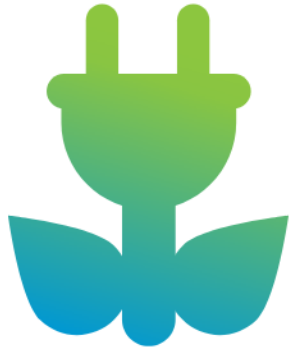


# ¡BUSES ELÉCTRICOS PARA COSTA RICA! APRENDIZAJES DE UN PROYECTO PILOTO Y RECOMENDACIONES PARA EL ESCALAMIENTO



100%  
ELÉCTRICO



Por encargo de:



**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad  
Bonn y Eschborn, Alemania

**Proyecto MiTransporte**

De la II Etapa del Centro Comercial Plaza Mayor, 200 mts oeste, 100 mts sur y 100 mts este, casa  
esquinera blanca con rejas negras  
Pavas, Rohrmoser, San José, Costa Rica

T +506 4001 5457

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)

I [www.giz.de](http://www.giz.de)

**Redacción:**

Giulia Clerici (Producciones La Pecera)  
Daniela Álvarez Keller (Producciones La Pecera)

**Edición:**

Diana Ramírez Chaves (GIZ)  
Ana Eugenia Ureña Chaves (GIZ)  
Max Fernández Mora (GIZ)  
Luis Alberto Pinzón Castillo (HEAT)

**Responsable:**

Claus Kruse (GIZ)

**Fotografías:**

Pablo Cambroner

**Diseño:**

Paula Cruz (Producciones La Pecera)

**Fuentes externas:**

Los contenidos de las fuentes externas a las que se remite en la presente publicación son responsabilidad exclusiva del respectivo proveedor. La GIZ se distancia expresamente de estos contenidos.

**Por encargo de:**

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU)  
El proyecto MiTransporte es financiado en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI) del  
BMU.

**En cooperación con:**

Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE)

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

**San José, 2021**

**¡BUSES ELÉCTRICOS PARA COSTA RICA!**  
APRENDIZAJES DE UN PROYECTO PILOTO Y  
RECOMENDACIONES PARA EL ESCALAMIENTO

## **GLOSARIO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

4

## **INTRODUCCIÓN**

8

# **1.**

## **CONTENIDOS**

### **CONTEXTO GENERAL: ELECTRIFICACIÓN DEL TRANSPORTE EN COSTA RICA**

10

**METAS PAÍS**

12

**PRINCIPALES AVANCES  
Y RETOS PENDIENTES**

20

**LECCIONES APRENDIDAS**

22

# 2.

## PROYECTO PILOTO: BUSES ELÉCTRICOS PARA COSTA RICA

	24
<hr/>	
FASES DE IMPLEMENTACIÓN	31
<hr/>	
CREACIÓN DE INSTANCIAS DE COORDINACIÓN GENERAL Y DISEÑO DEL PILOTO	31
<hr/>	
DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS BUSES Y CARGADORES, Y ELABORACIÓN DEL CARTEL DE LICITACIÓN	34
<hr/>	
IMPORTACIÓN, NACIONALIZACIÓN E INSCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES	40
<hr/>	
SELECCIÓN DE LAS RUTAS DE OPERACIÓN	44
<hr/>	
PUESTA EN OPERACIÓN	51
<hr/>	
MONITOREO DE OPERACIÓN	54
<hr/>	
DESARROLLO DE CAPACIDADES	60
<hr/>	
COMUNICACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN	64
<hr/>	
RESULTADOS DE LA PRIMERA RUTA	66
<hr/>	

# 3.

## RECOMENDACIONES PARA EL ESCALAMIENTO

	68
<hr/>	
IDENTIFICACIÓN DE ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO	70
<hr/>	
RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL ESCALAMIENTO	75
<hr/>	

## CONCLUSIONES

	76
<hr/>	

## BIBLIOGRAFÍA

	80
<hr/>	

## GLOSARIO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

---

<b>ARESEP</b>	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
<b>BCIE</b>	Banco Centroamericano de Integración Económica
<b>BMU</b>	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear
<b>CETP</b>	Comité de Electrificación del Transporte Público
<b>CONACE</b>	Comisión Nacional de Conservación de Energía
<b>CTP</b>	Consejo de Transporte Público
<b>DCC</b>	Dirección de Cambio Climático
<b>ESCO</b>	Energy service company / compañía de servicios energéticos

---

---

<b>GAM</b>	Gran Área Metropolitana
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>GIZ</b>	Cooperación alemana para el desarrollo
<b>ICCT</b>	International Council of Clean Transportation
<b>ICE</b>	Instituto Costarricense de Electricidad
<b>INA</b>	Instituto Nacional de Aprendizaje
<b>IPK</b>	Índice de pasajeros por Km
<b>MINAE</b>	Ministerio de Ambiente y Energía
<b>MOPT</b>	Ministerio de Obras Públicas y Transportes

---







# INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años, y con particular intensidad en el último quinquenio, Costa Rica persigue un proyecto-país de lucha contra el cambio climático y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), cuyo objetivo de largo plazo es contar con una economía descarbonizada para el año 2050.

Actualmente, el sector transporte es el responsable del 44% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del país, y es el sector de más rápido incremento de estas. Por otro lado, la matriz eléctrica costarricense es prácticamente 100% renovable, el país cuenta con un excedente de producción de energía eléctrica y el índice de cobertura eléctrica nacional alcanza un 99.4%, lo cual genera condiciones ideales para la implementación de proyectos de electrificación del transporte a partir de energía limpia. Es por estas razones que el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 identifica la electrificación del transporte - público y privado - como un proceso estratégico clave para el logro de los objetivos de descarbonización.



En apoyo a este esfuerzo-país, en junio del 2017 el Gobierno alemán, a través del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), ofreció al Gobierno de Costa Rica la donación de tres buses eléctricos para la puesta en marcha de un proyecto piloto de electrificación del transporte público en la modalidad autobús, encargando para su implementación al proyecto MiTransporte, ejecutado por la Cooperación alemana para el desarrollo – GIZ. Para la coordinación del piloto se creó una mesa técnica interinstitucional (actualmente, Comité de Electrificación del Transporte Público - CETP), conformada por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Casa Presidencial, la fundación CRUSA y agencias de cooperación internacional (GIZ, ONU Ambiente), delineando desde un principio este proceso como un esfuerzo articulado entre distintas instituciones y actores relevantes en esta temática.

El piloto, implementado con apoyo de GIZ entre el 2018 y el 2021, incluyó la adquisición de los tres buses, su puesta en operación en tres rutas de transporte público seleccionadas y el monitoreo de dicha operación, además de una serie de acciones de creación de capacidades y sensibilización en relación con la introducción de esta nueva tecnología y la importancia de su futura masificación.

Con el objetivo de informar a actores involucrados en el futuro proceso de escalamiento en Costa Rica, así como posibles procesos similares en otros países, este documento rescata la experiencia de implementación del piloto, destacando los principales aprendizajes adquiridos en cada etapa de su ejecución.



# 1.

## **CONTEXTO GENERAL:** ELECTRIFICACIÓN DEL TRANSPORTE EN COSTA RICA



## Metas país

En Costa Rica, la electrificación del transporte se visualiza como un proceso estratégico clave para alcanzar la descarbonización de la economía en el 2050, lo cual se refleja en diferentes instrumentos de legislación, planificación y política pública, entre los cuales destacan:

- **Ley No. 9518. Incentivos y promoción para el transporte eléctrico** y su respectivo **Reglamento**.

Establece como prioridad nacional la utilización de la energía eléctrica renovable en el transporte público nacional (art. 26).

Establece tanto incentivos no económicos como exoneraciones y reducciones de impuestos para vehículos eléctricos de valor inferior a US\$ 60.000 (art. 9).

Estipula que los operadores de buses tienen la obligación de sustituir su flota vehicular a un ritmo de un 5% cada 2 años.

- **Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Costa Rica, 2020**

Para el área temática de Transporte y Movilidad, la NDC de Costa Rica actualizada al 2020 establece que: “Costa Rica está comprometida a desarrollar un sistema de movilidad basado en la movilidad activa y un sistema de transporte público seguro, eficiente, impulsado con energía renovable y accesible para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidades; con una flota de vehículos ligeros cero emisiones y un transporte de carga eficiente. La contribución de Costa Rica en transporte representa una profunda transformación de un sistema centrado en vehículos particulares a uno centrado en el bienestar de las personas.”

100%  
ELÉCTRICO





100%

USO OFICIAL ice

- **Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050**

Define metas a mediano y largo plazo en relación con la electrificación del transporte tanto público como privado:

Para el 2035

- El 30% de la flota de transporte público será cero emisiones y el Tren Eléctrico de Pasajeros operará 100% eléctrico.
- El 30% de la flota de vehículos ligeros - privados e institucionales - será eléctrica.

Para el 2050

- El 85% de la flota de transporte público será cero emisiones.
- El 95% de la flota de vehículos ligeros será cero emisiones.
- El país contará con una extensa red de recarga eléctrica a lo largo del país.
- La energía eléctrica será fuente de energía primaria para el sector transporte, residencial, comercial e industrial.

- **Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030**

Define objetivos estratégicos y resultados por cada sector de transporte:

### **Transporte privado**

- Objetivo estratégico: Reemplazar la flota nacional de vehículos convencionales por vehículos eléctricos.
- Resultados esperados:
  - Red de centros de recarga eléctrica instalada y en operación.
  - Demanda de energía para el transporte eléctrico asegurada.
  - Información al consumidor sobre transporte eléctrico.
  - Incentivos económicos para facilitar la adquisición de los vehículos eléctricos.
  - Incentivos no económicos para el uso de los vehículos eléctricos.
  - Disponibilidad y respaldo de vehículos eléctricos de última tecnología y manejo adecuado de los residuos.
  - Mesa de trabajo para promocionar el transporte eléctrico en el sector turismo.
  - Generación de capacidades sobre transporte eléctrico desarrolladas.
  - Industria del transporte eléctrico desarrollada en el país.

### **Transporte institucional**

- Objetivo estratégico: Incorporar vehículos eléctricos en la flota del Estado.
- Resultados esperados:
  - Regulaciones para fomentar la adquisición de vehículos eléctricos en el Estado.
  - Capacidades desarrolladas sobre el transporte eléctrico en el Estado.
  - Acuerdos interinstitucionales definidos y aprobados con los diferentes actores del sector público.

## Transporte público

- Objetivo estratégico: Desarrollar la electrificación del transporte público.
- Resultados esperados:
  - Proyectos piloto en transporte de servicio público implementados.
  - Alianzas público-privadas aplicadas para transporte público eléctrico.
  - Concesiones de autobuses que incorporen el reemplazo por unidades eléctricas.
  - Concesiones de taxis que incorporen el reemplazo por unidades eléctricas.
  - Permisos de transporte de estudiantes, trabajadores y turistas que incorporen unidades vehiculares eléctricas.
  - Tren INCOFER eléctrico en el Gran Área Metropolitana (GAM) operando.
  - Infraestructura nacional para la operación de transporte ferroviario eléctrico planificada.
  - Tarifas de servicio público definidas.
  - Tarifas eléctricas definidas.

- **Acuerdo intersectorial MINAE-MOPT para la reducción de emisiones en el sector transporte 2019**

Implica la implementación de políticas, medidas y otros instrumentos para que el sector transporte reduzca al 2024 el equivalente a 0,5 megatoneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), así como una mejora en el sistema de transporte y de la calidad de vida de la población.

Las medidas buscan mejorar la logística de carga, la calidad y el nivel de servicio del transporte público colectivo y el desincentivo del uso del transporte privado motorizado. Además, generar las condiciones habilitadoras para el transporte no motorizado, así como la infraestructura necesaria para la transición de la flota vehicular hacia tecnologías cero emisiones.



100% ELÉCTRICO

100% ELÉCTRICO

BIL-JAX



100% ELÉCTRICO

ICE



BIL-JAX

BIL-JAX

## Principales avances y retos pendientes

En los últimos años, el país ha dado pasos importantes hacia el cumplimiento de las metas definidas en el Plan de Descarbonización y en el Plan Nacional de Transporte Eléctrico. Sin embargo, varios son los retos que todavía quedan pendientes, especialmente para la electrificación del transporte público.



	AVANCES	RETOS PENDIENTES
<p><b>TRANSPORTE PRIVADO</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha instalado y puesto en operación la <a href="#">Red Nacional de Recarga Rápida para Vehículos Eléctricos</a>, la cual convierte a Costa Rica en el tercer país de América Latina con más puntos de carga para autos eléctricos. Dicha red cuenta con un <a href="#">Reglamento de construcción y funcionamiento</a> y con una <a href="#">tarifa única</a> establecida por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).</li> <li>• Se ha elaborado una propuesta de modificación a la Ley para la Gestión Integral de Residuos y su Reglamento, para definir un modelo de gestión de baterías de litio (segunda vida y/o disposición final).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer incentivos diferenciados según tipología de vehículo, por ejemplo, para vehículos de carga cuyo valor excede el actualmente contemplado para calificar a los beneficiarios.</li> <li>• Establecer un proceso adecuado y rentable para la gestión de las baterías de vehículos eléctricos.</li> <li>• Destruir los trámites aduaneros y de exoneraciones para promover la adquisición de vehículos eléctricos.</li> </ul>
<p><b>TRANSPORTE INSTITUCIONAL</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varias instituciones y dependencias del Estado han empezado el proceso de conversión de sus flotas institucionales, realizando procesos de adquisición de vehículos eléctricos.</li> <li>• Se han creado en el Sistema Integrado de Compras Públicas (SICOP) fichas técnicas para la compra e importación de automóviles, furgonetas y motocicletas eléctricas de parte de la administración pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar mecanismos para sacar de circulación a los vehículos que son reemplazados por vehículos eléctricos</li> </ul>



## TRANSPORTE PÚBLICO



### AVANCES

- Se ha creado el Comité de Electrificación del Transporte Público (CETP) conformado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), la ARESEP, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Casa Presidencial, la Fundación CRUSA y agencias de cooperación internacional (GIZ, ONU Ambiente), como espacio de articulación interinstitucional.

### RETOS PENDIENTES

- Generar espacios permanentes y formales de articulación con actores privados involucrados en la transición.

#### • Modalidad bus

- Se ha implementado un proyecto piloto de electrificación del transporte público modalidad autobús, con la donación de tres buses eléctricos por parte del Gobierno alemán y su puesta en operación en rutas de transporte público. Dicho piloto ha generado datos e información útil para el escalamiento.

- La ARESEP ha fijado [una tarifa eléctrica promocional](#) para el suministro de energía eléctrica en los centros de recarga ubicados en plantel para autobuses eléctricos.

- Se cuenta con un [Estudio técnico para determinar el impacto en las redes eléctricas de distribución de Costa Rica ante la entrada de buses eléctricos de transporte público.](#)

- Definir un modelo de negocio que permita a los operadores de autobús recuperar los costos de inversión asociados a la conversión de las flotas.

- Revisar el sistema de concesiones para que su duración sea compatible con la inversión necesaria para la conversión de las flotas.

- Elevar los estándares mínimos permitidos en motores de combustión interna (hacia motores EURO VI).

- Analizar la posibilidad de cambiar el modelo de transporte público hacia uno subsidiado por el Estado

- Implementar el pago electrónico

- Digitalizar todo el sistema de gestión del transporte público en el CTP

#### • Modalidad tren

- Se ha formulado el proyecto de construcción del Tren Eléctrico de Pasajeros del GAM.

- Se ha presentado ante la Asamblea Legislativa el proyecto de ley de contrato de préstamo entre el Gobierno de la República y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) para apoyar el financiamiento de dicho proyecto.

- El proyecto obtuvo un crédito de \$250 millones con condiciones preferenciales por parte del Fondo Verde del Clima.

- El proyecto se encuentra actualmente estancado en la Asamblea Legislativa, donde ha generado críticas por su elevado costo. Se han discutido propuestas para redimensionar el proyecto.

---

## Lecciones aprendidas

- Contar con metas claramente definidas a nivel nacional en relación con el cambio climático, la descarbonización de la economía y el transporte sostenible da solidez y coherencia al proceso de electrificación del transporte como parte de un proyecto-país más amplio. Visualizar esta coherencia incrementa el atractivo del país como potencial receptor de apoyo de la cooperación y empréstitos de las entidades financieras internacionales.
- Es fundamental crear espacios de coordinación y articulación que permitan desarrollar el proceso de electrificación del transporte de forma concertada entre todas las partes interesadas, tanto públicas como privadas. Dichos espacios permiten articular acciones y compartir conocimientos entre los actores interesados en la electrificación del transporte, buscar de forma conjunta solución a las barreras de carácter regulatorio que se presentan en el camino, así como alinear iniciativas e inversiones de la cooperación internacional en este tema.
- Al realizar gradualmente la conversión de sus flotas, las instituciones públicas y dependencias del Estado pueden jugar un papel importante en el desarrollo y consolidación del mercado de los vehículos eléctricos, por un lado, incentivando a los proveedores a aumentar su oferta y a generar capacidades para un servicio post-venta adecuado, y por el otro, contribuyendo a derribar mitos asociados con los vehículos eléctricos entre el público general.
- Los cambios normativos impulsan los cambios tecnológicos, al oficializar tanto las obligaciones de los administrados, como los incentivos que motivan voluntariamente al cambio, y al definir un marco regulatorio que da confianza jurídica a actores externos que deseen invertir en la transición, como por ejemplo la cooperación internacional. Por otro lado, los obstáculos jurídicos pueden retrasar el despliegue de la movilidad eléctrica.
- Al definir metas y plazos para la transición, es necesario tomar en cuenta que la transformación hacia la movilidad eléctrica no es un acontecimiento súbito, sino un proceso gradual y progresivo. Los cambios necesarios deben identificarse y planificarse adecuadamente y de forma realista, tomando en cuenta la infraestructura existente, la capacidad técnica instalada y los recursos disponibles. Contar con una perspectiva sólida y concertada de planificación del proceso aumentará la confianza de todos los actores involucrados en la transición y se prevendrá o minimizará la oposición a esta.



- Las experiencias y los datos reales generados a través de proyectos piloto son fundamentales para convencer a las partes interesadas y fundamentar las decisiones políticas.
- Los incentivos financieros, subvenciones, subsidios, etc. ayudan a catalizar el desarrollo de la movilidad eléctrica hasta que se establezca un modelo de negocio estable y sostenible. Es recomendable definir incentivos financieros diferenciados según las distintas categorías de vehículos eléctricos existentes (particulares, carga liviana, buses) tomando en cuenta las prioridades de política pública del país y el costo-beneficio relativo de cada medida.
- En relación con el transporte privado, el tamaño, distribución y confiabilidad de la red de infraestructura de recarga existente es uno de los principales elementos que afectan la decisión de los consumidores de adquirir o no un vehículo eléctrico. Para incentivar al consumidor a realizar este cambio tecnológico, es necesario que el acceso a la infraestructura de recarga deje de ser percibido como una limitante a la adopción de la tecnología.
- Es necesario crear el marco regulatorio y las capacidades técnicas que permitan una adecuada disposición de las baterías eléctricas. La gestión de las baterías debe resolverse de manera que, por un lado, se convierta en un negocio rentable para quienes lo operan y por el otro, no represente una dificultad para la persona dueña del vehículo. A la hora de establecer los estándares ambientales que reglamentarán los procesos de gestión de baterías, es importante asegurarse de que estos no ocasionen dinámicas perversas: restricciones muy fuertes podrían desincentivar todo un modelo de negocio y por ejemplo provocar que las baterías terminen siendo exportadas a otros países en que los procesos de gestión son más viables. En un esquema más amplio, integral y con visión de largo plazo, contar con reglamentaciones razonables sería más beneficioso desde el punto de vista ambiental y socioeconómico que una restricción muy rígida.



# 2.

**PROYECTO  
PILOTO:** BUSES  
ELÉCTRICOS  
PARA COSTA  
RICA





*“Este piloto es una apuesta muy importante para impulsar el eje 1 del Plan de Descarbonización, que habla justamente del cambio hacia un esquema de movilidad sostenible, en el que necesitamos fortalecer los medios de transporte públicos y modernizarlos. La apuesta en el proceso de electrificación va en esta línea y estas unidades nos van a ayudar a impulsar este proceso de modernización, generando mayor información, mayor confianza y también buscando mecanismos financieros que ayuden a los operadores a hacer esta transición”.*

Andrea Meza, Ministra de Ambiente y Energía



Aunque en años recientes los vehículos eléctricos se han vuelto más populares como opción para el transporte privado, introducir alternativas eléctricas en la modalidad de transporte público por autobús presenta más dificultades. Mayores inversiones, desconocimiento técnico, carencia de datos reales de referencia, y falta de preparación en el marco normativo-regulatorio de los países generan incertidumbre en las partes involucradas, dificultando la incorporación de buses eléctricos en las flotas de transporte público.

Ante este escenario, el desarrollo de proyectos piloto es altamente recomendable. Al poner en operación en condiciones reales un número relativamente pequeño de unidades, estos proyectos permiten generar los datos necesarios para evaluar el desempeño y la viabilidad de la tecnología en las condiciones locales, y para informar la formulación de políticas públicas que permitan el posterior escalamiento.

Es por ello que, en el año 2017, el Gobierno alemán, a través del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), ofreció al Gobierno de Costa Rica la donación de tres buses eléctricos para la puesta en marcha de un proyecto piloto de electrificación del transporte público en la modalidad autobús, encargando para su implementación a la Cooperación alemana para el desarrollo – GIZ. El piloto consistió en la adquisición de tres autobuses eléctricos con sus respectivos cargadores, su puesta en operación en rutas de transporte público y el monitoreo de dicha operación, así como en acciones de creación de capacidades, sensibilización acerca de la nueva tecnología y estudio de posibles mecanismos de financiamiento.





# Objetivos del proyecto piloto autobuses eléctricos para Costa Rica

## Objetivo General

Impulsar el proceso de descarbonización del sector transporte público en la modalidad bus a través de un proyecto piloto de buses eléctricos que permita generar datos y experiencias para mejorar la toma de decisiones a nivel técnico, político y financiero, además de visibilizar, generar confianza y apropiación de la tecnología en los diferentes actores involucrados en el tema, para promover así la creación de las condiciones habilitantes necesarias para la incorporación de buses eléctricos en las flotas de los operadores de transporte público.

## Objetivos Específicos

- Estudiar la viabilidad técnica y financiera de los buses eléctricos en comparación con los buses diésel en rutas urbanas.
- Familiarizar a la sociedad costarricense con la tecnología para promover sus ventajas y eliminar mitos y temores.
- Capacitar a los empresarios operadores de rutas y a sus equipos de trabajo sobre las particularidades y diferencias de los buses eléctricos.

## Fases de implementación

### Creación de instancias de coordinación general y diseño del piloto

En respuesta a la donación del Gobierno alemán de tres autobuses eléctricos, en septiembre de 2017 se constituyó por iniciativa de la Dirección de Cambio Climático (DCC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) una mesa técnica de coordinación, cuya función inicial era generar las recomendaciones para la operación del piloto. Progresivamente, y conforme avanzaba el proceso, más actores se sumaron a la mesa, hasta que esta se convirtió en el Comité de Electrificación del Transporte Público (CETP), conformado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), la ARESEP, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Casa Presidencial, la Fundación CRUSA y agencias de cooperación internacional (GIZ, ONU Ambiente).

Mientras el piloto se planificó y estructuró en coordinación con todas las organizaciones representadas en el CETP y otras que participaron puntualmente en el proceso, el diseño operativo de la prueba piloto, así como su seguimiento y el análisis de la información generada estuvieron a cargo de un equipo técnico colegiado conformado por el proyecto MiTransporte de la GIZ, la consultora internacional HEAT y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

## Lecciones aprendidas

- Los espacios de coordinación interinstitucional son fundamentales para el éxito de un proyecto piloto en materia de electrificación del transporte público, ya que permiten articular acciones y compartir conocimientos entre las instituciones competentes, así como buscar soluciones conjuntas a posibles barreras regulatorias que se presentan en el camino. Tratándose de proyectos que promueven la visión de un transporte público sostenible, es fundamental que tanto los entes rectores en temas ambientales y de cambio climático como los entes rectores en temas de transporte participen de forma activa y protagónica en estos espacios.
- Paralelamente a los espacios de articulación interinstitucional, es recomendable generar también espacios de articulación con los demás actores relevantes del sector, en particular los empresarios que operan las concesiones de buses en el país.
- La cooperación internacional debe asumir en estos espacios un rol neutral que permita construir puentes entre los distintos actores sobre la base del conocimiento técnico. Estos espacios deben además ser aprovechados para alinear iniciativas e inversiones de la cooperación internacional en el tema.



DESIGNATED SEATING





## **Definición de especificaciones técnicas de los buses y cargadores, y elaboración del cartel de licitación**

La definición de las características de los buses eléctricos no se realizó de manera independiente. El tipo de bus que se adquieran, y específicamente el tipo de baterías, depende enteramente del sistema de recarga que se desee instalar, ya que, por ejemplo, una sola recarga al día significa menos estaciones de recarga y baterías más grandes. A su vez, el sistema de recarga está estrechamente ligado a las condiciones de las rutas por las que deberán circular los buses. Es por ello que la selección de buses, baterías, sistema de recarga y rutas es un proceso que fue abordado de manera integral.

La elaboración de las especificaciones técnicas y del cartel de licitación de los buses y sus cargadores estuvo a cargo de un equipo de especialistas del Centro Mario Molina de Chile, contratados por el proyecto MiTransporte, los cuales sobre la base del marco regulatorio existente para la operación de buses en rutas de transporte público y sobre la base de las condiciones locales de operación en la zona definida para el piloto (la Gran Área Metropolitana de San José) definieron los siguientes criterios para la adquisición de las unidades en coordinación con el equipo de MiTransporte y los miembros del CETP:

## ESPECIFICACIONES MÍNIMAS

- Capacidad de la batería mínima de 270kWh.
- Chasis o plataforma del vehículo de piso bajo total o parcial. Sin escalones u obstáculos en el área baja del piso, para permitir la libre circulación para pasajeros con movilidad reducida.
- Sistema de tracción 100% eléctrico, con uno o más motores, con sistemas de enfriamiento apropiados para operar en áreas urbanas.
- Sistema de baterías capaz de tener una capacidad de almacenamiento en kWh que permita una autonomía de 250 km del consumo promedio medido en el ciclo Braunschweig descargando las baterías al 20% de su capacidad nominal. Esta autonomía no debe degradarse en más del 15% durante los primeros 24 meses de operación (SOH = 85%).
- Una capacidad mínima de 80 pasajeros (mínimo 28 sentados).
- Una longitud del vehículo entre 11.9 y 13.2 metros.

## CRITERIOS DE PONDERACIÓN

- Precio por los tres buses
- Precio por las estaciones de carga
- Experiencia en la fabricación de buses eléctricos
- Herramientas tecnológicas para el monitoreo y diagnóstico de los equipos
- Garantía (en años) en la correcta operación de todas la baterías y partes del vehículo
- Garantía de rendimiento de la batería (estado de salud) después de 2 años (SOH en %)
- Garantía sobre el correcto funcionamiento de las estaciones de carga (en años)

Debido a que la primera licitación fue declarada desierta, se abrió una segunda a la cual se presentaron solamente dos oferentes. En la perspectiva del equipo técnico del piloto, son varias las razones que pueden explicar las pocas ofertas recibidas. Por un lado, el mercado costarricense, de tamaño muy reducido, con escasas capacidades instaladas en temas de transporte eléctrico y con una limitada prospección hacia la masificación de la tecnología, posiblemente no resultó atractivo para las empresas fabricantes de autobuses. Por otro lado, la naturaleza pública de los fondos utilizados para la compra de los buses determinó inevitablemente que las reglas de los procesos licitatorios fueran particularmente estrictas y rígidas (garantías para el servicio de mantenimiento y otros de postventa, consideraciones ambientales y sociales en la producción de los buses, etc.), lo cual pudo haber desmotivado a algunas empresas a participar, máxime por tratarse de una reducida cantidad de unidades.



## Lecciones aprendidas:

- La cantidad de buses que se adquieren para la implementación de un proyecto piloto variará en cada contexto, ya que dependerá de factores como los recursos disponibles, el tamaño del mercado en el cual se opera, el grado de diferenciación de las rutas existentes, entre otros. Sin embargo, de forma general es aconsejable pensar en procesos escalonados, en los que la tecnología se vaya introduciendo de forma progresiva: empezar adquiriendo un número limitado de unidades, monitorear y analizar su rendimiento y sucesivamente escalar. En países de dimensiones comparables a las de Costa Rica, se recomienda empezar con la adquisición de entre 3 y 5 unidades, lo cual permite realizar las pruebas en rutas representativas de la red de transporte público.
- En el caso de mercados pequeños es importante tomar en cuenta que la contratación podría resultar poco atractiva para las empresas fabricantes. Por ello, es importante tomar ciertas medidas que permitan generar mayor interés en los oferentes, como, por ejemplo: adaptar en la medida de lo posible las especificaciones técnicas requeridas a lo que las empresas fabricantes ya ofrecen en el mercado; valorar la posibilidad de realizar solicitudes de compra más grandes, estableciendo conglomerados ya sea a nivel de empresas o incluso a nivel de distintos países; o establecer reglas de contratación relativamente flexibles.
- La elaboración de un cartel de licitación para la compra de autobuses eléctricos es una tarea que requiere de una experticia técnica muy específica. Es necesario asegurarse de contar con un equipo, interno o externo dependiendo de las capacidades instaladas, que posea dicho conocimiento para poder desarrollar adecuadamente este proceso. Idealmente, dicho equipo debería encargarse de los aspectos técnicos de la totalidad del piloto.
- Las especificaciones técnicas de los buses que se vayan a adquirir deben definirse sobre la base de las características de las rutas en las cuales estos se pondrán en operación. Si al momento de elaborar el cartel de licitación se desconoce en cuales rutas exactas se pondrán en operación los buses, será necesario establecer las condiciones promedio de las rutas o de la zona, y tratar de establecer especificaciones genéricas que puedan adaptarse a esas rutas. En otras palabras, las especificaciones del cartel de compra deberán ser lo suficientemente flexibles como para

---

adaptarse a una cantidad y diversidad razonable de rutas, pero al mismo tiempo, lo suficientemente específicas como para evitar adquirir vehículos no aptos a la tipología de rutas en las cuales estos se pondrán en operación. Algunos elementos por tomar en cuenta en este sentido son: el grado de inclinación de las pendientes en las rutas, el estado de la infraestructura vial, las distancias, la cantidad de viajes por día. Es a partir de estos elementos que es posible determinar características específicas del bus que se necesita, como el tamaño de la batería y por ende la autonomía del bus, la potencia y el torque. Asimismo, es fundamental que los buses que se adquieran cumplan con la legislación y reglamentación vigente en el país para la operación en rutas de transporte público, incluyendo las provisiones relacionadas con la seguridad de las unidades.

- Respecto a los cargadores, es necesario asegurarse de solicitar lo siguiente:
    - Especificaciones coherentes con las de la red eléctrica existente (voltaje, frecuencia, sistema trifásico o monofásico)
    - Conectores que sean compatibles con la tipología de los buses
    - Protocolo de comunicación compatible con la plataforma de operación y monitoreo
    - Potencia optimizada según el tiempo disponible para la recarga
  - Para que el proyecto piloto cumpla su función primordial de generar datos e información sobre el rendimiento y la operación de los buses, es fundamental tener mucha claridad acerca de los sistemas de monitoreo que se adquieran con las unidades. Para ello, es importante definir con antelación tanto las variables que se van a medir como la frecuencia de muestreo. Es fundamental además incluir en el cartel el requerimiento de que el fabricante garantice el acceso a todos los datos que genere el bus eléctrico, evitando encontrarse con sistemas encriptados que impidan la exportación y sistematización de los datos.
  - Para asegurar un servicio postventa adecuado, es importante solicitar que el proveedor cuente con representación en el país (establecer mínimo de años de establecido), así como con personal capacitado, capacidad de respuesta rápida y condiciones técnicas (infraestructura, equipos y personal técnico capacitado en la fábrica) adecuadas para poder realizar las labores de mantenimiento tanto preventivo como correctivo de las unidades. Adicionalmente, es importante solicitar la disponibilidad de repuestos básicos en el país.
-

- Es muy importante establecer en el cartel la obligación del proveedor de ofrecer capacitaciones dirigidas a:
  - Personas conductoras, tanto en aspectos técnicos como en conducción eficiente
  - Equipos técnicos de mantenimiento
  - Equipos de primera respuesta (cuerpos de bomberos, emergencias)
- El proveedor debe comprometerse a proporcionar con antelación los programas y detalles logísticos de estas capacitaciones, para que la participación del personal en las mismas pueda ser organizada de forma efectiva.
- El cartel debe especificar el lugar de entrega final de las unidades, si en puerto o en alguna agencia aduanal específica, de forma que los proveedores asuman las gestiones necesarias para su traslado. Si los buses se reciben en puerto, es importante tomar en cuenta que durante el traslado desde el lugar de fabricación las unidades pueden perder parte de la carga inicial, por lo cual, si los buses tienen que alcanzar su destino final rodando, es importante disponer de cargadores ya instalados en el puerto de llegada y a lo largo del recorrido cuando la distancia lo requiera. Caso contrario, los buses deben ser trasladados en plataformas, las cuales por lo general no existen para buses de estas características y en el caso de este piloto, debieron ser ajustadas a la medida.
- Es importante que el equipo técnico a cargo de la adquisición de los buses pueda realizar una revisión de un bus prototipo antes de dar el visto bueno a la producción del lote, ya que, en la mayoría de los casos, una vez entregados los buses, estos no podrán ser devueltos. En el caso de este piloto, dicha revisión se realizó en la fábrica en China.





## **Importación, nacionalización e inscripción de las unidades**

Antes de empezar el proceso de importación de los buses, fue necesario definir la instancia receptora de las unidades. Usualmente, los bienes adquiridos por la GIZ se entregan a la contraparte oficial de cada proyecto, que en este caso era el MINAE. Sin embargo, siendo el MINAE una entidad del gobierno central, está condicionado en el uso de sus activos y la normativa aplicable habría impedido poner los buses en operación en rutas de transporte público. Por ello, se llegó al acuerdo de que el MINAE daría por oficialmente aceptada la donación del BMU solicitando sin embargo la entrega de los buses al ICE. El ICE, cuya naturaleza jurídica es la de corporación pública autónoma, tiene la potestad de dar sus bienes en préstamo a un ente privado (en este caso, los operadores participantes del piloto). Por otro lado, por estatuto el ICE solamente puede recibir donaciones no condicionadas, mientras que la entrega de los buses estaba condicionada a la ejecución del proyecto, lo cual hizo necesario firmar un Convenio de Cooperación entre la GIZ y el ICE para la implementación del piloto.

Una vez llegados los buses al país, se debieron idear una serie de soluciones relacionadas con el marco regulatorio de los procesos de importación, nacionalización e inscripción de los vehículos, especialmente en relación con el pago de impuestos. Por ende, fue necesario realizar gestiones ante el Ministerio de Hacienda para que este exonerara al ICE del pago de los impuestos de importación y de ventas y del pago de los derechos de circulación, esto por tratarse de bienes adquiridos por la cooperación internacional para los fines de un proyecto piloto. Si bien la existencia del CETP como espacio de articulación interinstitucional facilitó enormemente el éxito de dichas gestiones, el deberlas realizar sobre la marcha generó retrasos considerables en la puesta en operación del piloto que hubieran podido evitarse.



E-1

EL COMUNITARIO

E-305

CARRIL RESERVA  
EXCLUSIVO BUSSES



## Lecciones aprendidas:

- En caso de que la adquisición de los buses se realice por medio de una donación al Estado, es fundamental definir con antelación cual instancia va a asumir esta donación, tomando en cuenta tanto las potestades y restricciones legales de los posibles beneficiarios, especialmente en relación con la potestad de entregar sus activos a privados, así como su capacidad técnica de asumir este tipo de equipo en condiciones óptimas (por ejemplo, disponibilidad de un lugar adecuado para resguardar las unidades e instalar los cargadores, de choferes, de un centro de mantenimiento, entre otras). No hacerlo puede tener resultados adversos, como por ejemplo que las unidades no puedan ser legalmente entregadas a ningún actor o que el actor que las recibe no esté facultado para operarlas de acuerdo con los lineamientos del proyecto.
- Las condiciones de entrega y uso deben ser respaldadas por contratos, convenios u otros documentos legalmente vinculantes.
- Es necesario también revisar con atención la normativa existente en relación con la importación, nacionalización e inscripción de los autobuses y buscar soluciones a posibles trabas de forma conjunta con las autoridades competentes, incluso antes de que se definan las condiciones de la donación, dado que hay aspectos que deben definirse al momento de facturar las unidades con el fabricante, es decir, mucho antes de que las unidades lleguen a destino. No realizar estas gestiones con antelación puede generar gastos innecesarios y retrasos en la implementación del proyecto.
- Los procesos de importación, nacionalización, inscripción y puesta en operación de vehículos generan una serie de gastos administrativos (impuestos de importación, derechos de circulación, seguros, revisión técnica vehicular, placas) que en el caso de los buses pueden llegar a ser muy considerables. Es necesario antes de realizar la adquisición de los vehículos elaborar un plan de gastos, tener claridad acerca de quién va a asumir cuáles gastos y valorar la necesidad y viabilidad de generar exoneraciones aplicables al proyecto piloto.



## **Selección de las rutas de operación**

La selección de las rutas en las cuales operaría el piloto se realizó mediante un concurso público. Sobre la base de parámetros generales previamente definidos a la hora de elaborar el cartel de licitación de los buses, el CETP definió los criterios de elegibilidad y los criterios de ponderación para valorar las ofertas recibidas por los operadores. De esta forma, el proyecto se aseguró de evitar incompatibilidades entre la tipología de buses adquiridos y las rutas en las cuales estos se pondrían en operación. Adicionalmente, fue importante garantizar un proceso transparente a la hora de seleccionar a las empresas para evitar posteriores suspicacias, esto porque ser parte del piloto indudablemente sería beneficioso para las empresas participantes (capacitación de personal, visibilidad de la empresa, generación de conocimiento en la empresa, etc.).



↑ SAN JOSE  
↑ DESAMPARADOS  
SAN MIGUEL →



### CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

- Ubicación de la ruta (ubicada en la Gran Área Metropolitana de San José).
- Distancia de la ruta (ramales de ruta inferiores a los 20km).
- Flotilla de la empresa (contar con más de 10 buses).
- Disponibilidad trifásica (contar con acometida trifásica en el predio/plantel o disponibilidad para realizarla).
- Pendiente máxima en cualquier punto de la ruta (15%).

### CRITERIOS DE PONDERACIÓN

- Pasajeros en ruta (a mayor cantidad de pasajeros mayor puntaje).
- Pendiente promedio en ruta (a menor pendiente mayor puntaje).
- Distancia entre predio y parada final de la ruta (a menor distancia mayor puntaje)
- Cumplimiento con normas de ARESEP y CTP.
- Apta para sectorización.
- Presentar comprobante de compromiso
- Índice de pasajeros por Km, IPK (a mayor IPK mayor puntaje).

De las más de 300 empresas existentes en el país, 16 participaron en el concurso al cumplir con los criterios de elegibilidad. Tres equipos de evaluación realizaron, con base en los criterios de ponderación definidos, un ranking de estas 16 empresas. En orden de ranking, se desarrollaron negociaciones bilaterales con las empresas para discutir y establecer los requerimientos de información (condiciones, costos, procedimientos, entre otros) indispensables para la implementación del piloto.

Al final de este proceso, se seleccionaron las tres empresas operadoras con mayor puntuación y que aceptaron los criterios y condiciones de ejecución del piloto. La transparencia, apertura y claridad del proceso contribuyeron a que ningún actor cuestionase la legitimidad de la selección.

Durante la ejecución del plan piloto, una de las rutas seleccionadas no pudo realizar la ejecución de éste por inconvenientes administrativos. Al momento de realizar esta publicación, la tercera ruta aún no estaba definida y se estaba en la revisión del ranking de selección para identificar cuál empresa de autobuses estaría en disposición de participar del piloto durante cuatro meses.

## Rutas seleccionadas para la ejecución del piloto

- **Ruta 70 | Ramal:** San José-Desamparados-San Rafael  
Autotransportes Desamparados
- **Ruta 200 | Ramal:** San José-Alajuela por INVU  
Grupo TUASA





### **Lecciones aprendidas**

- Debe haber coherencia entre las especificaciones técnicas definidas en el cartel de adquisición de las unidades y los parámetros que se apliquen para la selección de rutas en las cuales estas operarán.
- Realizar la selección de las rutas en las cuales poner en operación el piloto mediante un proceso abierto y transparente aumenta la legitimidad y la apropiación del proceso.
- Las condiciones de ejecución del piloto, en especial los detalles de la información que las empresas deberán compartir con el proyecto deben estar claramente establecidas y comunicadas desde el inicio del proceso. La aceptación de dichas condiciones por parte de los operadores debe constituir un requisito fundamental para la selección como implementadores del piloto.

UNA DONACIÓN DEL  
GOBIERNO DE ALEMANIA

Ministerio de Energía y Seguridad Nuclear  
de la República Federal de Alemania





## Puesta en operación

Se decidió que de los tres buses adquiridos, uno se mantendría bajo supervisión del ICE para la realización de pruebas específicas de autonomía, carga y descarga de la batería, rutas en terrenos difíciles, entre otros. Los dos buses restantes serían utilizados en rutas de transporte público por las tres empresas ganadoras del concurso, por un periodo de cuatro meses cada una.

La operación de los buses en las rutas de transporte público es regulada por los siguientes documentos:

- Convenio GIZ-ICE, que describe el objetivo y condiciones del piloto.
- Contrato de comodato entre el ICE y cada operador, el cual establece derechos y deberes de ambas partes.
- Protocolo de Operación, el cual regula el funcionamiento regular de las unidades.
- Protocolo de Contingencias, el cual regula las situaciones fortuitas que se pueden presentar en la operación de los buses.

Algunos acuerdos establecidos para la operación:

**DESTINACIÓN:** los buses eléctricos y sus respectivos cargadores operarán en modalidad de flota de refuerzo y con el objetivo único de desarrollar el proyecto piloto.

**INGRESOS GENERADOS:** los ingresos económicos que los buses generarán durante su operación en la ruta de transporte público serán percibidos únicamente por el operador.

**MANTENIMIENTO:** el mantenimiento preventivo de los buses será proporcionado por el fabricante de los buses y no implicará costos para el operador. Los costos derivados de mantenimiento correctivo que sean causados por la operación diaria del bus serán cubiertos por el operador.

<b>OBLIGACIONES DEL ICE</b>	<b>OBLIGACIONES DE LOS OPERADORES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gestionar la instalación de la infraestructura eléctrica necesaria para la instalación de los cargadores en el plantel del operador.</li><li>• Gestionar el reclamo de los seguros adquiridos para el proyecto piloto.</li><li>• Suministrar la documentación de ley correspondiente a la propiedad del vehículo y toda la documentación necesaria para tramitar los permisos de operación ante el CTP.</li><li>• Brindar al personal del operador una inducción sobre los procedimientos a aplicar en caso de accidente u otra contingencia relacionada con los buses eléctricos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cubrir el costo del consumo de energía que se origine como consecuencia de la carga de los buses.</li><li>• Cumplir con lo estipulado en el protocolo de contingencias en caso de eventos como choques, buses varados, fallas mecánicas entre otras.</li><li>• Cumplir con el Plan de Servicio Operacional (PSO) elaborado por el comité líder del proyecto de la prueba piloto para los diferentes días de la semana y las diferentes horas del día.</li><li>• Permitir la instalación de equipos de seguimiento y control de la operación en dos buses diésel de su flota para la posterior comparación de las dos tecnologías vehiculares.</li><li>• Asignar conductores debidamente capacitados por la empresa fabricante de los buses para que conduzcan los buses eléctricos, cubriendo el pago de salarios y prestaciones sociales que devenguen dichos conductores.</li><li>• Asignar el personal de mantenimiento, que recibirá la capacitación requerida por parte del fabricante de los buses.</li><li>• Una vez finalizado el tiempo de ejecución de este contrato, devolver los buses eléctricos al ICE en las condiciones de deterioro natural por la operación.</li></ul>

## Lecciones aprendidas

- Los compromisos y deberes de cada una de las partes involucradas en el piloto deben establecerse mediante contratos u otros documentos legalmente vinculantes.
- Tanto la puesta en operación como las situaciones de contingencias deben ser reguladas por sus respectivos protocolos.





## Monitoreo de operación

Como anteriormente mencionado, uno de los objetivos principales de un proyecto piloto es generar datos confiables que permitan informar la toma de decisiones para el cambio de tecnología sobre la base del estudio de la viabilidad técnica y financiera de los buses eléctricos en comparación con los buses diésel. Para ello, las unidades deben ser equipadas con sistemas de monitoreo que permitan recolectar los datos necesarios.

Los buses adquiridos para el piloto contaban con un sistema de monitoreo y control de operaciones propio. Sin embargo, el equipo técnico consideró importante contar con un sistema hecho a la medida para las necesidades específicas del piloto. Por ello, se realizó la compra de sistemas de monitoreo externos que respondieran a los criterios definidos por el equipo técnico, los cuales a su vez tomaban en cuenta características específicas de la operación del servicio en Costa Rica.

Las variables a medir en la operación son las siguientes:

PARÁMETRO	PROPÓSITO DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN
<b>Uso de energía específico: km / l para autobuses diésel y km / kWh para autobuses eléctricos</b>	<p>El consumo real de energía de los autobuses es importante para el análisis financiero y para dimensionar la batería requerida de los autobuses.</p>	<p>Se deben recopilar datos para cada bus diésel y bus eléctrico que operarán en las rutas piloto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de diésel para cada autobús diésel que opera en la línea piloto registrando la cantidad de combustible en cada tanqueada, según los datos suministrados por el operador.</li> <li>• Consumo de electricidad por cada e-bus registrado en cada carga.</li> <li>• Kilometraje por carga mes (y su agregado mensual) de cada autobús que opera en las rutas piloto a través de GPS u odómetro.</li> </ul>
<b>Kilometraje diario del autobús</b>	<p>Importante para determinar la capacidad de batería requerida del bus y el rango de autonomía eléctrico requerido</p>	<p>Registros diarios para cada autobús diésel y eléctrico que opera en las rutas piloto (NO se basa en el promedio mensual sino en los registros diarios reales). Medido mediante el sistema de monitoreo por GPS. Debe incluir kilómetros comerciales y kilómetros en vacío.</p>
<b>Pasajeros diarios transportados</b>	<p>Importante para evaluar la viabilidad financiera de los servicios con buses eléctricos, evaluar el comportamiento del autobús a diferentes cargas y realizar proyecciones de proyecciones con base en esta información</p>	<p>Registros diarios por autobús diésel y eléctrico que operan en las rutas piloto. Medición a través de equipos APC (conteo automático de pasajeros) en cada autobús.</p>
<b>Uso de neumáticos</b>	<p>Componente de costo importante con diferencia potencial entre diésel y autobuses eléctricos.</p>	<p>Registros para los autobuses diésel y eléctricos que operan en las rutas piloto. La fecha de reemplazo y la lectura del odómetro se registran cuando se reemplazan los neumáticos. Registro de la cantidad de neumáticos reemplazados por autobús. Esto permite determinar el kilometraje de neumáticos por autobús.</p>

PARÁMETRO	PROPÓSITO DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN
<b>Repuestos usados</b>	Componente de costos importantes y datos para especificaciones de requisitos de repuestos para stock	Registros de mantenimiento de los autobuses diésel y eléctricos que operan en las rutas piloto, incluidos: tipos de repuestos (por ejemplo, pastillas de freno) utilizados para mantenimiento y reparaciones; costo por pieza de repuesto utilizada; disponibilidad de repuestos (en stock o días requeridos hasta que el repuesto esté disponible).
<b>Tasa de disponibilidad de autobuses</b>	Indicador de fiabilidad del bus e identificación de los principales problemas relacionados con los buses eléctricos.	Registros diarios de todos los diésel y autobuses eléctricos que operan en las rutas piloto de disponibilidad de autobuses. Para cada interrupción de servicio no planificada, el operador debe registrar la causa de la falla del autobús y la duración del servicio estuvo fuera de servicio en días y horas, en la bitácora de mantenimiento.
<b>Mínimo SOC</b>	Permite optimizar el juego de baterías en los autobuses.	Monitoreo del estado de carga (SOC) de la batería al inicio y final de la operación de la operación diaria, a través del sistema de monitoreo de los cargadores. El operador llevará un registro diario de este dato.
<b>Uso de energía para Corriente Alterna.</b>	Permite optimizar el sistema de Corriente Alterna.	Medición de la electricidad utilizada para el movimiento del autobús eléctrico, así como la electricidad utilizada en los sistemas auxiliares. Esta información se obtendrá a partir del sistema de monitoreo de las unidades eléctricas y será revisado cada 6 meses junto con el SOH por el equipo colegiado.



PARÁMETRO	PROPÓSITO DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN
<b>Tasa de disponibilidad de la estación de carga.</b>	Indicador de fiabilidad del cargador importante para el diseño del sistema e-bus y las especificaciones del cargador.	Registrar para cada cargador la duración de la falla (cuando el cargador no estaba disponible) y el tipo o razón de la falla.
<b>Patrón de uso de la estación de carga.</b>	Indicador para optimizar el número y la potencia de los cargadores, los números de bus de relación por cargador y para calcular el costo del servicio para las operaciones del cargador.	Registrar para cada cargador su uso, es decir, el tiempo de inicio / finalización de cada carga, la cantidad de electricidad en kWh entregada y la potencia máxima diaria demandada en kW. Esto permite calcular la utilización del nodo de carga. También permite registrar un patrón diario de uso de cargadores y entrega de energía.
<b>Mantenimiento y reparaciones de la estación de carga.</b>	Importante para las especificaciones del cargador y los requisitos de repuestos para el stock.	Separar entre reparaciones y mantenimiento regular y no programado. El operador informará al ICE la razón del mantenimiento o reparación no programada para que sea registrada en el sistema de mantenimientos de la institución. El detalle de la intervención, las piezas de repuesto y las fechas del mantenimiento deben registrarse en la bitácora de mantenimiento de los cargadores
<b>SOH (estado de salud) de la batería.</b>	Comparación con la tabla de datos del fabricante	El equipo colegiado realizará una medición cada 6 meses por bus eléctrico con equipo proporcionado por el fabricante. El SOH se mide y registra para cada batería en cada bus eléctrico.

La intención del proyecto era establecer una línea base instalando equipos de monitoreo en dos unidades diésel que trabajaran como homólogas a las unidades eléctricas del proyecto piloto meses antes de que empezaran a operar las unidades eléctricas. Sin embargo, la pandemia por COVID 19 generó una importante disminución tanto en la demanda (cantidad de pasajeros diarios) como en la oferta (cantidad de despachos diarios) de las rutas seleccionadas. Estas condiciones de operación afectaron la generación de la línea base ya que no fue posible establecer, por ejemplo, un consumo de combustible que pudiera ser confiable a la hora de empezar la prueba piloto en los meses siguientes. Debido a esta situación, se decidió utilizar los datos históricos de ARESEP de 2018 y 2019, junto con la información provista por los operadores para generar una línea de referencia, la cual, sin embargo, no tendrá el mismo peso comparativo de estudio que la línea base originalmente planeada.

## Lecciones aprendidas

- Para generar datos que de forma veraz puedan demostrar los beneficios de la transición a buses eléctricos, es necesario contar con un sistema de monitoreo y control de operación de los buses.
- El acuerdo que se establezca con los operadores de los buses debe incluir una cláusula en la que el operador se compromete a hacer uso del sistema de monitoreo y a brindar toda la información que este genere al equipo encargado de la gestión del piloto.
- Previo al monitoreo de los datos relativos a los buses eléctricos es necesario generar una línea base en relación con los buses convencionales para poder sucesivamente comparar las diferencias de rendimiento entre ambas tecnologías.
- Al monitorear la demanda movilizada, o la cantidad de pasajeros diarios transportados, debe tomarse en cuenta que al introducir buses eléctricos podría generarse un aumento temporal en la demanda de la ruta, generado por simple curiosidad de los pasajeros hacia la nueva tecnología.





100% ELÉCTRICO

UNA DONACIÓN DEL GOBIERNO DE ALEBANIA

UNA DONACIÓN DEL GOBIERNO DE ALEBANIA



VEHICULO REPARTE A LA  
MUNICIPALIDAD POR GPS  
VALIADAD



USO OFICIAL

## Desarrollo de capacidades

El proyecto MiTransporte se propuso desarrollar un diagnóstico de necesidades de capacitación relacionadas con la introducción de los buses eléctricos, con el objetivo de poder insertar en la oferta curricular del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) -ente encargado de proporcionar capacitación y formación profesional para las profesiones técnicas-, una formación especializada en operación y mantenimiento de buses eléctricos. Este proceso no se pudo culminar en las fechas requeridas para capacitar al personal de las empresas seleccionados en el piloto, por lo cual el proyecto se concentró en capacitar con el apoyo del fabricante de los buses a los operadores participantes del proyecto para garantizar el buen uso de las unidades. Desarrollar un marco nacional de creación de capacidades de manejo de la tecnología eléctrica queda como una asignatura pendiente y se sigue considerando como un aspecto fundamental para el escalamiento de la experiencia.

Paralelamente, se desarrollaron webinars abiertos enfocados en distintos aspectos de la transición hacia un transporte público con buses eléctricos, los cuales permitieron abrir espacios valiosos de discusión y presentación de experiencias internacionales, fomentando la participación directa de los actores involucrados en el proceso y generando paulatinamente una mayor confianza en la nueva tecnología.

### Webinars organizados en el marco del piloto

---

- a. Webinars organizados en colaboración con ONU Ambiente:
  - 1. Principios de Movilidad Eléctrica
  - 2. Introducción a los Buses Eléctricos y sus Beneficios
  - 3. Introducción a Infraestructura y Diseño de Terminales de Carga para Autobuses Eléctricos
  - 4. Aspectos Operacionales, Mantenimiento y Postventa de Autobuses Eléctricos
  - 5. Modelos de Financiamiento y Adquisición de Autobuses Eléctricos

b. Webinars organizados por Heat por encargo de GIZ

1. **¿Cómo y qué hacer para lograr un proyecto de movilidad exitoso?  
¡No hay fórmulas, solo lecciones aprendidas!**
  - i. [Del Transporte a la Movilidad](#)
  - ii. [Marco Normativo del Transporte en América Latina](#)
  - iii. [Sistemas de Transporte Público, ¿Qué son y cómo estructurarlos integralmente?](#)
  - iv. [Evolución en las últimas Décadas, primera y segunda generación de problemas](#)
  - v. [Lecciones aprendidas](#)
2. **¿Cuáles son las transformaciones que debe tener una empresa operadora ante la introducción de buses eléctricos en su flota?**
  - i. [Retos con la nueva tecnología de buses eléctricos: flota y estructura de plan de mantenimiento; Infraestructura de carga; seguimiento y control de operación.](#)
  - ii. [Informe de gestión de flota de autobuses eléctricos, experiencia de operación de Blanco y Negro Masivo S.A.](#)
  - iii. [Mitigación de riesgos de contrato, selección de proveedor, infraestructura, financiación, compra de energía.](#)
3. **Modelos de Financiamiento de Flotas de Buses Eléctricos**
  - i. [Factibilidad comercial de buses eléctricos, modelos de financiamiento, posibles caminos en Costa Rica](#)
  - ii. [Modelo de negocio de Cali, modelo de negocio de Bogotá](#)
  - iii. Nuevos modelos de adquisición de flota y transición a vehículos eléctricos
  - iv. Análisis de costos vehículos eléctricos vs vehículos diésel ¿Qué hace que la movilidad eléctrica sea viable?



100% ELÉCTRICO





## Lecciones aprendidas

- Al introducir la nueva tecnología en el sistema de transporte público, es necesario crear a nivel país las capacidades técnicas necesarias para poder operar, dar mantenimiento y reparar distintos modelos de buses eléctricos. Estas nuevas capacidades deberían formar parte de un currículum nacional de capacitación técnica y su creación debe ir de la mano de un proceso de equipamiento técnico de los talleres.
- Además de crear capacidades técnicas específicas para la operación y mantenimiento de los buses, es necesario también generar espacios de discusión más amplios sobre los distintos elementos de la transición, que generen conocimiento y confianza en la tecnología e impulsen a los actores a adoptar el cambio.

## Comunicación y sensibilización

En paralelo a los procesos de adquisición, puesta en operación de los autobuses y creación de capacidades, se implementaron dos campañas de comunicación dirigidas al público general:

- **Campaña “Descarbonización del transporte”.**
  - **Objetivo:** Familiarizar a la ciudadanía con el transporte eléctrico y su aplicación práctica para despejar las principales inquietudes sobre este tema e informar sobre mitos y realidades del transporte público eléctrico.
  - **Mensaje principal:** “Descarbonicemos el transporte, avancemos hacia un país libre de emisiones”.
  - Desarrollada como apoyo a la Comisión Nacional de Conservación de Energía (CONACE) por solicitud del MINAE.
- **Campaña “Buses eléctricos, nos benefician, son nuestros”.**
  - **Objetivo:** Informar sobre la llegada de buses eléctricos al país e invitar a las personas a utilizarlos en las diferentes rutas donde operarían.
  - **Mensaje principal:** “Son eléctricos, son nuestros, nos benefician”.
  - Desarrollada por las 10 instituciones que integran el CETP.
  - En el marco de esta campaña se realizó un concurso dirigido a niñas y niños de todo el país para definir el diseño exterior los buses, para el cual se recibieron más de 250 propuestas.



### **Lecciones aprendidas:**

- La creación de capacidades técnicas para la adopción de la tecnología debe estar acompañada por procesos de sensibilización para que los distintos actores del sector y el público general “le pierdan el miedo” a la transición. En este proceso, es recomendable visibilizar beneficios adicionales a la mitigación de GEI, como, por ejemplo, beneficios sociales y económicos, mejora de la calidad del aire y de la salud humana, disminución del ruido, etc.
- La introducción de autobuses eléctricos es una oportunidad para renovar la imagen del transporte público como moderno, limpio y atractivo, y así incentivar a las personas a su uso.

## Resultados preliminares

**La primera ruta seleccionada para la prueba piloto fue la ruta 70 de la empresa Autotransportes Desamparados, la cual conecta San José con Desamparados, uno de los cantones con más población de la GAM. El monitoreo de los cuatro meses de operación en esta ruta dio los siguientes resultados:**

- Los buses y cargadores han operado con normalidad, sin necesidad de mantenimiento correctivo.
- Los principales beneficios reportados por las personas conductoras son la comodidad y la facilidad de operación, mientras los principales beneficios reportados por las personas usuarias son la suavidad en el desplazamiento del bus y el silencio.
- Los dos buses eléctricos transportaron más de 110,000 pasajeros (un promedio de 523 pasajeros por día) y recorrieron más de 31,000 kilómetros (un promedio de 147 km por día por bus), a una velocidad promedio de 11.86 km/h y con un índice de pasajeros por kilómetro (IPK) de 3.71.
- Los buses cuentan con una autonomía adecuada para cubrir el recorrido típico de una ruta urbana en Costa Rica: al finalizar el día, los buses cuentan todavía con un 55% de la carga y para volver a alcanzar la carga máxima necesitan en promedio 2 horas de recarga.
- Los buses eléctricos que operan en la ruta tienen un rendimiento de 0.92

kWh/km, mientras el rendimiento promedio de los buses diésel es de 0.55L/km.

- Tomando en cuenta el costo del combustible en comparación con el costo de la electricidad, el costo de operación de los buses eléctricos es entre 5 y 6 veces más económico que el de los buses diésel.
- Tomando en cuenta el aspecto operativo de los vehículos, asociado al consumo de diésel y energía, cada bus diésel genera más de 269 kg de CO2 diarias, mientras que un bus eléctrico produce menos de una centésima parte de esa cantidad.
- 

**La segunda ruta seleccionada para la operación fue la ruta 200 operada por la empresa TUASA. Los resultados que se presentan a continuación corresponden a las primeras dos semanas de operación de los buses en esta ruta:**

- El kilometraje diario se ha establecido en 235km al día por cada bus.
- Con este kilometraje, los buses regresan al plantel con la batería cargada entre el 31 y el 34%, y tardan entre 2 horas y 2 horas y media para recargarse. Considerando la ventana de tiempo disponible para la recarga y el hecho de que el proceso de recarga no parte de cero, puede afirmarse que no existe necesidad de disponer de un cargador por bus, especialmente en flotillas numerosas, y que las estrategias de optimización de despacho de los cargadores pueden disminuir la potencia máxima requerida en la recarga.
- Al comparar la energía entregada por los cargadores con la energía empleada por el bus, tanto en conducción como en ralentí (cuando se encuentra detenido), se observa una diferencia producida por el frenado regenerativo. Un mejor uso del frenado regenerativo implica una disminución en la electricidad requerida por la unidad en el momento de recarga y, por lo tanto, una disminución en el tiempo requerido para la carga del autobús.



# 3.

## RECOMENDACIONES PARA EL ESCALAMIENTO



## Identificación de esquemas de financiamiento

La Ley de Incentivos y promoción para el transporte eléctrico estipula que los operadores de buses tienen la obligación de sustituir su flota vehicular actual por buses eléctricos a un ritmo de un 5% cada 2 años. El único incentivo actualmente establecido para dicha conversión de flota es la aplicación de una tarifa eléctrica preferencial para la recarga de buses eléctricos, fijada por la ARESEP mediante la resolución RE-0112-IE-2020 del 5 de noviembre de 2020. Si bien esta tarifa preferencial impactará los costos de operación y por ello representa un incentivo para el cambio de tecnología, se necesitan medidas más contundentes (sea autorizar el aumento de la tarifa al usuario, establecer subsidios públicos u otros) para que los operadores puedan recuperar los elevados costos de inversión que implica sustituir su flota de buses convencionales por buses eléctricos. Sin embargo, ninguna de estas opciones está actualmente sobre la mesa en Costa Rica.

Ante esta situación, el Proyecto MiTransporte se dio a la tarea de estudiar soluciones financieras viables que permitan a los operadores del servicio cumplir con los cambios en las flotas que la ley les exige.

Los créditos bancarios se descartaron como opción, ya que, por un lado, los bancos no considerarían el mismo bus eléctrico como una forma aceptable de garantía y, por otro lado, el alto costo de los nuevos autobuses daría lugar a préstamos de hasta 15 años, cuando en Costa Rica las concesiones se otorgan por un periodo de siete años. Ambas situaciones afectarían negativamente el desarrollo empresarial de los operadores de autobuses, que en Costa Rica son principalmente empresas familiares, al obligarles a presentar otros activos como garantía y a asumir préstamos de largo plazo.

Como opciones alternas se han identificado las siguientes: a) Leasing o arrendamiento; b) ESCO para buses eléctricos, c) BRC para buses eléctricos; d) Titularización de ingresos futuros.

### **a. Leasing o arrendamiento**

El arrendamiento es una alternativa de financiamiento mediante la cual quien requiere un bien o servicio paga por el uso temporal de este. En este caso, una compañía de arrendamiento realizaría la inversión para adquirir los buses y los arrendaría a los operadores para que estos presten el servicio, a cambio de una cuota de arriendo y una opción de compra de las unidades una vez vencido el contrato de arriendo.

Las compañías de arrendamiento normalmente aceptan su propiedad legal del activo arrendado (en este caso el autobús eléctrico) como garantía para la transacción, lo cual implicaría que los operadores no tendrían que proporcionar garantías adicionales. Sin embargo, es de tomar en cuenta que la empresa de arrendamiento requeriría un pago inicial por adelantado, que podría variar entre el 10 y el 20% del costo del autobús eléctrico. El pago mensual de un contrato de leasing a 84 meses rondaría los US\$ 5,000.

Para lograr reducir las tarifas mensuales a un nivel aceptable para las operadoras de autobuses, se propuso una estructura de financiación en tres fases que toma en cuenta los siguientes aspectos legales y técnicos: que los operadores están obligados a retirar los autobuses de sus flotas cuando estos cumplen 15 años; que un bus puede circular en el país por un máximo de 20 años, y que la batería de un bus eléctrico debe ser reacondicionada o reemplazada después de 8 años.

Respecto a las opciones de acceso a fondos para que las compañías de leasing puedan adquirir los autobuses eléctricos para a su vez alquilarlos a los operadores de autobuses locales, se consideró que la forma más eficaz de financiación sería una subvención, ya que esta ayudaría a reducir los costos de arrendamiento y a mitigar los riesgos asociados a la inversión.

## **b. ESCO para buses eléctricos**

Se maneja la provisión de buses para el transporte urbano como una compañía de servicios energéticos (ESCO por sus siglas en inglés). La empresa eléctrica, el fabricante de buses o una empresa tercera pone el bus a disposición del operador a un costo por kilómetro predeterminado. Mientras tanto, todos los costos del bus incluyendo inversión, mantenimiento, energía etc. se encuentran bajo responsabilidad y cubiertos por la ESCO. La tarifa por kilómetro sería orientada al costo de un bus diésel con una fórmula de cálculo que incluye el precio del diésel. La empresa de leasing realiza utilidades por poner un bus eléctrico al quedarse con la diferencia de costos entre un bus diésel y un bus eléctrico durante su vida útil comercial (diferencia del TCO). Tiene un superávit mayor si los precios de diésel aumentan más que lo proyectado y un superávit menor en caso contrario. Este sistema se podría combinar con un fondo de garantía de desempeño que garantiza a la empresa de leasing sus ingresos y sus costos: una garantía ligada al precio del diésel para asegurar que el pago del transportista sea un mínimo proyectado (garantía de ingresos por km); una garantía de costos máximos de operación de los buses eléctricos que se justifica por los riesgos tecnológicos (garantía de gastos máximos por km).

Los fondos de capital para la ESCO pueden provenir de la banca privada o de la banca multilateral en forma de crédito. El riesgo crediticio sería muy bajo al contar con un “performance guarantee fund” que efectivamente garantiza una cierta rentabilidad de la ESCO.

## **c. Compañía de alquiler de buses para buses eléctricos**

Consiste en que una compañía de alquiler de buses se dedique a importar los buses eléctricos para alquilarlos a empresas operadoras del servicio. Esta compañía, al adquirir alto volumen, obtiene mejores precios, además de que recibe por parte del fabricante las capacidades técnicas para su mantenimiento. En consecuencia, se convierte en la importadora exclusiva para Costa Rica, e incluso podría concebirse un alcance de operaciones a nivel centroamericano.

El alquiler a las empresas operadoras podría ser de tres tipos: a) alquiler de las unidades; b) alquiler más el mantenimiento o c) alquiler más el mantenimiento y la electricidad. En todas las opciones, el alquiler sería a costo fijo por 15 años, incluyendo una “devolución” temporal a los 8 años para efectos de renovación general y reacondicionamiento de la batería.

Para Costa Rica, se ha teorizado que el ICE sería la empresa con mejor perfil para fungir como compañía de alquiler de buses. Esta solución le permitiría al ICE asumir un rol de liderazgo en el transporte eléctrico y, conforme la transición va ganando impulso, acceder a mejores precios, mejores marcas, y a generar una robusta base de conocimientos. Todo ello resultaría en mayor confianza entre las operadoras hasta que la transición se haya completado y el mercado esté consolidado.

#### **d. Titularización de ingresos futuros**

La titularización o bursatilización es un producto de ingeniería financiera por medio del cual una compañía segrega parte de sus activos para servir de respaldo de una emisión de documentos, con los cuales se financia (Matarrita, 1997, p.1-2 en ALR Consultores, 2020).

La constitución de un fideicomiso podría verse como el vehículo financiero de carácter especial dedicado a gestionar el diseño, colocación y gestión de instrumentos financieros, creados contra el respaldo de los ingresos que serían generados gracias a la obtención de la concesión para la explotación de la línea de buses, toda vez que la entidad se constituya en la adjudicataria de tal licencia.

Se sugiere realizar una emisión de anaquel, en la que el emisor crea una serie de valores, pero no los coloca todos en el mercado al mismo tiempo, sino que lo hace por tramos, evitando la circulación de una parte de la emisión, la cual saldrá al mercado y circulará cuando se considere necesario para respaldar el tramo de inversión correspondiente.

## Recomendaciones

- Existen diversos modelos de financiamiento posibles para realizar la transición hacia un transporte público eléctrico. Entre ellos, deberá escogerse el que mejor responde a las condiciones de mercado, de operación del transporte público y a las características socioculturales de cada contexto. La decisión sobre cuál modelo de financiamiento promover debe ser tomada de forma concertada entre los operadores del servicio, el sistema bancario y las instituciones públicas, y todos estos actores deben poder visualizar claramente los beneficios de la transformación.
- Sea cual sea el modelo de financiamiento que se decida implementar, debe tomarse en cuenta que la introducción de buses eléctricos tiene un impacto sobre la tarifa, la cual incorpora los costos reales de operación y el margen de ganancia del operador, principalmente debido al elevado costo de adquisición de un bus eléctrico en relación con un bus diésel. Si no se quiere compensar este impacto mediante un aumento de la tarifa al usuario, como es el caso en Costa Rica, la única solución viable será instaurar algún tipo de subsidio por parte del Estado, ya sea en la forma de un subsidio a la tarifa al usuario o de incentivos financieros para cubrir una parte o la totalidad de la diferencia de inversión entre buses eléctricos y buses convencionales. Obligar a los operadores a realizar un cambio tecnológico de costo elevado sin ofrecer ninguna de estas dos alternativas para recuperar, aunque parcialmente, las inversiones, puede poner en riesgo todo el proceso de transición.
- El tema de financiamiento obliga a valorar el escenario completo del transporte público, ya que pueden existir condiciones específicas en la reglamentación del sistema que hacen más lenta la recuperación de la inversión por parte de los operadores. Uno de los aspectos a tomar en cuenta es por ejemplo la relación entre los periodos de concesión del transporte público y los plazos de financiación de las inversiones.
- Otro aspecto importante a considerar es el estándar de motores permitidos en buses de transporte público. En Costa Rica, el nivel de exigencia respecto a la eficiencia de motores de buses es muy bajo, lo cual tiene la ventaja de un costo proporcional y relativamente bajo de la operación del sistema, pero tiene la desventaja de un sistema que opera con buses con alta emisión de gases. Adicionalmente, la introducción de una nueva tecnología como la de buses eléctricos enfrenta una mayor barrera al competir con buses de baja tecnología y por ende de menor costo. El Estado debe exigir mayores eficiencias de motores (EURO VI), con lo cual la diferencia de precio respecto a buses eléctricos se reduce considerablemente.

## Recomendaciones técnicas para el escalamiento

- Es aconsejable realizar el escalamiento del piloto con buses con características parecidas y evitar combinar muchos tipos distintos de tecnologías, modelos y marcas. Esto ahorrará recursos en términos de creación de capacidades (tanto de operación como de mantenimiento) y adquisición de repuestos.
- La decisión de adquirir buses eléctricos por primera vez en una ruta de transporte público no debe tomarse a la ligera y debe considerar un acompañamiento técnico especializado. Toda ruta puede ser “electrificada”, pero no toda ruta es económicamente viable para serlo. En el caso de Costa Rica, si bien la mayoría de las rutas ya pueden hacer la transición hacia la movilidad eléctrica hoy, hay rutas para las que es conveniente esperar que el precio de la tecnología continúe bajando y las condiciones habilitantes en el país estén más consolidadas.
- Con respecto a la tecnología, el piloto optó por un sistema de baterías con mayor capacidad que les permiten a los buses una mayor autonomía. Sin embargo, es muy probable que para algunas rutas sea conveniente analizar la posibilidad de un sistema distinto. Si la operación lo permite, podría pensarse en buses con baterías más pequeñas (y por ende, buses más baratos) pero con más de una estación de recarga en la ruta.



## CONCLUSIONES



INSTRUCIONES DE MOVILIZACION ENERGIAS RENOVABLES EN COSTA RICA

El piloto de buses eléctricos realizado por la Cooperación alemana GIZ - por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) - y en colaboración con muchos aliados en Costa Rica ha dejado varias lecciones, tanto para el posterior escalamiento en todas las rutas de transporte público en el país, como para réplica de pilotos similares en otros lugares.

Una primera conclusión es que la tecnología se adapta perfectamente a las condiciones particulares de la topografía, clima e infraestructura de Costa Rica. El bus eléctrico se comporta igual que un bus a diésel frente a pendientes en las calles, el mal estado del asfalto, haga frío o calor, llueva o no. Esto no significa que el mismo bus se adecúa de igual manera a todas las condiciones que presentan las rutas operadas en el transporte público. Cada ruta requiere de un estudio particular para determinar las características exactas del bus eléctrico que sea más conveniente adquirir. Pero las dudas referidas propiamente a la tecnología han resultado infundadas, como se ha demostrado durante la operación del piloto.

Una segunda conclusión – tal vez más importante aún - está relacionada con la viabilidad comercial de la transición hacia buses eléctricos en el transporte público de Costa Rica. El tema es complejo y no tiene respuestas sencillas, ya que la viabilidad depende de las características de la ruta, el tipo de bus (sobre todo la capacidad de la batería), el sistema tecnológico (carga nocturna en el plantel vs carga por oportunidad en ruta vs catenaria a lo largo de toda la ruta, etc.), la cantidad de buses eléctricos que se adquieran, el acceso a financiamiento, el tipo de bus diésel con el que se compara (EURO III, EURO IV, EURO V o EURO VI), la necesidad de infraestructura en la red eléctrica y otros factores más.

Podemos afirmar que ya hoy hay rutas en las cuales es más conveniente poner a funcionar buses eléctricos, otras en que comercialmente no hay mayor diferencia y otras en las cuales es más costoso realizar el cambio. Por ende, es importante realizar el análisis de cada ruta para determinar la viabilidad comercial de la electrificación de la ruta.

También podemos afirmar, que el cambio de pocos buses en una flota grande tiene un efecto marginal en el costo total de la operación y que – por el contrario - la introducción de uno o unos pocos buses ayudará en gran medida a preparar el cambio para el cambio de flota hacia buses eléctricos.

La tercera conclusión - tal vez la más compleja por ir más allá del cambio tecnológico – apunta a la necesidad ineludible de llevar a cabo una reforma del sistema de transporte público en su totalidad, de manera integral, profunda e inmediata. La recaudación automatizada del pasaje de bus (pago electrónico), la reorganización del sistema en rutas troncales y alimentadoras, el diseño de una verdadera red de rutas transversales e integradas, la reorientación de las rutas de bus hacia una “espin dorsal” compuesta por un sistema de trenes urbanos modernos, la adecuación del espacio urbano para facilitar el uso del transporte público, la interacción con otros modos de transporte sostenibles (movilidad peatonal y ciclista), la digitalización de toda la base de datos del servicio de transporte público para una gestión más empoderada y el procedimiento de concesión diferenciada de rutas según los requerimientos de cada una (ampliación de plazo para viabilidad de buses eléctricos) son algunos temas que representan deudas pendientes que tienen las autoridades responsables del transporte público para con las personas usuarias de buses.

Finalmente, una mirada alrededor del mundo, a ciudades con los mejores sistemas de transporte público, nos hace notar una característica que comparten: el rol del sector público es más determinante que en ciudades que le han dejado, en gran medida, la organización y operación del transporte público al sector privado. El compromiso y el involucramiento de las entidades del sector público en países desarrollados en el transporte público, sea a nivel nacional, regional o local, se manifiestan de diversas formas, pero hay dos que debemos resaltar: son parte de la operación y son parte del financiamiento. Un Estado que no aporta finanzas públicas al transporte público es un Estado débil ante los actores privados. Por ende, si queremos ofrecerle un mejor servicio a la señora que viaja en bus todos los días a su trabajo o al joven que lo hace para ir a estudiar, entonces es necesario repensar el rol del Estado en el servicio de transporte público.

# BIBLIOGRAFÍA

- ALR Consultores (2020) Elaboración de un mecanismo de financiamiento para la adquisición de buses eléctricos en Costa Rica
- GIZ (2019) Incrementando la ambición en mitigación de gases de efecto invernadero en el transporte a través de la movilidad eléctrica.
- GIZ – HEAT (2021) Resultados del proyecto piloto de buses eléctricos en el GAM. Operación Grupo ATD-TUASA.
- Grütter Consulting (2018). Tecnologías alternas para buses urbanos en Costa Rica.
- ITDP (marzo, 2020) Mecanismos de fondeo y financiamiento para la movilidad sustentable: oportunidades para Costa Rica.
- Pirnie (2018) Options for financing e-buses in Costa Rica.

## Recursos institucionales

- ARESEP (boletín 59-2020). ARESEP fija tarifa promocional de recarga en buses eléctricos.
- Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Costa Rica, 2020.
- Gobierno de Costa Rica (2018). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050.
- Ley N° 9518 Ley de Incentivos y promoción para el transporte eléctrico del 06/02/2018 y su Reglamento N° **41092-MINAE-H-MOPT.**
- Ministerio de Ambiente y Energía (2019). Plan nacional de transporte eléctrico 2018-2030.
- Reglamento N. 41642-MINAE. Reglamento para la construcción y el funcionamiento de la red de centros de recarga eléctrica para automóviles eléctricos por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

