

Lecciones del Programa Mi Taxi Eléctrico

La primera experiencia de
monitoreo en la operación
de taxis eléctricos en Chile





Mi Taxi Eléctrico



Mi Taxi
Eléctrico



Agencia de
Sostenibilidad
Energética

“Lecciones del Programa Mi Taxi Eléctrico” ha sido desarrollado por la Agencia de Sostenibilidad Energética en el marco de las acciones del Área de Movilidad Sostenible e Hidrógeno Verde financiado por el Ministerio de Energía de Chile.

Autores:

Álvaro Maturana Leiva, Agencia de Sostenibilidad Energética
Javier Contador Labbé, Agencia de Sostenibilidad Energética.

Revisión y edición:

Ignacio Rivas Zeballos, Agencia de Sostenibilidad Energética

Diseño gráfico:

Felipe Lara Morán.

Colaboración:

Cristóbal Oviedo, Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería.
Rodrigo Moreno, Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería.
Franco Basso, Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería.



Índice

Alcance	6
Contexto	8
Incentivos del programa MTE para el recambio tecnológico	8
Historias y testimonios de los beneficiarios	10
Experiencia de monitoreo de taxis eléctricos	12
Principales indicadores del programa	14
Distribución de sesiones de carga	16
Potencia promedio demandada	17
Comportamiento del taxista	18
Carga en acceso público	18
Agrupación según tipo de operación	20
Distribución horaria del movimiento diario por grupo	22
Demanda de potencia promedio por grupo a lo largo del día	23
Potencia acumulada demandada por la flota monitoreada	24
Palabras finales	26
Anexos	28





Alcance

La Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) impulsa distintas iniciativas para contribuir al desarrollo de la electromovilidad en Chile. En este contexto, surge el programa Mi Taxi Eléctrico (MTE) como uno de los programas más importantes impulsados desde el Estado para fomentar la electrificación del transporte público menor.

A través de este programa, se busca entregar un incentivo económico que fomente la toma de decisión de los taxistas para que opten por el recambio de sus vehículos de combustión interna por vehículos eléctricos.

En su primera versión, el programa MTE logró un recambio total de 50 taxis en la Región Metropolitana (RM). Debido al éxito del programa, se expandió su alcance en una segunda versión con un total de 93 nuevos vehículos eléctricos que fueron entregados en 6 regiones¹. Actualmente, el programa se encuentra en su tercera versión, extendiendo su alcance a 5 regiones², a través del financiamiento de los respectivos gobiernos regionales, en esta ocasión, se espera electrificar más de 600 taxis en un periodo de 2 años.

El propósito de este informe es documentar y compartir los resultados, experiencias y lecciones aprendidas de la operación de los primeros 50 taxis eléctricos entregados por el programa MTE en la RM. Este documento sintetiza los resultados observados tras un periodo de 12 meses de monitoreo operacional de estos vehículos, comprendido entre abril de 2022 hasta abril de 2023.

El documento inicia con la presentación del programa MTE, detallando los beneficios entregados y una caracterización de los taxistas beneficiarios. Luego, se presentan datos e indicadores claves recopilados a partir del monitoreo operacional de la flota de taxis eléctricos. Posteriormente, se profundiza en el comportamiento de carga y circulación de los taxistas. Para concluir, se discute respecto de los datos monitoreados y la experiencia de los primeros taxistas en su etapa de recambio tecnológico.

Este informe ha sido elaborado de manera gráfica y utilizando un lenguaje accesible para facilitar el entendimiento. Aunque existen temas adicionales que podríamos haber incluido, se opta por dejar fuera del alcance, priorizando un documento conciso.

¹. La entrega de taxis del programa MTE en su segunda versión incluye las siguientes regiones: Región Metropolitana, Región de Valparaíso, Región del Biobío, Región de Los Ríos, Región de La Araucanía y Región de Aysén.

². Las regiones incluidas en la tercera versión del programa son: Región de Antofagasta, Región de Atacama, Región Metropolitana, Región de O'Higgins y Región del Biobío. Para más información, visita: <https://www.mitaxielectrico.cl/>





Incentivos del programa MTE para el recambio tecnológico



Cofinanciamiento para la compra del vehículo eléctrico (VE)

Hasta 8MM de pesos chilenos para la adquisición del VE
(ver tabla 1)



100% de financiamiento para la compra e instalación de un cargador domiciliario

Instalación de cargador Wallbox por empresa Copec Voltex
(ver tabla 2)



Acompañamiento al taxista durante el proceso de adaptación

Guía y apoyo personalizado para facilitar la transición al uso del VE.

Tabla 01. Especificaciones vehículo eléctrico

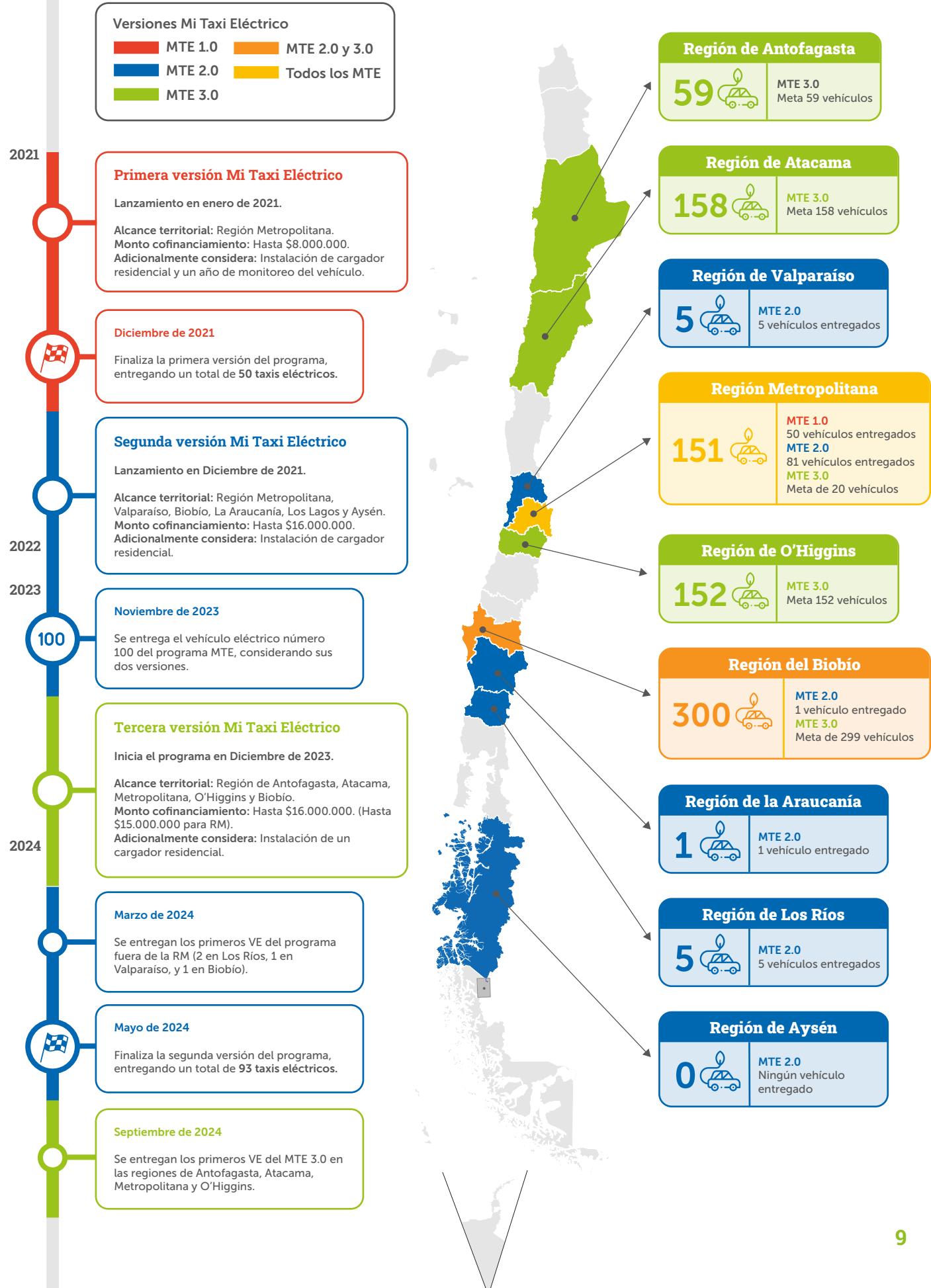
Especificaciones vehículo eléctrico	
Características	Especificación
Modelo	BYD E5 ³
Autonomía	327 km
Capacidad de almacenamiento de la batería	61 kWh
Conector de carga	Tipo 2
Potencia de carga	Hasta 40 kW
Potencia máxima del motor	160 kW - 215 HP
Garantía del VE	6 años o 150.000 km
Garantía de la batería	8 años o 500.000 km

3. El vehículo modelo BYD E5 solo puede cargar en modalidad AC hasta 40 kW de potencia.

Tabla 02. Especificaciones cargador residencial

Especificaciones cargador residencial	
Características	Especificación
Modelo	Wallbox Pulsar Plus
Modo de carga	Modo 3 - Carga en corriente alterna
Potencia	7,4 kW
Conector de carga	Tipo 2
Protocolo de comunicación	OCPP 1.6
Otras funcionalidades	Plataforma de gestión de carga, conectividad Wifi y Bluetooth







Historias y testimonios de los beneficiarios

Algunos de los beneficiarios entrevistados compartieron sus experiencias personales con los taxis eléctricos, reflejando el impacto del programa en sus vidas diarias.

María Chávez



«El programa me ayudó con \$8.000.000 y yo puse \$14.000.000. Ha sido pura ganancia, gasto muy poco en mantenimiento (...). No siempre tengo que hacer la carga completa, también ahorro en eso, ya no tengo que pasar a una bomba, y me puedo ir directo a mi casa a la hora de almuerzo a ver a los niños»



Lee la entrevista aquí



**CONTENIDO
INTERACTIVO**

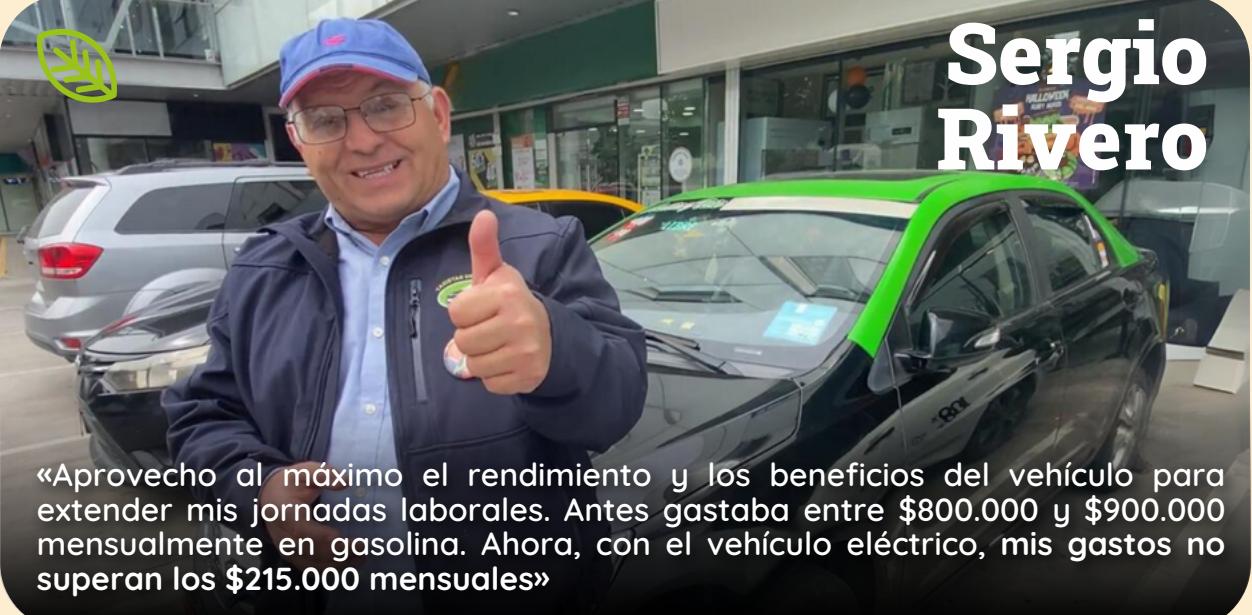
Si quieres conocer más sobre las experiencias de los beneficiarios y profundizar en los resultados del programa, te invitamos a explorar los siguientes enlaces para acceder a testimonios y recursos adicionales:



**Inicios del Programa Mi Taxi Eléctrico
Mi Taxi Eléctrico: La experiencia de los y las taxistas**



**Nueva entrega de vehículos del programa Mi Taxi Eléctrico
¡Seguimos avanzando en electromovilidad!**



Sergio Rivero

«Aprovecho al máximo el rendimiento y los beneficios del vehículo para extender mis jornadas laborales. Antes gastaba entre \$800.000 y \$900.000 mensualmente en gasolina. Ahora, con el vehículo eléctrico, mis gastos no superan los \$215.000 mensuales»



Revisa la opinión de Sergio Rivero sobre el programa



CONTENIDO
INTERACTIVO



Juan Carlos González

«Antes de recibir mi auto eléctrico, gastaba hasta \$280.000 mensuales en combustible. Ahora, pude reducir mis horas de trabajo gracias a los ahorros significativos en energía, solo gasto cerca de \$90.000 en electricidad»

Revisa la opinión de Juan Carlos sobre el programa

CONTENIDO
INTERACTIVO



Experiencia de monitoreo de taxis eléctricos en Chile

La primera versión del programa MTE consideró el servicio de monitoreo de los taxis entregados a los beneficiarios, vehículos marca BYD E5, durante un periodo de 12 meses. Este informe se desarrolla a partir de los datos de monitoreo y seguimiento de la experiencia cualitativa de los taxistas.

Etapas del monitoreo de vehículos eléctricos



El diagrama anterior ilustra las principales etapas del proceso de monitoreo de los taxis eléctricos. En la tabla a continuación se presenta el listado de las principales variables monitoreadas (para más detalle ver Anexo 1).

Tabla 03. Variable monitoreada

Variable monitoreada	Unidad de medida
Energía consumida total	kWh
Energía cargada total	kWh
Energía generada por freno regenerativo	kWh
Potencia de carga	kW
Distancia recorrida	km
Rendimiento promedio del vehículo	km/kWh

Recomendaciones para el monitoreo de vehículos eléctricos:

1

Solicitar el protocolo de comunicación al proveedor

El protocolo de comunicación de los vehículos eléctricos puede variar según la marca, el modelo e incluso el año de fabricación. Para garantizar un monitoreo óptimo, se recomienda solicitar directamente al proveedor del vehículo el protocolo de comunicación correspondiente.

2

Evitar decodificaciones no autorizadas

Si no se cuenta con el protocolo de comunicación del vehículo, es técnicamente posible realizar un proceso de decodificación para acceder a los datos necesarios. Sin embargo, este proceso es altamente complejo, requiere personal especializado, y un vehículo disponible para realizar pruebas. Dado que este procedimiento puede generar errores que comprometan los resultados del monitoreo, se recomienda evitar decodificaciones no autorizadas y buscar alternativas que cuenten con el respaldo del fabricante o proveedor del vehículo.

3

Uso de sistemas de monitoreo autorizados

Se recomienda utilizar un sistema de monitoreo autorizado por el fabricante o proveedor del vehículo. Esto garantiza que no se generen modificaciones permanentes ni daños en el vehículo durante la instalación del sistema de monitoreo.



Principales indicadores del programa

El siguiente esquema muestra los principales indicadores recopilados tras 12 meses de monitoreo operacional de los **49 taxis eléctricos operativos**.



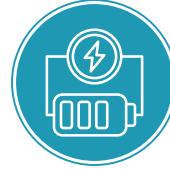
IMPACTO GLOBAL DE LA OPERACIÓN DE LOS 49 TAXIS⁴



Distancia total recorrida:
1.758.936 km



Ahorro económico percibido:
\$148.698.851 CLP



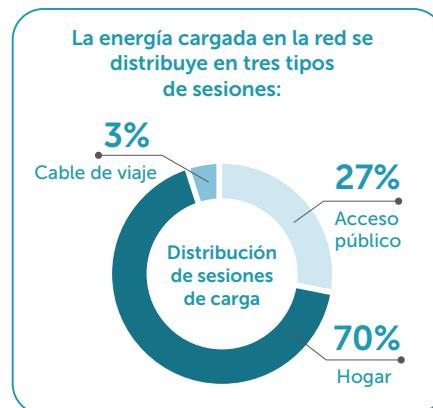
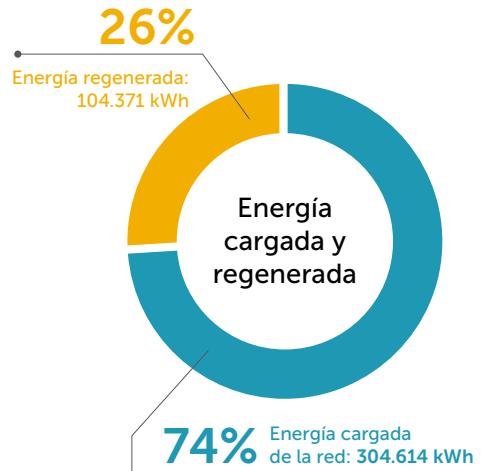
Energía consumida⁵:
434.417 kWh



Emisiones evitadas:
227,44 Ton CO₂ eq



Combustible ahorrado:
136.352 litros
de gasolina



4. La metodología utilizada para el cálculo de los indicadores se respalda en el Anexo 2.

5. Al analizar los indicadores del monitoreo, se identificaron ciertas discrepancias entre la energía consumida, cargada y regenerada. Algunas posibles causas de estas diferencias se presentan en el Anexo 3.

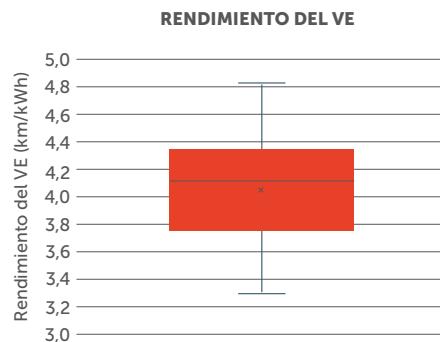
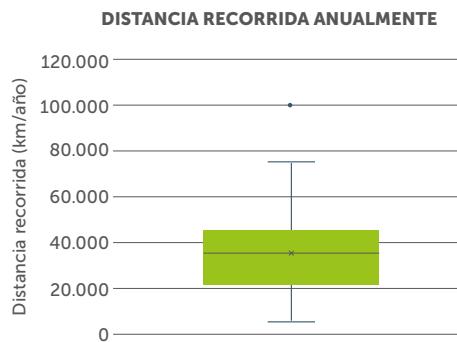


INDICADORES POR TAXISTA

EN PROMEDIO SE PERCIBE UN AHORRO EN COMBUSTIBLE DE
\$3.034.670
POR TAXISTA AL AÑO

CON UN AHORRO MÁXIMO DE **\$8.608.932** PARA EL TAXISTA CON MÁS KILÓMETROS RECORRIDOS.

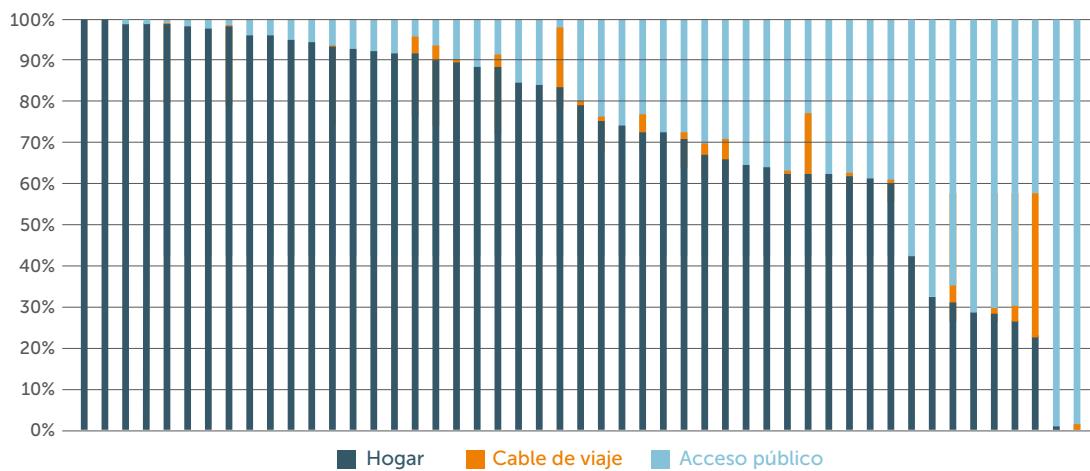
La inversión inicial se recupera entre el 2º y 5º año en función de los kilómetros anuales recorridos, considerando los precios y parámetros del MTE 1.0. Para más información, revisar la metodología definida en el Anexo 2.



El análisis de los taxistas monitoreados revela que los kilómetros recorridos anualmente varían ampliamente, con la mayoría recorriendo entre 20.000 km y 45.000 km, y una mediana cercana a 35.000 km. Los valores extremos se extienden desde menos de 10.000 km hasta casi 80.000 km, destacando un caso excepcional que supera los 100.000 km.

Por otro lado, el rendimiento de los vehículos eléctricos, muestra una mayor uniformidad, concentrándose entre 3,8 y 4,4 km/kWh, con una mediana de 4,1 km/kWh. Los valores extremos van de 3,3 a 4,8 km/kWh, evidenciando ligeras variaciones influenciadas por el estilo de conducción o las condiciones operativas, aunque el desempeño general es eficiente.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR LUGARES DE CARGA



Los taxistas no tienen un comportamiento único; existe diversidad en la distancia recorrida, la eficiencia de conducción y el comportamiento de carga. En el gráfico de distribución de carga anterior, cada barra representa a un taxista monitoreado individualmente, mostrando las diferencias específicas en sus patrones de carga. De todas maneras, los taxistas en general prefieren el uso del cargador residencial por su comodidad y tarifas favorables.

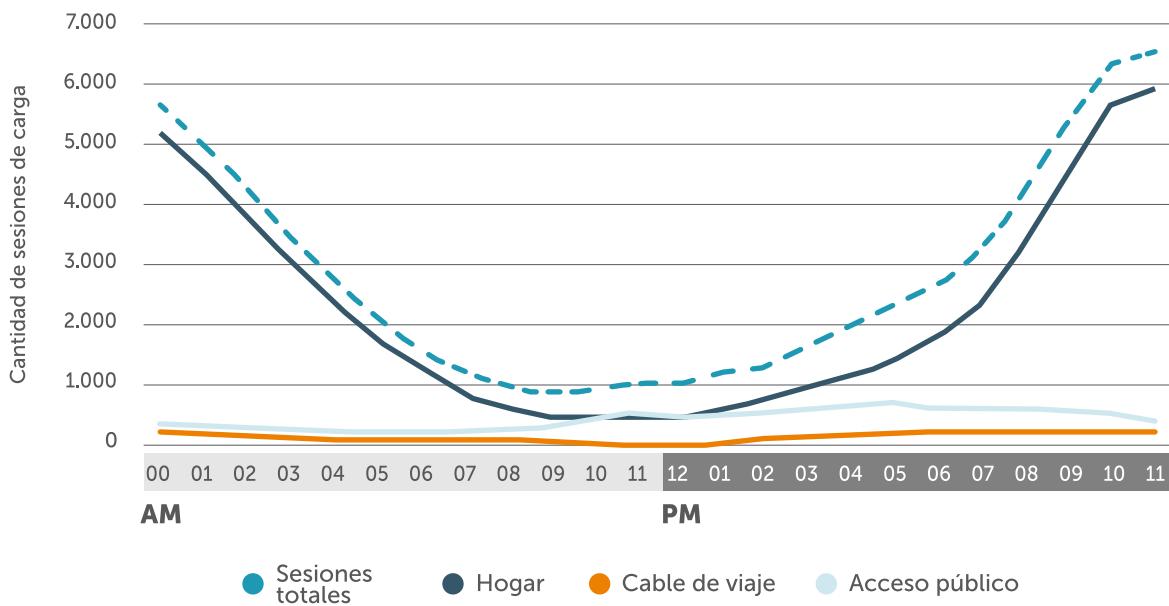


Distribución de sesiones de carga por hora del día

¿Cómo interpreto este gráfico?

Este gráfico muestra en el eje X las horas del día y en el eje Y la cantidad de sesiones de carga, es decir, el número total de cargas que se estaban realizando en cada bloque horario, considerando todo el periodo de monitoreo y todos los taxis.

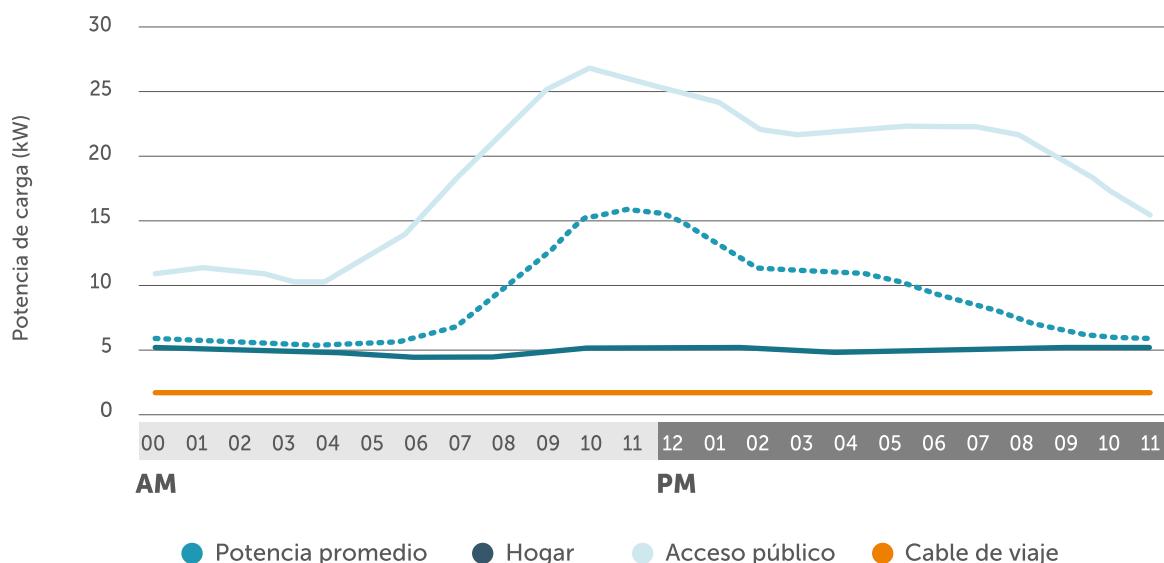
Las líneas representan distintos tipos de carga: domiciliaria (hogar), de acceso público, y mediante cable de viaje, mientras que la línea discontinua celeste muestra el total acumulado de sesiones de carga a lo largo del día.



Potencia promedio demandada por tipo de carga según la hora del día

¿Cómo interpreto este gráfico?

Este gráfico presenta en el eje X las horas del día y en el eje Y la potencia promedio demandada en kW, diferenciada por tipo de carga. Es decir, presenta el promedio de potencia de todas las cargas ocurridas en el bloque horario respectivo.



Las gráficas anteriores destacan la importancia de la carga domiciliaria como principal fuente de suministro eléctrico para la operación diaria de los taxistas. **La posibilidad de cargar el vehículo durante la noche, a una potencia promedio de 6 kW, sin interrumpir las horas laborales resulta cómodo y conveniente para los usuarios.** Adicionalmente, reduce el riesgo de acelerar la degradación de la batería.

Por otro lado, la infraestructura de carga de acceso público y el cable de viaje son usados en menor medida. La carga de acceso público la utilizan los usuarios que recorren muchos kilómetros o en situaciones puntuales, por ejemplo, cuando se sale del radio urbano o en días de alta demanda laboral. Como se puede apreciar en el segundo gráfico, las cargas de acceso público fluctúan entre los 10 kW y los 30 kW concentrándose en horarios diurnos.

El uso complementario entre la carga residencial nocturna y la red de carga de acceso público parece ser suficiente para la buena operación de los taxis eléctricos en Santiago.

Dato de interés: Durante el periodo de monitoreo, dos taxistas priorizaron la carga de acceso público sobre la carga domiciliaria. Esto se debió a que las tarifas para carga rápida en AC eran significativamente más bajas, llegando a ser aproximadamente un tercio del costo del kWh en el domicilio, lo que hacía esta opción más económica en ciertas ocasiones. Aun así, la mayoría de los taxistas prefirió la comodidad de una carga residencial nocturna.



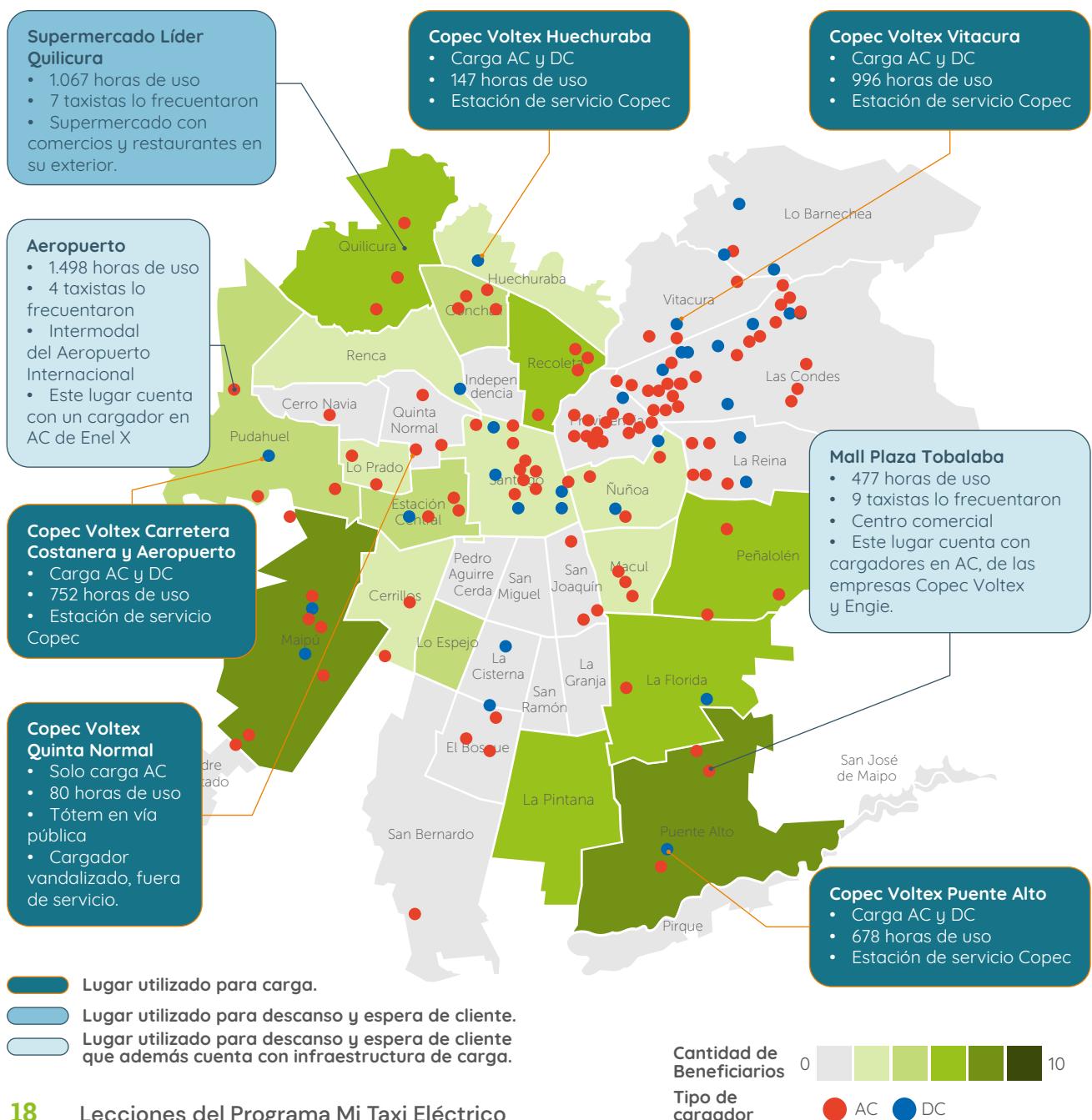
Comportamiento del taxista

Carga en acceso público



El mapa muestra la distribución de los beneficiarios del programa por comuna y los puntos más utilizados por los taxistas para la carga de acceso público, descansar o esperar pasajeros. Aunque algunos de estos lugares cuentan con cargadores, su presencia no siempre garantiza su uso, ya que los taxistas priorizan ubicaciones estratégicas para su trabajo. Es decir, prefieren zonas cercanas a

una alta demanda de pasajeros o puntos donde puedan captar clientes sin alejarse demasiado, evitando así un mayor gasto de tiempo y recursos. Por esta razón, factores como la conveniencia, el tiempo disponible y la potencia de carga son determinantes en la decisión de utilizar o no la infraestructura de carga.



Se puede observar que la red de carga de acceso público de la Región Metropolitana, disponible al momento del monitoreo, se encuentra focalizada en el sector nororiente de la ciudad, donde se concentra la mayor cantidad de VE en circulación. En contraposición, los beneficiarios del programa residen en el sector surponiente de la ciudad, quienes pueden tener dificultad de acceso dependiendo de sus zonas de trabajo y circulación frecuentes. Cabe destacar que los cargadores mostrados en el mapa anterior corresponden a los que estaban inscritos al 31/03/2023. Desde entonces, la infraestructura de carga ha seguido expandiéndose y actualmente existen más cargadores disponibles en distintas zonas de la ciudad.

Por otra parte, se identifican múltiples lugares donde los taxistas se detienen para descansar o esperar clientes, se identifican oportunidades de carga que podrían ser aprovechadas en estos espacios dando mayor diversidad a la red de carga disponible (para más información sobre los puntos de carga, descanso y espera de clientes más frecuentados, ver Anexo 4 y Anexo 5).

¿Qué criterios considera la o el taxista al elegir un lugar de carga de acceso público?



“Que el cargador esté disponible en el momento”

“Que el cargador y su aplicación sean fáciles de usar”

“Que acepten diferentes medios de pago” (Muchos no tenían acceso a tarjetas de crédito, que eran el único medio de pago disponible durante el periodo del monitoreo)



“Que existan lugares donde pasar el tiempo mientras se carga el auto, como lugares para comer, sanitarios o áreas de descanso”

“Que el lugar sea seguro”

“Que el cargador se encuentre cerca de las áreas donde trabajo”

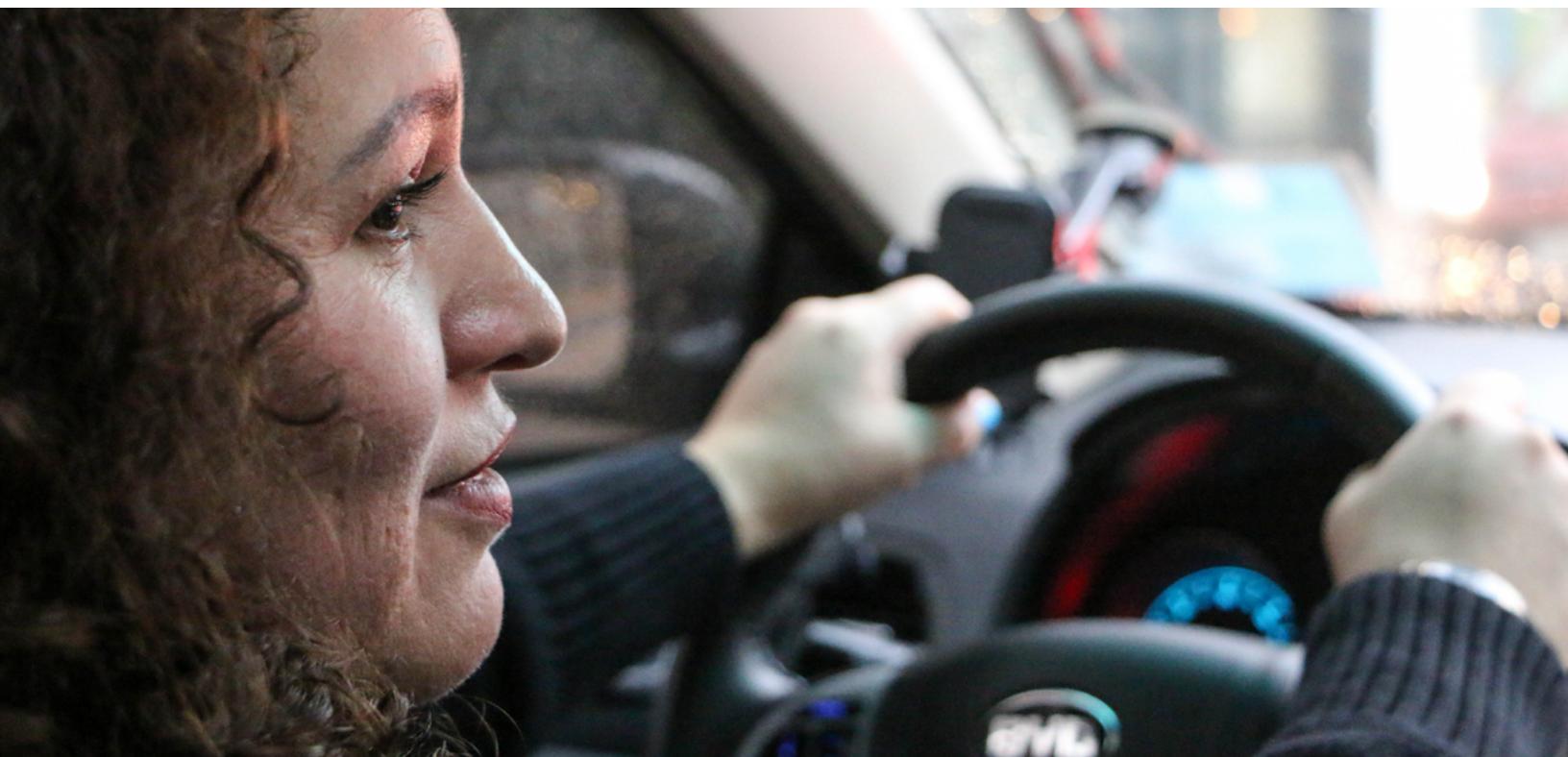
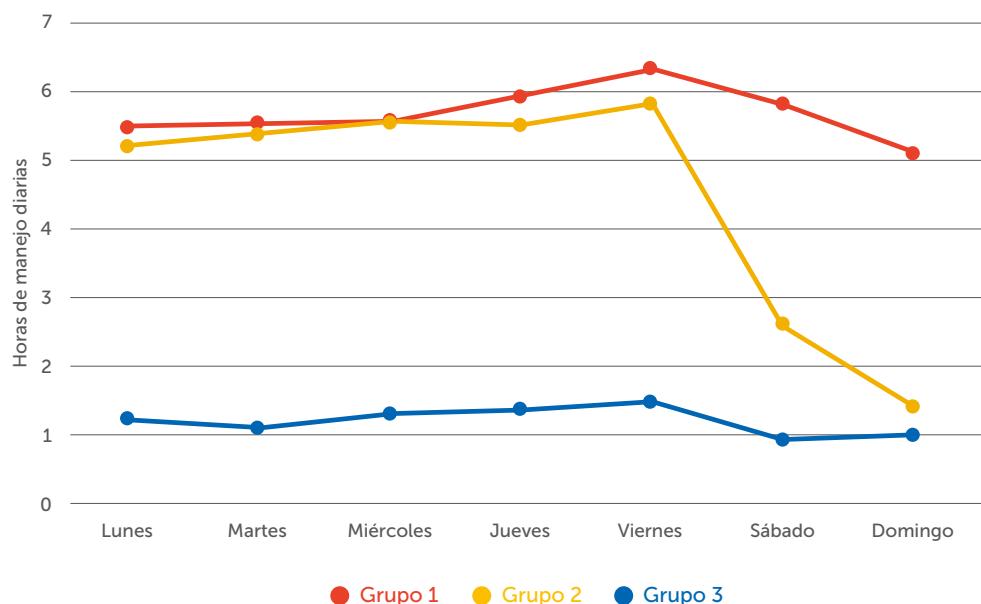
“Prefiero usar un cargador de una empresa de confianza”



Comportamiento del taxista

Agrupación según tipo de operación

Los datos analizados revelan patrones distintos en las horas de movimiento diarias de los taxistas, reflejando diversas formas de trabajo y uso del vehículo eléctrico, lo que invita a un análisis más profundo sobre cómo la electromovilidad puede adaptarse a las necesidades futuras de los taxistas. A continuación, se muestra un gráfico que ilustra las horas diarias de manejo para cada uno de los grupos de taxistas identificados en este análisis.



Grupo 1 INTENSIVO

9

TAXISTAS

61 AÑOS
PROMEDIO

18,4% DEL TOTAL

128,8 KM
RECORRIDOS/DÍA

47.012 KM
RECORRIDOS/AÑO

Los taxistas de este grupo se caracterizan por mantener una rutina constante de lunes a domingo, con picos de actividad los viernes. Este grupo se enfoca en maximizar sus ingresos, aprovechando el confort y la baja fatiga de conducción que ofrecen los VE. Algunos incluso extienden sus jornadas hasta 10 horas diarias, reconociendo que el vehículo les permite trabajar más sin afectar su bienestar, y así aumentar sus ganancias.

RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL

AHORRO ANUAL PROMEDIO RECUPERA SU INVERSIÓN EN
\$3.977.564 **3 años**

Grupo 2 MODERADO

33

TAXISTAS

59 AÑOS
PROMEDIO

67,3% DEL TOTAL

104,5 KM
RECORRIDOS/DÍA

38.143 KM
RECORRIDOS/AÑO

Este grupo, el más numeroso, trabaja principalmente de lunes a viernes, con una notable reducción de su actividad durante los fines de semana. Muchos de los taxistas en este grupo rondan o superan los 60 años, y dependiendo de sus preferencias personales, han optado por optimizar sus horas de trabajo durante la semana y disminuirlas los fines de semana, aprovechando las ventajas y los ahorros que ofrece un vehículo eléctrico.

RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL

AHORRO ANUAL PROMEDIO RECUPERA SU INVERSIÓN EN
\$3.228.533 **4 años**

Grupo 3 BAJA CIRCULACIÓN

7

TAXISTAS

62 AÑOS
PROMEDIO

14,3% DEL TOTAL

30,1 KM
RECORRIDOS/DÍA

10.987 KM
RECORRIDOS/AÑO

Este grupo, incluye taxistas que utilizan el vehículo como un ingreso secundario o que han reducido sus horas de manejo por razones de salud. En este sentido, el comportamiento de este grupo nos ofrece un punto de comparación interesante dado que su comportamiento se asemeja al de un usuario residencial privado, donde los kilómetros recorridos anuales oscilan entre 10.000 y 15.000 km.

RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL

AHORRO ANUAL PROMEDIO RECUPERA SU INVERSIÓN EN
\$908.455 **15 años**



Comportamiento del taxista

Agrupación según tipo de operación

En esta sección se analiza el comportamiento general de la flota de taxis eléctricos en términos de demanda de potencia y operación diaria,

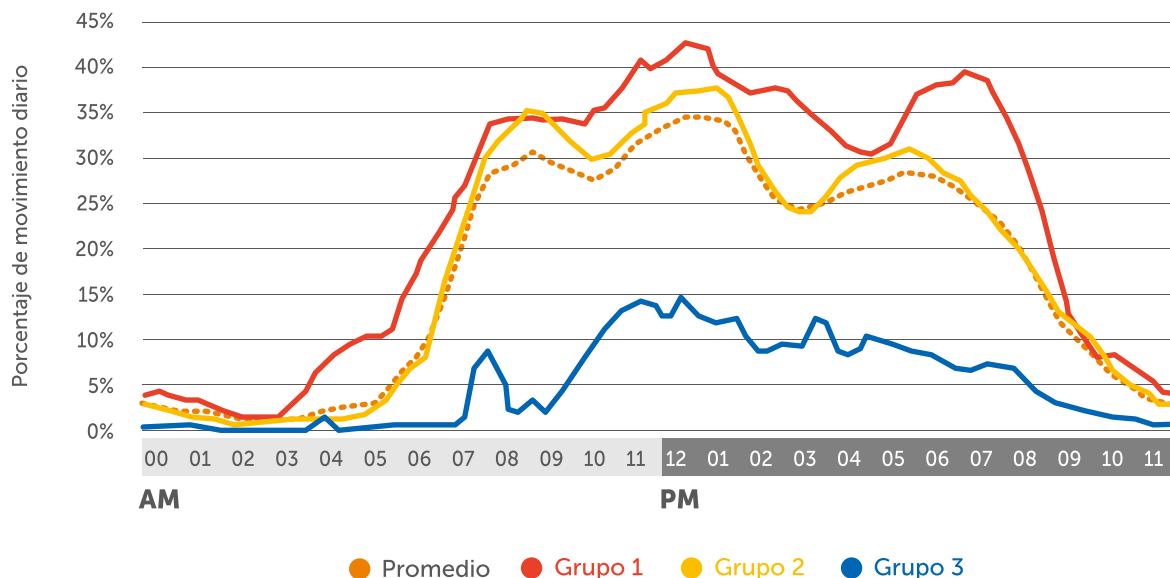
diferenciando los patrones según los tres grupos de taxistas definidos previamente.

Distribución horaria del movimiento diario por grupo

¿Cómo interpreto este gráfico?

Este gráfico muestra en el eje X las horas del día y en el eje Y el porcentaje de tiempo en movimiento, es decir, el porcentaje de tiempo en que los vehículos están circulando en un horario específico. El gráfico está desglosado por grupo, permitiendo visualizar

cómo varía la actividad de los taxistas a lo largo del día, destacando las diferencias en los patrones de uso del vehículo eléctrico entre los distintos grupos.



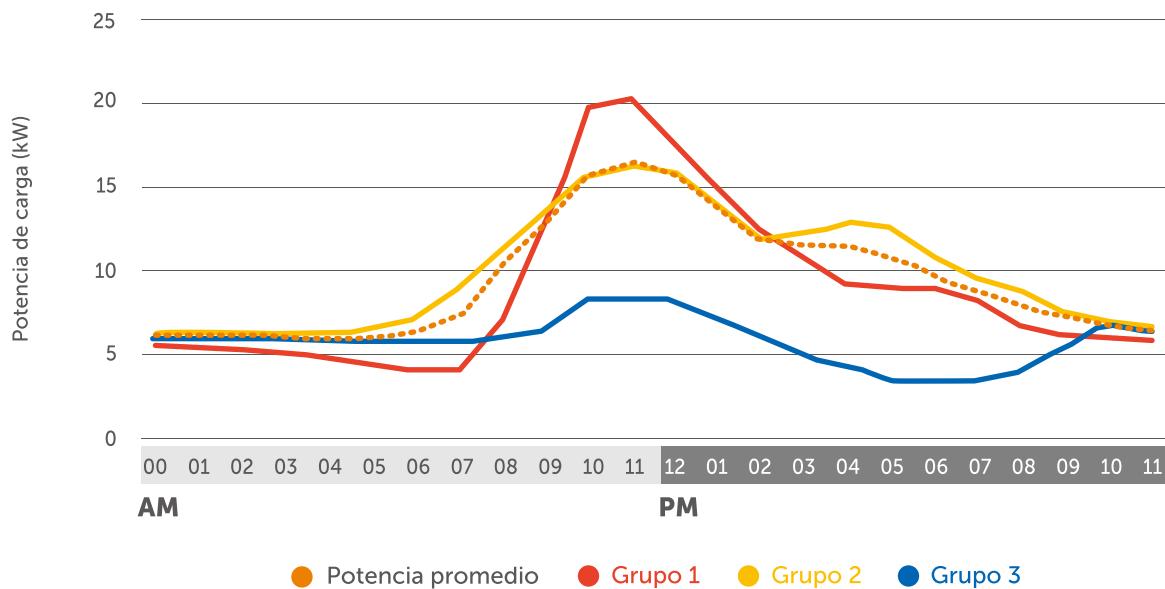
El gráfico muestra que los grupos 1 y 2 mantienen un nivel constante de actividad desde las 7:00 hasta las 20:00, con disminuciones entre las 10:00 y 11:00, y una caída más prolongada entre las 13:00 y 16:00, lo que coincide con horarios de menor actividad laboral. Esto puede estar relacionado con momentos de descanso o almuerzo, donde algunos

taxistas aprovechan para realizar cargas en sus domicilios o en infraestructura de acceso público. En contraste, el grupo 3 presenta una actividad más esporádica, sin un patrón definido de acuerdo a la demanda, lo que sugiere un uso menos frecuente del vehículo para trabajo.

Demanda de potencia promedio por grupo a lo largo del día

¿Cómo interpreto este gráfico?

El gráfico presenta en el eje X las horas del día y en el eje Y la potencia promedio demandada por cada grupo de taxistas respecto a las sesiones de carga realizadas durante el monitoreo.



Durante la noche, la demanda de potencia promedio ronda los 6 kW, lo que refleja un predominante uso de cargadores domiciliarios de baja potencia por parte de los taxistas. Sin embargo, durante las horas diurnas, se observa un incremento significativo en la potencia demandada, especialmente entre las 10:00 y las 16:00, donde se superan los 15 kW en algunos casos. Este comportamiento sugiere que los taxistas combinan el uso de cargadores domiciliarios con infraestructura de carga pública para satisfacer las necesidades energéticas de sus vehículos a lo largo de la jornada laboral.

El grupo 1 destaca por presentar una mayor demanda de carga pública, especialmente en horarios diurnos. Este patrón refleja una estrategia para minimizar

los tiempos de detención, manteniendo una alta disponibilidad operativa y atendiendo a un esquema de trabajo más intensivo. Por su parte, el grupo 2 muestra un comportamiento mixto, alternando entre el uso de infraestructura de carga pública y la domiciliaria, particularmente durante las horas de descanso, como el almuerzo. Finalmente, el grupo 3 mantiene una demanda mucho más baja, tanto en la noche como durante el día, lo que podría deberse a una menor dependencia de carga pública o a las jornadas laborales menos exigentes.

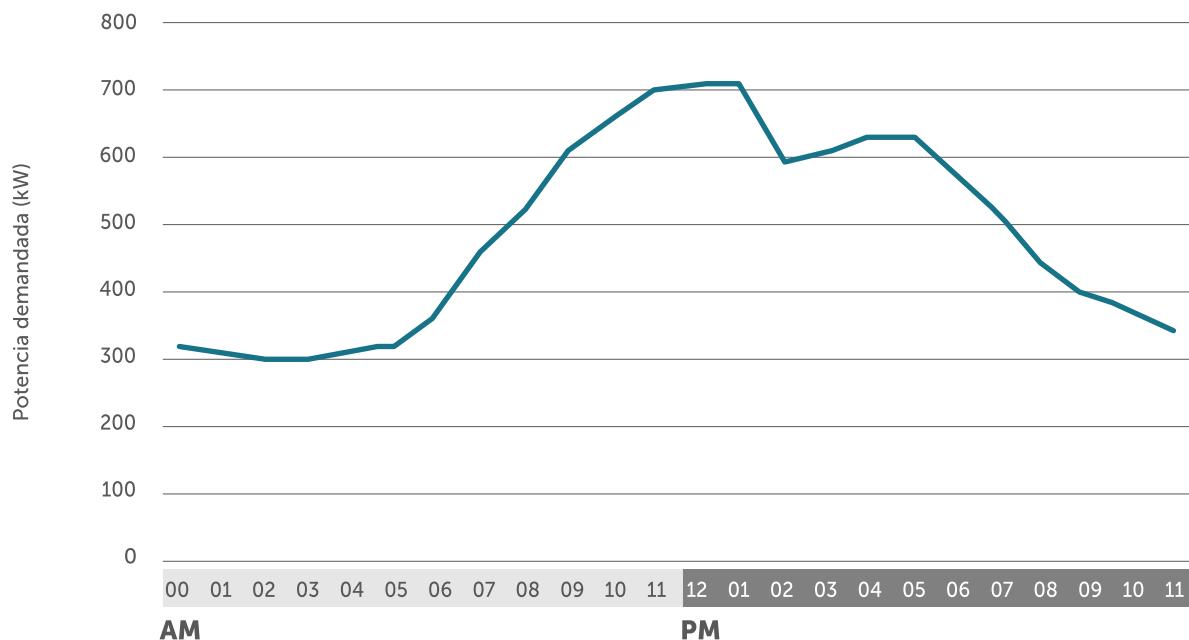


Potencia acumulada demandada por la flota monitoreada

¿Cómo interpreto este gráfico?

El gráfico presenta en el eje X las horas del día y en el eje Y la potencia acumulada demandada por la flota de taxis monitoreada, lo que permite visualizar

cómo varía la demanda de potencia a lo largo del día en función de las distintas sesiones de carga realizadas por los taxistas.



Se puede observar que la demanda promedio acumulada de estos vehículos fluctúa entre los 300 kW y los 700 kW de potencia donde los picos de potencia ocurren entre las 11:00 y 13:00, directamente vinculada con las horas de mayor uso de carga de acceso público. A su vez, al observar el consumo de estos usuarios en el horario punta de 18:00 a 22:00 se tiene un consumo máximo superior a 500 kW de potencia.

Si extrapolamos este consumo al universo total de taxis existentes en la Región Metropolitana superior a 36.000 vehículos, asumiendo que todos estos

fueren eléctricos, tendríamos un consumo máximo durante el día de 25 MW y un consumo de hasta 18 MW en el horario punta de la red.

Si bien este ejercicio resulta teórico, en vista de que la muestra que conocemos actualmente resulta muy pequeña respecto del universo total de taxis de la región, nos releva la importancia de planificar el desarrollo del sistema eléctrico de distribución en coherencia con estas nuevas tecnologías, buscando robustecer la red de manera orgánica y entregar los incentivos necesarios para reducir el estrés en la misma.





Palabras finales

El programa “Mi Taxi Eléctrico” ha demostrado ser una iniciativa efectiva y valiosa para la transición hacia la electromovilidad en Chile. Tras un año de operación, el monitoreo de los 49 taxis eléctricos ha validado la hipótesis de que la electrificación del transporte público menor no solo es viable, sino que también genera ahorros significativos y contribuye a la sostenibilidad del sector. Los resultados obtenidos muestran que estos vehículos han recorrido 1,8 millones de kilómetros, consumiendo 434 MWh de energía eléctrica y ahorrando más de 136 mil litros de gasolina, lo que se traduce en un ahorro cercano a 149 millones de pesos en combustible.

El monitoreo ha evidenciado diversidad en la operación de los taxis eléctricos en Santiago, tanto en la estrategia usada para captar clientes como en sus comportamientos de carga y eficiencia de conducción.

Comportamiento de carga de los taxistas

El esquema de carga residencial nocturna es el más utilizado (70% de las cargas), debido a su conveniencia económica y comodidad al evitar paradas intermedias.

La carga de acceso público es utilizada como alternativa de respaldo en viajes interurbanos o complemento a las jornadas de trabajo (27%). Los criterios para escoger un cargador público incluyen velocidad de carga, cercanía, servicios complementarios y simplicidad del proceso. El costo de la carga no es un factor decisivo según manifestaron los taxistas.

El cargador de viaje, aunque poco usado (3%), se considera indispensable para viajes interurbanos en zonas sin infraestructura de carga pública.

Diferencias en la operatividad de los taxis eléctricos

Aunque todos los beneficiarios del programa son taxis básicos, hay diferencias en kilómetros recorridos, rendimiento, preferencias de carga y estrategias para captar clientes (espera en puntos de alta demanda, circulación constante en busca de pasajeros, servicios planificados, etc.). La tecnología y el ecosistema de la electromovilidad deben ser flexibles y robustos para garantizar seguridad operativa para las diversas formas de trabajo.

Primera experiencia de monitoreo de taxis eléctricos

El programa fue la primera experiencia de monitoreo de taxis eléctricos en Chile, proporcionando lecciones clave sobre los servicios de telemetría de estas nuevas tecnologías y el análisis de los datos. También entrega información real sobre la operación de un segmento del transporte público con escasos datos cuantitativos, lo que resulta en un repositorio relevante para el diseño de futuras políticas públicas.

Para finalizar, solo nos resta agradecer a todos los taxistas beneficiarios de este programa quienes asumieron el riesgo de invertir en una tecnología poco conocida y que hoy son los principales divulgadores de sus beneficios, tanto con sus colegas como con los miles de clientes que transportan de forma sustentable con el medio ambiente.

ECO

F ECO **OK** 11 36

Range Approx
374 km

P

R

N

D

12°C



Anexo 1.

Variables monitoreadas

Tabla 04. Variables monitoreadas

Variable monitoreada	Descripción	Unidad de medida
Energía consumida total	Suma de la energía extraída de la batería del vehículo en intervalos de tiempo definidos. Se considera únicamente cuando la potencia es positiva.	kWh
Energía cargada total	Cantidad total de energía eléctrica suministrada al vehículo durante las sesiones de carga, calculada a partir de la potencia transferida en intervalos de tiempo específicos.	kWh
Energía en carga rápida	Energía total transferida al vehículo durante sesiones de carga con una potencia igual o superior a 22 kW.	kWh
Energía en carga lenta	Energía total transferida al vehículo durante sesiones de carga con una potencia inferior a 22 kW.	kWh
Potencia de carga	Promedio de la potencia de carga suministrada al vehículo durante cada sesión de carga.	kW
Energía generada por freno regenerativo	Energía recuperada durante la desaceleración del vehículo, medida cuando la potencia tiene signo opuesto al de la energía consumida y el vehículo no está en proceso de carga.	kWh
Autonomía regenerada	Distancia adicional que el vehículo puede recorrer gracias a la energía recuperada mediante el freno regenerativo, calculada en función del rendimiento energético promedio del vehículo.	km
Distancia recorrida	Distancia total recorrida por el vehículo, calculada a partir de la diferencia en las lecturas del odómetro antes y después de cada ciclo de carga/descarga, sumando los valores diarios.	km
Rendimiento promedio	Relación entre la distancia recorrida y la energía consumida, calculada semanalmente.	km/kWh
Número de cargas	Cantidad total de sesiones de carga realizadas, sin distinción de velocidad o eficiencia.	Cantidad
Número de cargas rápidas	Cantidad de sesiones de carga con una potencia igual o superior a 22 kW.	Cantidad
Número de cargas lentes	Cantidad de sesiones de carga con una potencia inferior a 22 kW.	Cantidad
Autonomía máxima promedio	Valor promedio semanal de la autonomía máxima estimada del vehículo, basado en la métrica "Distance to Empty" del sistema CAN.	km
Autonomía mínima promedio	Valor promedio semanal de la autonomía mínima estimada del vehículo, basado en la métrica "Distance to Empty" del sistema CAN.	km
SOC bajo 20%	Cuenta el número de veces que el estado de carga de la batería (SOC) cae por debajo del 20%, según los datos de la red CAN del vehículo.	Cantidad
Aceleración brusca	Registra la cantidad de eventos de aceleración brusca, identificados por un aumento rápido en la velocidad con una aceleración de al menos 2.7 m/s^2 , según el acelerómetro.	Cantidad
Frenado brusco	Calcula la cantidad de eventos de frenado brusco, registrados por una disminución de la velocidad de al menos 3.03 m/s^2 , identificados por el acelerómetro del sistema de monitoreo.	Cantidad

Tabla 05. Parámetros calculados a partir de las variables monitoreadas

Parámetros calculados a partir de las variables monitoreadas	Descripción	Unidad de medida
Ahorro energético equivalente	Compara la energía consumida por un vehículo eléctrico con la que habría consumido un vehículo de combustión interna equivalente, calculada en función del rendimiento y la distancia recorrida.	kWh
Ahorro económico equivalente	Determina el ahorro en costos de operación al comparar el uso de un vehículo eléctrico con uno convencional, considerando el costo de energía y combustible.	CLP (\$)
Reducción de emisiones de CO2	Estima la reducción de emisiones de CO2 al comparar el uso de energía del vehículo eléctrico con el de un vehículo de combustión interna equivalente.	Toneladas de CO2
Equivalente en árboles	Convierte la reducción de emisiones de CO2 lograda por el uso de vehículos eléctricos en una cantidad equivalente de árboles necesarios para absorber la misma cantidad de CO2.	Árboles
Litros de bencina ahorrados	Calcula la cantidad de litros de bencina que se habrían consumido en un vehículo de combustión interna equivalente, basado en el rendimiento estándar y la distancia recorrida.	Litros
Litros de diésel ahorrado	Calcula la cantidad de litros de diésel que se habrían consumido por un vehículo de combustión interna equivalente, según el rendimiento estándar y la distancia recorrida.	Litros



Anexo 2.

Metodologías de cálculo de indicadores

2.1. Metodología de cálculo para la estimación de ahorro energético y económico.

A continuación, se presenta la metodología y parámetros utilizados para comparar taxis eléctricos versus taxis a combustión interna.

Para realizar una estimación del ahorro energético y económico al comparar un vehículo eléctrico con un vehículo a combustión comúnmente utilizado como taxi, se utilizó como referencia el siguiente modelo de vehículo a combustión interna:

Modelo de taxi a combustión de referencia:

- Vehículo: Accent HCi 1.4 Sedán 6MT E6 (2020)
- Rendimiento: 12,9 km/L
- Combustible: Gasolina

Parámetros utilizados:

Precio del combustible: \$1.343 CLP/L⁶.

Precio de la electricidad: \$113 CLP/kWh
(Precio regulado Enel, Noviembre 2022)⁷.

Parámetros Energéticos

- Poder calorífico de la gasolina: 8,987 kWh/L
- Factor de emisión de la red eléctrica: 0,301 tCO₂eq/MWh
- Factor de emisión de la gasolina: 0,260 tCO₂eq/MWh

Kilometraje anual

El monitoreo entregó el kilometraje anual recorrido por cada taxista durante el año de seguimiento.

Energía cargada en la red eléctrica

El monitoreo entregó la energía cargada en la red eléctrica por cada taxista durante el año de seguimiento.

Cálculo del gasto energético

Se estimó la cantidad de litros de gasolina necesarios para recorrer el kilometraje anual.

$$\text{Gasolina [L]} = \frac{\text{Kilometraje [km]}}{\text{Rendimiento [km/L]}}$$

Cálculo del costo del combustible

Se calculó el costo total de la gasolina necesaria.

$$\text{Costo gasolina [CLP]} = \text{Gasolina [L]} \cdot \text{Precio del combustible [CLP/L]}$$

6. Precio de la gasolina de 95 octanos al 28/12/2022 según: <http://www.bencinaenlinea.cl/web2/busador.php?region=7> (Gasolina 95 - 28/12/2022)

7. Precio de la electricidad por kilovatio en tarifa BT1 según precio regulado Enel a noviembre de 2022, <https://www.enel.cl/es/clientes/tarifas-y-regulacion/tarifas.html>

Cálculo del costo de la electricidad

Se estimó el costo de la electricidad necesaria para recorrer el mismo kilometraje utilizando un vehículo eléctrico. Se consideró como precio de la electricidad el costo por kWh en tarifa domiciliaria.

Costo electricidad [CLP]=Energía cargada en la red [kWh]·Precio de la electricidad [CLP/kWh]

Estimación del ahorro

Se compararon los costos operacionales del vehículo a combustión y del vehículo eléctrico para determinar el ahorro económico por términos de energía consumida.

Ahorro [CLP]=Costo de la gasolina -Costo de la electricidad

2.2. Metodología de cálculo para la estimación de emisiones de carbono evitadas

El cálculo de las emisiones de carbono evitadas durante el año de monitoreo se realizó siguiendo los pasos descritos a continuación:

Cálculo de las emisiones de carbono del vehículo eléctrico (VE)

Se determinó la cantidad de emisiones de carbono generadas por los vehículos eléctricos al cargar desde la red eléctrica, en tCO₂eq/MWh.

Emisiones VE=Energía cargada ·Factor de emisiones de la red eléctrica

Equivalencia energética del vehículo de combustión interna (VCI)

Para comparar las emisiones, se calculó la cantidad de energía equivalente al combustible consumido por un vehículo de combustión interna. Este paso implicó transformar el volumen de combustible (litros) que el VCI hubiera consumido en energía equivalente, utilizando el poder calorífico de la gasolina.

Energía equivalente VCI=Gasolina requerida [L]·Poder calorífico gasolina [kWh/L]

Cálculo de las emisiones de carbono del vehículo de combustión interna (VCI)

Posteriormente, se estimaron las emisiones de carbono generadas por el vehículo de combustión interna, multiplicando la energía equivalente del combustible (en kWh) por el factor de emisiones de carbono de la gasolina (expresado en t CO₂ eq / MWh).

Emisiones VCI=Energía equivalente ·Factor de emisiones de la gasolina

Cálculo de emisiones de carbono evitadas

Finalmente, se restaron las emisiones de carbono generadas por los vehículos eléctricos a partir de la red eléctrica de las emisiones equivalentes que habría generado un vehículo de combustión interna en el mismo período, en tCO₂eq/MWh.

Emisiones Evitadas=Emisiones VCI -Emisiones VE



2.3. Metodología de cálculo para la estimación del tiempo de recuperación de la inversión inicial

Para estimar el tiempo necesario para que los beneficiarios de la primera versión del programa “Mi Taxi Eléctrico” recuperen su inversión inicial en la adquisición del vehículo BYD E5, se consideraron los siguientes parámetros:

- Costo del vehículo:
\$21.700.000.- CLP
- Cofinanciamiento:
\$8.000.000.- CLP
- Inversión neta del beneficiario:
\$13.700.000.- CLP

Procedimiento de cálculo

1. Utilizando la metodología del anexo 2.1, se determinó el ahorro anual estimado de cada beneficiario.
2. Como indica la fórmula a continuación, se estima el tiempo de recuperación de la inversión dividiendo la inversión del beneficiario por el ahorro anual.

$$\text{Tiempo recuperación [años]} = \frac{\text{Inversión del beneficiario [CLP]}}{\text{Ahorro anual [CLP/año]}}$$

Anexo 3.

Análisis desfase de datos

Al revisar los datos obtenidos del monitoreo, se identifica una discrepancia entre la energía consumida y la energía suministrada a los vehículos, es decir, no se cumple la igualdad “Energía Consumida = Energía Cargada + Energía Regenerada” como se podría esperar. Particularmente, se contabiliza una diferencia cercana a los 25.000 kWh de energía consumida que no fue contabilizada en la energía suministrada, equivalente a un aproximado de 6% del total de energía consumida durante el monitoreo. Esta diferencia puede deberse a varios factores, entre los cuales se encuentran:

1. Errores de medición: La diferencia puede deberse a errores de medición inherentes a los dispositivos utilizados. Las mediciones de energía a menudo implican dispositivos de alta precisión, y pequeñas imprecisiones pueden acumularse en valores significativos cuando se tiene una flota de 49 taxis eléctricos monitoreada durante un periodo prolongado de 12 meses.

2. Error en conversión: Las diferencias pueden estar influenciadas por la forma en que se recopilan y consolidan los datos. Los sistemas de monitoreo pueden variar en su precisión y en la frecuencia de sus mediciones, lo que puede llevar a pequeños errores cuando estos son transformados a energía. Eventos como picos de potencia por periodos cortos de tiempo u otras variaciones pueden no ser capturados completamente en la frecuencia de la toma de datos realizada, lo cual puede ocasionar errores al momento de convertir el dato monitoreado de potencia a energía. Estos pequeños errores pueden ser imperceptibles a pequeña escala, pero se vuelven relevantes

al agregar 49 taxis eléctricos en un periodo de tiempo prolongado de 12 meses.

3. Pérdidas energéticas: En la operación real de los vehículos eléctricos, siempre hay pérdidas energéticas, como las debidas a la resistencia de los cables, la ineficiencia en la conversión de energía y el calor disipado. Estas pérdidas no siempre se capturan completamente en los sistemas de monitoreo.



Anexo 4.

Puntos de carga más frecuentados por la flota

Esta tabla presenta los principales puntos de carga de acceso público utilizados por los taxistas monitoreados. Los datos reflejan las ubicaciones más frecuentes donde los conductores cargan sus vehículos durante sus jornadas laborales.

Tabla 06. Puntos de carga de acceso público frecuentado

Punto de carga de acceso público frecuentado - Descripción	Comuna	Operador del punto de carga (CPO)	Cantidad total de sesiones de carga realizadas	Tiempo de uso (horas)	Potencia de carga promedio (kW)	Cantidad de taxistas que han utilizado el punto de carga
Gasolinera en Autopista Costanera Norte Conectores disponibles: CHAdeMO, CCS 2, Tipo 2	Vitacura	Copec Voltex	822	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 995,73• Promedio por sesión de carga: 1,21	31,0	21 (42,9% del total)
Gasolinera en Autopista Costanera Norte cercana al aeropuerto Conectores disponibles: CHAdeMO, CCS 2, Tipo 2	Pudahuel	Copec Voltex	564	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 751,82• Promedio por sesión de carga: 1,33	26,1	20 (40,8% del total)
Gasolinera en Avenida La Florida/Av Camilo Henríquez Conectores disponibles: CHAdeMO, CCS 2, Tipo 2	Puente Alto	Copec Voltex	433	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 678,28• Promedio por sesión de carga: 1,57	21,2	15 (30,6% del total)
Gasolinera en Avenida Pedro Fontoba, Huechuraba Conectores disponibles: CHAdeMO, CCS 2, Tipo 2	Huechuraba	Copec Voltex	119	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 146,55• Promedio por sesión de carga: 1,23	20,0	10 (20,4% del total)
Punto de carga AC Copec Voltex (tipo tótem AC) Conectores disponibles: Tipo 2	Quinta Normal	Copec Voltex	53	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 79,47• Promedio por sesión de carga: 1,50	21,5	6 (12,2% del total)

Tabla 06 (continuación). Puntos de carga de acceso público frecuentado

Punto de carga de acceso público frecuentado - Descripción	Comuna	Operador del punto de carga (CPO)	Cantidad total de sesiones de carga realizadas	Tiempo de uso (horas)	Potencia de carga promedio (kW)	Cantidad de taxistas que han utilizado el punto de carga
Gasolinera Copec en Autopista del Sol Malloco (Oriente), Talagante Conectores disponibles: CHAdeMO, CCS 2, Tipo 2	Talagante	Copec Voltex	54	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulado: 52,65 • Promedio por sesión de carga: 0,98 	37,2	15 (30,6% del total)
Enel X Charging Station Pudahuel (Américo Vespucio) Conectores disponibles: CCS2	Pudahuel	Enel X	47	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulado: 49,83 • Promedio por sesión de carga: 1,06 	20,2	2 (4,1% del total)
Punto de carga AC Copec Voltex (tipo tótem AC) Conectores disponibles: Tipo 2	Macul	Copec Voltex	35	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulado: 41,00 • Promedio por sesión de carga: 1,17 	20,9	8 (16,3% del total)
Gasolinera Copec en Autopista del Sol Malloco (Poniente), Talagante Conectores disponibles: CHAdeMO, CCS 2, Tipo 2	Talagante	Copec Voltex	55	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulado: 39,52 • Promedio por sesión de carga: 0,72 	34,5	15 (30,6% del total)
Gasolinera Copec Avenida Las Condes (Costado Estadio Las Condes) Conectores disponibles: CHAdeMO, CCS 2, Tipo 2	Las Condes	Copec Voltex	25	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulado: 32,40 • Promedio por sesión de carga: 1,30 	19,8	8 (16,3% del total)
Punto de carga AC Copec Voltex (tipo tótem AC) Conectores disponibles: Tipo 2	Maipú	Copec Voltex	26	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulado: 29,85 • Promedio por sesión de carga: 1,15 	21,7	4 (8,2% del total)
Punto de carga AC Copec Voltex Municipalidad de Calera de Tango (tipo tótem AC) Conectores disponibles: Tipo 2	Calera de Tango	Copec Voltex	14	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulado: 28,78 • Promedio por sesión de carga: 2,06 	20,7	1 (2,0% del total)



Anexo 5.

Lugares de descanso y espera de clientes más utilizados

En esta tabla se destacan los lugares preferidos por los taxistas monitoreados para descansar o esperar clientes durante su jornada. Estos puntos no siempre cuentan con infraestructura de carga, pero son utilizados para optimizar tiempos y recorridos.

Tabla 07. Punto de descanso y espera frecuentado

Punto de descanso y espera frecuentado - Descripción	Comuna	Cantidad total de sesiones de descanso y/o espera realizadas	Tiempo de uso (horas)	Cantidad de taxistas que han utilizado el lugar de descanso y/o espera
Intermodal Aeropuerto Internacional	Pudahuel	1451	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 1498,78• Promedio: 1,01	4 (8,2% del total)
Supermercado Líder, Quilicura. Lugar muy grande con locales de comida y restaurantes	Quilicura	2291	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 1066,88• Promedio: 0,47	5 (10,2% del total)
Petrobras Francisco Bilbao		352	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 618,6• Promedio: 1,76	4 (8,2% del total)
Mall Plaza Tobalaba, Supermercado Tottus	Puente Alto	1139	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 477,32• Promedio: 0,42	9 (18,4% del total)
Stripcenter con farmacias, locales de comida y estacionamiento gratuito. En este lugar existen puntos de carga de Enel X Way.	Ñuñoa	441	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 460,88• Promedio: 1,05	8 (16,3% del total)
Aeropuerto (Salida de pasajeros)	Pudahuel	508	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 404,34• Promedio: 0,80	8 (16,3% del total)
Supermercado Express Líder, Tottus y Metro Cerro Blanco	Recoleta	46	<ul style="list-style-type: none">• Acumulado: 400,80• Promedio: 8,71	5 (10,2% del total)

Tabla 07 (continuación). Punto de descanso y espera frecuentado

Punto de descanso y espera frecuentado - Descripción	Comuna	Cantidad total de sesiones de descanso y/o espera realizadas	Tiempo de uso (horas)	Cantidad de taxistas que han utilizado el lugar de descanso y/o espera
Tottus y metro cerro blanco	Recoleta	44	<ul style="list-style-type: none"> Acumulado: 340,35 Promedio: 7,74 	3 (6,1% del total)
Supermercado Líder Recoleta	Recoleta	322	<ul style="list-style-type: none"> Acumulado: 311,15 Promedio: 0,97 	9 (18,4% del total)
Metro Grecia, Santa Isabel y Shell en el mismo estacionamiento, farmacias, centro comercial en rotonda Grecia	Peñalolén	693	<ul style="list-style-type: none"> Acumulado: 300,57 Promedio: 0,43 	1 (2,0% del total)
Centro de San Bernardo, plaza de armas	San Bernardo	463	<ul style="list-style-type: none"> Acumulado: 228,63 Promedio: 0,49 	2 (4,1% del total)
Paradero de taxis en metro Vespucio Norte, Intermodal	Recoleta	359	<ul style="list-style-type: none"> Acumulado: 162,67 Promedio: 0,45 	2 (4,1% del total)



Anexo 6. Multimedia



“Mi Taxi Eléctrico” permitirá el recambio de taxis y colectivos básicos por 100% eléctricos en Santiago y Regiones

DIARIO SUSTENTABLE

[Lee la nota aquí](#)



Gobierno entrega los primeros taxis 100% eléctricos que circularán por la capital

DIARIO SUSTENTABLE

[Lee la nota aquí](#)



Junto al Ministerio de Energía entregamos nuevos taxis 100% eléctricos que circularán por la capital

MTT.GOB.CL

[Lee la nota aquí](#)



Ministerio de Energía financiará hasta \$8 millones para cambiarse de un taxi básico a uno eléctrico

LA TERCERA

[Lee la nota aquí](#)





“Techitos verdes”: taxis eléctricos comienzan a circular por Santiago y programa considera regiones

BIOBIO.CL

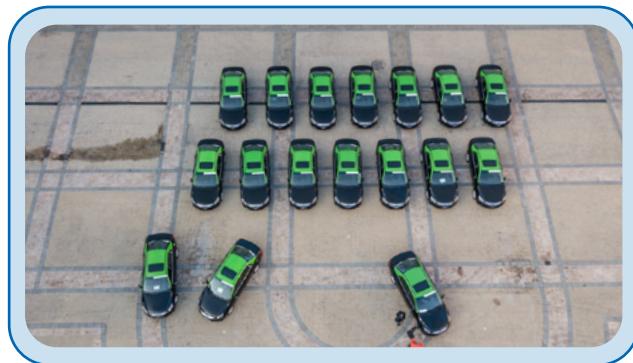
[Lee la nota aquí](#)



BancoEstado cofinanciará los primeros 50 taxis eléctricos: Reemplazarán a los negros con techo amarillo

CHILEVISION.CL

[Lee la nota aquí](#)



Comienzan a circular por Santiago los primeros taxis totalmente eléctricos

MITAXIELECTRICO.CL

[Lee la nota aquí](#)



**Historias con Energía:
Mi Taxi Eléctrico**
**MINISTERIO DE ENERGÍA
GOBIERNO DE CHILE**



Spot Primera Versión
**MINISTERIO DE ENERGÍA
GOBIERNO DE CHILE**



**Conociendo los cargadores domiciliarios
de Copec Voltex desde la experiencia de
Mi taxi eléctrico**
RUTA MOTOR



Mi Taxi Eléctrico BYD 2021
BYD CHILE



Lanzamiento de Mi Taxi Eléctrico
2021-2022

MINISTERIO DE ENERGÍA
GOBIERNO DE CHILE



Nueva flota de taxis eléctricos llega al
transporte público

24 HORAS
TVN CHILE



Concurso “Mi taxi eléctrico”
QVNOTICIAS

Lecciones del Programa Mi Taxi Eléctrico

La primera experiencia de
monitoreo en la operación
de taxis eléctricos en Chile

