



1^{ER} INFORME DE ELECTROMOVILIDAD

SANTIAGO DE CHILE 2024

NUESTRO COMPROMISO HACIA LA **CARBONO NEUTRALIDAD**



Avanzamos
contigo

Informe producido y editado por el Directorio de Transporte Público Metropolitano – DTPM,
Subsecretaría de Transportes, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile

Dirección: Agustinas N° 1382, Santiago, RM
T: +56 2 2421 3000
Web: <https://www.dtpm.gob.cl/>

Con el apoyo del Centro de Movilidad Sostenible. <https://cmsostenible.org/>

Abril 2025
Santiago, Chile.

Contenidos



Carta de autoridades **Pag. 8**



Nuestro compromiso hacia la carbono neutralidad **Pag. 14**



Cómo Chile transformó su transporte público: claves legales y financieras para la era de la electromovilidad **Pag. 20**



El Sistema de Transportes de Santiago en cifras 2024 **Pag. 28**



Ruta hacia la carbono neutralidad **Pag. 32**



Electromovilidad en acción: avances y resultados **Pag. 38**

- A. Evolución de la flota al Estándar RED
- B. Electroterminales: infraestructura verde y resiliente al cambio climático
- C. El rol del capital humano en la implementación de la electromovilidad
- D. Emisiones, consumo de energía y calidad del aire
- E. Ruido
- F. Evaluación integral de la electromovilidad en el Sistema RED
- G. Economía Circular
- H. Consumo responsable del agua
- I. Seguridad Vial: reduciendo los excesos de velocidad
- J. Iniciativas que promueven el uso de transporte público
- K. Efectos en la percepción de nuestros grupos de interés
- L. Nota de satisfacción de los usuario
- M. Compartiendo nuestra experiencia



Bibliografía **Pag. 82**



Glosario de Términos **Pag. 86**

Índice de Tablas

Tabla 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible contenidos en este informe	Pag. 19
Tabla 2: Emisiones Referenciales Sistema de Transporte del Gran Santiago 2023	Pag. 50
Tabla 3: Seguimiento de las Emisiones Anuales de los Buses RED de Movilidad	Pag. 52
Tabla 4: Consumo de combustibles por fuente del Sistema Red Movilidad	Pag. 52
Tabla 5: Comparativo entre los límites de emisión de ruido y niveles promedio de emisión de buses nuevos eléctricos y diésel Euro VI certificados.	Pag. 53
Tabla 6: Promedio Nivel de emisión de ruido Leq [dB(A)] al interior de buses agrupados según la similitud entre modelos y antigüedad, medidos en distintas condiciones diferencias y energía sonora (%)	Pag. 55
Tabla 7: Niveles de ruido en decibeles (dBA) en Estaciones de Monitoreo de Ruido y distribución de expediciones de buses por tecnología.	Pag. 59
Tabla 8: Valores de referencia de renovación de flota según tipo de bus	Pag. 62
Tabla 9: Valores de referencia para mantenimiento completo de buses por cada tipo.	Pag. 62
Tabla 10: Campañas informativas del DTPM (2022-2024)	Pag. 73
Tabla 11: Proporción de encuestados que están de acuerdo con los beneficios de la electromovilidad	Pag. 76
Tabla 12: Delegaciones que visitan el Sistema RED.	Pag. 79
Tabla 13: Alianzas estratégicas.	Pag. 80

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Evolución Tecnológica de la Flota 2015 - 2025	Pag. 41
Gráfico 2: Cantidad de buses eléctricos por ciudad (2025)	Pag. 42
Gráfico 3: Porcentaje de buses eléctricos por ciudad (2025)	Pag. 42
Gráfico 4: Flota con elementos de accesibilidad universal (2013 - 2024)	Pag. 44
Gráfico 5: Emisiones atmosféricas 2018-2023 (Ton/año)	Pag. 51
Gráfico 6: Nivel de emisión de ruido Leq [dB(A)] promedio registradas al interior de buses diésel y eléctrico y su reducción de energía sonora en porcentaje (%) en los distintos tipos de mediciones	Pag. 54
Gráfico 7: Emisiones de CO ₂ eq en cada escenario evaluado	Pag. 61.
Gráfico 8: CAPEX por cada escenario evaluado	Pag. 63
Gráfico 9: OPEX por cada escenario evaluado	Pag. 63
Gráfico 10: Evolución del % de expediciones con exceso de velocidad (2022-2024)	Pag. 67
Gráfico 11: Resultados de la evaluación del Sistema y los recorridos (2013-2024)	Pag. 77

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Infraestructura de carga y flota eléctrica por comuna, 2024	Pag 45.
Ilustración 2: Top 30 Marcas Ciudadanas Aporte Social año 2024, CADEM	Pag 78

1. Carta de autoridades



Cartas de autoridades



JUAN CARLOS MUÑOZ ABOGABIR
Ministro de Transportes y Telecomunicaciones

Chile ha asumido un compromiso firme con la carbono neutralidad al año 2050, entendiendo que el cambio climático no solo es un desafío ambiental, sino también la única ruta posible en lo social y económico. Sabemos que sus efectos impactan de forma desigual, afectando con mayor intensidad a los grupos más vulnerables, especialmente a las mujeres y niñas. Es por eso, que desde el sector transporte, estamos impulsando una transformación profunda que pone a las personas en el centro.

Latinoamérica es una de las regiones donde el sector transporte tiene una mayor relevancia en el impacto climático, representando el 40% del total. En Chile, el sector transporte concentra un tercio del desafío de mitigación climática. Transformar el transporte público no es solo un asunto de sustentabilidad; es también un imperativo de equidad, salud, justicia territorial, una extraordinaria oportunidad para mejorar el nivel de servicio ofrecido a los usuarios, y un espacio a la mano para promover el desarrollo e innovación.

El camino iniciado por Chile hacia la electromovilidad de sus buses contenido en este informe es una realidad concreta. Los primeros buses eléctricos que llegaron en 2017 mostraron su atractivo y efectividad. Esos buses permitieron vislumbrar que estábamos frente a un elemento capaz de generar un salto discreto de la calidad del servicio y volverse un distintivo de la ciudad. Así, sucesivos esfuerzos han permitido que actualmente un 38% de nuestra flota sea eléctrica, y esperamos que al finalizar el 2025 esa cifra alcance el 68%, gracias a la implementación de nuestra licitación 100% eléctrica que lanzamos en 2023 y que fue adjudicada el 2024. Así, Santiago ha adelantado en más de una década

“Así, sucesivos esfuerzos han permitido que actualmente un 38% de nuestra flota sea eléctrica, y esperamos que al finalizar el 2025 esa cifra alcance el 68%, gracias a la implementación de nuestra licitación 100% eléctrica que lanzamos en 2023 y que fue adjudicada el 2024.”

unas de las metas más relevantes de la Estrategia Climática de Largo Plazo: que, a partir de 2035, toda nueva adición del transporte público deberá ser cero emisiones. En el transporte público de Santiago, lo haremos realidad desde ya. También, nos acerca a la meta de que al 2040 todo bus operando sea eléctrico.

Pero esta transformación no solo exige incorporar nuevos buses. Requiere además de una amplia y distribuida infraestructura de carga, habilitando 28 electroterminales que disponibilizan 89 mil KW de potencia para cargar todos estos buses. Este esfuerzo ha exigido una coordinación interinstitucional y de ámbito público privada inédita. Y esta red de terminales ha sido un gran regalo para la ciudad, pues conviven de mejor forma con sus barrios en comparación con los terminales tradicionales de diésel ya que se emiten menos contaminación y ruido y se han convertido en una atractiva fuente de trabajos para mujeres que ven en ellos la oportunidad para acceder a un trabajo formal y de calidad cerca de sus domicilios. Con orgullo informamos que un 10% de los conductores del sistema son hoy mujeres.

Hoy podemos decir que el sistema Red Movilidad ha dado pasos históricos en múltiples dimensiones. Y lo más importante: con resultados. Entre 2018 y 2023, redujimos en un 28% las emisiones de CO₂ y se estima que la reducción del ruido en ejes de alto flujo de buses como la Alameda alcanzó a un 44% en horarios punta gracias a la electromovilidad.

Así, entendemos a nuestros buses como la punta de lanza en un profundo y necesario cambio cultural que exige desprendernos de los motores a combustión interna. Los buses se complementan con nuestros trenes y han dado paso a la trandormación de la red de taxis colectivos y camiones de reparto. Y se están sumando taxis, triciclos, motocicletas, y progresiva pero aún incipientemente los automóviles livianos. Vislumbramos que pronto se sumarán los buses interurbanos y camiones long haul. Esperamos cerrar el proceso de transformación

electrificando toda la red ferroviaria, abordando los barcos con el amoniaco verde o el metanol verde, y finalmente los aviones con los Sustainable Aviation Fuels. Volviendo a los buses, la electromovilidad no solo ha transformado tecnológicamente al transporte público, también ha impactado directamente la experiencia cotidiana de millones de personas. El personal de conducción declara condiciones de conducción más confortables y seguras; las personas usuarias valoran una serie de atributos que los nuevos buses traen como el aire acondicionado, wifi o cargadores USB; y los vecinos y vecinas de Santiago reconocen en esta transformación una señal concreta de modernidad e innovación para sus barrios. Y así, en un par de décadas los buses han dado un salto enorme, convirtiéndose en un atributo muy positivo de Santiago. Uno que, junto a nuestras seis líneas de Metro, tren suburbano y a un creciente número de taxis colectivos eléctricos, le permite posicionarse con orgullo en rankings que la distinguen internacionalmente. Este año Chile preside el International Transport Forum que reúne a los Ministros de Transporte de 69 países en torno a la OECD. En su reunión anual en mayo en Leipzig Alemania, estos logros serán especialmente destacados y visibles.

Por primera vez, a través de este informe, cuantificamos los beneficios sociales, ambientales y económicos de esta transición. Red Movilidad no solo es un referente mundial en electromovilidad, también se ha transformado en un impulso para avanzar en sostenibilidad y equidad territorial.

Agradezco profundamente el trabajo de todas las instituciones y sectores de la sociedad que han hecho posible este avance. Este es un esfuerzo colectivo que seguirá creciendo y que ya empieza a expandirse hacia otras regiones del país, con el objetivo de mejorar nuestra calidad de vida y continuar posicionando a Chile como un referente en electromovilidad a nivel mundial.

Cartas de autoridades



PAOLA TAPIA SALAS

Directora de Transporte Público Metropolitano

Este primer informe de electromovilidad en el Sistema de Transporte Público Metropolitano, Red Movilidad, da cuenta de los esfuerzos y logros por relevar la sostenibilidad ambiental como uno de los pilares estratégicos de este Ministerio, reconociendo que el sector transporte es el segundo mayor emisor a nivel global, y en Chile representa cerca de un cuarto del total de emisiones de efecto invernadero, volviéndolo un sector clave para lograr la carbono neutralidad.

El cambio climático es el mayor desafío de esta generación, y requiere esfuerzos multisectoriales para cumplir con los Acuerdos de París para evitar el aumento de temperatura por sobre 1,5° C y adaptar nuestras economías y sociedades para volverse más resilientes frente a los fenómenos climáticos que son cada vez más recurrentes.

Chile se ha posicionado como un país líder en la acción climática, siendo uno de los primeros países en publicar y luego actualizar sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), para luego comprometerse a un presupuesto máximo de emisiones de 1.100 millones de toneladas de CO₂ equivalente entre 2020 y 2030, con el objetivo de alcanzar la carbono neutralidad a más tardar en 2050.

Nuestro país ha apostado por la transformación modal del transporte público urbano como una herramienta que acelere nuestro camino hacia la descarbonización. Ya en 2017 se elabora la primera estrategia nacional de electromovilidad, un documento inédito en la región y a nivel global, actualizado nuevamente en 2021, dando paso a una política de Estado consolidada a través de tres gobiernos distintos, esperando que para 2040 el transporte público urbano esté compuesto en un 100% por tecnologías cero emisiones. La transición hacia la electromovilidad en el Sistema de Transporte Público de Santiago se ha vuelto un referente a nivel nacional e internacional, y ha tenido

como objetivo principal mejorar la calidad de vida de todos los habitantes que día a día interactúan con el sistema otorgando un sistema limpio y confiable.

Durante la actual gestión hemos dado pasos cada vez más importantes para fortalecer y acelerar la transición a la electromovilidad del sistema de transporte de Santiago. En 2022 actualizamos la Política Nacional de Energía, incorporando la electromovilidad como un reductor de emisiones locales, y aportando a reducir los niveles de ruido en zonas de alta exposición.

Durante ese año lanzamos las bases de la primera concesión del sistema 100% eléctrica, que entrara en funcionamiento durante este año 2025, y logramos establecer que los buses eléctricos redujeron en un 44% los niveles de ruido en el eje Alameda y 45% en el eje Santa Rosa en horas punta comparado con 2019, mejorando la calidad de vida de los vecinos de Santiago.

En esa misma línea, hoy sabemos que solo 3.3% de las emisiones del transporte en Santiago provienen de Red Movilidad, con los automóviles particulares representando cerca del 90%. Además, de forma coincidente con el ingreso de la electromovilidad, hemos observado un 80% de reducción del material particulado en la capital en los últimos 10 años. Estos resultados son respaldados por la ciudadanía y el personal de Red Movilidad. Hoy, un 65% de los y las conductoras perciben menos fatiga en comparación con buses diésel, un 79% de las personas usuarias opinan que los buses eléctricos mejoran la imagen de Santiago, un 84% cree que es

un sistema del cual sentirse orgullosos, y un 89% de los vecinos de electroterminales y ejes importantes de tránsito de buses eléctricos creen que han traído una sensación de innovación y modernidad a sus barrios.

Este informe es fruto de la responsabilidad que tenemos de entregar los datos y hacer pública la información a la industria, la ciudadanía y la academia, ya que es un esfuerzo colaborativo el que nos ha permitido avanzar hasta este punto, incluyendo miradas de los efectos positivos de la electromovilidad desde lo económico, lo social, y lo medioambiental. Los invitamos a revisar este informe para conocer en detalle el avance de la electromovilidad y la sostenibilidad ambiental como ejes principales de esta gestión, y abrir las puertas a seguir colaborando en la expansión y fortalecimiento de una Red Movilidad que promueva una mejor relación con nuestro planeta y medio ambiente.

Un abrazo.

“Nuestro país ha apostado por la transformación modal del transporte público urbano como una herramienta que acelere nuestro camino hacia la descarbonización.”



2. Nuestro compromiso hacia la carbono neutralidad

II. Nuestro compromiso hacia la carbono neutralidad

A. Chile y su liderazgo en la acción climática

Chile ha asumido un rol destacado en la acción climática, posicionándose como líder regional y global. Este compromiso se refleja en la implementación de diversas políticas públicas y la presentación de ambiciosas Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés). En 2015, tras ratificar el Acuerdo de París, el país presentó su primera NDC, con la meta de reducir en un 30% la intensidad de emisiones por unidad del Producto Interno Bruto (PIB) para 2023, con respecto a 2007. Posteriormente, en 2020, Chile en su rol de Presidencia de la COP25 de la Convención Marco para el Cambio Climático (UNFCCC) reforzó su compromiso fijando un presupuesto máximo de emisiones de 1.100 millones de toneladas de CO₂ equivalente entre 2020 y 2030, con un peak de emisiones en 2025 y el objetivo de alcanzar la carbono neutralidad en 2050.

Para dar cumplimiento a estas metas se elaboró la Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile [1] un instrumento que define lineamientos generales y medidas que se implementarán de manera transversal e integrada. Este documento establece que, **al 2035 la totalidad de las nuevas incorporaciones al transporte público urbano serán cero emisiones y, al 2040, los sistemas de transporte público urbano estarán basados 100% en tecnologías cero emisiones en todas las regiones del país.**

El avance hacia estos objetivos ha sido posible gracias a diversos instrumentos de política pública que definen que los esfuerzos de mitigación en el sector transportes deberán orientarse al fomento de la electromovilidad en el transporte público y a la promoción del cambio modal, como estrategias para alcanzar la movilidad sostenible.

Este esfuerzo se ha consolidado como una política de Estado, liderada por los Ministerios de Energía, Medio Ambiente y Transportes y Telecomunicaciones de distintas administraciones, con iniciativas clave como: la Política Energética 2050 [2] y su actualización en 2022 [3], la primera Estrategia Nacional de Electromovilidad [4] y su actualización en 2021 [5], la Ley de Eficiencia Energética [6], la Ley de Almacenamiento y Electromovilidad [7] y la Hoja de Ruta para el Avance de la Electromovilidad en Chile [8] que establece acciones concretas al 2026. Asimismo, las políticas y planes lideradas por nuestro Ministerio como la Política de Movilidad Sostenible [9] y el Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del sector transporte [10].

B. Subsidio al transporte público

El compromiso del Estado con la acción climática se alinea con los esfuerzos por mitigar las externalidades del transporte privado, a través de la consolidación de un sistema de transporte público asequible, eficiente y moderno. Esta meta tiene efectos sociales y económicos directos en la ciudad, facilitando la movilidad para todos sus habitantes mediante acciones para reducir la contaminación, la congestión, el ruido y la siniestralidad vial.

Para lo anterior, fue fundamental la decisión de crear, en el año 2009, un subsidio nacional al transporte público con la promulgación de la Ley N°20.378. Esta medida permitió un cambio estructural en el modelo de negocios del Sistema, asegurando el financiamiento de largo plazo y garantizando una inversión social permanente que permite no solo mantener la operación, sino que también la adquisición de capital como buses, terminales, parte de la infraestructura de metro y tecnología.

Complementario a esto, se definió una estructura tarifaria para las personas usuarias, la cual es regulada a través de un Panel de Expertos que tienen como función revisarla periódicamente con el objetivo de mantener el equilibrio financiero del sistema y de mantener su valor real.

El aporte público a través de subsidio fue indispensable para la rápida incorporación de la electromovilidad de manera eficiente. Este permitió coordinar los distintos actores del Sistema de transporte público (operadores, fabricantes, financistas y proveedores de infraestructura) y adaptar de manera eficaz el mecanismo de adquisición de buses, reduciendo los riesgos financieros y operacionales para todos los participantes. La transformación de los buses en activos del Sistema a través de la figura de los bienes afectos a la concesión y otros múltiples cambios a describir en el siguiente capítulo, dieron paso a esta nueva etapa del transporte público, no solo generando un mejor servicio, sino que con responsabilidad fiscal y usando los recursos públicos eficientemente.



¹ Producto Interno Bruto

C. La sostenibilidad como eje del DTPM

En el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) asumimos un firme compromiso con la sostenibilidad ambiental y la lucha contra el cambio climático, alineándonos con las metas definidas por Chile y la comunidad internacional.

Además, estamos comprometidos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, contribuyendo a diversas metas relacionadas con la acción climática, la innovación en infraestructura sostenible y la promoción de ciudades más inclusivas y resilientes.

Además, estamos comprometidos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, contribuyendo a diversas metas relacionadas con la acción climática, la innovación en infraestructura sostenible y la promoción de ciudades más inclusivas y resilientes.

El Sistema Red Movilidad de la ciudad de Santiago apunta a alcanzar un porcentaje significativo de electrificación en la flota de buses hacia el 2035, fomentando la incorporación de infraestructura sostenible y garantizando estándares de calidad que respalden un servicio confiable y eficiente. Este compromiso refleja nuestra visión y misión institucional, establecidas en la planificación estratégica 2025 a saber:

Visión:
“Ser un Sistema de Transporte Público altamente valorado por las personas, impulsado por el compromiso de nuestro equipo, siendo un referente a nivel nacional e internacional, de calidad, eficiencia, seguridad, confiabilidad, equidad y sostenibilidad en la movilidad, siempre al servicio de los usuarios y usuarias.”

Misión:
“Promover una movilidad sustentable, segura, accesible e inclusiva, brindando un Sistema de Transporte Público de excelencia, que mejore la calidad de vida de las personas y contribuya al desarrollo sostenible y equitativo de la sociedad.”

La gestión ambiental del DTPM tiene como objetivo principal contribuir activamente a la construcción de una ciudad más sostenible y resiliente, promoviendo el transporte público como motor de cambio. En respuesta a estos desafíos globales y a la crisis climática, en 2024 el DTPM creó la Coordinación de Estrategia Operacional y Sostenibilidad, dentro de la Gerencia de Operaciones y Mantenimiento. Su propósito principal es desarrollar estrategias que promuevan la eficiencia y la sostenibilidad del Sistema de Transporte

Público Metropolitano, además de evidenciar y dar seguimiento a los impactos de la electromovilidad en los diversos ámbitos de la sostenibilidad.

En esta línea, hemos implementado soluciones innovadoras que priorizan la movilidad sostenible, mejoran los estándares de confort y tecnología de los vehículos, y fomentan el cambio modal hacia un Sistema integrado que incluye buses, metro, trenes de cercanía y el uso de medios de movilidad activa como bicicletas y caminatas.

Estas estrategias no solo reducen emisiones, sino que también generan beneficios significativos en las dimensiones social y económica, mejorando la calidad del aire, reduciendo el ruido y promoviendo una mayor equidad en el acceso a la movilidad, aspectos que comienzan a ser valorados por los diferentes grupos de interés del Sistema Red Movilidad.

D. Acerca de este informe

A lo largo de este documento presentamos los indicadores clave que reflejan el impacto y los resultados obtenidos gracias a la implementación de la electromovilidad en el transporte público de Santiago, así como los distintos hitos y claves que marcaron el proceso y que han permitido tener la flota más grande de buses eléctricos después de las ciudades chinas. Este documento, que incluye datos de los años 2023 y 2024 junto con información histórica, evidencia cómo las medidas adoptadas contribuyen de manera tangible a un futuro más limpio, equitativo y próspero para los habitantes de Santiago, y como estos resultados se alinean a los ODS, convirtiéndose en un referente para otros sistemas de transportes en el mundo.



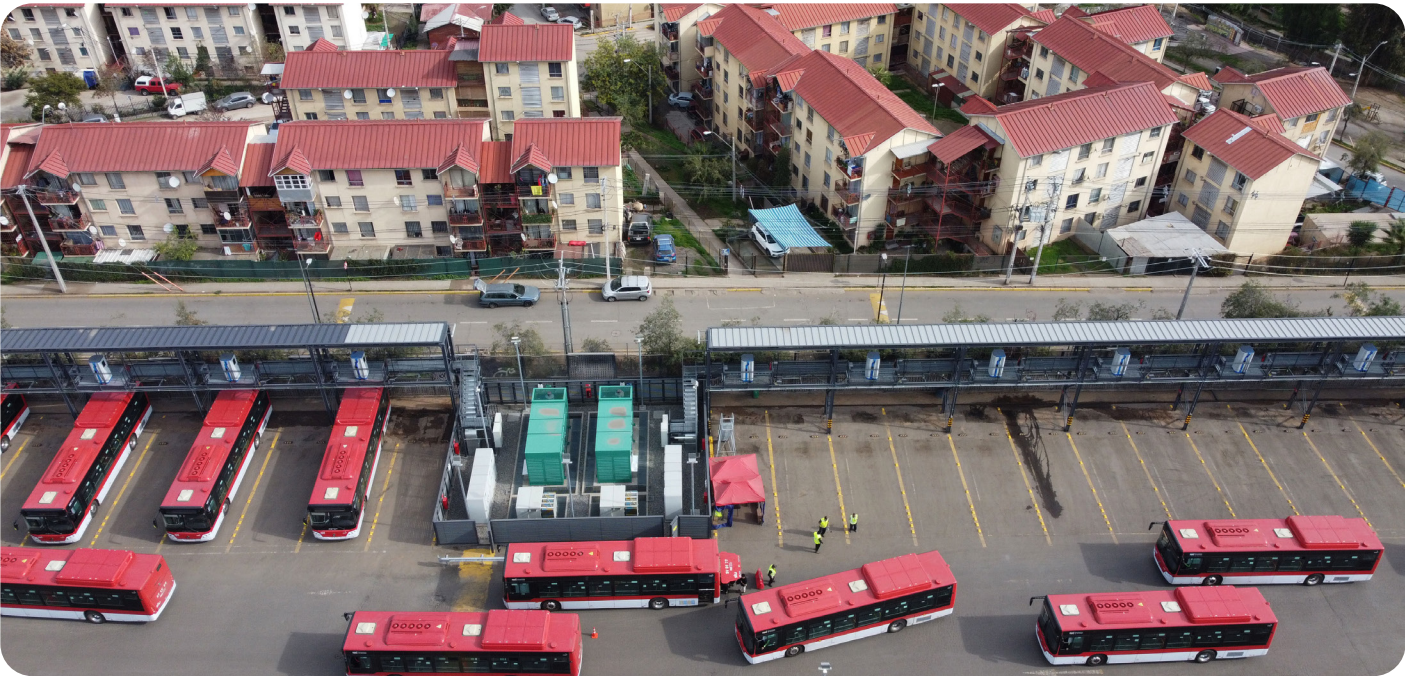
Tabla 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible contenidos en este informe

ODS	Contenidos en este informe
	D. Emisiones, consumo de energía y calidad del aire. / 1. Emisiones locales y globales E. Ruido F. Evaluación integral de la electromovilidad en el Sistema RED I. Seguridad Vial: reduciendo los excesos de velocidad
	C. El rol del capital humano en la implementación de la electromovilidad
	B. Electroterminales: infraestructura verde y resiliente al cambio climático. D. Emisiones, consumo de energía y calidad del aire / 2. Consumo de energía
	C. El rol del capital humano en la implementación de la electromovilidad F. Evaluación integral de la electromovilidad en el Sistema RED
	A. Evolución de la flota al Estándar RED B. Electroterminales: infraestructura verde y resiliente al cambio climático.
	A. Evolución de la flota al Estándar RED J. Iniciativas que promueven el uso de transporte público
	G. Economía Circular H. Consumo responsable del agua
	D. Emisiones, consumo de energía y calidad del aire. / 1. Emisiones locales y globales F. Evaluación integral de la electromovilidad en el Sistema RED J. Iniciativas que promueven el uso de transporte público

An aerial photograph of a city street with several cars and a red bus. A large green geometric shape, resembling a stylized leaf or a speech bubble, is overlaid on the left side of the image. Inside this shape, there is white text. The background image shows a multi-lane road with various vehicles, including a white car, a silver car, a red car, a black car, and a red bus. There are also some trees and a sidewalk visible. The overall image has a modern, tech-oriented feel, with a network-like pattern of white lines overlaid on the bottom right corner.

3. Cómo Chile transformó su transporte público: Claves legales y financieras para la era de la electromovilidad

III. Cómo Chile transformó su transporte público: Claves legales y financieras para la era de la electromovilidad



El modelo que permitió la incorporación masiva de buses eléctricos en Chile ha evolucionado significativamente desde sus inicios, transformando un Sistema caracterizado por baja competitividad en un referente de movilidad sostenible a nivel global. Este proceso ha implicado una serie de cambios legales, financieros y operativos que han logrado reducir barreras de entrada para nuevos actores, promover la competitividad, mitigar riesgos financieros y optimizar el uso de los recursos públicos.

En sus primeros años, el Sistema de Transporte Público Metropolitano enfrentaba grandes desafíos, especialmente en términos de inversión y concentración de mercado. Los altos costos asociados a la infraestructura de terminales y la adquisición de buses limitaban la participación de nuevos actores, lo que resultaba en un mercado concentrado en unos pocos operadores dueños del capital necesario o con una alta capacidad de inversión. La falta de competitividad favorecía a los actores establecidos, dificultando la introducción de mejoras e innovaciones operativas requeridas en todo sistema de transporte público masivo.

Con el objetivo de generar un ecosistema más atractivo, se implementaron una serie de políticas que buscaban fomentar la participación de nuevos actores del mercado de transporte y financiero. Una de las principales iniciativas desarrolladas fue la de asegurar la estabilidad operacional y financiera del Sistema mediante la creación del subsidio nacional al transporte público y el robustecimiento del marco legal vigente, otorgándole mayores facultades al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile (en adelante Ministerio o MTT). A partir de esto, se diseñaron licitaciones competitivas y se implementaron innovaciones contractuales que buscan reducir los riesgos financieros de los agentes y asegurar la continuidad operacional del Sistema.

• Claves legales

La Ley N° 20.378 [11], publicada en 2009, crea un subsidio nacional al transporte público remunerado de pasajeros, asegurando el financiamiento permanente y de largo plazo para la operación del Sistema. Esto ha resultado fundamental para la incorporación de la flota eléctrica, al posibilitar la creación de un modelo de negocios atractivo que ha logrado atraer a la

industria y generar los incentivos adecuados para lograr participación y competencia. La presencia del subsidio ha decantado en que el sistema de transporte público de Santiago se ha convertido en un ecosistema atrayente para la inversión, tanto extranjera como nacional, y una puerta de entrada al mercado latinoamericano.

Las principales disposiciones de la ley incluyen un subsidio reajutable anualmente, dando garantías de estabilidad financiera y disponibilidad de recursos para ejecutar los pagos a los actores que integran el Sistema. Dichos pagos se realizan quincenalmente, o mensualmente según lo estipulado en cada contrato, por la prestación de los respectivos servicios, estando sujeto al control y aprobación previa de la Contraloría General de la República mediante un decreto que autoriza la transferencia de los recursos del subsidio.

La Ley también crea un Panel de Expertos encargado de determinar trimestralmente los ajustes en las tarifas, con el fin de garantizar la sostenibilidad financiera del Sistema en su conjunto. Los ingresos, conformados por las tarifas y el subsidio, son administrados por el Administrador Financiero del Transantiago (AFT), donde los recursos del Sistema conforman un patrimonio autónomo e independiente de los recursos propios de la AFT. Así, el MTT tiene el rol de coordinar e instruir los pagos a las empresas que prestan los servicios de acuerdo con los estándares exigidos.

Otros cuerpos normativos que acompañan este proceso corresponden a la Ley N°18.696 [12], Ley N° 18.059 [13] y Decreto Supremo N°212 [14]. Estas normativas le permiten al Ministerio contar con amplias atribuciones para intervenir y regular el transporte público a nivel nacional. En particular, el artículo 3° de la Ley N° 18.696 faculta al MTT a licitar el uso de vías para servicios de transporte en casos de congestión, deterioro ambiental o riesgos a la seguridad vial, permitiendo entregar en concesión el uso de vías, para la prestación de servicios de transporte público remunerado de pasajeros.

Bajo este marco, se han establecido dos tipos de instrumentos contractuales que el MTT firma con las empresas que prestan los servicios de transportes para el Sistema: i) Contratos de Concesión de Uso de Vías y ii) Condiciones Específicas de Operación. Los primeros, resultantes de la aplicación de licitaciones públicas, mientras que el segundo, en un símil al contrato de concesión y con idénticas obligaciones, son firmados

directamente con las empresas que prestan servicio al Sistema por un plazo determinado, pudiendo ser renovable, mientras se lleva a cabo el diseño de los procesos licitatorios. Estos instrumentos permiten mayor flexibilidad en la contratación de los servicios y dan garantías de continuidad sin afectar la operación del Sistema.

Estos instrumentos contractuales regulan aspectos críticos de los servicios de transportes, como la conformación de la flota de buses, las características técnicas de los vehículos y los niveles de operación y mantenimiento, entre otros elementos claves de calidad de servicio del Sistema.

Desde la implementación de estas herramientas, el MTT ha liderado procesos de renovación de contratos y ha desarrollado licitaciones, introduciendo mejoras significativas en los estándares de calidad de servicio. Estas iniciativas han permitido la incorporación progresiva de buses diésel de bajas emisiones, buses eléctricos y la infraestructura de carga para su operación. La continuidad de estos procesos, concebida como una política de Estado, refuerza el compromiso de Chile con sus objetivos ambientales y climáticos, consolidando un transporte público más sostenible, eficiente y alineado con los desafíos globales en materia de sostenibilidad.

• Claves financieras

La evolución de los instrumentos regulatorios en el sistema de transporte público en Chile ha tenido un rol crucial en la conformación de la flota de buses, en la definición de sus características técnicas y en la adquisición de la infraestructura de carga para habilitar electroterminales. También ha permitido generar un modelo de negocios robusto que reduce barreras de entrada, genera competencia y mitiga riesgos, permitiendo capturar ahorros tanto en operación como en financiamiento. Este se sustenta en la figura del subsidio como garante de la sostenibilidad financiera del sistema y consiste en la separación del capital, como terminales o buses, de la operación, sin descuidar la correcta relación entre los entes expertos como lo son fabricantes y operadores. Adicionalmente, garantiza, a través de mecanismos de administración financiera, el pago íntegro de la flota e infraestructura durante toda su vida útil, independiente de quien la opere. Este modelo ha sido estructurante para las bases de licitación 2023 y 2025 y ha sido incorporado, directa o indirectamente, en todos los contratos o condiciones de operación presentes en el sistema.

En particular, son tres los elementos que se combinan de manera virtuosa el modelo: los **contratos de provisión**, la cuota de flota y los bienes afectos a la concesión. Los Contratos de Provisión son instrumentos que permiten a los operadores de transporte celebrar acuerdos para utilizar y gozar de los bienes necesarios para la prestación del servicio, como buses o infraestructura de carga, siempre y cuando estos sean aprobados por el MTT, asegurando el cumplimiento de los estándares requeridos y que contribuyan a la sostenibilidad y eficiencia del Sistema. A través de ellos y de las figuras que lo componen, se lograron mitigar múltiples riesgos financieros y generar incentivos correctos para promover las inversiones en energías limpias en el Sistema, robusteciendo y perfeccionando las relaciones entre privados como operadores, fabricantes de buses, proveedores de infraestructura de carga y financistas.

Uno de los elementos esenciales que se regulan en los contratos de provisión es la **Cuota de Flota**, que corresponde a la cuota fija de arrendamiento del bus, a través de la cual se paga tanto el capital como la deuda. Esta es transferida directamente a la entidad que financia la inversión a través del Administrador Financiero del Sistema (AFT), para lo cual el concesionario debe mandar, mediante una cesión de los ingresos que recibe por prestar sus servicios de transportes, a realizar el pago directamente al financista del activo. Este mecanismo reduce el riesgo de retraso o incumplimientos en el pago de las cuotas, en comparación a si estas hubiesen sido pagadas directamente por la empresa de transportes. Además, garantiza que el pago no dependa de indicadores de calidad asociados a la operación, proporcionando mayor seguridad y estabilidad financiera.

En este proceso, el MTT se pronuncia sobre las condiciones y requisitos incorporados en dichos contratos, además de exigir que los bienes involucrados sean considerados **Bienes Afectos a la Concesión** conforme al artículo 3º nonies de la Ley N°18.696, modificado en 2015. Esta categorización comprende a todos los bienes muebles e inmuebles indispensables para la operación básica de los servicios en las zonas de concesión del uso de vías. Los bienes afectos están sujetos a una regulación especial que asegura su transferencia inmediata, en caso de contar con vida útil remanente, al nuevo prestador de servicios una vez finalizada la concesión o contrato del operador original. Este mecanismo garantiza la continuidad del

servicio y protege los activos esenciales del sistema, permitiendo su uso y el pago íntegro de sus cuotas hasta el término de su vida útil, independiente de quien los opere. Los bienes deben inscribirse en el Registro de Bienes Afectos, administrado por las Secretarías Regionales Ministeriales, asegurando que todos los bienes necesarios para la prestación del servicio sean debidamente inscritos conforme a las normativas vigentes. La inscripción es un requisito indispensable para que los concesionarios operen los vehículos, infraestructura y demás bienes comprometidos, lo que fortalece la supervisión y el cumplimiento de los estándares del Sistema.

• **Infraestructura de carga y competitividad energética**
Otro elemento clave en la transición hacia la electromovilidad ha sido la colaboración con el sector energético. Los terminales se han convertido en centros de carga eficientes, donde las empresas proveedoras de energía ofrecen contratos de largo plazo con precios competitivos. Esto no solo ha permitido la estabilidad frente a las fluctuaciones del precio del diésel, sino que también la apertura el mercado energético, promoviendo la adopción de vehículos eléctricos como una alternativa viable y sostenible.

Lo anterior se debe a la modernización de la Ley General de Servicios Eléctricos [15] que distinguió dos categorías de consumidores: clientes regulados y clientes libres. Los clientes regulados son aquellos con una potencia conectada igual o inferior a 5 MW, quienes deben adquirir su suministro eléctrico a través de empresas distribuidoras a tarifas fijadas por la autoridad. Por otro lado, los clientes libres son consumidores con una potencia conectada superior a 5 MW, o aquellos entre 500 kW y 5 MW que optan por esta modalidad, permitiéndoles negociar directamente las condiciones de su suministro con generadoras o comercializadoras de energía.

En el sector del transporte público, la figura de cliente libre ha abierto oportunidades para que los operadores optimicen sus costos energéticos y adopten soluciones más sostenibles. Al negociar directamente con generadoras o comercializadoras, los operadores pueden acceder a contratos personalizados con tarifas competitivas y condiciones flexibles, reduciendo significativamente los gastos operativos asociados al suministro eléctrico. Esto es especialmente relevante en el contexto de la electromovilidad, donde los buses

eléctricos dependen de una infraestructura de carga eficiente y accesible, lo que permite a los operadores planificar su consumo de energía en horarios de menor demanda y, así, reducir costos operacionales.

En paralelo, el MTT inicia en 2017 la expropiación de 12 terminales, a través de SERVIU RM y MINVU, facilitando el acceso a infraestructura a los nuevos concesionarios, eliminando barreras de entrada y promoviendo la expansión del sistema. Mientras que Luego, en 2021, se firma una alianza estratégica con Desarrollo País (Fondo de Infraestructura S.A), quien mediante un plan de inversiones adquiere los terminales y los arrienda al MTT, el cual, a su vez, los cede vía comodato a los operadores [16]. Durante el 2025 se iniciará una nueva etapa con la empresa, donde, por primera vez, se encargará de la habilitación de terminales eléctricos, consolidando su rol en la transformación del sistema.

La estrategia busca que la selección de los operadores de transportes se base en parámetros de servicio y eficiencia en costos, sin limitar la tenencia de terminales para participar de las licitaciones del Sistema. Por su parte, Desarrollo País podrá utilizar los terminales de los ejes de transporte para la generación futura de infraestructura urbana relevante, como puntos de interconexión vial para acoplar diferentes sistemas de transportes (interurbanos, metro, rural, etc.). Estos avances han demostrado ser efectivos, logrando beneficios económicos en la adquisición de buses y contratos de infraestructura, además de garantizar la sostenibilidad del modelo.

• **Proceso de licitación 2019**

La creación de contratos de provisión introdujo un esquema innovador: permite identificar independientemente la cuota de flota y su pago se delega al AFT a través de cesiones de ingresos por parte de los operadores para transferirlos a los financistas. Este modelo permite cerrar un ciclo de seguridad financiera, garantizando tanto la continuidad del servicio como el retorno de la inversión. Además, la declaración de buses y terminales como bienes afectos a la concesión ha fortalecido esta estructura, mitigando riesgos financieros y operativos, al garantizar su uso durante toda la vida útil. Pese al proceso de aprendizaje desarrollado por el Ministerio desde el origen del sistema, durante el 2019 se decide modificar la estructura de licitación, creando un nuevo modelo licitatorio.

Es así como en 2019, el MTT introduce un nuevo modelo de licitación que mantiene la tendencia incorporada en procesos previos: provisión de terminales por parte del Estado, producto del proceso de adquisición iniciado en 2017, separación de la operación de los activos estratégicos y reducción del tamaño de las concesiones. Sin embargo, se decidió separar el proceso en dos consecutivos y dependientes, lo que implicó que, en 2020, se licitara el servicio complementario de Suministro de Buses (LP SB N°001/2019) y, luego, en 2021, la Concesión de Uso de Vías (LP CUV N°001/2019). De esta forma, los postulantes a la licitación de uso de vías conforman su oferta de flota eligiendo los vehículos de los suministradores de buses adjudicados en una licitación realizada un año antes, incentivando a que se conforme una flota con el mejor estándar ambiental en emisiones y eficiencia energética con buses eléctricos y diésel Euro VI. Solo una vez adjudicado el proceso de concesión de uso de vías se generan las órdenes de compra para suministradores, bajo las condiciones establecidas y fijadas en el proceso previo, solo por los buses elegidos por concesionarios adjudicados. Cabe destacar que, en cualquier caso, la flota del operador queda establecida por buses nuevos provenientes de la licitación de suministro y por buses con vida útil remanente, adquiridos mediante contratos de provisión anteriormente.

El nuevo modelo estableció plazos más cortos para la concesión a operadores de transportes, con contratos de 5 años, extensibles hasta por 5 años adicionales, siempre que se cumplan los estándares de calidad establecidos. Aquellas las ofertas que incluían más del 50% de buses eléctricos tendrían contratos con una duración de 7 años, prorrogables hasta 7 años más, bajo las mismas condiciones. Adicionalmente, se incrementó el número de operadores y redujo el tamaño de las unidades que agrupan los servicios de transporte asignados a cada uno, lo que permite minimizar los riesgos de continuidad del servicio ante eventuales problemas financieros, laborales u operativos por parte de algún concesionario.

El proceso de licitación de un servicio complementario de suministro de flota incorporó la figura del certificador de flota, cuya función corresponde a la supervisión del mantenimiento y funcionamiento de los vehículos, sin embargo, la competencia lograda en el proceso fue limitada y los beneficios económicos distaron de los esperados. Sus principales limitaciones se vieron en la

24 ¹ Empresa del Estado cuyo propósito es impulsar proyectos de infraestructura de manera ágil, eficiente, con mirada a largo plazo, a través de alianzas público-privadas, que permitan avanzar de manera eficaz en las iniciativas que se emprendan, buscando siempre la forma de ser un aporte para el Chile y sus habitantes. (www.desarrollopais.cl)

incapacidad de mitigar riesgos e incertezas, aumentando costos financieros, en la eliminación de potenciales sinergias entre operador y fabricante, en la incorporación de un recambio de batería que generó sobrecostos a las ofertas, y en los plazos de implementación, debido a que las licitaciones de suministro de buses y de concesión de vías debían realizarse de manera separada y consecutivas, reduciendo el margen para coordinar el traspaso de los servicios al termino de los contratos previos. A pesar de las dificultades, se comprobó la efectividad de los contratos de provisión, algunos vigentes desde 2016, los cuales fueron traspasados sin inconvenientes ni atrasos en pagos. Además, el proceso de implementación se realizó con éxito, en menos de nueve meses, donde entre diciembre de 2022 y mayo de 2023 se incorporaron 1.600 buses nuevos en 153 recorridos y se construyeron 28 electroterminales, superando las expectativas iniciales y demostrando la capacidad de adaptación del Sistema a las nuevas exigencias tecnológicas y operativas.

• **Proceso de licitación 2019**

Los aprendizajes adquiridos han permitido optimizar las siguientes Licitaciones de Concesión de Uso de Vías, específicamente la Licitación N°002/2023 y la próxima licitación 2025, cuyos Contenidos Esenciales ya han sido publicados. En estos concursos se licitan conjuntamente la operación y la flota, exigiendo que el 100% de los vehículos nuevos sean eléctricos, en línea con los compromisos de Chile frente al cambio climático. Estas licitaciones mantienen una vigencia inicial de la concesión de uso de vías de 10 años, la cual puede extenderse a 14 años según los resultados de las instancias de revisión aplicadas durante el contrato, o reducirse a 7 años.

Se puede destacar de este modelo su enfoque en la reducción de incertidumbres comerciales al unificar los procesos de licitación de vías y de flota, lo que optimiza tiempos, ajusta la escala del negocio y fomenta sinergias entre operadores y fabricantes. Este diseño también reduce los períodos de inmovilización de garantías, asegura la participación de fabricantes, facilita la renovación de la flota y establece una cuota de flota independiente, no sujeta a indicadores de servicio de los concesionarios de vías.

Siguiendo el modelo de licitación 2023 y en vista de sus resultados, la licitación de 2025 será un proceso de continuidad donde se mantendrá el modelo de adquisición de buses bajo el esquema de contratos de provisión. Adicionalmente, se mantendrán aspectos como: la certificación de mantenimiento por un tercero independiente garantizando estándares uniformes; la

implementación de un contrato con contenidos mínimos en los acuerdos entre concesionarios y proveedores de buses y garantía de autonomía de las baterías por un período definido. Además, el Sistema financiará las cuotas asociadas a la adquisición o arrendamiento de buses, incluyendo el costo de certificación de mantenimiento y otros elementos que aseguren una vida útil de al menos 10 años. El precio de estas cuotas será un factor clave en la adjudicación de ofertas.

Por su parte, la evaluación de las ofertas considerará aspectos técnicos y económicos esenciales. En el ámbito técnico, se otorga puntaje por la experiencia en transporte de pasajeros (ETP), considerando la cantidad de buses operados y experiencia en transporte público urbano tanto en Chile como en zonas metropolitanas extranjeras. También se evalúa la experiencia de los fabricantes de buses (EFB), especialmente en la producción de buses urbanos y eléctricos. Además, se valora la eficiencia energética de los vehículos ofertados (PEF), factor relevante en la operación de los vehículos eléctricos y el gasto promedio anual en personal (GPP), incentivando propuestas que destinen mayores recursos al personal operativo.

En tanto, la evaluación económica incluirá dos etapas: primero, se determina el valor económico de cada oferta con base en el precio por kilómetro (PK), cantidad de buses, el costo de la flota (CF) y la cuota asociada a infraestructura y terminales. En este esquema, se incorpora un pago por infraestructura de carga (CIC), separando claramente los costos asociados a los vehículos y a la infraestructura de carga, lo que facilita la interacción dinámica entre proveedores de buses y energía. Finalmente, se asigna un puntaje económico relativo, considerando todas las ofertas técnicamente aceptables, garantizando la selección de propuestas eficientes y competitivas.

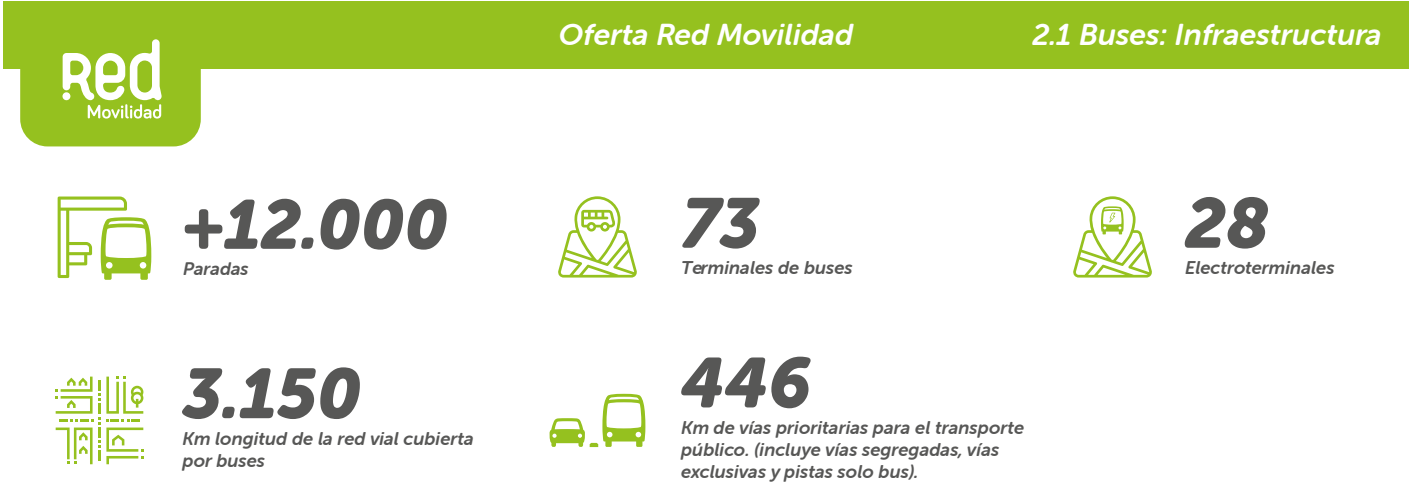
Este modelo, fundamentado en la innovación, la colaboración público-privada y la flexibilidad normativa, demuestra que es posible superar barreras iniciales e implementar soluciones de gran escala con beneficios ambientales y sociales que impactan positivamente en la calidad del servicio ofrecido a las personas usuarias del sistema de transporte público de la ciudad de Santiago. La incorporación de mecanismos que aseguren el buen funcionamiento de los vehículos y consoliden la confianza financiera ha convertido a Chile en un referente para otros países que buscan una transición hacia la movilidad sostenible.





4.El sistema de Transportes de Santiago en cifras 2024

IV. Nuestro Sistema en cifras

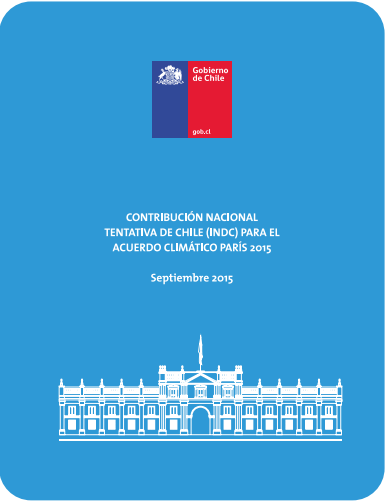
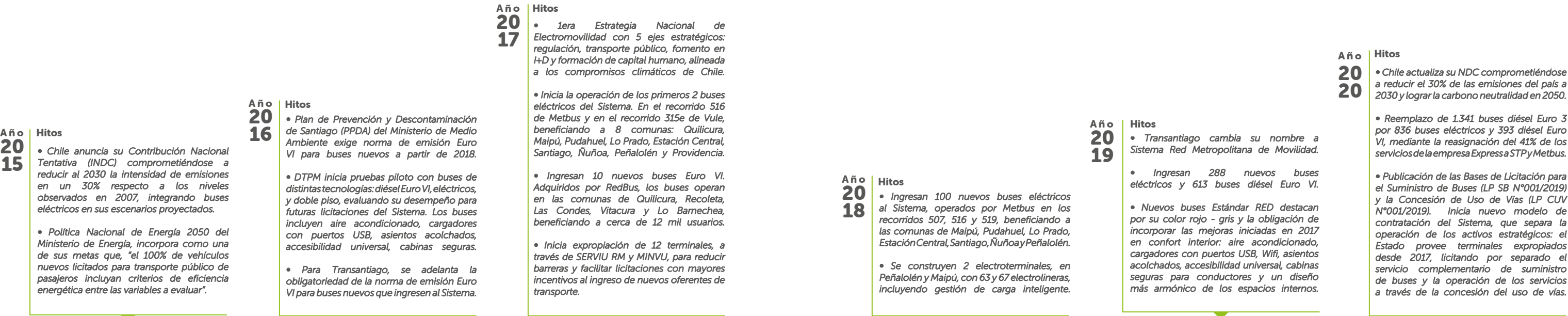


* Para más detalles revisa nuestro Informe de Gestión 2024 en www.dtpm.cl/index.php/documentos/informes-de-gestion

5. Ruta hacia la Carbono neutralidad



V. Ruta hacia la carbono neutralidad



Red
Metropolitana de Movilidad

CONTRIBUCIÓN DETERMINADA
A NIVEL NACIONAL (NDC)
DE CHILE

ACTUALIZACIÓN 2020



Año
20
21

- Hitos**
- Actualización de la Estrategia Nacional de Electromovilidad: para el 2035, el 100% de las nuevas incorporaciones al transporte público urbano serán vehículos cero emisiones, y para el 2040, toda la flota será de tecnología cero emisiones.
 - Alianza estratégica con Fondo de Infraestructura S.A.: Se aprueba plan de inversión ampliando cartera de proyectos para expropiar y potenciar terminales del Sistema RED para futuros procesos de Licitación.
 - Firma de Contratos del Servicio Complementario de Suministro de Buses (LP SB N°001/2019): Las empresas adjudicadas suministrarán 991 buses eléctricos y 646 buses diésel Euro VI con estándar RED entre el 2022-2023 y supervisan las mantenencias realizadas por las empresas operadoras.

Año
20
22

- Hitos**
- Actualización de la Política Nacional de Energía 2050 del Ministerio de Energía: Incorpora la electromovilidad, reconociendo que los vehículos eléctricos contribuyen también a reducir las emisiones de contaminantes locales en zonas de alta exposición y a reducir los niveles de ruido.
 - Firma de Contratos de Concesión de Uso de Vías (LP CUV N°001/2019). Las empresas operadoras de transportes RBU, STU y Metropól se adjudican seis nuevas Unidades de Servicio que abarcan un total de 153 recorridos, 29% del total del Sistema.
 - Campaña “Red avanzamos Contigo” destinada a coordinar e informar a la ciudadanía la implementación gradual de los nuevos buses y servicios de transportes adjudicados, asegurando la continuidad operacional, disponibilidad de flota, infraestructura y el equipamiento a bordo.
 - A fines del 2022 comienza la puesta en marcha de la mayor licitación del Sistema desde sus inicios. Durante el proceso de implementación (CUV N°001/2019) se incorporaron entre diciembre 2022 y mayo 2023 1.636 buses nuevos y alcanzándose un total de 28 electroterminales.

Año
20
23

- Hitos**
- Inicia nuevo servicio especial 520 creado para los Juegos Panamericanos, que opera con los primero 10 buses eléctricos de dos pisos de Latino América.
 - Consulta al mercado: Se realizó un proceso inédito de participación dirigida a los proveedores de buses , mediante la primera Consulta al Mercado dirigida a las empresas fabricantes de cara al desarrollo de los siguientes procesos de licitación y renovación que darían continuidad a la transición de la electromovilidad.
 - Publicación de Bases de Licitación de Concesión de Uso de Vías N°002/2023. Contempla el ingreso de 1.200 buses eléctricos nuevos en 2025 y la construcción de 20 electroterminales en las comunas de La Florida, San Bernardo, Cerrillos y Estación Central. Es la primera licitación 100% eléctrica y se espera que beneficie a 3,5 millones de personas.

- Hoja de Ruta para el avance de la electromovilidad en Chile. Estrategia al 2026 con 5 pilares clave que buscan masificar la electromovilidad en el país: infraestructura de carga, educación y capacitación, seguridad vial, regulación y transporte público y descentralización.
- Reducción del ruido en el Eje Alameda, los buses eléctricos han disminuido los niveles de ruido en un 44% durante las horas punta de la mañana (8-9hrs) y un 40% en la tarde (19-20hrs) en comparación con 2019.
- Sistema RED se extiende por primera vez en 16 años a dos nuevas comunas: Se amplió la cobertura a las comunas de Padre Hurtado y Lampa. Servicios B13 y I35 extienden su trayecto hasta Valle Grande en Lampa y Los Nogales en Padre Hurtado, siendo las primeras dos comunas que se agregan al diseño geográfico original de Red Movilidad.
- Sistema Red llega por primera vez al Aeropuerto. El nuevo servicio 555 conecta Metro Pajaritos con la Intermodal Aeropuerto, donde un bus gratuito del Aeropuerto Nuevo Pudahuel traslada a las terminales. Este servicio utiliza actualmente los buses de dos pisos electricos.

Año
20
24

- Hitos**
- Nuevo servicio al aeropuerto, el servicio 444 conecta desde la Intermodal La Cisterna a la Intermodal Aeropuerto, donde un bus gratuito te traslada a las terminales.
 - Ingresan 214 buses eléctricos nuevos que operan en las comunas de San Bernardo, El Bosque, La Pintana y La Cisterna. Al término del 2024, 2/3 de los buses del Sistema tienen Estándar RED y 1/3 es eléctrico, superando los 2.500 buses eléctricos.
 - Consulta Fabricantes: se reiteró el ejercicio, realizando una segunda consulta al Mercado³. Se realizó un cuestionario con mayor énfasis en aspectos del ecosistema de la electromovilidad como el financiamiento, las baterías y la infraestructura de carga.
 - Proceso de Licitación de Concesión de Uso de Vías N°002/2023 concluyó exitosamente, habiéndose recibido 86 ofertas de 9 empresas, destacando la participación de 3 nuevos actores con capital extranjero con amplia competencia en operación, buses, financiamiento e infraestructura de carga, generando ahorros superiores al 16% en las unidades licitadas y destacando la participación nacional e internacional.

- 56% de confianza en Red Movilidad, el nivel más alto desde 2014, según la encuesta CADEM N°568. Este hito refleja una mejora histórica en la percepción ciudadana hacia el Sistema.
- Publicación de Contenidos Esenciales de la nueva Licitación Concesión de Uso de Vías 2025., que incluye 51 recorridos con una flota de 1.100 nuevos buses eléctricos.
- Reducción de emisiones histórica. En 2023, las emisiones de material particulado fino (PM2.5) alcanzaron 22,5 toneladas anuales y las emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂eq) sumaron 346.102 toneladas anuales. Comparado al 2019, antes de la pandemia, estas cifras representan una reducción significativa: 52,8% menos en PM2.5 y 22,32% menos en CO₂eq. y evaluar su incorporación al sistema.


Año
20
25

- Hitos**
- Implementación contratos de Licitación de Concesión de Uso de Vías N°002/2023. Las empresas operadoras Voy Santiago, Gran Américas y Consorcio Conecta se adjudican cinco nuevas Unidades de servicios.
 - Ingresan 50 nuevos buses eléctricos para el sector norponiente de la ciudad, dando inicio al año marcado por la modernización de la flota. Durante el año ingresarán 1.800 nuevos buses eléctricos.
 - El 68% de la flota del Sistema RED Movilidad será eléctrica. Con 4.406 buses eléctricos.



36 ² Noticia del proceso disponible en: <https://www.dtpm.cl/index.php/homepage/noticias/919-consulta-al-mercado-proveedores-de-buses-2023>

³ Noticia del proceso y webinar disponible en: <https://www.dtpm.cl/index.php/homepage/noticias/1096-consulta-al-mercado-sobre-buses-cero-emisiones-2>

A photograph of two women sitting closely together on a bus, smiling at the camera. The woman on the left has short grey hair and is wearing a white lace top with a purple and black patterned shawl. The woman on the right has dark hair and is wearing a white lace top. In the background, other passengers are visible, including a man with glasses and a woman with glasses. A red emergency window sign is visible on the left side of the bus. The image has a green geometric overlay on the left side and a white geometric overlay on the bottom right corner.

6. Electromovilidad en acción: avances y resultados



VI. Electromovilidad en acción: avances y resultados

A. Evolución de la flota al Estándar RED

➡ 1. Nuevas tecnologías de motor diésel bajo en emisiones, eléctricos y más eficientes

La flota de buses del Sistema de Transporte Público de Santiago ha evolucionado significativamente en la última década. En este proceso, la incorporación de tecnologías avanzadas de motor ha sido clave, destacando la incorporación de buses eléctricos y de bajas emisiones con tecnología diésel Euro VI, una apuesta que refleja el compromiso del Sistema con la sostenibilidad y la modernización del transporte urbano.

Santiago se ha posicionado como un referente en América Latina al avanzar hacia estándares de emisión más exigentes, con el objetivo de mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación local. A través del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA), se han impulsado medidas que han acelerado la introducción de tecnologías más avanzadas de motores diésel. Por medio de esta estrategia, el Sistema adoptó tempranamente buses Euro III con filtro de partículas diésel (DPF) en 2005 y fue pionero en incorporar buses Euro VI en 2016, incluso antes que existiera oferta comercial para nuestro continente.

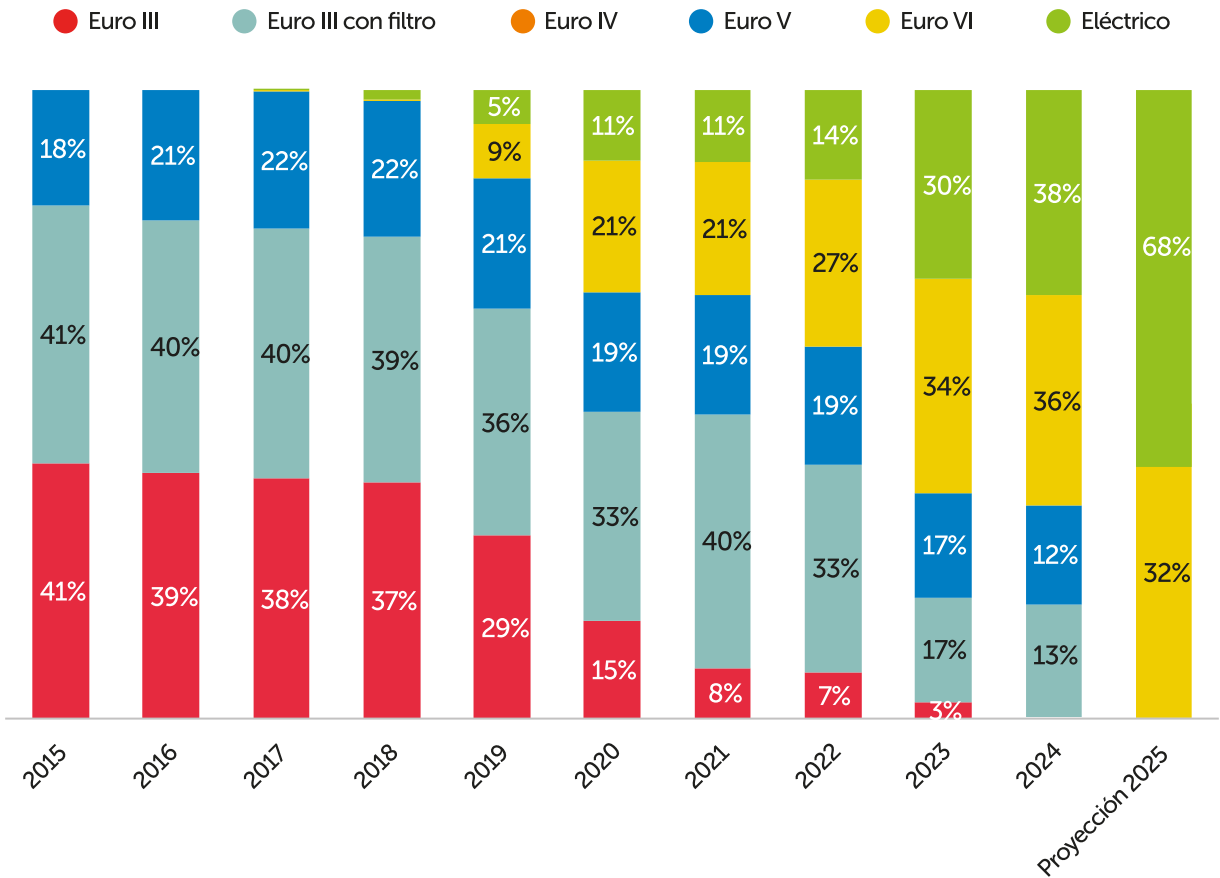
El impacto de estas acciones es evidente. En 2015, el 100% de la flota operaba con diésel bajo en azufre y la mayoría de los buses correspondían a la norma Euro III, con y sin filtro de partículas diésel. Para 2024, la proporción de buses diésel se ha reducido al 62% dando paso a tecnologías más limpias. Un hito clave en la transición hacia la electromovilidad ocurrió en 2017, con la puesta en marcha de los primeros dos buses eléctricos del Sistema y la incorporación de los primeros 10 buses Euro VI, adelantándose a la exigencia normativa.

Estos avances iniciales marcaron el camino para la adopción masiva de tecnologías más limpias y la consolidación de un estándar superior para la flota del Sistema RED (Estándar RED), en un proceso que ha acompañado la evolución del transporte público, reflejada en el cambio de nombre de Transantiago a Red Metropolitana de Movilidad hoy, Red Movilidad.

El nuevo estándar RED establece que los buses incorporados bajo los nuevos contratos de concesión deben cumplir con un estándar ambiental más exigente en cuanto a emisiones contaminantes, tecnologías más limpias y eficiencia energética. Los vehículos deben cumplir con la normativa vigente de emisiones y con el ciclo de emisiones y consumo que garanticen un mínimo de eficiencia, medido en megajoules por kilómetro (MJ/km) bajo el ciclo 'TS-STGO'. Esta eficiencia y el cumplimiento normativo deben ser acreditados en el proceso de homologación del bus ante el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV).

Al cierre de 2024, el Sistema Red Movilidad cuenta con 2.505 buses eléctricos, lo que representa el 38% de la flota total, al terminar el 2025 se espera contar con total de 4.406 buses eléctricos alcanzando el 68% de la flota con este tipo de vehículos. Esta incorporación de flota es respaldada por cerca de 55 electroterminales.

Gráfico 1: Evolución Tecnológica de la Flota 2015 - 2025



Fuente: Elaboración propia DTPM [17]

Este avance consolida a Chile como líder en electromovilidad en la región y posiciona a Santiago de Chile como una de las ciudades con más buses eléctricos a nivel mundial, solo superada por de Beijing y Shenzhen en China.

El reconocimiento a este liderazgo ha sido destacado por el Centro de Movilidad Sostenible (CMS), parte de la alianza ZEBRA (Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator) que promueve la

implementación de autobuses eléctricos en América Latina y el Caribe, fomentando la transparencia de datos y cuantificando las emisiones de CO₂eq evitadas.

En 2025, la plataforma de reporte y georreferenciación de CMS muestra a más de 49.000 autobuses eléctricos en 49 ciudades de 18 países, destacando a Santiago de Chile como la ciudad con más buses eléctricos en Latinoamérica y el Caribe y la tercera en el mundo, después de Beijing y Shenzhen.

Gráfico 2: Cantidad de buses eléctricos por ciudad (2025)

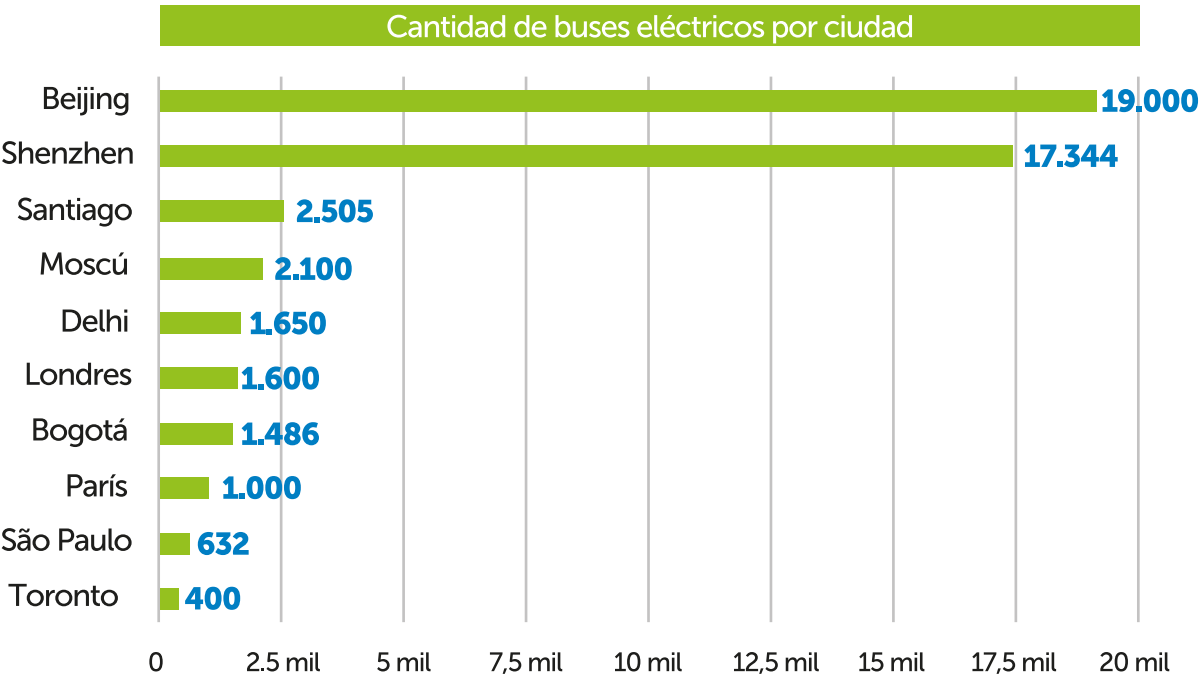
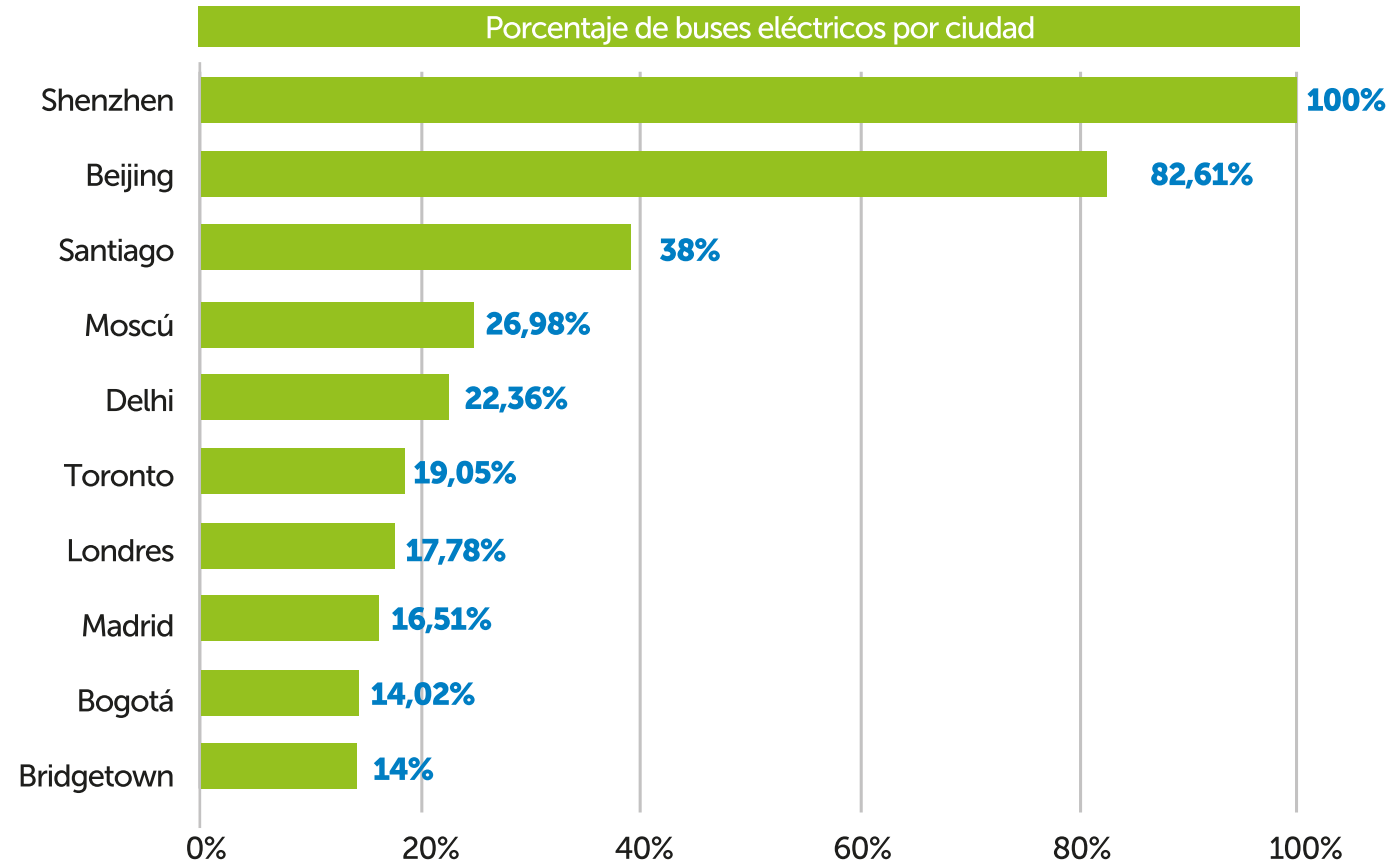


Gráfico 3: Porcentaje de buses eléctricos por ciudad (2025)



Fuente: Centro de Movilidad Sostenible <https://www.cmsostenible.org>

2. Mejoras tecnológicas a bordo y diseño inclusivo

La modernización de la flota del Sistema de Transporte Público de Santiago no solo ha impulsado tecnologías más limpias y eficientes, sino también mejoras significativas en la experiencia de viaje para las personas, la seguridad y la accesibilidad.

Este proceso ha sido acompañado de actualizaciones normativas definidas en el Decreto N° 122[18] que sentaron las bases para la evolución del estándar de los buses. En 2012 y 2017 se realizaron ajustes que consideran la morfología de la población nacional, permitiendo optimizar el confort y la seguridad a bordo, incorporando el rediseño de los asientos, una distribución más eficiente de los pasamanos, la incorporación de cabinas para conductores y otras medidas que han elevado el estándar del Sistema, que han sido especialmente valorados por las mujeres. La normativa de los vehículos antiguos no detallaba aspectos básicos como la inclinación de los asientos, altura de pasamanos y asideros, entre otros, provocando malestar entre personas usuarias, calificando a los buses como incómodos e inseguros.

Dadas estas primeras modificaciones, los nuevos buses eléctricos y Euro VI incorporan innovaciones tecnológicas que hacen del transporte público una alternativa más cómoda, segura y moderna.

Innovaciones tecnológicas para una mejor experiencia de viaje

Conectividad y comodidad: Los nuevos buses de Red Movilidad están equipados con acceso a internet Wi-Fi, puertos de carga USB y tecnología de última generación para mejorar la experiencia de viaje de las personas usuarias. Además, los buses cuentan con sistema de cámaras con transmisión en streaming, permitiendo una supervisión en tiempo real, pantallas informativas, aire acondicionado, asientos ergonómicos, accesibilidad universal proporcionando espacios adecuados, así, garantizando un viaje más confortable y placentero.

• **Mayor seguridad:** La incorporación de la televigilancia permite acceder en tiempo real a las imágenes captadas por las cámaras de 1.600 buses RED, abarcando áreas del interior como del exterior del bus, con altos estándares de calidad de imagen, incluyendo tecnología de visión nocturna. Esta medida busca ofrecer mayor seguridad a conductores y conductoras, personas usuarias, además de contribuir a la prevención de delitos.

• **Sistema de Asistencia al Conductor:** los buses cuentan con la tecnología ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) que ayuda a detectar la presencia de objetos o personas cercanas, mejorando la maniobrabilidad y reduciendo riesgos en la operación.

• **Limitadores de velocidad:** La implementación de limitadores de velocidad en los buses es un avance significativo en materia de seguridad vial y eficiencia operativa. Estos dispositivos permiten controlar la velocidad máxima de los vehículos, reduciendo el riesgo de accidentes por exceso de velocidad y mejorando la seguridad tanto de pasajeros como de peatones. Además, optimiza la eficiencia operativa, disminuyendo el desgaste mecánico y el consumo de energía.

• **Cabinas segregadas para conductores y conductoras:** Con el objetivo de mejorar la seguridad y comodidad del personal de conducción, los buses incluyen cabinas independientes, con mayor confort e integradas de manera armoniosa en el diseño del vehículo.

• **Accesibilidad y diseño inclusivo:** El compromiso con un transporte público inclusivo y equitativo se ha traducido en mejoras concretas para personas con movilidad reducida. Desde sus inicios el Sistema ha establecido exigencias para garantizar accesibilidad, incluyendo buses de piso bajo, rampas de acceso para sillas de ruedas, espacios señalizados al interior del bus, cinturón de seguridad, timbres diferenciados en los asientos preferentes y pasamanos con señalética en braille para identificar los timbres de parada. un sistema más accesible para todas las personas.

Estas medidas responden a levantamientos y estudios realizados a través de focus group y encuentros con distintos grupos de usuarios, cuyos aportes han sido incorporados en los documentos que regulan las características de los nuevos buses que se incorporan al Sistema, así como en el Manual de Normas Gráficas, edición 2024.

Dadas estas mejoras, la proporción de buses con piso bajo y equipamiento inclusivo ha aumentado del 79% en 2013 al 97% en 2024, consolidando un sistema más accesible para todas las personas. El 3% restante corresponde a buses sin estándar

RED de menos de 9 metros, en los que, por su configuración de chasis, no era posible exigir piso bajo. Estos serán reemplazados al término de su vida útil, por buses eléctricos que sí cumplen con este estándar, avanzando hacia un sistema más inclusivo y sustentable.

B. Electroterminales: infraestructura verde y resiliente al cambio climático

1. Electro-terminales

La incorporación masiva de buses eléctricos ha requerido una transformación profunda en la infraestructura de apoyo, dando paso a una red de electroterminales diseñadas para garantizar un suministro eficiente, sostenible y resiliente al cambio climático.

ciudad. Asimismo, en total existen 739 cargadores con una potencia total de 89,8 megavatio (MW), disponiendo en promedio de 1 cargador por cada 3 buses.

Destaca el electroterminal El Conquistador en la comuna de Maipú, el más grande de todos, con una potencia instalada de 8.933 kW y que actualmente, alberga 205 buses eléctricos y 174 diésel.

Actualmente, el Sistema Red cuenta con 73 terminales de buses, de los cuales 28 son electroterminales estratégicamente ubicados en 12 comunas, facilitando la operación de la flota eléctrica en distintas zonas de la

Ilustración 1: Infraestructura de carga y flota eléctrica por comuna, 2024

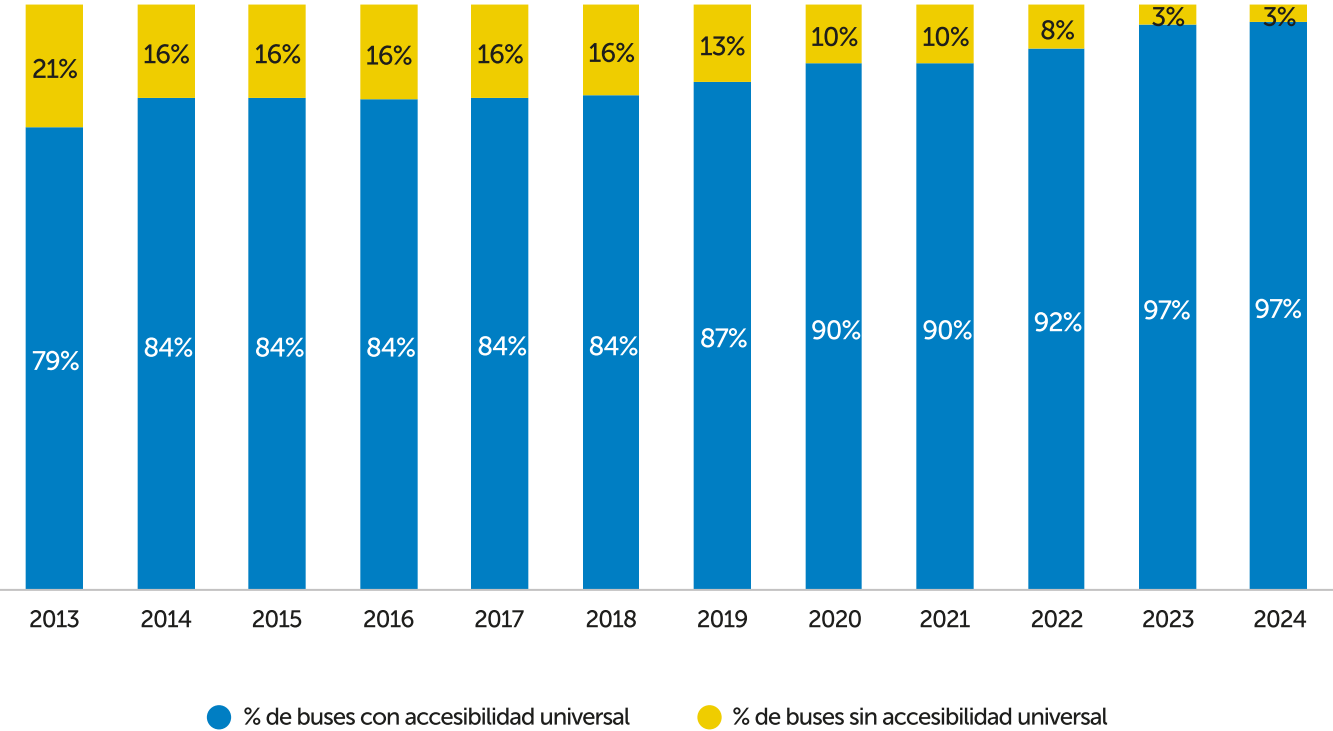


Fuente: Elaboración propia DTPM [16]

Para asegurar la adecuada planificación energética y la estabilidad operativa de los terminales, los nuevos contratos de concesión han incorporado exigencias que obligan a los operadores de transportes a informar la potencia habilitada en cada instalación. Además, los electroterminales cuentan con mecanismos de respaldo

energético que permite asegurar la continuidad del servicio ante posibles interrupciones del suministro de energía eléctrica. Del mismo modo, los concesionarios tienen la obligación de declarar el origen de la energía utilizada, promoviendo el uso de energías renovables y reduciendo aún más la huella de carbono del Sistema.

Gráfico 4: Flota con elementos de accesibilidad universal



Fuente: Elaboración propia DTPM [16]

➡ 2. Gestión de carga

Otro aspecto clave es la gestión inteligente de carga, que permite monitorear el rendimiento de las baterías y optimizar los procesos de carga de los buses según las necesidades operacionales de los servicios de transporte. Este monitoreo continuo no solo mejora la eficiencia energética de la flota, sino que también contribuye a prolongar la vida útil de las baterías, reduciendo costos y reforzando la sostenibilidad del Sistema.

La gestión de carga de los buses eléctricos responde a la dinámica operativa del sistema de transporte, priorizando la disponibilidad de flota en los horarios de mayor demanda. En particular, los períodos entre 06:00 a 12:00 horas y 15:00 a 19:00 horas requieren un alto número de buses operativos, lo que hace fundamental una planificación eficiente del suministro energético.

La estrategia de carga de los buses se centra en momentos de menor demanda de transporte, garantizando que la flota comience el día con un nivel óptimo de carga. Esto también permite optimizar los costos operativos al aprovechar tarifas más bajas y reducir la presión sobre la red eléctrica.

Además, los concesionarios monitorean el tiempo promedio de carga por bus, expresado en minutos por rango horario, junto con el consumo energético medio por vehículo en kWh. Estos indicadores permiten evaluar la eficiencia de los cargadores utilizados y su ratio de suministro de energía por hora, facilitando ajustes para mejorar el rendimiento y la autonomía de la flota, de modo prestar los servicios de transportes de manera adecuada.

El monitoreo del desempeño en gestión de carga es fundamental para el DTPM, ya que permite evaluar y optimizar continuamente la eficiencia operativa de la flota eléctrica. Para ello, actualmente se encuentra en curso un estudio que abordará este tema a través de distintos productos, entre ellos un diagnóstico del estado de las estaciones de carga, un seguimiento a los sistemas de gestión en 400 buses, oportunidades sobre el segundo uso de las baterías y recomendaciones sobre métodos de control para la gestión de carga que realizan las empresas operadoras.



C. El rol del capital humano en la implementación de la electromovilidad

La implementación de la electromovilidad en el Sistema RED no habría sido posible sin el valioso apoyo del capital humano que conforma la columna vertebral de su operación. En este proceso, los 18.141 conductores y conductoras – de las cuales 2.025 son mujeres – han sido actores relevantes para garantizar un servicio de transporte público seguro, eficiente y adaptado a las nuevas tecnologías. Asimismo, el personal de mantenimiento, conformado por 2.628 personas, ha jugado un rol fundamental en la transformación, gestión y reparación de los vehículos asegurando que la transición a buses eléctricos sea exitosa, eficiente y, sobre todo, segura para los usuarios.

Formación continua. El proceso de transición ha requerido una fuerte inversión en capacitación y formación continua. Durante 2024, los concesionarios capacitaron personal de conducción, personal de mantenimiento, técnicos, mecánicos, instructores y prevencionistas de riesgos, en temas como: maniobra, mantención, carga y conducción eficiente.

Como parte del proceso de adaptación a la electromovilidad, también se han desarrollado iniciativas de capacitación dirigidas a bomberos y Carabineros de Chile para responder adecuadamente a las emergencias. Los representantes de marca de los vehículos, instituciones de educación y operadores de transporte, han liderado estas instancias abordando aspectos clave sobre la estructura, funcionamiento y riesgos

específicos de los buses eléctricos. Estas iniciativas son clave para garantizar una respuesta eficiente ante incidentes y reforzar la seguridad en la operación del Sistema. Se espera que estas capacitaciones continúen expandiéndose, complementando la incorporación de nuevas tecnologías y protocolos de seguridad en el transporte público de Santiago.

Transformación del empleo. La introducción de la electromovilidad ha impulsado un proceso de transformación en las empresas concesionarias, proveedores de servicios y otros actores de la cadena de valor, redefiniendo perfiles laborales y demandando nuevas competencias.

Las empresas concesionarias han priorizado la formación de su personal favoreciendo la movilidad interna y la reconversión de técnicos hacia especialidades en electricidad y electrónica, por lo que se espera esta tendencia continúe creciendo conforme se incremente la flota de buses eléctricos.

Del mismo modo, la necesidad de soluciones avanzadas para la gestión de carga, monitoreo en tiempo real y eficiencia operativa está impulsando la contratación de especialistas en software, ingeniería de sistemas energéticos e integración de energías renovables.



Efecto en la oferta formativa. En Chile, la oferta formativa en electromovilidad ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, reflejando una tendencia hacia la especialización en este ámbito. Diversas instituciones de educación superior y centros de formación técnica han incorporado programas específicos en sus mallas curriculares como también la creación de diplomados para abordar las necesidades emergentes del sector.

Un ejemplo destacado es la creación del Centro de Aceleración Sostenible de Electromovilidad (CASE), lanzado en octubre de 2023 por la Universidad de Chile, a través de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, en consorcio con la Agencia de Sostenibilidad Energética, la Universidad Técnica Metropolitana, la Universidad Austral de Chile, el Centro Mario Molina y otras instituciones. CASE busca fortalecer la implementación de la electromovilidad en el país, impulsando la investigación, el desarrollo tecnológico y formación de capital humano especializado [19].

Del mismo modo, la Pontificia Universidad Católica de Chile, ofrece el “Diplomado en Electromovilidad y Transición Energética”, orientado a proporcionar herramientas para identificar e implementar oportunidades de negocios vinculadas a la electromovilidad y la transición hacia fuentes de energía más limpias [20]. Por otro lado, la Universidad Técnica Federico Santa María (USM) ha desarrollado

diversas iniciativas en electromovilidad, incluyendo la capacitación de profesores en colaboración con empresas como BYD y la creación de programas de formación continua [21]. Se suman con las especializaciones y diplomados la Universidad de Santiago de Chile (USACH) y Universidad Técnica Metropolitana (UTEM).

Entre los Institutos y Centros de Formación Técnica INACAP, con un enfoque en la formación práctica, ha incorporado carreras como Mecánica y Electromovilidad Automotriz, así como Ingeniería en Mecánica y Electromovilidad Automotriz. Además, cuenta con cuatro laboratorios de electromovilidad, siendo la sede de Maipú la pionera en su inauguración en 2018 [22]. DUOC UC incorpora en su plan de estudios el “Laboratorio de Movilidad Eléctrica”, dispone del Diplomado de Electromovilidad DUOC UC y pone puntos de cargas a disposición de la comunidad en algunas de sus sedes.

Por su parte, las escuelas de conducción han integrado cursos vinculados a la electromovilidad, para quienes conduzcan vehículos livianos o buses, con el objetivo de acercar a las corporaciones al recambio de flotas hacia buses eléctricos.

Esta diversificación en la oferta educativa responde a la creciente demanda de profesionales capacitados en electromovilidad, evidenciando una clara tendencia hacia la formación especializada en este campo en Chile.



D. Emisiones, consumo de energía y calidad del aire

1. Emisiones locales y globales

La incorporación masiva de buses eléctricos y Euro VI en el Sistema RED ha marcado un hito en la reducción de emisiones del transporte público, contribuyendo significativamente a la mejora de la calidad del aire y al avance hacia la carbono neutralidad.

En 2024, más del 65% de la flota está compuesta por buses de baja o cero emisiones, lo que ha permitido mitigar el impacto ambiental del transporte público en Santiago. Este esfuerzo se traduce en una disminución sostenida de los principales contaminantes

atmosféricos locales y en una menor contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂eq). Según el Sexto Reporte Anual de Emisiones del Sistema RED, elaborado por SECTRA [23] los buses del Sistema representaron apenas un 3,3% de las emisiones totales de CO₂eq del transporte en la ciudad, en contraste con el 90% generado por automóviles y motocicletas. En el caso de contaminantes locales como el material particulado fino (PM2.5), los buses RED aportaron solo un 3,7%, mientras que los vehículos particulares fueron responsables del 89,3% de estas emisiones.

Tabla 2: Emisiones Referenciales Sistema de Transporte del Gran Santiago 2023

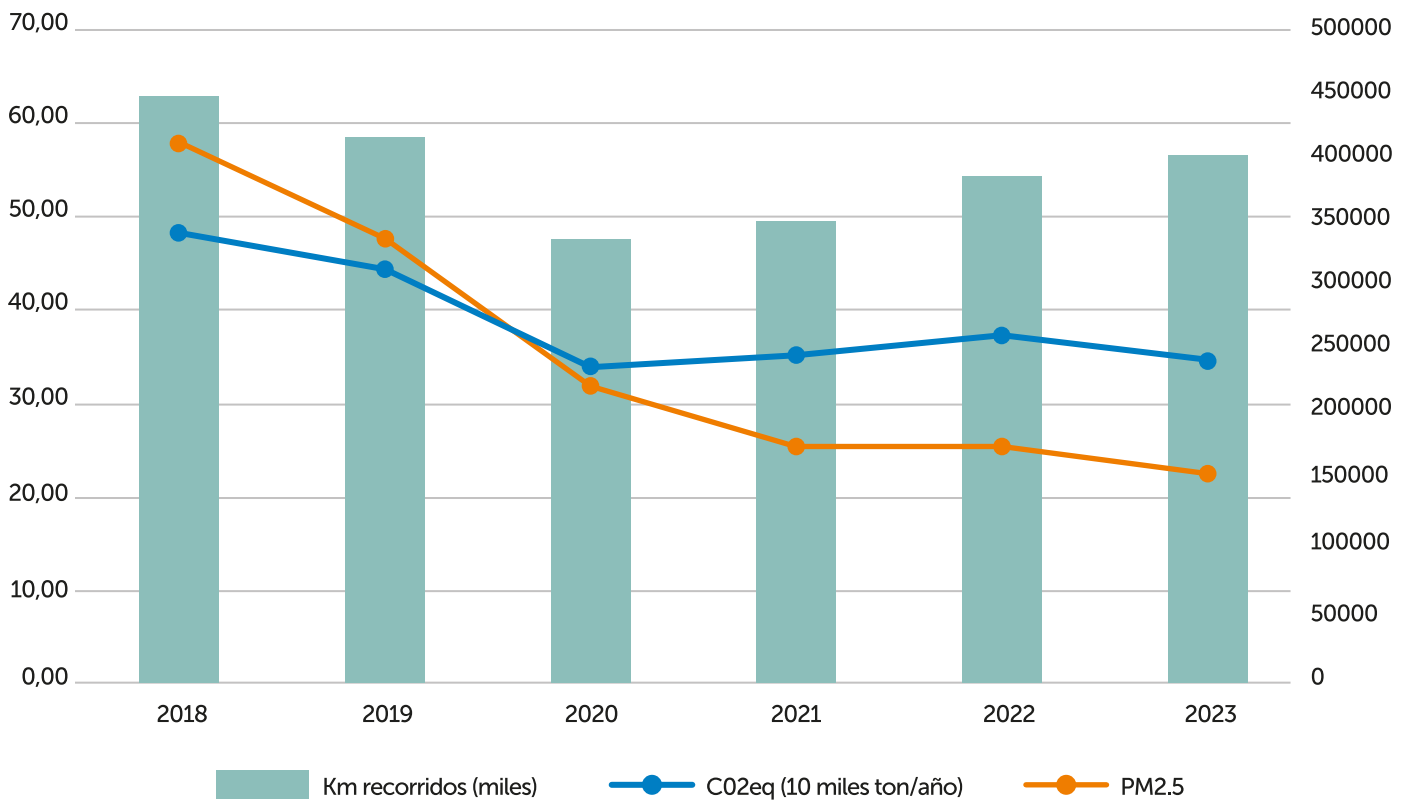
Categorías	PM10*	PM2.5*	NOX	CO	COV	CC	CO ₂ eq
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
Taxis Básicos	3,4	2	18,7	57,7	33	13.301	41.736
Buses particulares	5,4	4,2	237,3	70,5	6	11.041	35.316
Comerciales uso particular	29,3	21,4	916,6	2.463,40	448,1	94.676	293.091
Motocicletas	81,8	71,1	273,7	19.523,60	4.262,10	116.848	378.414
Particulares	782,6	465,6	5.561,90	25.056,40	4.761,20	2.890.558	9.183.200
Taxis colectivos	25	14,5	181	310,8	39,6	89.724,50	28.4147.4
RED 2023	36,8	22,5	1.591,40	432,4	59,5	100.699	346.103
Total	964,1	601,2	8.780,70	47.914,70	9.609,60	3.316.847	10.562.007
% RED 2023	3,80%	3,70%	18,10%	0,90%	0,60%	3,00%	3,30%
% Motos y particulares	89,66%	89,27%	66,46%	93,04%	93,90%	90,67%	90,53%

Fuente: Elaboración propia a partir del Sexto Reporte Anual de Emisiones del Sistema RED 2024 [23]

Los avances han sido especialmente notorios en la última década. En 2023, las emisiones de PM2,5 del Sistema RED se redujeron a 22,5 toneladas anuales, mientras que las de CO₂eq descendieron a 346.103 toneladas anuales. En comparación con 2019 (antes

de pandemia), estas cifras representan una reducción del 52,8% en material particulado fino y del 22,3% en gases de efecto invernadero, consolidando al sistema de transporte público de Santiago como un referente en sostenibilidad y eficiencia energética.

Gráfico 5: Emisiones atmosféricas, 2018 -2023 (Ton/año)



Fuente: Elaboración propia a partir del Sexto Reporte Anual de Emisiones del Sistema RED 2024 [23]

Tabla 3: Seguimiento de las Emisiones Anuales de los Buses RED de Movilidad

Año	PM10 (Ton)	PM2.5 (Ton)	NOX (Ton)	CO (Ton)	COV (Ton)	CC (Ton)	CO ₂ eq (Ton)	Km/bus (Ton)	Intensidad emisiones (gCO ₂ eq/Km)
2018	74,1	57,8	3.890,20	990,9	180,1	151.882,00	483.966	448.394.192	1.079
2019	63	47,7	3.316,30	852,1	151,2	138.159,60	445.301	418.007.479	1.065
2020	44,3	31,8	2.273,40	585	101,9	102.591,10	339.293	340.013.392	998
2021	38,3	25,4	1.898,70	501,6	82	105.850,80	352.297	354.455.662	994
2022	39,2	25,4	2.285,00	596,7	95	112.714,20	373.081	389.736.932	957
2023	36,8	22,5	1.591,40	432,4	59,5	100.699,30	346.103	405.065.502	854
Cambios c/r 2022	-2,4	-2,9	-693,6	-164,3	-35,5	-12.014,90	-26.978		
Cambio %	-6,1	-11,4	-30,4	-27,5	-37,3	-10,7	-7,2		
Cambios c/r 2019	-26,2	-25,2	-1.724,90	-419,7	-91,7	-37.460,30	-99.197,90		
Cambio %	-41,6	-52,8	-52	-49,3	-60,6	-27,1	-22,3		

Fuente: Elaboración propia a partir del Sexto Reporte Anual de Emisiones del Sistema RED 2024 [23]

Estas reducciones se ven reflejadas en la intensidad de emisiones de CO₂eq (gramos de CO2 equivalente por kilómetro recorrido) mostrando una tendencia decreciente y constante entre 2018 y 2023. En 2018, el indicador se ubicaba en 1.079 gCO₂eq/km, mientras que para 2023 este valor se redujo a

854 gCO₂eq/km, lo que representa una disminución del 20,9%. Este descenso refleja una mayor eficiencia en el uso de energía debido al recambio de la flota a buses eléctricos, contribuyendo a un transporte público más sostenible y alineado con objetivos ambientales.

2. Consumo de energía

El consumo de energía en el Sistema RED ha experimentado cambios significativos entre 2018 y 2023, evidenciando una transición hacia fuentes más sostenibles. En 2018, el consumo de diésel de la flota de buses fue de 180.811.884 litros, mientras que para 2023 esta cifra se redujo a 119.880.154 litros, lo que representa una disminución del 33.7%. Paralelamente, el consumo de energía eléctrica mostró un crecimiento importante, pasando de 20.149.226 kWh en 2019 a 100.322.335 kWh en 2023, un aumento de casi 400%.

Este aumento refleja la electrificación de la flota, lo que no solo reduce la dependencia de combustibles fósiles, sino que también contribuye a la disminución de emisiones contaminantes. La combinación de estas dos tendencias, menor consumo de diésel y mayor uso de energía eléctrica, refleja una mejora en la eficiencia energética del sistema y un avance hacia un modelo de transporte más sostenible y alineado con los objetivos de descarbonización.

Tabla 4: Consumo de combustibles por fuente del Sistema Red Movilidad

Año	Diesel (lt)	Energía (kWh)
2018	180.811.884	-
2019	164.475.697	20.149.226
2020	122.132.285	31.131.958
2021	126.012.898	35.612.965
2022	134.183.589	45.336.014
2023	119.880.154	100.322.335

Fuente: Elaboración propia a partir a partir del Sexto Reporte Anual de Emisiones del Sistema RED 2024 [23]

3. Calidad del aire

En el marco del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de Santiago, el Sistema RED ha implementado una serie de medidas para garantizar la continuidad y eficiencia del transporte público, especialmente en días de Episodios Críticos de Contaminación (GEC). Estas acciones buscan agilizar los desplazamientos, mitigar los efectos de la restricción vehicular fortaleciendo la oferta de transporte sostenible para una movilidad más limpia y eficiente.

Junto con la renovación de la flota de buses eléctricos y diésel Euro VI, el Sistema RED ha realizado ajustes en la operación del servicio cuando se han detectado variaciones significativas en la demanda de transporte público. Estas modificaciones han permitido optimizar la distribución de la flota y reforzar los servicios en horarios y sectores estratégicos, asegurando así una mejor cobertura y reducción en los tiempos de espera.

Asimismo, el monitoreo constante de la infraestructura prioritaria para el transporte público y vehículos de emergencia, como corredores y pistas “Solo Bus”, ha contribuido a disminuir los tiempos de viaje y mejorar la regularidad del servicio, facilitando una movilidad más eficiente para las personas usuarias. Además, en colaboración con el Programa Nacional de Fiscalización del MTT, se mantiene un control riguroso sobre las emisiones de los buses en circulación y en terminales, asegurando el cumplimiento de los estándares ambientales.

Junto con ello, el DTPM ha reforzado la comunicación a las personas usuarias y a la comunidad en general sobre las medidas del Plan GEC a través de redes sociales y otros canales de información, incentivando el uso del transporte público y promoviendo acciones complementarias para reducir la contaminación.

Estas acciones y otras fuertemente enfocadas en la industria y la calefacción residencial evitando el uso de leña, en 2024 el Ministerio del Medio Ambiente informó que este fue el tercer año con mejor calidad del aire desde la implementación del Plan de Descontaminación, con una reducción del 50% en la cantidad de episodios críticos de contaminación en comparación con hace 10 años [24].

El fortalecimiento del transporte público y la incorporación de buses de bajas y cero emisiones han sido clave en la disminución de contaminantes atmosféricos. Hoy, producto de la modernización de la flota y la adopción de tecnologías más limpias, su contribución se ha reducido al 3,7% de las emisiones de material particulado fino (PM2,5), consolidando al Sistema RED como un actor relevante en la descontaminación de Santiago al ofrecer una alternativa de transporte limpia y eficiente, menos dependiente del automóvil especialmente en días críticos de contaminación.

E. Ruido

Uno de los beneficios más destacados de la electromovilidad es la disminución significativa de la contaminación acústica, ya que los buses eléctricos son mucho más silenciosos que los de motor diésel. Esto no solo mejora la experiencia de viaje para las personas usuarias y personal de conducción, sino que también contribuye a una mejor calidad de vida en zonas urbanas densamente pobladas, reduciendo la exposición al ruido y sus efectos negativos en la salud y el bienestar de la comunidad.



1. Norma de emisión de ruido de los buses eléctricos

En el Sistema RED, nuestros buses no solo cumplen con la normativa ambiental vigente, sino que la superan ampliamente. Los buses eléctricos nuevos cuando son certificados por el Centro de Control Vehicular (3CV) emiten en promedio entre 7 y 4

decibeles (dB(A)) menos que lo exigido por la normativa [25] (81 y 80 dB(A), respectivamente), bajo ensayo dinámico en ruido interior y exterior. La cifra es relevante, pues significa que un bus eléctrico emite entre un 80% y 60% menos de energía acústica (ruido) que lo exigido por la normativa y los buses diésel.

Tabla 5: Comparativo entre los Límites de emisión de ruido y niveles promedio de emisión de buses nuevos eléctricos y diésel Euro VI certificados, a septiembre 2024.

Norma DS129/2003 Artículo 5 bis			Buses Nuevos Certificados en 3CV		Diferencias con normativa			
			Promedio de Niveles de Emisión dB (A)		Eléctricos		Diésel Euro VI	
Ensayo	Posición Medición	Limite emisión dB (A)	Eléctricos	Diésel Euro VI	dB (A)	% Energía acústica	dB (A)	% Energía acústica
Dinámico	Interior	81	74	75	-5	-80%	-6	-68%
	Exterior	80	76	77	-4	-60%	-3	-50%

Fuente: Elaboración propia, en base a Nomina de buses certificados del 17.10.2024 de 3CV.

2. Ruido al interior de los buses

Con el objetivo de evaluar de manera objetiva la percepción del ruido tanto de las personas usuarias como del personal de conducción al interior de los buses eléctricos, el DTPM contrató un estudio para analizar estos efectos durante los meses de diciembre 2024 y enero 2025.

El objetivo del estudio fue medir el nivel de ruido al interior de distintos modelos y años de buses diésel y eléctricos que operan en el Sistema, evaluando un total

de 15 buses: 6 eléctricos y 9 diésel en tres diferentes condiciones de medición i) pruebas en pista controlada, ii) en recorridos sin pasajeros y iii) en recorridos con pasajeros, incluyendo mediciones en la cabina del conductor, a fin de comparar las diferencias entre las distintas condiciones y las tecnologías de los vehículos.

Las mediciones en pista controlada se realizaron en el Parque Bicentenario de Cerrillos para medir el ruido base de un bus, mientras que las mediciones en recorridos

sin pasajeros buscaron medir variaciones producidas, por ejemplo, por el estado del pavimento y otros ruidos externos que podrían influir en los resultados y el análisis. Los recorridos con y sin pasajeros se aplicaron a 6 servicios del Sistema: 117c, 219e, 481, 516, G15 y G31.

En las mediciones se utilizaron sonómetros calibrados y la norma de referencia del Protocolo técnico sobre procedimientos de medición de ruido de buses de locomoción colectiva urbana y rural, Resolución Exenta Nº 313/2019, del Ministerio del Medio Ambiente. Se realizaron algunas pruebas adicionales respecto al uso del sonómetro, que validaron la metodología, demostrando que la diferencia entre mediciones con el sonómetro sostenido por un ingeniero de terreno y acoplado a la estructura del bus fueron poco significativas, lo que respalda su uso en mediciones prolongadas sin interferir la operación normal del bus. Asimismo, se consideraron mediciones “sin” y “con” el aire acondicionado para comparar el comportamiento en ambas condiciones.

Los resultados obtenidos en las pruebas en pista controlada indican que, en promedio, el nivel de ruido equivalente (Leq) en los buses eléctricos fue 1,9 dB(A) menor que en los buses diésel, lo que representa una reducción del 35% en la energía sonora. Al activar el aire acondicionado, aunque los niveles de emisión de ruido

aumentaron en ambas tecnologías, la diferencia a favor de los buses eléctricos se amplió a 2,2 dB(A) menos, lo que representa una reducción del 40% en la energía sonora.

Durante las mediciones en los recorridos sin pasajeros, el promedio del nivel de ruido equivalente en los buses eléctricos fue 3,3 dB(A) menor en comparación con los buses diésel, con una reducción del 53% en la energía sonora. Al analizar los recorridos con pasajeros, se encontró que el nivel de ruido equivalente en los buses eléctricos fue 1,7 dB(A) menor, lo que representa una disminución del 33% en la energía sonora.

Finalmente, se realizaron mediciones en la posición del personal de conducción y de los pasajeros. En la cabina de conducción, el nivel de ruido equivalente en los buses eléctricos fue 2,7 dB(A) menor que en los buses diésel, con una reducción del 46% en la energía sonora. En la posición del pasajero, la diferencia fue igualmente de 2,7 dB(A), con una reducción del 46% en la energía sonora.

Los datos obtenidos evidencian una reducción significativa del nivel de ruido en los buses eléctricos en comparación con un bus diésel convencional, como se muestra en el siguiente gráfico construido a partir de los datos del estudio:

Gráfico 6: Nivel de emisión de ruido Leq [dB(A)] promedio registradas al interior de buses diésel y eléctrico y su reducción de energía sonora en porcentaje (%) en los distintos tipos de mediciones.

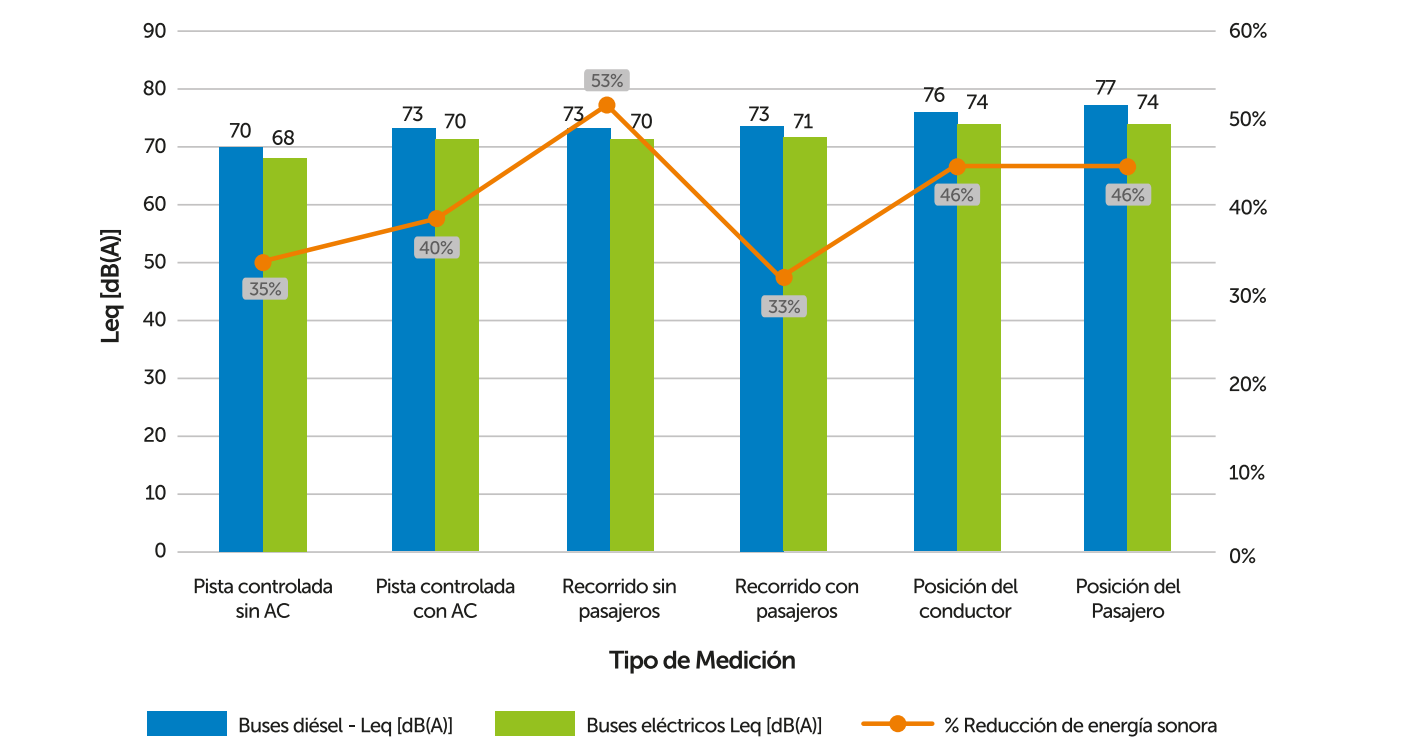


Tabla 6: Promedio Nivel de emisión de ruido Leq [dB(A)] al interior de buses agrupados según la similitud entre modelos y antigüedad, medidos en distintas condiciones diferencias y energía sonora (%)

Tipo de medición	Grupo 1 Diésel con +6 años Leq [dB(A)]	Grupo 2 Diésel con 2 años - Leq [dB(A)]	Grupo 3 Eléctricos con + 2 años - Leq [dB(A)]	Grupo 4 Eléctricos con - 2 años - Leq [dB(A)]	Diferencia Grupo 1 vs Grupo 4 Max. Leq [dB(A)]	Reducción Max. de energía sonora (%)
Pista controlada Sin AC	69,8	69,7	68,6	67,2	2,6	45%
Pista controlada Con AC	71,9	73,5	71,3	69,2	2,7	46%
Recorrido sin pasajeros	73,1	73,3	71,0	68,8	4,3	63%
Recorrido con pasajeros	72,6	73,1	71,7	70,4	2,2	40%
Posición del conductor (con pasajeros)	76,6	76,4	75,4	73,1	3,5	55%
Posición del pasajero	76,0	76,5	74,1	72,8	3,2	52%

³ Decreto 129/2003 Establece norma de emisión de ruidos para buses de locomoción colectiva urbana y rural, disponible en <https://bcn.cl/1DLuBC>

El análisis de los niveles de ruido en el interior de los buses eléctricos y diésel, en comparación con las normativas vigentes, evidencia importantes mejoras con la incorporación de electromovilidad. Se consideraron dos regulaciones clave: el DS 129/2003 del Ministerio de Medio Ambiente [26] que establece límites de emisión de ruido en la certificación de buses nuevos y, la Norma PREXOR (Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido) que protege la salud auditiva de los trabajadores, fijando un límite de acción en 82 dB(A) para una jornada laboral de 8 horas.

En las pruebas realizadas en pista controlada sin aire acondicionado (AC), todos los buses eléctricos registraron niveles de ruido por debajo del máximo permitido por la normativa DS 129/2003. Mientras el límite regulatorio es de 80 dB(A), los ensayos dinámicos en todos los vehículos medidos arrojaron un promedio menor de 70 dB(A), demostrando que a pesar de su antigüedad de operación los niveles de ruido interior se mantienen por debajo de la norma.

En mediciones realizadas en trazados comerciales con pasajeros, se identificó que los niveles de ruido alcanzan valores clasificados como “notorios” (mayores a 65 dB(A)) e “intrusivos” (mayores a 75 dB(A)). En el ámbito de la acústica, estos términos se utilizan para describir niveles de ruido que pueden afectar la comodidad y causar molestias considerables a las personas. Aunque no

existen una normativa de referencia para estos términos, generalmente se asocian a niveles de presión sonora que pueden afectar la comodidad y la experiencia de viaje, por ejemplo, cuando existe ruido del tráfico externo, vibraciones del motor y carrocería, aglomeraciones, música o conversaciones a alto volumen en el transporte público.

Por otra parte, las mediciones en la posición del conductor, se verificó que todos los buses cumplen con la normativa PREXOR, manteniendo niveles de ruido por debajo del umbral crítico de 82 dB(A). Esto significa que la exposición del personal de conducción se mantiene dentro de parámetros seguros, sin riesgo para la salud auditiva en jornadas laborales estándar.

Cada vez que las personas usuarias y el personal de conducción pasan de un bus diésel Euro V o inferior a un bus eléctrico, experimentan una reducción significativa en su exposición al ruido. Esta disminución no solo mejora la experiencia de viaje y el confort a bordo, sino que también puede contribuir a la reducción de la fatiga y el estrés asociados a la contaminación acústica en el transporte público. Con estos resultados, se refuerza el impacto positivo de la electromovilidad en la calidad del servicio y el bienestar de quienes utilizan y operan el Sistema.



3. Estaciones de monitoreo de ruido en ejes

La incorporación progresiva de buses eléctricos en las principales avenidas de Santiago ha tenido un impacto positivo en la reducción del ruido ambiental, beneficiando tanto a personas usuarias, conductores y conductoras, así como a las comunidades cercanas a electroterminales y a la ciudad en su conjunto. Para evaluar estos efectos, el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) realizaron un análisis de los niveles de ruido en cinco estaciones de monitoreo ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad, considerando la tecnología y composición de la flota que circula frente a estas estaciones.

Los resultados evidencian que la mayor presencia de buses eléctricos ha contribuido a disminuir significativamente los niveles de ruido en corredores de alta demanda. En el eje Alameda, por ejemplo, en un día representativo del año 2023, se registró una reducción del 44% de la energía acústica en la hora punta de la mañana (8:00 - 9:00 hrs.) y del 40% en la tarde (19:00 - 20:00 hrs.), en comparación con 2019. Este resultado se explica, en parte, por el aumento del porcentaje de buses eléctricos en circulación en la Alameda, que pasó de un 12% en 2019 a un 36% en 2023.

El impacto positivo de la electromovilidad también se observa en otros sectores de la ciudad. En la estación de monitoreo de ruido de la comuna de San Miguel, ubicada en Avenida Santa Rosa, los niveles de ruido durante la hora punta de la mañana se redujeron en 45%, mientras que en la tarde la disminución fue de 35%, en comparación con los valores registrados en 2020.

Además, el análisis incluyó datos de tres estaciones ubicadas en las comunas de La Florida, El Bosque y Puente Alto, lo que permitió ampliar la comprensión del impacto del ruido en distintos sectores de la ciudad. En el caso de La Florida y El Bosque, los datos reflejan un período de transición en el transporte público, dado que el año base de comparación (2022) coincide con la recuperación progresiva de la actividad tras la pandemia de COVID-19, registrándose aumentos en los niveles de ruido pese a la incorporación de buses eléctricos. Por otro lado, la estación de Puente Alto recoge mediciones realizadas durante el período estival, cuando las condiciones de tráfico y la demanda de transporte presentan dinámicas particulares que complementan el análisis anual. Este contexto ofrece una oportunidad para observar cómo evolucionan los niveles de ruido en escenarios de reactivación del sistema.

¹ Nivel equivalente promedio hora en dBA.

Además, el estudio incluyó un análisis de correlación y modelos de regresión lineal, obteniendo los siguientes resultados:

Análisis de correlación entre el ruido y la composición de la flota de buses. Para evaluar la relación entre el nivel de ruido en db B(A) y la composición de los flujos de buses, se realizó un análisis de correlación de Pearson, considerando los flujos de buses diésel y eléctricos en conjunto y de manera individual. Análisis cuantitativo de la relación entre buses y ruido. Para evaluar la relación entre la flota de buses y los niveles de ruido, el estudio aplicó un modelo de regresión lineal y análisis de correlación, considerando la contribución del transporte público respecto del transporte privado mediante el conteo vehicular de vehículos livianos y pesados y también las velocidades de los vehículos. Los resultados muestran que, en términos globales, la correlación entre el flujo total de buses y el nivel de ruido es alta y positiva, lo que implica que un mayor flujo de buses se asocia con un aumento en los niveles de ruido ambiental. Sin embargo, al desagregar el análisis por tipo de bus, se observa que la correlación con el ruido es significativamente más fuerte en los buses diésel que en los buses eléctricos.

En particular, el flujo de buses diésel presenta de buses diésel tiene una correlación positiva fuerte con el ruido ambiental (coeficiente de 0,766), lo que indica que un aumento en la cantidad de estos buses se asocia directamente con un incremento en los niveles diésel, mayor nivel de ruido. En contraste, la relación con los buses eléctricos es más débil (coeficiente de 0,609), lo que indica que su impacto en los niveles de ruido es significativamente menor. Estos resultados evidencian que el aumento en la circulación de buses diésel tiene un impacto mucho mayor en el nivel de ruido en comparación con los buses eléctricos, cuyo efecto es más atenuado.

Modelos de regresión lineal y velocidad de los vehículos. El estudio también incluyó el desarrollo de modelos de regresión lineal para analizar la contribución del transporte público al ruido ambiental en relación con el transporte privado. Se evaluaron cinco modelos, considerando el conteo vehicular de vehículos livianos y pesados, así como sus velocidades.

El modelo con mejor ajuste (R^2 ajustado = 0,88) indica que el flujo de vehículos eléctricos tiene un efecto negativo sobre el ruido, es decir, su presencia contribuye a la reducción de los niveles de ruido. Sin embargo, la interacción flujo y velocidad de los buses eléctricos muestra un efecto positivo, lo que implica que, a medida que aumenta la velocidad su impacto acústico se incrementa. A velocidades inferiores a 13 km/h, los buses eléctricos no generan un aumento significativo en el ruido, pero cuando superan esta velocidad, su aporte al ruido ambiental crece. A modo de referencia, a 30

km/h, un bus eléctrico aporta 0,005 dB(A) mientras que un bus diésel, independiente de la velocidad, contribuye con 0,019 dB(A) al nivel de ruido. En términos globales, los resultados indican que buses eléctricos representan solo un 3% del ruido total registrado en los puntos de monitoreo, frente al 44% atribuido a los buses diésel. Por último, es necesario destacar, que el monitoreo continuo de estas estaciones es una herramienta clave para el DTPM, ya que permite generar indicadores precisos sobre la evolución de los niveles de ruido en distintos contextos urbanos y su relación con la transición hacia tecnologías más sostenibles. Los resultados obtenidos confirman que la electromovilidad es clave para mitigar la contaminación acústica en Santiago, contribuyendo a un entorno más limpio y silencioso. La expansión de la flota eléctrica no solo seguirá mejorando la calidad del ambiente urbano, sino que también seguirá reforzando la importancia de avanzar hacia un transporte público más eficiente y amigable con la ciudad y sus habitantes.



Tabla 7: Niveles de ruido en decibeles (dBA) en Estaciones de Monitoreo de Ruido y distribución de expediciones de buses por tecnología.

Estaciones de monitoreo MMA	Fecha		Niveles de ruido en decibeles (dBA)		Distribución de buses según tecnología en circulación en el eje			
	Día	Año	8:00 – 9:00	19:00-20:00	DIESEL	ELECTRICO	DIESEL	ELECTRICO
					8:00 – 9:00		19:00-20:00	
Alameda (Altura N°924)	13/08/2019	2019	73,5	73,7	88%	12%	86%	14%
	17/08/2023	2023	71	71,5	66%	34%	64%	36%
	Diferencias (dBA)		-2,5	-2,2				
	Variación porcentual de energía acústica		-44%	-40%				
San Miguel (Santa Rosa N°3453.)	23/09/2020	2020	67,9	66,6	100%	0%	100%	0%
	12/09/2023	2023	65,3	64,7	68%	32%	73%	27%
	Diferencias (dBA)		-2,6	-1,9				
	Variación porcentual de energía acústica		45%	35%				
La Florida (Walker Martínez N°300-380)	9/11/2022	2022	65,7	66,1	100%	0%	100%	0%
	14/11/2023	2023	66,5	65,6	100%	0%	100%	0%
	Diferencias (dBA)		0,8	-0,5				
	Variación porcentual de energía acústica		20%	-11%				
El Bosque (Alejandro Guzmán 925)	2/11/2022	2022	61,9	62	100%	0%	100%	0%
	30/11/2023	2023	62,6	66,4	65%	35%	70%	30%
	Diferencias (dBA)		0,7	4,4				
	Variación porcentual de energía acústica		17%	175%				
Puente Alto (Av. Concha y Toro 2747)	30/11/2023	2023	67,3	66,9	57%	43%	49%	51%
	1/2/2024	2024	67,2	65,3	51%	49%	54%	46%
	Diferencias (dBA)		-0,1	-1,6				
	Variación porcentual de energía acústica		2%	31%				

Fuente: Asesoría “Elaboración de indicadores de desempeño del sistema de transporte público de Santiago, V etapa”.

4. Ruido y calidad del aire en electroterminales

La incorporación de electroterminales en el sistema de transporte público de Santiago ha generado mejoras significativas en la reducción del ruido ambiental y las emisiones de material particulado en sus alrededores. Un estudio reciente encargado por Copec Voltex en coordinación con el DTPM y desarrollado por Dictuc S.A [26] en 2023, comparó los impactos ambientales de un terminal mixto con operación a diésel en Maipú y un terminal de buses eléctricos en Peñalolén, confirmando los beneficios de la electromovilidad en infraestructura de carga.

El estudio determinó que un terminal de buses eléctricos genera hasta la mitad de la potencia sonora que un terminal de buses diésel. Mientras que la operación de un terminal tradicional registró un promedio semanal de 63 decibeles (dB(A)), un nivel equivalente a una conversación en voz alta o un restaurante concurrido, el electroterminal

analizado presentó un nivel de 59 dB(A), comparable al ruido de una oficina promedio y alineado con los estándares de aceptabilidad de la OCDE. Esta diferencia de 4 dB(A) representa una reducción cercana al 50% en la potencia sonora del terminal tradicional, lo que implica una menor afectación acústica tanto para las personas que allí laboran como para la comunidad circundante.

Además del impacto en la reducción del ruido, el estudio evidenció que la operación de buses eléctricos en un terminal reduce significativamente la concentración de material particulado fino (PM2,5) en el entorno. En comparación con el terminal mixto de Maipú, el electroterminal de Peñalolén presentó una concentración de PM2,5 un 42,4% menor. Esta reducción es clave para mejorar la calidad del aire en beneficio de los trabajadores y las comunidades cercanas, disminuyendo la exposición a contaminantes asociados a enfermedades respiratorias.



F. Evaluación integral de la electromovilidad en el Sistema RED

Con el objetivo de comprender en profundidad los impactos de la implementación de la electromovilidad en el transporte público de Santiago se contrató un estudio para evaluar los efectos ambientales y económicos de la incorporación de buses eléctricos en el Sistema RED, mediante un análisis de costos y beneficio para el periodo 2015-2040.

El análisis comprendió el estudio de los beneficios de la incorporación de electromovilidad en dos componentes:

- **Económicos:**
Se refiere al menor consumo de recursos de la sociedad al cambiar la propulsión de los buses del sistema de transporte público desde combustión de diésel a tracción eléctrica. El valor de los recursos considera la corrección de los precios privados con factores según las metodologías vigentes. En particular, compara la inversión en buses, el costo energético, el costo de mantenimiento y la inversión en cargadores.
- **Ambientales:**
Involucra el impacto por emisiones a la atmósfera asociados a los gases de efecto invernadero y ruido urbano y el impacto sobre la productividad y actividades de ocio.

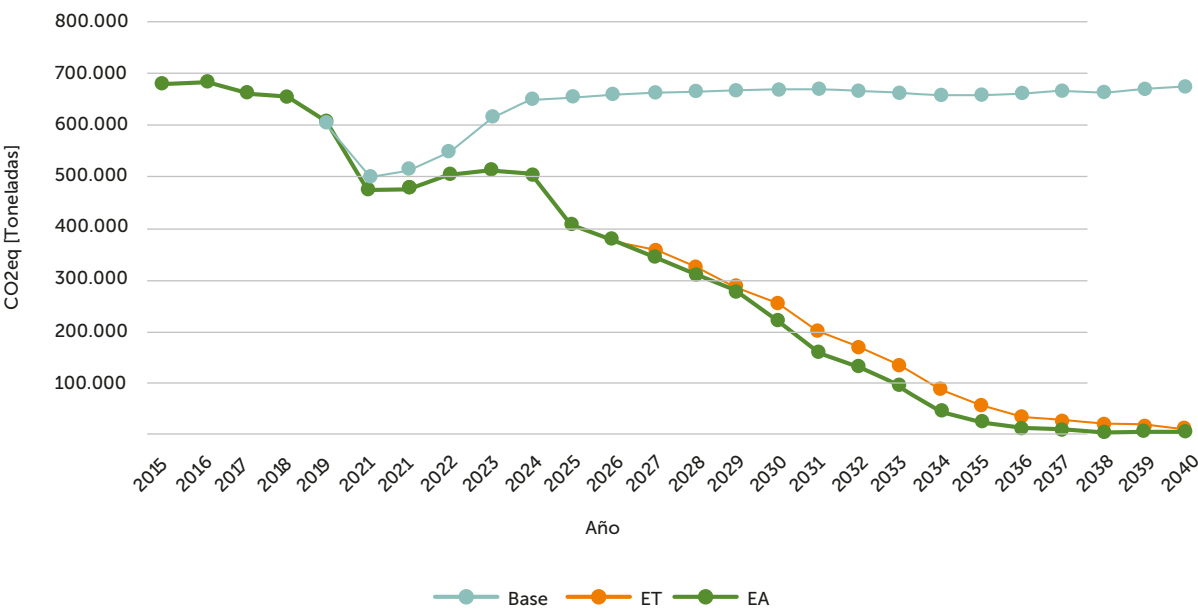
Para evaluar los costos y beneficios de la electromovilidad, el estudio compara tres escenarios de implementación: desde una transición gradual de la electromovilidad, hasta una adopción acelerada, comparándolos con un escenario base en el que continúa el uso de buses diésel.

- **Escenario Base (EB):**
Sin buses eléctricos, solo comprende la incorporación de buses Euro V, VI y VII de acuerdo con la normativa vigente.
- **Escenario Electromovilidad Tendencial (ET):**
Renovación de buses eléctricos según tasas históricas, sin lograr la consolidación de la flota 100% eléctrica antes del 2040.
- **Escenario Electromovilidad Acelerada (EA)**
Renovación acelerada mediante la realización de los procesos de Licitación en 2023 y 2025, para lograr un 100% de flota eléctrica al 2040.
- **Escenario Electromovilidad Acelerada (EA)**
Renovación acelerada mediante la realización de los procesos de Licitación en 2023 y 2025, para lograr un 100% de flota eléctrica al 2040.

Resultados del análisis
A continuación, se presentan las proyecciones de costos y emisiones asociados a los escenarios evaluados.

Beneficio ambiental:
La introducción de la electromovilidad en el Sistema Red ha permitido evitar la emisión de 370.000 toneladas de CO₂eq en el periodo 2015-2024, con una proyección de reducción de 8,2 millones de toneladas de CO₂eq adicionales para el 2040 en el caso de continuar con un escenario de electromovilidad tendencial (ET) y 8,6 millones de toneladas en el caso de electromovilidad acelerada (EA).

Gráfico 7: Emisiones de CO2 eq en cada escenario evaluado



Fuente: Asesoría “Elaboración de indicadores de desempeño del sistema de transporte público de Santiago, V etapa”.

En términos de valoración económica, se demuestra la eficiencia asociada a la electromovilidad asociada a ambos aspectos sociales. En particular, los beneficios ambientales derivados de la menor emisión de gases efecto invernadero se estiman en más de USD 411 millones para el periodo 2025-2040, considerando los valores de precio sombra de abatimiento de las emisiones. En el horizonte 2015-2024 se han logrado USD 28 millones de beneficio.

Beneficio económico:

Para poder realizar el análisis económico se requirió de definir los costos de renovación de flota se presentan en la Tabla 8 donde se asume que los costos de los buses eléctricos convergerán al 2040 al mismo valor que los a diésel. Adicionalmente, los costos de mantenimientos presentes en la tabla 9.

Tabla 8: Valores de referencia de renovación de flota según tipo de bus [USD]

Tipo de Bus	2015	2020	2025	2030	2035	2040
A - Diésel	\$309.189	\$309.189	\$309.189	\$309.189	\$309.189	\$309.189
B2 - Diésel	\$316.572	\$316.572	\$316.572	\$316.572	\$316.572	\$316.572
C2 - Diésel	\$459.353	\$459.353	\$459.353	\$459.353	\$459.353	\$459.353
D - Diésel	\$450.739	\$450.739	\$450.739	\$450.739	\$450.739	\$450.739
A - Eléctrico			\$229.075	\$229.075	\$229.075	\$229.075
B2 - Eléctrico		\$566.129	\$339.745	\$332.021	\$324.296	\$316.572
C2 - Eléctrico			\$572.414	\$534.727	\$497.040	\$459.353
D - Eléctrico	\$561.680	\$561.680	\$561.680	\$524.700	\$487.719	\$450.739

Fuente: Asesoría “Elaboración de indicadores de desempeño del sistema de transporte público de Santiago, V etapa”.

Tabla 9: Valores de referencia para mantenimiento completo de buses por cada tipo.

Tipo de Bus		CLP/km	USD/km
Diésel	A	126	0,14
	B2	180	0,20
	C2	234	0,26
	D	234	0,26
Eléctrico	A	70	0,08
	B2	100	0,11
	C2	130	0,14
	D	130	0,14

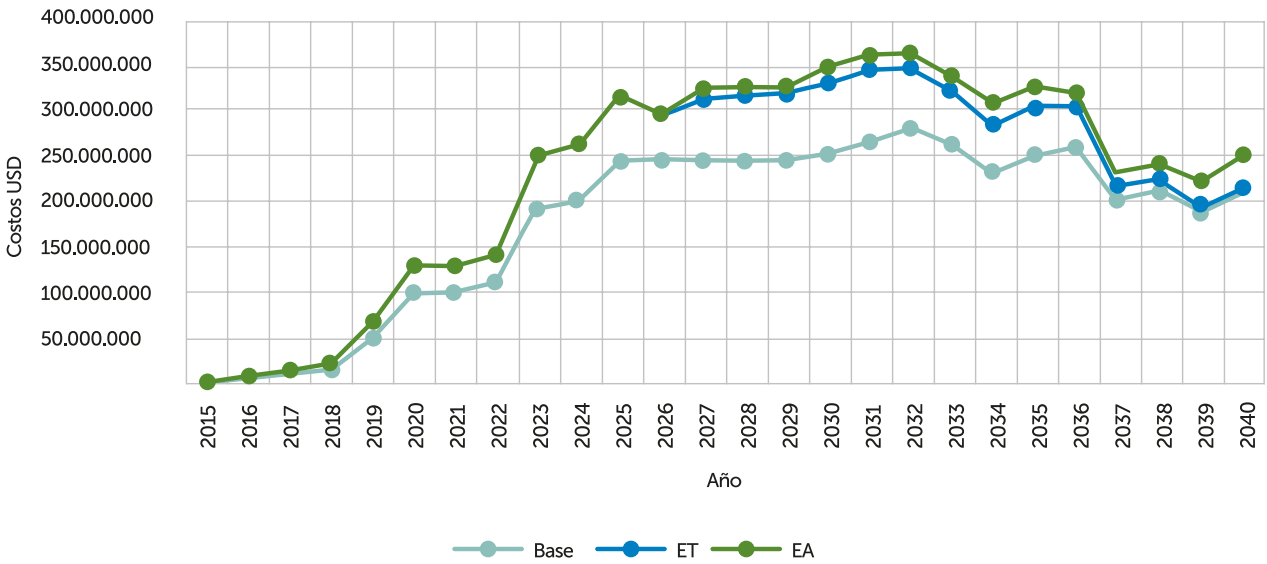
Fuente: Asesoría “Elaboración de indicadores de desempeño del sistema de transporte público de Santiago, V etapa”.

En término de ruido, se estimó los beneficios asociados a los efectos en la productividad y se proyecta que los beneficios asociados al escenario acelerado por sobre el base de US\$450 millones, considerando desde el 2015 al 2040.

Adicionalmente, se establecieron valores estimados de los cargadores eléctricos (US\$50.000) y de la energía eléctrica (109-160 CLP/KWh). Se asume que la compra de buses se realiza a través de un pago en cuotas, con

los 14 años de operación del bus y una tasa de interés mensual del 0,5%. Similar a lo observado en la industria. Con estos parámetros se estimaron los costos por año en cada escenario como se muestra en el Gráfico 8.

Gráfico 8: CAPEX por cada escenario evaluado

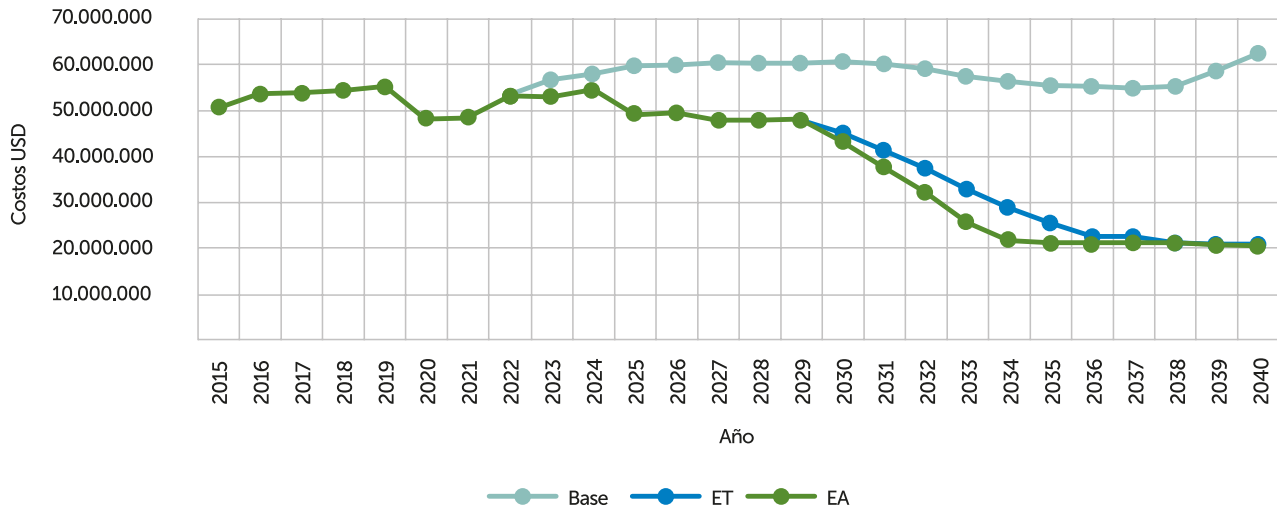


Fuente: Asesoría “Elaboración de indicadores de desempeño del sistema de transporte público de Santiago, V etapa”.

Gráfico 9: OPEX por cada escenario evaluado

El despliegue de electromovilidad en el transporte público ha requerido una inversión acumulada de US\$226,6 millones en la adquisición de buses eléctricos y su infraestructura asociada hasta 2024.

Se estima que, para lograr la transición total al 2040, se requerirá una inversión adicional de US\$808,7 millones en vehículos y US\$79,3 millones en infraestructura de carga y modernización de terminales.



Fuente: Asesoría “Elaboración de indicadores de desempeño del sistema de transporte público de Santiago, V etapa”.

Respecto a los ahorros, se estima que en el periodo 2015-2024 se han logrado ahorros de US\$174,2 millones en la evaluación privada, mientras que el ahorro proyectado es cercano a los US\$2.800 millones para el resto del periodo 2025-2040. Esto ratifica que la decisión de transformar el sistema de transporte público hacia la electromovilidad no solo implica reducciones en emisiones, sino que además reduce los costos operacionales y de mantenimiento de manera significativa, generando ahorros para el sistema y haciendo más eficiente el uso de los recursos públicos.

Respecto a las proyecciones de costos, tanto de inversión (CAPEX) como de operación y mantenimiento (OPEX), fueron evaluadas en valor presente al año 2024. El escenario con el menor Valor Actual Neto (VAN) de costos privados corresponde al Escenario Tendencial (ET), con US\$9.189 millones, seguido muy de cerca por el Escenario de Electromovilidad Acelerada (EA), con US\$9.238 millones. Por su parte, el Escenario Base, sin incorporación de buses eléctricos, presenta el mayor VAN, con US\$9.958 millones. Esto vuelve a confirmar que la decisión de incorporar la electromovilidad en el sistema resulta en uno de menor costo y más eficiente. La diferencia entre ET y EA es marginal, equivalente a un 0,53%, lo que permite considerar que una estrategia de electromovilidad acelerada permite avanzar hacia el compromiso de contar con una flota completamente eléctrica al año 2040, sin un aumento considerable en los costos.

Desde la perspectiva social, el menor VAN también está asociado al Escenario Tendencial (US\$9.930 millones), seguido por el Escenario EA (US\$9.965 millones) y luego por el Escenario Base (US\$11.055 millones). Las diferencias entre ET y EA se mantienen por debajo del 1% en términos de valor presente, lo que refuerza la viabilidad de la estrategia de implementación acelerada de la electromovilidad, destacando el Escenario EA por su capacidad de alinear al sistema de transporte público con los compromisos de descarbonización del país.

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad respecto a los valores de la energía y el diésel, con el objetivo de identificar bajo qué variaciones de estos dos elementos se generan cambios en la comparación de los escenarios. De esta manera, se establece que

escenario Base solo resulta ser el más rentable en los casos que la energía crezca un 10% más que lo proyectado, junto con una reducción del diésel de 1%; o bien, que el valor del diésel se reduzca en 10% con respecto a lo proyectado y la energía aumente en 0,5%.

Cabe destacar que la disminución observada en los precios de los buses eléctricos en los últimos años ha estado fuertemente influenciada por los recientes procesos de licitación, caracterizados por una alta competencia en la industria. Esto ha permitido a las empresas operadoras acceder a más fabricantes, menores precios y mejores financiamientos, a partir del interés generado por participar en el sistema. En este contexto, es importante señalar que parte de la evaluación y proyección de costos considera estos menores precios como parte de los escenarios ET y EA, asumiendo que el mercado logra un equilibrio eficiente en torno a ellos y que se mantienen aun en escenarios sin licitación.

Conclusiones:

El presente capítulo tenía como objetivo la evaluación financiera de la incorporación de la flota eléctrica en el sistema de transporte público tanto en temas ambientales como económicos. Se destaca el resultado positivo en todos los ámbitos, donde las reducciones en emisiones y ruido ya se han visto de manera considerable desde la implementación en 2017. Las proyecciones también resultan alentadoras, confirmando que la electromovilidad también implica ahorros de recursos debido a menores costos de operación y mantenimiento. Si bien la inversión en buses podría ser mayor, los ahorros generados hacen que siempre el escenario con buses eléctricos sea más eficiente a uno con diésel. Se concluye, por lo tanto, que para una ciudad como Santiago, el proceso llevado a cabo con la electrificación del sistema de transporte público ha significado un avance en términos de eficiencia, destacando el mejor uso de los recursos públicos y un menor impacto en costos sociales.



G. Economía Circular

La transición hacia la electromovilidad no solo reduce emisiones, sino que también impulsa un modelo de transporte más sostenible en términos de gestión de recursos y residuos. La menor dependencia de combustibles fósiles y aceites lubricantes disminuye la generación de residuos peligrosos, lo que representa un avance significativo hacia la consolidación de una economía circular en el sistema de transporte público.

En este contexto, las empresas concesionarias del Sistema RED han fortalecido su gestión de residuos mediante el cumplimiento normativo y la implementación de estrategias de valorización y reducción. Estas acciones, alineadas con la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y otras normativas sectoriales, promueven prácticas sostenibles que apoyan los compromisos climáticos de Chile.

Actualmente, los terminales y depósitos del sistema generan una cantidad significativa de residuos sólidos, en su mayoría provenientes de talleres de mantenimiento, limpieza de buses e instalaciones administrativas. Estos residuos se clasifican principalmente en tres tipos: domiciliarios, industriales peligrosos e industriales no peligrosos, con una distribución relativamente equilibrada entre las dos últimas categorías.

A raíz de los esfuerzos en valorización, una proporción mayoritaria de los residuos generados es gestionada mediante reciclaje, compostaje o transformación en combustibles alternativos, mientras que el resto se destina a disposición final en rellenos sanitarios o de seguridad. Entre los residuos valorizados destacan los metales, los neumáticos fuera de uso y ciertos residuos peligrosos como lodos y líquidos de lavado, tratados mediante tecnologías como la biorremediación.

La incorporación progresiva de buses eléctricos se proyecta como un factor clave para reducir la generación de residuos asociados a la operación del sistema, especialmente aquellos derivados del uso de aceites, lubricantes y piezas contaminadas con hidrocarburos. Este cambio no solo disminuirá la carga ambiental en terminales y talleres, sino que también fortalecerá las estrategias de economía circular dentro del Sistema RED. El seguimiento conjunto de estos indicadores con los concesionarios permitirá evaluar el impacto ambiental de la electromovilidad y generar nuevas oportunidades para mejorar la sostenibilidad del transporte público en Santiago.

H. Consumo responsable del agua

La implementación de la electromovilidad ha incentivado una gestión más eficiente de los recursos naturales dentro de los terminales y depósitos. Las empresas concesionarias del Sistema RED han adoptado diversas estrategias para optimizar el consumo de agua, reconociendo que, si bien este no tiene un impacto directo en sus operaciones, sí influye en sus costos y en la crisis hídrica que enfrenta el país.

En 2023, las empresas concesionarias del Sistema RED registraron un consumo de agua de 320,3 millones de litros. Se estima que, gracias a las medidas implementadas, se evitaron consumir 44,1 millones de litros durante el mismo año.

Algunas de las acciones más relevantes incluyen:

- Medición y establecimiento de metas de reducción: Varias empresas han establecido objetivos de eficiencia hídrica basados en el monitoreo de su consumo en terminales, depósitos y edificios administrativos.

- Optimización del lavado de buses: Se han instalado sistemas que permiten la recirculación del agua, reutilizando 1 litro hasta 5 veces y recuperando el 80% del volumen utilizado.

- Lavado interior con menor uso de agua: Se han implementado productos que permiten un “lavado en seco”, reduciendo significativamente el consumo de agua.

- Uso eficiente del agua en infraestructura: Se han instalado sistemas de riego controlado para áreas verdes en terminales y depósitos, optimizando el uso de este recurso.

La adopción de buses eléctricos también ha contribuido indirectamente a este consumo responsable, ya que su menor requerimiento de mantenimiento ha reducido la demanda de agua para limpieza en comparación con los buses diésel. Este enfoque demuestra que la electromovilidad no solo transforma el transporte en términos de emisiones y ruido, sino que también impulsa la adopción de medidas ambientales más amplias, fortaleciendo la sostenibilidad del sistema de transporte público en Santiago.



I. Seguridad Vial: reduciendo los excesos de velocidad

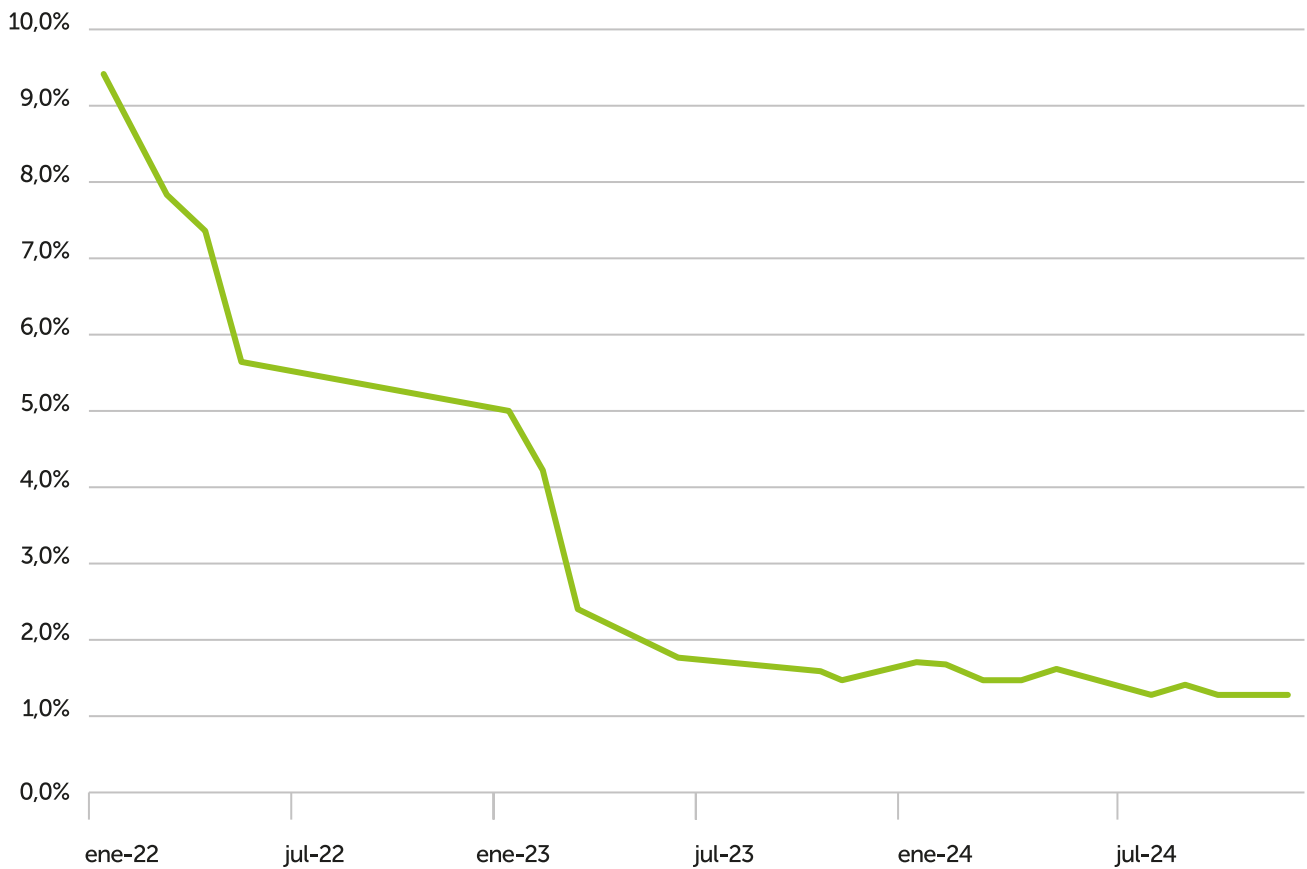
El DTPM ha implementado un sistema de monitoreo constante de la operación diaria del sistema de transporte público, supervisando rigurosamente la velocidad de los buses. Esta labor se realiza desde las Gerencias de Operaciones y Mantenimiento y la Gerencia de Vinculación Ciudadana, utilizando datos del registro de pulsos GPS de los buses. Este sistema permite registrar el posicionamiento de los buses del sistema cada 30 segundos, indicando tanto la velocidad como el servicio que están prestando.

En este contexto, se considera que un bus incurre en exceso de velocidad cuando supera los 55 km/h. producto de la introducción de buses eléctricos y diésel de Estándar RED,

que cuenta con la tecnología de limitadores de velocidad, se ha logrado una notable reducción en las expediciones con excesos de velocidad. Estos vehículos, además de ser más sostenibles, están equipados con sistemas que permiten un control más preciso de la velocidad, contribuyendo a una operación más segura y eficiente.

Las estadísticas reflejan esta mejora: en enero de 2022, el 9,3% de las expediciones (cada vez que un bus inicia un servicio) superaron el límite de velocidad; en enero de 2023, esta cifra disminuyó al 5%; y en enero de 2024, se redujo aún más, alcanzando solo el 1,7%.

Gráfico 10: Evolución del % de expediciones con exceso de velocidad (2022-2024).



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del registro de pulsos GPS de los buses del STPM.

5 Si bien la normativa indica que el límite de velocidad máximo es 50 km/hora, metodológicamente se asigna un valor de 55 km/hora a fin de incorporar errores de información relativa a los pulsos.

Esta tendencia positiva también es resultado de las campañas de educación vial dirigidas a conductores y conductoras, enfocadas en la prevención de accidentes mediante la identificación de puntos ciegos, la correcta ejecución de los virajes y la promoción de buenas

prácticas para una mejor convivencia vial. Estas iniciativas buscan fomentar una conducción más segura y consciente, complementando los avances tecnológicos de los nuevos buses eléctricos y diésel de Estándar RED.



J. Iniciativas que promueven el uso de transporte público

El fortalecimiento del transporte público como alternativa preferente frente al uso del automóvil particular requiere la implementación de diversas estrategias que faciliten su acceso, mejoren su atractivo y refuercen su competitividad. En este sentido, el Sistema RED Movilidad, al mismo tiempo que implementa mejoras en

la tecnología y confort de los vehículos, ha avanzado en la aplicación de medidas estructurales y operativas que fomentan el cambio modal hacia un sistema integrado de buses, metro, trenes de cercanía y el uso de medios de movilidad activa como la bicicleta y la caminata.

➡ 1. Más oferta de servicios y cobertura de manera participativa.

Para responder a la creciente demanda y hacer del transporte público una opción más accesible y eficiente, se ha implementado una estrategia de ampliación de la oferta de servicios y cobertura territorial. Se han incorporado nuevos servicios en zonas con alta demanda insatisfecha, mejorando la conectividad en sectores periféricos de la ciudad. Asimismo, se ha fortalecido la operación en horarios de alta afluencia con mayor frecuencia de buses, a fin de reducir los tiempos de espera y mejorar la calidad del servicio.

Uno de los principales desafíos en la promoción del transporte público es garantizar que la oferta de servicios responda a las necesidades reales de las personas usuarias. Para ello, se han implementado procesos de modificación de recorridos basados en instancias de participación ciudadana, en las que comunidades, organizaciones vecinales y actores locales han podido expresar sus necesidades y sugerencias. Estos ajustes han permitido optimizar la cobertura, mejorar la conectividad entre barrios y reducir los tiempos de traslado, generando un servicio más eficiente y alineado con las expectativas de los pasajeros.

Entre marzo 2022 a diciembre 2024, se implementaron 76 extensiones y nuevos servicios que permiten dar mayor conectividad a las personas. Por estas iniciativas, más de 135.000 las personas adicionales pueden acceder al Sistema Red en menos de 5 min caminando (300m), alcanzando una cobertura del 94,22% en las 34 comunas iniciales del Sistema. Además, en 2023 se marcó el hito con la primera expansión del Sistema a 2 nuevas comunas: Padre Hurtado y Lampa.

En 2024, se han realizado 36 modificaciones de trazado, que han permitido entregar nuevas coberturas y conexiones en Red, así como también mejorar la operación y condiciones de puntos de regulación en vía pública. Entre ellas, destacan 8 nuevos servicios y 23 extensiones de servicios.

Adicionalmente, se ha trabajado en mejorar la oferta y servicio entregado, con foco en los sectores donde se han identificado aumentos de demanda y requerimientos de la ciudadanía, lo que ha implicado refuerzos en paradas y servicios críticos. Estas mejoras de los servicios han permitido contribuir al aumento de demanda del Sistema y equidad territorial, así como también entregar una mejor calidad y accesibilidad de manera general.



➡ 2. Subsidio y tarifas diferenciadas del transporte público

Subsidio. El subsidio al transporte público ha sido una herramienta fundamental para garantizar un Sistema eficiente, accesible, equitativo y sostenible. Asociado a esta inversión social, ha sido posible implementar tarifas diferenciadas que benefician a estudiantes y adultos mayores, asegurando que quienes no cuentan con automóvil u otras alternativas privadas puedan desplazarse accediendo a una tarifa más asequible y a un servicio de calidad.

Asimismo, el subsidio busca atraer usuarios desde el automóvil, permitiendo reducir una serie de costos sociales como la congestión, siniestralidad, contaminación y emisiones de dióxido de carbono. A su vez, facilita el acceso de más personas a la ciudad y a sus oportunidades, impulsa la economía local y mejora la calidad de vida de la población.

Santiago cuenta con un subsidio al transporte público establecido desde el año 2009 en la Ley 20.378 [11], que permite financiar operación, flota, metro, tecnología, entre otros, y actualmente representa el 65% de los ingresos del sistema. Dicho subsidio ha permitido invertir en forma importante en la expansión del Sistema en servicios, tecnología y cobertura geográfica. Mientras el Metro de Santiago y el Tren de cercanías (EFE) siguen expandiendo su red, la flota de buses eléctricos ha convertido a la ciudad en un referente a nivel mundial en electromovilidad aumentando la cobertura del Sistema Red Movilidad llegando en forma integrada a comunidades que los han solicitado por décadas. Estos esfuerzos han permitido aumentar la cobertura del servicio a millones de personas que diariamente requiere desplazarse por la ciudad, mejorando así su calidad de vida.

Tarifas. El sistema cuenta con una tarifa integrada que promueve la intermodalidad, permitiendo, con un solo pago, viajar hasta dos horas, realizando dos transbordos. Del mismo modo, la presencia de tarifas diferenciadas permite que el transporte público sea una opción más asequible y competitiva frente al uso del automóvil, beneficiando a sectores específicos de la población como estudiantes y adultos mayores, así como a usuarios frecuentes. De esta manera, el Sistema contribuye a la reducción del gasto en transporte para miles de familias,

a la vez que se incentiva el uso del transporte público. Los principales beneficios tarifarios incluyen:

- Tarjeta Nacional Estudiantil (TNE): Permite a los estudiantes de educación básica que califican para este beneficio estar exentos del pago de tarifa, mientras que los estudiantes de educación media y superior pagan aproximadamente el 33% de la tarifa adulta, es decir, \$250 en 2024. Además, mantiene la integración con buses, Metro y Tren Nos-Estación Central, permitiendo transbordos sin costos adicionales.

- Tarjeta Adulto Mayor (TAM): Habilita el uso de todos los modos de transporte público con una tarifa preferencial de \$370 en todo horario. Disponible para adultos mayores de 65 años sin otros requisitos, ha permitido que, desde su implementación en julio de 2020, se entreguen 833.474 tarjetas a diciembre de 2024.

- Tarjeta Adulto Mayor Metro (TAM-Metro): Beneficio exclusivo para viajes en Metro que permite a los adultos mayores viajar por \$250, sin restricciones horarias ni de cantidad de viajes.

Limite mensual y modernización del sistema de pago “Dale QR”. El sistema de pago del transporte público ha avanzado hacia la digitalización y modernización, alineándose con las últimas tendencias tecnológicas. Actualmente, más del 25% de los pagos de tarifa adulta se realizan mediante dispositivos móviles a través de código QR, tecnología que ha permitido el desarrollo del beneficio “Dale QR”, que limita el gasto mensual en transporte. La App Red, con más de 1 millón de usuarios activos mensuales ha sido clave en esta transformación. A través de ella, se ha implementado la posibilidad de pago con QR, lo que permitió lanzar el beneficio Dale QR, otorgando viajes gratuitos tras alcanzar el monto equivalente a 47 viajes en un mes, beneficiando más de 88.000 personas durante 2024. Además, se incorporó la modalidad de recarga automática y se avanza en la implementación de pagos con tarjetas bancarias, lo que facilitará el acceso al sistema de transporte público.

➡ 3. Infraestructura para una movilidad sostenible:

Priorización del transporte público, menos congestión, más eficiencia. El desarrollo de infraestructura adecuada es clave para mejorar la experiencia del usuario y consolidar el transporte público como la columna vertebral de la movilidad urbana. Actualmente, la mayoría de los buses circulan en calles de uso mixto, compartiendo ejes viales con el transporte privado. Esta convivencia expone al transporte público a la congestión vehicular, reduciendo su velocidad comercial y afectando la regularidad del servicio.

Para abordar este desafío, se han construido corredores exclusivos, pistas solo para buses y se han incorporado cámaras de fiscalización en ejes estratégicos de la ciudad, donde se les ha otorgado prioridad a los buses. Estas medidas no solo mejoran la velocidad y puntualidad del servicio, sino que también reducen los tiempos de espera de las personas usuarias, impactando directamente en la calidad del servicio y optimizando los costos del Sistema, haciéndolo más eficiente.

Al 2024, el Sistema Red Movilidad cuenta con 446 km de vías prioritarias para el transporte público, cifra que incluye las vías segregadas, vías exclusivas y pistas solo bus. Además, para garantizar el correcto uso de la infraestructura, se han implementado 470 cámaras de fiscalización en puntos estratégicos, con una inversión de aproximadamente \$4.500 millones a la fecha.

Conservación de la infraestructura de transportes y su aporte al desarrollo urbano. La infraestructura de corredores de transporte público no solo prioriza a los buses, sino que también integran obras complementarias

que mejoran la experiencia del usuario y de la comunidad vecina. Estas incluyen veredas con accesibilidad universal, puntos de parada, mobiliario urbano, paisajismo y sistemas de iluminación fotovoltaicos que reducen el consumo energético. Estas mejoras, además de brindan mayor seguridad y comodidad a los pasajeros, contribuyen al desarrollo urbano de la ciudad.

Infraestructura segura, accesible y con perspectiva de género. La experiencia del usuario es un pilar clave en la movilidad sostenible. Por ello, se han habilitado puntos de parada seguros, accesibles y con perspectiva de género, equipados con mejor iluminación, accesibilidad universal y sistemas de información en tiempo real. Al año 2024, existen 360 puntos de parada que cuentan con botones de alerta conectados a centrales de seguridad municipal, paneles de información variable (PIV) que muestran los tiempos de arribo de los buses y botones audibles para personas con discapacidad visual.

Integración con modos activos. La movilidad sostenible también se construye integrando diferentes modos de transporte. En este sentido, la expansión de ciclovías liderada por el Gobierno Regional de Santiago y la habilitación de estacionamientos para bicicletas en puntos estratégicos de Metro favorecen la intermodalidad, fomentando el uso de modos activos como la bicicleta y la caminata.

➡ 4. Campañas informativas y Día Nacional sin Auto

El cambio modal no solo depende de mejoras operacionales e infraestructura, sino también de estrategias de sensibilización y educación. Por ello, el DTPM ha desarrollado campañas informativas para destacar los beneficios ambientales, económicos y sociales que tiene el uso del transporte público. Una de las acciones más emblemáticas es el Día Nacional Sin Auto, jornada que es coordinada por el DTPM desde el año 2022, en la que se promueve activamente el uso de buses, metro, trenes de cercanía y su combinación con otros modos activos como los ciclos y la caminata.

En 2024, la jornada contó con diversas intervenciones urbanas, actividades participativas y la entrega material educativo. Como parte de la iniciativa, se llevó a cabo una nueva edición del Paseo de la Movilidad, que incluyó la peatonalización temporal de la calle Agustinas y diversas actividades en Plaza de la Constitución. En este espacio, se instalaron puestos informativos, se llevaron a cabo mediciones medioambientales y se habilitó un biciestacionamiento masivo.

En las mediciones realizadas se evidenció un aumento en el uso del transporte público registrando 4,8 millones de transacciones, superando los 4,7 millones del año 2023. Además, el flujo peatonal de la calle Agustinas se incrementó en 126% alcanzando un máximo de 25.066 de transeúntes en comparación con los 10.649 registrados el 6 de septiembre, día en que se celebró el año anterior.

En términos ambientales, los resultados fueron significativos. En el eje Agustinas, el nivel de ruido se redujo en un 82% se punto máximo, mientras que, durante el periodo hora punta (7:00 y 09:00 AM) la disminución alcanzó un 72% respecto a un día habitual. En cuanto a la calidad del aire, el nivel de MP2.5 se mantuvo estable con un promedio de 6,81 µg/m³, mientras que las mediciones de Dióxido de Nitrógeno

(NO2), contaminante asociado a la combustión vehicular, mostraron una disminución notable con concentraciones por debajo de los 40 ppb, muy por debajo de los 50ppb registrados a las 21:00h del día anterior.

En los días previos al evento, se desarrolló una campaña comunicacional que destacó los beneficios de la movilidad activa (caminata y ciclos) y el transporte público para el desarrollo de hábitats urbanos más sanos, seguros y sustentables. También se abordaron los impactos socioambientales negativos del uso excesivo del automóvil, posicionando al transporte público y la movilidad activa como alternativas que favorecen la salud física y mental de las personas.

La convocatoria obtuvo una excelente recepción. 17 Ministerios se sumaron a la difusión de la iniciativa fortaleciendo el mensaje sobre la importancia del transporte público y la movilidad activa. La cobertura de medios y redes sociales permitió lograr una alta interacción: la cantidad de personas que hicieron clic en los contenidos publicados superó en un 174% lo estimado, mientras que los anuncios alcanzaron cerca de 2,8 millones de visualizaciones, 145% mayor a lo proyectado. Además, la nota publicada, en el sitio web de Red.cl registró más de 50.000 visitas, más del doble de lo habitual para las publicaciones más populares, que suelen recibir entre las 20.000-25.000 visitas.

En paralelo a estas iniciativas de sensibilización, DTPM ha desplegado sus esfuerzos en informar a toda la comunidad los cambios y mejoras operacionales que se van realizando durante cada año (Tabla 10). En conjunto, estas medidas han permitido avanzar en la consolidación de un sistema de transporte público más atractivo y eficiente, contribuyendo a la reducción de la congestión vehicular y las emisiones contaminantes, al tiempo que mejoran la calidad de vida en la ciudad.



Tabla 10: Campañas informativas del DTPM (2022-2024)

Año	Campaña
2022	Campaña cuidado de los buses
	Nuevas formas de pago (bip!QR y recarga automática)
	App de Red (descarga, funcionalidades)
	Campañas con monitores sobre formas de pago y App de Red
	Team educativo en colegios municipales (se entrega información sobre el sistema para incentivar su correcto uso)
	Día Nacional sin Auto
2023	Campaña servicio555
	Uso de Red Movilidad (información entregada en el aeropuerto en el marco del recorrido 555)
	Mejoras en recorridos por nueva licitación y extensiones de líneas de Metro
	Campaña de evasión "Yo pago en Red" (se destacaron las mejoras del sistema)
	Beneficio Dale QR
	Campañas servicios que comenzaron a prestar servicio en Lampa y Padre Hurtado.
	Campañas con monitores sobre formas de pago y App de Red
	Team educativo en colegios municipales (se entrega información sobre el sistema para incentivar su correcto uso)
2024	Día Nacional sin Auto
	Campaña servicio 444
	Uso de Red Movilidad (información entregada en el aeropuerto en el marco del recorrido 555 y 444)
	Campaña evasión "bip a bip! construimos una mejor Red (donde se siguen destacando las mejoras del sistema y los beneficios que entrega)
	Campaña POE Lollapalooza (monitores en terreno fomentando el uso del TP para llegar y regresar del festival)
	Campañas con monitores sobre formas de pago y App de Red
	Team educativo en colegios municipales (se entrega información sobre el sistema para incentivar su correcto uso)
	Campaña de evasión educativa "Seamos más amables", centrándose en la relevancia del pago del pasaje, respeto y buenas prácticas en nuestro transporte público.

➡ 5. Creando Redes

Para responder a la creciente demanda y hacer del transporte público una opción más accesible y eficiente, se ha implementado una estrategia de ampliación de la oferta de servicios y cobertura territorial. Se han incorporado nuevos servicios en zonas con alta demanda insatisfecha, mejorando la conectividad en sectores periféricos de la ciudad. Asimismo, se ha fortalecido la operación en horarios de alta afluencia con mayor frecuencia de buses, a fin de reducir los tiempos de espera y mejorar la calidad del servicio.

Uno de los principales desafíos en la promoción del transporte público es garantizar que la oferta de servicios responda a las necesidades reales de las personas

usuarias. Para ello, se ha implementado el programa "Creando Redes", el cual desde el año 2022 ha llevado a cabo procesos de modificación de recorridos basados en instancias de participación ciudadana, en las que comunidades, organizaciones vecinales y actores locales han podido expresar sus necesidades y sugerencias. Estos ajustes han permitido optimizar la cobertura, mejorar la conectividad entre barrios y reducir los tiempos de traslado, además de fortalecer la vinculación directa con la comunidad, generando un servicio más eficiente y alineado con las expectativas de las personas usuarias.

De esta forma, el trabajo técnico de planificación de recorridos, posicionamiento de paradas, o análisis de

los puntos de regulación, y proyectos de infraestructura y reuniones de acuerdos y buenas prácticas, abren un espacio para que la comunidad que convive con el Sistema de transporte, y se beneficia de los servicios involucrados, puedan indicar en algunos casos, por ejemplo, la necesidad de mover un punto de parada, extender o modificar un recorrido, proponer horarios de pasada, o proponer espacios alternativos para que un punto de regulación tenga mejor recepción, mejores condiciones para su funcionamiento y menor impacto en los espacios habitacionales. Así, se enriquece la información para tomar decisiones y comprender los impactos directos que tienen estas, sabiendo de primera fuente sus implicancias de manera integral.

Entre marzo 2022 a diciembre 2024, se implementaron 76 extensiones y nuevos servicios que permiten dar mayor conectividad a las personas. Gracias a estas iniciativas, más de 135.000 las personas adicionales pueden acceder al Sistema Red en menos de 5 min

K. Efectos en la percepción de nuestros grupos de interés

Personas usuarias

Desde la introducción de los buses eléctricos y de bajas emisiones en el Sistema Red Movilidad, la percepción de las personas usuarias ha mejorado considerablemente. Este cambio no solo se debe a la incorporación de estos nuevos vehículos, sino también a las medidas tomadas para incentivar el uso del transporte público, que han sido bien recibidas por la comunidad. En 2018 se realizó un primer estudio de percepción de las personas usuarias respecto a la incorporación de los primeros buses eléctricos.

Uno de los aspectos más destacados ha sido la llegada de buses eléctricos y de bajas emisiones con altos estándares de confort, como el aire acondicionado y otras mejoras en la calidad del servicio. Estos avances han tenido un impacto directo en la experiencia de viaje, marcando la diferencia en la forma en que los usuarios perciben el sistema de transporte público.

En el año 2023 se realiza un estudio sobre percepción sobre los buses eléctricos que demostró que un 92% de las personas encuestadas indicaron saber sobre la existencia de buses eléctricos en el sistema Red Movilidad. De éstos, un 87% considera beneficiosa la presencia de buses eléctricos para la ciudad. Dentro de los beneficios mencionados, destaca “Mejor calidad del aire” (85% de menciones), “Menos ruidos en la ciudad” (72% de menciones), “Mayor modernidad para la ciudad” (66% de menciones) y “Mejor imagen para la ciudad” (54% de menciones).

Con estos antecedentes, y para garantizar que la renovación del transporte público refleje las necesidades de las personas, entre marzo y mayo de 2023, el DTPM llevó a cabo el proceso de participación ciudadana “¿Qué te mueve?”. La iniciativa convocó a 15.300 personas a través de tres mecanismos: encuestas

caminando (300m), alcanzando una cobertura del 94,22% en las 34 comunas iniciales del Sistema. Además, en 2023 se marcó el hito con la primera expansión del Sistema a 2 nuevas comunas: Padre Hurtado y Lampa.

En 2024, se han realizado 36 modificaciones de trazado, que han permitido entregar nuevas coberturas y conexiones en Red, así como también mejorar la operación y condiciones de puntos de regulación en vía pública. Entre ellas, destacan 8 nuevos servicios y 23 extensiones de servicios.

Adicionalmente, se ha trabajado en mejorar la oferta y servicio entregado, con foco en los sectores donde se han identificado aumentos de demanda y requerimientos de la ciudadanía, lo que ha implicado refuerzos en paradas y servicios críticos. Estas mejoras de los servicios han permitido contribuir al aumento de demanda del Sistema y equidad territorial, así como también entregar una mejor calidad y accesibilidad de manera general.

(online y presenciales) con 14.638 respuestas; diálogos ciudadanos en 20 comunas con la participación de 555 vecinos y vecinas; y talleres con grupos de interés, donde participaron 107 personas pertenecientes a sectores clave como personal de conducción, personas migrantes, personas con discapacidad, organizaciones de convivencia vial, personas cuidadoras, adultos mayores, estudiantes universitarios, niños, niñas y adolescentes, y expertas en género y movilidad.

El proceso abordó tres pilares fundamentales: buses (accesibilidad y comodidad), operación y servicio (cobertura, conexión, frecuencia y horarios) e infraestructura (paradas y accesos). Uno de los principales hallazgos fue la demanda por buses modernos, mejor mantenimiento y limpieza, junto con la incorporación de mejoras en accesibilidad y seguridad. En particular, la encuesta destacó que las personas consideran prioritario acelerar el recambio de buses antiguos por nuevos, con un 30% de menciones para este aspecto.

Estos resultados reforzaron la necesidad de avanzar en la implementación de buses eléctricos con mejores estándares, alineando la política pública con las expectativas ciudadanas y consolidando que las Licitaciones de Concesión de vías del año 2023 y 2025 sea 100% eléctricas.

Durante diciembre 2024 y enero 2025, se ha actualizado el estudio de percepción ampliando los grupos de interés analizados, incluyendo a personas usuarias, conductoras y conductores, personal de mantenimiento y la comunidad vecina a ejes y electroterminales y los principales resultados (presentados a continuación) coinciden con la tendencia observada en la Encuesta Anual de Satisfacción de usuarios presentada en el Capítulo L.

1. Personas usuarias.

Las personas usuarias identifican importantes beneficios asociados a los buses eléctricos, se menciona un 56% que existirá una mejor calidad del aire y 18% que existiría menos ruido en la ciudad. Además, se menciona con un 62% que no existen aspectos negativos relacionados con su incorporación.

El estudio también consultó por el impacto que podría tener la implementación de los buses 100% eléctricos en ciertos aspectos de la vida. 79% cree que mejoran la imagen y reputación de la ciudad, un 77% valora su contribución a la calidad del aire, y un 72% destaca su efecto en la disminución de los niveles de ruido. En términos de seguridad, 58% considera que los buses eléctricos son más seguros que los tradicionales, principalmente por la presencia de cámaras y tecnologías avanzadas de estabilidad y frenado.

La comodidad es otro factor clave en la experiencia de los usuarios. Los atributos mejor evaluados incluyen la iluminación (86% con notas 6 y 7), la temperatura al interior del bus (81%) y la disponibilidad de manillas y pasamanos (80%). Entre los elementos que más contribuyen a la sensación de confort destacan el aire acondicionado (57%), los asientos más cómodos (34%) y el menor ruido durante el viaje (16%).

Finalmente, la satisfacción con la implementación de los buses eléctricos es alta. Las personas usuarias mostraron estar de acuerdo y muy de acuerdo con la afirmación que el Sistema RED Movilidad “Es un sistema que promueve el uso de tecnologías limpias” (95%), “Es un sistema que fomenta la innovación en el transporte público” (94%) y “Es un sistema del que todas y todos nos podemos sentir orgullosos” (84%)

2. Conductores y Conductoras

Para el personal de conducción, la diferencia entre un bus eléctrico y uno diésel no pasa desapercibida. De hecho, el 55% de los conductores y conductoras prefiere operar buses eléctricos, mientras que solo un 9% se inclina por los diésel. Al comparar ambas tecnologías, destacan las siguientes ventajas de los buses eléctricos:

• **Menor cansancio durante la jornada:** 65% de los conductores lo percibe así.

• **Menos ruido en el interior:** 78% considera que generan un ambiente más silencioso.

3. Personal de mantenimiento

Para el personal de mantenimiento, la diferencia entre un bus eléctrico y uno diésel también es evidente. En particular, al comparar ambas tecnologías, destacan las siguientes características de los buses eléctricos:

• **Mayor respeto por el medio ambiente:** 80% considera que las labores de mantenimiento son más amigables en este aspecto

• **Mayor exigencia de conocimientos técnicos:** 72% indica que trabajar con estos buses requiere un nivel técnico más alto.

• **Mejor ambiente de trabajo:** 75% señala que los pasajeros los valoran más, lo que contribuye positivamente a su experiencia laboral.

La transición a la tecnología eléctrica ha requerido que el personal de conducción se adapte a una nueva forma de operar los buses. No obstante, el 90% indica que el proceso de adaptación fue sencillo. Aun así, el 82% reconoce que, en comparación con los buses diésel, es necesario contar con capacitaciones específicas.

• **Mantenimiento más sencillo:** 58% percibe que las tareas de mantención son más simples en comparación con los buses diésel.

• **Menos tiempo en el taller:** 56% señala que requieren menos horas de intervención mecánica.

➡ 4. Comunidad vecina a ejes viales y electroterminales

Los beneficios de la electromovilidad no solo son percibidos por las personas usuarias del sistema, sino también por quienes conviven diariamente con la operación de los buses, ya sea como vecinos de un eje vial o de un terminal de buses.

De acuerdo con la consulta realizada a la comunidad, una amplia mayoría destaca cambios positivos, como un tránsito nocturno más silencioso, percepción compartida por el 81% de los vecinos de ejes viales y el 71% de los vecinos de terminales.

Tabla 11: Proporción de encuestados que están de acuerdo con los beneficios de la electromovilidad

Pregunta	Vecinos de eje vial	Vecinos de electroterminal
1. En las noches el tránsito de buses es más tranquilo que antes	81%	71%
2. Ha disminuido la contaminación del aire	72%	67%
3. Ha disminuido el ruido en general	70%	62%
4. Ha disminuido la congestión o concentración de buses	58%	59%
5. Ha mejorado la percepción de seguridad vial	54%	57%

Fuente: Estudio electromovilidad personal de conducción y personas usuarias, IPSOS 2025.

Además, un **89%** de las personas encuestadas señala que la electromovilidad ha aportado una sensación de modernidad e innovación en su barrio. Por otro lado, un **57%** percibe una mayor limpieza y orden en las calles desde la llegada de los buses eléctricos.

Estos resultados evidencian el impacto positivo de la electromovilidad no solo en la experiencia de viaje, sino también en la calidad de vida de quienes habitan en las zonas donde opera el sistema de transporte público.

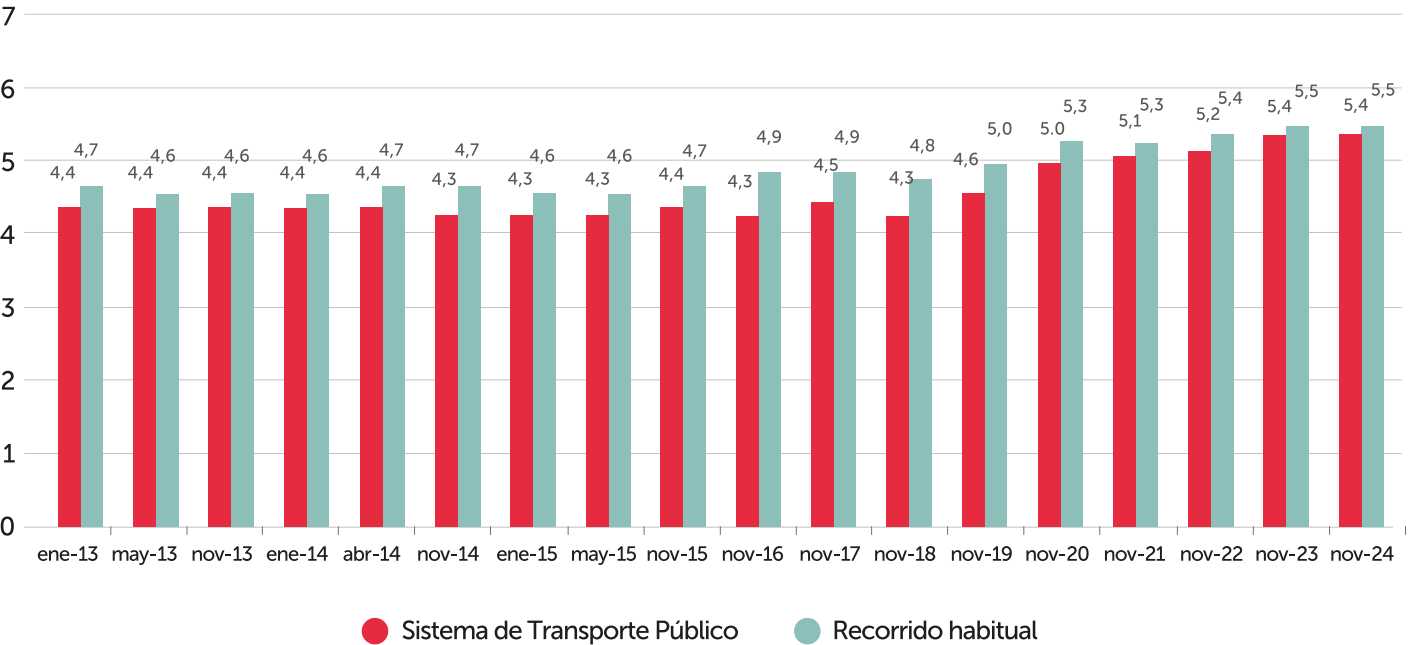


L. Nota de satisfacción de los usuarios

El sistema de transporte público RED Movilidad ha dado pasos significativos hacia la modernización y la mejora de la calidad del servicio. La renovación de la flota de buses, la incorporación de nuevos recorridos y la promoción de la diversidad con una mayor participación de mujeres en la conducción son solo algunos ejemplos de las acciones implementadas. Además, se han integrado nuevas tecnologías de pago, como el innovador sistema Dale QR, y otros beneficios que enriquecen la experiencia de los usuarios.

Estas medidas han sido bien recibidas por los pasajeros, quienes, en el último Estudio de Satisfacción de Usuarios del Transporte Público Metropolitano, desarrollado por IPSOS en 2024 [25], han evaluado el servicio con una calificación de 5,5 para los recorridos y 5,4 para el sistema en su conjunto, igualando la puntuación del 2024, como una de las notas más altas desde el inicio de las evaluaciones en 2013, donde en sus inicios comenzó con nota 4,4.

Gráfico 11: Resultados de la evaluación del Sistema y los recorridos (2013-2024)



Fuente: Elaboración Propia DTPM.

También, el segundo semestre de 2023 Red Movilidad fue elegida “marca destacada por su aporte social” en el lugar 9° de un total de 270, según CADEM [26]. En esta misma medición, Metro se ubicó en el segundo lugar en el ranking Marca Ciudadana que es la más alta en su historia y que reúne a todas las marcas del país. Este ranking reconoce a las marcas que tienen una presencia positiva en la

opinión pública, son consideradas un aporte significativo para la sociedad y, al mismo tiempo, son relevantes en la vida diaria de las personas. Las Marcas Ciudadanas se caracterizan por su doble identidad: están presentes tanto en la sociedad como en el día a día de los ciudadanos.

Aporte - Top 30 Ranking

1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20		30	

Fuente: XV edición estudio Marcas Ciudadanas [28]

En el segundo semestre de 2024, Red Movilidad se ubicó en la posición 16, mientras que Metro mantuvo su destacada posición. Este resultado no nos desanima; por el contrario, nos enorgullece seguir formando parte de las 30 marcas más reconocidas por su contribución a mejorar la calidad de vida de las personas y su aporte a la sociedad.

También en 2024, hemos logrado un Nivel de confianza histórico en Red Movilidad, de acuerdo con la encuesta N°568 de Plaza Pública-CADEM, un 56% de los habitantes de la Región Metropolitana califican con nota entre 5 y 7 su confianza en Red Movilidad. Este resultado marca el nivel más alto de confianza desde que comenzó la

medición en 2014, consolidándose como un hito clave en la mejora de la percepción ciudadana hacia el Sistema.

Estos reconocimientos no son fortuitos: son el reflejo de un trabajo constante y de las medidas implementadas a lo largo de los años, descritas en este informe, que nos han permitido avanzar en nuestro camino de transformación.

A pesar de los desafíos históricos asociados al origen del sistema, estos logros demuestran que estamos consolidándonos como un referente a nivel nacional e internacional, comprometidos con la movilidad sostenible y el bienestar de la ciudadanía.

M. Compartiendo nuestra experiencia

La transformación del Sistema RED Movilidad con la incorporación masiva de buses eléctricos ha convertido a Santiago en un referente mundial en electromovilidad para el transporte público. Con más de 2.500 buses eléctricos en circulación, el sistema de transportes atrae el interés de gobiernos, organismos multilaterales y expertos en movilidad sustentable para aprender de nuestra experiencia.

Reconocimiento Global y Delegaciones Internacionales. El liderazgo del DTPM en electromovilidad ha generado un interés sostenido por parte de delegaciones de diversos países que han visitado Santiago para conocer de primera mano la experiencia de implementación. Estas visitas han permitido compartir conocimientos sobre la planificación, financiamiento, operación y mantenimiento de flotas eléctricas, así como los impactos ambientales y operacionales logrados. A continuación, el detalle de estas visitas:

Tabla 12: Delegaciones que visitan el Sistema RED.

Mes – año visita	Marco delegación	Países
Jul-22	Ministerios de Transporte, Energía, y Medio Ambiente	Ecuador
Aug-22	Zebra – C40 – Centro Mario Molina	Brasil, Colombia, México
Aug-22	Viceministra de Transporte	Costa Rica
Nov-22	Estado de Santa Catarina – Banco Mundial	Brasil
Apr-23	Delegación empresarial	Republica Checa
Apr-23	Santa Cruz de Tenerife	España
Jul-23	Ministerio de Energía y Minas	Guatemala
Jul-23	Ministerio de Obras Publicas y Transportes	Costa Rica
Nov-23	Viceministerio de electricidad y energías alternativas	Bolivia
Jan-24	Frances Sprei – Embajada de Suecia – Congreso Futuro	Suecia
Enero – Octubre 2024	Active	Países Bajos
Feb-24	Banco Mundial, El Cairo BRT	Egipto
Mar-24	Estado de Minas Gerais	Brasil
Mar-24	Transport for London	Reino Unido
Abril-Julio 2024	Ministerio de Obras Publicas	Paraguay
Oct-24	Delegación Unión Europea	Unión Europea
Jan-25	MiBus-CAF	Panamá

Participación en Espacios Internacionales. RED Movilidad ha estado presente en diversos foros y plataformas de cooperación internacional, donde distintos profesionales del DTPM, han presentado los avances en electromovilidad y a otras materias del sistema de transportes y visitado foros y ferias para traer aprendizajes, consolidando su liderazgo a través de la participación en eventos clave.

Reconocimientos y Alianzas Estratégicas. El impacto positivo de la electromovilidad y la introducción de buses de bajas emisiones en Santiago ha sido reconocido con distinciones internacionales, fortaleciendo la imagen de RED Movilidad como un modelo de éxito.

Tabla 13: Alianzas estratégicas.

Institución	Proyecto marco	Países
UITP (Unión Internacional de Transporte Público)	País miembro	Organizaciones en más de 100 países
BID (Banco Interamericano de Desarrollo)	Observatorio Latinoamericano de Género y Movilidad	Colombia, Argentina, México, Bolivia, Perú, y Chile
CAF (Corporación Andina de Fomento) MMA (Ministerio de Medio Ambiente) AGCID (Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo)	Estrategia Chilena de Transporte Publico Sostenible (CLETS)	Chile
C40 (Cities Climate Leadership group) ICCT (The International Council On Clean Transportation) CMS (Centro de Movilidad Sostenible)	ZEBRAZero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator (ZEBRA)	Brasil, Colombia, México y Chile

A través de estas instancias, el Sistema de Transportes de Santiago, RED Movilidad no solo ha consolidado su liderazgo, sino que también ha

En el año 2018, la “Climate and Clean Air Coalition” (CCAC) galardonó al sistema de transportes de Santiago en la categoría de “Cambio de Política”, por la adopción del estándar Euro VI en los buses de transporte público.

Además, la colaboración con organismos multilaterales, ONGs y países ha permitido potenciar el intercambio de mejores prácticas y la adopción de nuevas tecnologías. A continuación, el detalle de nuestras alianzas:

abierto camino para que otras ciudades repliquen este modelo, demostrando que la transición hacia un transporte público más limpio y eficiente es posible

N. Desafíos

La electromovilidad ha comenzado a transformar a Santiago en una ciudad más limpia, silenciosa y segura. La reducción del ruido, la mejora en la calidad del aire y la incorporación de buses más accesibles, confortables y seguros, son señales concretas de un nuevo modelo de transporte público más justo con las personas, más respetuoso con el entorno y más eficiente operacional y financieramente.

Estos avances no han sido espontáneos. Ha requerido visión de largo plazo, voluntad política y una arquitectura legal y financiera innovadora que permita sostener en el tiempo un sistema eficiente, confiable y en expansión. Detrás de cada electroterminal, de cada bus eléctrico

en operación, y de cada conductora y conductor, hay decisiones estratégicas, normativas y un modelo que ha sabido atraer inversión, mitigar riesgos y garantizar la continuidad del servicio para millones de personas.

Este informe nos ha permitido cuantificar el avance que ha tenido Red Movilidad y el aporte que ha tenido para que Santiago sea una ciudad preparada para los desafíos ambientales del futuro. La experiencia de Santiago muestra que es posible avanzar hacia una movilidad sostenible, y esto es producto del trabajo conjunto entre sector público, privado, la academia y la ciudadanía.



7. Bibliografía



N. Bibliografía

[1] Ministerio de Medio Ambiente de Chile,
“Estrategia Climática de largo plazo de Chile,”. Informe oficial, Santiago, Chile, octubre 2021. [En línea].
Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

[2] Ministerio de Energía de Chile,
“Política energética de Chile 2050,” 2017.
[En línea]. Disponible en: https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf

[3] Congreso Nacional de Chile,
“Decreto Exento N° 10, aprueba Política Energética Nacional 2050, Primera Actualización Quinquenal,” Decreto Exento N° 10, 2018.
[En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1176226>

[4] Ministerio de Energía de Chile, “Primera Estrategia Nacional de Electromovilidad,” 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf

[5] Ministerio de Energía de Chile,
“Estrategia Nacional de Electromovilidad 2021,” 2021.
[En línea]. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/estrategia_nacional_de_electromovilidad_2021_0.pdf

[6] Congreso Nacional de Chile, “Ley N° 21.305, establece el Primer Plan Nacional de Eficiencia Energética,” Ley N° 21.305, 22 de agosto de 2021.
[En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1155887>

[7] Congreso Nacional de Chile,
“Ley N° 21.505, promueve el almacenamiento de energía eléctrica y la electromovilidad,” Ley N° 21.505, 21 de noviembre de 2022.
[En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1184572>

[8] Ministerio de Energía de Chile,
“Hoja de Ruta para el Avance de la Electromovilidad en Chile,” 2021.
[En línea]. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/hoja_de_ruta_para_el_avance_de_la_electromovilidad_en_chile_acciones_concretas_al_2026.pdf

[9] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile,
“Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible 2023,” 2022.
[En línea]. Disponible en: <https://www.subtrans.gob.cl/wp-content/uploads/2022/11/Documento-oficial-ENMS-2023-SECTRA.pdf>

[10] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile,
“Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al cambio climático en el sector transporte ” 2025.
[En línea]. Disponible en: <https://www.subtrans.gob.cl/psmacc-mtt/>

[11] Congreso Nacional de Chile,
“Ley N° 20.378, establece subsidio nacional para el transporte público remunerado de pasajeros,” Ley N° 20.378, 5 de febrero de 2009.
[En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1005871>

[12] Ministerio de Hacienda,
“Ley 18.696, modifica artículo 6° de la Ley N° 18.502, autoriza importación de vehículos que señala y establece normas sobre transporte de pasajeros,” Ley N° 18.696, 19 de octubre de 1987.

[13] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile,
“Ley N.º 18.059: Asigna al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones el carácter de organismo rector nacional de tránsito y le señala atribuciones,” 1981.
[En línea]. Disponible en: https://www.subtrans.gob.cl/pdf/Ley_18059.pdf

[14] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile,
“Decreto Supremo N.º 212: Reglamento de los Servicios Nacionales de Transporte Público de Pasajeros,” 21 de noviembre de 1992.
[En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=11043>

[15] Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción,
“Fija texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica,” DFL N° 4/20018, Chile.

[16] Diario Financiero,
“Desarrollo País aprueba plan de inversión para expropiar y potenciar terminales de carga en Chile”, Diario Financiero, 27 de febrero de 2025.
[En línea]. Disponible en: <https://www.df.cl/empresas/industria/desarrollo-pais-aprueba-plan-de-inversion-para-expropiar-y-potenciar>.

[17] Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la Región Metropolitana, “Consolidado de buses Red Movilidad registrados,” Informe oficial, Santiago, Chile, diciembre 2024.

[18] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, “Decreto N° 122, que fija requisitos dimensionales y funcionales a vehículos que presten servicios de locomoción colectiva urbana,” 1991.

[19] Universidad de Chile,
“U. de Chile presenta nuevo centro tecnológico de electromovilidad para avanzar hacia un transporte sostenible,” Noticias, 2 de octubre de 2023.
[En línea]. Disponible en: <https://uchile.cl/noticias/209740/lanzamiento-del-centro-de-aceleracion-sostenible-de-electromovilidad0>

[20] Pontificia Universidad Católica de Chile, “Diplomado en electromovilidad y transición energética,” Educación Continua UC. [En línea].
Disponble en: <https://educacioncontinua.uc.cl/programas/diplomado-en-electromovilidad-y-transicion-energetica/>

[21] Ministerio de Energía de Chile,
“Formación continua en electromovilidad,” Plataforma de Electromovilidad.
[En línea]. Disponible en: <https://energia.gob.cl/electromovilidad/formacion-de-capital-humano-en-electromovilidad/formacion-continua>

[22] INACAP,
“Universidad INACAP pone en marcha cuatro Laboratorios de Electromovilidad”.
[En línea]. Disponible en: Universidad INACAP pone en marcha cuatro Laboratorios de Electromovilidad en sus Sedes

[23] Secretaría de Planificación de Transportes (SECTRA),
“Sexto Reporte Anual de Emisiones del Sistema RED,” Informe oficial, Santiago, Chile, diciembre 2024.

[24] Superintendencia del Medio Ambiente, Región Metropolitana: 2024 es el tercer año con mejor calidad del aire desde que existe plan de descontaminación.
[En línea]. Disponible en: Región Metropolitana: 2024 es el tercer año con mejor calidad del aire desde que existe plan de descontaminación Superintendencia Del Medio Ambiente

[25] DICTUC,
“Estudio de ruido y concentraciones de material particulado en terminales de buses eléctricos y diésel, para Copex Voltex S.A,” Informe oficial, Santiago, Chile, septiembre 2023.

[26] Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones,
Decreto Supremo 129/2003 Establece norma de emisión de ruidos para buses de locomoción colectiva urbana y rural.
[En línea]. Disponible en <https://bcn.cl/1DLuBC>.

[27] IPSOS,
“Informe de Satisfacción Empresas 2024,” 2024.
[En línea]. Disponible en: <https://www.dtpm.cl/index.php/documentos/estudios>

[28] CADEM, “Marcas Ciudadanas, Sin miedo: Más branding menos performance. Segundo Semestre 2024,” 2024.
[En línea]. Disponible en: https://cadem.cl/wp-content/uploads/2024/11/Marcas-Ciudadanas-2024-Presentacion_V.-Web-3.pdf



8. Glosario de términos

O. Glosario de Términos

• PIB: Producto Interno Bruto

• CO₂eq (Dióxido de Carbono Equivalente): Medida que expresa el impacto de diferentes gases de efecto invernadero en términos de CO₂.

• DTPM (Directorio de Transporte Público Metropolitano): Entidad encargada de la gestión y planificación del transporte público en Santiago de Chile.

• SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte): Dependencia del MTT que realiza estudios y planificación del transporte urbano y regional.

• PPDA (Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica): Estrategia del Ministerio del Medio Ambiente para reducir la contaminación en Santiago.

• NDC (Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional): Compromisos climáticos asumidos por Chile en el marco del Acuerdo de París.

• COP25 (Conferencia de las Partes 25): Cumbre climática de la ONU, en la que Chile asumió la presidencia en 2019.

• 3CV (Centro de Control y Certificación Vehicular): Organismo que certifica el cumplimiento de normas técnicas y ambientales en los vehículos.

• BYD (Build Your Dreams): Empresa china fabricante de buses y vehículos eléctricos.

• AFT (Administrador Financiero del Transantiago): Entidad encargada de gestionar los ingresos y pagos del sistema de transporte público.

• SERVIU (Servicio de Vivienda y Urbanización): encargado de la ejecución de políticas habitacionales, el desarrollo urbano y la administración de infraestructura pública

• MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo): Encargado de la planificación urbana y desarrollo de infraestructura en Chile.

• CNE (Comisión Nacional de Energía): Organismo encargado de regular y supervisar el sector energético en Chile.

• COV (Compuestos Orgánicos Volátiles): Gases contaminantes emitidos por vehículos y procesos industriales.

• PM2.5 / PM10 (Material Particulado): Partículas contaminantes suspendidas en el aire, clasificadas según su diámetro.

• NOx (Óxidos de Nitrógeno): Contaminantes atmosféricos generados por la combustión de motores.

• GEC (Gestión de Episodios Críticos): Medidas adoptadas en días de alta contaminación ambiental.

• ADAS (Advanced Driver Assistance Systems): Sistemas de asistencia avanzada para conductores, utilizados en buses y automóviles.

• UITP (Unión Internacional de Transporte Público): Organización mundial que promueve el transporte público sostenible y la movilidad urbana eficiente.

• BID (Banco Interamericano de Desarrollo): Institución financiera que financia proyectos de desarrollo en América Latina y el Caribe, incluyendo transporte y sostenibilidad.

• CAF (Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe): Organismo que financia infraestructura y proyectos de desarrollo en la región, incluyendo movilidad y energía.

• C40 (C40 Cities Climate Leadership Group): Red global de ciudades comprometidas con la lucha contra el cambio climático y la movi

• MMA (Ministerio del Medio Ambiente): Organismo encargado de la formulación y aplicación de políticas ambientales en Chile, promoviendo la protección de los ecosistemas y la gestión sustentable de los recursos naturales.

• MTT (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones): Entidad responsable de regular, planificar y fiscalizar el transporte y las telecomunicaciones en Chile, asegurando su desarrollo eficiente y sostenible.

• CMB (Centro de Monitoreo de Buses): núcleo operativo del DTPM, encargado de la coordinación intermodal y la supervisión de la operación de los buses RED. Este centro opera de manera continua las 24 horas del día monitoreando en tiempo real el desplazamiento de los buses mediante un sistema de localización GPS integrado a un software especializado para el control de flota.

