

Carlos Montes

El sistema de transporte público de Santiago lidera la transición hacia la electromovilidad a nivel regional, siendo la primera ciudad fuera de China con más buses eléctricos, con alrededor de 1.500 máquinas.

En este contexto, un estudio reciente liderado por el investigador Franco Basso, del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI) y académico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), titulado *El impacto de la electromovilidad en el transporte público: una estimación de la energía y consumo usando datos desagregados en Santiago de Chile*, cuantificó el impacto de la presencia de este tipo de buses en la eficiencia energética para la capital.

La investigación, correspondiente a la tesis de Magíster en Ingeniería Industrial PUCV de Brian Vidal, determinó además los recorridos y zonas de la ciudad donde conviene reemplazar buses a combustión fósil por eléctricos en el futuro.

Mediciones

La electromovilidad en el transporte público se ha convertido en una forma prometedora de reducir la contaminación ambiental. Varias han sido las iniciativas que han buscado estimar el consumo energético de los autobuses en el transporte público, sin embargo, la mayoría de estos esfuerzos utilizan mediciones recopiladas de experimentos controlados o simulados, o que no caracterizan toda la red de autobuses.

A diferencia de aquellos estudios, esta investigación estima el consumo energético de todas las centrales eléctricas, es decir, buses que circularon en Santiago durante el período estudiado utilizando datos GPS completamente desagregados y mediciones empíricas en algunos autobuses eléctricos sensorizados.

La metodología considera una selección de características, fases y el desarrollo de modelos de predicción del consumo de energía, utilizando la física y el aprendizaje automático de diferentes enfoques. Se compararon las prestaciones de los modelos establecidos, y finalmente se logró medir el impacto de la electromovilidad en la ciudad. Este análisis permite a los responsables de la toma de decisiones orientar la inversión determinando los autobuses con mayor ahorro de consumo de energía ante las limitaciones presupuestarias.

Según los resultados del estudio liderado por Basso, el reemplazo de buses diésel por buses eléctricos ha generado ahorros significativos de energía, con estimaciones que indican un ahorro diario de hasta 400.000 kWh al sustituir 1.000 autobuses diésel por sus contrapartes eléctricas.

Las variables que tienen mayor impacto

SIGUE ►►



► Actualmente, la capital de Chile cuenta con cerca de 1.500 buses eléctricos para el transporte público.

Sin considerar a las urbes de China, Santiago es la ciudad con más buses eléctricos del mundo

Investigación del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI) y la Universidad Católica de Valparaíso, a cargo del académico Franco Basso, revela el impacto de la presencia de este tipo de buses en la eficiencia energética para la capital.



► Los autobuses eléctricos pueden reducir consumo de energía y emisiones de dióxido de carbono.

SIGUE ►►

en la eficiencia energética son la utilización de aire acondicionado, frenados bruscos, masa del bus y los pasajeros, pendiente de la ruta, entre otras, que son en las que se pierde mayor energía o eficiencia energética, indica la investigación, también desarrollada por los académicos Felipe Feijoo, Raúl Pezoa y Mauricio Varas.

Según Basso, "a diferencia de otras investigaciones, nosotros evaluamos consumo energético bus por bus, estimando la cantidad de personas que un día en particular estuvieron en cada uno de los vehículos y tomando en consideración el modo de conducir de los choferes de la red, de modo de poder cuantificar cómo estos distintos modos de conducir y distintas situaciones geográficas tienen un impacto en el consumo energético".

Estudio cuantifica el impacto de la electromovilidad en 7.400 autobuses

Anteriormente conocido como Transantiago, RED, el sistema de transporte público de Santiago de Chile, cuenta con alrededor de 7.400 autobuses al 2023, de los cuales aproximadamente el 21% son eléctricos.

El número significativo de autobuses eléctricos que operan en RED se alinea con los estándares locales e internacionales políticas sostenibles. En particular, esto está en línea con los objetivos establecidos en las últimas Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) de Chile y con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible del Naciones Unidas, indica el documento.

Además, Basso resalta la importancia de considerar variables con alta granularidad y de implementar modelos de apren-

dizaje automático sofisticados para una evaluación más precisa del consumo de energía.

"Lo anterior difiere de esfuerzos previos que se concentraron principalmente en estimaciones basadas en experimentos en condiciones controladas", añade Basso.

En el esfuerzo por combatir el cambio climático, nuevas fuentes de energía y mejoras en el diseño de vehículos, además de la tecnología de la información, son necesarios para reducir las emisiones de carbono relacionadas con el transporte, establece la investigación. El papel de los autobuses eléctricos en el transporte público es importante para tomar medidas, para reducir el cambio climático, agrega.

En particular, los autobuses eléctricos pueden reducir consumo de energía y emisiones de dióxido de carbono, disminuyendo la emisión de contaminantes que dañan

el medioambiente y la vida de las personas salud.

Este estudio es pionero pues, además de estimar el consumo energético para toda la flota, señala los recorridos donde existe un mayor beneficio potencial para nuevas renovaciones de buses. "Dentro de los principales hallazgos se detectó que los servicios que van de oriente a poniente (y viceversa) son los que tienen mayor potencial de reducción en el consumo energético, probablemente debido a la pendiente", establece el académico.

Este tipo de investigaciones representan un paso significativo hacia la implementación de políticas de transporte más ecológicas y destacan el compromiso de Santiago con la innovación y el desarrollo sostenible en el ámbito del transporte público. Se espera que estos esfuerzos sirvan de ejemplo para otras ciudades que buscan adoptar prácticas más sostenibles y reducir su huella de carbono en el sector del transporte. Además del ISCI y la PUCV, participaron del proyecto de investigación la Universidad Diego Portales y la Universidad del Desarrollo.

Cerrar brechas

El estudio concluye que los sistemas de transporte público en el mundo han pasado por una transición hacia la electromovilidad en los últimos años, incorporando más vehículos eléctricos a sus flotas. Motivado por lo anterior, el número de obras que buscan estimar el consumo de energía de los autobuses ha aumentado considerablemente en los últimos años.

Sin embargo, y a hasta donde sabemos, la mayoría de estos esfuerzos basan sus estimaciones en mediciones recopiladas de experimentos en condiciones controladas –y por lo tanto pueden no reflejar las condiciones reales de operación–, o realizar el análisis para un subconjunto limitado de la flota del sistema.

Este estudio busca cerrar esta brecha, estimando el consumo energético de todos los buses del sistema de transporte público de Santiago, utilizando datos reales y desagregados de la red. Los resultados permiten analizar el consumo real de energía de los autobuses eléctricos y abrir las puertas al diseño, planificación y operación de acciones o políticas que buscan reducir el consumo energético desde una visión holística de la red.

Para lo anterior, se utilizaron dos fuentes de datos del sistema de autobuses de transporte público, por un lado, estimar la energía y consumo de autobuses eléctricos, y por otro, identificar aspectos relevantes variables. La primera base corresponde a la información GPS de todos los buses que operan en el sistema, el cual es proporcionado por el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM). La segunda base, en cambio, corresponde a la información de un subconjunto de autobuses, el cual es proporcionado por una empresa de sensorización. ●