Otro abordaje presente en este documento se refiere a los modelos de negocios que puedan impactar a la electromovilidad pública, facilitando la transición. Las concesiones que otorga la autoridad, por ejemplo, tienen una duración de 7 años y se ejecutan para todas las rutas y empresas simultáneamente; la última fue en el año 2021. Normalmente, previo a las licitaciones las empresas pueden solicitar una renovación de su concesión, en cuyo caso no hay competencia, lo que sucede más habitualmente.

Las rutas son predominantemente radiales, dirigiéndose al centro de la ciudad y no existe una tarifa única, sino que estas se diferencian por cada ruta, según el cálculo de costos que realiza la autoridad. Los servicios de transporte urbano no reciben subsidios, y el principio legal es que los operadores deben cubrir sus costos con la tarifa pagada por los usuarios. No existe integración tarifaria a pesar de existir un porcentaje de viajes con trasbordo.

Se debe notar que el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, liderado por el MINAE (MINAE, 2018), explicita que para el año 2030, el 35% de la flota de transporte público deberá ser cero emisiones, y al año 2050 deberá cumplirse un 85%. Lo que no queda suficientemente claro es la forma como articular y movilizar la totalidad de herramientas para conseguir estos cambios. El sistema financiero ofrece algunas opciones de financiamiento para proyectos de electromovilidad, pero lejos de la escala y diversidad que una transformación como la incluida en el PND demanda. Más aún el presente documento ofrece algunas estimaciones pioneras de los cobeneficios ambientales. Por ejemplo, estima en \$43,287 el beneficio de la salud por autobús eléctrico introducido, como resultado de las mejoras del ambiente urbano.

De acuerdo con la Ley N° 9518, de Incentivos y promoción para el transporte eléctrico, dictada en el año 2017, los operadores de buses deben sustituir cada dos años el 5% de su flota por buses eléctricos, aunque el MOPT establece que ello debe hacerse de conformidad con la viabilidad financiera y cuando las condiciones de las rutas de autobuses lo permitan. La ley define como principal incentivo para este cambio, la aplicación de una tarifa preferencial en el consumo de electricidad para los autobuses, la que fue fijada por ARESEP en 2020, aunque solo ha tenido una vigencia de dos años. Además de ello, autoriza al sistema bancario nacional a desarrollar líneas de financiamiento para el transporte eléctrico, y beneficios tributarios para los buses eléctricos que se incorporen al servicio regulado, consistentes en

cero aranceles y cero IVA. Sin embargo, todo esto parece insuficiente para cumplir el objetivo estipulado, en la medida que las inversiones necesarias y el marco institucional no aseguran la cobertura de riesgos para la transformación.

En cuanto a las prácticas de financiamiento, obedecen a modalidades que difícilmente pueden soportar modificaciones importantes como la introducción de flotas de buses eléctricos. Los créditos del sector financiero consisten generalmente en préstamos de siete años, con garantías prendarias e hipotecarias, con tasas de interés comerciales que hacen imposible concebir inversiones cuantiosas como las necesarias para introducir buses eléctricos, y que no pueden ser introducidos como unidades discretas sino como flotas de un mayor tamaño. En este sentido es necesario recordar que, en cuanto a la organización de los operadores de autobuses en Costa Rica, constituyen cerca de 302 empresas, y de estas un poco más del 10% cuentan con solo un autobús y el 7% cuenta con flotas mayores a las 50 unidades (BID-GEF, 2017), lo que determina que su acceso al crédito queda bastante limitado. En el presente estudio se exploran mecanismos financieros no tradicionales, como el mercado de CO₂ a nivel internacional, para ampliar los recursos disponibles, bajar el costo del capital y evitar que la transformación cauce una impopular alza generalizada de las tarifas del sector transporte.

Bajo estas condiciones, es necesario realizar una serie de transformaciones institucionales y organizativas a las regulaciones públicas y al concepto del servicio. Un primer aspecto tiene que ver con la modalidad de las responsabilidades que deben asumir los operadores de los nuevos buses. Los compromisos financieros, la operación y el mantenimiento justifican un mayor nivel de concentración de propiedad.

Por eso, la fórmula de la organización debe estar asumida por entidades empresariales formales, con otro tipo de responsabilidad frente a terceros (autoridad, sector financiero, etc.). Las empresas deben actuar como una entidad única para compra de vehículos centralizada y financiamiento. A ello deberán agregarse otros compromisos como sistemas de pago modernos y eficaces y como contraparte de los contratos de provisión de la energía eléctrica.

Una operación eléctrica, más costosa en el corto plazo no puede ser resuelta por la política tarifaria que establece que el servicio debe practicar tarifas para su autofinanciamiento. La implementación de la operación de buses eléctricos implica un beneficio social para el conjunto de la sociedad. Reconocer esta condición, y revisar los costos y beneficios globales, debe ser uno de los objetivos más significativos de las intervenciones que debe realizar la autoridad. Se sugiere en este estudio el desarrollo de un plan detonante, con amplio involucramiento de la autoridad tanto en el ámbito financiero como organizacional, que establezca un modelo de negocio sostenible y replicable, el cual los operadores puedan adoptar y mantener de forma continua.

El modelo más simple corresponde a un modelo similar al existente hasta ahora. En este caso se supone un cambio que asume que el operador obtiene una concesión a 15 años (en lugar de los 7 años actuales), lo que le permite acceder a un financiamiento más ventajoso. En estas condiciones adquiere la flota, la opera, y recupera ingresos a través del cobro directo de las tarifas a los viajeros. El operador recibe además fondos públicos que recupera el Estado en pro del transporte público eléctrico, con origen, por ejemplo, en tasas aplicadas al consumo de combustibles fósiles o mediante la venta de los certificados de CO₂ a mercados regulados como el de la Unión Europea, que en algunos de los modelos analizados podrían reducir hasta un 21% del precio unitario del autobús nuevo y hasta un 50% de buses reacondicionados.

Este modelo otorga mayor autonomía al operador pues percibe la totalidad de los ingresos por la operación y se encarga directamente de honrar todos los compromisos financieros y económicos asociados a su operación. Desde el punto de vista regulatorio, este modelo es el único de los analizados que no requiere muchos ni profundos cambios. En rigor, solo se debe realizar la modificación de los plazos de la concesión y esperar que esta condición pueda modificar las condiciones financieras de los préstamos. También se sugiere una revisión de la regulación que permita evaluar seriamente la opción de convertir unidades de diésel en eléctricas (*retrofit*).

A pesar de no exigir muchos cambios, este modelo tiene algunas desventajas. En primer lugar, los volúmenes de inversión y requerimientos de crédito son considerablemente más altos. Los bancos habitualmente solicitan garantías prendarias para préstamos a los transportistas y es posible que el incremento de los valores a operar no pueda ser adecuadamente garantizado por los operadores. Ello se agrava aún más al no existir deudores solidarios o cofinanciadores del material rodante. A ello se agrega el hecho que la gestión de los recursos queda en responsabilidad del operador y un eventual incumplimiento puede implicar el restiro de buses del servicio, lo cual muchas veces en el pasado generó protestas sociales que nadie desea incentivar. En esencia, el rol del regulador es bastante débil para garantizar el funcionamiento del modelo y los riesgos financieros aparecen extremadamente altos.

Un segundo modelo introduce el mecanismo de la fiducia. Los ingresos por tarifas son recuperados a partir de un sistema de billetaje automático, y no se reportan entonces directamente al operador, el que recibe solo validaciones. Existe la figura del recaudador/operador financiero, que administra las tarjetas de pago y distribuye los ingresos a los distintos acreedores, constituyendo un fondo bajo la forma de fideicomiso o fiducia. La fiducia, que se alimenta además de los fondos públicos que aporta el estado, se ocupa de pagar a operadores, al sistema financiero y al consumo de energía contratada.

Este nuevo modelo otorga una mayor garantía al sistema financiero. Su aplicación es relativamente sencilla pues requiere la creación del operador financiero y la figura del fondo fiduciario, lo que implica introducir un nuevo actor en el sistema y objetiviza, a través de la terciarización, las transacciones varias del sistema. Sin embargo, tiene algunas dificultades y desventajas. En primer lugar, no consigue reducir los cuantiosos compromisos financieros del operador en la compra de vehículos más caros. En segundo lugar, exige la incorporación del operador financiero y de la tarjeta de pago como un instrumento que requiere de regulaciones financieras, en especial, al asumir que la tarjeta electrónica consiste en rigor en un sistema de fondeo y de crédito que requiere de una legalización del sistema financiero nacional. Además, encarece, aunque en menor medida, el costo de operación del sistema pues tiene que remunerar también a este nuevo ente y requiere varias reformas legales.

Un tercer modelo reconoce la posibilidad de la existencia de uno o varios proveedores que establecen contratos de servicio con el operador, visados por el estado. En este caso, el sistema fiduciario se encarga además de remunerar a los prestadores de servicio (que pueden ser uno o varios, por ejemplo, de buses y de baterías) de acuerdo con los contratos entre las partes. Se ha agregado además en este caso la participación de apoyo de la banca de desarrollo multilateral. En este caso, el operador no es dueño de los equipos, sino que existe un tercero que se los arrienda a través de una operación de leasing, lo que puede suceder, por ejemplo, tanto con los buses como con eventuales proveedores de las baterías. En general, los proveedores de equipos pueden ser los propios fabricantes u otros actores; se ha visto, por ejemplo, la participación de empresas de energía en este rol, incluso asociados con los fabricantes de vehículos y autobuses. El operador financiero, ya introducido en el modelo anterior, debe ocuparse de recaudar y distribuir los pagos a todos los actores comprometidos en este sistema. Como es una condición necesaria que los contratos entre operadores y proveedores sean previamente visados por la autoridad, las operaciones del operador financiero y la fiducia quedan así legitimadas.

Esta situación aligera fuertemente el compromiso financiero del operador pues reduce su CAPEX al no tener que invertir en los buses (aunque tiene otros compromisos financieros como terminales, instalaciones, talleres, etc.). Por otra parte, ordena la gestión de riesgos, pues si el operador tuviera problemas de algún tipo, una eventual insolvencia no comprometería al material rodante. Por último, entrega un mayor nivel de injerencia a la autoridad concedente, con un rol más activo en la regulación.

En cambio, este modelo tiene como debilidad la mantención del vínculo entre el operador y los proveedores de equipos, ya que estos últimos quedan en última instancia sometidos al accionar del operador, y en caso de cambio de operador deberán nuevamente enfrentarse a negociaciones con el eventual nuevo operador.

En el último modelo se considera que existen concesiones diferentes, la primera, correspondiente al operador de transporte, y otra (u otras) para los proveedores de equipos, en especial, el material rodante y eventualmente las baterías de los buses. El operador financiero también puede ser un actor beneficiado

por una concesión, a menos que el estado cumpla esta función. De esta forma, cada actor tiene y despliega una responsabilidad específica ante la autoridad pública, y la complementariedad de todos conforma el sistema de transporte público urbano. La existencia de diferentes concesiones y contratos permite que el riesgo del sistema quede en mayor medida distribuido y fraccionado, y con ello, la estabilidad del sistema queda más asegurada.

En este caso, la autoridad llama a licitaciones diferentes a cada uno de estos actores. Dado el carácter de cada servicio ofertado, las concesiones pueden variar en sus tiempos de duración. Las concesiones de material rodante deberán ser por 15 años (vida útil de los vehículos), las de los proveedores de batería, de siete años (vida útil), y las concesiones del operador de transporte pueden mantenerse en los siete años, pues no tendría compromiso con la vida útil de los equipos. El operador de buses será el encargado de organizar y ejecutar la operación del sistema, según los parámetros establecidos en su contrato. El proveedor del material rodante deberá poner a disposición del operador los buses establecidos de acuerdo con lo estipulado en su contrato, asegurando además su mantenimiento, lo mismo que hará el proveedor de las baterías. El operador financiero se hará cargo de la remuneración de todos los participantes que sean acreedores del sistema. Esta figura da garantías al modelo en la medida en que los riesgos están más desconcentrados, en que todos los actores tienen compromisos contractuales con la autoridad, asegurando la estabilidad del servicio y una cierta rapidez en la solución de eventuales problemas que pudieran surgir, como la quiebra o la incapacidad de alguno de los participantes.

En San José ya se ha desarrollado una experiencia piloto con la operación de dos buses eléctricos, que ha permitido evaluar los impactos ambientales y las condiciones bajo las cuales es factible económicamente su introducción. Esta valiosa experiencia debe extenderse ahora a la operación más amplia. En este sentido, se propone desarrollar como proyecto piloto un sistema integral, entendido como una ruta servida 100% por buses eléctricos, que permita demostrar en la calidad del servicio, el beneficio para los usuarios y para toda la ciudad. El financiamiento de la inversión deberá ser asumido tanto por operadores privados como por aportes públicos y eventuales aportes de la cooperación internacional y/o la banca multilateral de desarrollo.

El rol del *retrofit*

Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) modelizaron y proyectaron la cantidad de buses que deberían ser eléctricos en el Área Metropolitana de San José (AMSJ), según diferentes escenarios que se plantean en el contexto actual de Costa Rica implementando el proyecto de sectorización¹, que supondría un 20% de reducción o no implementándolo. En todos los casos, se mantuvo la línea base de un crecimiento futuro del 1,3% anual, que es una tasa establecida conforme el comportamiento autorregresivo de las series y su variación promedio. Para la estimación de las series de autobuses eléctricos se utiliza una tasa de recambio igual al 5% bianual del saldo de placas concesionadas de buses diésel (es decir, un 2,5% anual del saldo de buses no sustituidos), tanto para la línea base como para el escenario de sectorización.

Por lo tanto, el recambio de tecnologías se realiza a dicha velocidad, pero las unidades eléctricas que cumplen con su vida útil se asumen que son renovadas por otro autobús eléctrico². De esta manera, la proporción de autobuses eléctricos respecto del total aumenta de manera más acelerada. Dicho supuesto es vital para el rápido avance de la electromovilidad en el país³. En las simulaciones realizadas se evidencia un crecimiento mayor para las series de autobuses eléctricos a partir del 2040, primer año en el que los e-autobuses adquiridos durante el 2025 cumplen con su vida útil y deben ser renovados. Para éste y años posteriores, la cantidad de buses a adquirir por las

¹ La sectorización pretende, entre otros, minimizar la circulación de buses en el AMSJ con un rediseño de pocas rutas troncales largas que se alimentan por rutas ramales que trasladan pasajeros a ciertos nodos a lo largo de la troncal.

² La Ley Nro. 9.518 establece la obligatoriedad de sustituir bianualmente un 5% del saldo de la flota diésel, pero pasados los 15 años, una cierta cantidad de buses eléctricos ya debe ser renovada al cumplir su vida útil. Si los autobuses por renovar a partir del año 15 de implementación de este plan de sustitución de flota incluyen los e-buses que cumplieron su vida útil, se ralentizará el proceso en su conjunto. Por lo tanto, el reemplazo de los e-buses que cumplieron su vida útil no deben ser considerados en el registro de buses con motores de combustión interna que deben ser reemplazados conforme a lo dispuesto en la Ley Nro. 9.518.

³ En Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) se pueden encontrar los resultados sin el supuesto.

concesionarias debe corresponder a los necesarios para cumplir con el porcentaje de sustitución estipulado por la norma legal y también para sustituir los e-autobuses que cumplen su vida útil. Al considerar que la renovación de e-autobuses por otros e-autobuses, se alcanza una proporción de electrificación de casi 70% para el 2055 mientras que el objetivo de 100% de electrificación de la flota se alcanza en 2071. No se cumpliría con las metas del Plan Nacional de Descarbonización, pero se darían pasos importantes en la dirección definida en el mismo.

En la regulación de Costa Rica, tal como se indicó previamente, las concesiones de rutas públicas de transporte a costo autorizado incluyen también un reconocimiento por depreciación y un margen de rentabilidad de la inversión autorizada. Este estudio presenta un estimado de costos asociados a los rubros de depreciación y rentabilidad anuales (15 años) según tecnología (Eléctrico *Retrofit*, Diésel o Eléctrico nuevo) que se incurren desde el primer año de autorizada la unidad; por ejemplo, un costo total de USD 53.000 para las tecnologías convertidas, USD 36.200 para las unidades diésel y USD 85.150 para los eléctricos nuevos importados para el primer año.

En la sumatoria de esos costos anuales, durante los 15 años, se observa que una unidad eléctrica nueva, en este rubro representa más de USD 600.000; mientras que la unidad diésel y convertida representan USD 255.000 y USD 375.400 en ingresos tarifarios, respectivamente. En este ejercicio se ha utilizado un monto elevado de inversión de un bus convertido (USD 250.000) para que en las estimaciones de valor presente neto (financiero y económico) se obtengan resultados bajo escenarios conservadores. En esta metodología de regulación, las tarifas son simples instrumentos de transferencia de los costos (operativos, financieros), depreciación y rentabilidad, a los usuarios. De manera que entre mayor sea el valor del autobús, mayores serán los montos de depreciación y rentabilidad.

Los mayores niveles de inversión de las unidades eléctricas nuevas conllevan a un mayor impacto distributivo sobre los usuarios. Por lo tanto, a pesar de ser necesarias las inversiones para la electrificación del transporte público, debe llevarse a cabo de manera que afecte lo menos posible (por ejemplo, no subiendo tarifas al usuario sustancialmente) a los usuarios del servicio y principalmente aquellos de estratos de ingresos relativamente inferiores. Los usuarios de autobuses en rutas de transporte concesionadas se ubican mayoritariamente en los últimos deciles de ingreso. Así, la conversión minimiza ese impacto en tarifas de e-buses debido a sus menores costos operativos (ahorro por eliminación de uso de hidrocarburos e insumos asociados) y, a la vez, logra objetivos ambientales y de reactivación.

El valor presente neto económico de los costos es menor para la modalidad de conversión. La internalización de emisiones y contaminantes que presentan efectos nocivos tanto ambientales como a la salud pública y los ahorros económicos obtenidos por las tecnologías limpias mejoran sus indicadores. Si se consideran los beneficios económicos obtenidos por las unidades convertidas, las ventajas en rentabilidad económica son mayores en comparación a las valoraciones financieras.

Por lo tanto, al considerar los costos y externalidades asociadas al uso de combustibles, así como realizar la evaluación a precios sociales (corrección por otras distorsiones en los mercados) sugieren a las tecnologías de autobuses convertidos (de diésel a eléctricos) como la opción económicamente más rentable que sus contrapartes eléctricas nuevas y tecnologías diésel.

La conversión de e-buses (*retrofit*) ofrece elevados cobeneficios potenciales en sectores como seguros, sector financiero, reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y encadenamientos en el resto de la economía. También, se reduce progresivamente la fuga de divisas por la importación de autobuses y combustibles fósiles y la importación de autobuses, a la vez que se genera desarrollo tecnológico endógeno y los pasajeros se ven beneficiados al pagar menores tarifas. Para garantizar la conversión de e-buses en el país es necesario la coordinación de políticas y normativa en favor de la consolidación de un clúster para la conversión y el desarrollo de instrumentos en el sector financiero que permitan la dinamización de las inversiones necesarias en los diferentes componentes de es clúster.

Como parte de los procesos necesarios ya iniciados pero que deben fortalecerse, está la consolidación de la norma técnica para la conversión y electrificación del transporte público en rutas de autobuses concesionados, que permita la operación y revisión regular de estas unidades. Esa norma técnica para

transporte convertido ya está operando en Costa Rica y ha sido canalizada como norma a través del decreto e INTECO, el Ministerio de Economía (MEIC) y el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), con la participación del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA). Estos también incluirían los procesos de certificación y la capacitación de talleres. Además, se necesitaría que el sistema financiero provea el financiamiento a las empresas concesionarias de rutas de transporte público para que puedan acceder a préstamos, respaldados por el cumplimiento de la norma técnica y el otorgamiento de las concesiones. Por lo que se requiere que los principales bancos comerciales, así como la banca para el desarrollo provean de modelos de financiamiento a favor del desarrollo de *retrofit*.

La conversión de vehículos diésel a eléctricos ofrece una relevante oportunidad para mejorar la capacidad de adaptación de las economías de la región ante los importantes desafíos del cambio climático y las variantes condiciones geopolíticas, en particular en países con posibilidad de generación eléctrica renovable. La conversión local de e-buses (*retrofit*), en lugar de importar e-buses, mejora encadenamientos con diferentes sectores de la economía, fomenta empleo e incrementa la formación bruta de capital local. Varios países de la región han iniciado con manufactura de e-buses como México, Chile, Brasil, entre otros, iniciando proyectos de clústeres productivos de conversiones (*retrofit*). Costa Rica tiene condiciones para iniciar este tipo de proyectos y proveer a la subregión.

Los resultados del análisis beneficio costo financiero y económico evidencian que el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) en la opción de conversión presentan los resultados más favorables respecto a las alternativas (importación de buses eléctricos nuevos, diésel o convertidos importados). La cantidad de escenarios y diferentes estimaciones con múltiples valores (para el caso de la conversión, iniciando desde cien mil dólares por unidad y hasta cifras de los doscientos mil dólares) evidencian a la alternativa de conversión como la que muestra los mejores indicadores.

En síntesis, el país evidencia un elevado potencial para la integración del clúster e-conversión, y el desarrollo de formación bruta de capital endógeno, y mejorar su productividad; además que dispone de las instituciones capaces de instaurar los instrumentos de internalización para el desarrollo de pagos por servicios ambientales de nueva generación dirigidos en esta ocasión al sector convertidor. Para lo anterior, es necesario dar espacio para el ejercicio de política económica pública y en particular profundizar en diferentes tareas en el sector financiero, ya que los resultados encontrados señalan que la viabilidad financiera y económica es altamente sensible a la tasa de descuento. Por lo anterior, se requerirá también a futuro cercano catalizar el potencial del clúster nacional de conversión y extenderlo a otros tipos de transportes públicos, como el taxi u otras opciones públicas o privadas como busetas escolares, servicios de buses hacia y desde zonas francas o institucionales, camiones y transporte marítimo/lacustre/fluvial de corta distancia; para eficientizar los procesos y maximizar los beneficios. Costa Rica, definitivamente tiene el potencial para lograrlo.

El rol del mercado de carbono

La meta climática expuesta por Costa Rica en su Plan Nacional de Descarbonización es alta (MINAE, 2019). En materia de transporte público se propuso sustituir el 30% de la flota de autobuses por buses eléctricos para el 2030 y el 85% para el 2050. Cumplir esa meta con recursos propios no es viable y mucho menos, hacerlo solamente vía tarifas o fondos locales.

El cambio hacia una movilidad sostenible es una condición necesaria para avanzar hacia sociedades y economías bajas en carbono. No obstante, el financiamiento de sistemas modernos y eficientes socialmente son un desafío para las administraciones nacionales y locales. La electromovilidad es sin duda una alternativa deseable, con ventajas y co-beneficios ambientales y sociales importantes. El Acuerdo de París (UN, 2015), a través del Artículo 6, abre la posibilidad de lograr reducciones de emisiones partir de la cooperación entre países, de los enfoques cooperativos y de enfoques no relacionados

con el mercado para cumplir con los compromisos de las NDC. En este contexto, para cumplir con su compromiso de emitir un máximo neto de 9,1 MtCO₂e en el año 2030 Costa Rica tiene la posibilidad de aprovechar opciones de cooperación con otros países e incluso atraer recursos frescos provenientes de los incipientes mercados de carbono.

De esta manera, y con la mirada puesta en poder implementar medidas que le permitan a Costa Rica lograr el cambio en el sistema de transporte público, las emisiones evitadas (o reducidas) asociadas a un sistema de transporte público eléctrico (en comparación con las emisiones que se generarían con el sistema de transporte convencional basado en combustibles fósiles), pueden ser parte de las fuentes de financiamiento para implementar la electromovilidad en Costa Rica. Una de las metas del Plan de Descarbonización de Costa Rica (MINAE, 2019) es mover el transporte de alto consumo de combustibles fósiles a transporte eléctrico. Ello abre también una oportunidad para el cumplimiento de las metas climáticas nacionales ya que el 42% (Chacón Araya et al., 2014) de las emisiones de Costa Rica provienen del subsector transporte, por lo que un cambio en el transporte público reduciría las emisiones significativamente. Financiar este cambio en el sistema de transporte solamente a través de las tarifas resulta altamente costoso por lo que la participación en el mercado de carbono para negociar la reducción de emisiones es una opción para afrontar el gasto del cambio.

En el 2012 Costa Rica diseñó su mercado de carbono, un mercado voluntario (MDVCCR), con el objetivo de apoyar al país a alcanzar la carbono neutralidad a la que se comprometió lograrla para el 2021, año del Bicentenario de la Independencia. Sin embargo, a la fecha, los precios en los mercados voluntarios están muy bajos y el mercado doméstico de carbono de Costa Rica es muy pequeño y opera intermitentemente.

Es posible medir el potencial de reducción de emisiones de CO₂ en Costa Rica a partir del desarrollo de la electromovilidad en el sector transporte público, considerando distintos escenarios de penetración de la electromovilidad: i) sustitución del 100% de la flota (escenario optimista), ii) sustitución del 50% (escenario pesimista) y iii) dos escenarios basados en el Plan Nacional de Descarbonización que establece que para el año 2035 un 30% de la flota será eléctrica y que para el año 2050 el 85%.

El Gobierno de Costa Rica puede establecer un mercado voluntario de carbono doméstico o internacional, cuenta con todas las capacidades, la legislación necesaria y suficiente, tiene experiencia de más de 25 años con la operación de FONAFIFO para certificados de CO₂ del sector forestal. Para poner en marcha este mercado se debe elaborar, revisar, mejorar o fortalecer toda la normativa e instrumentos que tenga a su disposición cumplir con las recomendaciones brindadas en "Mercados Voluntarios de Carbono de Alta Integridad en el Sur Global: opciones para Formuladores de Políticas en América Latina y el Caribe" (CAF, 2023a), como, por ejemplo, sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV).

No obstante, se deben tomar en cuenta algunos requerimientos institucionales, considerando además la relación con la Unión Europea como posible destino de algunas de las transacciones internacionales de CO₂. Considerando las discusiones que se tuvieron en la Conferencia de las Partes n° 28 (COP28), Costa Rica debe plantearse al menos las siguientes consideraciones para poner en marcha el mercado:

- i) Revisar el Decreto No. 37926-MINAE que regula el Mercado Doméstico de Carbono que fue oficializado y firmado el 10 de setiembre del año 2013 y actualizarlo al tenor de las nuevas consideraciones. 12 años han pasado desde que se emitió el Decreto y convendría ponerlo al día.
- ii) Tomar en cuenta las recomendaciones emitidas por la CAF (CAF, 2023c), el Consejo de Integridad para el Mercado Voluntario de Carbono (IC-VCM, por sus siglas en inglés) y la Iniciativa de Integridad de los Mercados Voluntarios (VCMI, por sus siglas en inglés), que en resumen son las siguientes: adicionalidad, información de la actividad de mitigación, evitar la doble contabilidad, permanencia, gobernanza del programa, registro, robusta validación y verificación por terceros independientes, cuantificación robusta de reducciones y remociones, impacto neto positivo al desarrollo sostenible y salvaguardas y transición hacia cero emisiones neta.

- iii) Uno de los aspectos más importantes que se tendrá que valorar es cambiar el nombre de Unidades Costarricenses de Compensación (UCC) por otro más universal y de común aceptación en los mercados como Certificados de Reducción de Emisiones y utilizar el acrónimo conocido en inglés: CER (*Certified Emission Reduction*).
- iv) Dado que Costa Rica es una economía muy pequeña, en las actualizaciones que se realicen se deberá permitir la venta de las UCC a personas físicas o jurídicas no domiciliadas en el país, y prepararse para la eventual operación de mercados regionales y global de certificados de CO₂.
- v) En la actualización que se haga de los términos del mercado es de considerar que se realice un convenio con algunos mercados que operan en la actualidad, como por ejemplo el de la Unión Europea, el del Estado de California, China, Corea, entre otros.
- vi) Acordar con INTECO que sea el que administra, gestiona y opera el Comité de Metodologías, que ya cuenta con normas apropiadas para demostrar la carbono neutralidad.
- vii) Acordar con entidades especializadas tales como la Bolsa Nacional de Valores (BNV)⁴ o con la Bolsa de Comercio⁵ (Bolcomer) para que se hagan las transacciones ahí y se lleven los debidos registros de conformidad con los criterios del Banco Central de Costa Rica (BCCR) y del Consejo Nacional de Supervisión de Sistema Financiero (CONASSIF).

Los certificados de reducción de emisiones o unidades de compensación costarricenses que el paso de buses que queman combustible fósil a eléctricos (switch fuel) producirían, dependiendo del escenario que se adopte, son muchas para el mercado local, pero pocas para los mercados internacionales, por lo que para que “coadyuven” al financiamiento del switch fuel necesariamente se requiere que se puedan vender en el exterior.

Una transformación del transporte de esta magnitud requiere una tasa concesional que se puede considerar es la que sea sustancialmente menor a la más baja disponible en el mercado costarricense, por ejemplo, a menos del 1,5% para que al mezclarse con tasa locales el interés sea verdaderamente atractivo e incitador al cambio para los interesados con Estados Unidos, Alemania y China. O de forma multinacional como lo ha hecho con el Banco Mundial, el Banco Interamericano, y el Banco Centroamericano. China compró bonos a Costa Rica en el 2007 de la deuda negociada por US\$ 300 millones a una tasa del 2% con un plazo de 12 años⁶.

El Acuerdo de París (UN, 2015) creó el Green Climate Fund (GCF) para apoyar a los países a mitigar emisiones y a adaptarse al cambio climático, y para un tema como el de la electromovilidad se podrían obtener fondos del GCF para promover la transición y dar cumplimiento a las NDC propuestas por Costa Rica. A Costa Rica le fue aprobado un préstamo por el GCF, a tasas verdaderamente concesionales: US\$250 millones a 40 años, con 10 años de gracia, a tasa 0 y una donación de US\$21,3 millones. El préstamo finalmente no se hizo efectivo al no ser autorizado por la Asamblea Legislativa de Costa Rica por considerar que había otros proyectos de mayor prioridad. El GCF es una verdadera opción para financiar la transición de Costa Rica hacia un transporte como el previsto en su NDC: 80% eléctrico al 2050.

En resumen, por la vía del Green Climate Fund se pueden lograr tasas concesionales para proyectos de gran escala que rondan entre el 1 y el 1,5% ya que podrían financiar hasta el 70% del cambio de la flota de autobuses, lo que permitiría al cliente final tener tasas cercanas al 7% y si el Estado, por medio de alguna de las de las instituciones envueltas en el tema de la energía, asume el préstamo, podrían llegar al cliente final en cerca del 3%. Si Costa Rica logra firmar un acuerdo con el Mercado Europeo de Carbono podría llegar por la vía de la venta de Certificados de Reducción de Emisiones para la zona urbana hasta

⁴ Ya el Decreto de creación del Mercado establece a la BNV como su plataforma, pero eventualmente se podría valorar si para el tipo de mercado es más ágil la Bolsa de Comercio.

⁵ Aquí se hace transacciones de commodities, se hacen transacciones de activos no financieros como productos avícolas, metales, materias primas y otros.

⁶ Fue parte de una transacción entre gobiernos: Administración Estatal de Reservas en el Extranjero de China y el Ministerio de Hacienda de China.

el 21% de buses nuevos o hasta el 50% de buses reacondicionados (*retrofit*) y para servicios privados, como el dedicado a las zonas francas entre el 13% para buses nuevos y el 31% para *retrofit*, con un precio de cada unidad de CER a US\$87,63 por tCO₂.

Aspectos macroeconómicos

Debe destacarse, desde el inicio, que los ingresos por el impuesto a los combustibles son significativos en el Presupuesto Nacional. Por lo tanto, el avance hacia la electromovilidad podría impactar negativamente los ingresos fiscales y, consecuentemente, en caso de tener un impacto importante, se afectarían los fondos disponibles para el financiamiento de programas valiosos que están financiados por un destino específico de dicho impuesto, por ejemplo los incentivos dirigidos a la recuperación de la cobertura forestal vigentes desde 1996. En general, otros efectos macroeconómicos, tales como sobre la balanza de pagos, el empleo y el dinamismo económico es de esperar que sean positivos. Precisamente en atención a los efectos contaminantes de los motores de combustión interna, la Asamblea Legislativa aprobó la Ley No. 9518 de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico que dispone la exoneración del 50% del tributo sobre el valor aduanero, el 75% del impuesto selectivo de consumo y hasta el 100% del impuesto general sobre las ventas. La respuesta de los consumidores ha sido fuerte, la venta de vehículos eléctricos va en aumento. Sin embargo, es también evidente que ha beneficiado principalmente a un sector que adquiere vehículos de alto valor y en menor escala a flotas de camiones de carga y unos pocos autobuses y taxis.

Por lo tanto, desde el punto de vista macroeconómico, el principal desafío para la iniciativa de electromovilidad podrían ser sus consecuencias fiscales, que se analizan en detalle en el presente documento. De aquí que el esfuerzo principal de cuantificación y discusión de medidas alternativas sería sobre los efectos fiscales, aunque, desde luego se cuantifican los efectos sobre la balanza de pagos y otras consecuencias macroeconómicas. Por lo tanto, este abordaje se concentra en la evaluación de los costos y beneficios macroeconómicos de la electromovilidad en el transporte de pasajeros y una propuesta metodológica para evaluar los costos y beneficios macroeconómicos de la iniciativa global de electromovilidad.

Los impuestos a los combustibles financian, como destino específico, programas importantes: un 29% al mantenimiento, reparación y construcción de obras viales; 3,5% al Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para el pago de servicios ambientales, el cual ha sido estratégico en la recuperación de la cobertura boscosa de Costa Rica; el 0,1% al pago de beneficios ambientales por medio del Ministerio de Agricultura (MAG); 1,0% a la Universidad de Costa Rica (UCR) para garantizar la eficiencia en la reconstrucción y mantenimiento óptimo de la red vial; y un 66,4% no tiene destino específico asignado por ley. De esta manera, el avance significativo en la transición hacia la electromovilidad podría tener consecuencias fiscales que minarían los ingresos públicos, ya que el impuesto único a los combustibles representó el 9,1% de los ingresos tributarios a mayo de 2023. De estos, el 3,6% se destina al pago de servicios y beneficios ambientales. En general, para descarbonizar Costa Rica, es indispensable disminuir el peso que este rubro tiene en los ingresos fiscales.

La demanda de barriles importados para 2025, 2028 y 2030, si se siguen las tendencias actuales, sería de 22 millones, 23,4 millones, 24,7 millones respectivamente, mientras que para 2033 ascenderá a 25,5 millones. Los ingresos totales por concepto de impuestos de venta de combustible como participación relativa del PIB, sin contemplar la iniciativa de movilidad, significan entre un 1,3% y un 2% del PIB.

La iniciativa de tener operando 264 buses en 2025 y llegar hasta los 808 en 2033 tendría un impacto muy leve en la reducción de consumo de diésel a nivel de importaciones, ventas e impuestos recaudados. Para 2025, dicha cifra sería de un ahorro de apenas 0,47% del total de barriles de diésel consumidos en el país y de 0,17% para el total de barriles de combustible. Para 2028 y 2030 dichos valores subirían a 0,67% y 0,24% y 0,86% y 0,31% respectivamente. En 2033, los ahorros de combustible alcanzarían el 1,26% del total del consumo de diésel proyectado y de 0,45% para el total del consumo de combustibles proyectado.

La reducción en el nivel de ingresos por concepto de impuestos sería de apenas un 0,12% del total de ingresos por impuestos proyectado al 2025, en 2028 y 2030 dichos valores serían de 0,17% y 0,21%. Para 2033 alcanzaría el 0,26% de los ingresos por impuestos para 2033. Si se mantiene la proporción de autobuses regulados por la ARESEP, con respecto a aquellos no regulados, de aproximadamente 50% cada subsector, la implementación de la iniciativa solo para el sector regulado se traduciría en una disminución del 0,06% de la recaudación fiscal por el impuesto único a los combustibles.

En lo que concierne a la balanza comercial, tomando en cuenta el precio de importación moderado, el ahorro por concepto de importaciones sería, en 2025, de 0,18% del saldo de la balanza comercial proyectada, para 2028 y 2030 alcanzaría los valores de 0,26% y 0,40% y para 2033 llegaría a ser de 0,586%. Por lo tanto, si bien el efecto es positivo, su magnitud es relativamente pequeña.

En lo que concierne a la adquisición de la flota de buses eléctricos y su correspondiente gasto por pago de intereses (suponiendo que se adquieren a través de un préstamo) se proyecta que para 2025 los costos, en un escenario que incluye la tasa de interés más alta y la tecnología más costosa, representarían un 0,01% del PIB, para 2028 los pagos totales alcanzarían una cifra de 0,027%, para 2030 de un 0,042% y en 2033 dicho monto se fijaría en 0,073%.

Con respecto a la importancia relativa de los pagos anuales por concepto de los buses eléctricos en la balanza comercial, estos llegarían a ser de 0,39% del saldo en 2025, 1,41% en 2028, 2,1% en 2030 y 3,47% en 2033. La implementación de la estrategia de reconversión de buses de diésel a eléctricos sería sustancialmente más ahorrativa que la adquisición de buses eléctricos nuevos y de menor impacto sobre la balanza de pagos.

En síntesis, se encontró que los efectos macroeconómicos de la implementación de la iniciativa de electromovilidad para el transporte de personas son muy moderados, especialmente si se considera solo uno de sus subsectores (ya sea el regulado o el no regulado). Los resultados muestran que la implementación de la iniciativa produciría una reducción de los ingresos tributarios por el impuesto único a los combustibles dejado de percibir de hasta 0,12 p.p., 0,17 p.p., 0,2 p.p. y 0,29 p.p. en términos del PIB para los años 2025, 2028, 2030 y 2033 como total de los ingresos recaudados por venta de combustible. También se observaría un impacto positivo en el saldo de la balanza comercial de 0,38% en 2033 por el diésel que se dejaría de importar, que compensaría la importación de los autobuses eléctricos o sus componentes para la reconversión.

Respecto al empleo, para el caso de la regresión efectuada entre el total del PIB y el total del empleo, indica que un incremento en la importancia relativa de la producción del sector electricidad equivalente a 1,00 p.p se traduciría en un incremento de 0,65 p.p en el nivel de empleo total.

Aplicando dicho coeficiente a junio de 2023, se tiene que un incremento de 1 p.p. en la producción del sector eléctrico en el PIB, se traduciría en un incremento de la producción del sector eléctrico en el PIB se traduciría en un incremento de 0,93 p.p. de dicho sector en el total del empleo a 1,57 p.p. (cambio de 0,65). Aplicando dicho coeficiente a la serie de empleo se tiene que ello significaría la creación de 13.772 nuevos puestos de trabajo. De tal modo, que se puede concluir que el impacto sobre el empleo en el sector eléctrico de la iniciativa de electromovilidad del transporte de personas sería positivo, pero de una cuantía baja.

Uno de los efectos más importantes sobre la calidad de vida de los habitantes producto de la implementación de flotillas eléctricas de buses es el aumento en la calidad del aire debido a la disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta es una externalidad positiva claramente no incorporada en las evaluaciones financieras de la iniciativa. Se estima que los costos en salud ahorrados producto de cada bus implementado para el caso de Costa Rica serían de US\$43.287.

Una participación de Costa Rica en los mercados regulados del carbono para transar los créditos de carbono por tecnología (sustitución de buses de combustión interna por eléctricos) podría ser un mecanismo que permita internalizar una de las externalidades y contribuir, de esta manera, a la rentabilidad financiera de la iniciativa. Tanto la iniciativa de electromovilidad para el transporte de personas como, en general, la

ruta hacia la neutralidad del carbono, pasan por la electromovilidad para atacar la principal fuente de CO₂ del país. Por lo tanto, desde el punto de vista fiscal, el avance hacia la electromovilidad podría plantear un desafío de sustitución de recursos tributarios para financiar programas importantes. Por esta razón también debe desarrollarse una estrategia conducente a la participación de Costa Rica en los mercados regulados de créditos de carbono, y no sólo en los voluntarios como ha sido tradicional desde 1997.

El suministro de energía eléctrica

En América Latina y el Caribe (ALC), el transporte consume el 37% de la oferta total de energía y esta es casi en su totalidad de origen fósil. Por este motivo, con el fin de reducir la emisión de GEI, se han hecho importantes esfuerzos en promover la transición energética hacia energías renovables y adoptar fuentes de energías limpias para el sector del transporte. Una de estas medidas ha sido el uso paulatino de vehículos o buses eléctricos para el transporte público de pasajeros. La información de las terminales de buses y las estadísticas del recorrido actual de cada ruta fue provista por el MOPT donde se cuenta con un total de 14.791 buses con 240 ramales y un promedio de 62 buses por ruta.

La capacidad instalada para Costa Rica, de las diversas fuentes de energía para la matriz eléctrica actual es hidroeléctrica (68,12%), eólica (11,21%), termoeléctrica (10,94%), geotérmica (2,04%), biomasa (2,04%) y solar (0,16%) conformando un total de 3482 MW. De la capacidad instalada, el ICE dispone de un 68% de plantas propias y de un 18% de plantas contratadas a generadores privados independientes. Las empresas distribuidoras operan plantas que alcanzan el 14% de la capacidad instalada. El uso de la generación térmica ha sido baja e intermitente históricamente debido a períodos de sequías, introducción de nuevas tecnologías como eólica y geotérmica, entre otros. El cambio climático ha aumentado el riesgo de depender de la hidroelectricidad como fuente primordial. Por ejemplo, para el verano del 2024 se anunció un posible racionamiento para el mes de mayo, que finalmente no se implementó por la llegada de la temporada de lluvias, incorporación de más plantas térmicas alquiladas e importación de energía de otros países de la región. No obstante, el país tomó nota que no hay un exceso de energía disponible para sectores nuevos como el transporte.

La demanda mensual varía entre los 915 GWh y los 1.500 GWh para los meses del año 2022 hasta septiembre 2023, teniendo un crecimiento acumulado de un 3,12%. La potencia máxima demandada suele estar en el rango de los 1.790 MW (enero) a 1870 MW (mayo)⁷. El crecimiento de la demanda desde 1990 a 2006 fue de un promedio anual de 5,5%, mientras que en los últimos 15 años el crecimiento se desaceleró (debido a la recesión mundial y la pandemia del COVID-19). Además de estos factores, se encuentran los cambios en patrones de consumo, incentivos de eficiencia energética impulsados por los gobiernos y cambios en la matriz de producción del país. En el año 2021, la demanda recuperó su crecimiento llegando a un 4,6% con respecto al año anterior.

La demanda eléctrica de los buses para transporte público considera el uso de una batería tipo de 250 kWh y un rendimiento (tasa de consumo) promedio de 1,8 kWh/km considerando el consumo energético de buses que cuentan con aire acondicionado con un 100% de carga de pasajeros (condición de mayor consumo). La capacidad del cargador de cada bus se considera de 75 kW. Además, se considera una estrategia de carga preferentemente nocturna de los buses, con el fin de reducir el estrés sobre la red eléctrica en los horarios de mayor demanda. Los resultados muestran que la adopción masiva de buses eléctricos para transporte público produce un aumento de la demanda eléctrica a niveles incluso por sobre el 50% de la demanda máxima del país (para 2023). Por tal motivo, incluso en los escenarios demenor penetración de buses eléctricos, es necesario contar con una planificación y expansión de la red que considere los distintos escenarios y que estudie los posibles efectos de la recarga de buses eléctricos en distintos puntos de la red.

⁷ Datos históricos y en tiempo real en Apps Grupo ICE.

El Plan de Expansión de la Transmisión estimado por el ICE considera un total de inversiones de 222 millones de dólares, por lo que las inversiones estimadas para habilitar la infraestructura eléctrica de la provincia de San José para permitir los escenarios de electromovilidad considerados requerirían un aumento adicional de un 12,66% de la inversión planteada en el Plan de Expansión de la Transmisión para el escenario del Plan de descarbonización. Para los escenarios pesimista y optimista, se requeriría un aumento de un 9,19% y un 12,25% del costo total de las inversiones planteadas por el ICE.

Las principales congestiones se presentan en la zona de Lindora-La Caja, Sabanilla y Colima (menor proporción). En particular, la capacidad de las subestaciones para permitir el transporte de energía limita la capacidad del sistema de abastecer la demanda de electromovilidad.

Para cumplir con los objetivos de integración de electromovilidad planteados por el escenario pesimista, para el año 2030 se requeriría una inversión anual promedio de un 0,21% del Producto Interno Bruto (PIB) de Costa Rica (desde 2025 hasta 2030). Por otra parte, para cumplir con los objetivos del año 2050 se requerirían inversiones anuales promedio de un 0,23% del PIB (desde 2025 a 2050). Respecto a cada componente de costo, para el año 2030, este escenario considera una inversión necesaria 717 millones de dólares de los cuales un 46% corresponde a los costos de generación y un 52% a los costos de los buses eléctricos. Para el año 2050, la inversión total requerida es de 2.490 millones de dólares, de los cuales un 25% corresponde a inversión en generación y un 74% a inversión en buses eléctricos. Esto quiere decir que ambas componentes de costos deben ser atendidas en forma progresiva y planificada, por ejemplo, a través de la planificación del sistema eléctrico en el caso de la generación para atender la nueva demanda de electromovilidad. En el caso de los buses eléctricos, se podrían incorporar desde los gobiernos, programas como subsidios o esquemas tarifarios para electrificar los buses en forma paulatina.

En el caso del escenario planteado por el Plan de Descarbonización, para alcanzar los objetivos de integración de la electromovilidad establecidos para el año 2030, sería necesario invertir el 0,45% del PIB de Costa Rica anualmente. Asimismo, para el año 2050, se necesitarán inversiones anuales equivalentes al 0,23% del PIB. Para el año 2030 la inversión total es de 1.568 millones de dólares. De esta cantidad, la inversión en generación para abastecer la demanda de electromovilidad representa un 28% mientras que la inversión en buses eléctricos representa un 71% de la inversión total. Para el año 2050, estas inversiones representan un 21% y un 78% respectivamente. Esto indica que el plan de descarbonización que integra un mayor porcentaje de electromovilidad en el sistema requiere de una inversión mayoritariamente de generación y buses eléctricos. Una posible forma de disminuir el requerimiento de inversiones en generación podría ser considerando una localización óptima de estaciones de recarga de buses eléctricos en sitios de mayor capacidad de transmisión y generación que estén lo suficientemente cerca de los consumos, es decir, cerca de los recorridos de cada bus o, de forma alternativa, una planificación del sistema eléctrico que considere una localización estratégica de recursos de forma de disminuir las inversiones en generación.

En el escenario de mayor integración de electromovilidad considerado (escenario optimista) las inversiones anuales requeridas representan un 0,70% del PIB de Costa Rica para lograr los objetivos planteados a 2030 y de un 0,27% del PIB para lograr los objetivos de este escenario a 2050. De forma similar al caso anterior, las mayores inversiones se enfocan en generación y buses eléctricos. Las estrategias pueden considerar ubicación óptima de terminales de recarga de buses y vehículos eléctricos, incentivos para el desplazamiento de la demanda en horarios de menor costo, sistemas inteligentes de recarga y servicios de red, entre otros.

De la anterior información se puede concluir que es absolutamente necesario considerar al momento de construir un proyecto institucional, técnico, legal y financiero concreto para un corredor BRT, que opere con una flota eléctrica, incluir el componente de impacto y necesidades en la red eléctrica, así como la asignación del actor a cargo de la inversión. Esto no solo porque el Plan de Descarbonización que integra un mayor porcentaje de electromovilidad en el sistema requiere de una inversión mayoritariamente de generación y buses eléctricos, sino porque una forma de disminuir las inversiones necesarias es considerando una localización óptima de estaciones de recarga de buses de transporte público por medio

de una planificación estratégica de la expansión del sistema eléctrico de acuerdo con las necesidades operativas del sistema de transporte, reduciendo el impacto que estas inversiones tienen en la tarifas de los usuarios finales del transporte público colectivo.

Barreras y soluciones legales

También se considera en este documento un especial énfasis en la identificación de barreras legales para el avance de la electromovilidad en Costa Rica y las propuestas de instrumentos legales para su superación. La supervisión, regulación y control del servicio público de transporte remunerado en la modalidad de autobuses recae en el MOPT, a través del CTP, que se encarga de otorgar y gestionar concesiones. Muchas de estas funciones se dan en colaboración con la ARESEP. La coordinación y armonización de las competencias entre estas dos entidades son esenciales para alinear sus esfuerzos hacia la electrificación del transporte.

En lo que respecta a las competencias y facultades de estas dos entidades, el reto más relevante está relacionado con las revisiones técnicas. La Ley Reguladora del Transporte Remunerado en Taxi, establece está dentro de las competencias del CTP. No obstante, la Ley constitutiva de la ARESEP plantea una superposición en las competencias. Un reto fundamental radica en reformular, adaptar y modernizar los procedimientos internos de control de calidad y eficiencia del servicio público y de los equipos utilizados para proporcionar el servicio. Esto implica la inclusión de aspectos relacionados con la transición hacia unidades eléctricas y la preservación de su calidad en los reglamentos técnicos, protocolos, manuales, guías y otros recursos utilizados por ambas entidades. Sin embargo, el desafío más urgente en este sentido no es solo la formulación y adaptación en estos mecanismos de control de calidad, sino la coordinación efectiva entre ambas autoridades y la armonización de sus disposiciones normativas. La falta de coordinación podría resultar en contradicciones que se constituyan en una barrera y afecten la seguridad jurídica de los inversionistas.

Un aspecto relevante a considerar se relaciona con el término de la concesión. Según el artículo 21 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, el plazo de la concesión será de un máximo de siete años, aunque es posible su renovación. Si bien el término de la concesión debería ser determinado teniendo en cuenta el monto inicial de inversión y el tiempo necesario para obtener una retribución justa que supere dicha inversión, esa no es la regla aplicable a estos contratos. Es crucial considerar, especialmente en el contexto de la electromovilidad, la readecuación del plazo máximo de 7 años para cubrir el CAPEX.

Por otro lado, la ausencia de una disposición normativa que establezca los incumplimientos de las directrices del Plan Nacional Eléctrico, los objetivos de transición hacia la electromovilidad y los compromisos estipulados en el contrato podría dar lugar a un vacío legal que representaría una barrera que podría obstaculizar el logro de las metas previstas. Incluso, si no se considera necesario abordar este vacío mediante una norma, es una barrera infralegal que los contratos estándar en esta área no especifiquen de manera clara que el incumplimiento de dicho compromiso será motivo de consideración en caso de una eventual revocación de la concesión a través de un proceso administrativo.

Uno de los retos esenciales radica en diferenciar la vida útil máxima de los buses eléctricos atendiendo a su tecnología, dado que existen menos partes móviles y menos fatiga en partes críticas al no tener motor fósil. Sin embargo, como ha sido palpable, el artículo 46 bis de la Ley 7600 imposibilita tal diferenciación. El artículo 46 bis de la Ley 7600 resulta inconveniente para el caso de los autobuses eléctricos, a los cuales se les ha demostrado que la vida útil es mucho mayor a la que actualmente posee uno de combustible (15 años). El tiempo de vida establecido normativamente viene a ser un reto por enfrentar en el caso de la electromovilidad, debiendo ampliarse para dicho caso particular; no contemplar estas particularidades podría generar una afectación económica para aquellos prestadores del servicio público de transporte con vehículos eléctricos, ya que la inversión inicial que se realice no necesariamente se recuperaría en solo 15 años.

Asimismo, con respecto a la conversión de buses de combustión que actualmente operan rutas regulares hacia buses eléctricos (*retrofit*), el artículo 46 bis de la Ley 7600 resulta un obstáculo legal. Ello por cuanto la reconversión no podría interrumpir el plazo de 15 años como límite para la circulación de dichos autobuses.

Con respecto a los servicios especiales de transporte automotor remunerado de persona, la ley le encomienda al CTP la competencia exclusiva de otorgar los permisos y establece sus 2 categorías, mientras que el Reglamento para la Explotación de Servicios Especiales de Transporte Automotor Remunerado, en el artículo 1 establece un plazo de duración de dos años. Si bien son plazos establecidos para todos los autobuses independientemente de sus cualidades, estos vienen a generar una afectación mayor para el caso de prestadores que empleen autobuses eléctricos, ya que no resulta rentable su adquisición para prestar este tipo de servicio especial, al tener que incurrir en costos de adquisición elevados para plazos de permisos tan cortos, los cuales se fijarán independientemente de las cualidades que posea o no el vehículo automotor.

En la fórmula diseñada para solicitar el permiso se evidencia una omisión en indicar si el vehículo es eléctrico o no (por los potenciales beneficios que dicha cualidad puede brindar no solo al medio ambiente sino en la calidad del servicio). Esto genera un desincentivo porque se puede desprender que la razón de no contemplarlo dentro de los elementos es porque resulta irrelevante para el CTP si se cuenta con dicha cualidad o no, cuando en realidad viene a ser esencial por los efectos positivos que brinda en la calidad del servicio y al medio ambiente.

Los costos de adquisición de autobuses eléctricos son mayores a los costos asociados a la adquisición de combustión, de modo que en la imposición tarifaria debe establecerse a nivel normativo una prevalencia del criterio de sostenibilidad ambiental sobre el costo del servicio. Con la actual normativa, al existir un costo más elevado en la obtención de los autobuses eléctricos, ya que no solo se requiere la compra o readecuación de autobuses de combustible fósil a eléctrico sino también la adquisición de los cargadores, se generará consecuentemente una imposición tarifaria mayor en detrimento de los usuarios del servicio y de los ingresos del prestador del servicio, lo cual en lugar de incentivar la compra de vehículos eléctricos, generará un desincentivo para la transición.

Para una adecuada transición hacia el transporte público eléctrico en modalidad autobús, es necesario también que existan tarifas eléctricas reducidas que permitan una reducción en los costos. La tarifa promocional (T-BE) utilizada en el plan piloto de buses eléctricos en la Gran Área Metropolitana (GAM), resulta más costosa, en comparación con TMT en horario nocturno. No obstante, existe una clara barrera de orden infralegal. De acuerdo con el Plan Intersectorial, para poder beneficiarse de la tarifa TMT-b es necesario un consumo mínimo mensual de potencia máxima mayor o igual a 2.000 kW; un consumo de energía mayor o igual a 1.000.000 kWh/mes; y la empresa suscriptora debe cumplir estos requisitos en al menos 10 de los 12 meses del año calendario. En consecuencia, estas reglas impedirían que un plantel con 100 buses de carga diaria de 210 kWh cumpla con el requisito de consumo mensual de energía para beneficiarse de la tarifa TMT-b.

Además, el artículo 2 de la Ley de Transporte Eléctrico dispuso dentro del término de "vehículo eléctrico" que éste debía ser nuevo. Esta definición de "vehículo eléctrico" resultaba fundamental para aplicar los incentivos económicos (fiscales) y no económicos (como restricción vehicular o uso de parques) previstos en la ley. De acuerdo con el artículo 8, en su redacción original, los incentivos se aplicarían para cada vehículo eléctrico (nuevo, según la definición del artículo 2.b) por una única vez. Sin embargo, dicha norma fue reformada por la Ley de incentivos al transporte verde, N° 10209 del 5 de mayo de 2022, para aplicar los incentivos económicos (fiscales) también a vehículos eléctricos usados. No obstante, la norma estableció como límite cinco años de antigüedad. Por consiguiente, esta antigüedad es una clara limitante de orden legal para que autobuses importados puedan obtener dichos incentivos fiscales. Asimismo, los incentivos no económicos descritos en los artículos 14, 15 y 16 están dirigidos a vehículos particulares, sin que se hayan previstos incentivos no económicos para autobuses eléctricos.

Por otra parte, la Ley de Transporte Eléctrico contiene un Capítulo VI destinado al transporte público. Dicha norma lleva por título “Concesiones de autobuses”; sin embargo, no regula aspectos concretos del régimen de concesiones y cómo debería aplicarse en el caso de buses eléctricos. En tal sentido, no queda absolutamente claro si dentro del “programa” para la sustitución de la flotilla de buses de combustión a eléctricos se podrían incorporar variables técnicas y económicas que respondan a esta nueva tecnología dentro de los contratos de concesión. A ello se suma que la meta de sustitución de autobuses por período bianual no menor al 5% no quedó estipulada dentro del PNTE.

En otro orden de ideas, se observa que la regulación atinente a los centros de recarga está centrada, una vez más, en vehículos particulares. De acuerdo con el párrafo segundo del artículo 31, se debe instalar un centro de recarga cada 80 km en carreteras nacionales y uno cada 120 km en caminos cantonales. Sin embargo, la norma no está adecuada a la implementación de centros de recarga para buses eléctricos, que mayoritariamente transitarían en la ciudad y en rutas de poca distancia.

Una barrera central identificada fue el plazo de concesión determinado por el artículo 21 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, el cual no puede exceder los siete años. En consecuencia, se propone agregar un párrafo adicional al artículo 21 de dicha ley que permita extender el plazo de las concesiones, más allá del límite de los siete años, únicamente en el caso de concesionarios que inviertan en unidades no contaminantes (o de incluso de muy bajas emisiones respecto a la flota actual). La reforma tendría el propósito de garantizar la amortización del plazo de la concesión con las inversiones realizadas en unidades eléctricas.

Como ya destacado en otras secciones, uno de los mayores retos detectados está realizado con la vida útil de las unidades. En particular, si se quisiera realizar la conversión de unidades de combustión existentes a unidades eléctricas, dado que el artículo 46 bis de la Ley 7600 obliga a excluir de circulación a aquellas unidades que cuenten con más de 15 años, contados a partir de su fabricación. En tal sentido, se propone que el plazo improrrogable de 15 años sea aplicable a unidades con motor de combustión, pero no a unidades de buses convertidos a eléctricas (*retrofit*) ni a unidades eléctricas nuevas, siempre que dichos autobuses garanticen todas las condiciones idóneas para la accesibilidad de las personas usuarias.

Consideramos que lo recomendable es que sea el CTP quien defina el plazo, dentro de los rangos propuestos en la norma, tomando en cuenta la vida útil de los autobuses eléctricos. No obstante, esta ampliación de la vigencia de las unidades no constituye una excusa para desatender los derechos de las personas usuarias. Es nuestro criterio que con la reforma propuesta al artículo 46 bis de la Ley 7600 se atendería adecuadamente la barrera identificada. El artículo 17 estipula la obligación de sustitución de las unidades; sin embargo, dado que habría una regulación específica para unidades eléctricas, la sustitución se realizaría según los nuevos plazos propuestos.

Como se señaló, el artículo 41 del Reglamento a la Ley del aARESEP no prevé la variable medioambiental dentro de los costos y resulta elemental que aspectos como la mayor cantidad de unidades, las centrales de recarga, el cambio de las baterías, entre otros, estuvieran claramente contemplados dentro de la fijación de precios y tarifas. En tal sentido, se propone que, dentro del programa de inversiones, los concesionarios puedan incluir como parte de estas, las que estén realizadas con la electromovilidad.

Con el fin de resolver las barreras para acceder a tarifas eléctricas competitivas para carga de autobuses eléctricos, se proponen dos escenarios posibles: a) Reforma al Plan Intersectorial para el establecimiento de una tarifa eléctrica preferencial para la conservación y mejora del empleo en empresas electro-intensivas. En este caso, se tomaría de base la tarifa TMT-b incluida en dicho plan; b) Tarifa preferencial dentro del Plan Intersectorial para Tarifa Eléctrica Preferencial. Se propone una reforma a la Ley de Transporte Eléctrico, para que se establezca una tarifa preferencial para la recarga de buses eléctricos.

Es recomendable variar la definición de vehículo eléctrico para efectos de la aplicación de la Ley de Vehículos Eléctricos, en el caso específico de autobuses que no sean nuevos. Se propone modificar la definición de vehículo eléctrico estipulada en el artículo 2º, inciso b) de la ley para incluir allí a los autobuses eléctricos sujetos a conversión (*retrofit*) que sean utilizados para servicios de transporte.

La propuesta indica “servicios de transporte” en sentido amplio, para no limitarlo al servicio público de ruta regular. De igual manera, el artículo 8° establece la aplicación de incentivos fiscales, los cuales no podrían aplicarse a autobuses eléctricos con antigüedad que más de cinco años. En igual sentido, debe ser reformado el artículo 1° del Reglamento al Capítulo III de la Ley N° 9518 y la definición de “vehículo eléctrico usado”, indicada en el apartado de glosario del PNTE 2018-2030.

Por otra parte, en el artículo 28 de la Ley indicada se recomienda eliminar las referencias a la “viabilidad financiera”, la “previa autorización técnica y legal” o las “condiciones de las rutas de buses” del MOPT y en su lugar, se ordene que dentro del Plan Nacional de Transporte sean fijadas las acciones por parte del Estado para garantizar el servicio al costo a través de subsidios u otras aportaciones como la venta de certificados de CO₂ como ingreso en las tarifas al usuario, a fin de no trasladarle a este todos los costos por inversión en electromovilidad en el transporte público en las tarifas al usuario, a fin de no trasladarle a este todos los costos por inversión en electromovilidad en el transporte público.

En cuanto a los centros de recarga, tal y como se había indicado, el artículo 31 de la Ley de Vehículos Eléctricos estaba focalizado en centros de recarga para vehículos particulares; no así para cargadores que fueran utilizados por unidades de transporte público. Es recomendable generar una norma específica para la implementación de cargadores eléctricos para autobuses de ruta regular, en una norma distinta al artículo 31 actual, dado que se trata de regulaciones distintas, para tipos de transporte con características propias. Dicha propuesta establece que la construcción y puesta en funcionamiento de los cargadores para autobuses corresponderá a los concesionarios, para lo cual podrán incorporar esta inversión dentro de los costos asociados al servicio. Asimismo, también se dispone una responsabilidad compartida por parte del Estado y las empresas proveedoras del servicio eléctrico para facilitar la instalación de centros de carga rápida en ubicaciones aprobadas por el CTP.

Se recomienda que todas las reformas a leyes específicas propuestas (6 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, Artículo 13, 41, inciso c) Ley de ARESEP: Artículo 21 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, 2, 8, 26, 28 y 31, así como 46 bis de la Ley 7600) se realicen en su solo proyecto de ley, dada su clara conexidad, con el objetivo de promover la sustitución de buses de combustión a eléctricos para el servicio de transporte de personas. Esto también evitará atomizar los esfuerzos en diferentes proyectos de ley, sino que en uno solo se podrían proponer los cambios requeridos en las distintas leyes mencionadas.

Introducción

La mejora en las condiciones de movilidad de los ciudadanos que usan el transporte público debe enfocarse primordialmente en ofrecer un servicio digno a los usuarios. Sin embargo, la medida del éxito del transporte público colectivo es que los propietarios de vehículos particulares lo perciban como una alternativa real de transporte seguro, confiable, digno y accesible.

Se deben ofrecer estándares de calidad y diseño que lleven a que la minoría de mayores recursos de la sociedad considere seriamente utilizarlo. La planificación del transporte público se debe enfocar con esa visión. Es un error común conformarse con que los sistemas de transporte público colectivo están bien planeados en la medida en que el Estado va a invertir los menores recursos posibles, a pesar de que este va a movilizar a la mayor cantidad de ciudadanos, generalmente de menores ingresos.

Por otra parte, en los países donde la prestación del servicio público de transporte colectivo ha sido tradicionalmente privada, el paso de la informalidad de los sistemas tradicionales a la formalidad de los transportistas es un reto político, cultural y financiero tan alto que muchas veces ha llevado a desistir el intento por organizar sistemas de transporte urbano. Contar con el soporte del sector financiero, dado que la mayoría de estos proyectos requieren de altas dosis de financiamiento en el corto plazo, para ser pagado en el mediano y largo plazo, hace que todos los planes de negocio involucrados deban poderse bancarizar. Esto es, que los riesgos estén controlados, las instituciones financieras estén dispuestas a financiarlos y las tasas de interés no dañen la viabilidad financiera del proyecto. No basta con que las evaluaciones y los modelos económicos sean positivos a nivel macroeconómico.

El paradigma de la autosostenibilidad de los sistemas de transporte público colectivos, que pretende que con la sola tarifa o valor del pasaje que pagan los usuarios se cubra toda la operación, incluyendo la inversión en los vehículos, se debe reevaluar completamente desde la normatividad nacional, para garantizar las mejores condiciones posibles de servicio a los usuarios. En ese sentido, considerar el financiamiento o co-financiamiento de los vehículos como parte de la inversión estatal, junto con la infraestructura, no tiene por qué condenarse, especialmente si se quieren ofrecer y garantizar que los buses o trenes sean modernos, con tecnologías limpias y cero o mínimas emisiones.

O se construyen redes estructurantes de transporte público colectivo que ofrezcan un servicio digno, preferiblemente eléctrico, o simplemente las ciudades seguirán llenándose de vehículos individuales; que aún en el caso de ser también eléctricos y ofrecer externalidades ambientales positivas, no dejarán de

significar muchas horas de congestión y de viaje para las personas. Sin olvidar las políticas de planificación urbana que permitan e incentiven a que cada vez más personas puedan estudiar, trabajar y recrearse a una menor distancia de su vivienda y por supuesto, usen cada vez más el transporte público colectivo y el transporte no motorizado.

Costa Rica ha iniciado el camino de la electromovilidad, abriendo una ventana para la reflexión pública sobre la movilidad y su integración al desarrollo urbano, generando oportunidades económicas y socioambientales que pueden y deben ser aprovechadas en favor de las ciudades y sus ciudadanos.

No obstante, la crisis vivida con el COVID-19 impulsó una reducción de la participación de mercado de autobuses y trenes, que fueron superadas por opciones individuales de autos y motocicletas. Más recientemente, favorecido por leyes e incentivos fiscales, Costa Rica implementa a menos velocidad una segunda transformación: el crecimiento del transporte público y privado eléctrico.

I. El rol del uso del suelo en la transición hacia la electromovilidad pública

*Claudia Acosta
Vitor Oliveira⁸*

La urgencia del cambio climático ha puesto en el centro de las agendas a las ciudades y su movilidad, incluyendo grandes inversiones en cambios tecnológicos para el transporte de media y alta capacidad. Sin embargo, es fundamental el replanteo de dos decisiones: los medios para ir de un lugar a otro y la localización de las personas y las actividades que determinan la necesidad de moverse. Las personas se mueven en función de donde están localizados los empleos, los servicios, la educación, los centros de cuidado, la recreación, y de las condiciones para la movilidad (a pie, en bicicleta, en transporte público por buses, tren, metro, cable, en automóvil o motocicleta). Las decisiones de usos e intensidad constructiva tomadas diariamente por los gobiernos locales son determinantes en la vida de las personas, sus actividades y sus necesidades de movilidad. La comúnmente llamada zonificación urbana incluyendo exigencias vinculadas a parqueos para el vehículo privado, condicionan las necesidades de desplazamiento y cuál medio será utilizado. Sin embargo, a pesar de la simbiosis entre desarrollo urbano y movilidad para la vida urbana, históricamente las decisiones públicas de planificación urbana y movilidad han sido poco articuladas, tomadas con lógica sectorial y, en buena parte de las ciudades del mundo, moldeadas en función del automóvil (Shoup, 2024).

Costa Rica ha iniciado el camino de la electromovilidad, abriendo una ventana para la reflexión pública sobre la movilidad y su integración al desarrollo urbano, generando oportunidades económicas y socioambientales que pueden y deben ser aprovechadas en favor de las ciudades y sus ciudadanos. Este documento, contiene la investigación y diálogo con las autoridades de diversos Cantones del área central de San José sobre cuatro oportunidades de integración entre el desarrollo urbano y la movilidad para avanzar hacia ciudades inteligentes, sostenibles e inclusivas.

Descarbonizar exige integrar las decisiones de planificación urbana en función de la oferta de transporte. El gobierno nacional de Costa Rica presentó en 2019 el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050,

⁸ Contribución de Claudia Acosta y Vitor Oliveira, consultores de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamiento Humanos de la CEPAL.

con directrices para promover una agenda sostenible para el país. Los dos primeros ejes del plan abordan explícitamente la promoción de cambios en las condiciones actuales de la movilidad, con el objetivo de transformar progresivamente la flota de vehículos del país, pasando de automóviles ligeros de combustión fósil a vehículos de cero emisiones, y desarrollar un sistema de transporte público eficiente, seguro y alimentado por energías limpias (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2022).

El Área Metropolitana de San José, espacio de 3,5% del territorio nacional que, sin embargo, concentra el 52% de la población del país (Medina Tello y Lakovits, 2023), cuenta con iniciativas para los servicios de transporte por autobús y por tren a ser implementadas. El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), cuenta con un proyecto de modernización y sectorización del transporte público por autobús hacia la troncalización, para reducir tiempos y costos de desplazamiento y con mínimo impacto ambiental. Y, el Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER) planifica la remodelación y revitalización del trazado del tren de pasajeros que atiende la región (BID-GEF, 2017).

Así, mientras el transporte público está a cargo del gobierno central, la planificación urbana es tarea primordial de los gobiernos locales. Los Cantones costarricenses son responsables de definir las reglas y parámetros de uso y ocupación del territorio (Medina Tello y Lakovits, 2023) y desde esa competencia tienen un papel clave en la integración del desarrollo urbano y la movilidad. La integración se da entre las reglas que definen el qué y el cómo de la localización de actividades y la oferta de transporte público, el uso adecuado del suelo tanto en el ámbito privado (parqueos) como en el espacio público (aceras y vías), y los modos activos, incidiendo en las condiciones y preferencias a la hora de decidir el medio de desplazamiento.

Este estudio incluye la comprensión del panorama institucional y situacional de las agendas de planificación urbana y movilidad en los niveles nacional y cantonal, así como la identificación de acciones de planificación urbana relevantes, oportunas y de interés en el nivel Cantonal. Al mismo tiempo, avanza sobre la agenda de la descarbonización y profundiza en cuatro medidas desde la planificación urbana para la integración con la movilidad sostenible en el contexto de seis Cantones localizados en el área central de San José, Costa Rica. Tales espacios de oportunidad se hacen aún más urgentes en una región caracterizada por ser polo económico del país, pero con separación entre actividades que generan empleo y las actividades de empleo y residencias, con una movilidad con infraestructura precaria y en algunas áreas inexistente para la movilidad activa (a pie y en bicicleta), oferta de transporte público sin sectorización e ineficiente y alta dependencia del vehículo privado motorizado (BID-GEF 2017; Biderman et al., 2023). El diagnóstico de la movilidad en el Área Metropolitana de San José indica que "la movilidad debe pensarse de forma holística, en íntima relación con el ordenamiento territorial, entendiendo e interviniendo en las dinámicas de generación de viajes, para luego resolver las necesidades de movilidad con un sistema integrado y metropolitano" (BID-GEF, 2017).

Las cuatro oportunidades en la agenda de decisión de las autoridades de planificación, desarrollo urbano y movilidad de los Cantones son: 1) la definición y orientación de las densidades constructivas o urbanísticas y su cobro; 2) las reglas sobre usos del suelo y su compatibilidad, en especial el uso mixto; 3) las exigencias de parqueos privados en proyectos inmobiliarios y; 4) las decisiones sobre el uso y aprovechamiento económico del espacio público viario por vehículos privados.

Estas oportunidades se sustentan en las competencias establecidas por la ley Nacional de Planificación Urbana N° 4240 de 1968, en el Artículo primero que establece el Plan Regulador como el instrumento central de planificación local, el cual define la política de desarrollo urbano y los planes para la distribución de la población y sus actividades, usos del suelo incluyendo el uso para parqueos, vías de circulación, servicios públicos, instalaciones comunitarias, así como la construcción, conservación y rehabilitación de áreas urbanas. Los seis cantones en diálogo en este trabajo, Curridabat, Goicoechea, La Unión, Montes de Oca y San José cuentan con un plan regulador vigente. Tibás se encuentra en proceso de elaboración de su primer plan y dos de ellos, Montes de Oca y Goicoechea, se encuentran en proceso de ajuste o emisión de nuevo plan, un momento único para el debate sobre estas decisiones de integración entre planificación y movilidad urbanas.

En el análisis de cada una de estas oportunidades se explican y ejemplifican sus conceptos clave a la luz de experiencias en ALC que ilustran posibles caminos a seguir. Asimismo, se examinan las condiciones, particularidades y oportunidades en el contexto de los seis cantones costarricenses. Para ello fue realizada una agenda de diálogo, con dos momentos presenciales: 1) el Seminario sobre la Nueva Legislación Territorial y Urbana para Costa Rica con la ponencia “La planificación urbana, la movilidad y el aprovechamiento de los cobeneficios producto de inversiones públicas” y posteriores reuniones con equipos de diversos cantones (diciembre 4, 5 y 6 de 2023) con apoyo de las Agencias Intermunicipales AIRMA y AIRTO de la región central de Costa Rica, y 2) el Taller “La movilidad y los instrumentos de gestión urbana en los gobiernos locales” (marzo 12, 2024), con la participación de los gobiernos de Curridabat, Goicoechea, La Unión, Liberia, Montes de Oca, San José, y Tibás. La municipalidad de San José brindó al proyecto apoyo como contraparte local para el desarrollo del segundo encuentro y discutió a profundidad las cuatro oportunidades en el contexto costarricense, además de liderar la invitación a los equipos técnicos de los otros municipios.

Con base en ello se plantean recomendaciones de política pública, monitoreo y evaluación que permiten al poder público comprender si sus decisiones están llevando a los resultados deseados y su importancia para la rendición de cuentas a la sociedad civil. El monitoreo se propone como un procedimiento que involucra la observación continua de la decisión (medida, programa, u otro), haciendo uso de la información recolectada para respaldar la ejecución, la gestión y la toma de decisiones. Las evaluaciones son análisis recurrentes e imparciales de la decisión (medida, programa, proyecto), ya sea en curso o concluida, que se utilizan para responder a las preguntas específicas vinculadas al diseño, la implementación o los resultados (Gertler et al., 2016). La combinación de prácticas de monitoreo y evaluación proporcionan evidencias de respaldo a las decisiones de política pública, optimizan el desempeño de las medidas, favorecen ajustes y modificaciones de lo decidido.

Finalmente es importante destacar que las cuatro oportunidades mostradas a continuación dialogan con el concepto del Desarrollo Orientado al Transporte, entendido por el BID como “una estrategia territorial basada en proyectos urbanos que tienen como objetivo articular componentes urbanos con sistemas de movilidad para construir ciudades más compactas y respetuosas con el medio ambiente. Se busca estimular la concentración de actividades habitacionales y socioeconómicas cerca de corredores y estaciones de transporte público masivo, para promover el desarrollo urbano con mayor densificación constructiva y poblacional en esta área.” (Hobbs et al., 2021).

A. Oportunidad 1. Definición y orientación de densidades a la movilidad sostenible (y su cobro)

El concepto de una ciudad compacta, que concentra al mismo tiempo oportunidades y residencias, presentado por el BID (Hobbs et al., 2021), tiene como pilar fundamental la promoción de una densificación planeada y centrada en la promoción de una movilidad más sostenible. El planeamiento de la densificación constructiva se caracteriza típicamente por normas urbanísticas que establecen la altura máxima de las edificaciones, el número máximo de pisos permitidos o el coeficiente de aprovechamiento del suelo (relación entre el área construida y el área del terreno). El establecimiento de índices de edificabilidad mayores o menores en diferentes partes de la ciudad es una práctica común en la regulación urbanística, incluyendo los Planes Reguladores de Costa Rica.

En la agenda de descarbonización la determinación de los parámetros de densificación debe realizarse en función de la proximidad a los ejes de transporte de media y alta capacidad (WRI Brasil, 2018). Permitir mayores densidades en lugares alejados a pie de los accesos al transporte público hace que la elección por el automóvil sea más atractiva para una gran cantidad de desplazamientos que podrían realizarse utilizando modos sostenibles (Translink, 2012).

Las ventajas de concentrar densidades constructivas y usos más intensivos cerca de la oferta de transporte público (presente y futura en el corto plazo) son:

- Mayor número de usuarios potenciales que respaldan y justifican el desarrollo de modos sostenibles (Costa y Stucchi, 2019; Ibravea et al., 2020; ITDP Brasil, 2017a);
- Mayor recaudación para los sistemas de transporte, servicio más frecuentes y mayor atraktividad del transporte público;
- Estrategia de combate a la crisis climática (Hobbs et al., 2021) por incentivo de cambio modal, reducción de emisiones contaminantes por fomento a la movilidad activa y el transporte colectivo en detrimento del transporte individual motorizado (Rodríguez, 2021);
- Combate a la expansión del área urbana hacia zonas agrícolas y de preservación ambiental (WRI Brasil, 2018);
- Oportunidad para introducir instrumentos de recuperación de la valorización del suelo que sus propias acciones promueven, en este caso decisiones de uso y densidad atribuidos al suelo⁹.

Un ejemplo aplicado de esta oportunidad fue tomado en la ciudad de São Paulo, ciudad que además de integrar su política de desarrollo urbano a la agenda de movilidad sostenible al orientar las densidades más altas hacia las áreas próximas a la oferta de transporte público también cuenta con una herramienta de recuperación de plusvalías por la concesión de edificabilidades (o, densidades).

São Paulo incluyó los principios de Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible como base de su Plan Director Estratégico (nueva normativa urbanística) en 2014 con la intención de contener la mancha urbana, reducir el uso del vehículo privado y acomodar la demanda constructiva en áreas ya dotadas de infraestructura y cercanas a la red de transporte colectivo de media y alta capacidad (Prefeitura de São Paulo, 2014). La estrategia, a grandes rasgos, fue definir como ejes estructurales aquellos corredores de autobús y rieles (presentes y futuros) y demarcar como zonas prioritarias de densificación con índices mayores aquellas cuadras en su área de influencia (hasta 400 metros desde una estación de metro o tren y hasta 150 metros desde un corredor de autobús). El instrumento Concesión Onerosa del Derecho de Construir (en portugués, Outorga Onerosa do Direito de Construir), operacionaliza la contrapartida por aprovechamiento constructivo en la ciudad y aplica en toda la ciudad, incluyendo los ejes de estructurales (Maleronka y Furtado, 2013). El mercado reaccionó bien a esta medida concentrando los desarrollos inmobiliarios en las áreas de influencia de los ejes, la cual ha sido exitosa en orientar las densidades hacia las zonas con oferta de transporte público (Oliveira, 2021) y ha permitido recaudo que se destina prioritariamente a la vivienda social y al transporte colectivo y activo en áreas en peor condición socio-urbanística (Leite et al., 2019).

1. Oportunidades en el contexto costarricense

En el contexto costarricense el debate se sitúa en los planes reguladores. Los Planes Reguladores costarricenses definen densidades de los territorios de sus cantones con diferencias por áreas, sectores o condiciones en la ciudad. En San José, por ejemplo, las zonas delimitadas para uso comercial y de servicios en el área central del cantón pueden disfrutar de mayores coeficientes de aprovechamiento del suelo que zonas con la misma finalidad en los subcentros (Municipalidad de San José, 2023).

Todos los Cantones utilizan en sus planes reguladores parámetros de gestión o manejo de densidades por áreas o zonas de la ciudad: límites de altura por número de pisos por zonas (Montes de Oca) y adicionalmente área construida (Goicoechea), límites de altura con variaciones para usos residenciales, como alturas máximas en unidades habitacionales por hectárea (La Unión), y por área máxima de construcción variada (AMC) para zonas de uso residencial y no residencial, comercial

⁹ Estas experiencias se detallan en Smolka y Amborski (2000), Smolka y Furtado (2001), Rezende et al. (2009), Smolka (2013), Nobre (2016) y Furtado y Acosta (2020). Por otro lado, el trabajo de Barrantes Chaves (2014) presenta casos latinoamericanos y los compara con el contexto costarricense.

(San José). San José avanza en una regulación urbanística orientada a la movilidad sostenible: a lo largo del eje del Proyecto de Transporte Limpio para el corredor oeste-este (radial de Pavas, vías alrededor de La Sabana, Paseo Colón, avenida Segunda y radial de San Pedro), los CAS aumentan en un 10% para lotes mayores a 1.250m². Por su parte, Curridabat (Plan Regulador, 2013) sigue una estrategia DOTS al expandir los límites de altura permitidos en el área central del cantón a cambio de instalación de mobiliario urbano en el espacio público como contrapartida por mayores edificabilidades. Este Cantón separa alturas base/típicas y alturas máximas favoreciendo la implementación futura de instrumentos de recuperación de la valorización del suelo como en el ejemplo de São Paulo (recuadro 1).

Recuadro 1

La densificación en el debate cantonal en Costa Rica

Existe una tendencia hacia la densificación en los planes reguladores recientemente aprobados y en formulación; esto sugiere presión inmobiliaria que se extiende a varios municipios del área central.

Los cambios y propuestas de cambio normativo hacia la densificación son muy expresivos tanto a nivel de barrio (por ejemplo, pasar de 3 a 145 viviendas por hectárea) como a nivel de lote (por ejemplo, pasar de 3 a 15 pisos). Sin embargo, no es clara la motivación o criterios asociados a la decisión de cuanto y donde densificar. En algunos Cantones hay vínculo con oferta de infraestructura vial (grandes vías) vinculado al vehículo privado.

Las nuevas densidades se asocian de forma muy residual con la oferta de transporte público colectivo y sus planes futuros. ¿Por qué? La baja calidad y condiciones actuales de este servicio son la principal hipótesis.

No hay mecanismos de precio asociados a la concesión de edificabilidades por las municipales que permitan recuperar parte de la valorización inmobiliaria. Es una pérdida de oportunidad para el financiamiento urbano, en especial considerando que los Cantones están introduciendo cambios sustanciales hacia mayores densidades. Puede, eventualmente, generarse un escenario de "guerra" por atracción de densidades entre Cantones próximos con un único ganador, el sector inmobiliario. Resalta positivamente Curridabat, con la contrapartida por mayores edificabilidades bajo la forma de exigencias urbanísticas en especie.

No se observan estrategias de monitoreo y evaluación de las regulaciones actuales (y futuras) sobre densidades, su gestión e impactos.

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, los cambios en la planificación urbana cantonal hacia estrategias de DOTS aún requieren vincular las mayores densidades y áreas servidas o proyectadas con servicios de transporte público. Con base en lo anterior, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Incorporar en los planes reguladores la lógica de densificación en las áreas de influencia de los ejes de transporte público, mediante concentración u orientación de los mayores coeficientes de aprovechamiento del suelo. Son áreas de influencia con distancias caminables de alrededor de 15 minutos hasta los accesos al sistema de transporte público (WRI Brasil, 2017).
- Vincular la regulación sobre potencial constructivo a mínimos de unidades habitacionales por lote garantiza que mayores densidades constructivas se traduzcan en mayor densidad poblacional. Esta previsión orienta la producción inmobiliaria, desalentando la construcción de apartamentos de alto precio y fomenta que más familias puedan localizarse cerca del sistema de transporte público.
- Exigir contrapartidas. La distinción entre parámetros de densificación básicos y máximos (Curridabat) es un primer paso para exigir contrapartidas financieras a los proyectos que deseen explorar mayores potenciales constructivos y permite recuperar parte de la valorización del suelo.
- Monitorear y evaluar. Construir una base catastral de la producción inmobiliaria en el Cantón, con registro de la ubicación de nuevos proyectos, sus características tipológicas y el alcance de las decisiones sobre potencial constructivo. Esta información permite acompañar

y evaluar cambios en los permisos de construcción, comparar estándares de ocupación por zonas incluso en el tipo, localización y perfil de los proyectos aprobados antes y después de la nueva regulación. La medición de cambios en los patrones de desplazamiento, en las decisiones de movilidad en las regiones próximas a la oferta de transporte, incluyendo conteo de flujo de peatones y ciclistas también es relevante. Los organismos gestores de los sistemas de transporte público pueden compartir datos sobre el comportamiento de la demanda a lo largo del proceso de densificación de las áreas.

- Finalmente, integrar medidas es fundamental. Proponer mayores densidades, sin fomentar la mezcla de usos del suelo, puede derivar en la producción de residencias distantes de los destinos de sus residentes, lo que implica grandes desplazamientos. Promover densidades sin controlar la exigencia de parqueos de automóviles en los proyectos inmobiliarios puede incentivar el uso del automóvil en vez de caminar o usar el transporte público. En cambio, al proponer áreas densas que contemplen una diversidad de actividades como viviendas, mercados, oficinas, tiendas, restaurantes, cafés, pequeños comercios y otros usos, los ciudadanos se acercan a sus intereses, reduciendo la necesidad de grandes desplazamientos (WRI Brasil, 2018). En la siguiente sección, se amplía la discusión sobre la integración entre el manejo de densidades y el uso mixto del suelo.

B. Oportunidad 2. Promoción de usos mixtos

Junto con incentivar mayores densidades cerca de los sistemas de transporte público (ver oportunidad 1), es fundamental otro aspecto clave para un desarrollo urbano sostenible: la previsión de usos mixtos.

El uso mixto optimiza el uso del suelo, fomenta una convivencia urbana más dinámica y sostenible y reduce las necesidades de largos desplazamientos favoreciendo modos activos y colectivos como a pie, en bicicleta o en transporte público. El uso mixto implica la convivencia de usos residenciales y no residenciales en dos dimensiones: a nivel de barrio y a nivel de lote. La dimensión barrio se refiere a la posibilidad de desarrollar proyectos residenciales y no residenciales en una misma área, fomentando la creación de policentralidades, con acceso a diversas actividades a pie, en bicicleta o a pocos minutos en transporte público. Por otro lado, la dimensión lote implica la mezcla de usos en la propia edificación, generalmente aprovechando la planta baja para tiendas comerciales, oficinas y otras actividades de afluencia pública que activan la economía local (Hobbs et al., 2021).

La promoción de usos mixtos estimula el uso de modos de transporte más sostenibles. Áreas con densas y con diversidad de actividades, incluida la vivienda, desestimulan los desplazamientos diarios a larga distancia, haciendo que el transporte activo surja como una alternativa atractiva (Ewing y Cervero, 2010). La combinación de densidad y diversidad de usos contribuye a la creación de barrios con presencia de ciudadanos, activos, vibrantes y seguros, ya que diferentes establecimientos están abiertos en diferentes momentos del día, garantizando un flujo más continuo de personas (ITDP Brasil, 2017a). Esta vitalidad local se impulsa con la promoción de usos variados también a nivel del lote, ya que de esta manera los peatones interactúan con edificios con fachadas activas y áreas de uso público en sus recorridos, en lugar de hacerlo con vallas y muros sin permeabilidad visual (WRI Brasil, 2018). Al fomentar una distribución equitativa de viviendas, centros educativos y lugares de empleo a lo largo de un corredor de transporte, se facilita la mayor utilización del transporte y su uso en ambas direcciones durante las horas pico, evitando la sobrepoblación en una dirección y la subutilización en la dirección opuesta (Loo et al., 2010; Translink, 2012).

Un ejemplo aplicado sobre el tratamiento de áreas de influencia en ejes de transporte masivo se observa en Curitiba (Paraná, Brasil). Creadora del primer sistema BRT (Bus Rapid Transit) en 1974, combinó carriles exclusivos para autobuses, servicios en lógica troncal-alimentador, tipología de buses y pago anticipado para sistemas de gran capacidad y bajo costo (Lindau, Hidalgo y Facchini, 2010a; MCID, SeMob y ITDP, 2008; Lindau, Hidalgo y Facchini, 2010b). Pero, más importante aún, se reconoce por

ser pionera en la integración entre la planificación y la movilidad urbana (Cervero, 1998; Rodríguez, 2021). El BRT se basó en las directrices del Plan Director y los ejes de transporte fueron considerados estructurantes de las dinámicas de uso y ocupación del suelo, comportando mayores densidades y usos mixtos en sus proximidades (Sanches y Prestes, 2015). Esta planificación integrada al transporte masivo generó una simbiosis entre desarrollo urbano y transporte muy positiva (Lindau, Hidalgo y Facchini, 2010b; Miranda y Silva, 2012).

1. Oportunidades en el contexto costarricense

Las municipalidades costarricenses tienen la competencia para determinar los usos y condiciones de tales usos en sus territorios a través del Plan Regulador. Curridabat, Goicoechea, La Unión, Montes de Oca y San José establecen zonas de la ciudad en las que se pueden mezclar usos residenciales y no residenciales. Al traer al debate la posibilidad de favorecer la mezcla de usos, en especial en áreas próximas a la oferta actual o futura de transporte público colectivo, se observa las tendencias expresas en el recuadro 2.

Recuadro 2

La diversificación de usos en el debate cantonal

Hay una tendencia creciente hacia la flexibilización de los usos del suelo y el uso mixto en las regulaciones locales. Sin embargo, esta decisión suele estar vinculada al uso del vehículo privado. La diversificación de usos y usos mixtos es más común en las vías principales vinculada al acceso por medio de vehículos privados y a exigencias de número de espacios para parqueo de vehículo privado.

Ni el estímulo a la movilidad activa ni la presencia o proximidad al transporte público fueron señalados como criterio definidor de zonas con mezcla de usos. Por otro lado, la ineficiencia del actual servicio de transporte colectivo es identificada como justificativa de su falta de importancia en las decisiones de desarrollo urbano.

No se identifica a los potenciales de densificación como un aspecto relevante en la definición de áreas o criterios de mezcla de usos, evidenciando que estas dos estrategias aún se adoptan de manera integrada.

No se observaron mecanismos de precio asociados a cambios por mejores usos (como puede ser el uso mixto) que permitan recuperar parte de la valorización inmobiliaria generada por esta decisión del poder público.

Fuente: Elaboración propia.

Dado que contar con usos mixtos ya hace parte del debate Cantonal, es fundamental integrar una política de usos mixtos con la posibilidad de mayores densidades a lo largo de áreas de influencia de ejes de transporte público. Con base en lo anterior, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Definir áreas donde se permita una variedad de usos y en la forma de incentivos para su adopción. Como el ejemplo de Curitiba ilustra, las características y orientación de la ordenación del uso del suelo son fundamentales para el desarrollo del sistema de transporte público y viceversa.
- Estimular usos mixtos va más allá de permitirlos. Las municipalidades pueden vincular el potencial de desarrollo de los terrenos a sus características de uso. En el ejemplo de São Paulo (ver oportunidad 1), en los Ejes de Estructuración de Transformación Urbana, se ofrece un incentivo para uso no residencial en el conteo del área total construida de un proyecto para el cálculo de contrapartida que captura plusvalías (Prefeitura de São Paulo, 2014). En Curridabat, en las zonas centrales, los proyectos que buscan beneficiarse con mayores alturas exigen contrapartida y también comercio en planta baja.
- Incluir mecanismos como voladizos desde la fachada hasta la acera, mobiliario urbano para el aprovechamiento de la comunidad, aceras arboladas y anchas, y no permitir parqueos frontales. Montes de Oca exige contrapartidas de diseño arquitectónico/urbanístico para el aprovechamiento del potencial constructivo adicional en las zonas de uso mixto. San José, en zonas céntricas, estimula la mezcla de uso a nivel de lote exigiendo en el mismo edificio un mínimo del 25% de diversidad de uso.

- Monitorear y evaluar la promoción de usos mixtos tanto en la escala del barrio como del lote requiere sistematizar una base catastral de producción inmobiliaria. Información a partir de la aprobación de los proyectos inmobiliarios e informes del mercado publicados por los desarrolladores inmobiliarios ayudan al poder público y a la sociedad a comprender las dinámicas en curso en el Cantón y observar si las medidas e incentivos establecidos están teniendo la recepción esperada.

C. Oportunidad 3. Gestión de parqueos en proyectos inmobiliarios

Presentes en Costa Rica (planes reguladores) y en diversos países de ALC y del mundo, son comunes las exigencias de espacios de estacionamiento que deben ser observados por los proyectos inmobiliarios. Estas exigencias, sin embargo, suelen carecer de reflexión sobre sus efectos y costos.

La exigencia de reserva de espacio para el automóvil estimula su uso. La disponibilidad de lugares para estacionamiento en el proyecto inmobiliario influye en las decisiones de movilidad de los residentes, induce a la posesión del automóvil (Manville, 2017) y favorece la elección de usar el automóvil para desplazarse (Rocco et al., 2020), con el consecuente aumento de congestión, de emisión de gases de efecto invernadero y otros costos ambientales. En el propio contexto costarricense, los vehículos particulares son los principales responsables de las emisiones de GEI. Datos del Programa Estado de la Nación (2022) indican que el sector del transporte representó el 41% de las emisiones de GEI en 2017, siendo que los vehículos particulares conforman el 81,5% del parque automotor.

El espacio dedicado al estacionamiento representa un costo constructivo considerable, que genera y aumenta las desigualdades y dificultades ya existentes en el acceso a la vivienda social en áreas con oportunidades. En Ciudad de México, este costo puede llegar a representar entre el 30% y el 40% del costo total de construcción en grandes desarrollos inmobiliarios (ITDP México, 2014). Adicionalmente, el incremento de costos de construcción empuja a la elección de terrenos más económicos y periféricos para los proyectos, generando mayor dependencia del automóvil y fragmentación del tejido urbano, desafiando los principios del desarrollo sostenible (ITDP Brasil, 2017a). Finalmente, las áreas para estacionamientos dejan de cumplir funciones sociales mucho más importantes y vitales, como vivienda, comercio, servicios, recreación y cultura. Es el caso de Río de Janeiro, donde entre 2006 y 2015, donde los requisitos mínimos llevaron a que el 42% de las nuevas áreas construidas fueran destinadas exclusivamente a estacionamientos (ITDP Brasil, 2017b). En otras palabras “los requisitos del parqueo producen un desarrollo orientado al parqueo” (Shoup, 2020).

Para avanzar hacia un desarrollo orientado a la movilidad sostenible diversas ciudades han eliminado los requisitos mínimos de estacionamiento (Londres, Melbourne, San Francisco, Minneapolis, Atlanta y Singapur, São Paulo, Río de Janeiro, Ciudad de México y San Pedro Garza García en México). Adicionalmente, es importante incluir un sistema de precios para racionalizar la decisión de destinar ese suelo al uso parqueo. Cobrar por este espacio señala a todos los actores que el poder público reconoce los efectos negativos de destinar espacios al automóvil y obliga al desarrollador a racionalizar la decisión y a asumir costos implícitos de destinar suelo para ese uso.

Un ejemplo aplicado se observa en Ciudad de México. En 2014 el ITDP constató que la provisión de espacios de parqueo en los proyectos inmobiliarios aprobados coincidía típicamente con el mínimo exigido normativamente además de haber sido el “uso” con mayor crecimiento en los proyectos urbanísticos, siendo que entre 2009 y 2014 un 42% del área construida fue destinada a vehículos particulares. En 2017 se eliminaron las exigencias de mínimos de estacionamiento, se adoptaron límites máximos por tipo de uso y se introdujo un mecanismo de precio para racionalizar la decisión del promotor inmobiliario de destinar espacio a estacionamientos privados. En tres años se observó una reducción significativa del área destinada al parqueo, pasando del 42% al 33% (ITDP México, 2020). La ciudad implantó reglas de cobro basadas directamente en el número de parqueos construidos por encima de un umbral considerado gratuito. Así la planificación urbana promovió un uso más eficiente y socialmente justo del suelo, e incentivó el uso de alternativas sostenibles de movilidad en la ciudad.

1. Oportunidades en el contexto costarricense

Se observa un gran potencial para que los Cantones costarricenses, a partir de sus competencias para regular los usos del suelo y ordenar el territorio, impulsen cambios en el uso del suelo destinado al parqueo en los proyectos inmobiliarios. La Ley de Planificación Urbana No. 4240 de 1968, vigente, definió la competencia y responsabilidad de los gobiernos cantonales de establecer las reglas de la planificación urbana y los usos del suelo, en especial por medio del Plan Regulador. En el país existen otras normativas que se refieren al parqueo en proyectos inmobiliarios, las cuales son de carácter supletorio en caso de ausencia de reglamentación al respecto por el nivel Cantonal (véase cuadro 1).

Cuadro 1
Costa Rica: reglas sobre parqueo y su jerarquía normativa

Fuente Normativa	Competencia / Instrumento	Objeto	Jerarquía normativa
Ley Nacional de Planificación Urbana No. 1420 (1968)	Cantonal/Plan Regulador	Regulación urbanística: Reglas de Planificación Urbana y Usos del Suelo- Determinaciones sobre uso parqueo y exigencias	Plan Regulador Principal (1º)
INVU-Reglamento de Construcciones (2022)	Cantonal (art. 2)/ Plan Regulador	Regulación urbanística: Directriz nacional sobre construcciones, establece reglas supletorias sobre parqueo	Plan Regulador Principal (1º)/ INVU-Reglamento supletorio (2º)
Reglamento a la Ley Reguladora de la Propiedad en Condominio (2022)	Cantonal/Plan Regulador (art. 10)	Establece el régimen civil de propiedad en la modalidad de condominio y dicta reglas en materia urbanística de carácter supletorio	Plan Regulador Principal/ INVU Reglamento supletorio/ Ley Condominio supletoria por ausencia en Plan Regulador (10) e INVU (20)

Fuente: Elaboración propia a partir de consulta normativa en el Sistema Costarricense de Información Jurídica (<https://www.pgrweb.go.cr/>).

Así, el Plan Regulador es el principal instrumento legal de las decisiones de zonificación, usos y condiciones para su aprobación, incluyendo las exigencias de destinación de suelo a parqueo de automóviles. Sus disposiciones son decisivas para que el desarrollo urbano se “oriente al parqueo” como ha sido tradición en muchas ciudades o a la movilidad sostenible como viene siendo impulsado. Como pasos notables en el contexto del país, se observa el nuevo Reglamento de Desarrollo Urbano de San José (Municipalidad de San José, 2023) en que eliminó los requisitos de parqueo para viviendas en todo el cantón y redujo las exigencias mínimas para los edificios no residenciales en los cuatro distritos centrales de la ciudad. Curridabat y Montes de Oca aún exigen la destinación de parqueos en nuevas edificaciones, tanto residenciales como no residenciales. Curridabat, que ya ha sido destacado por implementar innovaciones en su plan regulador de 2013, exige 0,5 espacios de estacionamiento por dormitorio construido en proyectos residenciales o de uso mixto. Por otro lado, Montes de Oca, municipalidad que se encuentra en proceso de revisión de su Plan Regulador, tiene en su legislación actual un dispositivo que prevé la reducción de hasta 25% de los requisitos mínimos de parqueo para aquellos proyectos con mayor accesibilidad al transporte público. El recuadro 3 hace observaciones sobre la posibilidad de transformar las exigencias mínimas de parqueo en máximas y reorientar el desarrollo urbano hacia la movilidad sostenible y no hacia el “parqueo”.

Recuadro 3

La gestión de parqueos en proyectos inmobiliarios en el debate cantonal

Las municipalidades han ejercido sus competencias y establecido sus propios criterios de exigencia de parqueos en los proyectos inmobiliarios; las normativas nacionales se consideran supletorias.

Hay conflicto interpretativo latente entre las disposiciones nacionales y las municipales, en especial en municipios que no han ejercido su competencia por medio del Plan Regulador o éste es muy antiguo. Se incluye la directriz nacional (INVU) sobre cantidad de parqueos y el régimen de condominio (disposición de derecho civil sobre este régimen de propiedad que contiene reglas en materia urbanística de carácter supletorio).

El panorama regulatorio cantonal es variado, sin identificación de criterios homogéneos o estandarizados, excepto en el uso comercial y de servicios, con exigencia común de oferta amplia de parqueo para automóvil.

El concepto de parqueo como un uso del suelo, y no como una infraestructura de soporte neutra al desarrollo urbano fue de gran interés por los Cantones y facilitó observar esta exigencia desde una perspectiva de política pública en el plan regulador y la relación estrecha entre el desarrollo urbano y la movilidad.

San José lidera en la reducción de exigencias de parqueos. Es agenda pendiente común la adopción de máximo de parqueos y de mecanismos de precio para racionalizar la decisión de destinar suelo para este uso (parqueo).

El debate ha despertado interés en los gestores públicos por identificar los efectos en sus Cantones de exigir suelo para "parqueo" en los proyectos inmobiliarios. Sistematizar y analizar tal información disponible en los permisos urbanísticos es fundamental para dimensionar el costo de la exigencia y para la toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Para avanzar en esta agenda las municipalidades costarricenses pueden observar la decisión de San José de eliminar los requisitos mínimos de parqueo para los proyectos residenciales. La medida desestimula la utilización del automóvil y flexibiliza las exigencias constructivas para el desarrollador inmobiliario. Esta medida favorece el ajuste de la oferta al perfil de la demanda y el aprovechamiento del espacio liberado para usos principales objeto de comercialización. Con base en lo anterior, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Adoptar, individualmente o de forma conjunta, un número máximo de parqueos a ofrecer por emprendimiento.
- Implementar mecanismos de cobro por la oferta de parqueo para regular su oferta. Se debe definir la destinación de los ingresos provenientes de ese cobro y destinarse prioritariamente a proyectos de mejora en la oferta de modos de transporte más sostenibles (activos y colectivos) como la expansión de redes de transporte público eficiente, ciclovías y aceras accesibles.
- Monitorear y evaluar. Para conocer resultados de implementar estas medidas a partir de preguntas como: ¿Cuánta del área construida se destina a espacios de estacionamiento? ¿Cuál fue el impacto del cambio normativo en el precio de los desarrollos inmobiliarios? ¿Hubo cambios en los niveles de congestión? ¿Y en el uso del transporte público? En lo relativo a la adopción de instrumentos de cobro por uso para parqueos: ¿A qué se destina lo recaudado?

D. Oportunidad 4. Gestión de parqueos en vía pública

La gestión del espacio en vía pública destinado a estacionamiento es una medida para promover un desarrollo orientado a la movilidad sostenible. Las áreas de la ciudad con demanda visible por estacionamientos suelen estar provistas de empleos, comercios, servicios y equipamientos públicos. El cobro por la ocupación temporal del espacio vial por vehículos particulares trae beneficios como: uso racional del tiempo utilizado por los vehículos favoreciendo, por ejemplo, al comercio local (ITDP, 2021); mayor número de personas utilizando estos espacios; reducción de congestión vehicular asociada a la búsqueda de espacios de estacionamiento (ésta última responsable por cerca de 34% de la congestión

(Shoup, 2018); menor preferencia por el automóvil para desplazarse pues el estacionamiento se convierte en un costo adicional atribuido al automóvil que pasa a ser internalizado por el individuo (ITDP México, 2012). Estos factores son determinantes para fomentar alternativas de movilidad más sostenibles, como el transporte público, bicicletas o caminar, en especial para actividades de proximidad. Un último punto para destacar con respecto a la implementación de sistemas de cobro por el estacionamiento en vías públicas es la valiosa oportunidad recaudatoria que traen consigo. Al ser una medida que intrínsecamente promueve la generación de ingresos, se puede ver como una forma de financiar mejoras en infraestructuras destinadas a modos más sostenibles y mejoras del espacio público.

Un ejemplo aplicado de esta medida se observa en Fortaleza, Brasil. Ciudad de 2,4 millones de habitantes, gestiona 6.000 espacios públicos de estacionamiento pago en vía pública. Con tarifa de US\$0,5 por un espacio de estacionamiento durante 1 a 5 horas (dependiendo de la región), la ciudad recaudó un promedio mensual de US\$50.000 en 2022. El Concejo Municipal decidió destinar el 100% del recaudo a ciclo movilidad que le permite financiar de forma continua el sistema de bicicletas compartidas, la expansión y mantenimiento de la red de ciclovías (430 kilómetros y 195 estaciones). Hoy el 51% de la población de la ciudad vive cerca de una infraestructura ciclística (ITDP Brasil, 2021), y la ciudad cosecha beneficios sociales, de salud pública y medio ambiente.

1. Oportunidades en el contexto costarricense

La adopción de mecanismos de gestión del espacio público vial para estacionamiento privado es frecuente en el contexto costarricense. Varios Cantones han implementado sistemas de cobro por el uso del espacio por parte de los vehículos privados. La Ley 3580 del 17 de noviembre de 1965 concede a los cantones costarricenses la autonomía para implementar y reglamentar la medida a partir de la siguiente base: demarcación de las zonas para cobro, cálculo de tarifas y destino de la recaudación.

Las zonas objeto de cobro por el estacionamiento en la vía son prioritariamente: zonas céntricas (donde hay cobro por el uso de cualquier espacio disponible para estacionamiento) y, zonas no céntricas, en las que se delimitan espacios específicos de cobro, siendo los demás permitidos de forma gratuita. La tarifa se establece a partir de propuesta realizada por el Concejo Municipal y refrendada por la Contraloría General de la República con límite inferior de 75% del precio cobrado por los servicios de estacionamiento privados. Por ley, el recaudo debe destinarse al financiamiento del propio sistema de cobro, sistemas de videovigilancia cantonal, cuerpos de policía municipal, construcción y mantenimiento de vías públicas, instalaciones comunales y programas.

A partir de la Ley 3580 de 1965, los Cantones cuentan con la potestad de destinar al menos parte de la recaudación de sus sistemas a iniciativas para promover la movilidad urbana sostenible (GIZ, MINAE e ITDP, 2020), priorizar la movilidad activa (a pie y en bicicleta) y colectiva (transporte público). Dado que la movilidad activa es responsabilidad directa de los Cantones, sería una destinación muy adecuada soportada por la legislación que permite invertir en la construcción y mantenimiento de vías públicas, incluyendo todos sus componentes y no únicamente las infraestructuras para el vehículo particular. La destinación para infraestructura ciclista, aceras, rutas peatonales y medidas de seguridad vial para la movilidad activa encuentran también respaldo en la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial N° 9078 de 2012 y la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias N° 8114 de 2001.

A partir de la información recopilada en las regulaciones de sus sistemas de cobro por estacionamiento en vía pública y un cuestionario respondido por los técnicos de las municipalidades, se puede observar la destinación de los recursos en algunos cantones. San José, Goicoechea y La Unión tienen en común la posibilidad de destinar los ingresos al cuerpo de la Policía Militar y al desarrollo de los propios sistemas de parquímetro. En San José también se destaca el mantenimiento de vías públicas como otro posible destino, aunque no preferencial. En ninguno de ellos se menciona específicamente programas que busquen promover modos de transporte más sostenibles y apoyo a la infraestructura para caminar o la bicicleta. Al traer al debate la gestión de parqueos en vía pública y su importancia para reorientar el desarrollo urbano hacia la movilidad sostenible, se observa las tendencias expresas en el recuadro 4.

Recuadro 4**La gestión de parqueos en vía pública en el debate cantonal**

La regulación de parqueo en vía pública es entendida como un mecanismo de ordenamiento vial y de seguridad ciudadana (cámaras y personal municipal que brindan seguridad a los vehículos estacionados). El ordenamiento vial como un componente del ordenamiento del territorio es muy promisorio para las acciones de desarrollo urbano orientado a la movilidad sostenible. Ahora, el segundo componente, de ofrecer seguridad, no obedece a la naturaleza de la medida —un cobro por el permiso que la municipalidad concede a un particular de ocupar temporalmente y de forma privativa el espacio público y, puede crear riesgo jurídico para las municipalidades.

Las autoridades comparten la percepción de que la medida ayuda a mitigar la congestión vehicular generada por la búsqueda de estacionamientos gratuitos; Estudios orientados a tal constatación serían de gran utilidad.

Se vislumbra la posibilidad de que modificar las tarifas para responder a criterios de oferta y demanda de forma dinámica, en función del precio del suelo y de las estrategias de gestión de demanda.

El debate sobre los recursos obtenidos, su destinación y el acceso a la información sobre recaudo aún requiere de otros espacios. No fue considerado o propuesto por los Cantones la inclusión de destino hacia el fortalecimiento de infraestructuras para la movilidad activa (aceras, ciclorutas), seguridad vial favorable al peatón y a la bicicleta. Tampoco se discutieron los mecanismos de control al recaudo de recursos.

El diálogo entre los Cantones que han implementado la medida y los que están por implementarla se mostró como un importante espacio de aprendizaje cruzado, donde se discutieron desafíos y soluciones locales.

Fuente: Elaboración propia.

Así, los cantones tienen la misión y el espacio de política pública para introducir mejoras en sus medidas de cobro por estacionamiento en vía pública y reflexionar sobre la destinación de los recaudos y sus fines. Con base en lo anterior, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Contemplar esta medida como parte de una gestión integral del espacio público e integrada al desarrollo urbano y movilidad. Esto implica ampliar el sistema de tarifas en zonas y horarios con alta demanda por lugares de parqueo, al tiempo que priorizar el uso del espacio público para la movilidad activa y la seguridad vial, por ejemplo, eliminando espacios de estacionamiento en áreas prioritarias para expandir aceras, instalar parklets o implementar carriles exclusivos para autobuses.
- Monitorear la política de estacionamientos. La creciente digitalización de este servicio abre una oportunidad para la sistematización de los datos sobre el uso de los espacios de estacionamiento ofrecidos. Tasas de ocupación distintas según la región de la ciudad o el período del día, por ejemplo, respaldan propuestas para implementar mayor dinamismo en el sistema de tarifas, con el fin de equilibrar la oferta y la demanda de estacionamiento en la ciudad.
- Gestionar el estacionamiento en vía pública como parte de un entorno urbano más seguro, accesible y sostenible, alineado con las necesidades actuales en el desarrollo de las ciudades.

E. Recomendaciones finales de política pública

La recopilación de estudios, legislaciones, planes sectoriales y, sobre todo, diálogo con las autoridades de los Cantones centrales de San José ha permitido explorar cuatro oportunidades para la promoción de un desarrollo urbano orientado a la movilidad sostenible y aprovechar sus cobeneficios. La regulación de densidades, la promoción de usos mixtos, las reglas sobre parqueo en proyectos inmobiliarios y la gestión del parqueo en la vía pública son áreas de actuación de los gobiernos cantonales que impactan la configuración de las ciudades y los patrones de desplazamiento de sus habitantes. Este vínculo, sin embargo, aún no es claro a nivel de las autoridades cantonales.

Es necesario reforzar un enfoque integral orientado hacia modos de transporte sostenible. La percepción de que el transporte público colectivo, bajo la gestión del gobierno nacional, no ofrece las condiciones adecuadas para respaldar el desarrollo inmobiliario dificulta esta integralidad. Sin embargo, el protagonismo dado al vehículo individual como principal medio de transporte en la definición de parámetros urbanísticos por los cantones, no solo perjudica al transporte colectivo, sino también a los modos activos, y a la cercanía entre la residencia y las actividades, las cuales dependen de las iniciativas cantonales para su promoción.

Se observan cantones realizando movimientos para integrar el desarrollo urbano y la movilidad sostenible, como Curridabat al vincular mayores potenciales constructivos con aceras más anchas y arboladas, comercios en la planta baja e instalación de mobiliario urbano para los peatones o Montes de Oca que premia proyectos que destinan parte de su primera planta al peatón, expandiendo el límite de pisos permitido y fomentando el uso mixto. Estos ejemplos utilizan contrapartidas no monetarias para inducir una determinada actividad inmobiliaria.

Experiencias latinoamericanas apuntan a la posibilidad de que los gobiernos locales utilicen sistemas de precio como inductores de los patrones de desarrollo urbano deseados. Además de conceder mayor flexibilidad a los desarrolladores inmobiliarios en la elaboración de sus proyectos, los mecanismos de compensación financiera permiten al poder público recuperar parte de la valorización que sus decisiones regulatorias promueven en terrenos privados, generando ingresos adicionales para financiar proyectos de movilidad sostenible y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Estos mecanismos también introducen racionalidad en la toma de decisión por los actores privados sobre el uso más eficiente del suelo y favorecen la internalización de costos típicamente socializados, como son los costos de destinar suelo al estacionamiento de automóviles.

Hay espacio importante para mejorar los procesos de monitoreo y evaluación. El diálogo con las autoridades locales identificó un uso incipiente de los datos sobre los proyectos inmobiliarios aprobados por los propios Cantones, los cuales podrían proporcionar información valiosa para comprender las dinámicas de desarrollo urbano, tanto en términos de intensidad y patrones de uso del suelo, como en la oferta de parqueos existente, así como las reacciones frente a cambios normativos. Similar comentario merece los sistemas de parquímetro digitales. Dado que esta es una medida que genera ingresos para el municipio, el seguimiento de su implementación es crucial para garantizar la transparencia y rendición de cuentas tanto para el organismo público como para la sociedad.

Este trabajo identificó un camino para aprovechar los cobeneficios de la movilidad desde el desarrollo urbano: la construcción de espacios de intercambio entre los gobiernos locales. El fortalecimiento de instancias de intercambio de experiencias, desafíos y soluciones relacionadas con el contexto local mejora el papel protagónico de las municipalidades en la promoción de un desarrollo urbano sostenible desde sus propias experiencias cantonales y su potencial para el cambio.

II. Modelos de negocio para la electrificación del transporte público urbano

*Oscar Figueroa
Bruno Lana¹⁰*

El propósito de este capítulo es analizar las alternativas de modelos de negocio para evaluar su pertinencia de aplicación en Costa Rica, y en particular, para el transporte urbano colectivo de la ciudad de San José. Para ello, se analizan las condiciones operacionales e institucionales del sistema y se busca identificar los factores que facilitarían la promoción y la factibilidad del uso de buses eléctricos.

En este sentido, el análisis toma en consideración la experiencia latinoamericana, que es rica en avances a través de mecanismos de organización y de promoción de modelos de negocios que han demostrado su efectividad. Se contrastan estas experiencias y se constata que existen tres momentos que deben ser considerados a la hora de analizar las medidas para su promoción.

Se propone aquí que deben crearse mecanismos que gatillen el despegue de la propuesta, siendo necesaria una intervención que rompa la inercia y que supere las experiencias muy parciales hasta la hora implementadas. Por lo demás, la literatura y los estudios que se han realizado en Costa Rica son bastante extensos en números y en temáticas. Se propone una intervención que se centre en el sistema de transporte integral, a través de la promoción de rutas operadas exclusivamente por buses eléctricos.

La experiencia que se implemente de esta manera podrá poner a prueba en la práctica los modelos de negocios y la factibilidad de la transición del sistema hacia la electromovilidad en el transporte público. Es necesario recordar que en la actualidad existen fechas y plazos institucionales bien definidos por la autoridad, en especial respecto de las nuevas licitaciones y de la progresiva introducción de buses eléctricos, donde deben insertarse las transformaciones aquí propuestas.

¹⁰ Contribución de Óscar Figueroa, consultor, y Bruno Lana, Oficial de Asuntos Económicos, ambos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL.

A. La organización institucional del transporte por buses en San José

El transporte público urbano de la ciudad de San José es servido preferentemente por autobuses modelo estándar (es decir de entre 11 y 12 metros de largo), que utilizan combustibles fósiles como fuente de energía, y que están organizados en empresas de tamaños diversos.

Dadas las características del territorio y el poblamiento del país, San José se encuentra en una zona central, rodeada de otras localidades pobladas cercanas, pero pertenecientes a otras provincias. Por esta razón, una importante fracción de la oferta de transporte cubre rutas que exceden el área de la ciudad de San José, generándose dos entidades de facto, que no tienen límites claros ni autoridades que las gobiernen: el AMSJ y la GAM.

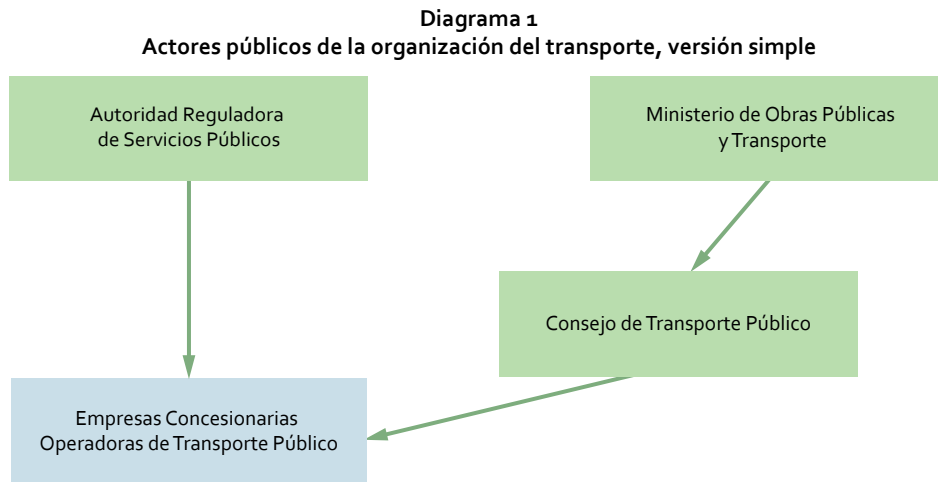
Según BID-BASE (2020), en el GAM operarían 107 empresas, con una flota de 3.115 autobuses distribuidos en aproximadamente 135 rutas. La operación de los servicios es realizada por empresas privadas, las que cuentan con una concesión otorgada por las autoridades pertinentes con origen en el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT). Estas empresas están conformadas por socios que exhiben variables tasas de propiedad de buses; mientras unos pocos muestran una importante concentración, otros poseen solo una unidad (BID-GEF, 2017). Las concesiones que otorga la autoridad tienen una duración de 7 años y se ejecutan para todas las rutas y empresas simultáneamente; la última fue en el año 2021. Normalmente, previo a las licitaciones las empresas pueden solicitar una renovación de su concesión, en cuyo caso no hay competencia; lo que sucede más habitualmente.

Las rutas son predominantemente radiales, dirigiéndose al centro de la ciudad y no existe una tarifa única, sino que estas se diferencian por cada ruta, según el cálculo de costos que realiza la autoridad. Los servicios de transporte urbano no reciben subsidios, y el principio legal es que los operadores deben cubrir sus costos con la tarifa pagada por los usuarios. No existe integración tarifaria a pesar de existir un porcentaje de viajes con trasbordo.

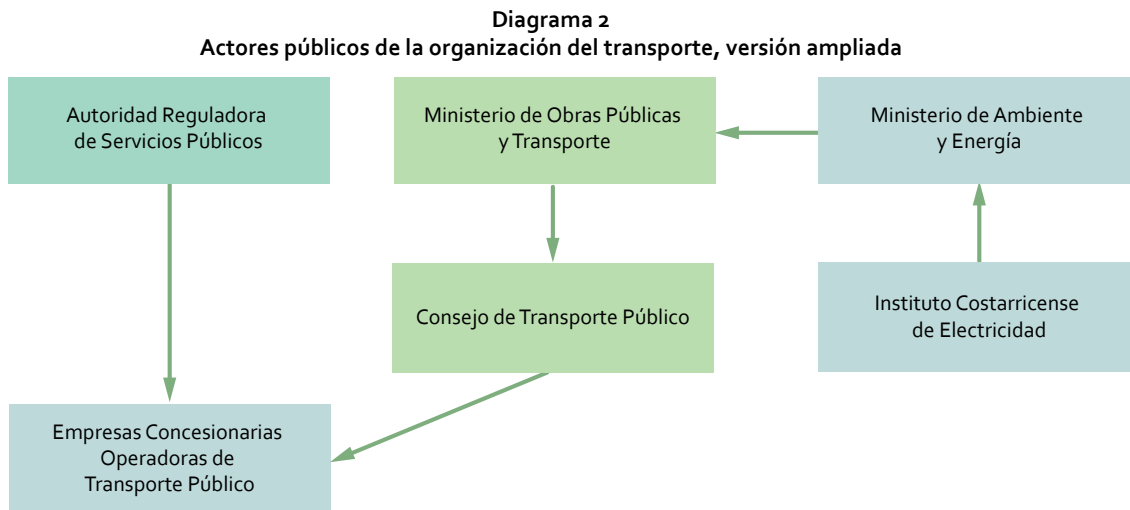
El transporte público urbano está sometido a una compleja organización institucional, que no siempre es coherente para su adecuada gestión. La principal autoridad responsable es el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), encargado de la planificación, regulación y control del transporte. Su tutela directa sobre el servicio de transporte público ha sido transferida a otra instancia, de carácter descentralizado, el Consejo de Transporte Público (CTP), adscrito al MOPT, creado en el año 2000, cuyas principales tareas consisten en planificar, diseñar, optimizar, regular y fiscalizar los servicios de transporte público terrestre. En ese sentido, el CTP es el encargado de otorgar las concesiones a los operadores de transporte, definir las rutas y otros aspectos de la operación. Este Consejo está constituido por agentes públicos, presidido por el ministro de Obras Públicas y Transporte, e incluye a representantes del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), de los gobiernos locales, de los operadores y de la ciudadanía.

Un tercer actor público importante es la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), encargada de la fiscalización del conjunto de los servicios públicos y de la determinación de las tarifas. Esta función incluye en ambos aspectos a los servicios de transporte urbano público. El organigrama (ver diagrama 1) ilustra las relaciones de estas instituciones.

En el último tiempo se han sumado de manera activa otros actores a la luz de las políticas de reducción de emisiones y de promoción de soluciones limpias para el transporte. En este marco, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) ha promovido el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, donde se propone el desarrollo de la electromovilidad como un componente fundamental. En ello también ha actuado complementariamente el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) apoyando en la práctica ciertas iniciativas (ver diagrama 2).



Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Obras Públicas y Transporte.



Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

En este contexto se ha obtenido un apoyo de la cooperación alemana, que ha gestionado de dicho gobierno una donación de tres buses eléctricos, dos de los cuales se han utilizado en un proyecto piloto. El tercer autobús ha quedado en manos del ICE para estudiar sus características.

El ICE ha comenzado a ocuparse de las tareas de asegurar las necesarias instalaciones para la alimentación de los vehículos. Además de ello, más recientemente el gobierno de China ha donado otros seis autobuses eléctricos para continuar con más pruebas y ensayos (ICE, 2024). Aunque el MINAE ha sido integrado como parte de la CTP, no se aprecian hasta ahora coordinaciones más finas entre los actores tradicionales y los emergentes.

Se puede apreciar primeramente que las perspectivas del MINAE tienen que ver más con el cambio en la matriz energética que con un concepto renovado del transporte público, mientras que las autoridades tradicionales del transporte se han ocupado más de su estabilidad y de su equilibrio, en especial a partir de la coyuntura reciente de la pandemia. Es por eso que puede pensarse que el futuro de la gestión del transporte debe pasar por una adecuada integración de los organismos públicos, que permitan avanzar a todos en la misma dirección.

B. Las regulaciones públicas y las políticas

Se identifican aquí los aspectos claves de las regulaciones que se relacionen con la factibilidad institucional y reguladora para la introducción de la electromovilidad. Una serie de atribuciones relacionadas al transporte público están repartidas entre las instituciones, pero no necesariamente articuladas de manera funcional. En algunos aspectos, las definiciones de distintos organismos se superponen y a menudo se contradicen, sin que existan soluciones para su tratamiento. La no coincidencia de criterios genera un riesgo para el operador, pero también una oportunidad para evadirlos. El cuadro 2 permite apreciar esa distribución.

Cuadro 2
Atribuciones de los organismos públicos

Funciones	Institución				
	MOPT	CTP	ARESEP	MINAE	ICE
Concesiones de rutas		X			
Definición de rutas	X	X			
Definición de requisitos		X	X		
Tarifas		X	X		
Fiscalización		X	X		
Sanciones		X	X		
Planificación	X				
Electromovilidad				X	
Proyectos piloto					X

Fuente: Elaboración propia en base a GIZ (2021).

Luego aparecen algunas funciones excluyentes, pero no por eso más adecuadas, pues se trata de responsabilidades que, para ser efectivas, requieren de importantes grados de comunidad de criterios, como la planificación del transporte, restringido al MOPT. Algo similar sucede con todo lo que atañe al transporte en el marco de los planes de descarbonización y cero emisiones; las decisiones las toma el MINAE, sobre competencias que le corresponden al MOPT y donde no parece evidenciarse algún diálogo estable, a juzgar por la formulación de planes y proyectos. A nivel concreto sucede algo similar pues los proyectos piloto de buses eléctricos han sido implementados por MINAE y más específicamente por el ICE, sin liderazgos del sector transporte.

El Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, liderado por el MINAE (MINAE, 2019), explicita que para el año 2030, el 35% de la flota de transporte público deberá ser cero emisiones, y al año 2050 deberá cumplirse un 85%. Lo que no queda suficientemente claro es la forma como articular y movilizar la totalidad de herramientas para conseguir estos cambios.

De acuerdo con la Ley N° 9518, de Incentivos y promoción para el transporte eléctrico, dictada en el año 2017, los operadores de buses deben sustituir cada dos años el 5% de su flota por buses eléctricos, aunque el MOPT establece que ello debe hacerse de conformidad con la viabilidad financiera y cuando las condiciones de las rutas de autobuses lo permitan. La ley define como principal incentivo para este cambio, la aplicación de una tarifa preferencial en el consumo de electricidad para los autobuses, la que fue fijada por ARESEP en 2020, aunque solo ha tenido una vigencia de dos años. Además de ello, autoriza al sistema bancario nacional a desarrollar líneas de financiamiento para el transporte eléctrico, y beneficios tributarios para los buses eléctricos que se incorporen al servicio regulado, consistentes en cero aranceles y cero IVA. Sin embargo, todo esto parece insuficiente para cumplir el objetivo aquí estipulado en la medida que las inversiones necesarias y el marco institucional no aseguran la cobertura de riesgos para la transformación.

En cuanto a las prácticas de financiamiento, ellas obedecen a modalidades que difícilmente pueden soportar modificaciones importantes como la introducción de flotas de buses eléctricos. Los créditos del sector financiero consisten generalmente en préstamos de siete años, con garantías prendarias e hipotecarias, con tasas de interés comerciales que hacen imposible concebir inversiones cuantiosas como las necesarias para introducir buses eléctricos, y que no pueden ser introducidos como unidades discretas sino como flotas de un mayor tamaño.

En este sentido es necesario recordar que, en cuanto a la organización de los operadores de autobuses en Costa Rica, ellos constituyen cerca de 302 empresas, y de estas un poco más del 10% solo cuentan con solo un autobús y solo el 7% cuenta con flotas mayores a las 50 unidades (BID-GEF, 2017), lo que determina que su acceso al crédito queda bastante limitado.

C. La electromovilidad: una oportunidad de mejoramiento del transporte público

Dado el actual desarrollo y evolución de la experiencia de introducción de buses eléctricos en los servicios de transporte público urbano en ALC, es posible extraer algunas conclusiones de utilidad para la experiencia costarricense:

- La evaluación respecto de la eficacia y efectividad de los buses eléctricos en la operación del transporte público en ciudades latinoamericanas está materializada.
- Por este hecho, no es necesario implementar más proyectos piloto, puesto que el balance técnico positivo de los resultados de la operación con buses eléctricos está demostrado.
- En Costa Rica, los proyectos piloto aún no permiten apreciar la operación de los buses en una organización al menos a nivel de una flota, que se haga cargo de una ruta completa.
- Por ello, el cambio tecnológico en sí no debe entenderse como lo esencial de estos proyectos: es necesario mostrar que esta innovación, más allá de lo ambiental, también significa un beneficio para la calidad de servicio.
- Los vehículos eléctricos ofrecen a los viajeros un confort extra, que eleva claramente el bienestar de los viajeros y la calidad del viaje.
- Para ello, es importante notar que las más efectivas experiencias de introducción de buses eléctricos en la región se consiguen cuando se promueve paralelamente una organización superior de la oferta, como bajo el concepto del BRT.

En esta perspectiva, es imperativo considerar que la oportunidad y la necesidad de promover las transformaciones tecnológicas hacia la electromovilidad tienen que asociarse con transformaciones organizativas que hagan más eficiente el sistema de transporte público de las ciudades. Por lo demás, será bajo organizaciones superiores del transporte, donde se produzcan las condiciones más efectivas para la operación de los buses eléctricos, como ya lo había destacado ZEBRA (2020).

Es importante, además, considerar que las soluciones respecto de la habilitación de la infraestructura para carga y recarga eléctrica no pueden implementarse de manera parcial y dispersa en el territorio. La más eficiente solución es promover economías de aglomeración, habilitando rutas 100% eléctricas.

Bajo estas condiciones, es necesario entonces realizar una serie de transformaciones institucionales y organizativas, que incluyen a los actores (autoridades públicas, operadores privados) y otros que surjan de la reorganización, a las regulaciones públicas y al concepto del servicio. Un primer aspecto tiene que ver con la modalidad de las responsabilidades que deben asumir los operadores de los nuevos buses. Los compromisos financieros, la operación y el mantenimiento justifican un mayor nivel de concentración de propiedad.

Por eso, la fórmula de la organización debe estar asumida por entidades empresariales formales, con otro tipo de responsabilidad frente a terceros (autoridad, sector financiero, etc.). Las empresas deben actuar como una entidad única para compra de vehículos centralizada y financiamiento. A ello deberán agregarse otros compromisos como sistemas de pago modernos y eficaces y como contraparte de los contratos de provisión de la energía eléctrica.

Una operación más costosa en el corto plazo no puede ser resuelta por la política tarifaria que establece que el servicio debe practicar tarifas para su autofinanciamiento. La implementación de la operación de buses eléctricos implica un beneficio social para el conjunto de la sociedad. Conseguir reconocer esta condición y revisar los costos y beneficios globales debe ser uno de los objetivos más significativos de las intervenciones que debe realizar la autoridad.

Se requiere claramente aquí el desarrollo de un plan detonante, con amplio involucramiento de la autoridad tanto en el ámbito financiero como organizacional, que establezca un modelo de negocio sostenible y replicable, el cual los operadores puedan adoptar y mantener de forma continua.

Los beneficios que establece la ley N° 9518 son importantes para apoyar el proceso de transformación de los buses que operen el servicio, pero parecen insuficientes, y en el rubro del financiamiento no aparecen directrices claras que faciliten créditos efectivos para la transformación de la actividad, en especial para promover el financiamiento de la compra de buses eléctricos al ritmo de 5 % cada dos años que la autoridad y la ley ha definido. Se deben explorar las oportunidades de financiamientos y apoyos internacionales a través de la banca multilateral y otros fondos de carácter similar. Ver por ejemplo el programa de electro movilidad de la CAF para Paraguay, Uruguay y Panamá (CAF proyecto FP 195). que la autoridad ha definido. Se deben explorar las oportunidades de financiamientos y apoyos internacionales a través de la banca multilateral y otros fondos de carácter similar.

Del mismo modo, las experiencias internaciones han mostrado que pueden surgir nuevos actores con roles importantes en la facilitación de financiamientos y otros apoyos al desarrollo de transporte público por buses eléctricos. En muchos casos, existe el involucramiento de empresas de energía que han participado en la provisión y financiamiento de los vehículos y de infraestructura de carga, lo que las han convertido en un actor muy dinámico en el desarrollo de modelos de negocio. Por lo demás, hay mucho que investigar en la alternativa de incrementar fondos públicos y subsidios para apoyar la transformación (ITDP, 2020).

Es también importante considerar que la transformación del sector de autobuses urbanos genera impactos ambientales positivos que contribuyen a las metas del país para la reducción de gases de efecto invernadero y reducción de contaminantes locales, los que también significan ahorros de recursos públicos que en alguna medida pueden dirigirse como aportes al sector.

Desde el punto de vista de las regulaciones será necesario cambiar los criterios para otorgar concesiones, y dentro de esto en especial, ampliar el tiempo de duración de ellas, creando mejores condiciones para renovación del material rodante, sobre todo de financiamiento.

D. Alternativas de modelos de negocio para el transporte urbano de San José por buses eléctricos

Los modelos de negocio tienen como objetivo identificar las distintas relaciones y transacciones en un sistema, en este caso el transporte público, en el marco del sistema de operación y organización, de las regulaciones e instituciones (públicas y privadas), y de los aspectos económicos y financieros (ZEBRA, 2020). A partir de estas condiciones, se trata de organizar las relaciones y mecanismos de financiamiento de manera de asegurar su fluidez, confrontar los riesgos diversos (financieros, tecnológicos, de demanda e institucionales) y promover una adecuada implementación, en este caso, para la introducción y operación estable de los buses eléctricos en el sistema de transporte público de San José. Como primer

paso, se identifican los actores que participarían eventualmente en el objetivo de la promoción de este servicio en la ciudad, y se recupera, a continuación, se presenta una síntesis de ellos para precisar sus roles actuales y futuros.

En primer lugar, debe mencionarse a las autoridades públicas, responsables de la provisión del servicio, de acuerdo con modalidades predefinidas, que incluyen la posibilidad de delegar la función, aunque no la responsabilidad de su adecuado funcionamiento. Existen al menos cinco instituciones públicas que son significativas en este esquema. En primer lugar, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, responsable de la tutela del transporte y su infraestructura, el Consejo de Transporte Público, encargado de la regulación y las concesiones, la Agencia Reguladora de los Servicios Públicos, responsable de la fiscalización y las tarifas de transporte, el Ministerio de Ambiente y Energía, que se ocupa de la introducción de la electromovilidad, y el Instituto Costarricense de Energía, que guía los procesos operacionales y de alimentación eléctrica para este sistema.

En cuanto a los operadores, encargados directos de la provisión del servicio de transporte, estos se organizan en empresas de tamaños variados y de composición societaria igualmente diversa. Se suman los proveedores de flota y otros equipamientos tales como las baterías de buses, que pueden estar integradas a la oferta del fabricante del material rodante, y los proveedores de la infraestructura de carga. El sistema bancario local, que provee de financiamiento para la compra de equipos, y eventualmente el sistema de la banca internacional de desarrollo y los proveedores de energía para alimentar los buses eléctricos, que pueden coincidir con los proveedores de la infraestructura de carga. Por último, los usuarios del sistema de transporte, quienes pagan las tarifas del servicio.

En función de la organización, las regulaciones y los propios actores del sistema, se pueden evidenciar riesgos importantes que deben ser considerados en las relaciones entre actores y en las soluciones a través de los modelos de negocio. En este aspecto, deben mencionarse en primer lugar los riesgos financieros, que son de diversa índole y tienen que ver con la factibilidad de acceder de manera segura y efectiva a los recursos necesarios para el sistema. Estos riesgos se asocian en este caso a los costos de los equipos para la disponibilidad de buses eléctricos. Otro riesgo consiste en la condición, y dificultad, de acceder a créditos bancarios en condiciones favorables.

Un segundo orden de riesgos son los de carácter tecnológico, que se asocian a un grado de desconocimiento del funcionamiento de las flotas eléctricas, tanto en su operación como en su mantenimiento y reparación. Por último, existen riesgos de demanda, asociados a la eventual variación imprevisible de esta. Si bien existen otros riesgos (políticos, económicos, sociales, de desastres naturales, etc.) estos no son manejables al interior del sistema de transporte, por lo que no se analizan aquí.

En cualquier caso, la implementación de medidas para elaborar condiciones para un modelo basado en el cambio de energía motriz del sistema de transportes exige superar una serie de condiciones institucionales y regulatorias para adecuarlas al cambio del patrón, y que en la actualidad obstaculizan las soluciones de cambio.

Desde el punto de vista de las regulaciones, es importante poder modificar la duración de las concesiones. Por otro lado, será necesario introducir nuevos mecanismos de manejo de los ingresos por tarifas, promoviendo, por una parte, una homogenización para todo el sistema y la introducción de billeteo automático de pago, que permita crear la figura del recaudador (público o privado), separado del operador. Esta solución puede permitir la generación de un sistema fiduciario de concentración de los ingresos y de repartición de ellos según los distintos destinos o compromisos de pago, lo que debe incluir la posibilidad de garantizar los pagos comprometidos con el sistema financiero.

Existiendo garantía de recuperación de ingresos con una fórmula distinta que puede dar mayor seguridad al sistema financiero, será posible negociar condiciones de los préstamos que pueda satisfacer la exigencia de los bancos bajo condiciones más flexibles, en plazos más largos, en intereses más bajos y en mayores períodos de gracia. Además de ello, es importante contar con apoyo de la banca multilateral de desarrollo, e incluso en algunos casos contar con donaciones que puedan aportar a la acumulación de los recursos necesarios para solventar el inicio de la operación.

Por otra parte, es necesario reconocer el aporte de este modelo a la mitigación considerable de impactos ambientales. Ello debiera tener una expresión financiera desde el sector público, que debieran revertir de alguna forma al financiamiento del sistema de transporte, con impuestos a los combustibles fósiles, beneficios de reducción de contaminantes, tasas al uso de tecnologías contaminantes, etc. (BASE y BID, 2021). En esta misma dirección, y para mitigar los riesgos de inestabilidad de la demanda, hay en la región prácticas vigentes que se hacen cargo de esto, como la garantía de ingresos mínimos practicada en Santiago de Chile o el Fondo de estabilización tarifaria practicado en Bogotá.

Para avanzar en el desarrollo de un modelo de negocio se hace necesario considerar algunas precisiones adicionales. Primeramente, la introducción de buses eléctricos debe estar asociada a flotas o rutas. Las regulaciones deberían permitir introducir nuevas fórmulas de asociación empresarial, fusionando rutas y/o empresas, para que se pueda promover mayor homogeneidad en flota. Bajo esta condición, sería conveniente elaborar calendarios de licitaciones, en lugar de otorgar concesiones simultáneamente a todo el universo de operadores, con riesgo de una dispersión intensa, e inefectiva; de los buses eléctricos en las rutas. Desde el punto de vista tecnológico, será necesario acompañar la transformación de la flota con planes de desarrollo de la oferta de energía.

Las nuevas regulaciones deberán exigir que las empresas dispongan de un stock mínimo de piezas de repuesto, de un taller especializado, localizado en terminales y de contratos de garantía y seguimiento de parte del proveedor de los vehículos. De esta forma, se asegurará la estabilidad de la operación y las nuevas experiencias y tecnologías no debieran exhibir riesgos extremos.

Igualmente, las regulaciones debieran permitir, acoger y cautelar otras formas asociativas o de cooperación en la provisión de los buses eléctricos. Esto se refiere a la posibilidad de que exista un proveedor de buses diferente del operador, de manera de dividir los compromisos financieros y facilitar el cambio. Los proveedores de flota pueden ser eventualmente fabricantes de buses, proveedores de infraestructura de carga, fondos de inversión, etc., como se ha visto en experiencias de Santiago de Chile y Bogotá. Esta situación puede extenderse también a proveedores de baterías.

Este reconocimiento de eventuales nuevos actores proveedores puede tener dos fórmulas alternativas a nivel regulatorio; o bien el operador establece directamente un contrato con el proveedor (por ejemplo, leasing) supervisado y aprobado por la autoridad regulatoria, o bien la autoridad regulatoria procede a realizar dos licitaciones y concesiones distintas: una para los operadores y otra para los proveedores. Incluso en este último caso, las concesiones de operadores podrían mantenerse en el plazo de siete años (o incluso reducir ese plazo), mientras que las concesiones de proveedores de flota podrían extenderse a los 15 años (ver cuadro 3).

Cuadro 3
Alternativas que constituyen la base para los modelos de negocio

Condición	Implementación
Duración de las concesiones	Revisión del período de 7 años con el propósito de adecuar a las condiciones de financiamiento
Consolidación de recaudación tarifaria en fondo único	Introducción de tarifa única, utilización de billetería automática y un operador financiero
Introducción del operador financiero	Concentra la recaudación y distribuye a todos los acreedores, actuando además como fondo fiduciario
Aportes de otras fuentes de recursos a fondo	Generar aportes desde el consumo de combustibles fósiles, de los beneficios ambientales generados y otros
Tratamiento de riesgos de ingreso y/o demanda	Fondos de estabilización de demanda o subsidios
Definición de porcentaje de eléctricos por ruta	Como mínimo, cinco buses eléctricos por flota

Condición	Implementación
Separación de concesión para operación y para flotas	Eventual separación entre operadores y proveedores de flota
Extensión del tiempo de concesión	Extensión de las concesiones a 15 años para aportadores de flota (operadores o proveedores independientes de la operación)

Fuente: Elaboración propia con base en ZEBRA (2020).

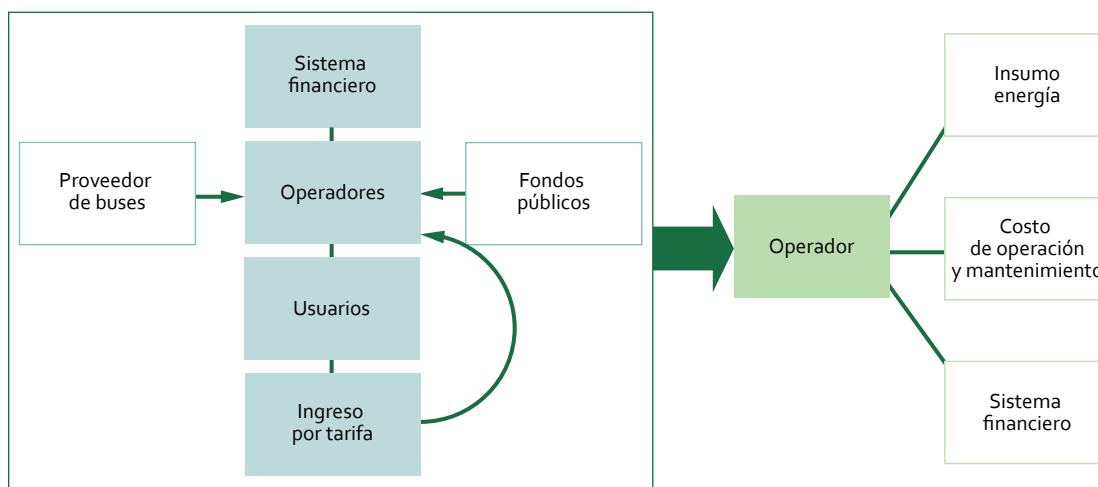
En estas condiciones, es posible identificar fórmulas alternativas de modelos de negocio, cuyas diferencias se expresan básicamente en la complejidad de las operaciones y en el número de actores participando.

1. Modelo simple o tradicional de Costa Rica

El modelo más simple corresponde a un modelo similar al existente hasta ahora en Costa Rica. En este caso se supone un cambio que asume que el operador obtiene una concesión a 15 años (en lugar de los 7 años actuales), lo que le permite acceder a un financiamiento más ventajoso. En estas condiciones adquiere la flota, la opera, y recupera ingresos a través del cobro directo de las tarifas a los viajeros. El operador recibe además fondos públicos que recupera el Estado en pro del transporte público eléctrico, con origen, por ejemplo, en tasas aplicadas al consumo de combustibles fósiles, o por reconocimiento a una reducción de la contaminación urbana.

Este modelo otorga mayor autonomía al operador pues percibe la totalidad de los ingresos por la operación y se encarga directamente de honrar todos los compromisos financieros y económicos asociados a su operación. Desde el punto de vista regulatorio, este modelo no requiere muchos ni profundos cambios. En rigor, solo se debe realizar la modificación de los plazos de la concesión y esperar que esta condición pueda modificar las condiciones financieras de los préstamos (ver diagrama 3).

Diagrama 3
Modelo de negocios simple o tradicional



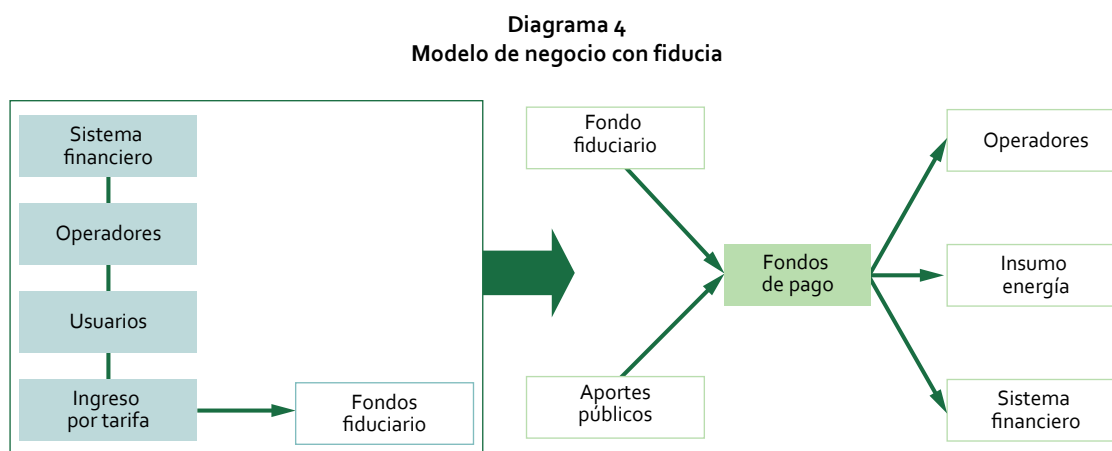
Fuente: Elaboración propia con base en ZEBRA (2020).

A pesar de no exigir muchos cambios, este modelo tiene algunas desventajas. En primer lugar, los volúmenes de inversión y requerimientos de crédito son considerablemente más altos que los actuales. Los bancos habitualmente solicitan garantías prendarias para préstamos a los transportistas y es posible que el incremento de los valores a operar no pueda ser adecuadamente garantizado por los operadores. Ello se agrava aún más al no existir deudores solidarios o cofinanciadores del material

rodante. A ello se agrega el hecho que la gestión de los recursos queda en responsabilidad del operador y un eventual incumplimiento puede implicar el restiro de buses del servicio, deteriorando la calidad del servicio y castigando a los usuarios. En esencia, el rol del regulador es bastante débil para garantizar el funcionamiento del modelo y los riesgos financieros aparecen extremadamente altos.

2. Modelo de negocios con fiducia

Un segundo modelo introduce el mecanismo de la fiducia. Los ingresos por tarifas son recuperados a partir de un sistema de billeteaje automático, y no se reportan entonces directamente al operador, el que recibe solo validaciones. Existe la figura del recaudador/operador financiero, que administra las tarjetas de pago y distribuye los ingresos a los distintos acreedores, constituyendo un fondo bajo la forma de fideicomiso o fiducia. La fiducia, que se alimenta además de los fondos públicos que aporta el estado según ya se ha visto, se ocupa de pagar a operadores, al sistema financiero y al consumo de energía contratada. Esta situación puede observarse en el diagrama 4.



Fuente: Elaboración propia con base en ZEBRA (2020).

Este nuevo modelo otorga una mayor garantía al sistema financiero. Su aplicación es relativamente sencilla pues requiere la creación del operador financiero y la figura del fondo fiduciario, lo que implica introducir un nuevo actor en el sistema y objetiviza, a través de la terciarización, las transacciones varias del sistema.

Sin embargo, tiene algunas dificultades y desventajas. En primer lugar, no consigue reducir los cuantiosos compromisos financieros del operador en la compra de vehículos más caros. En segundo lugar, exige la incorporación del operador financiero y de la tarjeta de pago como un instrumento que requiere de regulaciones financieras, en especial, al asumir que la tarjeta electrónica consiste en rigor en un sistema de fondeo y de crédito que requiere de una legalización del sistema financiero nacional. Además, encarece, aunque en menor medida, el costo de operación del sistema pues tiene que remunerar también a este nuevo ente.

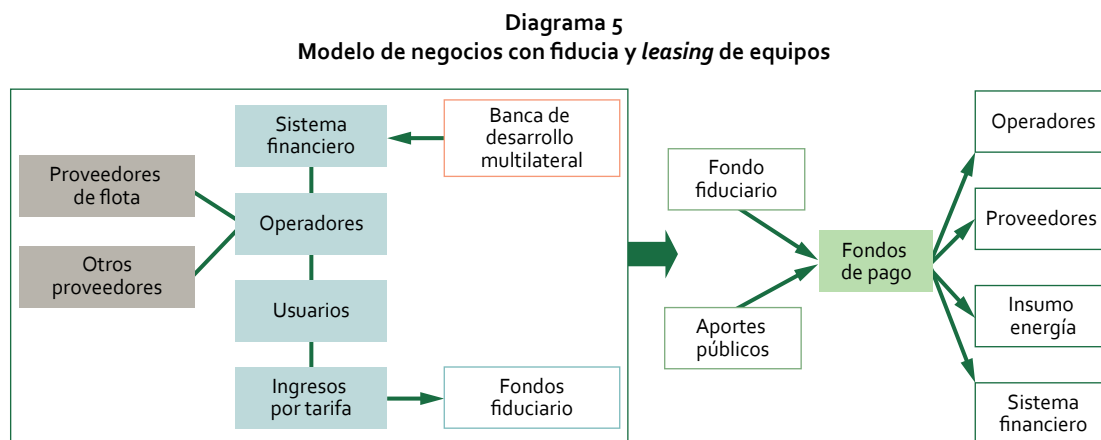
3. Modelo de negocios con fiducia y *leasing* de equipos

Un tercer modelo reconoce la posibilidad de la existencia de uno o varios proveedores que establecen contratos de servicio con el operador, visados por el estado. En este caso, el sistema fiduciario se encarga además de remunerar a los prestadores de servicio (que pueden ser uno o varios, por ejemplo, de buses y de baterías) de acuerdo con los contratos entre las partes. Se ha agregado además en este caso la participación de apoyo de la banca de desarrollo multilateral.

En este caso, el operador no es dueño de los equipos, sino que existe un tercero que se los arrienda a través de una operación de *leasing*, lo que puede suceder, por ejemplo, tanto con los buses como con

eventuales proveedores de las baterías. En general, los proveedores de equipos pueden ser los propios fabricantes u otros actores; se ha visto, por ejemplo, la participación de empresas de energía en este rol, incluso asociados con los fabricantes.

El operador financiero, ya introducido en el modelo anterior, debe ocuparse de recaudar y distribuir los pagos a todos los actores comprometidos en este sistema. Como es una condición necesaria que los contratos entre operadores y proveedores sean previamente visados por la autoridad, las operaciones del operador financiero y la fiducia quedan así legitimadas. El diagrama 5 ilustra las relaciones de este modelo de negocios.



Fuente: Elaboración propia con base en ZEBRA (2020).

Esta situación aligera fuertemente el compromiso financiero del operador pues reduce su CAPEX al no tener que invertir en los buses (aunque tiene otros compromisos financieros como terminales, instalaciones, talleres, etc.). Por otra parte, ordena la gestión de riesgos, pues si el operador tuviera problemas de algún tipo, una eventual insolvencia no comprometería al material rodante. Por último, entrega un mayor nivel de injerencia a la autoridad concedente, con un rol más activo en la regulación.

En cambio, este modelo tiene como debilidad la mantención del vínculo entre el operador y los proveedores de equipos, ya que estos últimos quedan en última instancia sometidos al accionar del operador, y en caso de cambio de operador deberán nuevamente enfrentarse a negociaciones con el eventual nuevo operador.

4. Modelo de negocios con fiducia y concesiones a operadores y proveedores

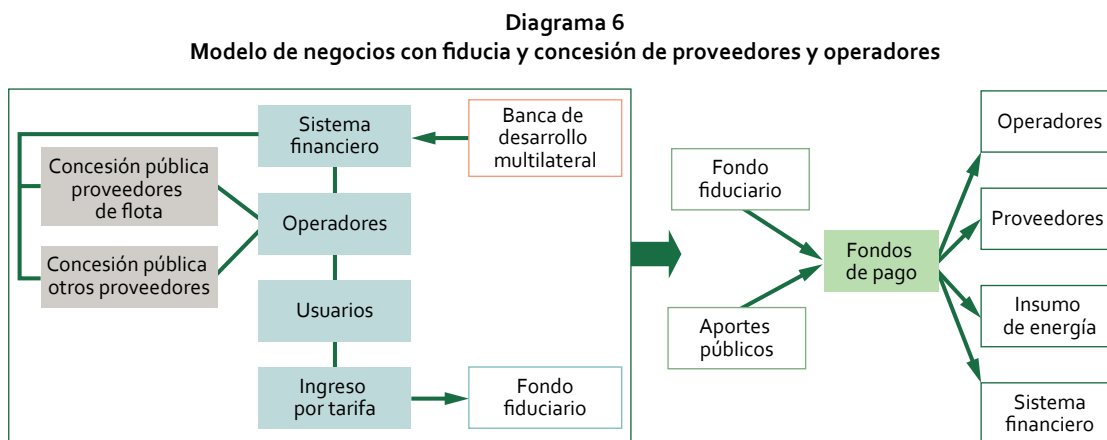
En el último modelo se considera que existen concesiones diferentes, la primera, correspondiente al operador de transporte, y otra (u otras) para los proveedores de equipos, en especial, el material rodante y eventualmente las baterías de los buses. El operador financiero también puede ser un actor beneficiado por una concesión, a menos que el estado cumpla esta función.

De esta forma, cada actor tiene y despliega una responsabilidad específica ante la autoridad pública, y la complementariedad de todos conforma el sistema de transporte público urbano. La existencia de diferentes concesiones y contratos permite que el riesgo del sistema quede en mayor medida distribuido y fraccionado, y con ello, la estabilidad del sistema queda más asegurada.

En este caso, la autoridad llama a licitaciones diferentes a cada uno de estos actores. Dado el carácter de cada servicio ofertado, las concesiones pueden variar en sus tiempos de duración. Las concesiones de material rodante deberán ser por 15 años (vida útil de los vehículos), las de los proveedores de batería, de siete años (vida útil), y las concesiones del operador de transporte pueden mantenerse en los siete años, pues no tendría compromiso con la vida útil de los equipos.

El operador de buses será el encargado de organizar y ejecutar la operación del sistema, según los parámetros establecidos en su contrato. El proveedor del material rodante deberá poner a disposición del operador los buses establecidos de acuerdo con lo estipulado en su contrato, asegurando además su mantenimiento, lo mismo que hará el proveedor de las baterías.

El operador financiero se hará cargo de la remuneración de todos los participantes que sean acreedores del sistema. Esta figura da garantías al modelo en la medida en que los riesgos están más desconcentrados, en que todos los actores tienen compromisos contractuales con la autoridad, asegurando la estabilidad del servicio y una cierta rapidez en la solución de eventuales problemas que pudieran surgir, como la quiebra o la incapacidad de alguno de los participantes. El diagrama 6 ilustra las relaciones en este modelo de negocios.



Fuente: Elaboración propia con base en ZEBRA (2020).

Este último modelo es el más complejo, exige más preparación para implementarlo. Sin embargo, es también el modelo más completo y el más eficaz para promover estabilidad y seguridad en la operación del sistema con la nueva tecnología de buses eléctricos urbanos.

Estos modelos alternativos pueden verse también de manera progresiva, es decir que en su presentación se avanza desde el modelo más simple hasta el más complejo según se vaya ampliando la flota y consolidando la presencia del transporte público por buses eléctricos. El objetivo principal, de darle mayor estabilidad al sistema, reducir sus riesgos y tener reglas claras para operadores y proveedores avanza progresivamente desde el modelo más simple hasta el más complejo.

E. Una propuesta: el desarrollo de un corredor vitrina de transporte por buses eléctricos en San José

En San José ya se ha desarrollado una experiencia piloto con la operación de dos buses, que ha permitido evaluar los impactos ambientales y las condiciones bajo las cuales es factible económicamente su introducción. Esta valiosa experiencia debe extenderse ahora a la operación más amplia. En este sentido, lo que se propone es desarrollar como proyecto piloto un sistema integral, entendido como una ruta servida 100% por buses eléctricos, que permita demostrar en la calidad del servicio, el beneficio para los usuarios y para toda la ciudad. El financiamiento de la inversión deberá ser asumido tanto por operadores privados como por aportes públicos y eventuales aportes de la cooperación internacional y/o la banca multilateral de desarrollo.

Una ruta completa, que sea visiblemente destacada en la ciudad, de una extensión relativamente corta para limitar el volumen de inversión. Una flota relativamente reducida permite acceder a un

financiamiento más factible que puede concentrarse en la disponibilidad de en torno a 25 a 35 unidades. Se requiere igualmente una inversión en infraestructura de carga que sea eficazmente utilizada, concentrada en un solo lugar, el terminal de la ruta que se escoja para este proyecto. Esta inversión podría también ser asumida por el sector público, por ejemplo, el ICE, con actores como el ICE, Fuerza y Luz con apoyo financiero de bancos locales y multilaterales.

Para que la propuesta tenga sentido, esta ruta de buses eléctricos deberá promover una organización diferente de los operadores, con reglas innovadoras, por ahora solo para esta experiencia y entendida como una organización y regulación de excepción para la ruta seleccionada, sin afectar las regulaciones vigentes para el conjunto del servicio de transporte público para la ciudad, en que las regulaciones actuales consideran su vigencia hasta el año 2028.

Este plan deberá concebirse como una iniciativa público-privada de excepción, con la presencia de todos los actores necesarios según se defina su mejor modelo de negocio, es decir, las autoridades, los operadores de transporte y todas las nuevas agencias y actores que deban involucrarse, en especial, las vinculadas al soporte eléctrico para alimentar los buses.

La ruta deberá ser definida según los criterios que establecen las rutas troncales de los sistemas BRT, es decir, en una vía predefinida, promover un sistema que circula en una ruta trocal segregada, con estaciones y sistemas de pago electrónico, fuera del autobús. Las obras podrían ser implementadas con fondos públicos, a cargo del MOPT. Será necesario generar un proceso de selección de la operación según rutas existentes que cumplan con los requisitos que se definan y que sea escogida a través de un proceso de licitación entre los operadores interesados en participar, ofreciendo condiciones del negocio que se definan y con una concesión de duración de 15 años.

Esta ruta constituirá en el parámetro con el cual se desarrolle la totalidad del sistema futuro de transporte público en la ciudad, en términos operacionales y de calidad del material rodante. La experiencia deberá aportar criterios para la definición de las nuevas reglamentaciones y de las modalidades de organización, tanto de operadores como de autoridades, de financiamiento del nuevo sistema, e incluso de soluciones tarifarias para su funcionamiento, a practicar para las licitaciones de 2028 y futuras.

En la medida en que se propone tener resultados antes del fin de las actuales concesiones, lo conveniente sería buscar alianzas con proveedores de buses y de infraestructura de alimentación eléctrica. Probablemente lo más adecuado, sea un modelo comparable al tipo de fiducia y leasing de equipos, pues tiene menos exigencias legales e institucionales. Se trataría en este caso de promover algún tipo de alianza entre operadores y proveedores de equipos, que se manifieste en un contrato formal de asistencia, la generación de una concesión excepcional por parte de la autoridad, y el apoyo importante de las institucionales financieras internacionales y aportes públicos de la forma en que han sido delineados más arriba.

Modelos similares a los descritos han sido discutidos con representantes del ICE, del Banco de Costa Rica y del Banco Nacional, sin embargo, también se ha detectado que el rol de las entidades ha variado a lo largo del tiempo y hay una preferencia del sector privado de transportes por modelos similares al que operan actualmente.

F. Conclusiones

La revisión de la situación en San José es altamente atractiva para la promoción de un sistema de buses eléctricos operando en la ciudad. En cierta medida, es el paso pendiente para promover una condición ambiental en la ciudad que pueda aspirar a la condición de tener un ambiente cero emisiones, una vez que ya se ha realizado un intenso y exitoso proceso en la generación de energías limpias y renovables. Sin embargo, en el verano del 2024 se experimentaron serias limitaciones del suministro de electricidad basado en fuentes renovables principalmente por el impacto del fenómeno climático conocido como El Niño.

En Costa Rica se han implementado una vasta cantidad de planes, estudios y proyectos asociados a la electromovilidad, de manera que existe un ambiente y una cultura preparada para asumir el cambio y razonablemente presente como expectativa, a nivel de la población, de los operadores y de las autoridades.

La condición para alcanzar el objetivo reposa en la necesidad de romper la inercia y asumir un proceso detonante que le dé inicio. Normalmente, los procesos detonantes difieren de la situación en régimen, por lo que los actores están llamados a generar un proceso innovativo, con reglas utilizadas una vez.

Enseguida de ello, será posible implementar medidas regulares, que de cualquier manera exigirán realizar algunos cambios normativos y de regulación, que permitan adoptar los modelos de negocio más seguros y estables, que le den estabilidad al proceso y que se dirija con seguridad al objetivo de lograr un transporte público más limpio, eficiente y de calidad para la ciudadanía y el medio ambiente. Sustituir la flota actual, basada en combustibles fósiles por una eléctrica, ello requeriría importantes inversiones tanto en la flota como en la adecuación del suministro de electricidad (i.e. estaciones de recarga). Contrariamente, las reformas legales y de organización empresarial no serían complejas y se centrarían en la ampliación del plazo de concesión y el cambio de combustible.

III. *Retrofit* de e-buses: resumen del estudio de impacto económico y financiero para la reconversión de vehículos eléctricos y sus complementos¹¹

*Georgina Cipoletta Tomassian
Marcos Adamson¹²*

Por medio de diversas iniciativas anteriores, la CEPAL presentó respuestas a un proceso de solicitudes del gobierno de Costa Rica, canalizadas por medio de su Ministerio de Planificación y Política Económica (MIDEPLAN), en las cuales han participado un conjunto amplio de actores del clúster de electromovilidad. Primero, se desarrolló el estudio denominado “Estudio del impacto económico de las inversiones y el financiamiento para el recambio de flota de autobuses sostenibles en Costa Rica”, (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2022). En esa oportunidad se evaluó reemplazar la flota de buses de diésel utilizada en las rutas públicas reguladas, por la incorporación de nuevos buses eléctricos importados. Los análisis convencionales de la metodología de evaluación de rentabilidades del costo total de propiedad fueron perfeccionados en dicho estudio para incorporar una innovación en la modelización, captando a cabalidad la realidad regulatoria de Costa Rica (lo que se llamó TCO Regulado); cuyos resultados mostraron que las evaluaciones económicas y financieras eran positivas. Sin embargo, también se encontró que la mera importación de e-buses no resultaba ser la solución más económica y socialmente eficiente para Costa Rica en la etapa inicial de transición hacia la electromovilidad del transporte público y que ello no se resolvía ni colaboraba con la dependencia tecnológica, ni la fuga de divisas asociadas a la importación y, menos, la falta de encadenamientos productivos para apuntar hacia un desarrollo más sostenible en el país. Además, debido a la condición de regulación a costo, en las estructuras evaluadas en el caso de Costa Rica, se advirtieron posibles efectos adversos distributivos puesto que los mayores costos se reflejarían en subida de tarifas, con ello impactando directamente sobre los usuarios de los e-buses.

¹¹ Con base en la contribución de Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) y Adamson y Cipoletta Tomassian (2024).

¹² Contribución de Georgina Cipoletta Tomassian, Oficial de asuntos económicos y Marcos Adamson, consultor, ambos de la Unidad de Financiamiento para el Desarrollo, División de Desarrollo Económico, de la CEPAL. Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente las de la institución. Con base en la contribución de Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) y Adamson y Cipoletta Tomassian (2024).

Como consecuencia de los resultados encontrados en el primer estudio, el gobierno solicitó un segundo estudio con la misma metodología, pero esta vez centrado en la opción de renovar la flota hacia buses eléctricos incorporando la alternativa de reconversión de motores diésel a eléctricos, lo que es también conocido como '*Retrofit*'. Este capítulo tiene como objetivo proveer a Costa Rica y a la región de información resumida de los principales análisis y resultados expuestos en el documento denominado "*Retrofit* de E-Buses: Estudio de impacto de inversiones y financiamiento para el establecimiento del clúster de reconversión de vehículos" (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2024)³³. La conclusión de dicha investigación es que la conversión local de los buses diésel a eléctricos supera a las otras opciones, tanto en viabilidad financiera como económica. Además, la conversión considera importantes factores macroeconómicos, como la producción endógena de tecnología y encadenamientos productivos del sector terciario de servicio de transporte, dada la generación de energía renovable, talleres, incorporación de mano de obra calificada y otros.

Este estudio mantiene la metodología seguida con el Método de Costo Total del Propietario (TCO, por sus siglas en inglés) pero a diferencia de los métodos convencionales de evaluación para analizar la viabilidad de posibles inversiones y financiamiento a largo plazo, adecua los costos totales de adquisición (TCO) a la realidad nacional, incorporando factores específicos relativos relevantes a su regulación, lo que los autores denominaron "TCO regulado". Por un lado, la realidad costarricense muestra que cada ruta es concesionada en carácter de monopolio y, como se indicó, bajo tarificación a costo autorizado, por lo que, autorizado un bus de determinada tecnología, ésta le asegura al concesionario la recuperación de los costos financieros y operativos; así como de la inversión (a través de la depreciación) y un margen de rentabilidad regulado. Por lo que, el método convencional de TCO que asume que no hay cambios en los ingresos (porque supone mercados en competencia perfecta) no es aplicable al caso de Costa Rica. En particular, las variaciones realizadas a la metodología consideran los parámetros asociados a depreciación y rentabilidad según la regulación de este sector definida por el Consejo de Transporte Público (CTP) y la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP, quien determina los modelos de tarifas de servicios públicos), en ese caso mayor al 10%. Este método de TCO-regulado es el que mejor se adapta a la realidad costarricense y, por lo tanto, el que se emplea en el presente documento.

Para atender a dicha realidad nacional, se consideran aspectos como los precios de e-buses y de diésel importados según los distribuidores en Costa Rica, además, se utiliza información y los datos provistos por estas instituciones responsables de regulación en rutas concesionadas y tarificación a costo. Al evaluar específicamente la conversión de autobuses diésel a eléctricos (*retrofit*) por medio del TCO-regulado financiero, como método más realista, se terminan obteniendo indicadores de rentabilidad positiva. Al considerar que la regulación a costo implica una transferencia de costos a los usuarios, y, dado que la conversión de buses involucra inversiones mucho menores que las de importar ebuses nuevos; se observa, en contraste, que la alternativa de *retrofit* traslada menores incrementos absolutos a las tarifas y muestra variaciones porcentuales comparables con los ebuses importados.

El estudio también innova al incorporar una evaluación financiera, y económica, ya que encontrar indicadores de viabilidad financiera positiva no necesariamente refleja eficiencia social o económica. Al evaluar en términos económicos la alternativa de conversión, ésta resulta ser la opción más rentable. Para esta valorización se utilizan precios sociales a través de los factores de ajuste determinados por MIDEPLAN (tales como tasa social de descuento y otros) para corregir los precios de mercados y además incorporar estimados para externalidades, tales como la reducción de CO₂ o de los costos de salud y otros aportes significativos para la sociedad³⁴.

Para potenciar este transporte sostenible, es fundamental capturar los cobeneficios económicos e implementar políticas que faciliten su financiamiento, por lo que en este estudio se incluye un set de instrumentos económicos con objeto de potenciar políticas económicas de internalización de cobeneficios con lo cual se mejoran los indicadores de rentabilidad sin afectar las arcas fiscales y procurando el bienestar del consumidor.

³³ En proceso de publicación por CEPAL. Contiene mayor detalle, información y explicación de los resultados expuestos, la metodología usada y otra información adicional que no viene incorporada en este resumen.

³⁴ Refiérase para mayor detalle a Adamson y Cipoletta Tomassian (2022).

Por último, el estudio también incluye una evaluación macro con información clave sobre encadenamientos productivos y empleo al implementar la alternativa de conversión de ebuses. Utilizando la Matriz de Insumo-Producto (MIP) calculada por el Banco Central de Costa Rica (BCCR, 2021) se realiza una simulación de importación de e-buses nuevos, importación de buses convertidos y conversión de buses a nivel local. Se encuentra que la importación de e-buses nuevos es relativamente menos encadenada en la economía y afecta la balanza de pagos. Lo anterior evidencia que, en el marco de una estrategia nacional de transición hacia la electromovilidad del transporte, es de radical importancia acompañar cualquier decisión de importación de e-buses con el desarrollo de un sector industrial de conversión de buses (*retrofit*) y autopartes, lo que tendrá un mayor impacto en la economía costarricense.

El diagrama 7 sintetiza las principales innovaciones de este estudio con respecto a otros elaborados previamente, así como sus consideraciones y algunas conclusiones.

Diagrama 7
Principales innovaciones y consideraciones de este estudio

Componente Financiero Se innova con TCO-Regulado	Evaluación de Viabilidad Económica Se innova con Precios Sociales e IPE	Evaluación Macro Se innova con evaluación Encadenamientos y empleo
Revisión estudios existentes (incompletos), solo usaron TCO para mercado convencional (no regulado) CEPAL incorporó al modelo la realidad de regulación y rentabilidades de Costa Rica	¿Es eficiente en términos económicos la incorporación de ebuses? Se realizó la primera evaluación aproximando precios económicos (incorporando externalidades)	Con MIP (BCCR) e información del INA Con Enfoque de Gran Impulso Ambiental de CEPAL
Principales consideraciones <ul style="list-style-type: none"> • Información de precios de e-buses para Costa Rica • Ajuste metodológico incorporando datos de regulación en rutas concesionadas (ARESEP) • Regulación/Tarificación a costo autorizado (incluye reconocimiento a operadores de rentabilidad mayor al 10% y un ingreso por depreciación que afecta consideración de costos) • TCO regulado Financiero arroja indicadores de rentabilidad (VPN y TIR) Positivos • Regulación a costo implica transferencia de costos a usuarios (menores deciles de ingreso) • Evaluación modo de incorporar eficiencia eco-social y economía circular en e-buses a nivel local 	Viabilidad financiera (privada) no asegura eficiencia económica (y/o social) <ul style="list-style-type: none"> • Considerar precios sin distorsiones (tasa social de descuento y otros) • Incorporar externalidades (reducción Co₂, TPS, otros) • Clave es cómo capturar cobeneficios económicos y re-invertirlos para potenciar el transporte sostenible, evaluar alternativas de políticas para facilitar su financiamiento sin afectar arcas fiscales y colaborar con bolsillo de usuarios • Se diseñó un set de instrumentos de política económica (IPE) y resultados mejoran más indicadores de rentabilidad • Se reevalúan impactos en tarifas de usuarios (componente depreciación y rentabilidad) 	Visión de clúster <ul style="list-style-type: none"> • Sector transporte vs sectores de la economía → encadenamientos productivos • Qué tan estratégico es el sector → PIB, empleo • Simulación de importación de ebuses nuevos • Simulación de importación de buses convertidos • Simulación de conversión de buses (<i>retrofit</i>) • Conclusión: importar e-buses resulta poco encadenado en economía y afecta balanza de pagos. Conviene acompañar procesos de importación de e-buses con la incorporación de tecnologías de reconversión de buses (<i>retrofit</i>) cuyos resultados en impactos macro resultan más estimulantes para la economía de CR
Ley 9518 (2018 art. 28) con realidad de CR TCOregulado → RENTABLE!	TCO + PS + Batería medidas de PE → RENTABLE! TCO reg + PS + IPE →+ RENTABLE mucho antes!	Evalua ley 9518 c/macro + Normativa <i>retrofit</i> + Opciones Financiamiento + Cluster e-Buses <i>Retrofit</i>

Fuente: Elaboración propia.

A. Avances hacia la electromovilidad

1. El progreso de la electrificación en el transporte de pasajeros

La electrificación del transporte a nivel global ha tenido un gran avance desde 2015 y fue ganando aun mayor impulso y proporción desde 2020; mientras que las ventas mundiales de vehículos de combustión interna mostraron su tope máximo hasta el año 2017; dejando en evidencia que el mercado ahora se dirige hacia los vehículos eléctricos y que, siguiendo las proyecciones de BloombergNEF (2022), ya para 2030 las ventas de eléctricos superarán a las de vehículos de combustión interna. Asimismo, siguiendo los datos recogidos por el *Electric Vehicle Outlook* a 2022, cabe destacar que el 44% del total de las ventas globales de vehículos eléctricos corresponde a autobuses; ello da cuenta de que aunque este mercado pueda ser relativamente nuevo, viene teniendo un enorme desarrollo en los últimos años y un evidente potencial para los venideros.

Dadas las consideraciones globales sobre el crecimiento de la demanda de vehículos eléctricos, y en particular de autobuses; es importante cuestionar si Costa Rica y los países de la región están trabajando eficiente y suficientemente para adaptarse a esta transición. Aquí es cuando cobra especial relevancia comprender que la alternativa de la conversión (*retrofit*) de vehículos a eléctricos, viene a ayudar a avanzar y adaptarse a este proceso de transición hacia la electromovilidad.

2. Conversión de vehículos a eléctricos: experiencia en América Latina y el Caribe

En ALC, las conversiones vehiculares a eléctricas se han desarrollado principalmente en ciudades con esquemas de transporte público consolidados, en los que incluso se vienen realizando las mayores compras de autobuses eléctricos nuevos importados, como son los casos de Chile y Colombia. El caso de Chile destaca por ser el primer país de la región en realizar conversiones comerciales de autobuses diésel a eléctricos. La empresa *Reborn Electric Motors* fue la pionera en este campo del *retrofit*, y ha convertido autobuses bajo estándares de seguridad internacional para la Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco) y la empresa de electricidad ENEL, principalmente para el transporte de trabajadores a en zonas sinuosas, montañosas y de condiciones climáticas y temperaturas extremas, como lo son las minas del país. Los autobuses convertidos son 100% eléctricos y fueron probados en modelos para 44 y 24 pasajeros, con autonomía de carga de 200 kilómetros, manteniendo y embelleciendo su carrocería original, e incorporando diversos elementos tecnológicos y de confort para el usuario, como sus asientos, cargadores USB, aire acondicionado y calefacción. En todos los casos han mostrado gran rendimiento y calidad, por lo que pasaron estrictas evaluaciones de control de calidad mecánicas y de seguridad para obtener su certificado de homologación por la entidad nacional de control y certificación vehicular para circular. El país cuenta con la mayor cantidad de autobuses eléctricos refabricados (*retrofit*) registrados y en uso. Al momento, se conoce la existencia de negociaciones iniciales para asistir técnicamente en proyectos piloto de reconversión de autobuses en algunos países de la región, como Costa Rica y Perú; aunque no se difundieron mayores resultados o avances.

En Argentina, las opciones de modelos y medios de transporte disponibles para la conversión han aumentado velozmente, la empresa Electroconversiones ofrece kits, baterías y servicios de conversiones; mientras que la firma *Dikho* está más especializada en partes como motores, controladores, convertidores, entre otros. *GoElectric* ofrece servicios en el país para la conversión de vehículos clásicos y vehículos de carga o minivanos.

Uruguay es uno de los países de la región con un mercado de conversiones eléctricas más desarrollado. La Organización AutoLibre se acredita con más de 16 años de experiencia en el sector de conversiones y con más de 2.000 realizadas. Este país presenta un gran potencial como socio comercial para autopartes y sistemas relacionados a la conversión.

México alberga a la empresa APV que fue financiada mediante alianzas y fondos públicos-privados y cuenta con un autobús convertido. El país presenta otras empresas relacionadas al mercado de conversiones como *Linergy*, *ConversionesInteligentes* y *Conversiones AutoEléctrico*.

Brasil alberga a la Asociación Brasileña de Vehículos Eléctricos (ABVE) y destacan los objetivos alcanzados por parte de fabricantes locales como Eletra, la cual ofrece la fabricación de autobuses convencionales y dispone de servicios para conversiones en unidades.

Para abril de 2022, la región de ALC contaba con más de 3.200 buses eléctricos, con un crecimiento del 150% respecto al año anterior. Esta cifra representa una proporción de electrificación del 3,69%, lo que equivale a aproximadamente 284,88 kilotoneladas de emisiones de CO₂ evitadas al año. Hasta esa fecha, los países que vienen liderando la electrificación del transporte público en ALC son Colombia (con 1.165 unidades), Chile (con 819 unidades), México (con 556 unidades) y Brasil (con 351 unidades). Estos cuatro países han adoptado modelos de negocios y alianzas que les permiten una mejor articulación entre los actores para el financiamiento y adquisición de unidades de baterías, lo que resulta útil para tomar de referencia. Aunque es alentador el crecimiento mencionado, y son conocidas las capacidades de producción de autobuses de algunos de los países de la región; debe destacarse que el mercado latinoamericano se encuentra principalmente cubierto por importaciones provenientes de un fabricante extraregional (China), particularmente, la empresa BYD, con hasta 1.692 unidades registradas al momento que esto se escribe. La empresa líder es seguida por Yutong (339), Eletra (274) y Foton (215). De las empresas señaladas destaca Eletra, que dispone de servicios de *retrofit* y fabricación de autobuses eléctricos en Brasil (E-Bus Radar, 2022).

El mercado potencial para electrificar las flotas en algunas de las principales ciudades latinoamericanas supera los mil millones de dólares, y la opción de organizar industrias nacionales para la conversión vehicular (*retrofit*) de autobuses de la región presenta una oportunidad accesible y viable para los países en desarrollo, debido a su menores costos y disposición de unidades convencionales ya presentes en las economías, lo cual está en sintonía con la economía circular y sus compromisos con los objetivos de desarrollo sostenible.

3. Hacia la electrificación del transporte público en Costa Rica

En los últimos 10 años, Costa Rica ha aumentado la flota de buses disponibles, llegando, en 2019, a un total de 1.655 unidades en el AMSJ y 4.500 en todo el país. Asimismo, el total de buses del área metropolitana corresponde a más de un tercio de la cantidad de buses concesionados de transporte público en todo el país, llegando hasta un 42% en 2019; ello da cuenta de la importancia que tendría la electrificación del transporte público en las zonas céntricas del país.

Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) modelizaron y proyectaron la cantidad de buses que deberían ser eléctricos en el AMSJ, según diferentes escenarios que se plantean en el contexto actual de Costa Rica: implementando el proyecto de sectorización¹⁵, que supondría un 20% de reducción o no implementándolo. En todos los casos, se mantuvo la línea base de un crecimiento futuro del 1,3% anual, que es una tasa establecida conforme el comportamiento autorregresivo de las series y su variación promedio. Para la estimación de las series de autobuses eléctricos se utiliza una tasa de recambio igual al 5% bianual del saldo de placas concesionadas de buses diésel (es decir, un 2,5% anual del saldo de buses no sustituidos), tanto para la línea base como para el escenario de sectorización. Por lo tanto, el recambio de tecnologías se realiza a dicha velocidad, pero las unidades eléctricas que cumplen con su vida útil se asumen que son renovadas por otro autobús eléctrico¹⁶. De esta manera, la proporción de autobuses eléctricos respecto del total aumenta de manera más acelerada. Dicho supuesto es vital para el rápido avance de la electromovilidad en el país¹⁷.

¹⁵ La sectorización pretende, entre otros, minimizar la circulación de buses en el AMSJ con un rediseño de pocas rutas troncales largas que se alimentan por rutas ramales que trasladan pasajeros a ciertos nodos a lo largo de la troncal.

¹⁶ La Ley Nro. 9.518 establece la obligatoriedad de sustituir bianualmente un 5% del saldo de la flota diésel, pero pasados los 15 años, una cierta cantidad de buses eléctricos ya debe ser renovada al cumplir su vida útil. Si los autobuses por renovar a partir del año 15 de implementación de este plan de sustitución de flota incluyen los e-buses que cumplieron su vida útil, se ralentizará el proceso en su conjunto. Por lo tanto, el reemplazo de los e-buses que cumplieron su vida útil no deben ser considerados en el registro de buses con motores de combustión interna que deben ser reemplazados conforme a lo dispuesto en la Ley Nro. 9.518.

¹⁷ En Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) podrá encontrar los resultados sin el supuesto.

En las simulaciones realizadas se evidencia un crecimiento mayor para las series de autobuses eléctricos a partir del 2040, primer año en el que los e-autobuses adquiridos durante el 2025 cumplen con su vida útil y deben ser renovados. Para éste y años posteriores, la cantidad de buses a adquirir por las concesionarias debe corresponder a los necesarios para cumplir con el porcentaje de sustitución estipulado por la norma legal y también para sustituir los e-autobuses que cumplen su vida útil. Al considerar que la renovación de e-autobuses por otros e-autobuses, se alcanza una proporción de electrificación de casi 70% para el 2055 mientras que el objetivo de 100% de electrificación de la flota se alcanza en 2071.

En 2025, la disminución de la flota de autobuses determinada por la sectorización implicaba que la cantidad de buses eléctricos a adquirir anualmente disminuyera también. De hecho, se observa una pendiente menor en el largo plazo. Esta disminución no afectará de manera significativa, para los años siguientes, la velocidad de aumento de la proporción de e-autobuses respecto al total, ya que escenarios con o sin consideración de sectorización rondan el 70% de electrificación para el 2055.

Asimismo, los autores estiman los ahorros anuales en el consumo de diésel, la disminución de emisión de gases de efecto invernadero y su valor monetario¹⁸. La cantidad de e-autobuses estimada para 2030 (264 buses) y la menor cantidad de buses en la GAM por efecto de la sectorización implican reducciones de más de 6,19 millones de litros de diésel anuales y ahorros en emisiones por sobre 20.000 toneladas de CO₂e anuales. Para el 2055 (1.787 e-autobuses) se estima que se obtendrían ahorros de casi 42 millones de litros de diésel y reducciones de emisiones por casi 136 mil toneladas de CO₂e anuales. Además, existen ahorros por reducción de contaminantes, reducción de importaciones de hidrocarburos y un apoyo a la mitigación de riesgos ambientales. El ahorro por disminución de GEI (emisiones evitadas) superaría los 6,79 millones de dólares al año a partir de 2055. Además, dado que existe el riesgo social y ambiental de una agudización de los efectos del cambio climático, los beneficios a obtener por emisiones evitadas podrían ser mayores.

B. Costos totales de adquisición y operación utilizando diferentes tecnologías (Eléctrico *Retrofit*, Diésel o Eléctrico nuevo)

1. Análisis de costos de depreciación y rentabilidad y cambios tarifarios ante diferentes tecnologías

En la regulación de Costa Rica, tal como se indicó previamente, las concesiones de rutas públicas de transporte a costo autorizado incluyen también un reconocimiento por depreciación y un margen de rentabilidad de la inversión autorizada. Este estudio presenta un estimado de costos asociados a los rubros de depreciación y rentabilidad anuales (15 años) según tecnología (Eléctrico *Retrofit*, Diésel o Eléctrico nuevo) que se incurren desde el primer año de autorizada la unidad; por ejemplo, un costo total de USD 53.000 para las tecnologías convertidas, USD 36.200 para las unidades diésel y USD 85.150 para los eléctricos nuevos importados para el primer año.

En la sumatoria de esos costos anuales, durante los 15 años, se observa que una unidad eléctrica nueva, en este rubro representa más de USD 600,000; mientras que la unidad diésel y convertida representan USD 255,000 y USD 375,400 en ingresos tarifarios, respectivamente. En este ejercicio se ha utilizado un monto elevado de inversión de un bus convertido (USD 250,000) para que en las estimaciones de valor presente neto (financiero y económico) se obtengan resultados bajo escenarios conservadores. En esta metodología de regulación, las tarifas son simples instrumentos de transferencia de los costos (operativos, financieros), depreciación y rentabilidad, a los usuarios. De manera que entre mayor sea el valor del autobús, mayores serán los montos de depreciación y rentabilidad.

Los mayores niveles de inversión de las unidades eléctricas nuevas conllevan a un mayor impacto distributivo sobre los usuarios. Por lo tanto, a pesar de ser necesarias las inversiones para la electrificación

¹⁸ Refiérase a Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) para un mayor detalle de la metodología usada en la estimación.

del transporte público, debe llevarse a cabo de manera que afecte lo menos posible a los usuarios del servicio y principalmente aquellos de estratos de ingresos relativamente inferiores. Los usuarios de autobuses en rutas de transporte concesionadas se ubican mayoritariamente en los últimos deciles de ingreso. Así, la conversión minimiza ese impacto en tarifas de e-buses debido a sus menores costos operativos (ahorro por eliminación de uso de hidrocarburos e insumos asociados) y, a la vez, logra objetivos ambientales y de reactivación.

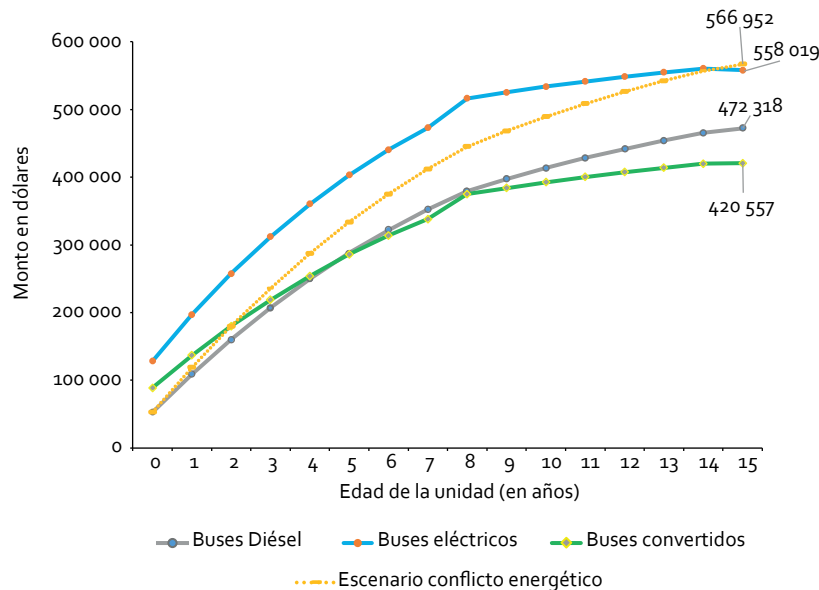
El estudio completo (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2024) detalla información de una muestra real de empresas concesionarias de rutas sobre su flota y el cambio en las tarifas por concepto de depreciación y rentabilidad según tecnología. Por citar un ejemplo, para una empresa "X", la cantidad de buses que tiene autorizados son 135 y la sustitución, por ley, es de 3 buses. Para esta empresa, la tarifa inicial cobrada es de ₡610, si se sustituyeran 3 buses, la tarifa cambiaría a ₡628 si se cambian por buses eléctricos nuevos importados, ₡612 si se cambian por buses diésel y ₡614 si se hace reconversión, lo que correspondería a cambios porcentuales de 3%, 0,3% y 0,7% respectivamente.

Por lo tanto, los aumentos tarifarios para una unidad convertida (*retrofit*) por costos asociados a depreciación y rentabilidad son relativamente similares a las unidades diésel nuevas. Al incluir los ahorros en combustibles y otros, se esperaría un impacto positivo sobre las tarifas de autobuses convertidos. Esto muestra que la conversión sea, entre estas opciones, la que mejor minimiza el impacto trasladable al usuario.

2. Costos financieros y económicos incrementales

El gráfico 1 presenta los costos financieros incrementales de adquisición y operación al utilizar distintas tecnologías (eléctrico *retrofit*, diésel o eléctrico nuevo importado) con una tasa de descuento del 11,14%. Las estructuras de costos de las unidades de combustión mediante diésel presentan mayores costos que las unidades electrificadas mediante la conversión vehicular.

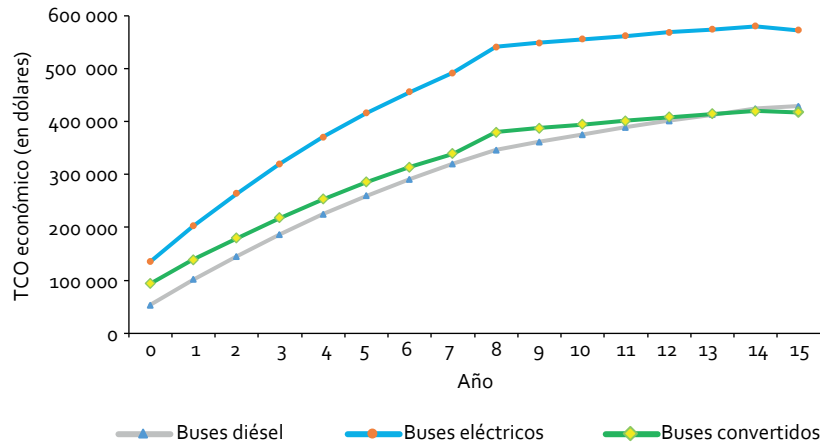
Gráfico 1
Costos financieros incrementales totales de adquisición y operación para diferentes tecnologías
 (En dólares, utilizando una tasa de descuento del 11,14%)



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2 se consideran los costos económicos incrementales usando la tasa social de descuento del 8,01%. La estimación de los costos económicos a precios sociales también incorpora la valoración monetaria de las externalidades presentadas por las diferentes tecnologías¹⁹.

Gráfico 2
Costos económicos incrementales totales de adquisición y operación para diferentes tecnologías
(En dólares, utilizando una tasa de descuento del 8,01%)



Valor Actual Neto de Costos Totales	Tasa de descuento: 8,01%
Valor Actual Neto Diésel	429 721
Valor Actual Neto Eléctrico Nuevo	573 271
Valor Actual Neto Convertido	417 931

Fuente: Elaboración propia.

El valor presente neto económico de los costos es menor para la modalidad de conversión. La internalización de emisiones y contaminantes que presentan efectos nocivos tanto ambientales como a la salud pública y los ahorros económicos obtenidos por las tecnologías limpias mejoran sus indicadores. Si se consideran los beneficios económicos obtenidos por las unidades convertidas, las ventajas en rentabilidad económica son mayores en comparación a las valoraciones financieras.

Por lo tanto, al considerar los costos y externalidades asociadas al uso de combustibles, así como realizar la evaluación a precios sociales (corrección por otras distorsiones en los mercados) sugieren a las tecnologías de autobuses convertidos (de diésel a eléctricos) como la opción económicamente más rentable que sus contrapartes eléctricas nuevas y tecnologías diésel.

3. Encadenamiento del sector transporte al resto de la economía

Con respecto al encadenamiento en la economía del sector transporte, los multiplicadores totales muestran el efecto magnificado de los vínculos totales de cada producto, tanto adelante como hacia atrás; lo que representa su efecto a nivel de toda la economía ante un incremento de un CRC en la demanda final. En el caso particular del servicio de transporte terrestre de pasajeros excepto taxis, se identifica que el encadenamiento total absoluto hacia atrás es de 1,27, el cual significa que, ante un aumento de un CRC en la demanda de dicho servicio, se generan compras tanto directas como indirectas de otros productos por un valor total de 1,27 CRC. Para el encadenamiento total hacia adelante, este es de 1,11 por lo que, ante un aumento de un CRC en la demanda final del servicio, se traduce en ventas (tanto directas como indirectas) de otros productos en la economía por la cifra de 1,11 CRC.

¹⁹ Véase para más detalles Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) y Adamson y Cipoletta Tomassian (2024).

En el estudio detallado (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2024), de los análisis basados en la matriz de insumo-producto se observan el comportamiento de los encadenamientos normalizados tanto hacia adelante como hacia atrás del servicio de transporte terrestre de pasajeros excepto taxis (NP0126) y se concluye que podrían obtenerse mayores encadenamientos si se implementaran las conversiones de e-buses (*retrofit*) en el país. Ello se daría a través de la mayor la formación bruta de capital (FBK) que realizaría este sector y con ello se buscaría incrementar la productividad nacional, así, el sector pasaría a ser dependiente de la oferta intersectorial. Posteriormente se irá intensificándose el proceso de manufactura de conversión y consolidándose esta tecnología con diversos sectores (generación distribución de electricidad renovable, empresas de partes como cargadores, renovación y conversión de talleres mecánicos para vehículos de combustión interna en talleres para vehículos convertidos, incorporación de la industria de electrónica, procesos de control y microchips, entre otros). Lo anterior evidencia la relevancia de conceptualizar un clúster de conversión de autobuses de transporte público como un proceso dinámico en el cual el sector transporte tiene potencial para fungir como una de las locomotoras que arrastran a sectores productivos.

4. Análisis de instrumentos económicos y financieros. Internalización de cobeneficios y alternativas de políticas para mitigar impactos tarifarios en usuarios

En Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) se estiman los aumentos en el VAN de los costos incrementales al adoptar las distintas tecnologías, esa información permite simular el alcance de diversas políticas de internalización y la captura de cobeneficios, los cuales permitirían no solo alinear incentivos, sino también beneficiar a los usuarios, en tanto dichas internalizaciones se traducen en reducciones en las tarifas.

Los resultados de TCO son presentados utilizando tres tasas de descuento: 11,14% (relacionada a la tasa de rentabilidad anual autorizada por ARESEP para flotas tipo II), 8,31% (tasa social de descuento definida por MIDEPLAN para proyectos de inversión pública) y 3,31% (tasa básica pasiva del Banco Central de Costa Rica para 13 de junio del 2022). La comparación del alcance porcentual se presenta para el resultado respectivo de la tasa de descuento 11,14%.

Los análisis realizados (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2024) muestran las variaciones en el VAN según se implementan esas diferentes políticas e instrumentos económicos de internalización, mejoras en el financiamiento, implementación de rutas y horarios que faciliten mayores kilometrajes, mejoras en la eficiencia de consumos energéticos, cambios en los precios de las energías y baterías, reducción en las primas de seguros cobrados al internalizar la reducción en costos médicos por reducción en enfermedades asociados a la reducción del uso de diésel. Esto permite evidenciar que no todas las políticas ni segmentos relevantes del mercado presentan el mismo alcance para mejorar la rentabilidad financiera y económica de las tecnologías limpias. Además, favorece comparar los efectos de la tasa de descuento en los costos incrementales e impactos relacionados a cambios y políticas.

Entre otros, se muestra cómo cambian los costos totales incrementales según las diferentes tecnologías (eléctrico *retrofit*, diésel y eléctrico nuevo importado) al adoptar diferentes instrumentos de internalización, como adoptar una tasa de interés fija igual a la Tasa Básica Pasiva (TBP), incluir un pago de un servicio ambiental a través de FONAFIFO o como costo de oportunidad del precio del bono carbono promedio, disminuir las primas de seguros debido a que las aseguradoras se benefician o por mejoras en las eficiencias de la unidad.

El análisis de evaluación económica a precios sociales e incorporando externalidades por beneficios derivados de la reducción de emisiones de GEI, reducción en costos sobre salud y de ruido, muestran valores presentes netos económicos (sociales) positivos dependiendo de la cuantía de los costos de oportunidad de carbono que se utilicen, así como de las tasas sociales de descuento. El análisis simula y muestra los niveles resultantes en los indicadores económicos de rentabilidad, para diferentes alternativas o instrumentos de políticas que podrían establecerse como mecanismos de internalización para potenciar la rentabilidad financiera-privada, así como para mitigar el impacto tarifario sobre los usuarios.

Las tecnologías eléctricas evidencian mejores términos respecto a las convencionales cuando se consideran bajas tasas de descuento debido a la capacidad de las tecnologías eléctricas de presentar costos menores posterior al periodo de pago de deuda y la reducción de costos por precios que usualmente presentan alzas, como lo son los hidrocarburos. Además, las tecnologías convertidas presentan los mejores resultados para las diferentes tasas de descuento, lo que señala su viabilidad en reducción de costos a través de todo el periodo de análisis.

C. Micro simulación ante la sustitución tecnológica del servicio NPo126

Usando la Matriz de Insumo Producto (MIP) del año 2017 (BCCR, 2021) se realiza una micro simulación de la incorporación del cambio tecnológico en el servicio de transporte terrestre de pasajeros excepto taxis. El cuadro 4 muestra los supuestos hechos. El primer escenario parte de la sustitución del 2,5% del total de unidades de transporte público de pasajeros mediante autobuses con unidades convencionales, lo que representa un aumento en las importaciones de unidades y diésel por parte del sector.

El segundo escenario contempla la adquisición de unidades eléctricas nuevas mediante importación; lo que conlleva al aumento en la cantidad de energía eléctrica demandada a nivel nacional en lugar del aumento en importación de combustibles. El tercer escenario emula la importación de autobuses eléctricos ya convertidos; los cuales poseen un precio menor que el caso de autobuses nuevos, tanto de combustión interna como eléctricos nuevos. Dicho escenario permite comparar el impacto de un menor costo de las importaciones requerida por las unidades y el aumento en la demanda de electricidad nacional.

El cuarto escenario simula el efecto de conversión de unidades de autobuses en suelo costarricense y asocia las diferentes relaciones comerciales entre sectores. De esta manera se contemplan los aumentos por importación de motor, baterías y equipo, aumentos en encadenamiento con el sector de generación eléctrica y servicios de manufactura automotriz (por costos asociados a conversión en taller). El último escenario contempla el desarrollo de una nueva actividad económica de conversión de autobuses eléctricos a mayor escala. A manera de ejemplo, en una fase inicial contempla la conversión de 100 unidades anualmente, de las cuales el 43% serán incorporadas en el mercado costarricense como sustitución de unidades de combustión y el restante 57% será destinado a exportaciones a países vecinos.

Entre los principales resultados obtenidos destacan que el cambio tecnológico hacia autobuses eléctricos nuevos genera el mayor aumento en el valor agregado en el servicio NPo126, en una magnitud del 0,12%, un aumento en el PIB del servicio en 0,11% y los menores requerimientos de diésel desplazan el valor de sus importaciones en un -0,88%. Además, los costos asociados a la adquisición de unidades nuevas debido a la metodología de contabilidad nacional se concentran en las cuentas de generación bruta de capital (FBK), de manera que los escenarios que consideran la importación de unidades presentan los mayores aumentos en estos rubros. Sin embargo, la conversión de autobuses estaría realizando una formación de tecnología endógena, de acuerdo con la economía circular, se requeriría una nueva cuenta para ese sector manufacturero que le impute el valor agregado a la tecnología de conversión, así como la formación bruta neta de capital asociada a este mismo proceso.

En términos de creación de riqueza para la economía costarricense, acciones de política pública que favorezcan la profundización de una industria automotriz, a partir de la conversión de unidades de transporte colectivo de pasajeros, será lo que generará un mayor aporte en producción, así como potenciales empleos con diferentes niveles de calificación. En el cuadro 5 se muestra el efecto que tiene los diferentes escenarios propuestos sobre el PIB de la economía costarricense.

Cuadro 4
Supuestos establecidos para la realización de micro simulación de incorporación
de cambio tecnológico en el servicio NP0126

Código NPCR	Productos	Supuesto	Valor
		TC (CRC/USD)	680,00
Escenario 1: Adquisición de autobuses diésel nuevos			
		Valor promedio unidades (USD)	127 000,00
		Cantidad de unidades a renovar (2021)	43,00
		Valor total (USD)	5 461 000,00
NP103	Vehículos automotores, carrocerías, remolques y semirremolques	Valor total (millones de CRC)	3 713,00
Variación en consumo e importación de hidrocarburos			
		Kilometraje promedio a recorrer anualmente:	50 000,00
		Factor de eficiencia diésel (l/km):	0,47
		Variación consumo diésel (l):	-1 010 500,00
		Precio promedio diésel (CRC)	626,00
		Valor (millones de CRC):	-633,00
NP075	Diésel		
Escenario 2: Adquisición de autobuses eléctricos nuevos			
		Valor promedio unidades (USD)	410 000,00
		Cantidad de unidades a renovar (2021)	43,00
		Valor total (USD)	17 630 000,00
NP103	Vehículos automotores, carrocerías, remolques y semirremolques	Valor total (millones de CRC)	11 988,00
Cifras de gasto en energía eléctrica para autobuses eléctricos			
		Factor de eficiencia electricidad (kWh/km):	1,30
		Variación consumo electricidad (kWh):	2 795 000,00
		Tarifa propuesta por ARESEP (CRC/kWh) para servicio de autobuses eléctricos:	60,00
NP113	Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	Valor (millones de CRC):	168,00
Escenario 3: Adquisición de autobuses de baterías convertidos e importados			
Conversiones importadas:		Valor promedio unidades (USD)	250 000,00
		Cantidad de unidades a renovar (2021)	43,00
		Valor total (USD)	10 750 000,00

Código NPCR	Productos	Supuesto	Valor
NP103	Vehículos automotores, carrocerías, remolques y semirremolques	Valor total (millones de CRC)	7 310,00
Escenario 4: Conversión nacional de autobuses de baterías			
	Conversiones en territorio nacional:	Valor promedio unidades (USD)	150 000,00
		Cantidad de unidades a renovar (2021)	43,00
		Valor total (USD)	6 450 000,00
NP103	Vehículos automotores, carrocerías, remolques y semirremolques	Valor total (millones de CRC)	4 386,00
NP102	Motores, generadores, transformadores y otro equipo eléctrico	Valor (millones de CRC)	877,00
NP112	Servicios de manufactura	Valor (millones de CRC)	1 023,00
NP099	Pilas, baterías, acumuladores, cables y dispositivos de cableado	Valor (millones de CRC)	1 462,00
NP103	Proporción de compra y reparación de chasis	Valor (millones de CRC)	1 023,00
Escenario 5: Conversión nacional de autobuses de baterías y exportación			
	Conversiones en territorio nacional:	Valor promedio unidades (USD)	150 000,00
		Cantidad de unidades a renovar (2021)	100,00
	Consumo nacional		43,00
	Exportación		57,00
		Valor total (USD)	15 000 000,00
NP103	Vehículos automotores, carrocerías, remolques y semirremolques	Valor total (millones de CRC)	10 200,00
NP102	Motores, generadores, transformadores y otro equipo eléctrico	Valor (millones de CRC)	2 040,00
NP112	Servicios de manufactura	Valor (millones de CRC)	2 380,00
NP099	Pilas, baterías, acumuladores, cables y dispositivos de cableado	Valor (millones de CRC)	3 400,00
NP103	Proporción de compra y reparación de chasis	Valor (millones de CRC)	2 380,00
FBK	Inversión en planta de producción	Valor (millones de CRC)	816,00

Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP (2018), RECOPE (2023c).

Cuadro 5
PIB de la economía costarricense según escenario analizado, en millones de CRC, absoluto y relativo

Escenario		PIB (En millones de CRC)	Variación	
Sin cambio	<i>Statu quo</i>		Absoluta	Relativa (En porcentaje)
		38 573 048	-	-
No. 1	Adquisición de buses diésel nuevos	38 573 048	0	0
No. 2	Adquisición de buses eléctricos nuevos	38 573 681	633	0,0016
No. 3	Adquisición de buses eléctricos convertidos importados	38 573 681	633	0,0016
No. 4	Adquisición de buses eléctricos convertidos nacionales	38 575 728	2 680	0,0069
No. 5	Adquisición y exportación de buses eléctricos convertidos nacionales	38 578 441	5 393	0,014

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR (2021).

D. Hacia el avance en la conversión de e-buses. El clúster de *retrofit*

La conversión de e-buses (*retrofit*) ofrece elevados cobeneficios potenciales en sectores como seguros, sector financiero, reducción de GEI y encadenamientos con el resto de la economía. También, se reduce progresivamente la fuga de divisas por la importación de autobuses y combustibles fósiles, a la vez que se genera desarrollo tecnológico endógeno y los pasajeros se ven beneficiados al pagar menores tarifas. Para garantizar la conversión de e-buses en el país, es necesario la coordinación de políticas y normativa en favor de la consolidación de un clúster para la conversión y el desarrollo de instrumentos en el sector financiero, que permitan la dinamización de las inversiones necesarias en los diferentes componentes del clúster. El diagrama 8 presenta un panorama global de las instituciones involucradas y sus labores para posibilitar la conversión.

Como parte de los procesos necesarios ya iniciados pero que deben fortalecerse, está la consolidación de la norma técnica para la conversión y electrificación del transporte público en rutas de autobuses concesionados, que permita la operación y revisión regular de estas unidades. Esa norma técnica para transporte convertido ya está operando en Costa Rica y ha sido canalizada como norma a través del decreto e INTECO, el Ministerio de Economía (MEIC) y el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), con la participación del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA). Estos también incluirían los procesos de certificación y la capacitación de talleres. Además, se necesitaría que el sistema financiero provea el financiamiento a las empresas concesionarias de rutas de transporte público para que puedan acceder a préstamos, respaldados por el cumplimiento de la norma técnica y el otorgamiento de las concesiones. Por lo que se requiere que los principales bancos comerciales, así como la banca para el desarrollo provean de modelos de financiamiento a favor del desarrollo de *retrofit*. La Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER) puede intervenir mediante la búsqueda de empresas internacionales e inversión externa directa para potenciar el proceso de manufactura de conversión y acelerar el proceso de adopción y desarrollo local de esta tecnología. También existen acuerdos bilaterales con países como Chile, Brasil y México que pueden interesarse en el desarrollo de un nuevo mercado, en la misma dirección en noviembre del 2023 entró en vigencia el acuerdo de cooperación entre Centroamérica y la unión europea que podría abrir nuevas avenidas de cooperación, especialmente aquellas relacionadas con cooperación para el combate al cambio climático. Por ejemplo, apoyar el Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica en el sector transporte es una oportunidad.

Por un lado, como actores relevantes del clúster destaca el funcionamiento del Consejo de Transporte Público (CTP) en su papel de concesionario y responsable de definir reglas. Por otro lado, la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP) responsable de la fijación de las tarifas. Para la revisión técnica, se requiere que el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) y el concesionario de Revisión Técnica Vehicular dicten los protocolos y procesos y, además, realicen la correcta verificación de seguridad de las unidades reconvertidas. El CTP debe de asegurar la revisión técnica periódica para los buses convertidos de la misma forma que lo hace con los automóviles de combustión, además de los pagos en seguros, marchamos y/u otros requerimientos legales para su circulación. Una vez superada las pruebas de verificación de funcionamiento y seguridad, el dueño del vehículo convertido deberá dirigirse hacia el registro de la propiedad para registrar su auto bajo la respectiva categoría que sea definida, como un vehículo que cumple los estándares establecidos para ser utilizado en la vía pública.

El Instituto Nacional de Seguro debe participar con el análisis de los seguros para buses reconvertidos, además de consideraciones sobre los manejos de residuos y baterías relacionados al transporte eléctrico. Para mejorar el servicio, el BCCR debe de facilitar las herramientas necesarias para el cobro electrónico. También, es necesario que la ARESEP realice la inclusión y actualización de los coeficientes dentro de las metodologías tarifarias relacionadas a buses reconvertidos. El país ya dispone de empresas privadas que manufacturan cargadores, así como procesos que permitan el reciclaje de los motores de combustión diésel o la reposición de las baterías por lo que empresas como Elco, Fortech, Akasol, entre otras son fundamentales en el clúster.

De acuerdo con la ley, el Ministerio de Hacienda reconocería los procesos de exoneración para los motores eléctricos y sus partes que favorezcan la conversión a e-buses. Además, se debe de facilitar instrumentos de política económica que capturen e internalicen los valores económicos del *retrofit*; por ejemplo, Pagos por Servicio Ambientales (PSA) de nueva generación proveniente del sector de transporte convertido por reducciones de GEI; así como PSA de nueva generación provenientes del sector seguros ya que las aseguradoras se benefician de la conversión de e-buses, entre otras, como la expuesta anteriormente²⁰.

E. Conclusiones

La conversión de vehículos diésel a eléctricos ofrece una relevante oportunidad para mejorar la capacidad de adaptación de las economías de la región ante los importantes desafíos del cambio climático y las variantes condiciones geopolíticas, en particular en países con posibilidad de generación eléctrica renovable. Este documento ofrece una guía de resultados sobre cómo se evaluó esta alternativa en Costa Rica, un país relativamente pequeño, con capacidad instalada en generación hidroeléctrica y con una importante apertura comercial, cuyo sector de transporte público en rutas de autobuses es regulado.

La conversión local de e-buses (*retrofit*), en lugar de importar e-buses mejora encadenamientos con diferentes sectores de la economía, fomenta empleo e incrementa la formación bruta de capital local. Varios países de la región han iniciado con manufactura de e-buses como México, Chile, Brasil, entre otros, iniciando proyectos de clústeres productivos de conversiones (*retrofit*). Costa Rica tiene condiciones para iniciar este tipo de proyectos y proveer a la subregión.

Los resultados del análisis beneficio costo financiero y económico evidencian que el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) en la opción de conversión presentan los resultados más favorables respecto a las alternativas (importación de buses eléctricos nuevos, buses diésel nuevos o convertidos importados). La cantidad de escenarios y diferentes estimaciones con múltiples valores (para el caso de la conversión, iniciando desde cien mil dólares y hasta cifras de los doscientos mil dólares) evidencian a la alternativa de conversión como la que muestra los mejores indicadores.

²⁰ Véase Adamson y Cipoletta Tomassian (2022), los cuales muestran los impactos de diferentes políticas e instrumentos económicos de internalización de cobeneficios.

El documento también ejemplifica la relevancia de ajustar la metodología de TCO a las condiciones específicas del sector evaluado. Para el caso de Costa Rica, se realiza un ajuste metodológico innovador que se denomina TCO regulado, para indicar que la metodología incorpora aspectos específicos de la tarificación al costo que se realiza según las especificaciones de la ARESEP y el CTP, que, entre otros incorpora la depreciación y el margen de rentabilidad que se incluye en las tarifas de rutas concesionadas de transporte por autobús. El análisis también muestra resultados de impactos en tarifas según la alternativa tecnológica (e-bus *retrofit*, diésel, e-bus nuevo importado).

El uso de políticas e instrumentos económicos para la captura de los cobeneficios económicos asociados a la conversión (reducción de GEI, de impactos positivos en la salud y otros) y su inclusión en la valoración económica e internalización permitiría mejores indicadores de rentabilidad económica, así como transferir a los pasajeros usuarios esos beneficios a través de menores incrementos en las tarifas.

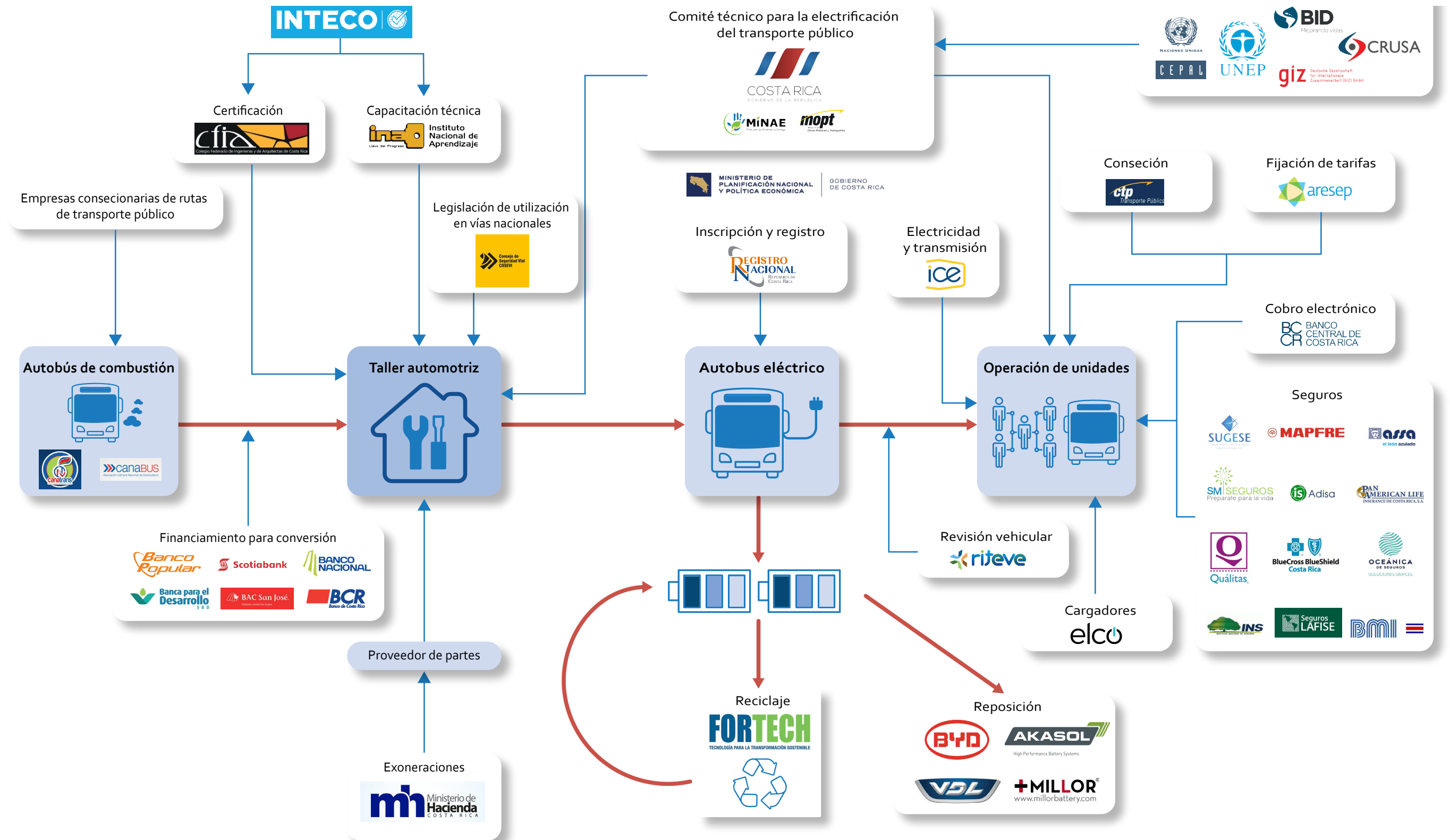
El desarrollo de un nuevo sector manufacturero de conversión, no sólo reduce la salida de divisas, fortalece el desarrollo de la innovación y la formación de capital endógeno; sino que genera nuevos encadenamientos productivos del sector transporte, potenciando que este sea un sector con una mayor capacidad de arrastre de la economía, con sectores como el energético, de talleres de servicio y conversión, el sector asociado a electrónica y automatizado, así como demandante de una mano de obra más calificada. La conversión muestra relevantes encadenamientos del sector energético, talleres, etc. De allí la importancia de trabajar en un marco regulatorio (ver propuesta de marco regulatorio para conversiones publicados por CEPAL) para facilitar el *retrofit* y su eficiente regulación en el país.

En síntesis, el país evidencia un elevado potencial para la integración del clúster e-conversión, y el desarrollo de formación bruta de capital endógeno, y mejorar su productividad; además que dispone de las instituciones capaces de instaurar los instrumentos de internalización para el desarrollo de pagos por servicios ambientales (globales principalmente relacionados con acciones de mitigación del cambio climático) de nueva generación dirigidos en esta ocasión al sector convertidor. Para lo anterior, es necesario dar espacio para el ejercicio de política económica pública y en particular profundizar en diferentes tareas en el sector financiero, ya que los resultados encontrados señalan que la viabilidad financiera y económica es altamente sensible a la tasa de descuento.

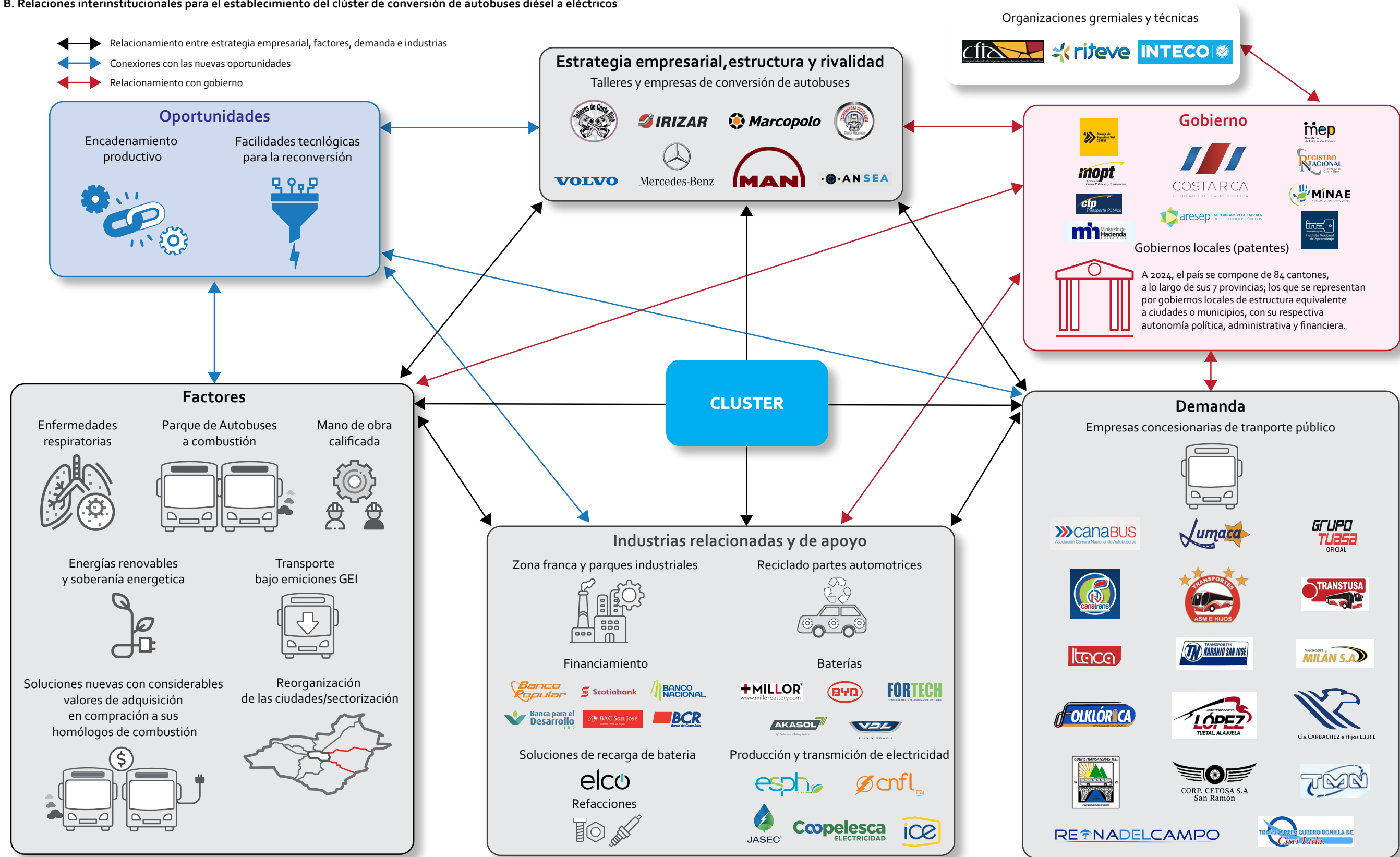
Por lo anterior, se requerirá también a futuro cercano catalizar el potencial del clúster nacional de conversión y extenderlo a otros tipos de transportes públicos, como el taxi u otras opciones públicas o privadas como busetas escolares, servicios de buses hacia zonas francas, o institucionales, camiones y transporte marítimo/lacustre/fluvial de corta distancia; para eficientizar los procesos y maximizar los beneficios. Costa Rica, definitivamente tiene el potencial para lograrlo.

Diagrama 8
Relaciones interinstitucionales para el establecimiento del clúster de conversión de autobuses diésel a eléctricos

A. Actores involucrados de manera directa en el proceso de conversión de autobuses en Costa Rica



B. Relaciones interinstitucionales para el establecimiento del clúster de conversión de autobuses diésel a eléctricos



Fuente: Elaboración propia.

IV. Desarrollo del mercado de títulos de CO₂ resultado de la electromovilidad en Costa Rica

Mauricio Castro Salazar
Jimy Ferrer²¹

Costa Rica es un país comprometido con la acción climática. Firmó el Acuerdo de París en 2015 y ha presentado sus compromisos de reducción de emisiones en 2015 y 2020 a través de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) y su primera actualización, respectivamente, con metas definidas al 2030. En 2019 Costa Rica presentó el Plan Nacional de Descarbonización (PND) 2018-2050 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), documento en el que se plantea la transformación del transporte, la consolidación de áreas con Bosque, y la transformación del sector agropecuario para reducir emisiones de metano y utilizar desechos para generar energía. La transformación del transporte público es una de las metas del PND y se espera que para el año 2035 el 30% de la flota será cero emisiones y el 85% para el 2050 (MINAE, 2019).

El cambio hacia una movilidad sostenible es una condición necesaria para avanzar hacia sociedades y economías bajas en carbono. No obstante, el financiamiento de sistemas modernos y eficientes socialmente son un desafío para las administraciones nacionales y locales. La electromovilidad es sin duda una alternativa deseable, con ventajas y co-beneficios ambientales y sociales importantes. El Acuerdo de París (UN, 2015), a través del Artículo 6, abre la posibilidad de lograr reducciones de emisiones partir de la cooperación entre países, de los enfoques cooperativos y de enfoques no relacionados con el mercado para cumplir con los compromisos de las NDC. En este contexto, para cumplir con su compromiso de emitir un máximo neto de 9,1 MtCO₂e en el año 2030 Costa Rica tiene la posibilidad de aprovechar opciones de cooperación con otros países e incluso de recursos provenientes de los mercados de carbono.

En resumen, el Acuerdo de París, se basa en tres mecanismos, por una parte, se encuentra la transferencia internacional de resultados de mitigación (ITMO por sus siglas en inglés), establecidos por el artículo 6.2 del Acuerdo, y, por otra parte, el mecanismo internacional centralizado en el Acuerdo

²¹ Contribución de Mauricio Castro Salazar, consultor, y Jimy Ferrer, Oficial de Asuntos Económicos, ambos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL.

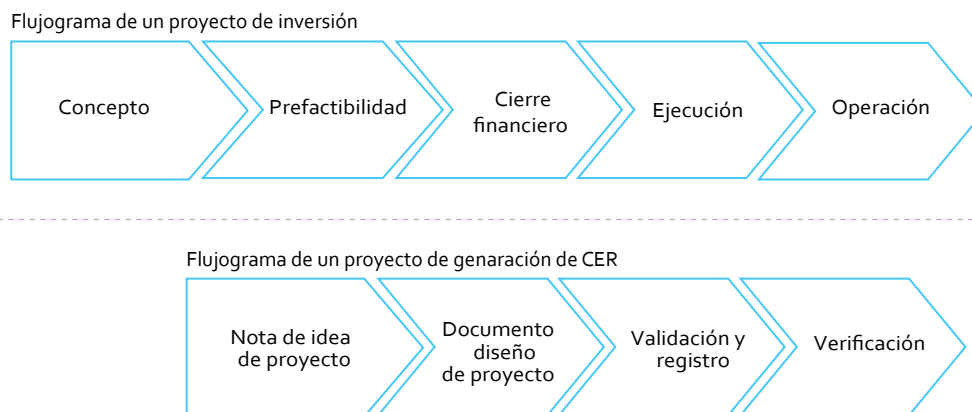
de París, establecido en el artículo 6.4. Adicionalmente, el Acuerdo de París en su artículo 6 también contempla enfoques no basados en el mercado (Artículo. 6.8) para facilitar la cooperación internacional. En términos operativos de los artículos 6.2 y 6.4, existen dos tipos de mercados de carbono, los de cumplimiento y los voluntarios. Los mercados de carbono de cumplimiento es un mercado regulado por el gobierno y se le conoce como “Mercado Regulado”. Los mercados de cumplimiento más reconocidos a nivel internacional son los de la Unión Europea, China, Australia y California. Los mercados voluntarios de carbono (VCM, por sus siglas en inglés) son totalmente voluntario, es decir, no existen regulaciones gubernamentales, ni mandatos gubernamentales para que empresas o individuos compren créditos de carbono. Al igual que en el mercado regulado, las compensaciones de carbono deben verificarse por terceros, los cuales usualmente son organizaciones sin fines de lucro que garantizan que los clientes reciban lo que están pagando.

De esta manera, y con la mirada puesta en poder implementar medidas que le permitan a Costa Rica lograr el cambio en el sistema de transporte público, las emisiones evitadas (o reducidas) asociadas a un sistema de transporte público eléctrico (en comparación con las emisiones que se generarían con el sistema de transporte convencional), pueden ser parte de las fuentes de financiamiento para implementar la electromovilidad en Costa Rica.

Una de las metas del Plan de Descarbonización de Costa Rica es mover el transporte de alto consumo de combustibles fósiles a transporte eléctrico. Ello abre también una oportunidad para el cumplimiento de las metas climáticas nacionales ya que el 42% (MINAE e IMN, 2014) de las emisiones de Costa Rica provienen del subsector transporte, por lo que iniciar con un cambio en el transporte público reducirá las emisiones significativamente.

Financiar este cambio en el sistema de transporte solamente a través de las tarifas resulta altamente costoso, por lo que la participación en el mercado de carbono para negociar la reducción de emisiones es una opción para afrontar el gasto del cambio. La emisión de un Certificado de Reducción de Emisiones (CER) o una compensación de carbono de energía renovable sigue un flujo como el que se presenta en el diagrama 9²².

Diagrama 9
Flujo de un proyecto de inversión comparado con el flujo para emitir Certificados de Reducción de Emisiones (CER)



Fuente: Desarrollo del mercado de títulos de CO₂ resultado de la electromovilidad en Costa Rica y acorde con el artículo 6 del Acuerdo de París (UN, 2015).

²² También es necesario definir qué es un “crédito de carbono”: Un crédito de carbono representa una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente, por ejemplo, una tonelada de CO₂ equivale a una tonelada de CO₂e, una tonelada de metano equivale a 25 toneladas de CO₂e, una tonelada de Óxido Nitroso (N₂O) a 310 toneladas de CO₂e, una tonelada de Perfluorocarbonos (PFC) a 6.500-9.200 toneladas de CO₂e, una Hexafluoruro de Azufre (SF₆) a 23.900 toneladas de CO₂e.

En el 2012 Costa Rica diseñó su mercado de carbono, un mercado voluntario (MDVCCR), con el objetivo de apoyar al país a alcanzar la carbono neutralidad, fijando la meta de lograrla para el 2021, el entusiasmo por celebrar en ese año del Bicentenario de la Independencia no fue alcanzado. Entre los impedimentos, algunos aún relevantes a los precios en los mercados voluntarios están muy bajos y el mercado doméstico de carbono de Costa Rica no está plenamente operativo. Aunque se dan algunas transacciones en el sector forestal promovidas por el FONAFIFO.

A. Potencial de reducción de emisiones de CO₂ de la electromovilidad

Es posible medir el potencial de reducción de emisiones de CO₂ en Costa Rica a partir del desarrollo de la electromovilidad en el sector transporte público, considerando distintos escenarios de penetración de la electromovilidad: i) sustitución del 100% de la flota (escenario extremo del lado optimista), ii) sustitución del 50% (escenario pesimista) y iii) dos escenarios basados en el Plan Nacional de Descarbonización que establece que para el año 2035 un 30% de la flota será eléctrica y que para el año 2050 el 85%.

Para hacer las estimaciones de reducción de emisiones se hicieron los supuestos y bases que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6
Supuestos y bases para el desarrollo de las estimaciones de reducción de emisiones

Supuesto	Bases
Numero de buses (Nb)	3.000 (1.500 para urbanos and 1.500 para zonas francas, turismo y servicios escolares).
Zona urbana y zona franca	Se dividieron los cálculos por las zonas en que los autobuses prestan servicio.
Vida útil de servicio	La vida útil de un autobús legalmente permitida en Costa Rica según el Consejo de Transporte Público es 15 años.
Escenarios de porcentaje de cambio de la flota de autobuses (B%)	30 y 85% según el Plan Nacional de Descarbonización (se muestran en rojo) y el 50 y el 100%.
Emisiones anuales para autobuses de ruta y para zonas francas	Se tomaron las emisiones de autobuses urbanos (Eu) para 60.000 Km/anales por su similitud a las condiciones de la flota en Costa Rica, calculadas por la empresa Reborn en Chile de 64,2 ton CO ₂ /año/autobús y los calculados por Chang et al para los autobuses que brindan servicios a las zonas francas en Costa Rica (Ez) de 40 ton CO ₂ /año/autobús.
Costo unitario de autobuses nuevos (Cn) incluido el sistema de recarga	Se tomaron los datos de una reciente licitación adjudicada en Chile por la IFC: 400.000 dólares.
Costo unitario de un autobús <i>retrofit</i> o convertido (Cr)	Se tomaron los costos reales para <i>retrofit</i> que maneja la empresa chilena Reborn.
Precio de bonos de carbono en US\$	\$ por tCO ₂ : los precios se tomaron del portal de Carbon credits del 04.11.2023, para mercados regulados en la EU ETS (CEREU), Nueva Zelanda (CERNZ), China (CERCH) y para el mercado voluntario (CERMV). EU ETS: \$ 87,63 Nueva Zelanda \$ 72,60 China: \$ 10,54 VCM: \$ 0,58 (mercado voluntario)
Ajustes por factor de emisión	Se considera producción de electricidad en Costa Rica como 99% basada en fuentes renovables, por lo que no ajustarán los cálculos por factor de emisión de país.
Ajuste por impuesto a combustibles	No se estimó, por tratarse de números para tener una idea de mercado.

Fuente: Elaboración propia.

Se hicieron todos los cálculos de reducción de emisiones para los escenarios mencionados y los resultados se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7
Emisiones anuales

Flota a sustituir <i>(En porcentajes)</i>	Buses <i>(En número)</i>	Emisiones anuales <i>(En toneladas de CO₂)</i>
Zona urbana		
100	1 500	96 300
85	1 275	81 855
50	638	48 150
30	450	28 890
Zona Franca y otros		
100	1 500	60 000
85	1 275	51 000
50	750	30 000
30	450	18 000

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes de 30% y 85% corresponden a la meta del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019).

El costo de sustitución de la flota según escenarios de porcentaje de cambio se observa en el cuadro 8. El costo de cambio de flota se calculó de esta forma:

Costo cambio de Flota *Retrofit* (CR): $CR = N_b * B_{\%} * Cr$

Costo cambio de Flota Nuevo (CN): $CN = N_b * B_{\%} * Cn$

Cuadro 8
Costos de cambio de flota según escenarios

Flota a sustituir <i>(En porcentajes)</i>	Retrofit <i>(En dólares)</i>	Nuevo <i>(En dólares)</i>
Zona urbana		
100	255 000 000	600 000 000
85	216 750 000	510 000 000
50	127 500 000	300 000 000
30	76 500 000	180 000 000
Zona Franca		
100	255 000 000	600 000 000
85	216 750 000	510 000 000
50	127 500 000	300 000 000
30	76 500 000	180 000 000

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes de 30% y 85% corresponden a la meta del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019).

En el cuadro 9 se muestran ingresos y porcentajes del costo de sustitución de la flota para el EU ETS, en el cuadro 10 para Nueva Zelanda, en el cuadro 11 para el mercado chino y en el cuadro 12 para el mercado voluntario.

Los ingresos (Y) por venta de CER en el mercado europeo por 15 años se calcularon de esta forma:

Zona urbana: $Y CER_{EU} = CER_{EU} * Ea_u$

Zona franca: $Y CER_{EU} = CER_{EU} * Ea_z$

El porcentaje de costo de compra (Cr o Cn) se calculó, utilizando los resultados para Zona urbana y Zona Franca:

$$\text{Para nuevos: \%} = Y CER_{EU} / Cn$$

$$\text{Para retrofit: \%} = Y CER_{EU} / Cr$$

Cuadro 9
Ingresos y proporción de la inversión por la venta de CER en EU ETS
(En dólares y porcentajes)

Flota a sustituir (En porcentajes)	Y CER 15 años (En dólares)	Porcentaje del costo de compra financiado por venta CERs (En porcentajes)	
		Nuevos 15 años	Retrofit 15 años
Zona urbana			
100	126 581 535	21	50
85	107 594 305	21	50
50	63 290 768	21	50
30	37 974 461	21	50
Zona Franca			
100	78 867 000	13	31
85	67 036 950	13	31
50	39 433 500	13	31
30	23 660 100	13	31

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El porcentaje corresponde a la meta del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019). El precio considerado del CER 87,63 dólares.

Cuadro 10
Ingresos y proporción de la inversión por la venta de CER en Nueva Zelanda
(En dólares y porcentajes)

Flota a sustituir (En porcentajes)	Y CER 15 años (En dólares)	Porcentaje del costo de compra (En porcentajes)	
		Nuevos 15 años	Retrofit 15 años
Zona urbana			
100	104 870 700	17	41
85	89 140 095	17	41
50	52 435 350	17	41
30	31 461 210	17	41
Zona Franca			
100	65 340 000	11	26
85	5 539 000	11	26
50	532 670 000	11	26
30	19 602 00	11	26

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El porcentaje corresponde a la meta del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019). El precio considerado del CER \$72,60 dólares por tonelada de CO₂.

Los ingresos (Y) por venta de CER en el mercado de Nueva Zelanda por 15 años se calcularon de esta forma:

$$Y CER_{NZ} = CER_{NZ} * Ea_u$$

$$Y CER_{NZ} = CER_{NZ} * Ea_z$$

El % costo de compra (Cr o Cn) se calculó, utilizando los resultados para Zona urbana y Zona Franca:

Para nuevos: $\% = Y CER_{NZ} / Cn$

Para retrofit: $\% = Y CER_{NZ} / Cr$

Cuadro 11
Ingresos y proporción de la inversión por la venta de CER en China
(En dólares y porcentajes)

Flota a sustituir (En porcentajes)	Y CER 15 años (En dólares)	Porcentaje del costo de compra (En porcentajes)	
		Nuevos 15 años	Retrofit 15 años
Zona urbana			
100	15 225 030	3	6
50	12 941 276	3	6
30	7 612 515	3	6
	4 567 509		
Zona Franca			
100	9 486 000	2	4
85	8 063 100	2	4
50	4 743 000	2	4
30	2 845 800	2	4

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El porcentaje (%) corresponde a la meta del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019). El precio considerado del CER \$10,54 dólares por tonelada de CO₂.

Los ingresos (Y) por venta de CER en el mercado de China por 15 años se calcularon de esta forma:

$$Y CER_{CH} = CER_{CH} * Ea_u$$

$$Y CER_{CH} = CER_{CH} * Ea_z$$

El % costo de compra (Cr o Cn) se calculó, utilizando los resultados para Zona urbana y Zona Franca:

Para nuevos: $\% = Y CER_{CH} / Cn$

Para retrofit: $\% = Y CER_{CH} / Cr$

Cuadro 12
Ingresos y proporción de la inversión por la venta en Mercado Voluntario de CO₂
(En dólares y porcentajes)

Flota a sustituir (En porcentajes)	Y CER 15 años (En dólares)	Porcentaje del costo de compra (En porcentajes)	
		Nuevos 15 años	Retrofit 15 años
Zona urbana			
100	837 810	0,14	0,33
85	712 139	0,14	0,33
50	418 905	0,14	0,33
30	251 343	0,14	0,33
Zona Franca			
100	522 000	0,09	0,20
85	443 700	0,09	0,20

Flota a sustituir (En porcentajes)	Y CER 15 años (En dólares)	Porcentaje del costo de compra (En porcentajes)	
		Nuevos 15 años	Retrofit 15 años
Zona Franca			
50	261 000	0,09	0,20
30	156 600	0,09	0,20

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El porcentaje (%) corresponde a la meta del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019). El precio considerado del CER \$0,58 dólares por tonelada de CO₂.

Los ingresos (Y) por venta de CER en el mercado de voluntario por 15 años se calcularon de esta forma:

$$Y_{CER_{MV}} = CER_{MV} * E_{a_u}$$

$$Y_{CER_{MV}} = CER_{MV} * E_{a_z}$$

El % costo de compra (Cr o Cn) se calculó, utilizando los resultados para Zona urbana y Zona Franca:

$$\text{Para nuevos: \%} = Y_{CER_{MV}} / C_n$$

$$\text{Para retrofit: \%} = Y_{CER_{MV}} / C_r$$

B. Potencialidades de crear un mercado de títulos de CO₂ en Costa Rica a partir de las reducciones de emisiones por el desarrollo de la electromovilidad

El Gobierno de Costa Rica puede establecer un mercado voluntario de carbono, cuenta con todas las capacidades, la legislación necesaria y suficiente, tiene experiencia de más de 25 años con la operación de FONAFIFO. Para poner en marcha este mercado se debe elaborar, revisar, mejorar o fortalecer toda la normativa e instrumentos que tenga a su disposición cumplir con las recomendaciones brindadas en "Mercados Voluntarios de Carbono de Alta Integridad en el Sur Global: opciones para Formuladores de Políticas en América Latina y el Caribe", por ejemplo, sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV).

No obstante, se deben tomar en cuenta algunos requerimientos institucionales, en particular por las oportunidades de lograr un acuerdo con la Unión Europea. Considerando las discusiones que se tuvieron en la COP28, Costa Rica debe plantearse al menos las siguientes consideraciones para poner en marcha el mercado:

- Revisar el Decreto No. 37926-MINAE que regula el Mercado Doméstico de Carbono fue oficializado y firmado 10 de setiembre del año 2013 y actualizarlo al tenor de las nuevas consideraciones, 12 años han pasado desde que se emitió el Decreto y convendría ponerlo al día. Además los acuerdos de la COP 26 ofrecen oportunidades de atraer fondos adicionales aplicando el artículo 6 (especialmente en los apartados 6.2 y 6.4) del acuerdo de París.
- Tomar en cuenta las recomendaciones emitidas por la CAF, el Consejo de Integridad para el Mercado Voluntario de Carbono (IC-VCMI, por sus siglas en inglés) y la Iniciativa de Integridad de los Mercados Voluntarios (VCMI, por sus siglas en inglés), que en resumen son los siguientes: adicionalidad, información de la actividad de mitigación, evitar la doble contabilidad, permanencia, gobernanza del programa, registro, robusta validación y verificación por terceros independientes, cuantificación robusta de reducciones y remociones, impacto neto positivo al desarrollo sostenible y salvaguardas y, transición hacia cero emisiones neta.

- Uno de los aspectos más importantes que se tendrá que valorar es cambiar el nombre de Unidades Costarricenses de Compensación (UCC) por otro más universal y de común aceptación en los mercados como Certificados de Reducción de Emisiones y utilizar el acrónimo conocido en inglés: CER (Certified Emission Reduction).
- Dado que Costa Rica es una economía muy pequeña, en las actualizaciones que se realicen se deberá permitir la venta de las UCC a personas físicas o jurídicas no domiciliadas en el país.
- En la actualización que se haga de los términos del mercado es de considerar que se realice un convenio con algunos mercados que operan en la actualidad, como por ejemplo el de la Unión Europea, el del Estado de California, China, Corea, entre otros.
- Acordar con INTECO que sea el que administra, gestiona y opera el Comité de Metodologías, que ya cuenta con normas apropiadas para demostrar la carbono neutralidad.
- Acordar con entidades especializadas como la Bolsa Nacional de Valores (BNV)²³ o con la Bolsa de Comercio²⁴ (Bolcomer) para que se hagan las transacciones ahí y se llevan los debidos registros de conformidad con los criterios del Banco Central de Costa Rica (BCCR) y del Consejo Nacional de Supervisión de Sistema Financiero (CONASSIF).

Los certificados de reducción de emisiones o unidades de compensación costarricenses que el paso de buses que queman combustible fósil a eléctricos (*switch fuel*) producirían, dependiendo del escenario, son muchas para el mercado local, pero pocas para los mercados internacionales, por lo que para que “coadyuven” al financiamiento del “*switch fuel*” necesariamente se requiere que se puedan vender en el exterior.

En el cuadro 13 se puede observar las emisiones totales que anualmente se podrían reducir al hacer el cambio de buses movidos por combustibles fósiles a buses movidos por electricidad:

Cuadro 13
Emisiones anuales reducidas

Flota a sustituir (En porcentajes)	Buses (En número)	Emisiones anuales CO₂
Zona urbana		
100	1 500	96 300
85	1 275	81 855
50	638	48 150
30	450	28 890
Zona Franca		
100	1 500	60 000
85	1 275	51 000
50	750	30 000
30	450	18 000

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El porcentaje (%) corresponde a la meta del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019).

Las emisiones anuales (E_a) se calcularon por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Zona urbana: } E_{a_u} = N_b * B_{\%} * E_u$$

$$\text{Zona Franca: } E_{a_z} = N_b * B_{\%} * E_z$$

²³ Ya el Decreto de creación del Mercado establece a la BNV como su plataforma, pero eventualmente se podría valorar si para el tipo de mercado es más ágil la Bolsa de Comercio.

²⁴ Aquí se hace transacciones de “commodities”, se hacen transacciones de activos no financieros como productos avícolas, metales, materias primas y otros.

C. Potencial de captación de recursos internacionales a tasas concesionales

Una tasa concesional que se puede considerar es la que sea menor a la más baja disponible en el mercado, por ejemplo, a menos del 1,5% para que al mezclarse con tasas locales el interés sea verdaderamente atractivo e incitador al cambio para los interesados.

Las tasas concesionales actualmente se pueden obtener bilateralmente (Costa Rica con otro país), como lo ha hecho históricamente con Estados Unidos, Alemania, China o de forma multinacional, como lo ha hecho con el Banco Mundial, Banco Interamericano o Banco Centroamericano. China compró bonos a Costa Rica en el 2007 de la deuda negociada por US\$ 300 millones a una tasa del 2% con un plazo de 12 años²⁵.

El Acuerdo de París creó el *Green Climate Fund* (GCF) para apoyar a los países a mitigar emisiones y a adaptarse al cambio climático, y para un tema como el de la electromovilidad como el que se estudia se podrían obtener fondos del GCF para promover la transición y dar cumplimiento a las NDC propuestas por Costa Rica. A Costa Rica le fue aprobado un préstamo por el GCF, a tasas verdaderamente concesionales: US\$ 250 millones a 40 años, con 10 años de gracia, a tasa 0 y una donación de US\$21,3 millones. El préstamo finalmente no se hizo efectivo, por decisión de la asamblea legislativa costarricense.

El GCF es una verdadera opción para financiar la transición de Costa Rica hacia un transporte como el previsto en su NDC: 80% eléctrico al 2050. Una investigación rápida de tasas de mercado para determinar cómo se podría financiar la transición permitió obtener la información del cuadro 14.

Cuadro 14
Ejemplo de cálculo de tasas en Costa Rica
(En porcentajes)

Costos fondos	Interés	Tasa	Ponderada	Tasa Ponderada
Concesionales		1,5		
<i>Withholding tax</i>	5,5	0,09		
Encaje	15,0	0,28		
Total		1,87	70	1,31
Recursos propios de bancos locales	6,0			
Encaje	15,0	1,06		
Impuestos	15,0	1,25		
Total		8,30	30	2,49
Tasa costo ponderado				3,80
Margen		3,2		3,2
Tasa al cliente		11,50		7,0

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la información anterior, comparando tasas de interés e incorporando ingresos provenientes del mercado de carbono, para la adquisición de un bus nuevo y de uno convertido, un empresario tendría los costos que se observan en los cuadros 15 al 20.

²⁵ Fue parte de una transacción entre gobiernos: Administración Estatal de Reservas en el Extranjero de China y el Ministerio de Hacienda de China.

Cuadro 15
Costo de un bus *retrofit* calculado al 11,5% y 7% a 15 años
(En dólares)

	Tasa de interes 11,5%	Tasa de interes 7%
Costo de Bus <i>Retrofit</i>	170 000	
Tasa de Interés	11,5	7
Costo Mensual	1 986	1 528
Costo Final	357 467	187 467

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 16
Costo Final bus *retrofit* considerando ingresos de CER, Zona Urbana
(En dólares)

Mercado	Tasa de interes 11,5%	Tasa de interes 7%
Europa	180 021	94 409
NZ	210 456	110 370
China	336 124	176 274
Mercado Voluntario	356 293	186 851

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 17
Costo Final bus *retrofit* considerando Ingresos de CER, Zona Franca
(En dólares)

Mercado	Tasa de interes 11,5%	Tasa de interes 7%
Europa	310 480	129 487
NZ	357 467	139 431
China	344 169	180 493
Mercado Voluntario	356 735	187 467

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 18
Costo de un bus nuevo calculado al 11,5% y 7% a 15 años
(En dólares)

	Tasa de interes 11,5%	Tasa de interes 7%
Costo Bus Nuevo	400 000	
Tasa de Interés	11,5	7
Costo Mensual	4 673	3 595
Costo Final	841 097	647 156

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 19
Costo Final bus nuevo considerando ingresos de CER, Zona Urbana
(En dólares)

Mercado	Tasa de interes 11,5%	Tasa de interes 7%
Europa	663 651	510 626
NZ	694 086	381 008
China	819 754	630 734
Mercado Voluntario	839 923	646 252

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 20
Costo Final bus nuevo considerando ingresos de CER, Zona Franca
(En dólares)

Mercado	Tasa de interes 11,5%	Tasa de interes 7%
Europa	730 539	562 091
NZ	749 502	480 660
China	827 799	636 924
Mercado Voluntario	840 365	646 593

Fuente: Elaboración propia.

Para acelerar la transición el Gobierno podría negociar con alguno de los proyectos ya aprobados por el GCF y solicitar la incorporación del país al proyecto, para no empezar desde cero, lo que ahorraría varios meses de trámites, podría ser por ejemplo al proyecto que promueve el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) para Panamá, Paraguay y Uruguay con fondos del GCF (CAF, 2023b)²⁶.

En resumen, por la vía del Green Climate Fund se pueden lograr tasas concesionales que rondan entre el 1 y el 1,5% que podrían financiar hasta el 70% del cambio, lo que permitiría al cliente final tener tasas cercanas ponderadas al 7%. Adicionalmente, si el Estado vía alguna de las instituciones envueltas en el tema de la energía, asume el préstamo parcialmente podrían llegar al cliente final en cerca del 3%.

Si Costa Rica logra firma un acuerdo con el Mercado Europeo de Carbono podría obtenerse una reducción de la inversión, por el impacto del ingreso de la venta de Certificados de Reducción de Emisiones para la zona urbana hasta el 21% de buses nuevos o hasta el 50% de buses *retrofit* y para zona francas entre el 13% para buses nuevos y el 31% para *retrofit*, con el CER a US\$87,63 como el pagado en Europa en el 2023 para las unidades de CO₂ de su mercado regulado conocidas como ETUs.

D. Conclusiones

La meta climática expuesta por Costa Rica en su Plan Nacional de Descarbonización es altísima y requeriría de una transformación de su economía nacional. Por ejemplo, en materia de transporte público se propuso sustituir el 30% de la flota de autobuses por buses eléctricos para el 2030 y el 85% para el 2050. Cumplir esa meta con recursos propios no es tarea viable por limitaciones fiscales y mucho menos, hacerlo solamente vía tarifas o fondos locales.

Otros mecanismos de financiamiento son posibles, aunque cada día menos accesibles, como ya los tuvo Costa Rica en el pasado de en forma bilateral con China, Estados Unidos, Alemania y otros.

²⁶ La CAF financiará 122 millones de dólares, por medio del Programa de Movilidad Eléctrica y Transporte Bajo de Carbono a Panamá, Paraguay y Uruguay para que adopten la movilidad eléctrica.

Los hay también de los mecanismos financieros establecidos para luchar contra el cambio climático como los que gestiona el Fondo Verde del Clima, del que Costa Rica recibió un préstamo a tasas concesionales y largo plazo, que no fue aprobado por la Asamblea Legislativa, para el tren eléctrico urbano por no considerarlo prioritario frente a necesidades de inversión en salud, educación y seguridad que ya ocupaban el espacio fiscal del país.

Una posibilidad real de financiamiento es participar en el nuevo mercado de carbono, convirtiendo la reducción de emisiones producidas al darse el cambio de combustible (Certificados de Reducción de Emisiones, CER), para el que tiene que valorar algunas opciones, que no son excluyentes una de la otra ni tampoco requisito: i) Poner en marcha el Mercado Doméstico Voluntario de Carbono, remozado y robustecido de acorde a los requerimientos actuales, ii) Suscribir un convenio de asociación con alguno de los mercados regulados que actualmente funcionan, sean estatales (California), nacionales (Nueva Zelanda) o comunitarios (Unión Europea), iii) Participar en el mercado voluntario internacional (con bajos precios en estos momentos) pero muy conocido para los costarricenses.

Cualquiera de las alternativas que se escoja para la renovación de la flota de autobuses requiere de una decisión política que trascienda un periodo de gobierno, porque las metas del Plan Nacional de Descarbonización fueron planteadas como metas de Estado y no de Gobierno y son de cumplimiento a mediano plazo (2030) y a largo plazo (2050).

V. Costos y beneficios macroeconómicos de la implementación de la iniciativa de electromovilidad en Costa Rica

*Ennio Rodríguez
Camilo Santacruz
Ramón Padilla Pérez²⁷*

El presente capítulo atiende un aspecto específico de los impactos de la iniciativa de electromovilidad en Costa Rica: la evaluación cuantitativa de los costos y beneficios macroeconómicos de dicha iniciativa.

Debe destacarse, desde el inicio, que los ingresos por el impuesto a los combustibles son significativos en el Presupuesto Nacional. Por lo tanto, el avance hacia la electromovilidad podría impactar negativamente los ingresos fiscales y, consecuentemente, en caso de tener un impacto importante, se afectarían los fondos disponibles para el financiamiento de programas valiosos que están financiados por un destino específico de dicho impuesto, por ejemplo, los pagos por servicios ambientales que desde 1996 promueven la recuperación exitosa de los bosques del país. En general, otros efectos macroeconómicos, como la balanza de pagos, el empleo y el dinamismo económico son de esperar que sean positivos.

Por lo tanto, desde el punto de vista macroeconómico, el principal desafío para la iniciativa de electromovilidad podrían ser sus consecuencias fiscales. De aquí que el esfuerzo principal de cuantificación y discusión de medidas alternativas sería sobre los efectos fiscales, aunque, desde luego se cuantificarán los efectos sobre la balanza de pagos y otras consecuencias macroeconómicas. Por lo tanto, este capítulo se concentra en la evaluación de los costos y beneficios macroeconómicos de la electromovilidad en el transporte de pasajeros y una propuesta metodológica para evaluar los costos y beneficios macroeconómicos de la iniciativa global de electromovilidad.

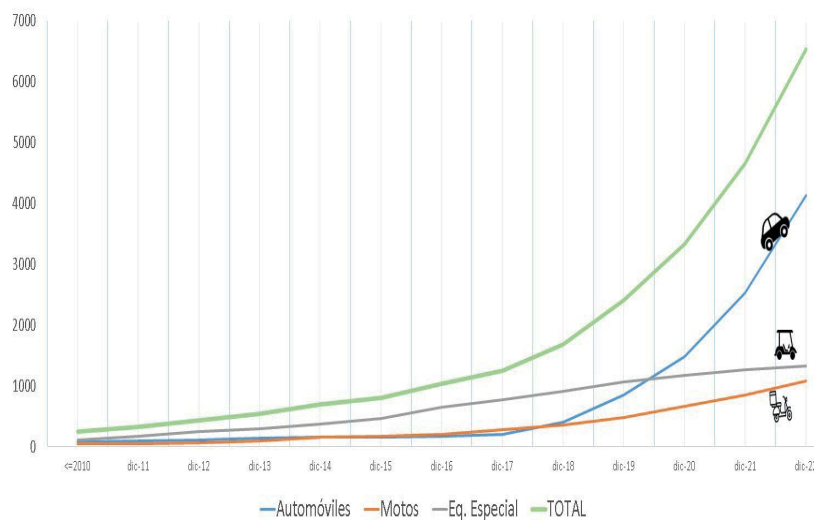
²⁷ Contribución de Ennio Rodríguez y Camilo Santacruz (consultores), y Ramón Padilla Pérez, todos de la oficina Subregional de México, CEPAL.

En Costa Rica el transporte de pasajeros se subdivide en dos sectores: regulado y no regulado. El primero incluye aquellos que tienen concesiones de parte del Consejo Técnico de Transportes (CTP) y tarifas reguladas por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). El segundo no tiene regulación de tarifas ni concesiones e incluye transporte de turistas, transporte a zonas francas, escolares y otros. Cada subsector representa aproximadamente la mitad del total. También se valoró la posibilidad de que el sector regulado pudiese optar por un préstamo internacional con garantía soberana, lo que significaría el requisito de aprobación de la Asamblea Legislativa. La discusión de los impactos macroeconómicos de este proyecto de la transición a la electromovilidad del sector regulado del transporte público tiene, por lo tanto, importancia especial.

La discusión de la electromovilidad también adquiere relevancia en el marco de la estrategia nacional para la descarbonización 2050²⁸. Para el 2024, el sector transporte es la principal fuente de contaminación por la cantidad de CO₂ que genera. Por lo tanto, para alcanzar las metas trazadas en la estrategia de descarbonización, se hace ineludible la transición del sector mediante la sustitución de los motores de combustión interna hacia formas no contaminantes de energía para los medios de transporte.

Precisamente en atención a los efectos contaminantes de los motores de combustión interna, la Asamblea Legislativa aprobó la Ley No. 9518 de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico que dispone la exoneración del 50% del tributo sobre el valor aduanero, el 75% del impuesto selectivo de consumo y hasta el 100% del impuesto general sobre las ventas. La respuesta de los consumidores ha sido fuerte, la venta de vehículos eléctricos va en aumento (véase el gráfico 3).

Gráfico 3
Acervo de unidades de transporte eléctrico, Costa Rica, 2010 a 2021



Fuente: Elaboración propia con base en MINAE (2021).

En consecuencia, aún en ausencia del proyecto de electromovilidad del transporte público de pasajeros, la transición hacia la electromovilidad del transporte de automóviles es un hecho que está teniendo y tendrá efectos fiscales. De tal manera que el desafío de encontrar ingresos sustitutos para los impuestos a los combustibles está planteado con o sin la implementación del proyecto de sustitución de los vehículos de transporte público (el cual tendría un efecto adicional sobre los ingresos fiscales). No obstante, los ingresos fiscales por el impuesto único a los combustibles siguen aumentando por efecto

²⁸ Costa Rica es uno de los pocos países cuya cobertura forestal ha crecido sostenidamente durante las últimas décadas hasta superar el 50% del territorio nacional. Al mismo tiempo, la producción de energía eléctrica ha superado el 90% basado en fuentes renovables como la hidroelectricidad, la geotermia, la solar y la eólica y la generación con combustibles fósiles se usa principalmente como respaldo, en picos o en periodos de sequía.

del incremento en la flota total vehicular (9,9% de incremento entre mayo 2022 a mayo 2023). A su vez, estos representaron el 9,1% en 2023 y 9,0% en 2022 de los ingresos tributarios (véase el cuadro 21).

Cuadro 21
Gobierno Central, ingresos tributarios y tasa de variación a mayo de cada año
(En millones de colones y en porcentajes)

Rubros	2022	2023	Variación 23/22
Ingresos tributarios ^a	2 491 308	2 703 349	8,5
Impuesto a los ingresos y utilidades	1 001 088	1 030 654	3,0
Impuestos a la propiedad ^b	71 398	114 025	59,7
Importaciones	62 029	65 532	5,6
Exportaciones	1 754	2 256	28,6
Impuesto al Valor Agregado	874 773	973 261	11,3
Selectivo de Consumo	75 423	110 009	45,9
Impuesto único a los combustibles	223 008	245 181	9,9
Otros indirectos	138 930	161 857	16,5

Fuente: Elaboración propia con base en Ministerio de Hacienda (2023).

^a Para efectos comparativos en la parte de ingresos, se debe considerar el evento del ciberataque del que fue objeto el Ministerio de Hacienda en abril 2022, lo que imposibilitó el registro adecuado de los impuestos recaudados en los meses de abril, mayo y junio, principalmente.

^b La recaudación por concepto del impuesto a la propiedad de vehículos de la última semana de diciembre del 2022 (24 al 31 de diciembre) fue ₡56.437 millones, los cuales ingresaron la primera semana de enero 2023, por tal motivo, al registrarse base efectivo dicho monto queda en el 2023.

Además, merece destacarse que en su Artículo No. 5, la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias No. 8114 establece el destino de los recursos provenientes de la recaudación del impuesto único sobre los combustibles. Un 33,6% tiene un destino específico y obligatorio para el Ministerio de Hacienda, de acuerdo con el cuadro 22.

Cuadro 22
Gobierno Central, destino de los ingresos provenientes de la recaudación del impuesto único a los combustibles a mayo 2023
(En millones de colones y en porcentajes)

Destino	Proporción (En porcentajes)	Monto
Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI)	29,0	71 103
Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO)	3,5	8 581
Ministerio de Agricultura (MAG)	0,1	245
Universidad de Costa Rica (UCR)	1,0	2 452
Sin destino específico	66,4	162 800
Total	100,0	245 181

Fuente: Elaboración propia con base en información del Ministerio de Hacienda (2023) y Costa Rica, Ministerio de Hacienda (2001).

Los impuestos a los combustibles financian, como destino específico, programas importantes: un 29% al mantenimiento, reparación y construcción de obras viales; 3,5% al Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para el pago de servicios ambientales, el cual ha sido estratégico en la recuperación de la cobertura boscosa de Costa Rica; el 0,1% al pago de beneficios ambientales por medio del Ministerio de Agricultura (MAG); 1,0% a la Universidad de Costa Rica (UCR) para garantizar la eficiencia en

la reconstrucción y mantenimiento óptimo de la red vial; y un 66,4% no tiene destino específico asignado por ley. De esta manera, el avance significativo en la transición hacia la electromovilidad podría tener consecuencias fiscales que minarían los ingresos públicos, ya que, como se mencionó anteriormente, el impuesto único a los combustibles representó el 9,1% de los ingresos tributarios a mayo de 2023. De estos, el 3,6% se destina al pago de servicios y beneficios ambientales. En general, para descarbonizar Costa Rica, es indispensable disminuir el peso que este rubro tiene en los ingresos fiscales.

A. Principales hallazgos

La demanda de barriles importados para 2025, 2028 y 2030, bajo las tendencias actuales, sería de 22 millones, 23,4 millones, 24,7 millones respectivamente, mientras que para 2033 ascenderá a 25,5 millones. En el escenario de crecimiento más dinámico de importación de combustibles, en 2025 se alcanzarían casi 25 millones de barriles, para 2028 y 2030 dichas cifras serían de 26,8 y 27,5 millones respectivamente y para 2033 se pronostica un valor de 29,6 millones.

En el escenario de importaciones más moderado, para 2025 y 2028 las importaciones de Costa Rica habrían disminuido a 19,4 y 20 millones de barriles respectivamente, mientras que para 2030 y 2033 serían de 20,5 y 21,3 millones de barriles. Los ingresos totales por concepto de impuestos de venta de combustible como participación relativa del PIB, sin contemplar la iniciativa de movilidad, significan entre un 1,3% y un 2% del PIB.

La iniciativa de tener operando 264 buses en 2025 y llegar hasta los 808 en 2033 tendría un impacto muy leve en la reducción de consumo de diésel a nivel de importaciones, ventas e impuestos recaudados. Para 2025, dicha cifra sería de un ahorro de apenas 0,47% del total de barriles de diésel consumidos en el país y de 0,17% para el total de barriles de combustible. Para 2028 y 2030 dichos valores subirían a 0,67% y 0,24% y 0,86% y 0,31% respectivamente. En 2033, los ahorros de combustible alcanzarían el 1,26% del total del consumo de diésel proyectado y de 0,45% para el total del consumo de combustibles proyectado.

La reducción en el nivel de ingresos por concepto de impuestos sería de apenas un 0,12% del total de ingresos por impuestos proyectado al 2025, en 2028 y 2030 dichos valores serían de 0,17% y 0,21%. Para 2033 alcanzaría el 0,26% de los ingresos por impuestos para 2033. Si se mantiene la proporción de autobuses regulados por la ARESEP, con respecto a aquellos no regulados, de aproximadamente 50% cada subsector, la implementación de la iniciativa solo para el sector regulado se traduciría en una disminución del 0,06% de la recaudación fiscal por el impuesto único a los combustibles.

En términos del PIB, la disminución en ingresos por impuestos significaría apenas 0,002 p.p. en 2025, 0,0027 p.p. en 2028, 0,0033 p.p. en 2030 y en 2033 llegaría a 0,005 p.p.

En lo que concierne a la balanza comercial, tomando en cuenta el precio de importación moderado, el ahorro por concepto de importaciones sería, en 2025, de 0,18% del saldo de la balanza comercial proyectada, para 2028 y 2030 alcanzaría los valores de 0,26% y 0,40% y para 2033 llegaría a ser de 0,586%. Considerando el escenario de un precio elevado como el de 2022, dichas cifras se elevarían a 0,38%, 0,645%, 0,783% y 1,1% para los períodos 2025, 2028, 2030 y 2033 respectivamente. Por lo tanto, si bien el efecto es positivo, su magnitud es relativamente pequeña.

En lo que concierne a la adquisición de la flota de buses eléctricos y su correspondiente gasto por pago intereses (suponiendo que se adquieren a través de un préstamo) se proyecta que para 2025 los costos, en un escenario que incluye la tasa de interés más alta y la tecnología más costosa, representarían un 0,01% del PIB, para 2028 los pagos totales alcanzarían una cifra de 0,027%, para 2030 de un 0,042% y en 2033 dicho monto se fijaría en 0,073%.

Con respecto a la importancia relativa de los pagos anuales por concepto de los buses eléctricos en la balanza comercial, llegarían a ser de 0,39% del saldo en 2025, 1,41% en 2028, 2,1% en 2030 y 3,47% en 2033.

La implementación de la estrategia de reconversión de buses de diésel a eléctricos sería sustancialmente más ahorrativa que la adquisición de buses eléctricos nuevos y de menor impacto sobre la balanza de pagos.

En síntesis, se encontró que los efectos macroeconómicos de la implementación de la iniciativa de electromovilidad para el transporte de personas son muy moderados, especialmente si se considera solo uno de sus subsectores (ya sea el autobús regulado o del subsector no regulado). Los resultados muestran que la implementación de la iniciativa produciría una reducción de los ingresos tributarios por el impuesto único a los combustibles dejado de percibir de hasta 0,12 p.p., 0,17 p.p., 0,2 p.p. y 0,29 p.p. en términos del PIB para los años 2025, 2028, 2030 y 2033 como total de los ingresos recaudados por venta de combustible. También se observaría un impacto positivo en el saldo de la balanza comercial de 0,38% en 2033 por el diésel que se dejaría de importar, que compensaría la importación de los autobuses eléctricos o sus componentes para la reconversión.

B. Proyección del consumo de combustibles fósiles

La línea de base para medir el impacto de la electromovilidad del transporte público de personas en los ingresos tributarios se construyó a partir de la proyección de la demanda de combustibles fósiles para el transporte, teniendo en cuenta el efecto del proceso de transición hacia la electromovilidad puesto en marcha por las leyes y decretos ya promulgados, tal como se reflejan implícitamente en las tendencias de las series que se proyectan a diez años.

Para determinar la línea de base se proyecta la cantidad de barriles que se requerirán en los próximos 10 años, así como el valor de las ventas y la recaudación de impuestos por concepto de combustible. De esta forma se logrará verificar cuál es el impacto monetario asociado con la disminución de un determinado porcentaje de barriles en la factura petrolera y en los ingresos fiscales.

De acuerdo con información de RECOPE, en 1986 Costa Rica importaba cerca de 6,5 millones de barriles a un precio cercano a 15,9 dólares por barril (véase el cuadro 23). Una década después, el país importaba el doble de barriles a un precio medio de 20 dólares. Ya para el 2005 la cantidad de barriles importados ascendía a los cerca de 19 millones a un precio medio de 64 dólares. A diferencia del periodo comprendido entre 1986 y 2005, cuando la cantidad de barriles importados casi se triplicó de 6,5 millones de barriles a 16 millones de barriles y la factura petrolera se incrementó en 9,8 veces, el crecimiento de 2005 a 2022 en términos de unidades reales (barriles) ha sido más moderado. Para 2015 se importaron 18,9 millones de barriles y para el año 2022 dicha cantidad ascendió a cerca de 21 millones de barriles, pero con un incremento significativo del costo promedio por barril (119,21 dólares).

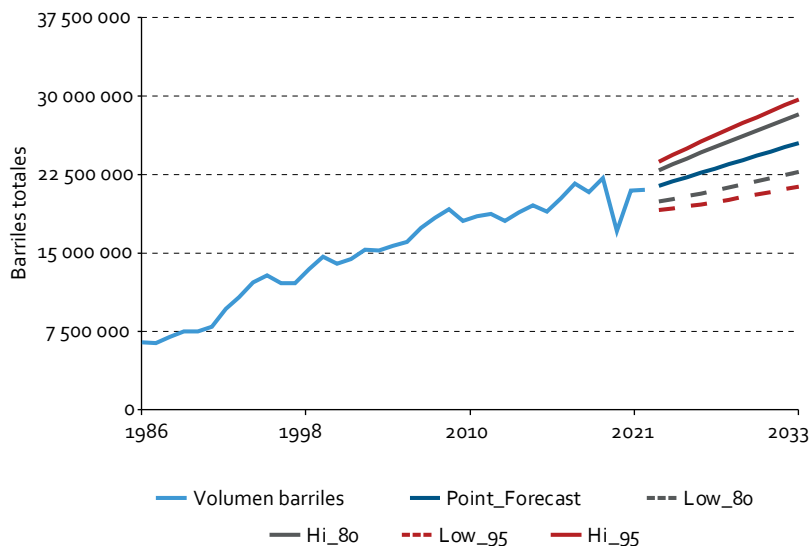
Cuadro 23
Barriles importados y precio por barril 1986-2022

Año	Barriles importados	Monto CIF <i>(En dólares)</i>	Precio CIF <i>(En dólares/barril)</i>
1986	6 424 561	101 849 041	15,85
1990	7 481 530	191 785 580	25,63
1995	12 848 122	259 067 858	20,16
2000	13 955 086	455 418 379	32,63
2005	16 078 701	997 841 299	62,06
2010	18 530 723	1 604 351 458	86,58
2015	18 939 512	1 214 954 378	64,15
2020	17 108 711	834 734 009	48,79
2022	21 016 794	2 503 520 501	119,12

Fuente: Elaboración propia con datos de RECOPE (2023a).

Según estimaciones de los autores mediante un modelo ARIMA (0,1,1), si se siguen las mismas tendencias en la demanda de importación de combustible, para el año 2025, el país habría alcanzado un nivel de 22 millones de barriles importados para el año 2028 y en 2030 se llegaría a 23 y 24 millones de barriles importados, para el 2033 se espera que dicha cifra ascienda a 25,5 millones (véase el gráfico 4).

Gráfico 4
Barriles importados 1986-2022 y pronóstico 2023-2033



Fuente: Elaboración propia con datos de RECOPE (2023a).

En el escenario de crecimiento más dinámico de importaciones, para 2025 se alcanzarían los casi 25 millones de barriles importados, para 2028 dicha cifra sería de 26,8, para 2030 serían 27,9 y para 2033 se pronostica un valor esperado de 29,6 millones. En el escenario más moderado, para 2025 los barriles importados serían de 19,4, en 2028 habría decrecido el nivel de importaciones a los 20 millones, en 2030 se situaría en 20,3 millones y para 2033 dicha cifra ascendería a 21,3 millones de barriles importados (ver cuadro 24).

Cuadro 24
Proyección de barriles importados, 2023-2033

Año	<i>Point_Forecast</i>	<i>Low_80</i>	<i>Hi_80</i>	<i>Low_95</i>	<i>Hi_95</i>
2023	21 404 000	19 897 628	22 910 372	19 100 203	23 707 797
2024	21 813 264	20 144 899	23 481 629	19 261 719	24 364 808
2025	22 222 528	20 406 563	24 038 493	19 445 249	24 999 807
2026	22 631 792	20 679 354	24 584 231	19 645 795	25 617 789
2027	23 041 056	20 961 080	25 121 033	19 860 006	26 222 106
2028	23 450 320	21 250 186	25 650 454	20 085 506	26 815 135
2029	23 859 584	21 545 524	26 173 645	20 320 534	27 398 634
2030	24 268 848	21 846 213	26 691 484	20 563 747	27 973 950
2031	24 678 112	22 151 563	27 204 661	20 814 089	28 542 136
2032	25 087 376	22 461 022	27 713 731	21 070 714	29 104 039
2033	25 496 641	22 774 137	28 219 144	21 332 931	29 660 350

Fuente: Elaboración propia con datos de RECOPE (2023a).

C. Proyección del PIB 2023-2033

De acuerdo con información extraída de la OECD, el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Central de Costa Rica (BCCR), el crecimiento económico real promedio de Costa Rica proyectado para el periodo 2023-2033 es de alrededor de 3,6%.

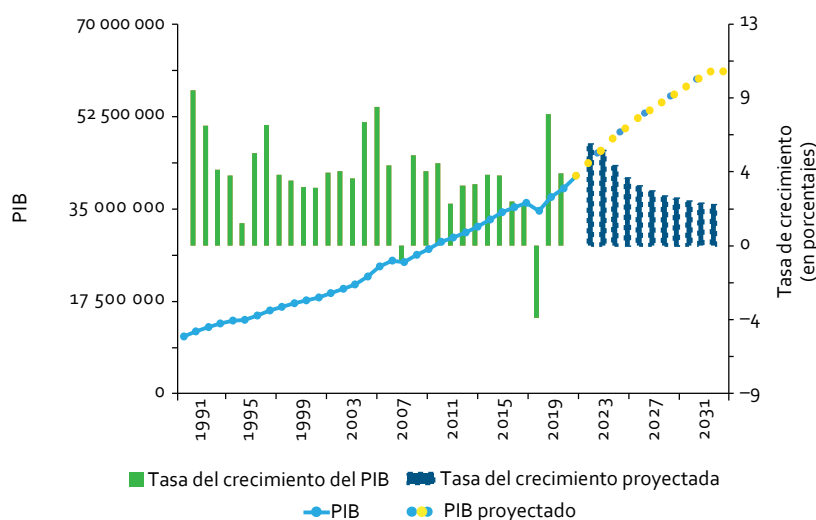
Como puede apreciarse en el cuadro 25 y el gráfico 5, la OECD pronostica tasas de crecimiento un tanto aceleradas para los periodos 2023-2026 y un poco más moderadas para el resto de la década. De acuerdo con dichas estimaciones, el PIB de Costa Rica sería de 46.088.268 millones de colones para 2025 (8,6 millones de colones por habitante), para 2028 dicha cifra alcanzaría los 51.941.054 millones de colones (9,38 millones de colones per cápita) y para 2033, 59.630.736 millones de colones para un valor en términos per cápita de alrededor de 10,7 millones de colones.

Cuadro 25
Crecimiento esperado del PIB real de Costa Rica, 2023-2033
(En millones de colones y en porcentajes)

Año	PIB Real	Tasa OECD	Tasa IMF	Tasa BCCR
2023	41 173 767,51	6,0	4,4	4,2
2024	43 644 193,56	5,6	3,2	3,8
2025	46 088 268,40	4,7	3,2	
2026	48 254 417,02	4,0	3,2	
2027	50 184 593,70	3,5	3,2	
2028	51 941 054,48	3,2	3,2	
2029	53 603 168,22	2,9		
2030	55 157 660,10	2,8		
2031	56 702 074,58	2,6		
2032	58 176 328,52	2,5		
2033	59 630 736,74	2,4		

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2024), IMF (2023) y BCCR (2023).

Gráfico 5
PIB real, PIB proyectado, tasa de crecimiento del PIB real y tasa de crecimiento proyectada, 1991-2033
(En millones de colones y en porcentajes)

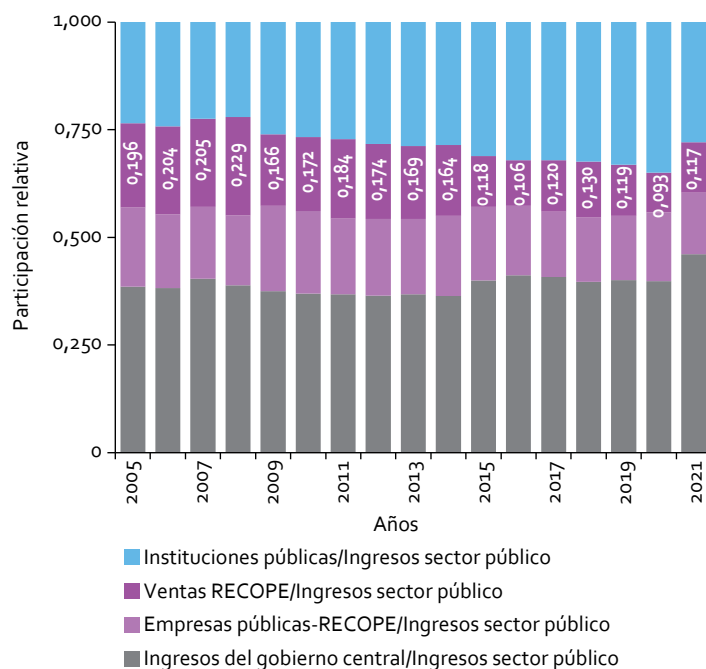


Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2024).

D. Determinación de la importancia relativa de los impuestos a los combustibles en los ingresos tributarios totales

Como se observa en el gráfico 6, al tomar únicamente las ventas de RECOPE en la totalidad de los ingresos obtenidos por el sector público, se tiene que para el 2005 RECOPE por sí sola generaba el 19,6% de los ingresos públicos totales, una década después dichos ingresos representaban un 11,8%. La cifra en los últimos 6 años ha fluctuado entre 10% y 12%, por lo que, si bien es cierto que aún los ingresos devengados de RECOPE representan una fuente importante de ingresos, la pérdida de importancia relativa en los últimos 15 años es notoria.

Gráfico 6
Participaciones relativas de los ingresos de RECOPE en los ingresos totales del sector público



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR (s.f. -a-) y RECOPE (2023b).

En 2005 los impuestos al diésel, la gasolina regular y la gasolina súper representaban el 9,58%, 9,12% y 5,2%, respectivamente, de los ingresos tributarios totales por concepto de venta de combustible. La recaudación de impuestos de todos los combustibles gravados a ese año fue de 22,96% con respecto al valor de las ventas totales de RECOPE (véase el cuadro 26). En 2010 la recaudación de impuestos, con respecto al valor total de las ventas, se había incrementado a 31,18%, con una mayor participación relativa del diésel a cerca del 11%. Para 2022, la participación relativa de la recaudación de impuestos en el total de las ventas había disminuido a 27,5%.

Cuadro 26
Impuestos recaudados en términos relativos por venta de combustible, 2005-2022
(En porcentajes)

Año	AV Gas (100 L)	Diésel 50	Gasolina plus 91 (Regular)	Gasolina super (Superior)	Jet A-1	Kerosene	Impuestos/ventas
2005	0,05	8,58	9,12	5,20	0,00	0,01	22,96
2006	0,04	8,66	8,95	4,36	0,00	0,01	22,03

Año	AV Gas (100 L)	Diésel 50	Gasolina plus 91 (Regular)	Gasolina super (Superior)	Jet A-1	Kerosene	Impuestos/ ventas
2007	0,03	8,62	8,65	4,30	5,56	0,01	27,17
2008	0,03	8,62	8,65	4,30	5,56	0,01	27,17
2009	0,02	6,85	6,52	3,68	6,44	0,01	23,52
2010	0,03	10,37	9,96	6,43	4,37	0,02	31,18
2011	0,03	9,02	8,72	5,93	4,64	0,02	28,34
2012	0,02	6,05	7,55	5,50	5,06	0,02	24,21
2013	0,02	8,23	7,80	6,05	5,02	0,03	27,15
2014	0,02	8,43	8,06	6,28	4,41	0,03	27,23
2015	0,02	8,40	7,84	6,59	4,33	0,03	27,21
2016	0,03	12,75	11,57	10,82	3,38	0,05	38,60
2017	0,03	13,82	12,08	12,88	4,17	0,05	43,02
2018	0,03	12,09	10,71	11,65	4,37	0,04	38,89
2019	0,02	10,63	9,24	10,28	5,06	0,03	35,27
2020	0,02	11,12	10,12	11,08	5,10	0,03	37,47
2021	0,03	14,76	12,76	13,71	2,51	0,03	43,80
2022	0,02	10,94	9,86	10,18	3,85	0,02	34,87
2022	0,02	7,42	7,69	7,95	4,41	0,00	27,50

Fuente: Elaboración propia con datos de RECOPE (2023b).

Como puede observarse en el cuadro 27, el valor total de las ventas de RECOPE para 2005 representaron el 7% del PIB, mientras que los impuestos recaudados por concepto de estas ascendieron a 1,61% del PIB. Para 2010, la participación relativa de las ventas en el PIB se había mantenido prácticamente sin cambios, mientras que la de los impuestos subió a un 2%.

En 2015, las ventas de RECOPE tomaron una importancia relativa de 4,1% del PIB y la importancia de la recaudación de impuestos se registró en 1,11%. En 2020 la participación relativa de las ventas de RECOPE bajó hasta 3% y la de los impuestos fue de 1,12%. El 2022 cerró con unos registros de 4,88% y 1,71% con respecto al PIB, respectivamente.

Cuadro 27
Importancia relativa de las ventas de combustible e impuestos en el PIB, 2005-2022

Año	Ventas _t	Ventas/PIB _t	Impuestost/Ventas _t (En porcentajes)	Impuestost/PIB _t (En porcentajes)
2005	670 742,71	7,00	22,96	1,61
2006	875 146,20	7,54	22,03	1,66
2007	1 066 422,06	7,68	27,17	2,07
2008	1 466 969,91	9,05	27,17	2,44
2009	1 044 538,19	5,93	23,52	1,42
2010	1 273 783,75	6,43	31,18	1,99
2011	1 514 402,53	7,00	28,34	1,96
2012	1 562 487,77	6,58	24,21	1,58
2013	1 624 164,76	6,38	27,15	1,72
2014	1 715 603,67	6,13	27,23	1,66

Año	Ventas _t	Ventast/PIB _t	Impuestost/Ventas _t (En porcentajes)	Impuestost/PIB _t (En porcentajes)
2015	1 237 215,76	4,1	27,21	1,11
2016	1 179 031,14	3,68	38,60	1,44
2017	1 393 664,48	4,06	43,02	1,75
2018	1 629 132,20	4,52	38,89	1,76
2019	1 588 355,87	4,2	35,27	1,47
2020	1 109 946,20	3,04	37,47	1,12
2021	1 610 958,28	4,02	43,80	1,77
2022	2 365 340,33	4,88	34,87	1,71

Fuente: Elaboración propia sobre la base de RECOPE (2023a), RECOPE (2023b) y pronósticos de PIB.

Analizando la serie histórica de recaudación de impuestos y tomando como *point estimator* una participación relativa de los impuestos del 34% sobre las ventas, se tiene que para 2025, si se siguen las tendencias actuales, la recaudación alcanzaría un valor de 738.162.783 colones, para 2030 sería superior a los 884 millones y para 2033 cercana mayor a los 1.000 millones de colones (véase el cuadro 28).

Cuadro 28
Pronóstico de impuestos 2023-2033
(En colones)

Año	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
2023	679 747 273	620 194 274	739 300 273	588 668 821	770 825 726
2024	708 955 028	624 734 369	793 175 688	580 150 645	837 759 411
2025	738 162 783	635 013 963	841 311 604	580 410 276	895 915 291
2026	767 370 538	648 264 540	886 476 537	585 213 633	949 527 444
2027	796 578 294	663 413 739	929 742 848	592 920 682	1 000 235 905
2028	825 786 049	679 911 588	971 660 509	602 690 313	1 048 881 784
2029	854 993 804	697 431 378	1 012 556 229	614 022 868	1 095 964 739
2030	884 201 559	715 760 240	1 052 642 877	626 592 792	1 141 810 325
2031	913 409 314	734 750 316	1 092 068 311	640 173 955	1 186 644 672
2032	942 617 069	754 293 950	1 130 940 188	654 601 712	1 230 632 425
2033	971 824 824	774 309 870	1 169 339 777	669 751 770	1 273 897 878

Fuente: Elaboración propia con base en RECOPE (2023b).

De acuerdo con las participaciones relativas proyectadas, se tiene que, en promedio, la recaudación por impuestos al combustible fluctuaría entre 1,2% y 2,0% del PIB para el periodo 2023–2033 (véase el cuadro 29).

Cuadro 29
Participación relativa de la recaudación de impuestos proyectada en PIB, 2023-2033

Año	Point Forecast/PIB	Lo 80/PIB	Hi 80/PIB	Lo 95/PIB	Hi 95/PIB
2023	0,017	0,015	0,018	0,014	0,019
2024	0,016	0,014	0,018	0,013	0,019
2025	0,016	0,014	0,018	0,013	0,019
2026	0,016	0,013	0,018	0,012	0,020

Año	Point Forecast/PIB	Lo 80/PIB	Hi 80/PIB	Lo 95/PIB	Hi 95/PIB
2027	0,016	0,013	0,019	0,012	0,020
2028	0,016	0,013	0,019	0,012	0,020
2029	0,016	0,013	0,019	0,011	0,020
2030	0,016	0,013	0,019	0,011	0,021
2031	0,016	0,013	0,019	0,011	0,021
2032	0,016	0,013	0,019	0,011	0,021
2033	0,016	0,013	0,020	0,011	0,021

Fuente: Elaboración propia con base en RECOPE (2023b).

A continuación, se muestra la proyección de barriles demandados de diésel para el periodo 2023-2033. Para ello se utiliza la participación relativa de los barriles de diésel en los barriles importados totales en la que se utiliza un *point estimator* del 0,358, es decir, de un 35,8% del total de barriles importados.

Línea de base: Para 2025 se estarían requiriendo de unos 8 millones de barriles de diésel y para 2033 dicha cifra estaría alcanzando casi 9,4 millones de diésel, de no modificarse las tendencias implícitas en las series de electromovilidad en los años recién transcurridos (véase el cuadro 30).

Cuadro 30
Demanda proyectada de barriles de diésel, 2023-2033
(En número de barriles)

Año	Total	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
2005	5 700 235,18					
2006	6 136 743,42					
2007	6 595 547,98					
2008	6 590 240,47					
2009	6 476 641,63					
2010	6 711 756,52					
2011	6 689 747,09					
2012	6 707 669,33					
2013	6 811 377,76					
2014	6 956 056,93					
2015	6 812 460,18					
2016	7 351 331,88					
2017	7 476 145,68					
2018	7 628 564,40					
2019	7 803 031,23					
2020	6 315 517,71					
2021	7 310 433,13					
2022	7 769 641,00					
2023		7 662 632	7 123 351	8 201 913	6 837 873	8 487 391
2024		7 809 149	7 211 874	8 406 423	6 895 695	8 722 601
2025		7 955 665	7 305 550	8 605 780	6 961 399	8 949 931
2026		8 102 182	7 403 209	8 801 155	7 033 195	9 171 168
2027		8 248 698	7 504 067	8 993 330	7 109 882	9 387 514

Año	Total	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
2028		8 395 215	7 607 567	9 182 863	7 190 611	9 599 818
2029		8 541 731	7 713 298	9 370 165	7 274 751	9 808 711
2030		8 688 248	7 820 944	9 555 551	7 361 821	10 014 674
2031		8 834 764	7 930 260	9 739 269	7 451 444	10 218 085
2032		8 981 281	8 041 046	9 921 516	7 543 316	10 419 246
2033		9 127 797	8 153 141	10 102 454	7 637 189	10 618 405

Fuente: Elaboración propia con base en RECOPE (2023a).

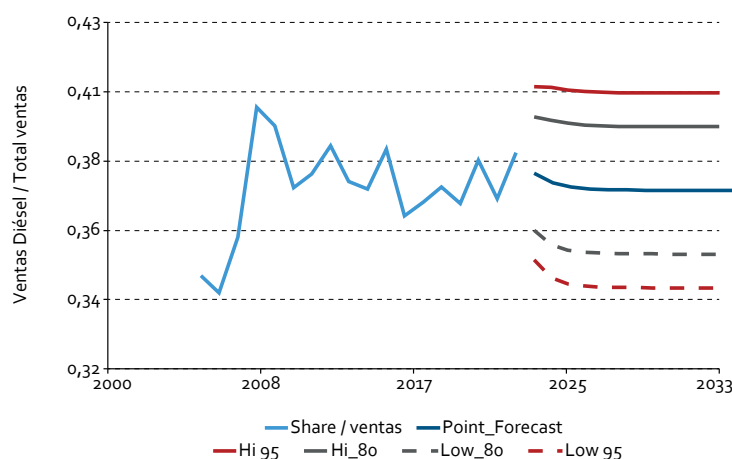
La proyección de las ventas de diésel se obtuvo mediante un modelo ARIMA (1,0,0). Esta alcanza 849,7 miles de colones para 2025, 1.016 mil colones para 2030 y 1.099 miles de colones para 2033 (véanse el cuadro 31 y el gráfico 7). Las estimaciones anteriores se obtienen a partir aplicar las participaciones relativas proyectadas del diésel en el total de las ventas proyectadas para dichos periodos.

Cuadro 31
Ventas de diésel proyectadas 2023-2033
(En miles de colones)

Año	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95
2023	759 079,13	1 433 989,30	628 719,58	867 077,79
2024	804 623,86	1 520 028,66	666 442,75	919 102,45
2025	849 682,81	1 605 50,27	703 763,51	970 572,17
2026	889 617,89	1 680 592,34	736 840,40	1 016 189,09
2027	925 202,61	1 747 816,01	766 314,02	1 056 836,66
2028	957 584,72	1 808 989,58	793 135,02	1 093 825,92
2029	988 227,42	1 866 877,26	818 515,36	1 128 828,37
2030	1 016 885,99	1 921 016,68	842 252,28	1 161 564,40
2031	1 045 358,80	1 974 805,17	865 835,35	1 194 088,17
2032	1 072 538,15	2 026 150,08	888 347,06	1 225 134,49
2033	1 099 351,61	2 076 803,85	910 555,76	1 255 762,84

Fuente: Elaboración propia con base en RECOPE (2023b).

Gráfico 7
Participación relativa proyectada del diésel en el total de ventas, 2023-2033



Fuente: Elaboración propia con base en RECOPE (2023b).

E. Evaluación del impacto de la iniciativa de movilidad de transporte de personas sobre los ingresos tributarios

De acuerdo con datos estimados a partir de la información suministrada por (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2022), cada bus eléctrico en el país ahorraría unos 23.467,35 litros de combustible al año. Cada barril de combustible contiene 158.987 litros, por lo que, trasladado a barriles, la implementación de un bus adicional supone el ahorro de 147,6 barriles de diésel anuales. Ello implicaría que, si para 2025 se logran implementar 264 buses eléctricos, se lograría un ahorro de 38.966 barriles de combustible, 78.375 barriles para 2030 (suponiendo que operan 531 buses eléctricos) y 119.199 barriles ahorrados para 2033 (con la operación de 808 buses eléctricos) (véase el cuadro 32).

Cuadro 32
Ahorros en barriles, importaciones e impuestos y disminuciones en ventas de RECOPE
(En miles de colones)

Año	Buses eléctricos	Barriles ahorrados	Importaciones ahorradas (precio 2022)	Ventas disminuidas (precio 2022)	Impuestos disminuidos (precio 2022)
2023	200	29 464	2 663 563,37	3 455 089,55	691 017,91
2024	230	33 884	3 063 097,88	3 973 352,98	794 670,60
2025	264	38 966	3 522 562,56	4 569 355,93	913 871,19
2026	304	44 811	4 050 946,94	5 254 759,32	1 050 951,86
2027	349	51 533	4 658 588,99	6 042 973,22	1 208 594,64
2028	402	59 263	5 357 377,33	6 949 419,20	1 389 883,84
2029	462	68 152	6 160 983,93	7 991 832,08	1 598 366,42
2030	531	78 375	7 085 131,52	9 190 606,89	1 838 121,38
2031	611	90 132	8 147 901,25	10 569 197,92	2 113 839,58
2032	702	103 651	9 370 086,44	12 154 577,61	2 430 915,52
2033	808	119 199	10 775 599,41	13 977 764,26	2 795 552,85

Fuente: Elaboración propia con base en RECOPE (2023a) y RECOPE (2023b).

Si bien es cierto que en términos absolutos la implementación de la propuesta ahorra miles de litros de combustible al año, en términos relativos, el ahorro únicamente significa una disminución del 0,47% con respecto a los barriles totales de diésel proyectados para 2025; para 2033 dicha cifra llegaría a ser de 1,26%. Expresado con respecto al total de barriles (es decir, incluyendo los barriles de otros combustibles), los ahorros serían de apenas 0.17% con respecto al total de barriles de todos los tipos de combustibles proyectados para 2025 y de 0,45% para 2033. Ahora bien, si la iniciativa se implementa solo en uno de sus segmentos (regulados o no regulados, cada uno de los cuales representa el 50% de la flota de transporte de personas), el impacto también se reduciría a la mitad de las cifras recién mencionadas (véase el cuadro 33).

Cuadro 33
Ahorros relativos en consumo de combustible

Año	Barriles de diésel proyectados	Barriles ahorrados/ Barriles de diésel (En porcentajes)	Barriles totales proyectados	Barriles ahorrados/ Barriles (En porcentajes)
2023	7 662 632	0,4	21 404 000	0,1
2024	7 809 149	0,4	21 813 264	0,2
2025	7 955 665	0,5	22 222 528	0,2
2026	8 102 182	0,6	22 631 792	0,2

Año	Barriles de diésel proyectados	Barriles ahorrados/ Barriles de diésel (En porcentajes)	Barriles totales proyectados	Barriles ahorrados/ Barriles (En porcentajes)
2027	8 248 698	0,6	23 041 056	0,2
2028	8 395 215	0,7	23 450 320	0,3
2029	8 541 731	0,8	23 859 584	0,3
2030	8 688 248	0,9	24 268 848	0,3
2031	8 834 764	1,0	24 678 112	0,4
2032	8 981 281	1,2	25 087 376	0,4
2033	9 127 797	1,3	25 496 641	0,5

Fuente: Elaboración propia con base en RECOPE (2023a) y RECOPE (2023b).

Para estimar la disminución en la recaudación de impuestos, se pronostica la participación relativa de los impuestos en el precio final de venta, ya que por definición la cantidad de barriles vendidos son la misma cantidad de barriles que se gravan a los consumidores. El valor estimado da un 20%, considerando el precio de mercado de 2022, por cada barril vendido se obtienen de impuestos 23.452 colones. Utilizando estos coeficientes se muestra a continuación cuál sería la pérdida en impuestos producto del menor nivel de diésel vendido. La proyección que se obtiene es una reducción en los ingresos tributarios de 0,32% en el último año de proyección, con respecto a los ingresos reportados antes de la puesta en marcha de la iniciativa (con un valor máximo de 0,36% y un mínimo de 0,22%) (véase el cuadro 34).

En conclusión, el impacto de la iniciativa de electromovilidad sería bajo en términos de la reducción en los ingresos tributarios, particularmente, si esta se implementase únicamente para el sector regulado, en cuyo caso, la reducción rondaría el 0,16% de los ingresos tributarios.

Cuadro 34
Disminución de recaudación de impuestos y en proporción del total de impuestos proyectados bajo los distintos escenarios, 2023-2033
(En colones y en porcentajes)

Año	Impuestos disminuidos	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
2023	690 989 728	0,10	0,11	0,09	0,12	0,09
2024	794 647 568	0,11	0,13	0,10	0,14	0,09
2025	913 830 632	0,12	0,14	0,11	0,16	0,10
2026	1 050 907 572	0,14	0,16	0,12	0,18	0,11
2027	1 208 55 916	0,15	0,18	0,13	0,20	0,12
2028	1 389 835 876	0,17	0,20	0,14	0,23	0,13
2029	1 598 300 704	0,19	0,23	0,16	0,26	0,15
2030	1 838 050 500	0,21	0,26	0,17	0,29	0,16
2031	2 113 775 664	0,23	0,29	0,19	0,33	0,18
2032	2 430 823 252	0,26	0,32	0,21	0,37	0,20
2033	2 795 454 948	0,29	0,36	0,24	0,42	0,22

Fuente: Elaboración propia.

F. Evaluación del impacto de la iniciativa de movilidad de transporte de personas sobre la balanza de pagos

1. Impacto del ahorro en combustible en la balanza de pagos

A continuación, se analiza el valor total de las importaciones y la importancia relativa de la factura petrolera tanto en términos de PIB como en términos de las importaciones totales. En 2005, las importaciones de RECOPE representaron 10,9% de las importaciones totales, en 2010 representaron 12,3%, en 2015 un 7,0% y en 2022 un 9,5%.

Con respecto al peso de las importaciones de RECOPE como porcentaje del PIB, en 2005 representaron 4,98%, en 2010 fue de 4,26%, en 2015 un 2,15% y en 2022 3,68%. En los últimos 7 años, las importaciones de RECOPE como porcentaje del PIB no superaron el 4% con respecto al PIB (véase el cuadro 35).

Cuadro 35
Importaciones de combustible de RECOPE, 2003-2033

Año	Importaciones RECOPE (En dólares)	Tipo de cambio	Importaciones RECOPE/TOTAL Importaciones (En porcentajes)	Importaciones RECOPE/PIB (En porcentajes)	TOTAL Importaciones/PIB
2005	997 841 299,00	477,79	10,879	4,98	0,458
2006	1 249 009 575,00	511,30	11,826	5,50	0,465
2007	1 444 048 516,00	516,62	11,709	5,37	0,459
2008	2 091 011 849,09	526,24	14,263	6,79	0,476
2009	1 239 536 441,00	573,29	11,477	4,03	0,351
2010	1 604 351 457,89	525,83	12,284	4,26	0,347
2011	2 189 340 880,00	505,66	14,156	5,12	0,362
2012	2 175 639 176,00	502,90	13,013	4,61	0,354
2013	2 181 766 830,03	499,77	12,792	4,28	0,335
2014	2 105 832 297,68	538,32	11,967	4,05	0,338
2015	1 214 954 378,00	534,57	6,998	2,15	0,308
2016	1 073 562 341,00	544,74	5,900	1,82	0,309
2017	1 374 585 270,00	567,51	7,030	2,27	0,323
2018	1 618 399 707,00	576,97	7,808	2,59	0,332
2019	1 575 628 529,00	587,29	7,781	2,45	0,314
2020	834 724 661,00	584,90	4,738	1,34	0,282
2021	1 595 087 806,00	620,78	7,029	2,47	0,351
2022	2 514 887 858,00	647,14	9,465	3,68	0,389

Fuente: Estimación propia con datos del BCCR (2024) y RECOPE (2023a).

Para pronosticar los valores de las importaciones de RECOPE (2023a) se toma la serie de la importancia relativa histórica de las importaciones de RECOPE con respecto al PIB y también se utiliza la participación histórica de las importaciones de RECOPE con respecto a las importaciones.

De esta forma, se obtiene que la participación relativa proyectada de las importaciones de RECOPE con respecto al PIB ($\lambda_3 = \frac{\text{Importaciones}_t}{\text{PIB}_t}$) (es de 3.68% y la tasa promedio upper es de 7.8%. La tasa de participación relativa de las importaciones con respecto al PIB proyectada es de 34.5%. La tasa de participación relativa de las importaciones (M) de RECOPE en el total de las importaciones es de 9.4% ($\lambda_4 = \frac{\text{Importaciones RECOPE}_t}{\text{Importaciones}_t}$).

De esta forma aplicando las respectivas participaciones al PIB proyectado ($\lambda_4 * \lambda_3$), los valores en términos absolutos de las importaciones se presentan en el cuadro 36.

Cuadro 36
Importaciones proyectadas de RECOPE, 2023-2033
(En millones de colones)

Año	λ_3	λ_3 (upper)	λ_4^* (Importaciones) (34,5%)	λ_4^* (Importaciones) (49,4%)	λ_4 (Importaciones) (19,5%)
2023	1 515 194,644	3 211 553,9	1 335 265,3	1 911 945,1	754 715,2
2024	1 606 106,323	3 404 247,1	1 415 381,2	2 026 661,8	799 998,1
2025	1 696 048,277	3 594 884,9	1 494 642,5	2 140 154,8	844 798,0
2026	1 775 762,546	3 763 844,5	1 564 890,7	2 240 742,1	884 503,5
2027	1 846 793,048	3 914 398,3	1 627 486,4	2 330 371,8	919 883,6
2028	1 911 430,805	4 051 402,2	1 684 448,4	2 411 934,8	952 079,5
2029	1 972 596,590	4 181 047,1	1 738 350,7	2 489 116,7	982 546,1
2030	2 029 801,892	4 302 297,5	1 788 762,9	2 561 301,1	1 011 039,9
2031	2 086 636,345	4 422 761,8	1 838 848,3	2 633 017,5	1 039 349,0
2032	2 140 888,890	4 537 753,6	1 886 658,3	2 701 476,0	1 066 372,1
2033	2 194 411,112	4 651 197,5	1 933 824,8	2 769 012,9	1 093 031,4

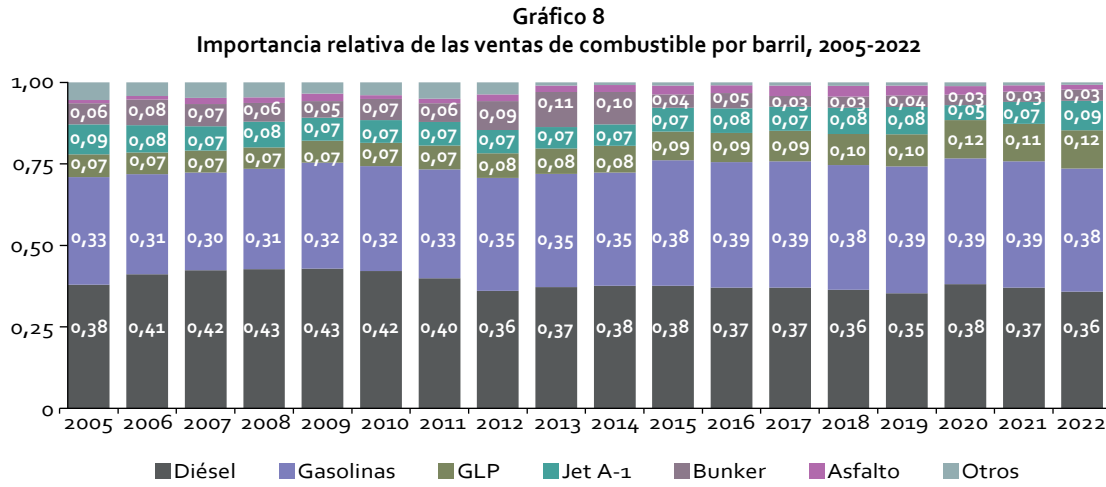
Fuente: Estimación propia con datos del BCCR (s.f.-b-), OECD (2024) y RECOPE (2023a).

Como puede apreciarse en el cuadro 37, las ventas de combustible desagregadas por tipo de combustible vendido han seguido una estructura relativa casi constante en sus componentes principales. En 2005, el diésel encabezaba la lista de mayores ventas de combustible en barriles con una participación relativa del 38%, seguido del componente de gasolinas con 32,9%. A partir de 2015, la participación del diésel ha tenido una participación casi constante (véase el gráfico 8).

Cuadro 37
Importancia relativa de las ventas de combustible por barril, 2005-2022

Año	Diésel	Gasolinas	GLP	JET A-1	Bunker	Asfalto	Otros
2005	0,380	0,329	0,070	0,092	0,065	0,010	0,054
2010	0,421	0,322	0,071	0,070	0,065	0,012	0,039
2020	0,382	0,386	0,117	0,046	0,032	0,026	0,011
2015	0,376	0,385	0,088	0,073	0,041	0,028	0,009
2021	0,370	0,388	0,114	0,067	0,031	0,020	0,009
2022	0,358	0,377	0,117	0,091	0,034	0,015	0,007

Fuente: Estimación propia con datos de RECOPE (2023b).



Fuente: Elaboración propia con datos de RECOPE (2023b).

Para estimar el impacto sobre la balanza de pagos se tomó como criterio el déficit de la balanza comercial para, de esta manera, evaluar el impacto de la iniciativa mediante la reducción de importaciones que esta significa y, consecuentemente, su contribución a disminuir el déficit de la balanza comercial. De acuerdo con información del FMI (2023), el déficit en la balanza comercial sería en 2025 equivalente a un 2% del PIB y para el 2028 de un 1.6% del PIB. Ajustando un modelo ARIMA (0,1,1) para pronosticar el periodo 2029-2033, se tiene que el déficit esperado para 2030-2033 sería de un 1,64%, un escenario menos alentador sería con un déficit medio entre 2029-2033 de 5,5% (low 80) y un excedente moderado de 2,2% (Hi 80). Los otros intervalos se consideran poco realistas ya que sobreestiman o subestiman el nivel de déficit por lo que omiten. (véase el cuadro 38).

Cuadro 38
Balance de la cuenta corriente en términos del PIB, 2023-2033
(En porcentajes)

Año	Point Forecast	Lo 80	Hi 80
2023	-2,80		
2024	-2,30		
2025	-2,00		
2026	-1,80		
2027	-1,70		
2028	-1,60		
2029	-1,64	-4,38	1,10
2030	-1,64	-5,03	1,75
2031	-1,64	-5,58	2,29
2032	-1,64	-6,05	2,77
2033	-1,64	-6,48	3,20

Fuente: Elaboración propia con base en IMF (2024).

Si se aplica dicha razón a los valores del PIB proyectado, se obtienen de manera sencilla los valores esperados en el déficit en balanza comercial (véase el cuadro 39). El límite superior de confianza del modelo arroja superávits de 4,27% del PIB en promedio. Si bien es cierto el país se encuentra en una ruta de consolidación de sus finanzas públicas dicho intervalo se considera poco realista.

Cuadro 39
Balanza comercial 2023-2033
(En millones de colones)

Año	Point Forecast	Lo 8o	Hi 8o
2023	-1 152 865,5		
2024	-1 003 816,5		
2025	-921 765,37		
2026	-868 579,51		
2027	-853 138,09		
2028	-831 056,87		
2029	-879 597,97	-2 347 715	588 519,4
2030	-905 106,31	-2 774 684	964 471,4
2031	-930 449,29	-3 161 102	1 300 204
2032	-954 640,97	-3 521 247	1 611 965
2033	-978 507	-3 866 209	1 909 196

Fuente: Elaboración propia.

Para cuantificar el ahorro en la factura petrolera producto de la disminución en la importación de barriles de diésel, se realizan dos pronósticos complementarios, uno tomando los precios del petróleo proyectados por Coin Price (2023) y otra tomando los precios de importación del 2022, los cuales son los más elevados del periodo de análisis (77.000 colones).

Los ahorros estimados en valores absolutos serían en 2025 de un 0,18% del déficit de la balanza comercial, para 2028 alcanzarían el valor de 0,261% y para 2033 serían de un 0,58% (véase el cuadro 40).

Cuadro 40
Ahorro estimado en la balanza comercial y como proporción de la balanza comercial, 2023-2033
(En colones y en porcentajes)

Año	Importaciones ahorradas	Point Forecast/ PIB	Lo 8o/PIB	Hi 8o / PIB	Lo 95 / PIB	Hi 95/PIB
2023	1 138 688 033,52	-0,099				
2024	1 344 963 372,28	-0,134				
2025	1 679 902 192,00	-0,182				
2026	1 830 190 578,84	-0,211				
2027	1 899 353 842,32	-0,223				
2028	2 166 003 387,00	-0,261				
2029	2 912 228 328,24	-0,331				
2030	3 670 524 618,75	-0,406	-0,132	0,381	-0,098	0,188
2031	4 251 022 602,12	-0,457	-0,134	0,327	-0,098	0,171
2032	4 931 596 417,86	-0,517	-0,140	0,306	-0,101	0,166
2033	5 730 634 963,80	-0,586	-0,148	0,300	-0,106	0,167

Fuente: Elaboración propia.

Si se consideran los ahorros en la balanza comercial a partir de un precio de importación elevado como el del 2022, el porcentaje de ahorro se elevaría a 0,64% en 2028, 0,78% en 2030 y hasta un 1,1% en 2033. Si bien el efecto es positivo, su impacto es relativamente pequeño (véase el cuadro 41).

Cuadro 41
Ahorro estimado en la balanza comercial en colones y como porcentaje de la balanza comercial,
2023-2033 con precios del 2022
(En colones y en porcentajes)

Año	Importaciones ahorradas	Point Forecast	Lo 8o	Hi 8o	Lo 95	Hi 95
2023	2 664 694 696	-0,231				
2024	3 064 435 076	-0,305				
2025	3 524 046 074	-0,382				
2026	4 052 662 029	-0,467				
2027	4 660 592 987	-0,546				
2028	5 359 686 457	-0,645				
2029	6 163 598 728	-0,701				
2030	7 088 156 625	-0,783	-0,255	0,735	-0,188	0,363
2031	8 151 447 948	-0,876	-0,258	0,627	-0,188	0,329
2032	9 374 092 789	-0,982	-0,266	0,582	-0,192	0,316
2033	10 780 238 361	-1,102	-0,279	0,565	-0,200	0,314

Fuente: Elaboración propia.

2. Impacto de la inversión en los buses eléctricos sobre la balanza de pagos

De acuerdo con información obtenida de Adamson y Cipoletta Tomassian (2022) los precios de los buses eléctricos rondan entre los 137.000 dólares y los 850.000 dólares (véase el cuadro 42), por lo que se usará esta información para efectuar las estimaciones correspondientes al costo que tendría comprar la flota de buses eléctricas planteada bajo la tecnología más costosa y bajo la tecnología promedio.

Cuadro 42
Precio de buses eléctricos y de diésel
(En dólares)

Empresa	Eléctrico	Diésel
Grutter Consulting	220 000,00	150 000,00
Bloomberg NEF	420 000,00	450 000,00
PROTERRA	-	550 000,00
ARESEP	137 000,00	
Deloitte Consulting	440 000,00	
Columbia University	850 000,00	
YUTONG	322 200,00	550 000,00
BYD	315 500,00	
QEV	287 000,00	
CAF	432 000,00	155 000,00
CAF (Volvo)	290 000,00	192 000,00
Creara Energy Experts	401 050,00	155 000,00
Promedio	374 068,18	314 571,43

Fuente: Elaboración propia con información de Adamson y Cipoletta Tomassian (2024).

Para definir las tasas de interés se utiliza información brindada por Aber (2016) del estudio de Columbia University así como de Casale y Mahoney (2018). En el siguiente cuadro (véase el cuadro 43) se muestra el costo total de la compra de autobuses bajo un precio de 850.000 dólares y con el precio promedio de 374.068 dólares.

Cuadro 43
Costo de la flota eléctrica
(En dólares)

Año	Buses eléctricos	Costo Precio más elevado	Costo Precio promedio
2024	30	25 500 000	11 222 045
2025	34	28 900 000	12 718 317
2026	40	34 000 000	14 962 726
2027	46	39 100 000	17 207 135
2028	52	44 200 000	19 451 544
2029	60	51 000 000	22 444 090
2030	69	58 650 000	25 810 703
2031	80	68 000 000	29 925 453
2032	92	78 200 000	34 414 271
2033	105	89 250 000	39 277 157

Fuente: Estimación propia a través de información de precios y buses Adamson y Cipoletta Tomassian (2024).

Para calcular los pagos anuales incorporando intereses se aplica la fórmula utilizada por Casale y Mahoney (2018), con un plazo de 10 años y una tasa de interés del 3,96% y de Aber (2016) con una tasa del 7% (véase el cuadro 44). Dichos pagos se estiman a partir de la siguiente expresión matemática:

$$P = \frac{r * VP}{(1 + r)^n}$$

P = pagos

VP = valor presente de los autobuses

r = tasa de interés y n el plazo de tiempo

Cuadro 44
Pagos anuales por la adquisición de la flota de buses según año (2024-2033)
(En dólares)

Año	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés baja	Precio medio (374.068) y tasa de interés baja	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés alta	Precio medio (374.068) y tasa de interés alta
2024	3 137 661,86	1 380 822,90	3 630 626,32	1 597 766,81
2025	3 601 490,14	1 584 944,55	4 167 327,60	1 833 958,42
2026	4 141 713,66	1 822 686,23	4 792 426,74	2 109 052,19
2027	4 762 970,71	2 096 089,17	5 511 290,75	2 425 410,01
2028	5 477 416,31	2 410 502,54	6 337 984,37	2 789 221,52
2029	6 299 028,76	2 772 077,92	7 288 682,02	3 207 604,74
2030	7 243 883,07	3 187 889,61	8 381 984,32	3 688 745,45

Año	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés baja	Precio medio (374.068) y tasa de interés baja	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés alta	Precio medio (374.068) y tasa de interés alta
2031	8 330 465,53	3 666 073,05	9 639 281,97	4 242 057,27
2032	9 580 035,36	4 215 984,01	11 085 174,27	4 878 365,86
2033	11 017 040,67	4 848 381,61	12 747 950,41	5 610 120,74

Fuente: Estimación propia a través de información de precios y buses Adamson y Cipoletta Tomassian (2024).

A los pagos anuales estimados de la nueva flota adquirida cada año hay que sumarle los pagos estimados de los años anteriores correspondientes a la flota previamente adquirida. De esta forma, los pagos anuales se van incrementando gradualmente de 2024 a 2033, ya que cada año se adquieren nuevos buses. A partir de 2033 ya no se efectúan pagos anuales por la primera flota adquirida (2024), bajo el escenario de que cada bus se adquiere a crédito en un plazo de 10 años, y así sucesivamente, por lo que los pagos correspondientes a la flota contemplada para el presente estudio comienzan a disminuir. Los pagos para la flota estimada terminarían en 2042 (véase el cuadro 45). No obstante, si la estrategia de movilidad sigue incrementándose a dichos pagos habrá que incrementarles los costos asociados a las nuevas flotas de buses adquiridas a partir de 2034.

Cuadro 45
Pagos totales por año, 2024-2042
(En dólares)

Año	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés baja	Precio medio (374.068) y tasa de interés baja	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés alta	Precio medio (374.068) y tasa de interés alta	Reconversión (180.000) y tasa de interés baja	Reconversión (180.000) y tasa de interés alta
2024	3 137 661,9	1 380 822,9	3 630 626,3	1 597 766,8	664 446,0	768 839,0
2025	6 739 152,0	2 965 767,4	7 797 953,9	3 431 725,2	1 427 114,5	1 651 331,4
2026	10 880 865,7	4 788 453,9	12 590 380,7	5 540 777,4	2 304 183,3	2 666 198,3
2027	15 643 836,4	3 918 775,4	10 303 717,5	4 534 462,2	1 885 697,9	2 181 963,7
2028	21 121 252,7	9 295 045,4	24 439 655,8	10 755 408,9	4 472 735,9	5 175 456,5
2029	27 420 281,4	12 067 123,3	31 728 337,8	13 963 013,7	5 806 647,8	6 718 942,1
2030	34 664 164,5	15 255 012,9	40 110 322,1	17 651 759,1	7 340 646,6	8 493 950,6
2031	42 994 630,0	18 921 086,0	49 749 604,9	21 893 816,4	9 104 745,8	10 535 210,3
2032	52 574 665,4	23 137 070,0	60 834 778,4	26 772 182,3	11 133 458,6	12 882 658,0
2033	63 591 706,1	27 985 451,6	73 582 728,8	32 382 303,0	13 466 478,9	15 582 224,9
2034	60 454 044,2	26 604 628,7	69 952 102,4	30 784 536,2	12 802 032,9	14 813 386,4
2035	56 852 554,1	25 019 684,1	65 784 774,8	28 950 577,8	12 039 364,4	13 930 893,5
2036	52 710 840,4	23 196 997,9	60 992 348,1	26 841 525,6	11 162 295,6	12 916 026,7
2037	47 947 869,7	21 100 908,7	55 481 057,4	24 416 115,6	10 153 666,5	11 748 929,8
2038	42 470 453,4	18.690.406,2	49 143 073,0	21 626 894,1	8 993 743,1	10 406 768,4
2039	36 171 424,6	15 918.328,3	41 854 391,0	18 419 289,3	7 659 831,1	8 863 282,8
2040	28 927 541,6	12 730 438,7	33 472 406,7	14 730 543,9	6 125 832,3	7 088 274,3
2041	20 597 076,3	9 064 365,6	23 833 124,7	10 488 486,6	4 361 733,8	5 047 014,6
2042	11 017 040,7	4 848 381,6	12 747 950,4	5 610 120,7	2 333 020,4	2 699 566,0

Fuente: Elaboración propia.

Para tener una idea de la magnitud que tendrían dichos desembolsos, se dividen los montos estimados por el PIB proyectado para dichos años. Si se adquiere la tecnología de buses más costosa con la tasa de interés más elevada, los costos anuales por concepto de adquisición del equipo más pago de intereses representarían en 2025 el 0,01% del PIB, para 2030 ascenderían a 0,042% y para 2033 llegarían a un monto del 0,073% del PIB real. Asimismo, los costos asociados con la adquisición de la flota de buses alcanzarían el 0,40% de la balanza comercial en 2025, el 2,1% en 2030 y el 3,7% en 2033, en el mismo escenario con la tecnología e intereses más costosos (véanse los cuadros 46 y 47). En la sección de anexos se presentan una estimación alternativa con un tipo de cambio elevado (647 colones por dólar constante durante 2024-2033).

Si se consideran dichas razones en términos del PIB nominal los costos anuales por concepto de adquisición del equipo más pago de intereses en el caso de la tecnología más costosa e intereses más costosos, estos representarían en 2025 el 0,007% del PIB, para 2030 ascenderían a 0,02% y para 2033 llegarían a un monto del 0,05% del PIB nominal.

Cuadro 46
Pagos totales de los equipos como proporción del PIB real, 2023-2033 como proporción del PIB
(En colones)

Año	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés baja	Precio medio (374.068) y tasa de interés baja	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés alta	Precio medio (374.068) y tasa de interés alta	Reconversión (180.000) y tasa de interés baja	Reconversión (180.000) tasa de interés alta	Tipo de cambio utilizado (EUROMONITOR)
2024	0,004	0,002	0,005	0,002	0,0009	0,0010	541
2025	0,008	0,004	0,010	0,004	0,0018	0,0021	544
2026	0,013	0,006	0,015	0,007	0,0027	0,0032	548
2027	0,018	0,004	0,012	0,005	0,0022	0,0025	552
2028	0,023	0,010	0,027	0,012	0,0050	0,0058	558
2029	0,030	0,013	0,034	0,015	0,0063	0,0073	561
2030	0,037	0,016	0,042	0,019	0,0077	0,0089	565
2031	0,044	0,020	0,051	0,023	0,0094	0,0109	569
2032	0,053	0,023	0,062	0,027	0,0113	0,0130	574
2033	0,063	0,028	0,073	0,032	0,0134	0,0155	580

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 47
Pagos totales de los equipos como porcentaje de la balanza comercial, 2023-2033
(En porcentajes)

Año	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés baja	Precio medio (374.068) y tasa de interés baja	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés alta	Precio medio (374.068) y tasa de interés alta	Reconversión (180.000) y tasa de interés baja	Reconversión (180.000) y tasa de interés alta
2024	-0,169	-0,074	-0,196	-0,086	-0,036	-0,041
2025	-0,398	-0,175	-0,460	-0,203	-0,084	-0,097
2026	-0,686	-0,302	-0,794	-0,350	-0,145	-0,168
2027	-1,012	-0,254	-0,667	-0,293	-0,122	-0,141
2028	-1,418	-0,624	-1,641	-0,722	-0,300	-0,347
2029	-1,749	-0,770	-2,024	-0,891	-0,370	-0,429

Año	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés baja	Precio medio (374.068) y tasa de interés baja	Precio más elevado (850.000) y tasa de interés alta	Precio medio (374.068) y tasa de interés alta	Reconversión (180.000) y tasa de interés baja	Reconversión (180.000) y tasa de interés alta
2030	-2,164	-0,952	-2,504	-1,102	-0,458	-0,530
2031	-2,629	-1,157	-3,042	-1,339	-0,557	-0,644
2032	-3,161	-1,391	-3,658	-1,610	-0,669	-0,775
2033	-3,769	-1,659	-4,362	-1,919	-0,798	-0,924

Fuente: Elaboración propia.

G. Evaluación de otros impactos macroeconómicos

1. Efecto sobre el empleo

Para medir los efectos potenciales que se podrían presentar en el nivel de empleo como consecuencia en el incremento en el nivel de producción del sector eléctrico, se efectúa un análisis de regresión lineal, en el cual la variable independiente es el nivel de producción y la dependiente el nivel de empleo en logaritmos²⁹. El coeficiente estimado con esta relación indica una elasticidad producción —empleo, la cual mide la reacción porcentual que experimentaría el empleo como resultado del incremento en el nivel de producción.

Es importante indicar que el principal supuesto a la hora de hablar de demanda laboral y creación efectiva de nuevo empleo es que la fuerza laboral ocupada en los sectores desfavorecidos por la transición energética se relocalice en otras ramas de actividad de la economía.

Para ello se efectúan dos ejercicios complementarios. En el primero se utiliza la producción y el empleo general de Costa Rica para el periodo comprendido entre 2010 y 2023. En el segundo modelo se toma la producción del sector de “Suministros de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado” como porcentaje del PIB y la participación del empleo de dicho sector en el total del empleo³⁰. Desafortunadamente, no se cuenta con una serie desglosada únicamente del sector eléctrico y su empleo, la cual permitiría medir de manera más efectiva la reacción de este último ante los incrementos en la producción como consecuencia de la transición del país hacia un transporte basado en energía eléctrica.

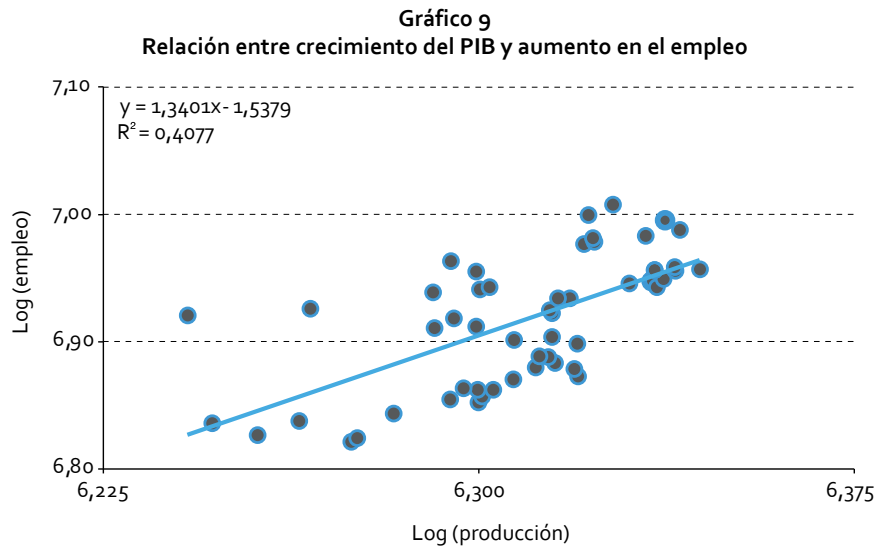
Asimismo, la especificación se hace en términos del share que ocupa el sector en el PIB y en el empleo respectivamente porque la especificación econométrica en términos a nivel da negativa, por lo cual no se detectó una relación con sentido económico.

La regresión general arroja una elasticidad de 1,34, la cual indica que un crecimiento del PIB en un 1,0% se corresponde con incrementos en el nivel de empleo de 1,34% (véase el gráfico 9).

Para el caso de la regresión efectuada entre el total del PIB y el total del empleo, indica que un incremento en la importancia relativa de la producción del sector electricidad equivalente a 1,00 p.p se traduciría en un incremento de 0,65 p.p en el nivel de empleo total.

²⁹ Para simplificar el análisis, se supone que las personas empleadas en el sector de combustibles fósiles se relocalizan en otros sectores.

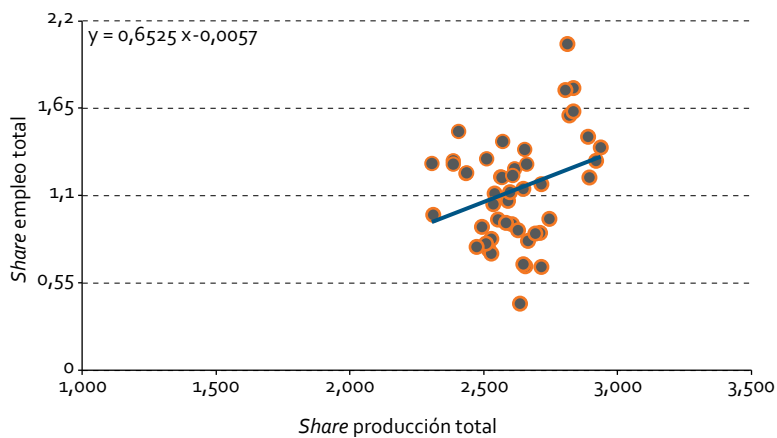
³⁰ Esta especificación se realizó así ya que al efectuar la regresión con las variables a nivel se detectó una relación negativa con poco significado económico.



Fuente: Elaboración propia.

Aplicando dicho coeficiente a junio de 2023, se tiene que un incremento de 1 p.p. en la importancia de la producción del sector eléctrico en el PIB se traduciría en un incremento de 0,93 p.p. de dicho sector en el total del empleo a 1,57 p.p. (cambio de 0,65). Aplicando dicho coeficiente a la serie de empleo a nivel se tiene que ello significaría la creación de 13.772 nuevos puestos de trabajo (véase el gráfico 10). Los valores estimados indican que, por lo tanto, un incremento hipotético en la importancia relativa del 0,5% en el PIB se traduciría en 6.861 nuevos puestos de trabajo y un incremento del 0,25% traería consigo 3.430 nuevos empleos. De tal modo que se puede concluir que el impacto sobre el empleo en el sector eléctrico de la iniciativa de electromovilidad del transporte de personas sería positivo, pero de una cuantía baja.

Gráfico 10
Relación entre la participación del empleo y la participación en la producción
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia.

2. Efectos sobre la salud

Uno de los efectos más importantes sobre la calidad de vida de los habitantes producto de la implementación de flotillas eléctricas de buses es la mejora en la calidad del aire debido a la disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta es una externalidad positiva claramente no incorporada en las evaluaciones financieras de la iniciativa.

Para contabilizar los ahorros en salud que tendría la implementación de la flota se utiliza el estudio de Aber (2016) de Columbia University, en el cual se estima que cada bus eléctrico implementado supone un ahorro de US\$150.000,00 anuales por concepto de salud.

Para considerar las diferencias en los precios entre la ciudad de Nueva York y Costa Rica se utiliza información de Livingcost (2023), la cual construye un índice de precios que considera costos en alquileres, transporte y salario después de impuestos; de esta forma se estima que los costos en salud ahorrados producto de cada bus implementado para el caso de Costa Rica serían de 43.287,00 dólares.

$$\frac{\text{Costo promedio San José CR}}{\text{Costo promedio NY}} * 150.000 = \frac{1163}{4030} * 150000 = 43287$$

A continuación, se muestra el costo ahorrado en dólares, colones y como porcentaje del PIB (véase el cuadro 48). Cabe decir que los costos ahorrados en salud por cada bus implementado representan un 24% del precio de reconversión de cada bus, un 5% del precio de los buses más costosos (850.000) y un 11,5% del precio de un bus eléctrico promedio nuevo.

Cuadro 48
Ahorro en salud de acuerdo con la proyección de implementación de la Iniciativa
(En colones)

Año	Buses nuevos	Costo en dólares	Costo en colones	Costo/PIB real	Costo/PIB nominal
2024	30	1 298 610,00	702 548 010,00	0,0016	0,00149
2025	34	1 471 758,00	800 636 352,00	0,0017	0,00161
2026	40	1 731 480,00	948 851 040,00	0,0020	0,00182
2027	46	1 991 202,00	1 099 143 504,00	0,0022	0,00203
2028	52	2 250 924,00	1 256 015 592,00	0,0024	0,00224
2029	60	2 597 220,00	1 457 040 420,00	0,0027	0,00252
2030	69	2 986 803,00	1 687 543 695,00	0,0031	0,00283
2031	80	3 462 960,00	1 970 424 240,00	0,0035	0,00322
2032	92	3 982 404,00	2 285 899 896,00	0,0039	0,00364
2033	105	4 545 135,00	2 636 178 300,00	0,0044	0,00149

Fuente: Elaboración propia.

H. Lineamientos para el desarrollo de fuentes alternativas de ingresos fiscales y de evaluación del impacto de la transición de todo el sector transporte a la electromovilidad

El Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 (MINAE, 2019) plantea la meta de lograr carbono neutralidad para el 2050 y, para ello, plantea diez ejes claves de acción. Dado el peso de las emisiones provocadas por el transporte, en gran parte dependiente de los combustibles fósiles, es de esperar que el tema tenga un tratamiento importante en la implementación del Plan. En efecto, los primeros tres ejes tratan temas de transporte: movilidad sostenible y transporte público; transporte liviano nutrido de energía renovable; transporte de carga eficiente; y, por su parte, el siguiente es corolario necesario de los anteriores; energía eléctrica renovable a costo competitivo.

De tal manera que la implementación del Plan o, incluso, una versión revisada, tendrían como prioridad ineludible la descarbonización del transporte en vista de que el consumo de combustibles fósiles por parte del sector transporte es la principal fuente de contaminación.

Por lo tanto, en vista del peso de los impuestos a los combustibles en los ingresos tributarios, es pertinente realizar una evaluación de las consecuencias fiscales de la estrategia de descarbonización. Para ello, se plantea aplicar las metodologías implementadas en este estudio para un escenario donde se alcanzan las metas planteadas en el Plan de Descarbonización y simular las consecuencias fiscales, así como otros efectos sobre la balanza comercial, el empleo y un intento de estimar las externalidades sobre la salud.

Existen experiencias internacionales de sustitución de impuestos a los combustibles por otros impuestos³¹. Si bien se deben considerar estas opciones, el ambiente político para impuestos nuevos o aumento de los existentes, luego de la aprobación de la importante reforma fiscal de 2018 (Ley de Fortalecimiento de las Finanzas Públicas No. 9635), es poco proclive a la consideración y menos aprobación de nuevos incrementos a la carga tributaria.

Adicionalmente, debe tenerse presente que el gran avance en la ruta hacia la sostenibilidad fiscal, en parte, se explica por la llamada "regla fiscal" (Responsabilidad Fiscal de la República) incluida en la Ley No. 9635. Actualmente, nos ubicamos en el tramo superior (deuda PIB del año anterior $\geq 60\%$), lo que establece las condiciones más exigentes para el crecimiento del gasto, las cuales incluyen no solo el gasto corriente, sino también los gastos de capital. No obstante, a octubre de 2023 la razón de deuda/PIB bajó al 59,8%, y el Ministerio de Hacienda (CP-104-2023) estima que el cierre 2023 será inferior al proyectado de 61,8%. De mantenerse esta tendencia, eventualmente se permitiría un mayor aumento del gasto y excluiría los gastos de capital. Al bajarse a un nivel de menor exigencia por parte de la regla fiscal, el objetivo de mantenerse en la ruta hacia la sostenibilidad fiscal mediante el logro de superávits primarios, coloca la discusión de iniciativas que pueden acarrear una reducción de ingresos en un escenario complejo que hace indispensable resolver el desafío de ingresos tributarios y otorga prioridad a la necesidad de buscar fuentes alternativas.

En este marco, un antecedente importante es el desarrollo de los mercados de carbono. En la conferencia internacional sobre el clima COP26 celebrada en Glasgow (31 de octubre al 12 de noviembre de 2021), se firmaron una serie de decisiones y resoluciones que construyen a partir del Acuerdo de París en lo que se denominó el Pacto del Clima de Glasgow ("Glasgow Climate Pact") y el Libro de Reglas de París (Paris Rulebook). Este último incluye "Mecanismos y estándares para los mercados internacionales de carbono". En consecuencia, existen expectativas de mayor dinamismo en las transacciones que permitan la compensación a los contaminadores, lo cual abre posibilidades para Costa Rica.

Existen dos mercados separados para las transacciones de carbono: los regulados o de cumplimiento y los no regulados o voluntarios con una enorme diferencia de precios³². Costa Rica solo ha realizado una "transacción" con el Banco Mundial, pero, a la fecha, no ha ingresado a los mercados regulados ni a los voluntarios de carbono en forma continua.

³¹ Véase Adamson y Cipoletta Tomassian (2022).

³² En la COP de Glasgow se acordó no referirse a los mercados de carbono como "mercados" sino como "common approaches". No cambia el fondo.

Cuadro 49
Precios de los créditos de carbono por tonelada métrica de CO₂
reportados por CarbonCredits.com 16 de octubre de 2023

Mercados	Precio más reciente	Cambios en el año a la fecha <i>(En porcentajes)</i>
Mercados Regulados		
Unión Europea <i>(En euros)</i>	87,45	9,31
California <i>(En dólares)</i>	29,41	1,17
Australia <i>(En dólares)</i>	31,00	-8,28
Nueva Zelandia <i>(En dólares)</i>	67,65	-11,48
Corea del Sur <i>(En dólares)</i>	8,86	-25,31
China <i>(En dólares)</i>	10,97	38,70
Mercados Voluntarios <i>(En dólares)</i>		
Industria de Aviación	0,75	-80,47
Basado en la Naturaleza	1,60	-65,22
Basado en la Tecnología	0,77	-32,46

Fuente: Elaboración propia con base en Carboncredits.com (10 de octubre, 2023).

Los mercados regulados surgen por la intervención del gobierno que se indica a las empresas cuánto carbono pueden emitir (tope de emisión). Para algunas compañías, no es posible mantenerse por debajo del tope por no existir una tecnología rentable que se lo permita o puede ser el resultado del uso de combustibles fósiles. La solución son los créditos de carbono³³ que se transan en mercados regulados y supervisados por dichos gobiernos.

Los mercados voluntarios no están sujetos a regulación gubernamental alguna ni responden a topes fijados por las autoridades. Son estrictamente voluntarios. Los créditos de carbono voluntarios son supervisados por un tercero, normalmente una organización sin fines de lucro (ONG).

Las evaluaciones de la iniciativa de electromovilidad para el transporte de personas de Costa Rica³⁴ señalan un divorcio entre la factibilidad económica y la financiera. La diferencia, desde luego, es que la económica incorpora las externalidades muy positivas del proyecto, pero como, por definición, las externalidades no las registra el mercado, no se traducen en consideraciones financieras que pueden tomarse en cuenta por parte de los inversionistas para la toma de decisiones.

Una participación de Costa Rica en los mercados regulados del carbono para transar los créditos de carbono por tecnología (sustitución de buses de combustión interna por eléctricos) podría ser un mecanismo que permita internalizar una de las externalidades y contribuir, de esta manera, a la rentabilidad financiera de la iniciativa. Tanto la iniciativa de electromovilidad para el transporte de personas como, en general, la ruta hacia la neutralidad del carbono, pasan por la electromovilidad para atacar la principal fuente de CO₂ del país. Por lo tanto, desde el punto de vista fiscal, el avance hacia la electromovilidad podría plantear un desafío de sustitución de recursos tributarios para financiar programas importantes. Por esta razón también debe desarrollarse una estrategia conducente a la participación de Costa Rica en los mercados regulados de créditos de carbono.

Por lo tanto, se plantea realizar una evaluación de la evolución de los mercados de carbono, así como de los requisitos que debería cumplir Costa Rica para ingresar a dichos mercados.

³³ Un crédito de carbono representa una tonelada métrica de dióxido de carbono. Se han definido equivalentes también para toneladas de óxido nítrico (2.1 Ton.), hidrofluorcarbonados (310 Ton.), perfluorcarbonados (6.500-9.200 Ton.) y hexafloruro de azufre (23.900 Ton.).

³⁴ Adamson y Cipoletta Tomassian (2022).

VI. Estimación de los impactos y necesidades de inversión en la red eléctrica de San José para la implementación de la electromovilidad

*Ignacio Ñancupil
Marina Gil
Rafael Poveda³⁵*

Los efectos del cambio climático y su relación con la emisión de GEI son una realidad cada vez más latente en todo el mundo. Una parte importante de estos GEI son por causa del sector de energía y transporte. En ALC, el transporte consume el 37% de la oferta total de energía y esta es casi en su totalidad de origen fósil. Por este motivo, con el fin de reducir la emisión de GEI, se han hecho importantes esfuerzos en promover la transición energética hacia energías renovables y adoptar fuentes de energías limpias para el sector del transporte. Una de estas medidas ha sido el uso paulatino de vehículos o buses eléctricos para el transporte público de pasajeros. Además, la adopción de vehículos eléctricos para el transporte particular ha crecido sostenidamente durante los últimos años y se espera que en las próximas décadas sea la forma dominante de movilización en las ciudades del mundo. Si bien esta modificación en el insumo energético para la movilización de las personas permitirá reducir de forma considerable las emisiones de GEI, es muy importante considerar su efecto en las redes eléctricas. El aumento de demanda por energía eléctrica para suministrar al transporte público y privado debe considerar una planificación del sistema eléctrico de las ciudades, a fin de evitar problemas de congestión y de falta de capacidad de transmisión. Por esta razón, se hace necesario disponer de metodologías y herramientas para evaluar el comportamiento esperado de las ciudades ante distintos escenarios de electromovilidad y entregar mejores insumos para la toma de decisiones de política pública.

Este capítulo presenta la continuación de un estudio previo donde se desarrolló una metodología para evaluar el efecto de la integración de vehículos eléctricos para el transporte público y privado en las redes eléctricas en ciudades. Esta metodología se aplicó en cinco ciudades de la región, y en este caso se presentan los resultados de San José de Costa Rica.

³⁵ Contribución de Ignacio Ñancupil y Rafael Poveda, consultores, y Marina Gil, investigadora senior, de la División de Recursos Naturales de la CEPAL.

A. Metodología para la estimación de los impactos y necesidades de inversión en la red eléctrica

En primer lugar, se calcula la demanda eléctrica por el concepto de electromovilidad, que corresponde a la recarga de los vehículos eléctricos. Esta demanda se ha dividido en dos tipos: pública y particular. La demanda de electromovilidad pública considera el consumo energético de la flota de buses en operación proyectados hacia los años de simulación y utiliza como datos de entrada la ubicación de los terminales de aparcamiento de los buses, la flota de buses proyectada en operación, y sus estadísticas de recorrido (rutas y distancias, frecuencias, capacidad y autonomía de baterías, entre otros). La demanda de electromovilidad particular considera los patrones de movilidad de los vehículos particulares dentro de la ciudad. Para esto utiliza datos reales de movilidad, los cuales son procesados y transformados en parámetros de un modelo de simulación estocástico que permite generar nuevas muestras de viajes proyectadas en cada año de simulación. Ambos tipos de demanda tienen una componente espacial (lugar donde se realiza la recarga, y, por lo tanto, donde existe consumo eléctrico), y una componente temporal (consumo eléctrico en resolución horaria). A través de un proceso de selección de estaciones de recarga para el transporte particular basado en métricas socioeconómicas, de infraestructura y de movilidad, se determinan las ubicaciones donde se existe un mejor potencial para instalar estaciones de recarga.

El nivel de demanda de los vehículos privados y la demanda de los buses eléctricos depende mayoritariamente de los escenarios de integración de electromovilidad para cada tipo de transporte. Esto determina el parque automotor de vehículos privados y la flota de buses eléctricos proyectada cada año. En el caso de los vehículos privados eléctricos, la demanda eléctrica se agrupa en subestaciones eléctricas mediante un proceso de clusterización basado en inteligencia artificial. Con esta demanda, se simula la operación eléctrica óptima del sistema (despacho centralizado) para una semana tipo con resolución horaria y usando las condiciones del sistema eléctrico del año respectivo (nivel de demanda, generación, infraestructura eléctrica, planes de obra, etc.).

Los resultados del proceso de simulación de la operación eléctrica son analizados para obtener las zonas del sistema que presentan congestiones y que determinan una necesidad de expansión del sistema de transmisión y generación. El proceso de expansión óptima del sistema determina a su vez la infraestructura de menor costo (generación y transmisión) que permite satisfacer la demanda total del sistema y, por lo tanto, permite calcular las inversiones mínimas requeridas para asegurar la suficiencia del sistema.

B. Escenarios de simulación de la electromovilidad al 2030 y al 2050 para San José

Dentro de la metodología, uno de los elementos esenciales son los escenarios, ya que definen el porcentaje del parque automotor que corresponde a vehículos eléctricos y de ello dependen los distintos niveles de demanda. En el cuadro 50 se presentan los escenarios utilizados junto con el porcentaje de adopción de electromovilidad en cada año. Cabe señalar que en ciertos casos se ha adoptado un valor aproximado como, por ejemplo, en el caso del escenario del Plan de Descarbonización (MINAE, 2019) que señala un porcentaje de vehículos particulares eléctricos para el año 2035, en lugar del 2030.

Cuadro 50
Porcentaje de integración vehículos eléctricos privados y buses para los escenarios de estudio
(En porcentajes)

Escenario	Vehículos Particulares 2030	Vehículos Particulares 2050	Buses Públicos 2030	Buses Públicos 2050
Plan Descarbonización (PD)	30	95	30	85
Pesimista (PE)	10	50	10	50
Positivo (<i>Green Intensive</i>) (PO)	50	100	50	100

Fuente: Elaboración propia.

Cada escenario define un nivel de demanda, el cual, mediante el proceso de simulación de la operación del sistema y expansión óptima, determina las expansiones necesarias y, por lo tanto, las inversiones requeridas en cada caso.

Respecto a las características técnicas de los buses para transporte público que podrían ser potencialmente adoptados en la ciudad de San José, de acuerdo con estudios previos, la tasa de consumo o rendimiento depende de la cantidad de pasajeros y el uso de aire acondicionado (AC) según lo presentado en el siguiente cuadro.

Cuadro 51
Tasas de rendimiento promedio obtenidos para distintas condiciones de carga de pasajeros
(En porcentajes)

Escenario	Bus 1	Bus 2
50% de carga de pasajes sin AC	1,27	1,31
50% de carga de pasajeros con AC	1,61	1,63
100% de carga de pasajeros sin AC	1,72	1,74
100% de carga de pasajeros con AC	1,77	1,78

Fuente: elaboración propia sobre la base de PNUMA (2021).

Los buses modelados varían principalmente en la potencia máxima de la batería (300 kW para el Bus 1 y 350 kW para el Bus 2), la capacidad de almacenamiento (277 kWh para el bus 1 y 324 kWh para el Bus 2) y la potencia del cargador (80 kW para el Bus 1 y 150 kW para el Bus 2).

La información de las terminales de buses y las estadísticas del recorrido de cada ruta fue provista por el MOPT donde se cuenta con un total de 14.791 buses con 240 ramales y un promedio de 62 buses por ruta.

C. Sistema eléctrico: demanda proyectada y modelamiento de la generación y transmisión para San José

Hasta septiembre de 2023³⁶, la capacidad instalada de las fuentes de energía de su matriz eléctrica es hidroeléctrica (68,12%), eólica (11,21%), termoeléctrica (10,94%), geotérmica (2,04%), biomasa (2,04%) y solar (0,16%) conformando un total de 3482 MW. De la capacidad instalada, el ICE dispone de un 68% de plantas propias y de un 18% de plantas contratadas a generadores privados independientes. Varias empresas distribuidoras operan plantas que alcanzan el 14% de la capacidad instalada. El uso de la generación térmica ha sido intermitente históricamente debido a períodos de sequías, introducción de nuevas tecnologías como eólica y geotérmica, entre otros. Recientemente la importación y exportación de energía hacia Centroamérica comienza a jugar un rol importante, por el convenio regional de interconexión eléctrica, en el caso de Costa Rica, el ICE es el único ente que puede acceder al sistema regional conocido como SIEPAC y jugando de hecho un rol monopsonio.

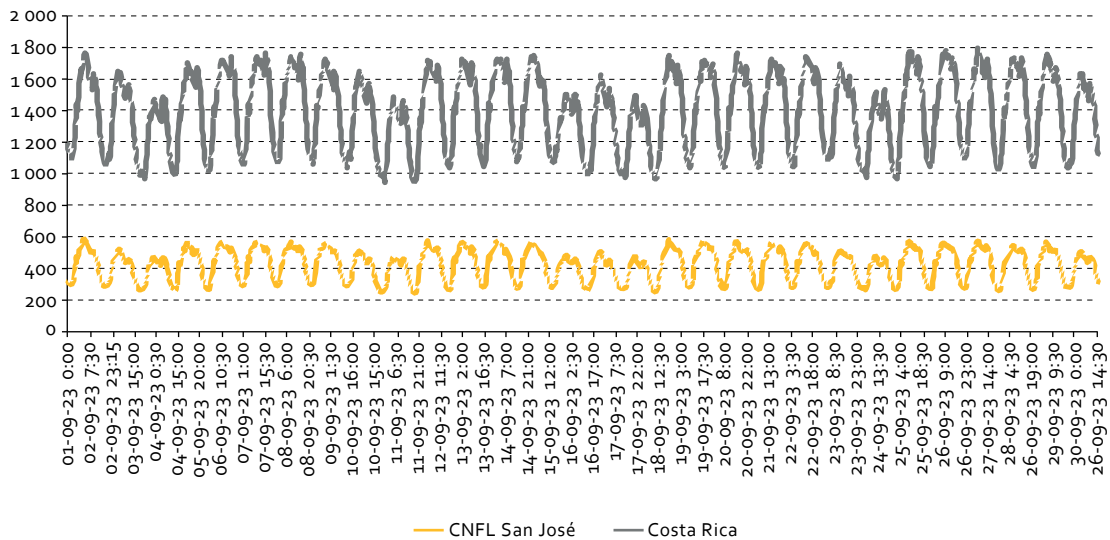
Respecto al suministro de energía a consumidores, la distribución y comercialización está a cargo de ocho empresas de servicio público: ICE, CNFL, Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), y las cooperativas de electrificación rural de Guanacaste, San Carlos, Los Santos y Alfaró Ruiz (COOPEGUANACASTE, COOPELESCA, COOPESANTOS y COOPEALFARO). El tipo de consumidores se puede dividir en residenciales (41%), general (35%), industriales (18%), alta tensión (4%) y alumbrado público (2%).

³⁶ Información Técnica Informes Mensuales Grupo ICE.

La demanda mensual varía entre los 915 GWh y los 1.500 GWh para los meses del año 2022 hasta septiembre 2023, teniendo un crecimiento acumulado de un 3,12%. La potencia máxima demandada suele estar en el rango de los 1.790 MW (enero) a 1870 MW (mayo)³⁷. El crecimiento de la demanda desde 1990 a 2006 fue de un promedio anual de 5,5%, mientras que en los últimos 15 años el crecimiento se desaceleró (debido a la recesión mundial y la pandemia del COVID-19). Además de estos factores, se encuentran los cambios en patrones de consumo, incentivos de eficiencia energética impulsados por los gobiernos y cambios en la matriz de producción del país. En el año 2021, la demanda recuperó su crecimiento llegando a un 4,6% con respecto al año anterior.

La proyección de demanda se estima considerando cuatro sectores de consumo: residencial, general, industrial y alumbrado público. Esta demanda considera estimaciones de variables macroeconómicas y demográficas, además de supuestos de evolución de generación distribuida y electromovilidad. Esta metodología determina una proyección media de demanda en el largo plazo de un 1,6% en energía y un 1,3% en potencia donde la demanda en energía corresponde al valor total anual de energía en GWh y la demanda en potencia corresponde a la máxima potencia esperada en el año expresada en MW. En el gráfico 11 y en el mapa 1 se presenta la demanda eléctrica anual histórica y proyectada a partir de las proyecciones realizadas por el ICE. Para el rango de años entre 2040 y 2050 se utilizó la tasa de crecimiento de las proyecciones del último año.

Gráfico 11
Demanda eléctrica convencional (sin electromovilidad)
con resolución horaria para un mes tipo (septiembre 2023) en San José y Costa Rica
(En MW)



Fuente: Elaboración propia con datos provistos por Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y datos en línea del grupo ICE (s.f.).

El perfil de demanda eléctrica fue proporcionado por CNFL para el mes de septiembre de 2023 para sus subestaciones de suministro con una resolución de 15 minutos. Estas subestaciones son: Alajuelita, Barva, Belén, Caja, Colima, Curridabat, Desamparados, Escazú, El Este, Guadalupe (subterráneo y aérea), Heredia, Lindora, Primer amor, Sabanilla, San Miguel, Ángeles, Uruca, Coronado, Anonos e Higuito. El perfil se presenta en el gráfico 11 en amarillo y en color gris se presenta la demanda total real registrada del SCADA de la División Operación y Control del Sistema Eléctrico (DOCSE) en el mismo período para Costa Rica. Esta última demanda fue obtenida desde el sitio web de ICE.

³⁷ Datos históricos y en tiempo real en Apps Grupo ICE.

El sistema de transmisión abarca desde Peñas Blancas hasta Paso Canoas, las cuales se encuentran en la frontera con Nicaragua y Panamá respectivamente. En octubre del 2014 entró en operación el último tramo de la línea SIEPAC (Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central), que une los seis países de la región centroamericana (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá). El sistema de transmisión está conformado por cerca de 3000 kilómetros de líneas de transmisión, donde aproximadamente 2378 km corresponden a enlaces en 230 kV (kilovoltios) y 608 km a enlaces de 138 kV³⁸.

El sistema de 230 kV permite el transporte de grandes bloques de energía desde la zona norte a los centros de consumo. El nivel de tensión de 138 kV se ubica principalmente en la zona central y la península de Nicoya. La electricidad generada en el norte de Costa Rica se transporta a través de cuatro corredores de líneas de 230 kV, que incluyen la línea SIEPAC.

El modelo para la simulación de la operación eléctrica de Costa Rica es un modelo que consta de 390 nodos, 108 generadores y 226 líneas de transmisión. Este modelo fue obtenido a partir de la base de datos para la planificación del sistema que utiliza el ICE. La ubicación geográfica de las subestaciones fue complementada a partir de la información publicada por el mismo organismo. En el mapa 1 los círculos negros representan las subestaciones eléctricas y las líneas negras representan las líneas de transmisión.

Mapa 1
Sistema de transmisión de Costa Rica



Fuente: Elaboración propia.

El dimensionamiento y planificación de la red a cargo del ICE, se realiza de forma centralizada a fin de maximizar el beneficio social y considerando las necesidades de los clientes.

El Plan de Expansión de Transmisión (PET) para el periodo 2021 – 2031, publicado en mayo de 2021, cuenta con un cronograma actualizado de la entrada en operación de las obras de transmisión en el periodo comprendido entre junio 2019 a mayo de 2021. A partir de los estudios técnicos elaborados durante el periodo 2021 y 2031 se determinó que los proyectos de transmisión que resultan prioritarios para asegurar la suficiente capacidad de transporte consideran:

- Incremento de capacidad de transporte de líneas de 138 kV y 230 kV
- Anillo de Miravalles (2025)
- Refuerzo de Transmisión de Península de Nicoya (2025)

³⁸ A diciembre de 2021.

- Refuerzo de Transmisión Norte-Centro (2030)
- Refuerzo de Transmisión Zona Norte (2030)
- Refuerzo de Transmisión de Anillo de Orosí (2030)

Estas obras contemplan una inversión total anual de 78 millones de dólares para el período 2021-2025 y una inversión de 144 millones de dólares para el período de 2026 y 2031.

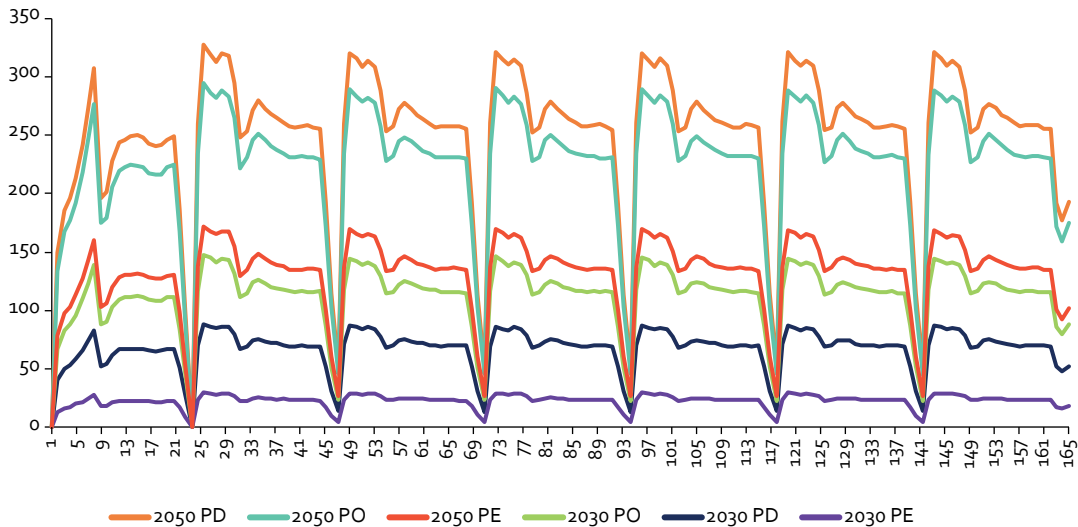
El Plan de Expansión de la Generación (PEG) 2022-2040 desarrollado por el ICE, y publicado en marzo de 2023, expone los elementos más importantes utilizados en la planificación para asegurar la oferta de energía eléctrica en el futuro. De manera periódica se realizan estudios para determinar el plan de expansión de la generación. El plan de expansión energética se ha diseñado teniendo en cuenta el sistema aislado de Costa Rica, asegurando que las inversiones propuestas satisfagan la demanda nacional prevista sin depender de importaciones críticas o exportaciones de países vecinos. Este plan se ha formulado siguiendo los criterios establecidos por el país para el desarrollo de su matriz eléctrica, que incluyen el fomento de fuentes renovables, la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, la garantía de seguridad energética, la diversificación de fuentes de energía, la promoción de la sostenibilidad ambiental y la prestación de servicios a un costo mínimo. No obstante, en mayo del 2024 el ICE anunció al país que el riesgo de racionamiento era inminente ante la prolongación de la temporada seca y ausencia de vientos. Finalmente, el racionamiento no se hizo efectivo gracias a la utilización de plantas térmicas locales, a capacidad extra de plantas arrendadas para el corto plazo y a la importación de electricidad desde El Salvador al través del SIEPAC. Diversos sectores acusaron al ICE de deficiencias y omisiones en su proceso de planificación y la situación causó el despedimento del gerente de energía del ICE y roces públicos con la autoridad reguladora.

D. Resultados: necesidades de inversión en la red eléctrica

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través de la aplicación de la metodología para la estimación de la demanda y los costos de aumento de la capacidad.

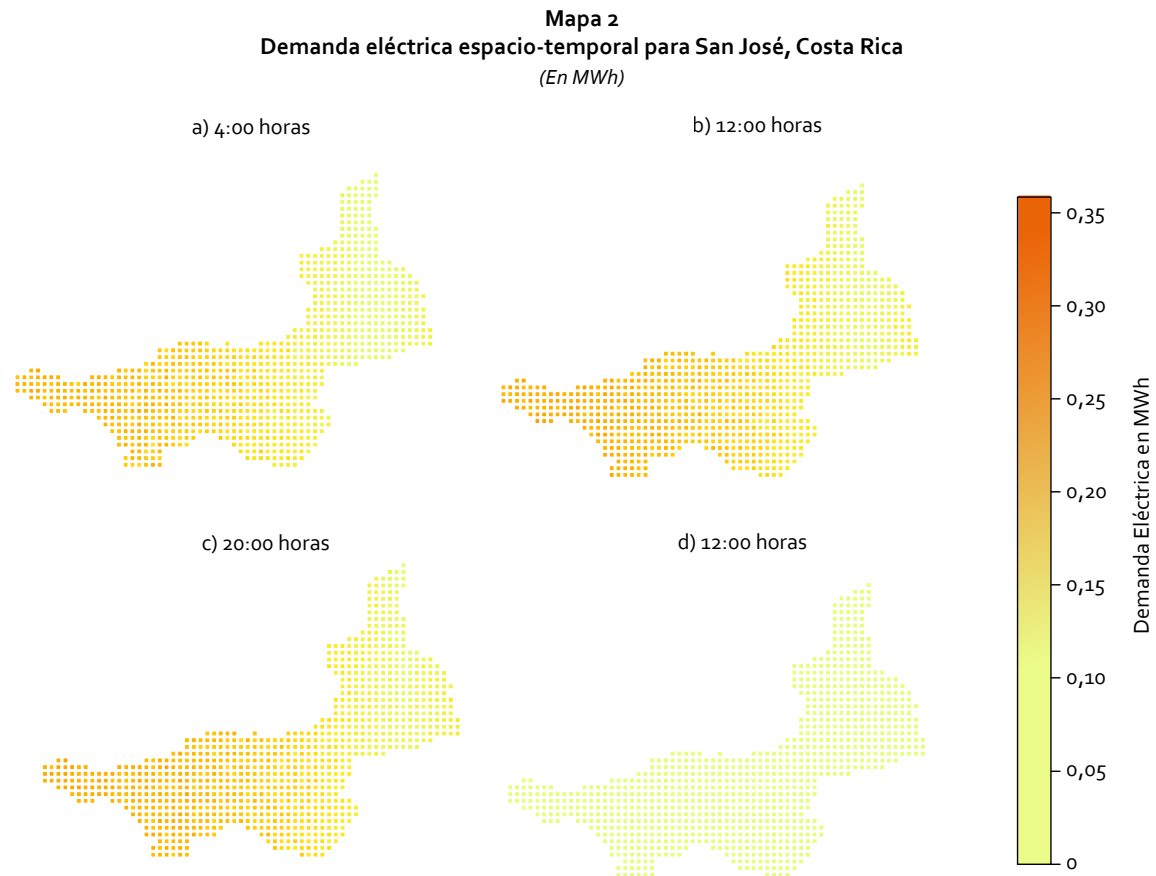
La curva de demanda obtenida para los vehículos particulares en los distintos escenarios se presenta en el gráfico 12 donde "PD" corresponde al escenario del Plan de Descarbonización, "PO" corresponde al escenario optimista y "PE" corresponde al escenario pesimista.

Gráfico 12
Proyección de demanda de Vehículos Eléctricos privados para semana tipo, según distintos escenarios
(En MW)



Fuente: Elaboración propia.

El mapa 2 presenta un ejemplo de la distribución espacio-temporal de la demanda eléctrica de vehículos particulares para cuatro horas del día. Los valores están dados por la intensidad del color de la leyenda en MWh (megavatio hora).



Fuente: Elaboración propia.

El análisis temporal de la demanda sugiere que esta demanda es de mayor intensidad en ciertas horas del día donde se produce la demanda coincidente de los lugares de trabajo o de centros comerciales, lo cual suele ocurrir luego del mediodía.

La demanda de los vehículos eléctricos particulares también se concentraría luego de la jornada laboral y en las horas de la noche, principalmente en los hogares de la población. Dado que en los hogares se espera que mayoritariamente la carga sea de tipo normal a lenta, esta demanda suele ser de menor intensidad respecto a la que se espera durante el día en otras zonas como centros comerciales, electrolinerías, entre otros, donde existe una mayor probabilidad de utilizar cargadores de carga rápida.

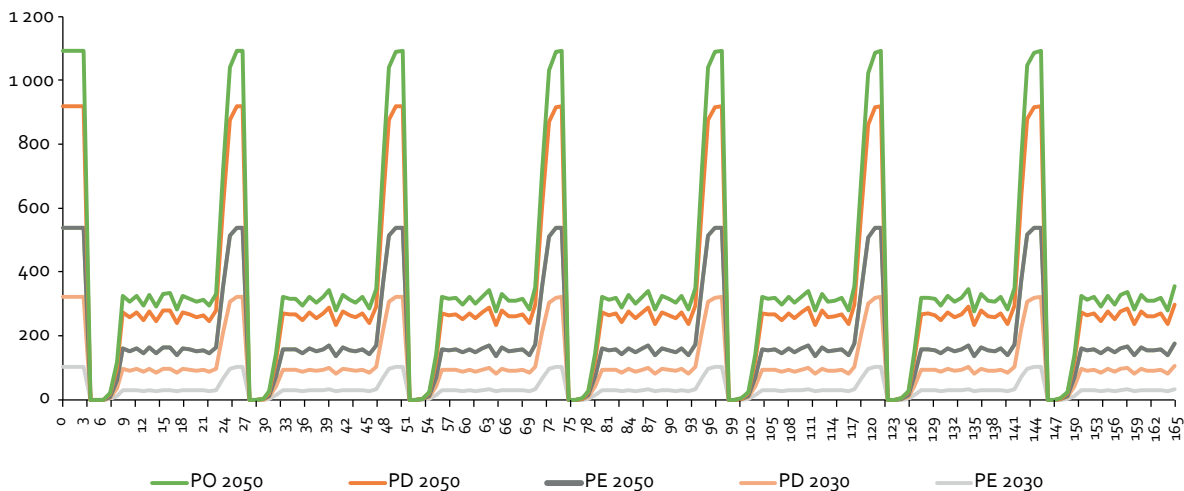
La distribución espacial de la demanda sigue la distribución de la cantidad de vehículos por unidad geográfica. Se observa que las zonas que están en uno de los extremos de la ciudad concentran mayor demanda debido al movimiento de las personas hacia las zonas céntricas de la ciudad. Junto con lo anterior, la demanda mantiene una distribución durante las horas del día donde se registra mayor movimiento, lo cual sucede entre los horarios de inicio de jornada laboral y término de esta.

Durante las 20 horas, la demanda eléctrica suele estar enfocada en las afueras de la ciudad dado que los usuarios de vehículos eléctricos, preferentemente, cargarán su vehículo al llegar a sus hogares. Lo contrario ocurre durante las horas del mediodía, donde la demanda se concentra en los lugares más

concurridos de la ciudad como centros comerciales, lugares de trabajo, etc., como se puede apreciar de la figura b) del mapa 2. Durante las horas de la madrugada los vehículos eléctricos disminuyen su intensidad de uso debido a que ya recargaron gran parte de su batería.

La curva de demanda eléctrica de los buses para transporte público para cada escenario se presenta en el gráfico 13. Este consumo eléctrico considera el uso de una batería tipo de 250 kWh y un rendimiento (tasa de consumo) promedio de 1,8 kWh/km considerando el consumo energético de buses que cuentan con aire acondicionado con un 100% de carga de pasajeros (condición de mayor consumo). La capacidad del cargador de cada bus se considera de 75 kW. Además, se considera una estrategia de carga preferentemente nocturna de los buses, con el fin de reducir el estrés sobre la red eléctrica en los horarios de mayor demanda.

Gráfico 13
Proyección de la demanda eléctrica de buses eléctricos para una semana tipo, según distintos escenarios
(En MW)



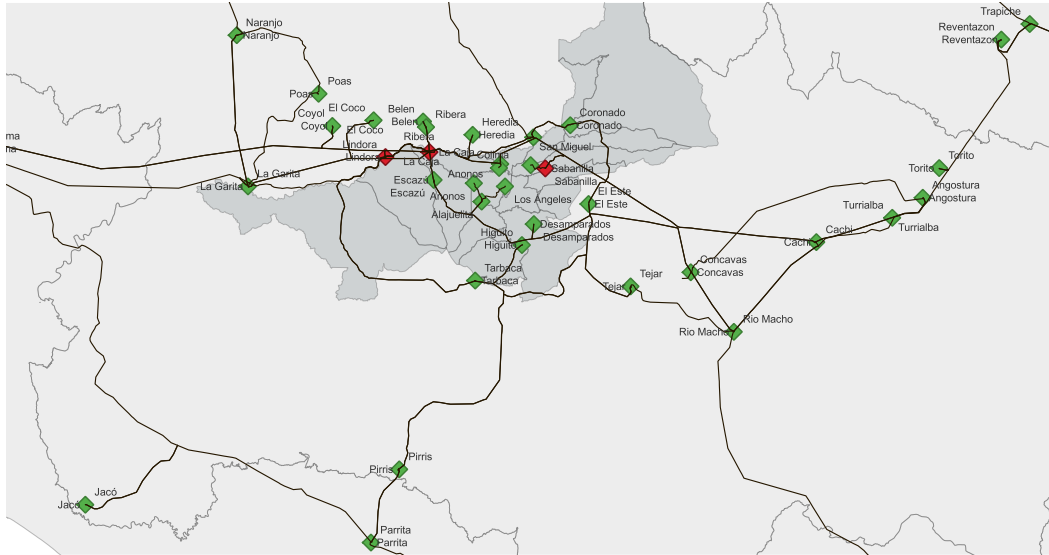
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados anteriores muestran que la adopción masiva de buses eléctricos para transporte público produce un aumento de la demanda eléctrica a niveles incluso por sobre el 50% de la demanda máxima del país (para 2023). Por tal motivo, incluso en los escenarios de menor penetración de buses eléctricos, es necesario contar con una planificación de la red que considere los distintos escenarios y que estudie los posibles efectos de la recarga de buses eléctricos en distintos puntos de la red.

El Plan de Expansión de la Transmisión estimado por el ICE considera un total de inversiones de 222 millones de dólares, por lo que las inversiones estimadas para habilitar la infraestructura eléctrica de la provincia de San José para permitir los escenarios de electromovilidad considerados requerirían un aumento adicional de un 12,66% de la inversión planteada en el Plan de Expansión de la Transmisión para el escenario del Plan de descarbonización. Para los escenarios pesimista y optimista, se requeriría un aumento de un 9,19% y un 12,25% del costo total de las inversiones planteadas por el ICE.

Las principales congestiones se presentan en la zona de Lindora-La Caja, Sabanilla y Colima (menor proporción). En particular, la capacidad de las subestaciones para permitir el transporte de energía limita la capacidad del sistema de abastecer la demanda de electromovilidad. El mapa a continuación presenta la ubicación geográfica de las principales zonas de congestión para los escenarios de estudio. En el mapa 3 se presentan en color verde las subestaciones del sistema que no presentan congestión y en color rojo las subestaciones y líneas del sistema de transmisión que sí presentan congestiones y requieren aumentos de capacidad.

Mapa 3
Ubicación de congestiones para escenario del Plan de Descarbonización



Fuente: Elaboración propia.

Estas congestiones provocan problemas de falta de capacidad de transmisión para poder abastecer la demanda en cada nodo. Para tal motivo, se determinan los costos de la generación local necesaria para poder abastecer la demanda.

Las partidas de costos para cada escenario se presentan en el cuadro a continuación. Para los costos de generación local se ha estimado en 470 USD/kW como el costo de la generación de menor costo de inversión. Para determinar los costos totales de los buses eléctricos, se ha utilizado el costo reportado en el informe “Desarrollo de herramientas y estudio técnico para determinar el impacto en las redes eléctricas de Costa Rica ante la entrada de buses eléctricos de transporte público” (EIE/UCR, 2020), que es de USD 250 000 por unidad. Se muestran los costos en millones de dólares y como porcentaje del PIB de Costa Rica de 2022 correspondiente a 69 082 millones de dólares³⁹. Se consideró que las inversiones comienzan desde el año 2025 (cuadro 52).

Cuadro 52
Costos asociados a la electromovilidad en San José, Costa Rica

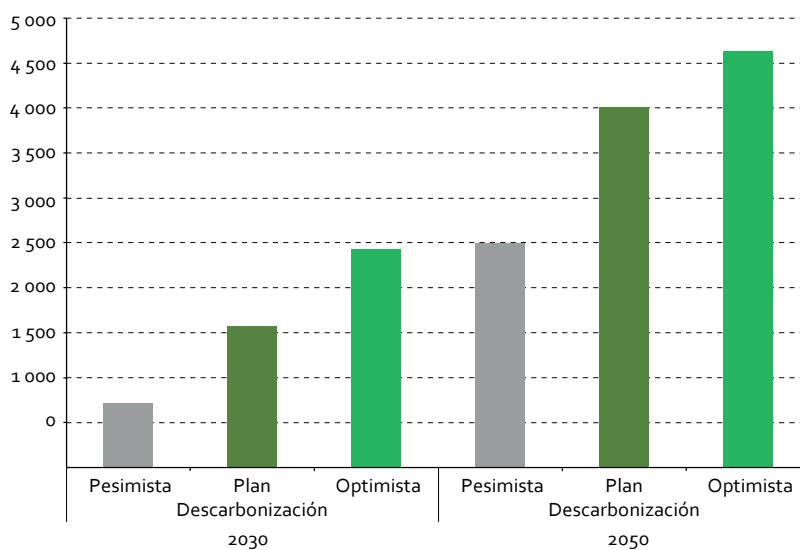
Escenario	Año	Generación (En millones de dólares)	Transmisión (En millones de dólares)	Buses (En millones de dólares)	Total (En millones de dólares)	Inversión anual promedio (En millones de dólares)	Inversión anual promedio respecto del PIB de Costa Rica (En porcentajes)
Plan Descarbonización	2030	441	17	1 109	1 568	314	0,45
Pesimista	2030	333	14	370	717	143	0,21
Optimista	2030	558	17	1 849	2 424	485	0,70
Plan Descarbonización	2050	835	27	3 143	4 005	160	0,23
Pesimista	2050	621	20	1 849	2 490	100	0,14
Optimista	2050	907	28	3 698	4 632	185	0,27

Fuente: Elaboración propia.

³⁹ Desde CEPALSTAT.

En el gráfico 14 se presenta una comparativa de los costos totales por escenario y por año de acuerdo con las metas de porcentajes de vehículos eléctricos para cada escenario. Estas partidas de costos consideran los costos de los tres componentes principales reportados anteriormente (generación, transmisión y compra de buses eléctricos).

Gráfico 14
Costos totales de cada escenario y año
(En millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir con los objetivos de integración de electromovilidad planteados por el escenario pesimista, para el año 2030 se requeriría una inversión anual promedio de un 0,21% del Producto Interno Bruto (PIB) de Costa Rica (desde 2025 hasta 2030). Por otra parte, para cumplir con los objetivos del año 2050 se requerirían inversiones anuales promedio de un 0,23% del PIB (desde 2025 a 2050). Respecto a cada componente de costo, para el año 2030, este escenario considera una inversión necesaria 717 millones de dólares de los cuales un 46% corresponde a los costos de generación y un 52% a los costos de los buses eléctricos. Para el año 2050, la inversión total requerida es de 2.490 millones de dólares, de los cuales un 25% corresponde a inversión en generación y un 74% a inversión en buses eléctricos. Esto quiere decir que ambas componentes de costos deben ser atendidas en forma progresiva y planificada, por ejemplo, a través de la planificación del sistema eléctrico en el caso de la generación para atender la nueva demanda de electromovilidad. En el caso de los buses eléctricos, se podrían incorporar desde los gobiernos, programas como subsidios o esquemas tarifarios para electrificar los buses en forma paulatina.

En el caso del escenario planteado por el Plan de Descarbonización (MINAE, 2018), para alcanzar los objetivos de integración de la electromovilidad establecidos para el año 2030, sería necesario invertir el 0,45% del PIB de Costa Rica anualmente. Asimismo, para el año 2050, se necesitarán inversiones anuales equivalentes al 0,23% del PIB. Para el año 2030 la inversión total es de 1.568 millones de dólares. De esta cantidad, la inversión en generación para abastecer la demanda de electromovilidad representa un 28% mientras que la inversión en buses eléctricos representa un 71% de la inversión total. Para el año 2050, estas inversiones representan un 21% y un 78% respectivamente. Esto indica que el plan de descarbonización que integra un mayor porcentaje de electromovilidad en el sistema requiere de una inversión mayoritariamente de generación y buses eléctricos. Una posible forma de disminuir el requerimiento de inversiones en generación podría ser considerando una localización óptima de estaciones de recarga de buses eléctricos en sitios de mayor capacidad de transmisión y generación que

estén lo suficientemente cerca de los consumos, es decir, cerca de los recorridos de cada bus o, de forma alternativa, una planificación del sistema eléctrico que considere una localización estratégica de recursos de forma de disminuir las inversiones en generación.

En el escenario de mayor integración de electromovilidad considerado (escenario optimista) las inversiones anuales requeridas representan un 0,70% del PIB de Costa Rica para lograr los objetivos planteados a 2030 y de un 0,27% del PIB para lograr los objetivos de este escenario a 2050. De forma similar al caso anterior, las mayores inversiones se enfocan en generación y buses eléctricos. Las estrategias pueden considerar ubicación óptima de terminales de recarga de buses y vehículos eléctricos, incentivos para el desplazamiento de la demanda en horarios de menor costo, sistemas inteligentes de recarga y servicios de red, entre otros.

De la información se puede concluir que es absolutamente necesario considerar al momento de construir un proyecto institucional, técnico, legal y financiero concreto para un corredor BRT, que opere con una flota eléctrica, incluir el componente de impacto y necesidades en la red eléctrica, así como la asignación del actor a cargo de la inversión. Esto no solo porque el Plan de Descarbonización que integra un mayor porcentaje de electromovilidad en el sistema requiere de una inversión mayoritariamente de generación y buses eléctricos, sino porque una forma de disminuir las inversiones necesarias es considerando una localización óptima de estaciones de recarga de buses de transporte público por medio de una planificación estratégica de la expansión del sistema eléctrico de acuerdo con las necesidades operativas del sistema de transporte, reduciendo el impacto que estas inversiones tienen en la tarifas de los usuarios finales del transporte público colectivo.

VII. Soluciones legales e infralegales para la superación de barreras a la electromovilidad en Costa Rica

*Marvin Carvajal Pérez
Luis Salazar Muñoz
Hellen Barrantes Jiménez
María José Montoya González
Sara Valentinuzzi Brenes⁴⁰*

En este capítulo se pone especial énfasis en la Identificación de barreras legales para el avance de la electromovilidad en Costa Rica y las propuestas de instrumentos legales para su superación.

A. Marco legal aplicable

1. Servicio público de transporte en modalidad autobús

La Ley Reguladora del Transporte Remunerado le otorga carácter de servicio público al transporte remunerado de personas en vehículos automotores colectivos, como lo son los autobuses. Asimismo, el inciso f) del artículo 5 de la Ley de ARESEP establece que será considerado servicio público “cualquier medio de transporte público remunerado de personas, salvo el aéreo”.

Este servicio público es controlado y regulado por el MOPT, que tiene la facultad de prestar este servicio público por su cuenta, sea de forma directa o indirecta, o mediante sujetos privados debidamente autorizados, a través de una concesión.

Este mismo numeral dispone que el control de los servicios concesionados o autorizados se asumirá “conjuntamente con la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos”. Según el artículo 5 de la Ley ARESEP, le corresponde a la ARESEP fijar los precios y las tarifas del servicio público en cuestión.

⁴⁰ Contribución de Marvin Carvajal Pérez, Luis Salazar Muñoz, Hellen Barrantes Jiménez, María José Montoya González y Sara Valentinuzzi Brenes, consultores de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL.

Por otro lado, será el CTP, órgano adscrito y de desconcentración máxima del MOPT, creado a través de la Ley N° 7969, el encargado de definir y ejecutar los planes y programas nacionales relacionados con transporte público.

La Ley Reguladora de Transporte Remunerado en Taxi es la que crea en su artículo 5 el CTP, “como órgano con desconcentración máxima, con personería jurídica instrumental.” La misma Ley establece, en su artículo 57, que le corresponde al CTP “solicitar la fijación de las tarifas aplicables del servicio”. La aprobación de estas compete a la ARESEP, según disponen los artículos 5 y 6 de su ley de creación. Otra de las atribuciones fundamentales otorgada a la ARESEP es la del control de la calidad y eficiencia del servicio público, función que comparte con el MOPT, según el artículo 21 de la Ley de la ARESEP.

La Ley de ARESEP regula la necesidad de contar con una concesión para que alguien se constituya en prestador de servicios públicos. Este requerimiento se plasma en su artículo 9, así como en el artículo 3 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado en Taxi.

Específicamente, lo que se da en concesión es la explotación de una línea en una determinada ruta. La ruta es “el trayecto que recorren entre dos puntos llamados terminales, los vehículos dedicados al transporte remunerado de personas”, mientras que por “línea” se entiende “el servicio de transporte que presta en determinada ruta”. En este sentido, lo que se da en concesión es la línea, y no la ruta como tal. Las concesiones deberán ofertarse a través de licitación pública, una vez comprobada la necesidad de prestar el servicio. En cuanto a la formalización de la concesión, esta se dará mediante contrato firmado con el MOPT.

Las obligaciones de los concesionarios pueden variar según las necesidades específicas que presente cada línea, y que deben quedar plasmadas en los carteles licitatorios y contratos. No obstante, la Ley Reguladora de Transporte Remunerado establece una serie de obligaciones generales que deben ser cumplidas por cualquier adjudicatario de una concesión, como son la disponibilidad de vehículos, sometimiento a la tarifa fijada, continuidad, respeto de las normas laborales, garantía de cumplimiento, seguros, entre otros.

Los contratos suelen remitir al Decreto Ejecutivo N° 29743, Reglamento de Vida Máxima Autorizada para las Unidades de Transporte Colectivo Remunerado de Personas y Servicios Especiales. Este reglamento establece, en su artículo 2, que la vida máxima autorizada para las unidades que presten el servicio de transporte colectivo remunerado de personas en rutas regulares, será de 15 años a partir del año de fabricación. Mientras tanto, en el caso de los servicios especiales, será de 20 años a partir de su fabricación, a menos que se trate de un vehículo importado usado, los cuales tendrán una vida máxima de 15 años.

Las unidades deberán satisfacer requisitos básicos de comodidad, accesibilidad, seguridad de sus pasajeros, eficiencia energética y emisiones en los casos de unidades no eléctricas que persistan. Un aspecto importante que se incorpora en los últimos modelos de contratos de concesión, o en la renovación de concesiones anteriores, es la obligación de la concesionaria iniciar procesos de sustitución de la flota o adquisición de nuevas unidades, a cumplir con estándares nacionales e internacionales de protección del medio ambiente, tales como la reducción de emisiones de contaminantes ambientales, los requisitos que dispone la Ley N° 9518 de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico (República de Costa Rica, 2018), las metas indicadas en el “Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030, la II Contribución Nacionalmente Determinada (Acuerdo de París) y las metas establecidas en el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050.

Únicamente se podrá prescindir del cumplimiento de estos criterios ante imposibilidad debidamente justificada. Sin embargo, en estos casos, como mínimo, se deberá cumplir con la norma EURO V o VI, si el país ya ha transicionado a esta última. Asimismo, deberá habilitarse el cobro electrónico de tarifa.

La Ley Reguladora de Transporte Remunerado, Ley N° 3503, hace mención a los servicios especiales de transporte automotor remunerado de personas (servicios de estudiantes, servicios turísticos, de trabajadores, etc.) en su artículo 3, donde menciona que este servicio requerirá un permiso debidamente otorgado por el CTP.

2. Regulación de las unidades de transporte

De manera general, la Ley de tránsito por vías públicas terrestres, número 9078, establece los requisitos básicos que debe cumplir todo vehículo automotor para circular en Costa Rica, incluidos los autobuses fósiles y eléctricos. Por su parte, los artículos 35 y 44 determinan requisitos específicos que deben ser cumplidos por los autobuses.

La Ley 7600 (igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad), en sus artículos 46 bis y el transitorio VIII, determinan parte de los derechos de las personas usuarias, en específico los derechos de las personas con discapacidades motoras, las cuales constituyen deberes para el prestador del servicio: accesibilidad, seguridad, antigüedad de las unidades de no más de 15 años desde su fabricación, siendo este un plazo improrrogable.

3. Regulación tarifaria

Respecto a la fijación de las tarifas, el artículo 31 de la Ley 7593 señala los elementos que deben ser tomados en cuenta para así definir la tarifa, incluyendo las estructuras productivas modelo para cada servicio, criterios de equidad social, sostenibilidad ambiental, conservación de energía y eficiencia económica definidos en el Plan Nacional de Desarrollo, equilibrio financiero, reconocimiento de los esquemas de costos de los distintos mecanismos de financiamiento de proyectos, entre otros.

Siempre que se haga una solicitud ordinaria de fijación de tarifas, se realizará una audiencia a la cual asistirá quién invoque un interés legítimo. Realizado este paso, la Autoridad Reguladora resolverá en un plazo que no podrá exceder de treinta (30) días naturales posteriores a la fecha de la celebración de la audiencia.

La estructura general de costos considerados en la tarifa incluye los costos totales para realizar una prestación adecuada del servicio en una ruta de transporte remunerado; costos que se clasifican en costos fijo y costos variables. En la metodología todos los costos se refieren al período de un mes.

4. Ley de Transporte Eléctrico

Mediante la Ley de Transporte Eléctrico se creó el marco normativo para regular la promoción del transporte eléctrico en el país y fortalecer las políticas públicas para incentivar su uso dentro del sector público y en la ciudadanía en general. En dicha ley, se establece como prioridad nacional la utilización de la energía renovable en el transporte público nacional, incluidos los autobuses.

Por otra parte, la Ley de Transporte Eléctrico impone la obligación de establecer en el PNTE un programa para que la flota vehicular de autobuses concesionados en el país realice, de forma paulatina, la sustitución a vehículos eléctricos, según la viabilidad financiera y las condiciones de las rutas de autobuses así lo permitan. La ley citada, además, obliga a que dentro del PNTE se incorpore una meta mínima de reemplazo de la flota de autobuses no menor del 5% al menos cada dos años.

De acuerdo con el PNTE, el transporte público cuenta con una metodología de fijación tarifaria que contempla costos mensuales variables y fijos en los que incurre una compañía autobusera en las rutas que opera. Sin embargo, el PNTE considera que, con la introducción de unidades eléctricas con costos diferenciados de inversión y operación, se requiere por parte de ARESEP de la incorporación de dichas variables en el método de cálculo. Pese a que el PNTE no determinó de forma expresa las metas exigidas por la Ley, sí establece una serie de resultados, acciones e indicadores que se describen a continuación, relacionados con el transporte público en modalidad autobús.

Es importante considerar que el artículo 2 de la Ley de Transporte Eléctrico establece dentro de las definiciones la de "vehículo eléctrico", entendido como un bien inmueble impulsado con energía 100% eléctrica o con tecnología de cero emisiones y que no contenga un motor de combustión.

La Ley de incentivos al transporte verde, número 10209 determinó que los incentivos económicos allí previstos se aplicarían también a los vehículos eléctricos usados, hasta con cinco años de antigüedad.

La Ley de Vehículos Eléctricos tiene como objeto generar una serie de incentivos que permitan la adquisición de este tipo de automotores. Dentro de esos incentivos se encuentra una disminución en el impuesto al valor agregado, en el impuesto selectivo de consumo, exoneración en el impuesto a la propiedad de vehículos, exoneraciones extensibles a los repuestos, exoneración en el pago de estacionamientos públicos regulados, entre otros.

La Ley de Transporte Eléctrico define a los centros de recarga como estaciones de suministro o comercialización de energía eléctrica para la recarga de vehículos eléctricos. Estos se encuentran definidos de forma más amplia en el Reglamento de incentivos para el transporte eléctrico. Estos se dividen en centros de recarga lenta, semi rápida y rápida y su funcionamiento se rige por estándares internacionales. De acuerdo con el artículo 31 de la Ley de Transporte Eléctrico el MINAE tiene el deber de velar por la construcción y funcionamiento de los centros de recarga.

B. Barreras legales e infralegales del servicio público de transporte en modalidad autobús

A continuación, se detalla una serie de retos y barreras legales e infralegales que se identificaron en relación con la adquisición de buses eléctricos y la conversión/*retrofit* de buses diésel hacia eléctricos.

1. Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación y armonización normativa del servicio

La supervisión, regulación y control del servicio público de transporte remunerado en la modalidad de autobuses recae en el MOPT, a través del CTP, que se encarga de otorgar y gestionar concesiones. Muchas de estas funciones se dan en colaboración con la ARESEP. La coordinación y armonización de las competencias entre estas dos entidades son esenciales para alinear sus esfuerzos hacia la electrificación del transporte.

En lo que respecta a las competencias y facultades de estas dos entidades, el reto más relevante está relacionado con las revisiones técnicas. La Ley Reguladora del Transporte Remunerado en Taxi, establece esta dentro de las competencias del CTP. No obstante, la Ley constitutiva de la ARESEP plantea una superposición en las competencias. Un reto fundamental radica en reformular, adaptar y modernizar los procedimientos internos de control de calidad y eficiencia del servicio público y de los equipos utilizados para proporcionar el servicio. Esto implica la inclusión de aspectos relacionados con la transición hacia unidades eléctricas y la preservación de su calidad en los reglamentos técnicos, protocolos, manuales, guías y otros recursos utilizados por ambas entidades.

Sin embargo, el desafío más urgente en este sentido no es solo la formulación y adaptación en estos mecanismos de control de calidad, sino la coordinación efectiva entre ambas autoridades y la armonización de sus disposiciones normativas. La falta de coordinación podría resultar en contradicciones que se constituyan en una barrera y afecten la seguridad jurídica de los inversionistas.

2. Barreras legales e infralegales derivadas de los contratos de concesión de rutas regulares

La adjudicación de una concesión para operar una línea de transporte debe seguir un proceso de licitación pública, según lo establecido en el artículo 4 de la Ley Reguladora del Transporte Remunerado de Personas. Este proceso se basa en el principio de libre competencia, lo que implica que en la licitación pública se dará un trato igualitario a todos los oferentes, se procurará la más amplia competencia y se invitará a

potenciales oferentes idóneos. Además, no se podrán establecer restricciones injustificadas a la libre participación. Este principio fundamental conlleva, también, el no dar tratos diferenciados e injustificados entre oferentes nacionales e internacionales.

Sin embargo, a lo largo de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas (arts. 4 y 6), se pueden identificar disposiciones que parecen contradecir este principio de libre competencia y trato igualitario, y que más bien, se constituyen como limitantes a la competencia. Estas disposiciones, en particular, parecen favorecer a empresas nacionales con concesiones anteriores, en detrimento de las extranjeras y nuevos interesados que tengan por objetivo modernizar el transporte público e incorporar flotas de buses eléctricos. Incluso, la propia Ley de ARESEP (artículo 13) viene a reforzar esta idea.

Se hace una diferenciación entre posibles oferentes nacionales y extranjeros, y la preferencia de concesionarios anteriores, todo lo cual carece de justificación y no tiene un fundamento técnico sólido. Estos aspectos legales crean barreras que podrían llevar a la Administración concedente a limitarse a renovar las concesiones existentes, como ha sido la tendencia en el pasado, o a dar preferencia a los oferentes nacionales. Esta situación podría desincentivar significativamente a concesionarios internacionales para participar en este tipo de negocios en nuestro país.

Existen también algunas relacionadas con el contenido de los contratos de concesión, tanto en lo que establece la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, como en lo que generalmente se incluye en este tipo de contratos, así como la relación entre ambos.

Un aspecto relevante a considerar se relaciona con el término de la concesión. Según el artículo 21 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, el plazo de la concesión será de un máximo de siete años, aunque es posible su renovación. Si bien el término de la concesión debería ser determinado teniendo en cuenta el monto inicial de inversión y el tiempo necesario para obtener una retribución justa que supere dicha inversión, esa no es la regla aplicable a estos contratos. Es crucial considerar, especialmente en el contexto de la electromovilidad, la readecuación del plazo máximo de 7 años para cubrir el CAPEX.

Por otro lado, la ausencia de una disposición normativa que establezca que el incumplimiento de las directrices del Plan Nacional Eléctrico, los objetivos de transición hacia la electromovilidad y los compromisos estipulados en el contrato podría dar lugar a un vacío legal que representaría una barrera que podría obstaculizar el logro de las metas previstas. Incluso, si no se considera necesario abordar este vacío mediante una norma, es una barrera infralegal que los contratos estándar en esta área no especifiquen de manera clara que el incumplimiento de dicho compromiso será motivo de consideración en caso de una eventual revocación de la concesión a través de un proceso administrativo.

La legislación costarricense es coherente en la imposición de obligaciones que le asigna al prestador del servicio, como lo es que tienen el deber de poner a disposición los vehículos necesarios para cumplir con los requerimientos del transporte, la necesidad de los conductores de poseer una licencia especial para conducir la clase de vehículos requeridos o la obligación de contar con una póliza por cada vehículo; todas son obligaciones necesarias para brindar un servicio público continuo y eficiente, como lo establece el artículo 4 Ley General de la Administración Pública.

Sin embargo, existen otras obligaciones que deben ser aminoradas para aquellos prestadores del servicio público de transporte bajo una modalidad de electromovilidad, por las características particulares que contienen dichos vehículos. Por ejemplo, el artículo 17 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas establece en el inciso c, el deber de sustitución de las unidades de más de 15 años.

Uno de los retos esenciales radica en diferenciar la vida útil máxima de los buses eléctricos atendiendo a su tecnología, dado que existen menos partes móviles y menos fatiga en partes críticas al no tener motor fósil. Sin embargo, como ha sido palpable, el artículo 46 bis de la Ley 7600 imposibilita tal diferenciación. El artículo 46 bis de la Ley 7600 resulta inconveniente para el caso de los autobuses eléctricos, a los cuales se les ha demostrado que la vida útil es mucho mayor a la que actualmente posee uno de combustible (15 años), razón por la cual, el tiempo de vida establecido normativamente viene a

ser un reto por enfrentar en el caso de la electromovilidad, debiendo ampliarse para dicho caso particular; no contemplar estas particularidades podría generar una afectación económica para aquellos prestadores del servicio público de transporte con vehículos eléctricos, ya que la inversión inicial que se realice no necesariamente se recuperaría en solo 15 años.

Asimismo, con respecto a la conversión de buses de combustión que actualmente operan rutas regulares hacia buses eléctricos (*retrofit*), el artículo 46 bis de la Ley 7600 resulta un obstáculo legal. Ello por cuanto la reconversión no podría interrumpir el plazo de 15 años como límite para la circulación de dichos autobuses.

Asimismo, el artículo 18 de la Ley Reguladora Transporte Remunerado Personas Vehículos Automotores, dispone la garantía que los concesionarios deben rendir garantía por la suma que fije el Ministerio de Transportes, que no podrá ser inferior a cinco mil colones, pero de la cual no se indica el monto máximo. La disposición normativa es omisa en establecer el máximo que se le cobrará al prestador del servicio.

3. Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación de los servicios especiales de transporte remunerado de personas

Con respecto a los servicios especiales de transporte automotor remunerado de persona, la ley le encomienda al CTP la competencia exclusiva de otorgar los permisos y establece sus 2 categorías, mientras que el Reglamento para la Explotación de Servicios Especiales de Transporte Automotor Remunerado, en el artículo 1 establece un plazo de duración de dos años. Si bien son plazos establecidos para todos los autobuses independientemente de sus cualidades, estos vienen a generar una afectación mayor para el caso de prestadores que empleen autobuses eléctricos, ya que no resulta rentable su adquisición para prestar este tipo de servicio especial, al tener que incurrir en costos de adquisición elevados para plazos de permisos tan cortos, los cuales se fijarán independientemente de las cualidades que posea o no el vehículo automotor.

En la fórmula diseñada para solicitar el permiso se evidencia una omisión en indicar si el vehículo es eléctrico o no (por los potenciales beneficios que dicha cualidad puede brindar no solo al medio ambiente sino en la calidad del servicio). Esto genera un desincentivo porque se puede desprender que la razón de no contemplarlo dentro de los elementos es porque resulta irrelevante para el CTP si se cuenta con dicha cualidad o no, cuando en realidad viene a ser esencial por los efectos positivos que brinda en la calidad del servicio y al medio ambiente.

Con respecto a los servicios especiales de transporte en el sector turismo que se encuentran regulados en el Decreto Ejecutivo N°36223-MOPT-TUR, en el numeral 4 se establece una antigüedad máxima de 15 años para las unidades de turismo y de 5 años para las unidades de lujo. Estos plazos no se corresponden con la vida útil real de las unidades eléctricas de transporte.

4. Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación tarifaria

Los costos de adquisición de autobuses eléctricos son mayores a los costos asociados a la adquisición de combustión, de modo que en la imposición tarifaria debe establecerse a nivel normativo una prevalencia del criterio de sostenibilidad ambiental sobre el costo del servicio. Con la actual normativa, al existir un costo más elevado en la obtención de los autobuses eléctricos, ya que no solo se requiere la compra o readecuación de autobuses de combustible fósil a eléctrico sino también la adquisición de los cargadores, se generará consecuentemente una imposición tarifaria mayor en detrimento de los usuarios del servicio y de los ingresos del prestador del servicio, lo cual en lugar de incentivar la compra de vehículos eléctricos, generará un desincentivo para la transición.

Bajo una línea muy similar, la Ley N°7593 y su Reglamento regulan el procedimiento que deben seguir los prestadores de servicios públicos para las solicitudes de fijación de tarifas, dentro de los cuales se encuentra el deber de aportar un estudio de mercado de los “costos o gastos de operación reales”, que una tendencia a contemplar los “costos” en la prestación del servicio, sin hacer exclusiones en aquellos casos en que, si bien existe un costo elevado, se pondere una protección mayor a un bien jurídico superior (medio ambiente) dentro de dicho costo a la hora de fijar las tarifas.

Para una adecuada transición hacia el transporte público eléctrico en modalidad autobús, es necesario que existan tarifas eléctricas reducidas que permitan una reducción en los costos. La tarifa promocional (T-BE) utilizada en el plan piloto de buses eléctricos en la GAM, resulta más costosa, en comparación con TMT en horario nocturno. No obstante, existe una clara barrera de orden infralegal. De acuerdo con el Plan Intersectorial, para poder beneficiarse de la tarifa TMT-b es necesario un consumo mínimo mensual de potencia máxima mayor o igual a 2.000 kW; un consumo de energía mayor o igual a 1.000.000 kWh/mes; y la empresa suscriptora debe cumplir estos requisitos en al menos 10 de los 12 meses del año calendario.

En consecuencia, estas reglas impedirían que un plantel con 100 buses de carga diaria de 210 kWh cumpla con el requisito de consumo mensual de energía para beneficiarse de la tarifa TMT-b.

5. Barreras legales e infralegales relacionadas con la regulación de la Ley de Transporte Eléctrico

Tal y como se señaló en el primer informe, el artículo 2 de la Ley de Transporte Eléctrico dispuso dentro del término de “vehículo eléctrico” que éste debía ser nuevo. Esta definición de “vehículo eléctrico” resultaba fundamental para aplicar los incentivos económicos (fiscales) y no económicos (como restricción vehicular o uso de parqueos) previstos en la ley. De acuerdo con el artículo 8, en su redacción original, los incentivos se aplicarían para cada vehículo eléctrico (nuevo, según la definición del artículo 2.b) por una única vez. Sin embargo, dicha norma fue reformada por la Ley de incentivos al transporte verde, N° 10209 del 5 de mayo de 2022, para aplicar los incentivos económicos (fiscales) también a vehículos eléctricos usados. No obstante, la norma estableció como límite cinco años de antigüedad. Por consiguiente, esta antigüedad es una clara limitante de orden legal para que autobuses importados puedan obtener dichos incentivos fiscales.

Asimismo, los incentivos no económicos descritos en los artículos 14, 15 y 16 están dirigidos a vehículos particulares, sin que se hayan previstos incentivos no económicos para autobuses eléctricos.

Por otra parte, el Reglamento al capítulo III de la Ley N° 9518 (República de Costa Rica, 2018) dispuso que los incentivos fiscales definidos en la reforma al artículo 8 de la Ley se aplicarían también a los vehículos eléctricos usados, hasta con cinco años de antigüedad, tomando como base el año de modelo del automotor, independientemente de su fecha de fabricación, nacionalización o del país donde se importe. Este aspecto también se encuentra reflejado en el PNTE, en el cual se establece que la antigüedad del vehículo se determinará a partir del año de su modelo. Por consiguiente, se trata de una norma limitante a la conversión o *retrofit* de los vehículos de combustión.

Por otra parte, la Ley de Transporte Eléctrico contiene un Capítulo VI destinado al transporte público. Sin embargo, dicho capítulo no contempla normas de alto impacto para promover e incentivar el reemplazo de la flota de autobuses de combustión por eléctricos. Por otra parte, sumadas a las barreras descritas en el presente informe con respecto a las concesiones y el modelo tarifario, el artículo 28 de la Ley indica que el PNTE establecerá un programa para la sustitución de la flota vehicular de autobuses concesionados a eléctricos. No obstante, la norma está supeditada a múltiples variables como: 1) autorización técnica y legal del MOPT; 2) la determinación de viabilidad financiera; 3) las condiciones de las rutas de autobuses.

Dicha norma lleva por título “Concesiones de autobuses”; sin embargo, no regulada aspectos concretos del régimen de concesiones y cómo debería aplicarse en el caso de buses eléctricos. En tal sentido, no queda absolutamente claro si dentro del “programa” para la sustitución de la flota de buses

de combustión a eléctricos se podrían incorporar variables técnicas y económicas que respondan a esta nueva tecnología dentro de los contratos de concesión. A ello se suma que la meta de sustitución de autobuses por período bianual no menor al 5% no quedó estipulada dentro del PNTE.

Asimismo, debe tomarse en consideración que para realizar una transición hacia la electromovilidad en el transporte público sería imperativo contar con un esquema de subsidios a la tarifa para el usuario final; sin embargo, la Ley de Transporte Eléctrico pese a considerar la transición energética de la flota de autobuses como una "prioridad nacional" omitió reconocer un adecuado esquema de subsidios por parte del Estado para mantener una tarifa socialmente aceptada por parte de los usuarios.

En otro orden de ideas, se observa que la regulación atinente a los centros de recarga está centrada, una vez más, en vehículos particulares. De acuerdo con el párrafo segundo del artículo 31, se debe instalar un centro de recarga cada 80 km en carreteras nacionales y uno cada 120 km en caminos cantonales. Sin embargo, la norma no está adecuada a la implementación de centros de recarga para buses eléctricos, que mayoritariamente transitarían en la ciudad y en rutas de poca distancia.

C. Propuestas de solución a barreras normativas para la conversión de la flota de autobuses a la electromovilidad

1. Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación del transporte público

Fueron señalados algunos retos derivados del marco legal que atribuye las competencias legales relacionadas con la regulación del transporte remunerado de personas en autobús, tanto al CTP como a la ARESEP. Si bien, a nuestro criterio, existe un claro desafío referente a la coordinación efectiva de ambas autoridades y una armonización de sus disposiciones normativas, a efectos de evitar inseguridad jurídica para los operadores del servicio, este resulta ser un aspecto que trasciende al tema de movilidad eléctrica y que se afecta, en sentido amplio, del transporte público en Costa Rica.

La falta de claridad normativa en la coordinación entre ambos entes es un aspecto que afecta de forma generalizada a todo el sector de transporte y no de forma exclusiva al transporte eléctrico. En tal sentido, se recomienda hacer un estudio a profundidad sobre la distribución y reasignación de competencias entre el CTP y ARESEP, así como la inclusión de acciones de coordinación entre ambos entes, lo cual no es parte del objeto de la presente consultoría, pero que contribuiría a mejorar el sector de transporte público como un todo, y en consecuencia, también repercutiría positivamente en los esfuerzos para acelerar la transición hacia la electromovilidad.

Entre las normas detectadas como barreras legales para el otorgamiento y renovación de concesiones destacaban los artículos 6 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas y 13 de la Ley de la ARESEP, al dar prioridad, en igualdad de condiciones, a quienes estén registrados como concesionarios de la línea en la que se licita. A nuestra consideración, debe generarse un claro incentivo a los concesionarios que deseen cambiar sus unidades de autobuses de combustión a eléctricas, a través de un nuevo criterio de priorización o preferencia que incluya este componente en ambos artículos.

La reforma propuesta tiene el objetivo de incluir un nuevo criterio de priorización relativo al cambio de unidades de autobuses a eléctricos o, bien, la presentación de un plan efectivo de conversión. Esta acción afirmativa tiene plena justificación en el interés de proteger y conservar el medio ambiente y la salud de las personas. Se propone ubicar este criterio como el primero a ser utilizado para realizar el desempate entre ofertas que se encuentren en igualdad de condiciones.

Una barrera central identificada fue el plazo de concesión determinado por el artículo 21 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, el cual no puede exceder los siete años. En consecuencia, se propone agregar un párrafo adicional al artículo 21 de dicha ley que permita extender el plazo de las concesiones, más allá del límite de los siete años, únicamente en el caso de concesionarios que inviertan en unidades no contaminantes. La reforma tendría el propósito de garantizar la amortización del plazo de la concesión con las inversiones realizadas en unidades eléctricas.

Se tiene también como barrera la ausencia de una disposición normativa que establezca, como causal de revocatoria de la concesión, el incumplimiento de las metas del Plan Nacional Eléctrico y los objetivos de transición hacia la electromovilidad. En ese sentido, dado que las causales de revocatoria de la concesión o permiso están estipuladas en el artículo 41 de la Ley de ARESEP, sugerimos incorporarlo como causal.

2. Soluciones a barreras relacionadas con los derechos de las personas usuarias

Uno de los mayores retos detectados está relacionado con la vida útil de las unidades. En particular, si se quisiera realizar la conversión de unidades de combustión existentes a unidades eléctricas, dado que el artículo 46 bis de la Ley 7600 obliga a excluir de circulación a aquellas unidades que cuenten con más de 15 años, contados a partir de su fabricación. En tal sentido, se propone que el plazo improrrogable de 15 años sea aplicable a unidades con motor de combustión, pero no a unidades de buses convertidos a eléctricas (*retrofit*) ni a unidades eléctricas nuevas, siempre que dichos autobuses garanticen todas las condiciones idóneas para la accesibilidad de las personas usuarias.

Consideramos que lo recomendable es que sea el CTP quien defina el plazo, dentro de los rangos propuestos en la norma, tomando en cuenta la vida útil de los autobuses eléctricos. No obstante, esta ampliación de la vigencia de las unidades no constituye una excusa para desatender los derechos de las personas usuarias. Es nuestro criterio que con la reforma propuesta al artículo 46 bis de la Ley 7600 se atendería adecuadamente la barrera identificada. El artículo 17 estipula la obligación de sustitución de las unidades; sin embargo, dado que habría una regulación específica para unidades eléctricas, la sustitución se realizaría según los nuevos plazos propuestos.

3. Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación de los servicios especiales de transporte remunerado de personas

Se propone, al igual que con respecto al plazo de concesión para ruta regular, establecer que los plazos fijados para estos servicios especiales no sean aplicados en el caso específico de unidades eléctricas; lo cual se justifica en la prolongación de la vida útil de estos autobuses frente a los de combustión.

También se evidenció que, en la fórmula diseñada para solicitar el permiso, el CTP no solicita información con respecto a si las unidades son de combustión o eléctricas, pese a la relevancia de dicha información. Por consiguiente, se propone una reforma al artículo 6° del Reglamento para la Explotación de Servicios Especiales de Transporte Remunerado Personas, para que se incluya dicha indicación.

En el caso específico del sector turismo, consideramos esencial reformar el artículo 4° del Decreto Ejecutivo N°36223-MOPT-TUR. Dicho artículo estipula una vida útil máxima de 15 años para vehículos utilizados en los servicios de transporte de turistas y de 5 años cuando se trate de vehículos de lujo. Estos plazos no deberían ser considerados en el caso de tratarse de vehículos eléctricos, cuya vida útil, como se ha reiterado, es distinta y más extensa a la de vehículos de combustión.

4. Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación tarifaria

Como se señaló, el artículo 41 del Reglamento a la Ley del a ARESEP no prevé la variable medioambiental dentro de los costos y resulta elemental que aspectos como la mayor cantidad de unidades, las centrales de recarga, el cambio de las baterías, entre otros, estuvieran claramente contemplados dentro de la fijación de precios y tarifas. En tal sentido, se propone que, dentro del programa de inversiones, los concesionarios puedan incluir como parte de estas, las que estén realizadas con la electromovilidad.

Con el fin de resolver las barreras para acceder a tarifas eléctricas competitivas para carga de autobuses eléctricos, se proponen dos escenarios posibles: a) Reforma al Plan Intersectorial para el establecimiento de una tarifa eléctrica preferencial para la conservación y mejora del empleo en empresas electro-intensivas. En este caso, se tomaría de base la tarifa TMT-b incluida en dicho plan; b) Tarifa preferencial dentro del Plan Intersectorial para Tarifa Eléctrica Preferencial. Se propone una reforma a la Ley de Transporte Eléctrico, para que se establezca una tarifa preferencial para la recarga de buses eléctricos.

5. Propuestas de solución a barreras relacionadas con la regulación de la Ley de Transporte Eléctrico

A nuestro criterio, es recomendable variar la definición de vehículo eléctrico, para efectos de la aplicación de la Ley de Vehículos Eléctricos, en el caso específico de autobuses que no sean nuevos. Se propone modificar la definición de vehículo eléctrico estipulada en el artículo 2º, inciso b) de la ley para incluir allí a los autobuses eléctricos sujetos a conversión (*retrofit*) que sean utilizados para servicios de transporte. La propuesta indica “servicios de transporte” en sentido amplio, para no limitarlo al servicio público de ruta regular.

De igual manera, el artículo 8º establece la aplicación de incentivos fiscales, los cuales no podrían aplicarse a autobuses eléctricos con antigüedad que más de cinco años. En igual sentido, debe ser reformado el artículo 1º del Reglamento al Capítulo III de la Ley N° 9518 (República de Costa Rica 2018) y la definición de “vehículo eléctrico usado”, indicada en el apartado de glosario del PNTE 2018-2030.

Con el fin de disponer que el Estado adopte las medidas económicas necesarias para facilitar la conversión de la flota a la electromovilidad y sin que esto implique una carga pesada para los usuarios del servicio, recomendamos que sea la propia Ley de Transporte Eléctrico, que ya contempla incentivos fiscales y económicos, la que incluya ese compromiso estatal.

Nótese que se hace uso del principio de servicio al costo, propio del servicio público, el cual debe ser garantizado por el Estado. En tal sentido, a partir de esa obligación, el Estado debe brindar su aporte económico para garantizar tarifas accesibles, a la vez que se promueva la electromovilidad en el transporte público.

Por otra parte, en el artículo 28 de la Ley indicada se recomienda eliminar las referencias a la “viabilidad financiera”, la “previa autorización técnica y legal” o las “condiciones de las rutas de buses” del MOPT y en su lugar, se ordene que dentro del Plan Nacional de Transporte sean fijadas las acciones por parte del Estado para garantizar el servicio al costo a través de subsidios en las tarifas al usuario, a fin de no trasladarle a este todos los costos por inversión en electromovilidad en el transporte público.

En cuanto a los centros de recarga, tal y como se había indicado, el artículo 31 de la Ley de Vehículos Eléctricos estaba focalizado en centros de recarga para vehículos particulares; no así para cargadores que fueran utilizados por unidades de transporte público. A nuestro criterio, es recomendable generar una norma específica para la implementación de cargadores eléctricos para autobuses de ruta regular, en una norma distinta al artículo 31 actual, dado que se trata de regulaciones distintas, para tipos de transporte con características propias.

Dicha propuesta establece que la construcción y puesta en funcionamiento de los cargadores para autobuses corresponderá a los concesionarios, para lo cual podrán incorporar esta inversión dentro de los costos asociados al servicio. Asimismo, también se dispone una responsabilidad compartida por parte del Estado y las empresas proveedoras del servicio eléctrico para facilitar la instalación de centros de carga rápida en ubicaciones aprobadas por el CTP.

D. Recomendación final

Se recomienda que todas las reformas a leyes específicas propuestas (6 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, Artículo 13, 41, inciso c) Ley de ARESEP: Artículo 21 de la Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas, 2, 8, 26, 28 y 31, así como 46 bis de la Ley 7600) se realicen en su solo proyecto de ley, dada su clara conexidad, con el objetivo de promover la sustitución de buses de combustión a eléctricos para el servicio de transporte de personas. Esto también evitará atomizar los esfuerzos en diferentes proyectos de ley, sino que en uno solo se podrían proponer los cambios requeridos en las distintas leyes mencionadas.

Bibliografía

- Aber, J., (2016). "Electric Bus Analysis for New York City Transit". Columbia University. May. [en línea] Electric Bus Analysis for NYC Transit by J Aber Columbia University - May 2016.pdf.
- Adamson M. y Cipoletta Tomassian G., (2024), "Retrofit de E-Buses: Estudio de impacto de inversiones y financiamiento para el establecimiento del clúster de reconversión de vehículos". Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago (documento en proceso de edición).
- _____(2022), "Estudio de impacto económico de las inversiones y el financiamiento para el recambio de flota de autobuses sostenibles en Costa Rica", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/183), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). [en línea] <https://hdl.handle.net/11362/48538>.
- ARESEP (Autoridad Reguladora de Servicios Públicos) (2018), "Reforma determinación de tasa de rentabilidad para reglas de cálculo tarifario tipo 2 de la Metodología para la Fijación Ordinaria de Tarifas para el Servicio Remunerado de Personas Modalidad Autobús - RIT-096-2018". [en línea] <https://bit.ly/2WKHNul>.
- Barrantes Chaves, K., (2014), "Vigesimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (2014): Lecciones aprendidas de casos latinoamericanos en la gestión del territorio y contexto costarricense". Consejo Nacional de Rectores (CONARE). [en línea] kimuk.conare.ac.cr/Record/RCO_NARE_5e5cbdfd1c15fb71733c9e5e137a265.
- BASE y BID (Basel Agency for Sustainable Energy y Banco Interamericano de Desarrollo), (2021), "Diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Costa Rica. Propuesta de la estrategia de implementación. Reporte de avance 4".
- BCCR (Banco Central de Costa Rica) (2024), "Tipo cambio de compra y de venta del dólar de los Estados Unidos de América". [en línea] <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20400>.
- _____(2021), "Matriz Insumo Producto 2017". [en línea] Indicadores Económicos (bccr.fi.cr).
- _____(s.f.-a-), "Gobierno Central: ingresos, gastos y financiamiento, base devengado" [en línea] <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%201179>.
- _____(s.f.-b-), "Producto Interno Bruto, Gasto de Consumo Final, Formación Bruta de Capital, Exportaciones e Importaciones" [en línea] <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%205782>.
- BloombergNEF (2022), "Electric Vehicle Outlook 2022". [en línea] <https://bit.ly/3bHuekJ>.

- BID-GEF (Banco Interamericano de Desarrollo-Global Environment Facility) (2017), "Plan integral de movilidad urbana sostenible para el área Metropolitana de San José, Costa Rica. Resumen ejecutivo". [en línea] https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2018/09/PIMUS_INFORME-EJECUTIVO.pdf.
- Biderman, Ciro; Bruna Pizzol; Caio Castro; Gregório Luz; Vinicius Galante de Souza y Vitor Oliveira (2023), "Estimação da demanda por ônibus na América Latina e no Caribe". *Documentos de proyecto* (LC/TS.2023/9), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [en línea] *Estimação da demanda por ônibus na América Latina e no Caribe*, CEPAL.
- CAF (Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe) (2023a), "Mercados Voluntarios de Carbono de alta integridad en el Sur Global Recomendaciones para policymakers en América Latina y el Caribe". Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. [en línea] *Mercados de Carbono* (caf.com).
- _____ (2023b), "Movilidad Eléctrica en Panamá, Paraguay y Uruguay". [en línea] [Fecha de consulta: 7 de enero de 2024] <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2023/03/caf-destinara-usd-122-millones-para-impulsar-la-movilidad-electrica-en-panama-paraguay-y-uruguay-1/#:~:text=CAF%20banco%20de%20desarrollo%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina-%2C%20destinar%C3%A1,despliegue%20ma>.
- _____ (2023c), "Transparencia e integridad para el mercado voluntario de créditos de carbono". [en línea] [Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2023] <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2023/06/mecanismos-de-transparencia-e-integridad-para-el-mercado-voluntario-de-creditos-de-carbono/>.
- Casale, M. y Mahoney, B., (2018), "Paying for Electric Buses. Financing Tools for Cities and Agencies to Ditch Diesel". U.S. PIRG Education Fund. [en línea] <https://publicinterestnetwork.org/wp-content/uploads/2018/10/National-Paying-for-Electric-Buses-1.pdf>.
- Costa Rica, Ministerio de Hacienda (2001), *Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias N° 8114*, San José, julio.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) (2019), "Plan Nacional de Descarbonización". [en línea] <https://cambioclimatico.minae.go.cr/plan-nacional-de-descarbonizacion/#:~:text=Costa%20Rica%20lanz%C3%B3%20su%20Plan%20Nacional%20de%20Descarbonizaci%C3%B3n,estos%2010%20ejes%20claves%20y%20estas%20estrategias%20transversales>.
- MINAE e IMN (Ministerio de Ambiente y Energía e Instituto Meteorológico Nacional) (2014), "Inventario Nacional Gases de Efecto Invernadero y absorción de carbono 2010". [en línea] <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2020/10/inven3.pdf>.
- Cervero, R. (1998), "The Transit Metropolis: A Global Inquiry". Island Press. Washington DC, United States.
- Costa, A. B. y Stucchi, D. (2019), "Evidências empíricas dos impactos do desenvolvimento orientado ao transporte sustentável sobre resultados de acessibilidade, econômicos, sociais e ambientais". Texto para discussão do Centro de Estudos em Política e Economia do Setor Público (CEPESP-FGV).
- E-Bus Radar (2022), "Buses eléctricos en América Latina". [en línea] <https://www.ebusradar.org/es/>
- Ewing, R. y Cervero, R. (2010), "Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis". *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>.
- Furtado, F.; Acosta, C. (2020), "Recuperación de plusvalías urbanas en Brasil, Colombia y otros países de América Latina: conceptos, instrumentos e implementación". Lincoln Institute of Land Policy Working Paper. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.
- Gertler, P., Martinez, S., Rawlings, L. B.; Premand, P., Vermeersch, C. M. J., (2016), "La evaluación de impacto en la práctica". Segunda edición. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial. doi:10.1596/978-1-4648-0888-3. Licencia de atribución: Creative Commons CC BY 3.0 IGO.
- GIZ, MINAE e ITDP México (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Ministerio de Ambiente y Energía e Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México) (2020), "Mecanismos de fondeo y financiamiento para la movilidad sustentable: oportunidades para Costa Rica". [en línea] [2020_Mecanismos-de-Fondeo.pdf](https://www.changing-transport.org/2020_Mecanismos-de-Fondeo.pdf) (changing-transport.org).
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) (2021), "Retrato del transporte y la movilidad en Costa Rica". [en línea] [2022_Retrato-del-transporte-y-movilidad-en-Costa-Rica.pdf](https://www.changing-transport.org/2022_Retrato-del-transporte-y-movilidad-en-Costa-Rica.pdf) (changing-transport.org).
- Hobbs, J., Baima Cavalcanti, C., Seabra, R., IDOM (2021). "Desarrollo orientado al transporte: cómo crear ciudades más compactas, conectadas y coordinadas". Banco Interamericano de Desarrollo [en línea] <https://publications.iadb.org/es/desarrollo-orientado-al-transporte-como-crear-ciudades-mas-compactas-conectadas-y-coordinadas>.

- Ibraeva, A., Homem de Almeida Correia, G., Silva, C., Pais Antunes, A., (2020), "Transit-oriented development: a review of research achievements and challenges". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 132, 2020, Pages 110-130, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.10.018>.
- ICE (2024), "ICE recibe seis autobuses eléctricos donados por la República Popular China a Costa Rica" [en línea] <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/quienessomos/sala-prensa/sala-de-prensa/noticias/ice+recibe+seis+autobuses+electricos+donados+por+la+republica+popular+china+a+costa+rica>.
- _____(s.f.) "Sistema Eléctrico Nacional - Costa Rica Operación en Tiempo Real". División de Operación y Control del Sistema Eléctrico. [en línea] <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/paginas/CurvaDemanda.html?fecha=05/06/2024>.
- IMF (International Monetary FUND) (2023), "Costa Rica. Country data" [en línea] [Fecha de consulta: octubre 2023] <https://www.imf.org/en/Countries/CRI>.
- ITDP (2021), "Gestão da Mobilidade para Cidades Inclusivas: Estratégias para reduzir o uso de veículos". [en línea] *Gestão da mobilidade para cidades inclusivas - ITDP Brasil*.
- _____(2020), "Mecanismos de fondeo y financiamiento para la movilidad sustentable: oportunidades para Costa Rica". [en línea] https://www.changing-transport.org/wp-content/uploads/2020_Mecanismos-de-Fondeo.pdf.
- _____(2021), "MobiliDADOS". [en línea] *Mobilidados*.
- _____(2017a), "Guia de Implementação de Políticas e Projetos de DOTS". Instituto de Políticas de Transporte y Desenvolvimento. [en línea] *Guia de Implementação de Políticas e Projetos de DOTS - ITDP Brasil*.
- _____(2017b), "Políticas de estacionamento em edificações na cidade do Rio de Janeiro: análise dos efeitos da legislação no desenvolvimento urbano". Instituto de Políticas de Transporte y Desenvolvimento. [en línea] <relatorio-politicas-de-estacionamento-itdp-julho-2017.pdf> (itdpbrasil.org.br).
- ITDP México (2020), "Más ciudad, menos cajones: Evaluación de impacto del cambio a los requerimientos de estacionamiento en la Ciudad de México y recomendaciones de política pública".
- _____(2014), "Menos cajones, más ciudad: El estacionamiento en la Ciudad de México". [en línea] <Menos-cajones-más-ciudad.pdf> (coreciudades.com).
- _____(2012), "Políticas públicas destinadas a reducir el uso del automóvil: Manual de implementación de sistemas de parquímetros para ciudades mexicanas". [en línea] *Políticas públicas destinadas a reducir el uso del automóvil. Manual de implementación de sistemas de parquímetros para ciudades mexicanas (2012) – ITDP México*.
- Leite, C, Saldiva, P.H.N, Herling, T.B., Barrozo, L. V., Acosta, C. (2019), "Indicadores de desigualdade para financiamento urbano de cidades sustentáveis". *Revista Estudos Avançados* No. 33, p. 37-60. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3397.003>.
- Lindau, L. A.; Hidalgo, D.; Facchini, D., (2010a), "Bus Rapid Transit in Curitiba, Brazil: A Look at the Outcome After 35 Years of Bus-Oriented Development". *Transportation Research Record*, 2193(1), 17-27. <https://doi.org/10.3141/2193-03>.
- _____(2010b), "Curitiba, the Cradle of Bus Rapid Transit". *Built Environment (1978-)*, 36(3), 274-282. <http://www.jstor.org/stable/23289717>.
- Loo, B. P. Y., Chen, C. y Chan, E. T. H., (2010), "Rail-based transit-oriented development: Lessons from New York City and Hong Kong". *Landscape and Urban Planning*, Volume 97, Issue 3, Pages 202-212, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.06.002>.
- LivingCost.org (2023), "New York City vs San Jose, Costa Rica - Cost of Living Comparison". [en línea] [Fecha de consulta: noviembre, 2023] <https://livingcost.org/cost/new-york/san-jose-cr>.
- Maleronka, C. y Furtado, F. (2013), "A Outorga Onerosa do Direito de Construir (ODOC): A Experiência de São Paulo na Gestão Pública de Aproveitamentos Urbanísticos". Cambridge (MA): Lincoln Institute of Land Policy.
- Manville, M. (2017), "Bundled parking and vehicle ownership: Evidence from the American Housing Survey". *Journal of Transport and Land Use*. Vol. 10, Nº 1, (2017). <https://doi.org/10.5198/jtlu.2016.730>.
- MCID, SeMob y ITDP Brasil [Ministério das Cidades (MCID), Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob) y Institute for Transport and Development Policy (ITDP) Brasil] (2008), "Manual de BRT: Guia de Planejamento. Bus Rapid Transit Manual. Brasília, DF: Ministério das Cidades (Brazilian Ministry of Cities). [en línea] Biblioteca Digital: Manual de BRT : Bus Rapid Transit (economia.gov.br).

- Medina Tello, D. y Lakovits, C., (2023), "Connecting the Greater Metropolitan Area of Costa Rica: Urbanization Review of the South Corridor". Washington DC: World Bank. [en línea] Connecting the Greater Metropolitan Area of Costa Rica: Urbanization Review of the South Corridor (worldbank.org).
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) (2021), "Vehículos eléctricos en Costa Rica". Gobierno de la República de Costa Rica. [en línea] <https://energia.minae.go.cr/?p=5634>.
- _____(2019). "Plan de Descarbonización 2018-2050". Gobierno de Costa Rica. [en línea] Plan de Descarbonización (minae.go.cr).
- Miranda, H. F. y Silva, A. N. R. (2012), "Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil". *Transport Policy*, Volume 21, Pages 141-151, ISSN 0967-070X, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.03.009>.
- Municipalidad de San José (2023), "Reglamento de Desarrollo Urbano de San José". Séptima edición. Costa Rica. [en línea] RDU 2023 (arcgis.com).
- Ministerio de Hacienda (2023), "Al día con hacienda. Cifras fiscales a mayo de 2023. Al quinto mes del año se alcanzó un superávit primario del 1,1% del pib pero pago de intereses continúa siendo un gran reto para la sanidad de las finanzas públicas. [en línea] <https://www.hacienda.go.cr/docs/CP47-BoletinCifrasFiscalesMayo2023.pdf>.
- Nobre, E. A. C. (2016), "Recuperação da valorização imobiliária para financiamento da transformação urbana". En: Balbim, R.; Krause, C. (Ed.), "Eixos de estruturação da transformação urbana, inovação e avaliação em São Paulo". Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). p. 161–210.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) (2024), "Real GDP long-term forecast" (indicator). [Fecha de consulta: Octubre, 2024] doi: 10.1787/d927bc18-en.
- Oliveira, V. E. (2014), "Recuperação da valorização urbana e seu impacto sobre o preço dos imóveis: uma avaliação do instrumento paulistano". Tesis de maestría, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10438/31367>.
- Prefeitura de São Paulo (2014), "Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014". Texto da lei ilustrado. [Fecha de consulta: 26 de febrero de 2024] [en línea] <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/texto-da-lei-ilustrado/>.
- RECOPE (Refinadora Costarricense de Petróleo) (2023a), "Datos estadísticos anuales de importación". [en línea] <https://www.recope.go.cr/productos/estadisticas-de-importacion/>.
- _____(2023b), "Estadísticas de Ventas". [en línea] <https://www.recope.go.cr/productos/ventas/>.
- _____(2023c), "Precios históricos". [en línea] <https://www.recope.go.cr/productos/precios-nacionales/historicos/>.
- República de Costa Rica (2018), "Ley Nº 9518, de Incentivos y promoción para el transporte eléctrico". [en línea] Sistema Costarricense de Información Jurídica (pgrweb.go.cr).
- Rezende, V. F., Furtado, F., Oliveira, M. T. C., y Jorgensen Junior, P. (2009), "A Outorga Onerosa do Direito de Construir e o Solo Criado: uma necessária avaliação das matrizes conceituais". *Revista Brasileira De Estudos Urbanos E Regionais*, 11(2), 51. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2009v11n2p51>.
- Rocco, V., Rossetti, T., y Muñoz, J. C., (2020). "Santiago, Chile". *Parking: An International Perspective*, Chapter 4. [en línea] *Parking | ScienceDirect*.
- Rodríguez, D. A. (2021), "Desarrollo Orientado al Transporte: una evaluación de tendencias y oportunidades para América Latina". Banco Interamericano de Desarrollo (BID). [en línea] Desarrollo orientado al transporte: una evaluación de tendencias y oportunidades para América Latina (iadb.org).
- Sanches, A. C. D.; Prestes, O. M. (2015), "Redução dos tempos de viagens e custos operacionais com a implantação da Linha Direta Ligeirão Boqueirão na cidade de Curitiba". 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, ANTP.
- Shoup, D. (2024), "Book Review: Paved Paradise: How Parking Explains the World by Henry Grabar". *Journal of Planning Literature*, 39(2), 254-255. <https://doi.org/10.1177/08854122231226268>.
- _____(2020), "Chapter 1 - Learning from parking reforms in other cities". Editor(s): Dorina Pojani, Jonathan Corcoran, Neil Sipe, Iderlina Mateo-Babiano, Dominic Stead, *Parking*, Elsevier, Pages 1-14, ISBN 9780128152652, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815265-2.00001-7>.
- _____(2018), "Parking and the City". (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351019668>.
- Smolka, M. O. (2013), "Implementing value capture in Latin America: Policies and tools for urban development". Lincoln Institute of Land Policy Working Paper. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy. [en línea] *Implementing Value Capture in Latin America - Lincoln Institute of Land Policy*.

- Smolka, M. O. y Furtado, F., (2001), "Ensayo introductorio: Recuperación de plusvalías en Latinoamérica: ¿bravura o bravata?". En "Recuperación de Plusvalías en América Latina: alternativas para el desarrollo urbano. Instituto de Posgrado e Investigación Pontificia Universidad Católica de Chile. [en línea] Plusvalías (lincolninst.edu).
- Smolka, M. O. y Amborski, D. (2000), "Value capture for urban development: An inter-American comparison". Lincoln Institute of Land Policy Working Paper. [en línea] Microsoft Word - Smolka Working Final.doc (lincolninst.edu).
- Translink (2012), "Transit-Oriented Communities Design Guidelines Creating more livable places around transit in Metro Vancouver". [en línea] Transit_Oriented_Communities_Design_Guidelines.ashx (cip-icu.ca).
- UN (United Nations) (2015), "El Acuerdo de París". [en línea] <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>.
- WRI Brasil (2017). "Acessos Seguros: diretrizes para qualificação do acesso às estações de transporte coletivo. Porto Alegre". World Resources Institute [en línea] Acessos Seguro, WRI Brasil.
- _____(2018), "DOTS nos planos diretores: Guia para inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano". [en línea] DOTS nos Planos Diretores, WRI Brasil.
- ZEBRA (The Zero Emission Bus Rapid-development Accelerator) (2020), "Accelerating a market transition in Latin America: new business models for electric bus deployment". [en línea] Accelerating a market transition in Latin America: New business models for electric bus deployment (c4oknowledgehub.org).



El presente documento tiene como objetivo fomentar la formulación de políticas públicas de electromovilidad en el transporte público de Costa Rica con una mirada de articulación de distintos actores, incluidos el Poder Legislativo, los sectores técnicos y el sector privado. Se busca así promover la realización de debates que permitan incorporar puntos de vista más amplios y diversificados sobre el tema, y a la vez facilitar la toma de decisiones sobre la base de estudios comparativos que contribuyan a lograr esa transición. En los capítulos del documento se aplican distintas metodologías de análisis, de manera que en cada uno de ellos se presenta un conjunto de propuestas de políticas o acciones aplicables al tema analizado, lo que permite visualizar desde una perspectiva más completa los posibles caminos para acelerar la transición hacia la electromovilidad del transporte público en el país.