



LECCIONES DEL PROGRAMA **MI TAXI ELÉCTRICO**

La primera experiencia de instalación masiva
de cargadores residenciales en Chile



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 Equipo de Transporte Eficiente financiado por el Ministerio de Energía de Chile.

Autores:

Javier Contador Labbé, Agencia de Sostenibilidad Energética
Ignacio Rivas Zeballos, Agencia de Sostenibilidad Energética
Gabriel Guggisberg Alarcón, Agencia de Sostenibilidad Energética

Revisión y edición:

Cristina Victoriano Bugueño, Agencia de Sostenibilidad Energética
Javier Rojas Jeanneret, Agencia de Sostenibilidad Energética

Diseño gráfico:

Maudie Thompson

RESUMEN EJECUTIVO

Las metas de adopción de la electromovilidad en Chile son desafiantes. Se busca que el número de vehículos eléctricos en circulación aumente considerablemente en los próximos años, fijando como meta que, al año 2035, todas las nuevas incorporaciones al transporte público sean eléctricas [1].

En busca de estos objetivos, se han realizado esfuerzos por acelerar el despliegue de buses eléctricos a lo largo del país, convirtiendo a Chile en un referente a nivel internacional en este tipo de flotas [2]. Sin embargo, el avance de la movilidad eléctrica en el transporte público menor aún es escaso. En particular, previo al programa Mi Taxi Eléctrico solo existían 74 taxis eléctricos circulando en Chile [3], siendo la gran mayoría flotas de taxis ejecutivos.

En este contexto, surge este programa como uno de los proyectos más importantes impulsados desde el Estado para fomentar la electrificación del transporte público menor, el cual por medio de 3 líneas de apoyo logró incentivar que 50 taxistas de la ciudad de Santiago tomen la decisión de cambiar sus vehículos a combustión interna por vehículos eléctricos.

El objetivo de este documento es compartir experiencias, lecciones y dificultades identificadas durante el proceso de puesta en marcha del programa. Esta publicación abarca las etapas de selección de beneficiarios, entrega de financiamiento, compra del vehículo e instalación del cargador residencial, que fueron necesarias para operativizar el programa, materializando la entrega de los 50 vehículos. Al momento de la publicación de este estudio no han transcurrido los 12 meses de monitoreo que contempla el proyecto, y por tanto, no existen suficientes datos para analizar la operación de los vehículos.

El documento inicia con una descripción del programa Mi Taxi Eléctrico, los mecanismos e incentivos utilizados y la experiencia recopilada en su implementación. Luego, se listan una serie de desafíos y se entregan recomendaciones relacionadas a la instalación del sistema de carga residencial, siendo esta una experiencia inédita en cuanto a la gestión de múltiples proyectos en paralelo. Para concluir, se discute respecto a los antecedentes presentados, vinculándolos a la necesidad de políticas públicas que fomenten el ecosistema de la electromovilidad.

Esperamos con este estudio aportar al desarrollo de la electromovilidad en Chile y fomentar nuevas iniciativas para la electrificación del transporte público menor.

ÍNDICE

Resumen ejecutivo	3
1. Alcance	5
2. Contexto	7
3. Programa Mi Taxi Eléctrico	9
3.1 Descripción del programa	10
3.2 Proceso de selección de los beneficiarios	11
3.3 Actores involucrados	13
3.4 Economía de la electromovilidad en el segmento taxi	14
3.5 Implementación del cargador en la vivienda del taxista	15
3.5.1 Infraestructura de carga para vehículos eléctricos	15
3.5.2 Infraestructura de carga residencial	17
3.5.3 Sistema de gestión de carga	20
3.5.4 Tipos y características de las viviendas de MTE	21
3.5.5 Flujo para la instalación de un cargador residencial	24
4. Desafíos y recomendaciones	25
4.1 Desafíos identificados en las viviendas de Santiago	26
4.2 Recomendaciones para la instalación de cargadores	28
residenciales en Santiago	
4.3 Desafíos vinculados a la modificación de empalme	32
5. ¿Aumento de Empalme o Nuevo Empalme?	35
6. Palabras finales	38
7. Bibliografía	40
Anexo A. Glosario	41
Anexo B. Supuestos considerados para la evaluación del TCO	43



1. ALCANCE



1. 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 proyectos 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 mediante una convocatoria abierta a un total de 50 dueños de taxis básicos en la ciudad de Santiago, con la finalidad de acelerar la transición hacia los vehículos eléctricos (VE).

El objetivo de este documento es compartir experiencias, lecciones y dificultades identificadas durante el proceso de puesta en marcha del programa. Esta publicación abarca las etapas de selección de beneficiarios, entrega de financiamiento, compra del vehículo e instalación del cargador residencial, que fueron necesarias para operativizar el programa, materializando la entrega de 50 VE. Este documento no aborda la operación de los VE, ya que al momento de la publicación no han transcurrido los 12 meses de monitoreo que contempla el proyecto.

El documento se estructuró con una descripción del programa MTE, los mecanismos e incentivos utilizados y la experiencia recopilada en su implementación. Luego, se listan una serie de desafíos y se entregan recomendaciones relacionadas a la instalación del sistema de carga residencial, siendo esta una experiencia inédita en cuanto a la gestión de múltiples proyectos en paralelo. Para concluir, se discute respecto a los antecedentes presentados, vinculándolos a la necesidad de políticas públicas que fomenten el ecosistema de la electromovilidad en Chile.

Finalmente, desarrollamos este documento de forma gráfica, y en un lenguaje simple y directo. Nuestra intención es que la lectura sea lo más amigable posible. Existen temas adicionales que podríamos haber incluido, pero, priorizando un documento conciso, los dejamos fuera del alcance.

2. CONTEXTO



2. CONTEXTO

Chile busca la carbono-neutralidad al año 2050 y, para alcanzar esta meta, descarbonizar el transporte es condición necesaria. La electromovilidad aparece como una de las acciones fundamentales para un transporte bajo en emisiones, aunque debe complementarse con medidas adicionales. En particular, Chile tiene como meta que, al año 2035, todas las nuevas incorporaciones al transporte público sean eléctricas [1].

En busca de estos objetivos, se han realizado esfuerzos por acelerar el despliegue de buses eléctricos a lo largo del país, convirtiendo a Chile en un referente a nivel internacional en este tipo de flotas [2]. Sin embargo, el avance de la movilidad eléctrica en el transporte público menor aún es escaso. En particular, previo a MTE solo existían 74 taxis eléctricos circulando en Chile [3], siendo la gran mayoría flotas de taxis ejecutivos.

En este contexto, MTE logró incorporar de forma exitosa un total de 50 VE en la ciudad de Santiago, lo que motiva la realización de una segunda versión con 180 nuevos cupos en 7 ciudades del país: Santiago, Valparaíso, Concepción, Valdivia, La Unión, Temuco y Coyhaique.

Esperamos con este estudio aportar al desarrollo de la electromovilidad en Chile y fomentar nuevas iniciativas de electrificación del transporte público menor.



3. PROGRAMA MI TAXI ELÉCTRICO



3. PROGRAMA MI TAXI ELÉCTRICO

3.1 Descripción del programa

El programa MTE es financiado por el Ministerio de Energía, y busca fomentar la electromovilidad en el segmento del transporte público menor a través del recambio de vehículos a combustión interna por eléctricos. Este programa contempla **3 líneas de apoyo** para incentivar que 50 taxistas de la ciudad de Santiago tomen la decisión de cambiar sus vehículos a combustión interna por VE.



Adicionalmente, el programa seleccionó mediante un proceso licitatorio público y competitivo el modelo de VE y cargador residencial. La compra agregada de VE y cargadores permitió acceder a precios inferiores respecto a los valores unitarios de mercado.

Especificaciones vehículo eléctrico		Especificaciones cargador residencial	
Características	Especificación	Características	Especificación
Modelo	ByD e5	Modelo	Wallbox Pulsar Plus
Autonomía	327 km	Modo de carga	Modo 3 - Carga en Corriente Alterna
Capacidad de almacenamiento	61 kWh	Potencia	7,4 kW
Conector de carga	Tipo 2	Conector de carga	Tipo 2
Potencia de carga	Hasta 40 kW	Protocolo de comunicación	OCPP 1.6
Potencia máxima	160 kW - 215 HP	Otras funcionalidades	Plataforma de gestión de carga, conectividad Wifi y Bluetooth
Garantía del VE	6 años o 150.000 km		
Garantía de la batería	8 años o 500.000 km		

¹ Durante el proceso de selección, se solicitó a los postulantes ingresar el monto de cofinanciamiento demandado, el cual podía variar entre \$0 y \$8.000.000 de pesos. Este mecanismo buscó incentivar un uso más eficiente de los recursos, entregando prioridad a las postulaciones con menor cofinanciamiento solicitado.

3.2 Proceso de selección de los beneficiarios



EVALUACIÓN FINANCIERA

Se evaluó la capacidad de pago del postulante para financiar la diferencia entre el precio del VE y el cofinanciamiento del programa.

Mecanismos de validación:

Ahorros personales	Crédito	Mixto entre ahorros y crédito
<p>37 % de los seleccionados optaron por este mecanismo.</p> <p>Monto promedio de ahorro: \$ 20.000.000</p>	<p>16 % de los seleccionados optaron por este mecanismo.</p> <p>Monto promedio solicitado: \$ 14.200.000</p>	<p>47 % de los seleccionados optaron por este mecanismo.</p> <p>Monto promedio de ahorro: \$ 7.400.000</p> <p>Monto promedio solicitado: \$ 6.700.000</p>

Postulaciones rechazadas: 28

Postulaciones aceptadas: 59

! Se observa una gran variabilidad en los ahorros certificados por los postulantes.

ETAPA FINAL

Se construyó un ranking de postulación para priorizar los postulantes preseleccionados, estos realizaron un pago por reserva de cupo de \$250.000 con lo cual pasan a ser **"Seleccionados"**.

Ranking de postulación:

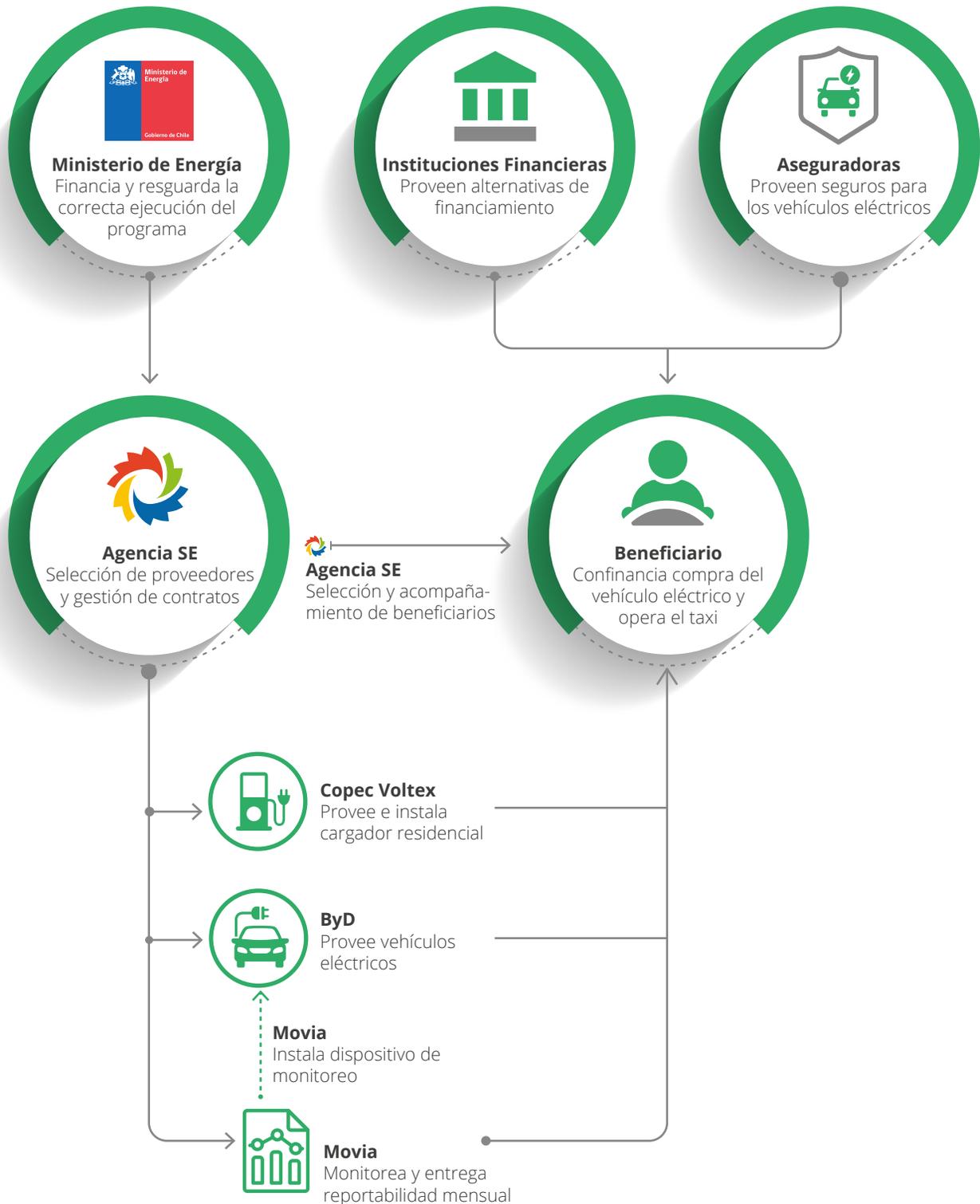
Las postulaciones aceptadas pasan al ranking de postulación. En este, se priorizó al interior de cada convocatoria las postulaciones con menor monto de cofinanciamiento solicitado.

Este mecanismo buscó fomentar la competencia por cupos disponibles entre los postulantes.



3.3 Actores involucrados

La ejecución del modelo de cofinanciamiento y puesta en marcha del programa requiere la participación y coordinación de múltiples actores públicos y privados.

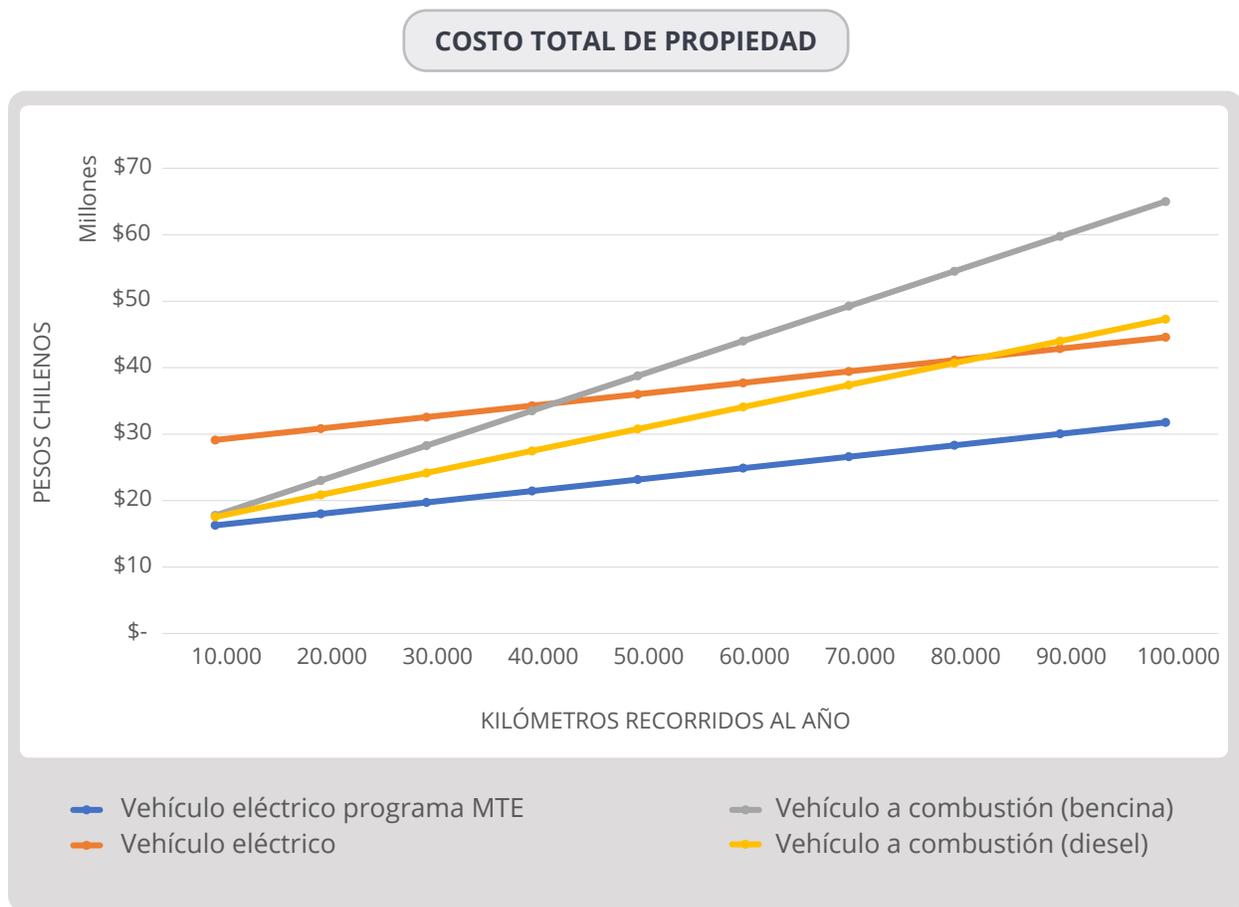


3.4 Economía de la electromovilidad en el segmento taxi

Hasta la fecha, las primeras políticas públicas asociadas a la electromovilidad se han enfocado en segmentos de alto recorrido con el objetivo de alcanzar una paridad económica entre VE y a combustión.

Al realizar la evaluación del costo total de adquisición (TCO) de un taxi eléctrico en contraste a un taxi a combustión interna (bencina o diésel), se observa que, con o sin el subsidio del programa MTE, un VE es más económico frente uno a bencina cuando este supera los 50.000 kilómetros anuales. En el caso de los vehículos a diésel², el VE es más económico para usuarios que recorren más de 90.000 kilómetros anuales.

Si bien, esta evaluación económica apunta a que ya es rentable optar por la alternativa eléctrica para ciertos casos, existen otras barreras que son complejas de abordar por un taxista de forma independiente (e.g. desconocimiento de la tecnología, escasez de proveedores, falta de servicios complementarios, entre otras). Es por esto, que el acompañamiento en todo el proceso de puesta en marcha, así como durante el primer año de operación, es un elemento fundamental para gatillar la toma de decisión final de los beneficiarios de este programa.



² Los resultados de esta evaluación dependerán de los supuestos considerados, en el Anexo B pueden encontrar los valores utilizados para este caso.

3.5 Implementación del cargador en la vivienda del taxista

3.5.1 Infraestructura de carga para vehículos eléctricos

La infraestructura de carga (IC) corresponde al conjunto de dispositivos destinados a la carga del VE (cargador, sistema de control, tablero, entre otros). A diferencia de los vehículos a combustión interna, que se cargan fundamentalmente en estaciones de servicio, los VE cuentan con más alternativas para su carga [4]:

1. Carga de acceso público (e.g. electrolineras, cargadores públicos).
2. Carga de acceso privado (e.g. carga residencial, oficinas, flotas privadas).

Entre las distintas alternativas de carga para un VE, la opción más conveniente es la carga residencial [5], donde existen dos modos:

Cargador dedicado:

Requiere la instalación de infraestructura eléctrica dedicada para la carga del VE. Esta modalidad tiene un costo mayor, pero permite una carga más rápida y segura. Una carga con este sistema puede tardar entre 5 y 8 horas dependiendo del VE.



Cargador de viaje (o de emergencia):

Este cargador tiene una potencia cercana a los 2,2 kW, y se conecta directamente a un enchufe domiciliario. Este modo de carga solo debe ser utilizado si no se tiene acceso a un cargador dedicado y no se recomienda como solución permanente. Una carga completa con este sistema puede tardar entre 15 a 20 horas dependiendo del VE.



En el programa MTE decidimos instalar un **cargador dedicado** en la vivienda de los taxistas considerando que estos recorren varios kilómetros al día y cuentan con tiempos de descanso limitados.

TIPOS DE CARGA

CARGA DE ACCESO PÚBLICO



Electrolinera
Recintos destinados para la carga de VE, equivalentes a las bencineras actuales.



Carga de destino de acceso público
El VE carga mientras el usuario realiza otras actividades de acceso público, como por ejemplo: supermercado, centros comerciales, restaurantes.



Carga pública (ICP)
La carga ocurre en estacionamientos ubicados en espacios públicos.



Carga para flotas
Dedicada a cargar flotas de VE, como por ejemplo flotas de empresas, taxis colectivos, flotas municipales.



Carga de destino de acceso privado
El VE carga mientras el usuario realiza otras actividades de acceso privado, como por ejemplo: lugar de trabajo, club privado.

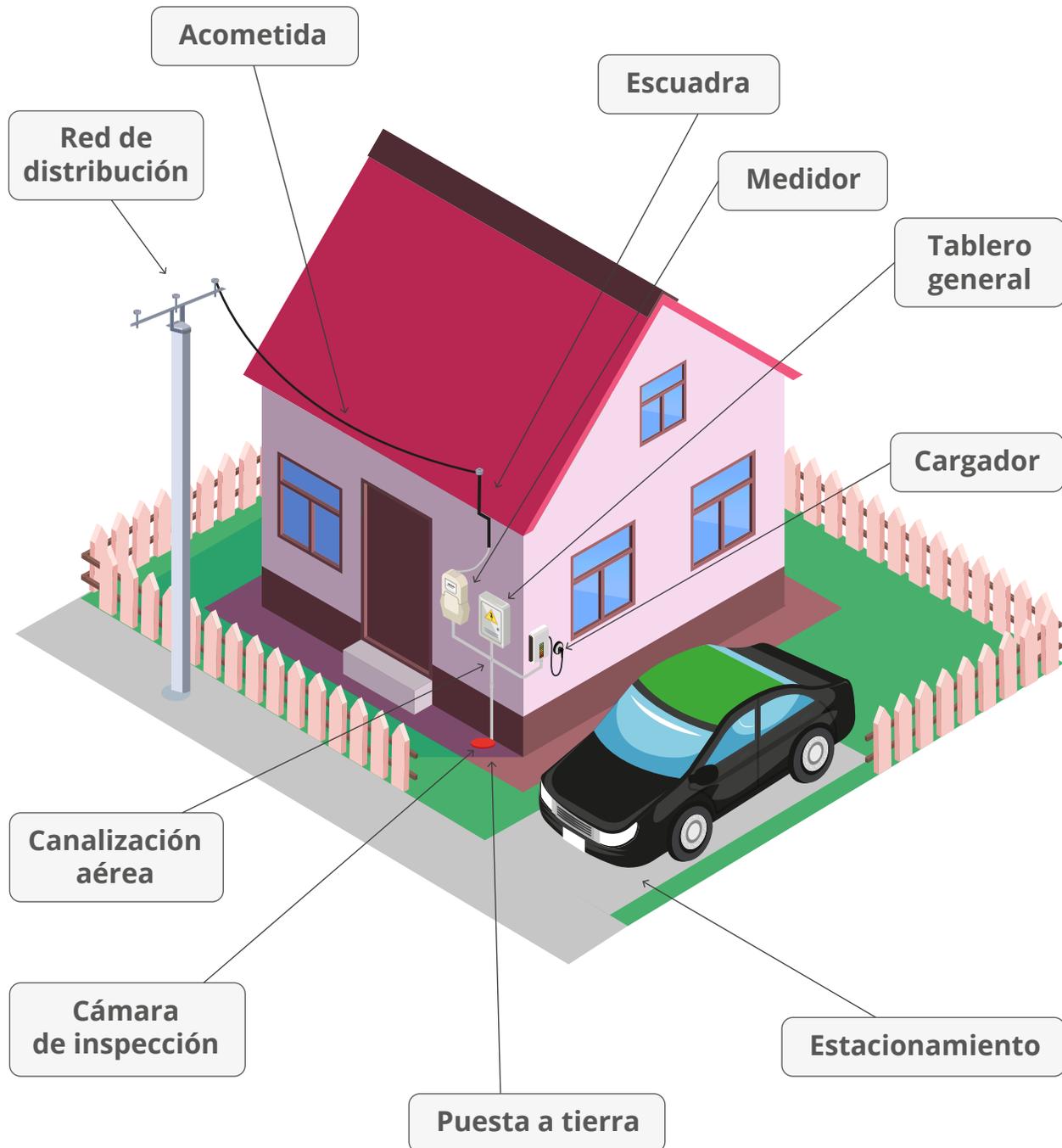
Carga residencial
La carga ocurre mientras el vehículo está estacionado en el hogar.



CARGA DE ACCESO PRIVADO

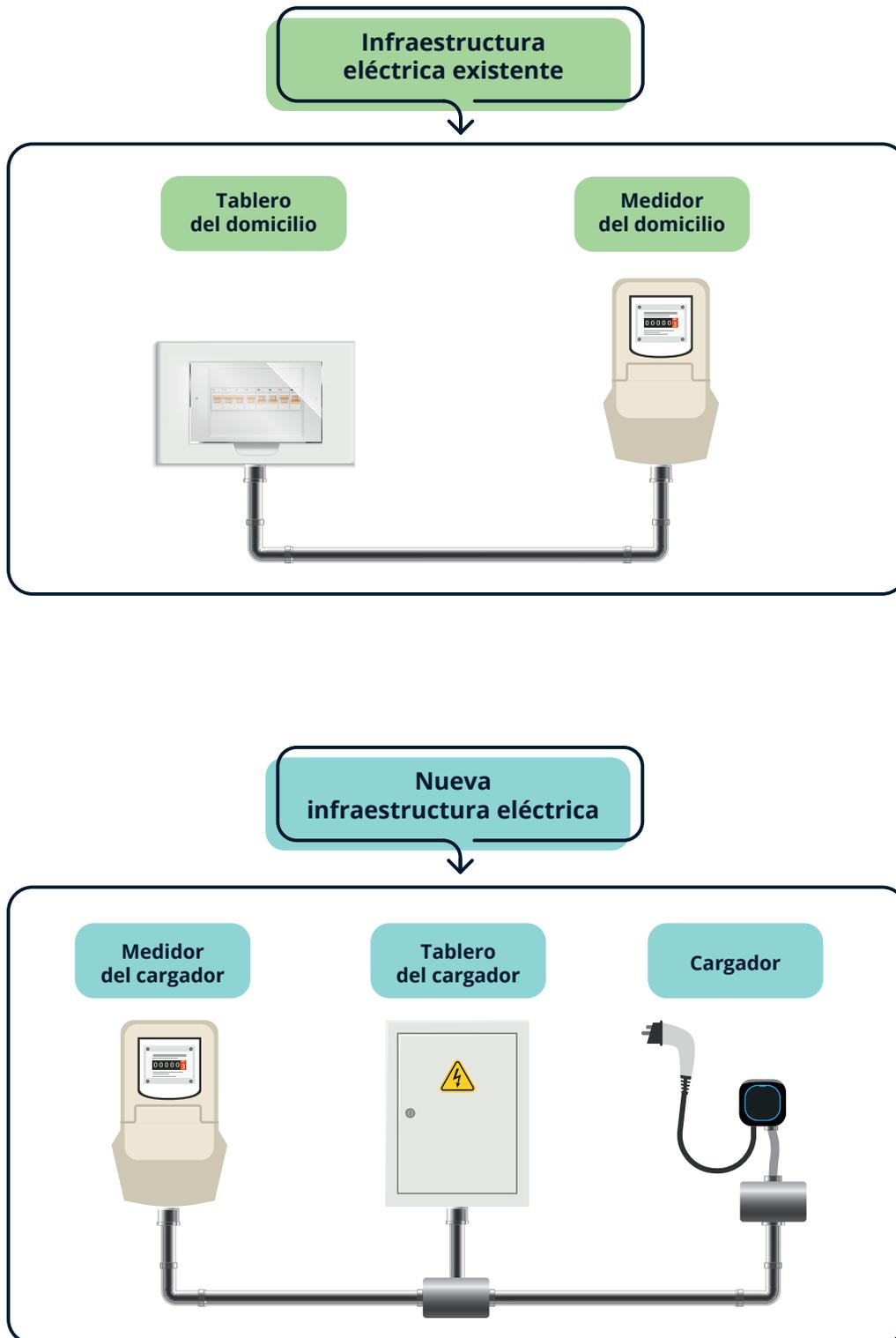
3.5.2 Infraestructura de carga residencial

ELEMENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA RESIDENCIAL

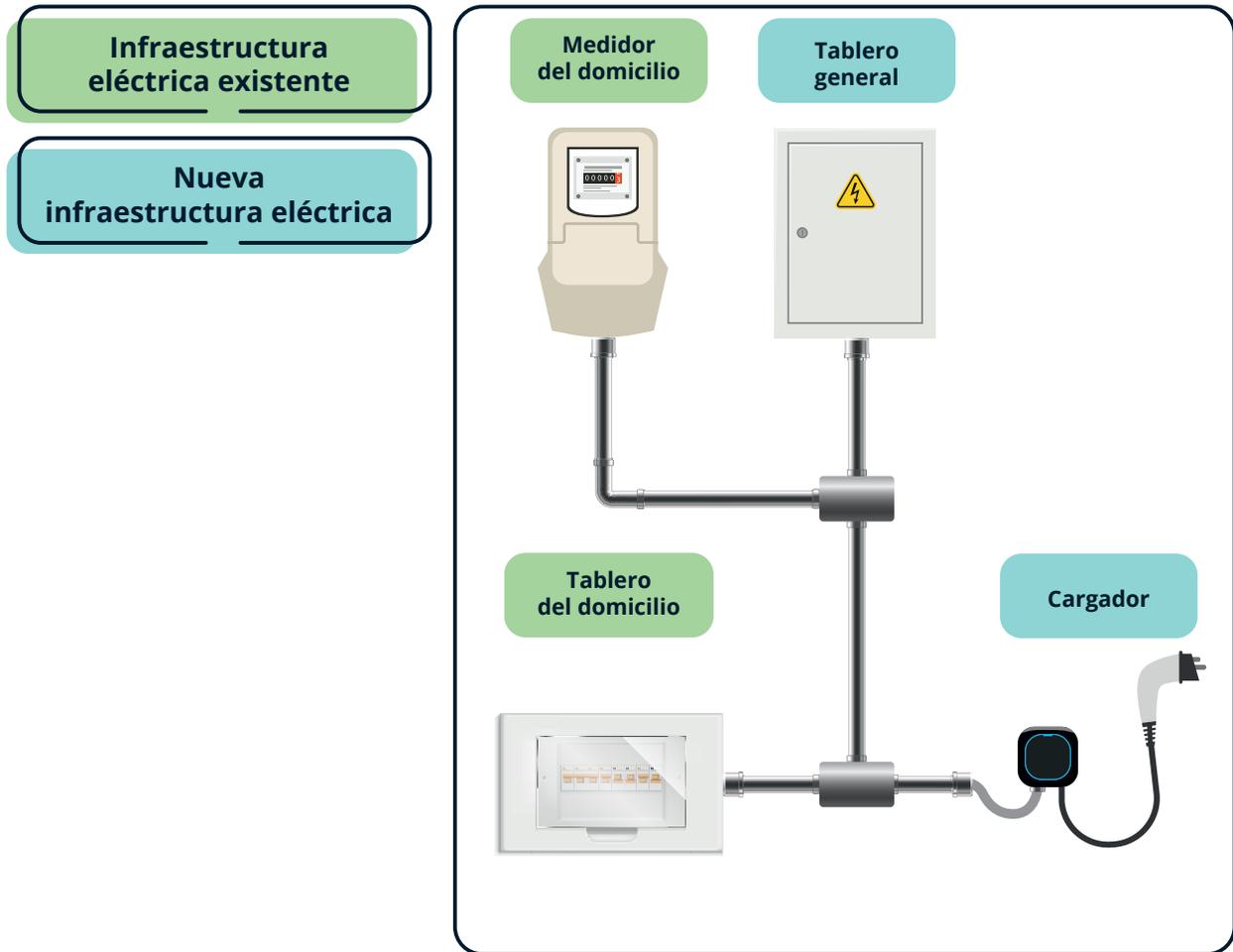


El programa MTE consideró tres tipos de instalaciones:

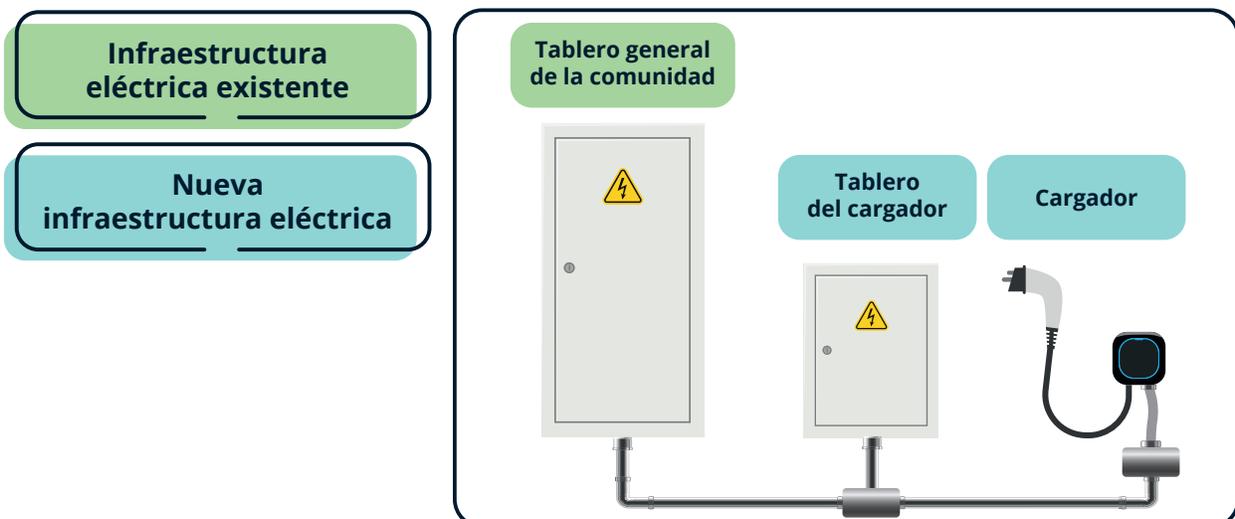
- 1. Nuevo empalme:** La empresa distribuidora instala un nuevo empalme dedicado para el consumo del cargador, separándolo del consumo del resto de la vivienda.



- 2. Aumento de empalme:** La empresa distribuidora aumenta la potencia del empalme existente. Esta solución integra en un mismo empalme el consumo de la vivienda y del cargador.

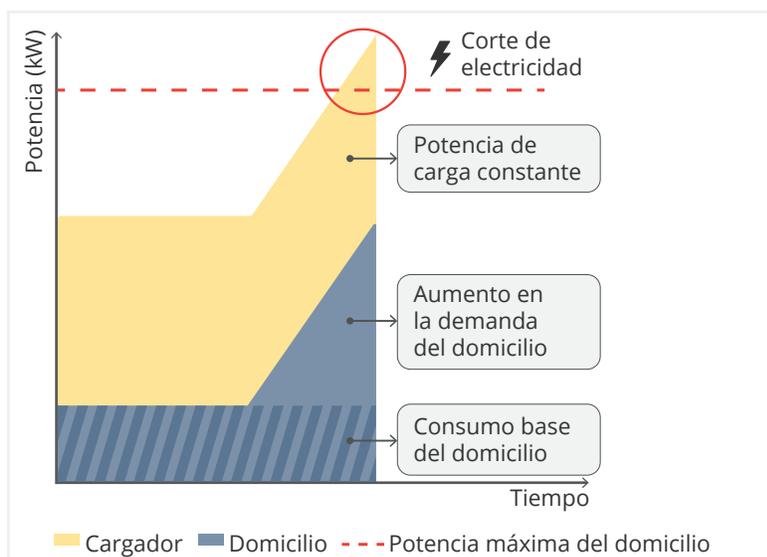


- 3. Tablero común en copropiedad:** En viviendas que se encuentran en edificios o conjuntos habitacionales, el cargador se alimenta a través de un tablero eléctrico existente que pertenece a la comunidad.



3.5.3 Sistema de gestión de carga

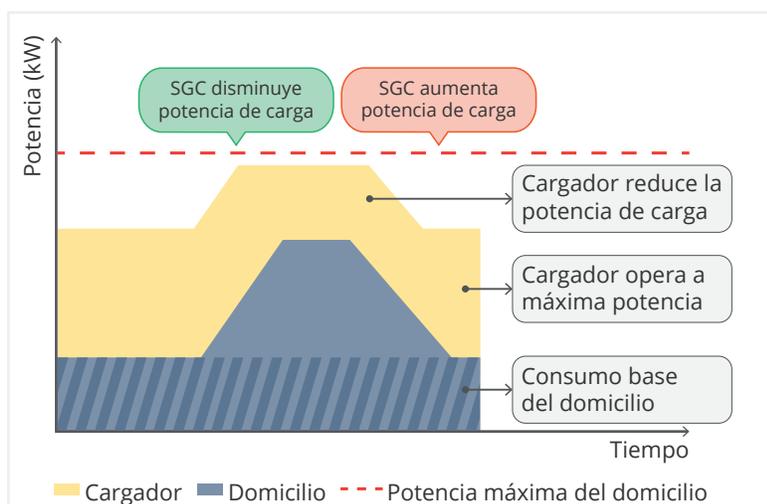
El sistema de gestión de carga (SGC) es una tecnología que permite regular la carga del VE de manera inteligente. En el contexto del programa, se incorpora un SGC en las instalaciones donde el consumo del cargador y la vivienda están integrados³. De esta forma, se evita que el cargador sobrepase la corriente máxima admisible en el hogar evitando cortes de electricidad.



Sin SGC

Iniciada la carga, la potencia suministrada por el cargador alcanza el valor parametrizado, donde se mantiene constante.

En caso de un aumento en la demanda de la vivienda durante la carga, existe el riesgo de superar la potencia máxima del domicilio ocasionando un corte de electricidad.



Con SGC

Iniciada la carga, la potencia suministrada por el cargador alcanza el máximo disponible.

En caso de un aumento en la demanda de la vivienda durante la carga, el SGC se activa limitando la potencia en función de la capacidad disponible.

³ Es decir, en instalaciones con aumento de empalme en casas, y también, en el caso de tableros comunes en copropiedad.

3.5.4 Tipos y características de las viviendas de MTE

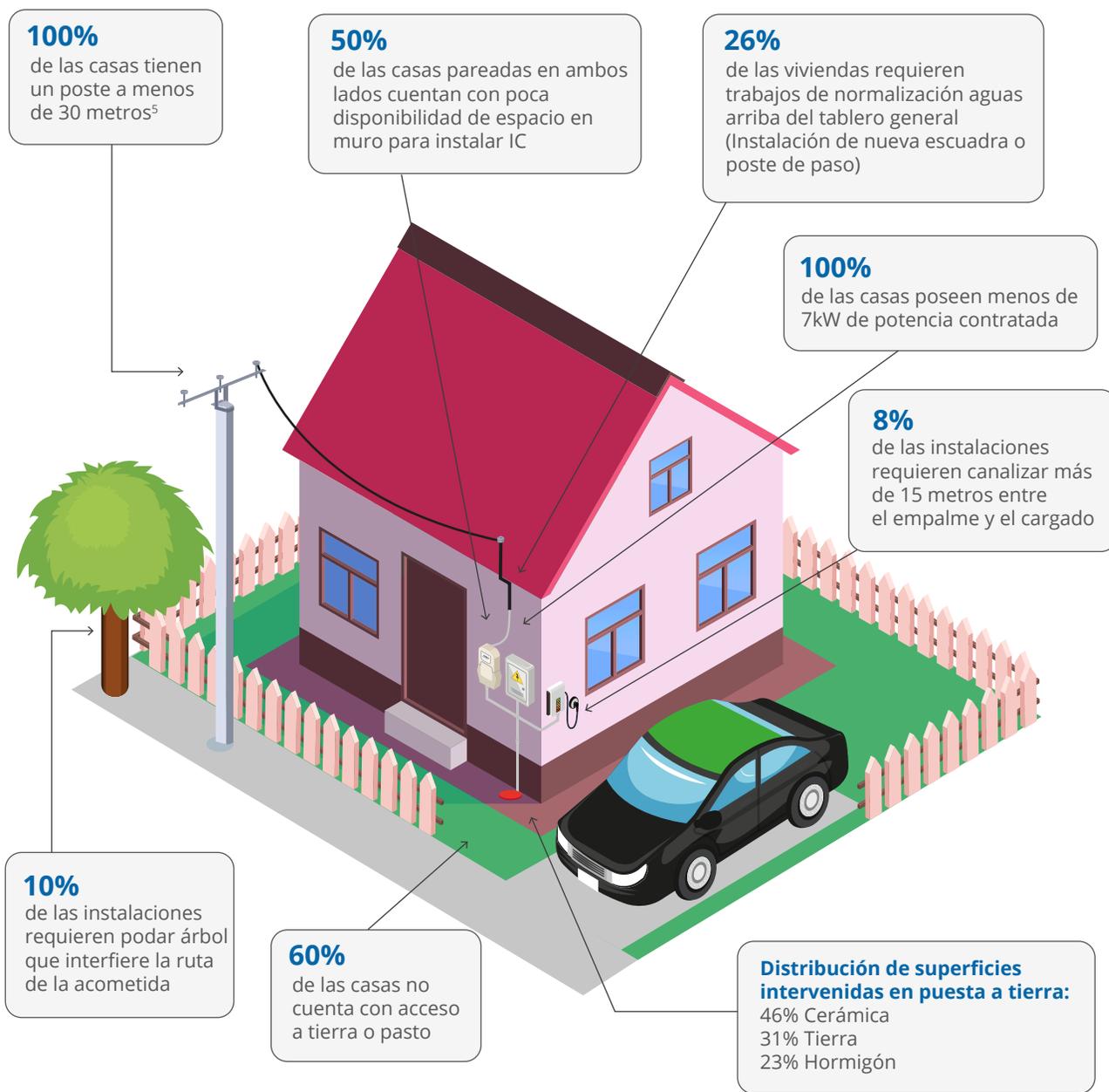
Durante las instalaciones de los 50 cargadores residenciales de MTE se identificaron, en base a las características constructivas y la orientación del estacionamiento, cinco tipos de viviendas⁴. Estas condiciones son elementos importantes a considerar para el diseño y localización de la IC.

TIPOS DE VIVIENDAS IDENTIFICADAS EN EL PROGRAMA MTE



⁴ Si bien existen otras configuraciones (e.g. casas no pareadas, conjuntos habitacionales) en este documento agrupamos los casos observados según las 5 categorías más representativas, que a su vez, reflejan la lógica utilizada para el diseño y localización de la IC residencial aplicada en este programa.

CARACTERÍSTICAS EXISTENTES EN LAS CASAS VINCULADAS AL PROGRAMA MTE



Estadísticas de la instalación eléctrica existente

3,5 kW

Potencia promedio contratada

235 kWh

Consumo promedio mensual

87%

Holgura mínima promedio⁶

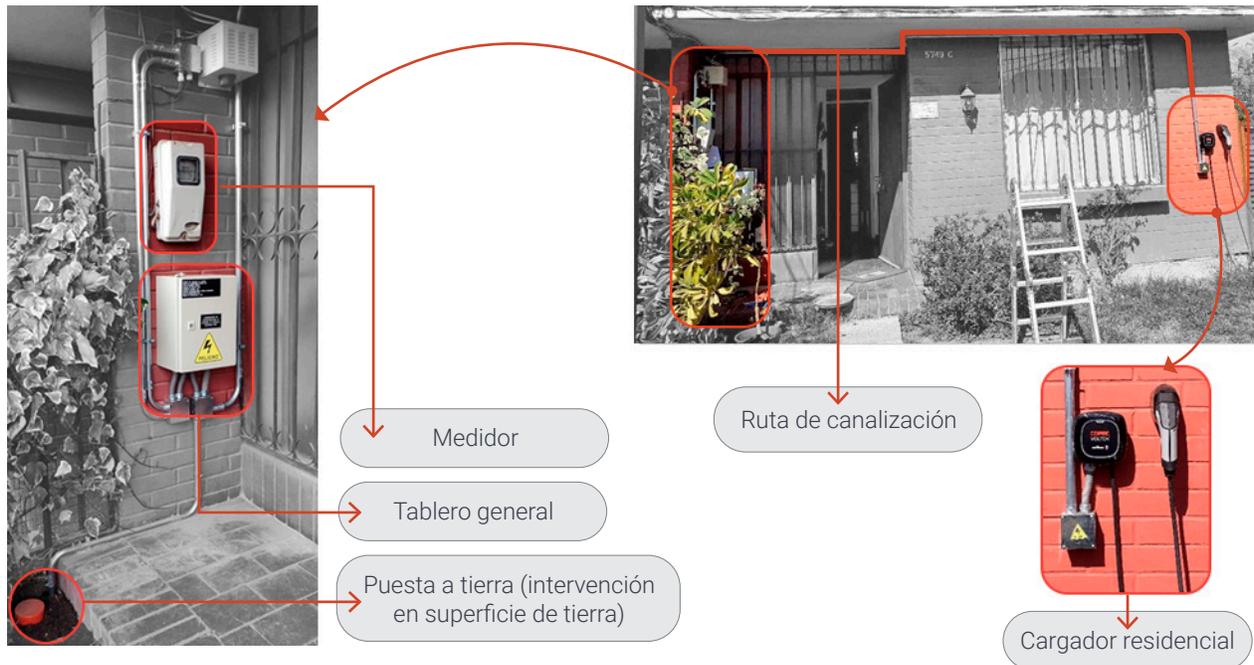
32 Ω

Conductividad promedio del terreno

5 La existencia de un poste de distribución a menos de 30 metros en el 100% de los casos, se debe a que este fue un requisito mínimo para validar técnicamente a los postulantes.

6 Se refiere a holgura de energía. Es decir, disponibilidad de energía que tiene el domicilio en base a la potencia contratada e información histórica de su consumo mensual. No debe confundirse con holgura de potencia.

EJEMPLO DE VIVIENDA SIN LIMITACIONES DE ESPACIO Y ACCESO A TIERRA

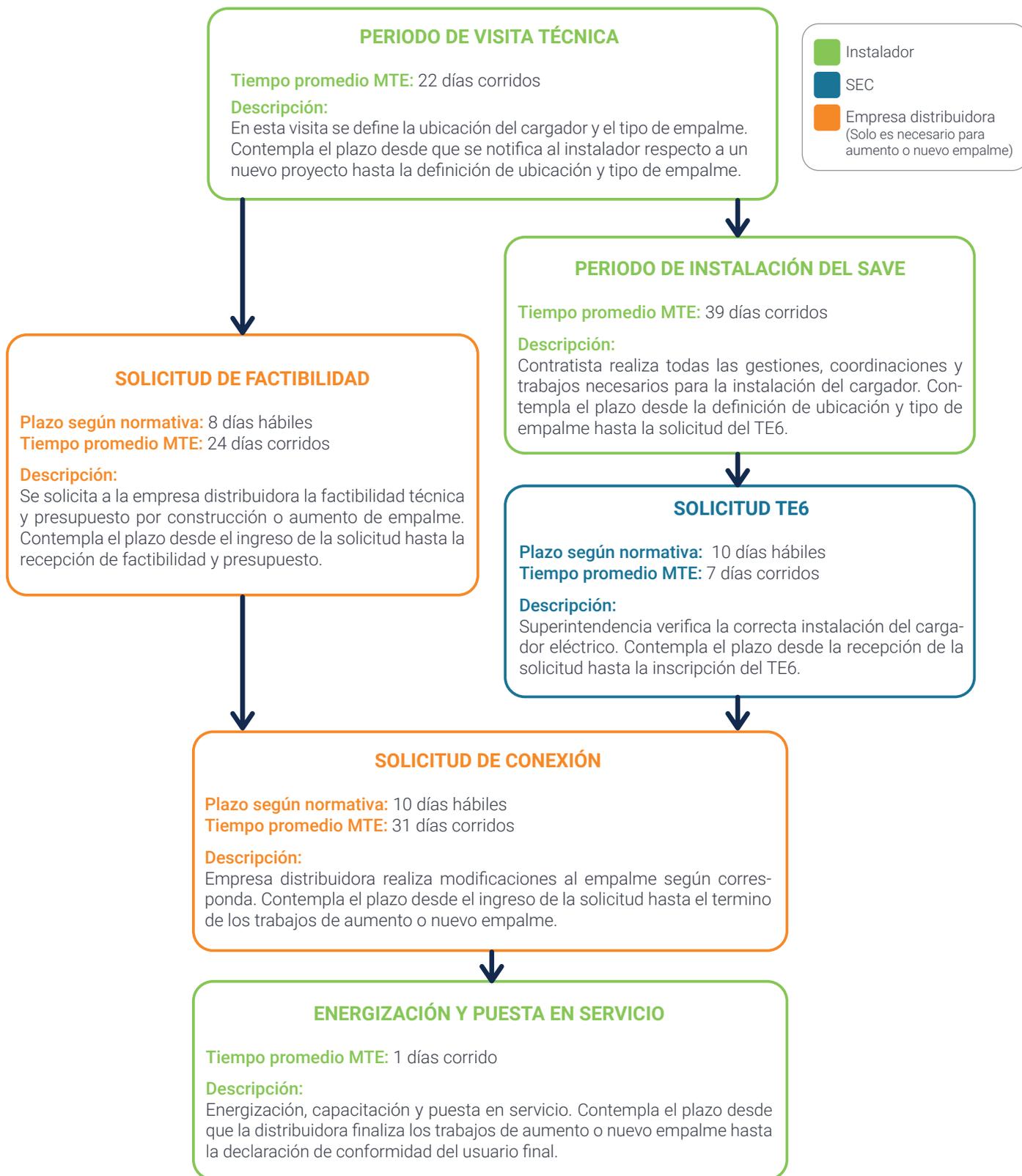


EJEMPLO DE VIVIENDA CON DISPONIBILIDAD DE ESPACIO LIMITADO Y SIN ACCESO A TIERRA



3.5.5 Flujo para la instalación de un cargador residencial

A continuación, se presentan las 6 principales etapas para la implementación de IC residencial. En particular, las etapas vinculadas a las empresas distribuidoras solo serán necesarias cuando se requiera un aumento o nuevo empalme. En el caso de MTE, las 50 instalaciones realizadas siguen este flujo de forma paralela.



4. DESAFÍOS Y RECOMENDACIONES



4. DESAFÍOS Y RECOMENDACIONES

4.1 Desafíos identificados en las viviendas de Santiago

Previo a la experiencia de MTE, solo se tenía registro de 85 instalaciones de IC privada [6], donde un gran porcentaje de estas se concentraban en zonas de altos ingresos. Este programa tiene la particularidad de haber realizado 50 instalaciones simultáneas en 18 comunas de Santiago, concentrándose en zonas de ingresos medios. Este tipo de domicilios presentan características distintas a las observadas en países desarrollados y barrios de ingresos altos en Chile.



Estas características particulares implican una serie de desafíos que deben ser abordados durante la implementación de los cargadores. A continuación, se describen los principales desafíos identificados:

Capacidad de empalme insuficiente: Ninguna de las casas de MTE contaba con la capacidad suficiente para instalar un cargador de 7 kW. Por esto, fue necesaria la construcción de un nuevo empalme o un aumento de este. Dado este requerimiento, el proceso de instalación se extiende y encarece. En el caso de MTE, la tramitación de un aumento o nuevo empalme demoró en promedio 55 días corridos⁷, mientras que su costo promedio fue de \$217.138⁸ (IVA incluido) para el aumento de empalme y \$367.095⁹ (IVA incluido) en el caso de nuevo empalme.

⁷ Se contabilizan los días corridos promedio del proceso de solicitud de factibilidad y solicitud de conexión.

⁸ Solo considera el importe pagado a la empresa distribuidora por solicitud de conexión.

⁹ Considera el importe pagado a la empresa distribuidora por solicitud de conexión y el pago del nuevo medidor.

Instalaciones eléctricas fuera de norma: En general, las instalaciones eléctricas de las viviendas no estaban 100% en norma. Por ejemplo, se identificaron defectos en poste de paso o escuadra, casas sin interruptor general, casas sin puesta a tierra, modificaciones irregulares en los empalmes, entre otras. En particular, toman relevancia las normalizaciones aguas arriba del empalme solicitadas por la empresa distribuidora, ya que son un requisito para la ampliación o conexión a la red. En el caso de las normalizaciones aguas abajo del empalme, estas pueden quedar fuera del alcance del proyecto instalando un nuevo empalme o un nuevo tablero general.

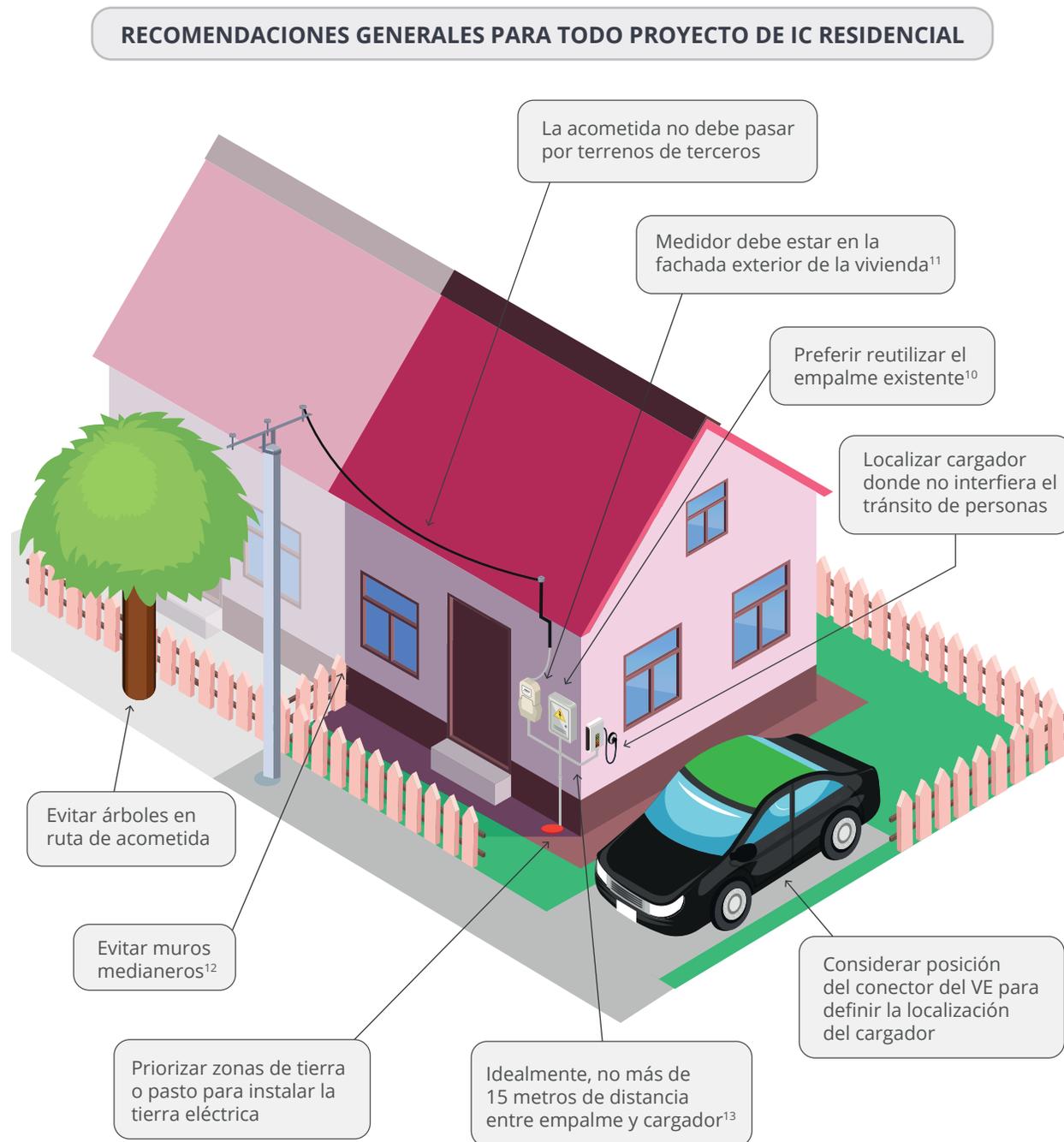
Espacio limitado en muros de viviendas: Este es un problema observado particularmente en las viviendas del tipo pareadas en ambos lados. Dada la configuración de estas casas, toda la IC residencial debe quedar localizada en el frontis de la vivienda, donde muchas veces el espacio disponible es limitado.

Intervención y reposición de superficies intervenidas por puesta a tierra: En condiciones ideales, es deseable poder realizar la puesta a tierra de la instalación eléctrica en una superficie de tierra, ya que facilita las obras y evita reponer pavimentos. Sin embargo, en la experiencia de MTE, el 46% de las intervenciones se realizaron en cerámica y el 23% en hormigón.



4.2 Recomendaciones para la instalación de cargadores residenciales en Santiago

Las recomendaciones presentadas deben ser adaptadas a las características particulares de cada vivienda y necesidades del usuario.



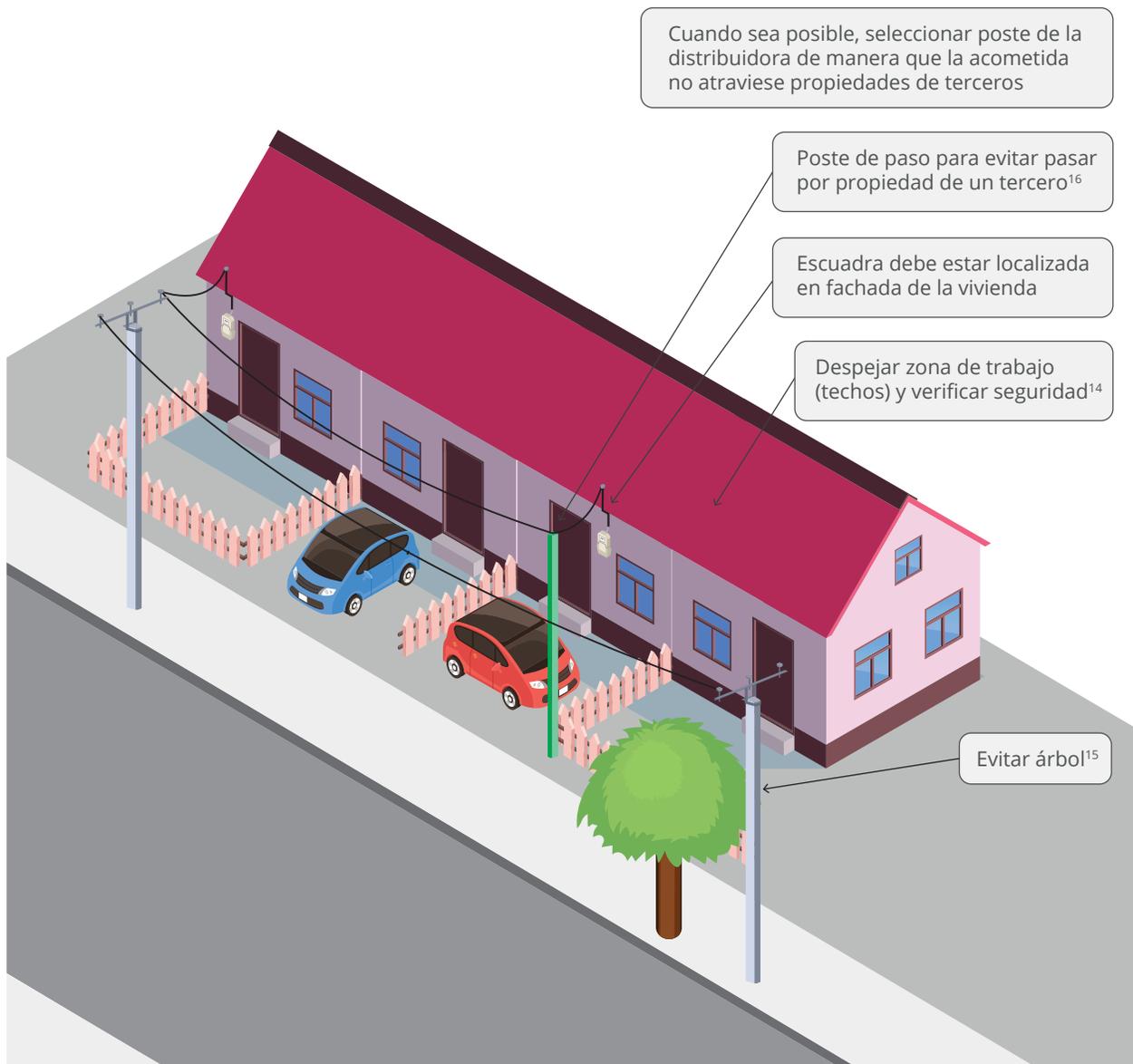
10 En caso de que el empalme existente y materiales asociados (e.g. acometida, poste, escuadra) estén fuera de norma, el instalador deberá normalizarlos antes de la ejecución del aumento/nuevo empalme.

11 Por normativa [9], el medidor debe ubicarse en fachada exterior de la vivienda.

12 En muchas ocasiones, realizar la instalación en muro medianero puede ser la opción más conveniente. Sin embargo, esto requiere la autorización del vecino lo cual puede complejizar el proyecto.

13 Más de 15 metros de canalización puede requerir que la instalación tome más de una jornada laboral, aumentando los costos del proyecto.

RECOMENDACIONES PARA DEFINIR LA RUTA DE LA ACOMETIDA

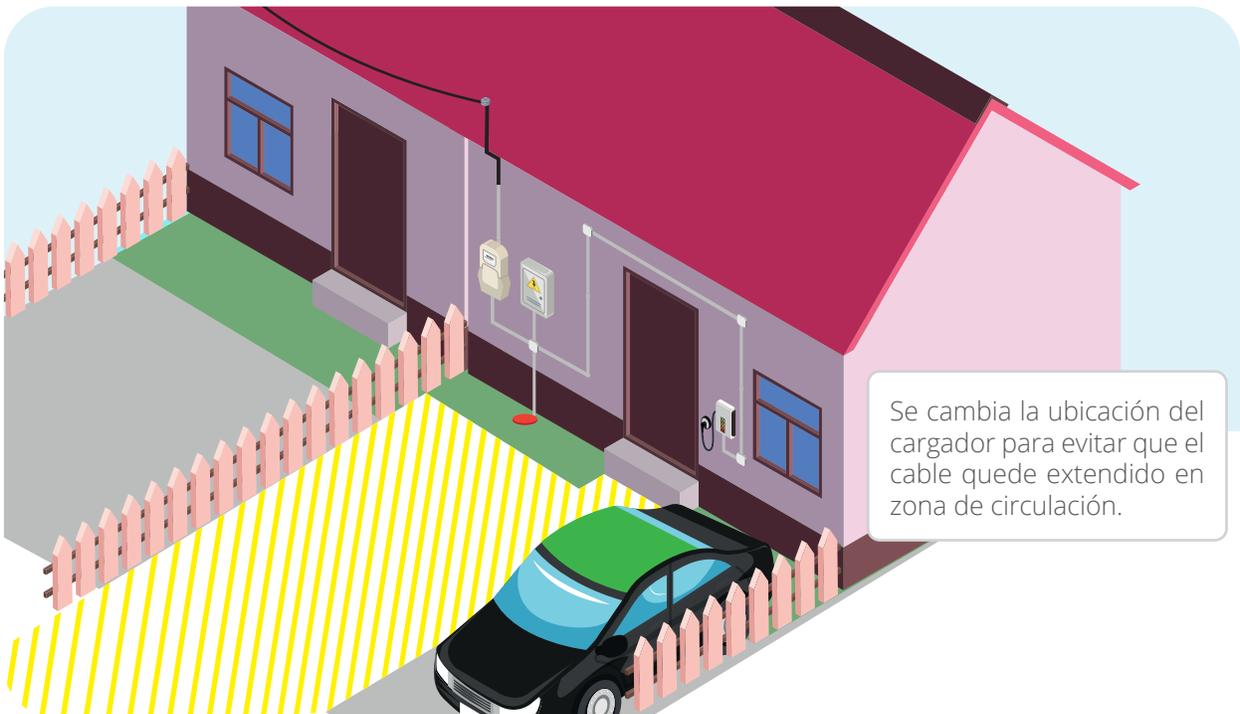
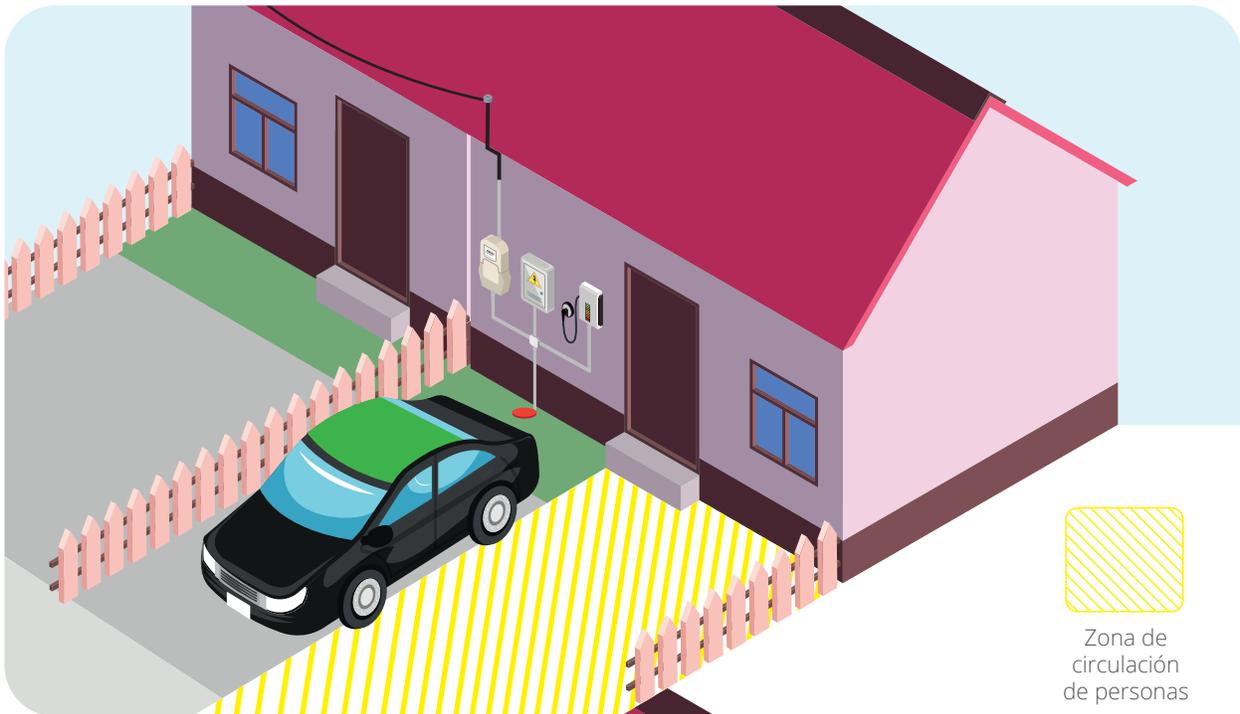


14 El personal de la distribuidora eléctrica debe contar con las condiciones de seguridad necesarias para realizar las modificaciones del empalme. Existen casos en que la superficie de trabajo es inestable (e.g. planchas, pizarreño, vidrio).

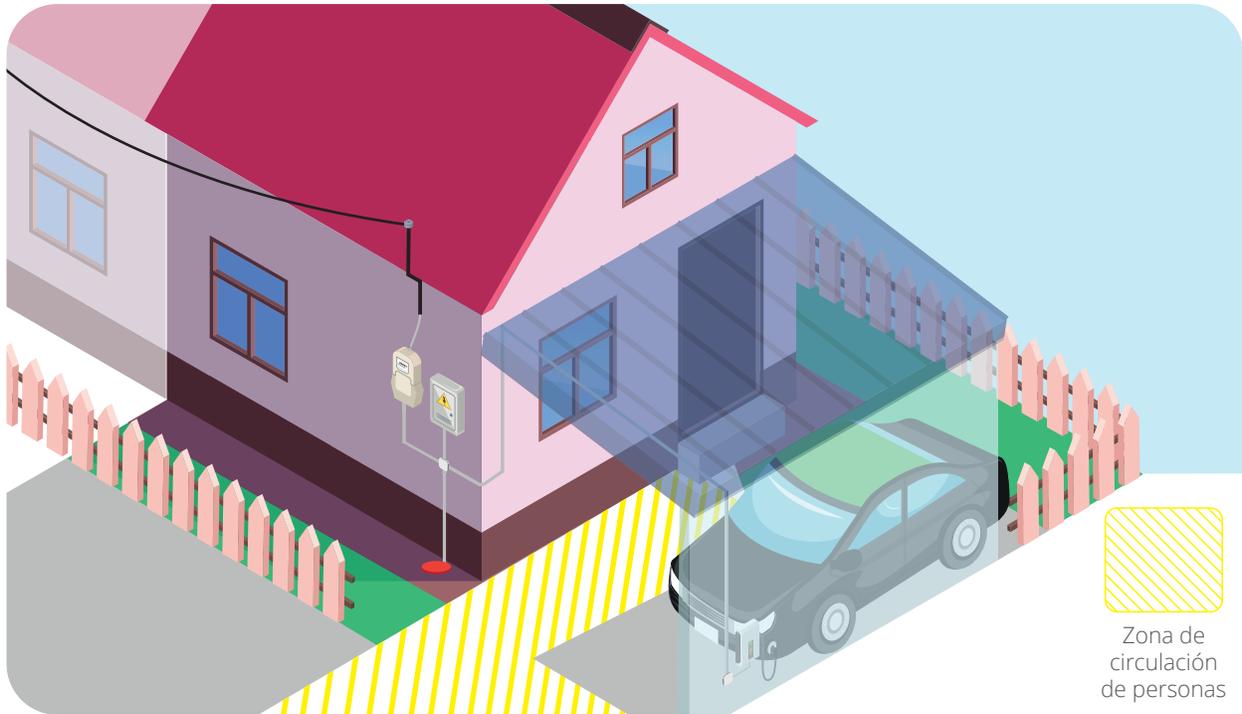
15 De esta forma se evita podar el árbol (en algunos casos el árbol puede estar ubicado en terrenos de terceros o en la vía pública, complejizando aún más el proceso).

16 Si la ruta de la acometida es mayor a 30 metros, la distribuidora puede solicitar la instalación de un poste de paso (valor de \$300.000 aproximadamente).

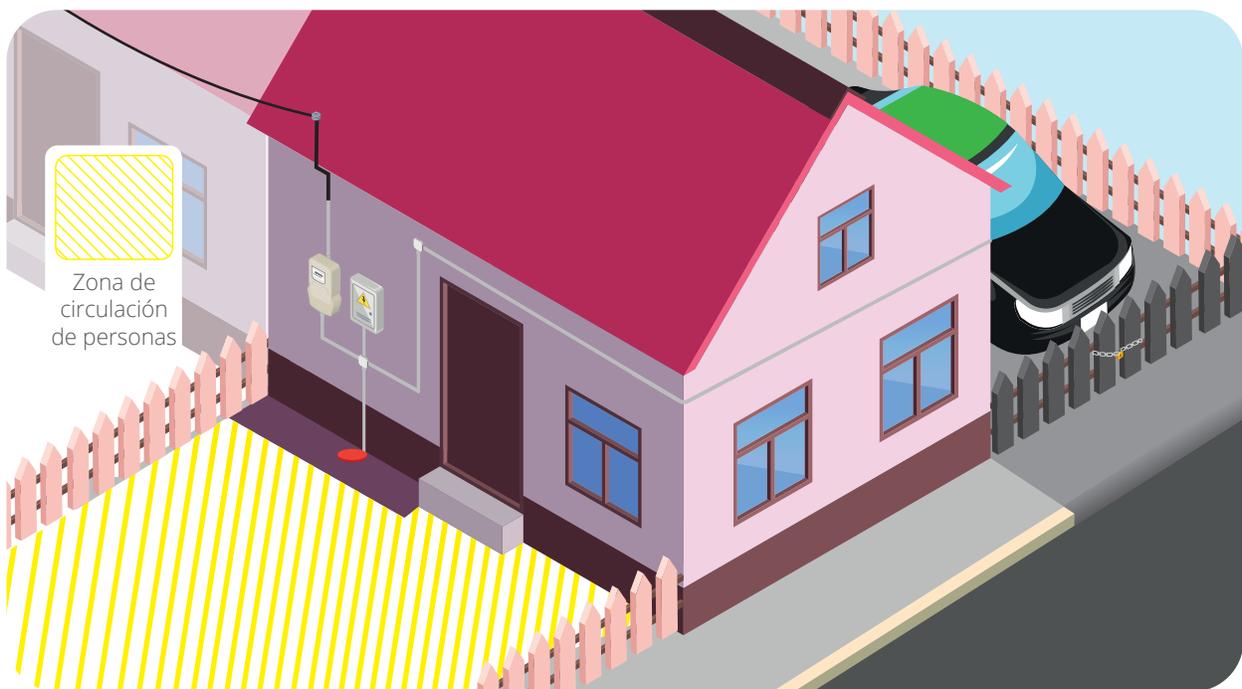
RECOMENDACIONES DE FUNCIONALIDAD PARA EL USUARIO



El cargador deberá localizarse en función de la forma en que el VE se estacione y la posición donde se localice el conector del vehículo, evitando que quede el cable de carga en zonas de circulación de personas.



En el caso de viviendas con acceso lateral al costado del estacionamiento, se recomienda localizar el cargador en el muro opuesto a la zona de circulación. Para esto, se puede hacer uso de estructuras disponibles que faciliten esta instalación.

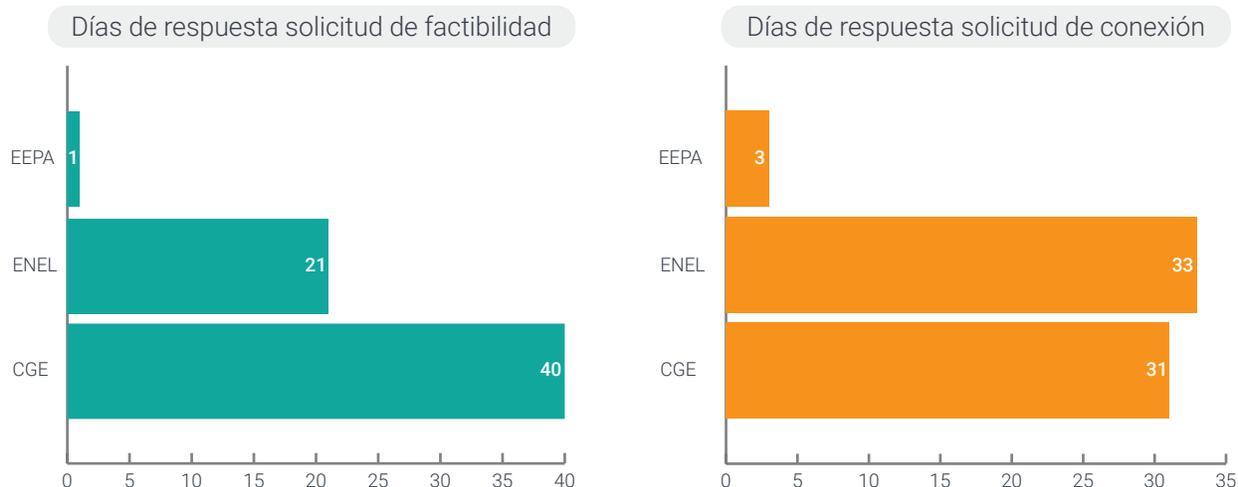


En casas esquina con estacionamiento lateral, el cargador se deberá instalar en la parte trasera del domicilio mientras que el empalme, por normativa, debe ir en el frontis de la vivienda. En este caso, el tablero podrá ubicarse en el frontis o en la parte trasera en función de la disponibilidad de espacio, y de ser posible, cercano a una superficie de tierra o pasto que simplifique la puesta a tierra.

4.3 Desafíos vinculados a la modificación de empalme

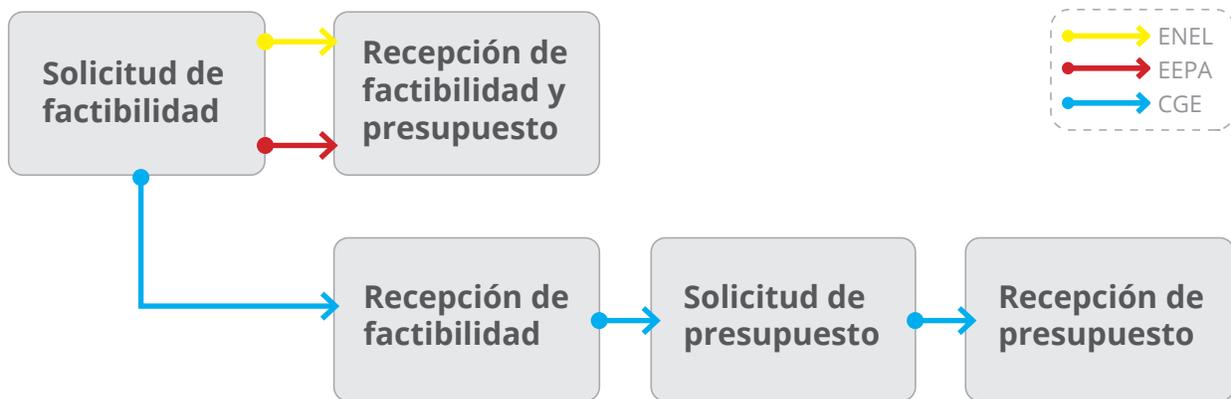
El 100% de las casas del programa MTE requieren la construcción de un nuevo/aumento de empalme¹⁷. En la experiencia del programa, este proceso tomó en promedio 55 días corridos entre la solicitud de factibilidad y solicitud de conexión, siendo esta la etapa de mayor extensión del proyecto.

DÍAS CORRIDOS PROMEDIO DE RESPUESTA POR DISTRIBUIDORA



La experiencia de MTE muestra que los tiempos de respuesta varían significativamente entre distribuidoras, y en su mayoría, los plazos superan los máximos establecidos en la normativa chilena¹⁸ [7]. Además, cada distribuidora tiene procedimientos y requisitos distintos para atender las solicitudes, dificultando la tramitación desde el punto de vista del usuario. Por ejemplo, algunas distribuidoras entregan el presupuesto al momento de la respuesta de factibilidad, mientras otras, requieren un trámite adicional (e.g. CGE).

FLUJO DE SOLICITUD DE FACTIBILIDAD Y PRESUPUESTO POR DISTRIBUIDORA



¹⁷ La única instalación en la cual no se realizó esta gestión fue el caso del edificio. Las 49 casas vinculadas al programa requirieron la construcción de un nuevo/aumento de empalme.

¹⁸ 8 días hábiles para dar respuesta a la solicitud de factibilidad y 10 días hábiles para solicitud de conexión.

Finalmente, las distribuidoras en algunos casos exigen documentación adicional a la mencionada en la normativa [7]. En particular, llama la atención que se solicite el certificado de número municipal en viviendas donde ya existen empalmes vigentes de la misma distribuidora.

PRINCIPALES DIFERENCIAS IDENTIFICADAS ENTRE CADA DISTRIBUIDORA

TRÁMITE	EEPA	ENEL	CGE
N° DE SOLICITUDES DE AUMENTO O NUEVO EMPALME	2	37	10
SOLICITUD DE FACTIBILIDAD	Información solicitada por normativa: <ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección de la instalación. 2. Potencia a conectar en kW. 3. Nivel de tensión del empalme requerido. 4. Cantidad de fases requeridas. 5. Croquis de ubicación de la propiedad. 6. Fecha en que se solicita que el suministro esté disponible. 7. Documentación que acredite dominio de propiedad. 		
	En caso de aumento de empalme: <ol style="list-style-type: none"> 8. Número de cliente. 		
	En caso de nuevo empalme: <ol style="list-style-type: none"> 9. Identificación del punto de conexión, número de poste o cámara 10. Ubicación del nuevo empalme. 		
	Tiempo promedio de respuesta:	Tiempo promedio de respuesta:	Tiempo promedio de respuesta:
	1 día	21 días	40 días
	Vigencia de la factibilidad:	Vigencia de la factibilidad:	Vigencia de la factibilidad:
30 días	60 días	90 días	
Vigencia del presupuesto:	Vigencia del presupuesto:	Vigencia del presupuesto:	
30 días	60 días	30 días	
Proceso:	Proceso:	Proceso:	
Entrega tanto factibilidad como presupuesto en la misma solicitud	Entrega tanto factibilidad como presupuesto en la misma solicitud	Solicitud de factibilidad y presupuesto se realizan de forma separada.	
	Documentación adicional:		
	Solicita certificado de número municipal para nuevo empalme.	En caso de solicitud de un nuevo empalme no se entrega presupuesto y el cobro se realiza directamente al momento de solicitar conexión.	

TRÁMITE	EEPA	ENEL	CGE
SOLICITUD DE CONEXIÓN	Documentación solicitada por normativa: <ol style="list-style-type: none"> 1. TE6. 2. Contrato de suministro. 3. Factibilidad técnica dentro del periodo de vigencia. 4. Pago de presupuesto. 5. Certificado de dominio, la vigencia solicitada depende de cada distribuidora. 6. Informe fotográfico y trabajos previos efectuados. 7. Cédula de identidad beneficiario. 		
	En caso de arriendo: <ol style="list-style-type: none"> 8. Cédula de identidad del propietario. 9. Autorización notarial del propietario. 		
	Tiempo promedio de respuesta: 3 días	Tiempo promedio de respuesta: 33 días	Tiempo promedio de respuesta: 31 días
	Vigencia solicitada para certificado de dominio: No se especifica	Vigencia solicitada para certificado de dominio: 90 días	Vigencia solicitada para certificado de dominio: 60 días
		Documentación adicional: Solicita certificado de número municipal para aumento y nuevo empalme.	



5. ¿AUMENTO DE EMPALME O NUEVO EMPALME?



5. ¿AUMENTO DE EMPALME O NUEVO EMPALME?

El programa MTE contempló principalmente dos tipos de instalaciones: construcción de nuevo empalme y aumento de capacidad del empalme existente. De manera de pilotear ambas opciones, se buscó implementar estas alternativas en proporciones similares.

Habiendo concluido la puesta en marcha de los 50 proyectos, destacamos que la alternativa de aumento de empalme es más conveniente en la mayoría de los casos. De todas maneras, la construcción de un nuevo empalme puede ser mejor opción bajo ciertas condiciones.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS POR TIPO DE EMPALME

	AUMENTO DE EMPALME	NUEVO EMPALME
 VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coherente con política pública de “redes inteligentes”¹⁹. ✓ Menor costo²⁰. ✓ Menor solicitud de documentos por parte de la distribuidora. ✓ Entrega mayor capacidad de empalme al hogar. ✓ El cargador puede quedar operativo incluso antes del aumento de empalme²¹. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Buena opción en ciertas configuraciones que permiten evitar canalizaciones extensas y/o subterráneas. ✓ Buena alternativa cuando la instalación eléctrica existente presenta defectos graves.²² ✓ Eventual menor exigencia de tierra eléctrica. ✓ Puede ser más conveniente en términos tarifarios cuando se supera el límite de invierno, aunque las diferencias no son significativas.
 DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ✗ En caso de requerir canalizaciones extensas y/o subterráneas, puede ser más costoso. ✗ Eventual mayor exigencia de tierra eléctrica.²³ 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Mayor costo cobrado por la distribuidora. ✗ Mayor solicitud de documentos por parte de la distribuidora.

19 Permite integrar recursos energéticos distribuidos “detrás del medidor” para que interactúen de manera coordinada (e.g. sistemas fotovoltaicos, baterías, domótica, carga de VE).

20 El costo promedio por aumento de empalme fue de \$217.138 (IVA incluido) y para nuevo empalme de \$367.095 (IVA incluido). Estos costos solo consideran los pagos que deben realizarse a la empresa distribuidora sin considerar posibles costos de normalización o trabajos previos solicitados.

21 Aunque limitado a la potencia del empalme existente.

22 No cuenta con tablero eléctrico, no cuenta con interruptor general, unión de cables fuera de norma, entre otros.

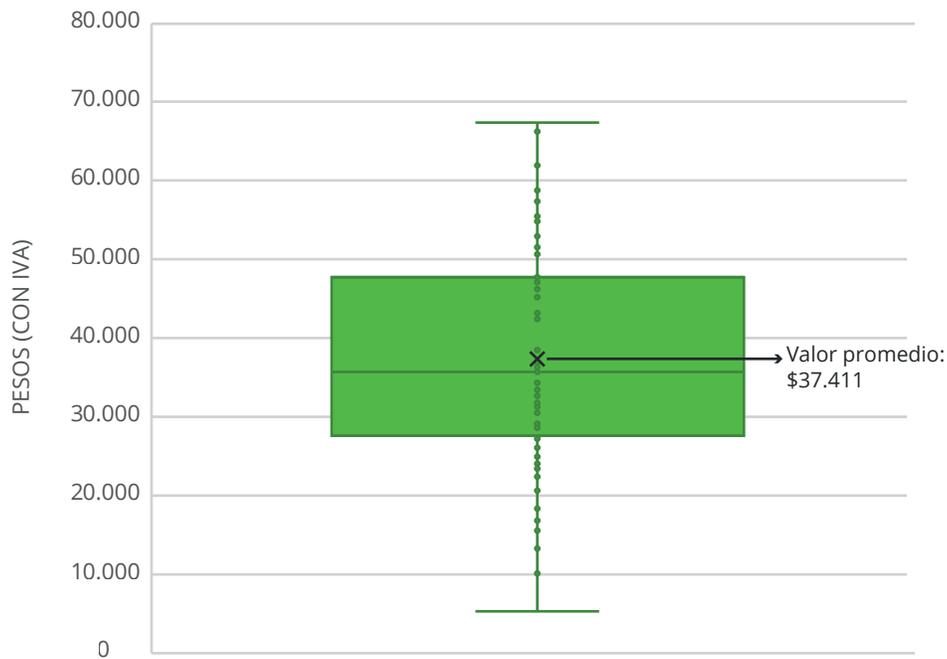
23 La normativa exige que el valor de la puesta a tierra de servicio no debe superar los 20 Ohm. Sin embargo, en los casos establecidos en el numeral 6.2 del RIC06, se permite una puesta a tierra que no supere los 80 Ohm. Los empalmes dedicados pueden lograr estas condiciones más fácilmente que los aumentos de empalme.

Se analizó el impacto que tiene el límite de invierno en la tarifa eléctrica para los casos de aumento de empalme y nuevo empalme. Mediante una simulación a partir de los datos históricos de consumo de los taxistas beneficiarios, se calculó que el ahorro potencial del primer año para el caso del nuevo empalme es en promedio de \$37.411 respecto al aumento de empalme. No obstante, este ahorro solo es aplicable al primer año, ya que a partir del segundo año de operación las diferencias desaparecen.

Si bien existe un ahorro potencial durante el primer año de operación valorizado en promedio en \$37.411, este no alcanza a cubrir el sobre costo por solicitud de conexión de un nuevo empalme respecto al aumento de empalme, valorizado en promedio en \$149.957 para este programa²⁴.

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA TARIFA DE INVIERNO: AUMENTO DE EMPALME V/S NUEVO EMPALME

PRIMER AÑO LÍMITE DE INVIERNO Diferencias en pesos de cuenta anual (Aumento - Dedicado)



²⁴ En el contexto del programa MTE el sobrecosto de la conexión de un nuevo empalme respecto al aumento de empalme es costeadada por el programa y no recae en el beneficiario. Sin embargo, en el análisis presentado se desea presentar la situación genérica y valorizar los posibles ahorros de una alternativa respecto a la otra.

6. PALABRAS FINALES



6. PALABRAS FINALES

Pese a que la electromovilidad ya es rentable para vehículos con más de 50.000 km anuales, su incorporación en el transporte público menor ha sido mínima. Lo anterior, se atribuye generalmente al alto costo de inversión tanto del vehículo como de la IC. Incluso, cuando programas como MTE cofinancian el VE y subsidian el 100% del cargador, aparecen otras barreras que enlentecen la transición a la electromovilidad.

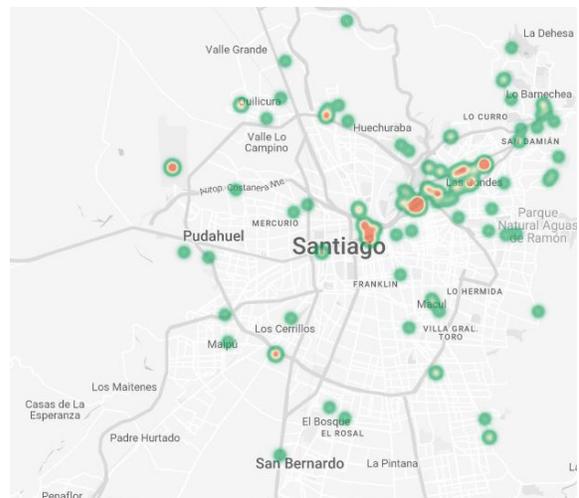
En cuanto a la IC residencial, el principal desafío es la tramitación con las empresas distribuidoras. Esta es la etapa de mayor extensión y complejidad en el proceso de instalación de un cargador. Dado que la mayor parte de los proyectos de IC residencial requieren trámites con las empresas distribuidoras, es fundamental simplificar, homologar y optimizar este proceso de manera de reducir tanto los plazos como los costos en proyectos de IC.

Adicionalmente, se requiere una mayor oferta de IC de acceso público. La falta o lejanía de esta, fue una de las mayores quejas que recibimos por parte de los taxistas pertenecientes al programa. Si bien la mayoría de ellos carga en su hogar, la IC de acceso público es fundamental durante el periodo en que el cargador residencial está en proceso de implementación, para viajes interurbanos, fallas en el cargador residencial, o cuando se requiere cargar el VE en tiempos acotados. La IC de acceso público es todavía más escasa fuera de Santiago.

Residencia de los postulantes al programa



IC de acceso público [8]



La IC de acceso público se concentra en el sector nororiental de Santiago, mientras que los taxistas viven mayormente en otros sectores de la ciudad donde no existe suficiente IC de acceso público.

Por otra parte, existe poca información sobre la operación de los taxis lo que dificulta el diseño de políticas públicas para este segmento. La experiencia de MTE nos mostró que el universo de taxistas es diverso, tanto en su capacidad de financiamiento como en la forma en que operan sus vehículos. Esperamos que el monitoreo de la operación de estos 50 VE y su posterior análisis, contribuya a entregar más y mejor información para la electrificación de este segmento.

Esperamos con este estudio aportar al desarrollo de la electromovilidad en Chile y fomentar nuevas iniciativas para la electrificación del transporte público menor.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Energía, «Estrategia Nacional de Electromovilidad,» Santiago, 2021.
- [2] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, «Sumaremos cerca de mil nuevos buses eléctricos para el transporte público metropolitano tras licitación de concesión de vías,» 06 Octubre 2021. [En línea]. Available: <http://www.mtt.gob.cl/archivos/30163>.
- [3] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, «Junto a Energía lanzamos programa para recambio de taxis básicos a eléctricos,» 19 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.mtt.gob.cl/archivos/27673>.
- [4] I. Rivas, J. Contador y M. Amaya, «Guía para la infraestructura de carga pública,» Agencia de Sostenibilidad Energética, Santiago de Chile, 2021.
- [5] R. Canessa y I. Rivas, «Barreras para la carga residencial de vehículos eléctricos en Chile,» Agencia de Sostenibilidad Energética, Santiago de Chile, 2021.
- [6] Superintendencia de Electricidad y Combustible, «Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos,» [En línea]. Available: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaZGY4NmY3ZmItO-GFiNS00ZGM4LTgzN2MtYzlhZWQ1NmFjYWJkIiwidCI6ImE0ZjdIMmM5LTBmMzYtNDZjO-C05YWVjLWY1MDcxMmVmNmZhZSIsImMiOiR9>. [Último acceso: 3 marzo 2022].
- [7] Comisión Nacional de Energía, *Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución*, Santiago de Chile, 2019.
- [8] Superintendencia de Electricidad y Combustible, *Registro de ingresos de TE6, Septiembre 2021*, Santiago.
- [9] Superintendencia de Electricidad y Combustible, «Pliego Técnico Normativo RIC N°1,» Santiago de Chile, 2020.

ANEXO A. GLOSARIO

AC: Corriente alterna.

AgenciaSE: Agencia de Sostenibilidad Energética.

Aumento de empalme: Aumento de la potencia del empalme existente. Esta solución integra en un mismo empalme el consumo de la vivienda y del cargador.

Carga de acceso privado: Carga sin acceso público (e.g. residencial, edificios de departamentos, oficinas, flotas privadas, entre otros).

Carga de destino: Carga que ocurre en lugares de destino (donde el usuario estaciona su vehículo por una hora o más) y de acceso privado. Por ejemplo, en estacionamientos designados para un solo usuario en oficinas, lugares de trabajo, club privado, entre otros.

Carga para flotas: Dedicada a cargar flotas de VE, como por ejemplo flotas de empresas, taxis colectivos, cuadrillas de mantención, flotas municipales, entre otros.

Carga residencial: La carga ocurre mientras el vehículo está estacionado en el hogar. Incluye viviendas individuales, edificios y conjuntos habitacionales.

Carga de acceso público: IC de acceso público que puede estar ubicada tanto en espacios públicos como en privados (e.g. electrolinera, centro comercial, hotel, entre otros).

Carga de destino: Carga que ocurre en lugares de destino (donde el usuario estaciona su vehículo por una hora o más) y de acceso público. Por ejemplo, centros comerciales, restaurantes, cafés, atracciones turísticas, gimnasio, hoteles, lugar de estudio, lugar de trabajo, entre otras.

Electrolineras: Recintos destinados para la carga de VE (equivalentes a las bencineras, que cargan de combustible a los VCI).

Carga pública: La carga ocurre en estacionamientos ubicados en espacios públicos.

Cargador o Sistema de alimentación específico de vehículo eléctrico (SAVE): Conjunto de equipos montados con el fin de suministrar energía eléctrica en AC o en DC a un vehículo eléctrico.

CGE: Compañía General de Electricidad. AC: Corriente alterna.

DC: Corriente continua.

EEPA: Empresa Eléctrica de Puente Alto.

Empalme: Conexión entre la red eléctrica de distribución y el circuito privado.

IC: Infraestructura de carga.

MTE: Programa Mi Taxi Eléctrico.

Nuevo empalme: Nuevo empalme dedicado para el consumo del cargador, separando del consumo del resto de la vivienda

RNTP: Registro Nacional de Transporte Público.

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustible.

SGC: Sistema de gestión de carga.

Solicitud de conexión: Proceso en el cual se solicita la ejecución de los trabajos de aumento o construcción de empalme. En este se realiza el pago del presupuesto previamente entregado por la empresa distribuidora y se presenta toda la documentación solicitada.

Solicitud de factibilidad: Proceso en el cual se solicita factibilidad técnica y presupuesto para aumento o construcción de empalme. Corresponde a la primera etapa del proceso de solicitud de empalme a la distribuidora.

TCO: Costo total de propiedad.

TE6: Trámite que declara la instalación de IC ante la SEC.

Trabajos previos: Trabajos solicitados por la empresa distribuidora en la entrega de factibilidad técnica. Estos deberán ser realizados previa la solicitud de conexión.

VE: Vehículo eléctrico.

Anexo B. Supuestos considerados para la evaluación del TCO

PARÁMETRO	VALOR
Precio VE programa MTE	\$21.686.560
Precio VE mercado	\$23.850.000
Precio vehículo bencina	\$11.490.000
Precio vehículo diésel	\$12.890.000
Costo cargador residencial	\$2.405.784
Tarifa eléctrica por kWh	\$108
Precio por litro de bencina 95	\$885
Precio por litro diésel	\$665
Subsidio caso programa MTE	\$7.800.000
Años de evaluación	8
Tasa de descuento	6,0%



Agencia de
Sostenibilidad
Energética

www.mitaxielectrico.cl