Reporte de Ciclo de Jornadas Virtuales: Fortalecimiento de Capacidades para la Transición hacia el Transporte Público Eléctrico

Ejecutado por:

ONU programa para el medio ambiente

Financiado por:

CRUSA Cambiando VIDAS

Presentación

El presente reporte es parte del proyecto "Dando el salto a los buses eléctricos en Costa Rica" ("Leapfrogging to electric buses in Costa Rica" en inglés) del acuerdo celebrado entre el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el International Council on Clean Transportation (ICCT), que busca acelerar el desarrollo de la movilidad eléctrica en Latinoamérica; y que para la presente actividad contó con el apoyo del Centro Mario Molina Chile (CMM).

PNUMA, la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) y el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), en conjunto con sus socios técnicos, CMM y HEAT International, realizaron entre noviembre y diciembre 2020 un ciclo de jornadas virtuales titulado "Fortalecimiento de capacidades para la transición hacia el transporte público eléctrico". Estas sesiones se realizaron en el marco del proyecto "Dando el salto a los buses eléctricos en Costa Rica", implementado por PNUMA y financiado por Fundación CRUSA, así como el proyecto MiTransporte, implementado por GIZ y financiado por el Ministerio de Ambiente del Gobierno de Alemania. El presente documento se enfoca en las sesiones dictadas por CMM para el proyecto "Dando el salto a los buses eléctricos en Costa Rica". No obstante, también se hace mención a las sesiones realizadas por los otros socios.

Un especial agradecimiento a todas las personas y organizaciones que se sumaron en la organización y realización de este ciclo de jornadas virtuales, así como a las personas que participaron activamente en cada sesión. También un agradecimiento a la Comisión de Electrificación del Transporte Público en Costa Rica (CETP) y al señor Alan Blanco, Comisionado Presidencial de Movilidad Eléctrica, por apoyar en la convocatoria de estos eventos.

Autores CMM:	Lourdes Becerra, Marcela Castillo, Sebastián Galarza, Daniela Day
Revisión PNUMA	Esteban Bermúdez Forn Arturo Steinvorth Álvarez
Revisión CRUSA	Carolina Rodríguez Castellanos
Fecha de entrega:	Enero 2021

Contenidos

Ciclo de Jornadas Virtuales 1
Resumen de las jornadas virtuales 3
Sesión 1: Principios de Movilidad Eléctrica 3
Sesión 2: Introducción a los Autobuses Eléctricos y sus Beneficios 3
Sesión 3: Introducción a Infraestructura y Diseño de Terminales de Carga para Autobuses Eléctricos 5
Sesión 4: Aspectos Operacionales, Mantenimiento y Postventa de Autobuses Eléctricos 7
Sesión 5: Modelos de financiamiento y adquisición de autobuses eléctricos 9
Conclusiones 10
Anexos 11

Ciclo de Jornadas Virtuales

FIGURA 1. PAGINA WEB PARA INSCRIPCIÓN A CICLO DE JORNADAS VIRTUALES

El ciclo de jornadas virtuales de "Fortalecimiento de capacidades para la transición hacia el transporte público eléctrico" fue desarrollado por PNUMA, en colaboración con la Cooperación Alemana GIZ y sus socios técnicos, CMM y Heat International, así como el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Las organizaciones mencionadas realizaron una planificación para establecer una serie de sesiones de capacitación, buscando fortalecer las capacidades de distintos actores claves dentro del ecosistema de transporte público eléctrico de Costa Rica. En particular, los talleres estuvieron enfocados a empresas operadoras de transporte público, pero también participaron representantes del Comité de Electrificación de Transporte Público (CETP) – lo cual engloba a distintas instituciones públicas de Costa Rica encargadas de esta labor. Inicialmente, esta capacitación estaba pensada para ser realizada de manera presencial. Sin embargo, debido a la crisis COVID-19, fue necesario optar por la organización de un ciclo de jornadas virtuales.

Desde una etapa temprana en la organización este ciclo de jornadas virtuales se optó por unir fuerzas entre las organizaciones mencionadas. Lo anterior se debió a que el proyecto "Dando el salto a los buses eléctricos en Costa Rica, implementado por PNUMA y financiado por Fundación CRUSA, y el proyecto MiTransporte, implementado por GIZ y financiado por el Ministerio de Ambiente del Gobierno Alemán, comparte en su fin principal, el apoyo al ecosistema de transporte público eléctrico. Justamente, uno de los pilares de este apoyo es la creación de capacidades afines a esta temática.

Para ello, se inició por una etapa de priorización de temáticas, haciendo hincapié en que las jornadas virtuales, a raíz de la situación de la pandemia de COVID-19, pudieran atender a un espectro amplio del ecosistema. Fue por ello por lo que se escogieron las sesiones de manera que fueran incrementando en complejidad y especificidad según el avance en su desarrollo. Dentro de este proceso, y con apoyo del gobierno de Costa Rica, se sumó al Instituto Nacional de Aprendizaje, dado que es el ente rector en formación técnica del país y cuenta con un mandato establecido por la ley N°9518 en su artículo 7 donde deberá crear canales para la formación y capacitación de recurso humano que se pueda desarrollar laboralmente en el mantenimiento y la reparación de vehículos eléctricos y sus partes. El INA podrá subcontratar cámaras, empresa privada y universidades para el cumplimiento de esta

disposición. Justamente, el INA ha venido trabajando en la actualización del marco pedagógico y de formación para atender las nuevas demandas que presenta la transición a la movilidad eléctrica.

El ciclo de jornadas virtuales consistió en las siguientes cinco sesiones:

TABLA 1. RESUMEN DE LAS SESIONES DEL CICLO DE JORNADAS VIRTUALES

Sesión	Temática	Fecha
1	Principios de Movilidad Eléctrica • Razones para fomentar la movilidad eléctrica en zonas urbanas. • Políticas de respaldo de la transición hacia buses eléctricos. • Contaminación y consumo de energía del transporte urbano de pasajeros. • Conceptos básicos de movilidad eléctrica aplicada a flotas *Impartida por Fabián Chaves Huertas, Christian Méndez Salazar y Hugo Zumbado Hernández del INA*	12 de Noviembre, 2020
2	Introducción a autobuses eléctricos y sus beneficios • Tipos de autobuses eléctricos • Proveedores de autobuses eléctricos en América Latina • Beneficios de los autobuses eléctricos sobre los de combustión interna • Implementación de los autobuses eléctricos en las ciudades *Impartida por Sebastián Galarza, Líder de Transporte y Energía de CMM*	19 de Noviembre, 2020
3	Introducción a infraestructura y diseño de terminales de para autobuses eléctricos • Introducción a las electroterminales, componentes básicos y sus funciones • Tipos de infraestructura de recarga y sus componentes • Aspectos clave para la operación y diseño de un futuro electroterminal • Normativa aplicable a la infraestructura de recarga para flotas de vehículos medianos y pesados *Impartida por Marcela Castillo, Investigadora Senior de CMM*	26 de Noviembre, 2020
4	Aspectos operacionales, de mantenimiento y posventa de autobuses eléctricos • Operación en condiciones de demanda promedio • Análisis de rutas para identificar el potencial de electrificación de autobuses • Sistemas de gestión de flotas y recarga y sus beneficios • Influencia de factores externos en la operación de una flota • Mantenimiento y postventa de autobuses eléctricos e infraestructura de recarga (garantías) *Impartida por Gianni López, Director de CMM*	3 de Diciembre, 2020
5	Modelos de financiamiento y adquisición de autobuses eléctricos • Modelos de financiamiento y adquisición de autobuses de combustión interna • Modelos de financiamiento y adquisición de autobuses eléctricos • Ejemplos de adquisición en América Latina (licitación, compra, otros) • Costos de adquisición de autobuses eléctricos y sistemas de recarga • Estudio de componentes del modelo tarifario • Herramientas de evaluación de opciones de adquisición *Impartida por Luis Pinzón de HEAT International*	10 de Diciembre, 2020

Debido a las restricciones causadas por la crisis COVID-19, se habilitó un sitio de registro a través de la plataforma MOVE de PNUMA y en esa misma plataforma se creó un repositorio de información con las grabaciones, así como como las presentaciones impartidas en cada sesión[1].

Resumen de las jornadas virtuales

Sesión 1: Principios de Movilidad Eléctrica

La primera sesión fue impartida por representantes del Instituto Nacional de Aprendizaje. Específicamente, estuvieron a cargo los señores Fabián Chaves Huertas, Christian Méndez Salazar y Hugo Zumbado Hernández. Esta sesión se realizó el 12 de noviembre, 2020. En esta sesión, se registraron 27 personas y el día del evento participaron 33 personas[2].

Durante la sesión, se presentaron aspectos relacionados a la gestión de recursos, así como conceptos básicos de movilidad eléctrica aplicada flotas y razones para fomentar la movilidad eléctrica (puede encontrar más información en el Anexo 1). Luego de la presentación, se abrió la discusión entre los expositores, representantes de las organizaciones que auspiciaban la sesión y la audiencia, para que compartir apreciaciones y realizar preguntas y respuestas.

Sesión 2: Introducción a los Autobuses Eléctricos y sus Beneficios

La segunda jornada virtual fue impartida por Sebastián Galarza, Líder de Transporte y Energía de CMM. Esta sesión se realizó el 19 de noviembre, 2020. En esta sesión, se registraron 41 personas y el día del evento participaron 25 personas (puede encontrar más información en el Anexo 2). Durante esta sesión, se expuso sobre diversos temas en el contexto de introducir al público en el uso de autobuses eléctricos en el contexto de avance e impacto de la crisis climática, tanto en el mundo como en Latinoamérica.

Luego de la presentación, se abrió la discusión entre el expositor, representantes de las organizaciones que auspiciaban la sesión y la audiencia, para que compartir apreciaciones y realizar preguntas y respuestas.

Principales contenidos presentados

La segunda sesión abarcó diversos temas con respecto a la implementación de buses eléctricos:

- Partiendo por un contexto tanto mundial como local de la contaminación del aire, siendo los buses de transporte público considerablemente responsables, a nivel de Latinoamérica.
- La introducción de nuevos y más estrictos estándares de emisiones, generan beneficios importantes y abre las puertas a nuevas tecnologías en transporte como lo son los buses eléctricos.
- Se expuso sobre los diversos tipos de buses eléctricos, junto con un resumen a gran escala de su funcionamiento, su aplicación y su desempeño en cuanto a emisiones y rendimiento a nivel de Latinoamérica.

[1] Las grabaciones y las presentaciones del ciclo de jornadas virtuales "Fortalecimiento de capacidades para la transición hacia el transporte público eléctrico" está disponible en https://movelatam.org/ebusescr/jornadas-virtuales/

[2] El número de personas registradas es menor al número de personas que participaron en la sesión 1 debido a que hubo personas que fueron invitadas por el CETP, que no se registraron en el formulario en línea.

- Se destacó al bus eléctrico de baterías, como una de las opciones que presenta un mayor crecimiento en cuanto a tecnología vehicular en la región. De esta manera, se profundizó en el funcionamiento y eficiencia del vehículo como en la batería.
- Se presentó el tema de los diversos sistemas de recargas para buses eléctricos, dando a conocer sus beneficios, y también sus retos.
- Finalmente, a modo de ejemplo, se dio a conocer el sistema de operación de buses eléctricos en la ciudad de Santiago, Chile.

Preguntas y respuestas de la sesión 2

¿Cómo se separan los costos de mantenimiento con respecto a los autobuses híbridos? ¿Cómo se determina la cantidad de kilómetros recorridos con combustible fósil en relación con la energía eléctrica a usar en este tipo de autobús? ¿Cómo influye en los costos de operación y mantenimiento?

Tener dos sistemas de propulsión genera que los costos de mantenimiento sean más altos para los vehículos híbridos que para los de combustión interna – debido a que poseen los sistemas de tratamiento de emisiones como los sistemas eléctricos.

La cantidad de kilómetros recorrido se determina gracias al registro del bus. De igual forma, se debe evaluar caso a caso. Hay ciertos sistemas que privilegian el uso del motor eléctrico en rutas urbanas y el motor de combustión en ciclos de carretera o de aceleración continua, variando dependiendo de la aplicación. Una nueva tecnología de aplicación es el *geofencing* de los buses híbridos, donde mediante la georreferencia de estos se determina el lugar o ruta específica donde debe utilizar el motor eléctrico.

¿Se puede dar un aproximado de la vida útil de la batería de los buses eléctricos?

Depende mucho del fabricante y de los componentes que esta posea, por lo que se recomienda reconocer el performance de la batería bajo el ciclo de operación al que será sometido, entendiendo su química, los procesos de deterioro y su respectivo monitoreo.

En el caso de Santiago, se recomendó que para disminuir el deterioro en la batería y alargar la vida útil de los buses eléctricos a 14 años, que se descargara la batería hasta un 20% de su capacidad. Todo esto, teniendo la información respectiva para realizar el monitoreo correspondiente.

En cuanto a las baterías en sí, están compuestas por celdas, donde muchas veces se puede realizar un cambio de celda en caso de que haya un deterioro en el rendimiento de esa batería, evitando el cambio completo de la esta misma.

Las consideraciones con respecto al análisis que está realizando el CMM ¿Tienen incluidas los gastos que aumentan el uso de energía del bus, tal como el aire acondicionado?

Los análisis permiten modificar parámetros y supuestos, en este caso se han basado en el peso y los componentes como el aire acondicionado y su uso. Las modelaciones permiten establecer los rangos de operación de los vehículos y a la vez de obtener la autonomía mínima para operar con los requerimientos de la ciudad.

Con respecto a los nuevos buses que ya se han integrado en Costa Rica ¿Cuáles son los siguientes pasos? ¿Se realizarán análisis?

Efectivamente los datos que se están analizando, generará una comparación entre los vehículos diésel en relación de los buses eléctricos, de manera tal de saber qué tan beneficioso es el cambio vehicular.

Algunas de las mediciones son: kilometraje diario, cantidad de pasajeros transportados, uso de neumáticos, repuestos de los buses, estado de la batería, uso de energía en cada uno de los componentes, tasa de disponibilidad de la estación de carga, mantenimiento, etc.

El aire acondicionado, es un tema de análisis importante, debido a la variabilidad según las condiciones del lugar donde se mide.

Esto comenzará a medirse en el mes de diciembre de 2020, como parte del proceso de prueba piloto.

¿Cuál es el gradiente promedio en la ruta C en Chile? ¿Cómo afecta en el consumo de las baterías?

El ciclo de Santiago, es representativo de todas las operaciones de transporte público de la ciudad. Tiene una pendiente constante de 1.4%, siendo todos los buses que entran al transporte público medidos con respecto a este valor (variado y dependiente).

En general, las pendientes pueden ayudar al desempeño de los buses eléctricos, siempre y cuando las y los choferes sepan cómo utilizar el frenado regenerativo. Cabe destacar que la correcta planificación genera ahorros considerables en cuanto a las potencias instaladas en los terminales.

Sobre el monitoreo de los datos ¿Se tuvo acceso al CAN Bus de los buses BYD?

No se tuvo acceso a los CAN Bus de los buses eléctricos. La forma de medida de los buses en Santiago, es mediante al laboratorio del Ministerio de Transporte.

En cuanto a la obtención de datos, hay marcas más rigurosas que otras, se recomienda aclarar en la licitación de compra que esta información debe estar disponible.

Sesión 3: Introducción a Infraestructura y Diseño de Terminales de Carga para Autobuses Eléctricos

La tercera jornada virtual fue impartida por Marcela Castillo, Investigadora Senior de CMM. Esta sesión se realizó el 26 de noviembre, 2020. En esta sesión, se registraron 46 personas y el día del evento participaron 29 personas (puede encontrar más información en el Anexo 3). Durante esta sesión se expuso sobre diversas consideraciones relacionadas con respecto al diseño y puesta en marcha de infraestructura de electroterminales, de forma general e interactiva – desde las condiciones generales para la construcción, hasta la definición del diseño eléctrico perteneciente al terminal eléctrico.

Luego de la presentación, se abrió la discusión entre la expositora, representantes de las organizaciones que auspiciaban la sesión y la audiencia, para que compartir apreciaciones y realizar preguntas y respuestas.

Principales contenidos presentados

La tercera sesión abarcó diversos temas con respecto a la implementación de infraestructura y diseño de terminales de carga para autobuses eléctricos:

- Se presentaron, en primer lugar, los aspectos y condiciones previos claves para el correcto diseño para la futura implementación de un electroterminal. En relación con esto, se procede a profundizar en temas a tratar como: emplazamiento del terminal, selección del sitio, análisis de rutas críticas, acceso al terminal, estimación de modelos, etc.
- Continuando con la presentación, se expuso con respecto a la obra civil y los correspondiente a esta, partiendo por la planificación, pasando por el dimensionamiento y la estructura de los bancos de ductos, hasta llegar a la construcción del techo.

- De igual forma, se presentó la obra eléctrica, como debe ser planificada ya que es en este punto donde se debe tener un correcto emplazamiento en lo que respecta a todas las partes que la componen. La sala de transformadores, sala de tableros generales, las protecciones eléctricas, el mallado de tierra, fueron algunos de los temas explicados de manera general.
- Las definiciones del diseño eléctrico, tanto en corriente alterna como corriente directa, a modo de cierre, entrega los conocimientos básicos en lo que respecta a introducir a los participantes en el diseño e infraestructura en electroterminales.

Preguntas y respuestas

¿En Chile se cuenta con una tarifa diferenciada para la carga de los buses eléctricos?

No existe una tarifa establecida para buses eléctricos, y dependiendo de la cantidad de energía solicitada se tiene una negociación interna con los proveedores de energía. Se debe considerar en la construcción y planificación en la construcción de los terminales eléctricos, el tiempo de carga de los buses.

¿Cuál es el costo de una estación de recarga de autobuses, tanto de corriente alterna como en corriente directa? ¿Cuál es la experiencia que se tiene con la formación de nuevas carreras con respecto a la electromovilidad?

Con respecto a las carreras nuevas y especialidades, se han generado carreras técnicas que están relacionadas con la electromovilidad en institutos de formación superior. De igual manera, se ofrecen diplomados y posgrados en universidades relacionados al tema.

El costo de las estaciones de recarga depende de múltiples factores (por ejemplo, la capacidad instalada, el fabricante, el número de conectores, etc.). Por tanto, no es sencillo hacer una comparación directa entre una estación de recarga de corriente alterna con una de corriente directo. Sin embargo, por lo general, las estaciones de recarga de corriente alterna suelen ser más baratas que las de corriente directa.

¿Cuánto es la reducción de la capacidad de un patio diésel en relación con la transformación de este en un patio eléctrico?

No se ha analizado en sí misma la reducción de capacidad, pero sí se debe tener en consideración que un bus diésel debe ser reemplazado por un bus eléctrico cumpliendo con las rutas, flotas y horarios correspondientes.

La disposición de carga, por lo que he visto, se hace en 90º ¿Se ha analizado realizar la disposición en 45º? ¿Se ha evaluado un menor ángulo para facilitar la entrada y salida de vehículos?

Existen algunos terminales que operan con cargas de disposición de carga de 45º.

También existen nuevas implementaciones en el proceso de carga. Por ejemplo, carga desde altura (nuevo terminal de COPEC con STP). El espacio utilizado, en específico su costo por metro cuadrado es un punto importante en la investigación y análisis previo a la construcción, dando paso al uso de pantógrafos como método de carga.

¿Cuál podría ser el costo de instalación de cargadores? ¿Hay algún dato de referencia?

El piloto del proyecto GIZ MiTransporte está generando información sobre el costo de instalación de centros de carga para buses eléctricos.

¿Cuál es la diferencia en eficiencia de carga eléctrica en buses cargados con corriente continua o corriente alterna?

Cuando se ha comparado eficiencia, se realiza en relación con KWh por Km de cada uno de los buses, sin diferenciar entre AC y DC. Generalmente, los buses que poseen el rectificador (AC) dentro del bus son más pesados y poseen menos baterías, de igual manera los componentes extras en cada uno de los buses aportan en peso.

Sesión 4: Aspectos Operacionales, Mantenimiento y Postventa de Autobuses Eléctricos

La cuarta jornada virtual fue impartida por Gianni López, Director de CMM. Esta sesión se realizó el 3 de diciembre, 2020. En esta sesión, se registraron 42 personas y el día del evento participaron 29 personas (puede encontrar más información en el Anexo 4). Durante esta sesión se expuso sobre temas de operación en diversos escenarios de demanda, análisis de rutas, sistemas de gestión de flotas y mantenimiento de buses eléctricos entre otros.

Luego de la presentación, se abrió la discusión entre el expositor, representantes de las organizaciones que auspiciaban la sesión y la audiencia, para que compartir apreciaciones y realizar preguntas y respuestas.

Principales contenidos presentados

La cuarta sesión abarcó aspectos operacionales, mantenimiento y postventa de autobuses eléctricos:

- Se expuso de manera detallada las exigencias normativas para emisiones de gases contaminantes, los contratos y las respectivas garantías, en relación con los vehículos eléctricos en cuestión, donde las prestaciones mínimas de los vehículos deben tener en consideración la degradación máxima de baterías y los protocolos de carga y comunicaciones, para cumplir con los objetivos operacionales de un electroterminal.
- Por otro lado, se expuso con respecto a la experiencia operativa desde un punto de vista con respecto a la respuesta actual del mercado de buses y las soluciones de carga que esto requiere.
- En el mismo contexto de experiencia, se mostraron ejemplos sobre resultados operacionales previos.

Preguntas y Respuestas

¿Se puede decir, hoy en día, que hay una paridad en costos comparando el bus diésel con el eléctrico, salvando las instancias de diferenciación de cada país? ¿Es económicamente rentable en la operación de hacer el cambio o se debe asumir una responsabilidad económica detrás?

Con las señales otorgadas por el Ministerio de Transporte de Chile, en el sentido que con un bus eléctrico se pueda hacer un análisis económico de costos totales de propiedad a 14 años, se generan condiciones que hacen más competitivo a un bus eléctrico.

Con consumos de energías, de 0.1 dólar por Km, lo cuál es un quinto de lo utilizado por los buses diésel, se ven señales positivas.

Se debe tener en consideración que un correcto mantenimiento de los buses y una estrategia de carga que no estrese las baterías, puede significar que el período de vida útil de 14 años sea realizado con un cambio de batería.

Los precios de energía, en relación con los precios del diésel en Santiago, Chile. El valor de los buses eléctricos y la baja en costos del mantenimiento de estos, se concluye que los buses eléctricos son más competitivos que los diésel.

Lo importante es definir como realizar el análisis de costos del vehículo. Lo que se está haciendo para compras de flotas es utilizar el costo total de propiedad, donde se pueden ver las ventajas, ya que el costo de capital sigue y seguirá siendo superior al de un bus eléctrico, por un buen tiempo. Lo anterior, sometido a las normas y exigencias de cada país. El costo total de propiedad, además del costo de capital, considera los costos asociados a la operación y mantenimiento durante la vida útil de los vehículos.

Cuando se está analizando el escalamiento de nuevas flotas de tecnología en transporte eléctrico, se da dentro de sistemas integrados de transporte público, obteniendo garantías de compra y pago a los operadores que están entrando en la compra de estos buses.

(Pregunta de un representante del Instituto Nacional de Aprendizaje) Dado que nosotros como institución de formación profesional, necesitamos proyectar nuevas carreras relacionadas con electromovilidad ¿Cómo han visto ustedes el nacimiento de empresas o personas que en este momento han incursionado en temas de diagnóstico y reparación de estos buses? ¿Es muy nuevo esto? ¿Cuánto tiempo proyectan para este tipo de nuevos emprendimientos?

Dentro del proyecto "Dando el salto a los buses eléctricos", se han hecho recomendaciones sobre cómo crear un ecosistema de innovación entorno a la electromovilidad, de manera que existan negocios sobre el mismo tema.

En el caso de Chile, el foco se ha dado en el transporte público, ya que la masificación de los automóviles particulares eléctricos va a tardar más, debido a la paridad de precios que se espera al 2025 en Europa no es factible en nuestras localidades.

Se espera un aumento en los nichos con respecto al tema de movilidad eléctrica.

En transporte público directamente, independiente que sean otras áreas, lo que se ha visto en torno a la proyección de la energía eléctrica, es el surgimiento de emprendimientos nacionales, de la mano de compañias y empresas que han participado en el desarrollo y servicio de los electroterminales, existiendo una demanda de esto.

Por otro lado, los operadores han requerido cursos de entrenamiento de los conductores dando un espacio a un servicio nuevo con lo que respecta al manejo y entrenamiento regular de sus conductores.

De última forma, es el mantenimiento de los buses, formando especialistas en estos mismos.

Con respecto a los datos comparativos, de los buses diésel en relación a los eléctricos. A nivel de torque ¿Se tiene la capacidad suficiente dada las distintas alturas para prestar el servicio? Por otro lado, ¿La mano de obra requerida y el ajuste del plantel de autobuses, tienen datos o alguna comparación que pudiera servir de referencia?

En relación a lo que es torque y el trabajo en alturas, en Santiago se desarrolló un ciclo de prueba de buses. Asimismo, un desarrollo de capacidad de operación de los buses para seleccionar las rutas de prototipaje y de primer equipamiento que no sean las más complejas, logrando caracterizar la operación de un bus de 9 a 12 metros a través de un pilotaje virtual, corroborado por la operación.

El mayor requerimiento es que sean capaces de cumplir un ciclo de prueba.

Respecto a la mano de obra, no se ha hecho ninguna publicación al respecto, pero constantemente se han mantenido las conversaciones y entrevistas a los operadores. De hecho, para buses eléctricos, la demanda de mantenimiento programada es menor, por lo cual la mano de obra en tiempo es menor.

El nivel de especialización de los mecánicos en el tren de manejo eléctrico, no requiere una diversidad tan grande como se pensaba en un inicio.

¿Cómo se incluyen las garantías para los packs de baterías en las licitaciones de buses eléctricos?

Con base en experiencias previas, a través de una especificación que norma la capacidad nominal de las baterías, se establece que no puede existir una reducción mayor al 20% en la capacidad nominal de las baterías del bus que está en operación durante el periodo de vida útil del mismo (en Santiago esta vida es de 14 años).

¿Qué recomendaciones podrías dar de manera general y conociendo el proyecto que existe de Costa Rica?

Una de las consideraciones importantes es el subsidio, de manera que se puedan introducir los buses eléctricos siendo económica su operación. Conociendo que ha aumentado la vida útil de los buses y teniendo en consideración que posee menos deterioro, se define el marco financiable el remplazo de un bus diésel por uno eléctrico. Siendo muy complejo este cambio si no existiera este financiamiento.

Sesión 5: Modelos de financiamiento y adquisición de autobuses eléctricos

La quinta y última sesión fue impartida por Luis Pinzón de HEAT International. Esta sesión se realizó el 10 de diciembre, 2020. En esta sesión, se registraron 48 personas y el día del evento participaron 22 personas.

Durante la sesión, se presentaron aspectos relacionados a modelos de financiamiento y adquisición de autobuses de combustión interna, modelos de financiamiento y adquisición de autobuses eléctricos, ejemplos de adquisición en América Latina, costos de adquisición de autobuses eléctricos y sistemas de recarga, el estudio de componentes del modelo tarifario, así como herramientas de evaluación de opciones de adquisición (puede encontrar más información en el Anexo 5).

Luego de la presentación, se abrió la discusión entre el expositor, representantes de las organizaciones que auspiciaban la sesión y la audiencia, para que compartir apreciaciones y realizar preguntas y respuestas.

Conclusiones

El ciclo de jornadas virtuales de “Fortalecimiento de capacidades para la transición hacia el transporte público eléctrico” consistió en cinco sesiones y permitió abordar diversos temas relacionados a la planeación y puesta en marcha de buses eléctricos para transporte público. Lo anterior, se vio reforzado por la participación de múltiples organizaciones afines al tema, que auspiciaron el ciclo de jornadas virtuales. Esto permitió optimizar el uso de los recursos y brindar diversas perspectivas en torno a un mismo tema. Las sesiones partieron de conceptos básicos sobre movilidad eléctrica, para luego entrar de lleno al tema de buses eléctricos y abordar los diversos aspectos clave, incluyendo los vehículos, la infraestructura de recarga, así como aspectos de operación y modelos de negocios.

Este ciclo de jornadas virtuales estaba, principalmente, dirigido a representantes de empresas operadoras de buses de Costa Rica. De acuerdo con los datos recopilados, se registraron representantes de 10 empresas operadores de buses en Costa Rica, lo cual representó el 43% del total de personas registradas en el ciclo de jornadas virtuales. El sector público representó el 41% del total las personas registradas. La mayoría de las personas registradas del sector público consistió en representantes del Instituto Costarricense de Electricidad y el Instituto Nacional de Aprendizaje. No obstante, también se registraron representantes del Ministerio de Ambiente y Energía, así como el Poder Ejecutivo y la Contraloría General de la República. El 16% restante de las personas registradas consistió en representantes de organizaciones sin fines de lucro nacionales y organismos internacionales.

El diseño de cada sesión permitió abordar, de manera magistral la temática de cada sesión. Luego, se abrió el espacio para la discusión y responder las preguntas de las y los participantes. Este espacio se tornó bastante dinámico, y en la mayoría de las sesiones se requirió extender el tiempo que estaba inicialmente programado para el espacio de discusión unos cuantos minutos adicionales. En específico, la discusión estuvo en torno a los retos en la puesta en marcha de buses eléctricos con base en el contexto actual de Costa Rica. Surgieron varias preguntas relacionadas con el diseño y operación de buses eléctricos. Asimismo, durante las sesiones hubo especial interés de representantes de la academia, específicamente, del INA en el tema de capacitación.

Si bien, la realización del ciclo de jornadas se dio de manera virtual, en vez de presencial, como estaba considerado inicialmente – debido a la crisis COVID-19. Se aprovechó la virtualidad para compartir con suficiente anterioridad los contenidos de cada sesión y dar la opción a las personas de elegir cuáles sesiones eran de su interés. Asimismo, se puso a disposición las grabaciones y material para las personas que no pudiesen participar el día de la sesión o como material para referencias futuras.

La transición a la movilidad eléctrica implica un proceso continuo de formación. Por ello, se recomienda continuar con el proceso de construcción y fortalecimiento de capacidades del ecosistema local de movilidad eléctrica. La experiencia del ciclo de jornadas virtuales de “Fortalecimiento de capacidades para la transición hacia el transporte público eléctrico” evidenció que Costa Rica cuenta con un camino recorrido en el tema y que diversas personas e instituciones ya cuentan con conocimientos específicos y que hay iniciativas en marcha que prevén un escalamiento de la tecnología en el corto y mediano plazo. Como seguimiento, se recomienda la realización de sesiones más específicas, que mantengan el componente dinámico y de discusión del presente ciclo de jornadas virtuales y de ser posible, que lo potencien a través de mesas de diálogo durante el evento para fomentar el intercambio entre las y los participantes. La inclusión de casos de países con mayor experiencia también mostró bastante interés por parte de la audiencia. Por tanto, dentro de lo posible, también se recomienda el uso de ejemplos para acompañar el proceso de formación.

Anexos

Anexo 1. Memoria de la sesión 1

Grabación:

La grabación de la sesión 1 está disponible en este enlace:
https://youtu.be/0c8r8boj5ns

Presentaciones

Las presentaciones impartidas durante la sesión 1 están disponibles en los siguientes enlaces:
https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/12/Presentacion-Sesion-1a.pdf
https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/12/Presentacion-Sesion-1b.pdf

Lista de participantes

Alan Blanco
Alfonso Herrera
Alfonso Solís Alvarado
Alfredo Equivel
Ana Eugenia Ureña Chaves
Arturo Steinvorth
Bernal Muñoz Castillo
Carlos Salazar Mendez
Carolina Flores Valle
Carolina Rodríguez Castellanos
Christian Mendez Salazar
Claus Kruse
Cynthia Arias
Daniel Diaz Rivas
Daniel Fuentes Soto
Diana Alejandra Ramirez Chaves
Edward Araya Rodríguez
Esteban Bermudez Forn
Fabian Chaves Huertas
Fabricio Pietrobelli
Guadamuz Madrigal Gerardo
Hugo Zumbado Hernandez
Javier Bonilla Herrera
Javier Mendez
Jone Orbea
Jose Poltronieri
Luis Alberto Pinzon Castillo
Maximo Esteban Fernandez Mora
Olman Enrique Barrantes Arroyo
Paúl Delgado
Randy Viquez
Say-Lheng Solera
Sergio Valverde

ANEXO 2. MEMORIA DE LA SESIÓN 2

Grabación:

La grabación de la sesión 2 está disponible en este enlace:
https://youtu.be/QGwIKKh_SPM

Presentaciones

La presentación impartida durante la sesión 2 está disponible en el siguiente enlace:
https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/12/Presentacion-Sesion-2.pdf

Lista de participantes

Alfredo Espinoza
Brenda Zumbado
Carlos Barquero
Carlos Piedra
Christian Méndez
Daniel Fuentes
Daniel Vargas
Daniela Day
Diego Benavides
Edward Araya
Hugo Zumbado
Javier Bonilla
Leo Quesada
Lizeth Calderón
Lourdes Becerra
Luis Barrera
Luis Carlos Ortiz
Luis Pinzón
Manuel Leiton
Mauricio Ramírez
Olman Barrantes
Rafael Zamora
Randi Víquez
Sebastián Galarza
Víctor Méndez

ANEXO 3. MEMORIA DE LA SESIÓN 3

Grabación:

La grabación de la sesión 3 está disponible en este enlace:
https://youtu.be/8I_BdkXlhG8

Presentaciones

La presentación impartida durante la sesión 3 está disponible en el siguiente enlace:
https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/12/Presentacion-Sesion-3.pdf

Lista de participantes

Alfredo Espinoza
Arturo Steinvorth
Brenda Zumbado
Carlos Piedra
Christian Méndez
Daniel Vargas
Daniela Day
Diego Benavides
Esteban Bermudez
Fabián Chaves
Gerardo Guadamuz
Hugo Zumbado
Javier Bonilla
Juan Guillermo Murillo
Leo Quesada
Lizeth Calderón
Lourdes Becerra
Luis Barrera
Luis Pinzón
Marcela Castillo
Mario Montero
Mauricio Ramírez
Natalia Brenes
Olman Barrantes
Rafael Zamora
Randi Víquez
Sebastián Galarza
Sergio Valverde
Victor Mendez

ANEXO 4. MEMORIA DE LA SESIÓN 4

Grabación:

La grabación de la sesión 4 está disponible en este enlace:
https://youtu.be/K2uQVAbs8YQ

Presentaciones

La presentación impartida durante la sesión 4 está disponible en el siguiente enlace:
https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/12/Presentacion-Sesion-4.pdf

Lista de participantes

Alfredo Espinoza
Armando Cruz
Arturo Steinvorth
Brenda Zumbado
Carlos Piedra
Christian Méndez
Claus Kruse
Daniel Vargas
Daniela Day
Diego Benavides
Esteban Bermúdez
Gianni López
Hugo Zumbado
Javier Bonilla
Leo Quesada
Lizeth Calderón
Lourdes Becerra
Luis Ortiz
Luis Pinzón
Manuel Leiton
Mauricio Ramírez
Natalia Brenes
Olman Barrantes
Rafael Zamora
Randi Víquez
Sebastián Galarza
Sergio Valverde

ANEXO 5. MEMORIA DE LA SESIÓN 5

Grabación:

La grabación de la sesión 3 está disponible en este enlace:
https://youtu.be/8cmDBSb4w8Q

Presentaciones

La presentación impartida durante la sesión 3 está disponible en el siguiente enlace:
https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/12/Presentacion-Sesion-5.pdf

ANEXO 6. LISTA DE PERSONAS REGISTRADAS A TRAVÉS DEL FORMULARIO DEL CICLO DE JORNADAS VIRTUALES

Marca temporal	Nombre	Apellido(s)	Correo electrónico	Organización	Sector	Cargo
11/12/2020	Carolina	Flores Valle	cflores@gmail.com	MINAE - Dirección de Enería	Sector público	Ing Química
11/12/2020	Jose	Poltronieri Ovares	jpoltronieri@grupoatdcr.com	Grupo ATD	Empresas operadoras de buses	Director de Operaciones
11/12/2020	Daniel	Fuentes Soto	fsdaniel95@gmail.com	MiTransporte-GIZ-HEAT	Organismos internacionales	Asesor Técnico
11/12/2020	Sergio	Valverde Fernández	sergio.valverde.fernandez@gmail.com	BUSMI	Empresas operadoras de buses	Director de Operaciones
11/12/2020	Cynthia	Arias	carias@amsacr.com	Autotransportes Moravia	Empresas operadoras de buses	Gerente General
11/12/2020	Gerardo	Guadamuz	gguadamuzm@ice.go.cr	Instituto Costarricense de Electricidad	Sector público	Ing. Asesor movilidad eléctrica
11/12/2020	Saúl Andrés	Vega Perez	saulandres.vega@gmail.com		Empresas operadoras de buses	
11/12/2020	Olman Enrique	Barrantes Arroyo	obarrantes@ice.go.cr	Instituto Costarricense de Electricidad	Sector público	Ingeniero
11/12/2020	Randy Esteban	Víquez Sánchez	randyviquez@hotmail.com	Autotransportes Santa Bárbara	Empresas operadoras de buses	Administrador
11/12/2020	Carolina	Rodríguez	crodriguez@crusa.cr	Fundación CRUSA	Organizaciones sin fines de lucro	Coordinadora de Proyectos
11/12/2020	Fabián	Chaves Huertas	fchaveshuertas@ina.ac.cr	Instituto Nacional de Aprendizaje	Sector público	Docente
11/12/2020	Christian	Méndez Salazar	crimzar75@gmail.com	Instituto Nacional de Aprendizaje	Sector público	Instructor
11/12/2020	Paul	Delgado	pdelgado@sepse.go.cr	MINAE - SEPSE	Sector público	Asesor técnico
11/12/2020	Luis Eduardo	Barrera	edobarrera@gmail.com	Independiente	Empresas operadoras de buses	Independiente
11/12/2020	JUAN GUILLERMO	MURILLO	JMURILLO@CRUSA.CR	Fundación CRUSA	Organizaciones sin fines de lucro	COORDINADOR DE PROGRAMAS
11/12/2020	Jenner	Alfaro	jenner.alfaro@presidencia.com	Casa Presidencial	Sector público	Asesor
11/12/2020	Luis Diego	Ramírez Rodríguez	lramirezr@ice.go.cr	Instituto Costarricense de Electricidad	Sector público	Red de Recarga vehículos eléctricos
11/12/2020	Daniel	Vargas	danielv32@gmail.com	Guadalupe Limitada	Empresas operadoras de buses	Gerente Financiero
11/13/2020	Mario	Montero	jmonteroa@ice.go.cr	Instituto Costarricense de Electricidad	Sector público	Engineer
11/13/2020	Alan	Blanco Coto	alan.blanco@presidencia.go.cr	Casa Presidencial	Sector público	Comisionado Presidencial de Movilidad Eléctrica
11/13/2020	Bernal	Muñoz Castillo	bmunoz@ice.go.cr	Instituto Costarricense de Electricidad	Sector público	Especialista
11/13/2020	Alfredo	Espinoza Esquivel	alfredoespinoza@generacion-h.com	Cooperativa Generación-H R.L.	Empresas operadoras de buses	Gerente
11/13/2020	Lizeth	Calderón Brenes	lizeth.calderon@mopt.go.cr	Ministerio de Obras Públicas y Transportes	Sector público	Asistir en temas de Sectorización, Movilidad Urbana, Cambio Climático, Electromovilidad
11/13/2020	Rafael Alberto	Zamora Pereira	rzamora@coesacr.com	Consorcio Operativo del Este, S.A.	Empresas operadoras de buses	Coordinador de Mantenimiento
11/13/2020	Mauricio	Ramírez Biolley	mramirez@coesacr.com	Consorcio Operativo del Este, S.A.	Empresas operadoras de buses	Director de Mantenimiento y Compras
11/13/2020	Natalia	Brenes González	nbrenes@minae.go.cr	MINAE - Dirección de Enería	Sector público	Asesora
11/16/2020	Rafael Alberto	Zamora Pereira	rzamora@coesacr.com	Consorcio Operativo del Este, S.A.	Empresas operadoras de buses	Coordinador de Mantenimiento
11/16/2020	Mauricio	Ramírez Biolley	mramirez@coesacr.com	Consorcio Operativo del Este, S.A.	Empresas operadoras de buses	Socio

Marca temporal	Nombre	Apellido(s)	Correo electrónico	Organización	Sector	Cargo
11/16/2020	María José	Ventura	maria.venturachavarria@un.org	PNUMA	Organismos internacionales	Consultora
11/16/2020	Luis Carlos	Ortiz	lortiz@crusa.cr	Fundación CRUSA	Organizaciones sin fines de lucro	Oficial de Proyección Institucional
11/16/2020	Diego Alejandro	Benavides Saborío	diegobenavidessaborio@gmail.com	Contraloría General de la República	Sector público	FA
11/17/2020	Carlos	Piedra Santamaría	cpiedra@itcr.ac.cr	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Sector público	Profesor - Investigador
11/19/2020	Fabian	Chaves	fchaveshuertas@ina.ac.cr	Instituto Nacional de Aprendizaje	Sector público	Docente
11/19/2020	Victor Manuel	Mendez Mora	vmendez@cenbuscr.com	Cenbus	Empresas operadoras de buses	Jefe de Operaciones
11/19/2020	Javier	Bonilla Herrera	jbonillaherrera@ina.ac.cr	Instituto Nacional de Aprendizaje	Sector público	Jefatura Unidad
11/19/2020 9:08:44	LEONARDO	QUESADA	LQUESADA@CENBUSCR.COM	Cenbus	Empresas operadoras de buses	ANALSIS
11/19/2020	Maria Jose	Ventura	maria.venturachavarria@un.org	PNUMA	Organismos internacionales	Consultora
11/19/2020	Brenda	Zumbado Jiménez	brenda.zumbado@heat-international.eu	HEAT	Organismos internacionales	Asistente administrativa
11/20/2020	Hugo	Zumbado Hernández	hzumbadohernandez@ina.ac.cr	Instituto Nacional de Aprendizaje	Sector público	Docente -Instructor
11/23/2020	Alfredo	Espinoza Esquivel	alfredoespinoza@generacion-h.com	Cooperativa Generación-H R.L.	Empresas operadoras de buses	Gerente
11/23/2020	Luis Diego	Ramírez Rodríguez	lramirezr@ice.go.cr	Instituto Costarricense de Electricidad	Sector público	Red de recarga de vehículos eléctricos
11/26/2020	Armando	Cruz White	acruz@cnfl.go.cr	Compañía Nacional de Fuerza y Luz	Sector público	investigador
11/26/2020	Sergio	Valverde Fernández	sergio.valverde.fernandez@gmail.com	BUSMI	Empresas operadoras de buses	Asesor
11/26/2020	Jose	Poltronieri	jpoltronieri@grupoatdcr.com	Grupo ATD	Empresas operadoras de buses	Director de Operaciones
11/26/2020	VICTOR	MENDEZ	VMENDEZ@CENBUSCR.COM	Cenbus	Empresas operadoras de buses	OPERACIONES
11/26/2020	Victor	Mendez	vmendez@cenbuscr.com	Cenbus	Empresas operadoras de buses	Jefe de Operaciones
11/26/2020	Manuel	Leiton	mleiton08.mln@gmail.com	Autotransportes Lumaca	Empresas operadoras de buses	Gerencia
12/3/2020	Javier	Bonilla H	jbonillaherrera@ach2.org	Asociacion Costarricense de Hidrógeno	Organizaciones sin fines de lucro	Vicepresidente
12/10/2020	Leo	Quesada Peña	lquesada@cenbuscr.com	Cenbus	Empresas operadoras de buses	Analisis