

Buenas Prácticas en **Movilidad Eléctrica**



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Contenidos

[1. Introducción](#)

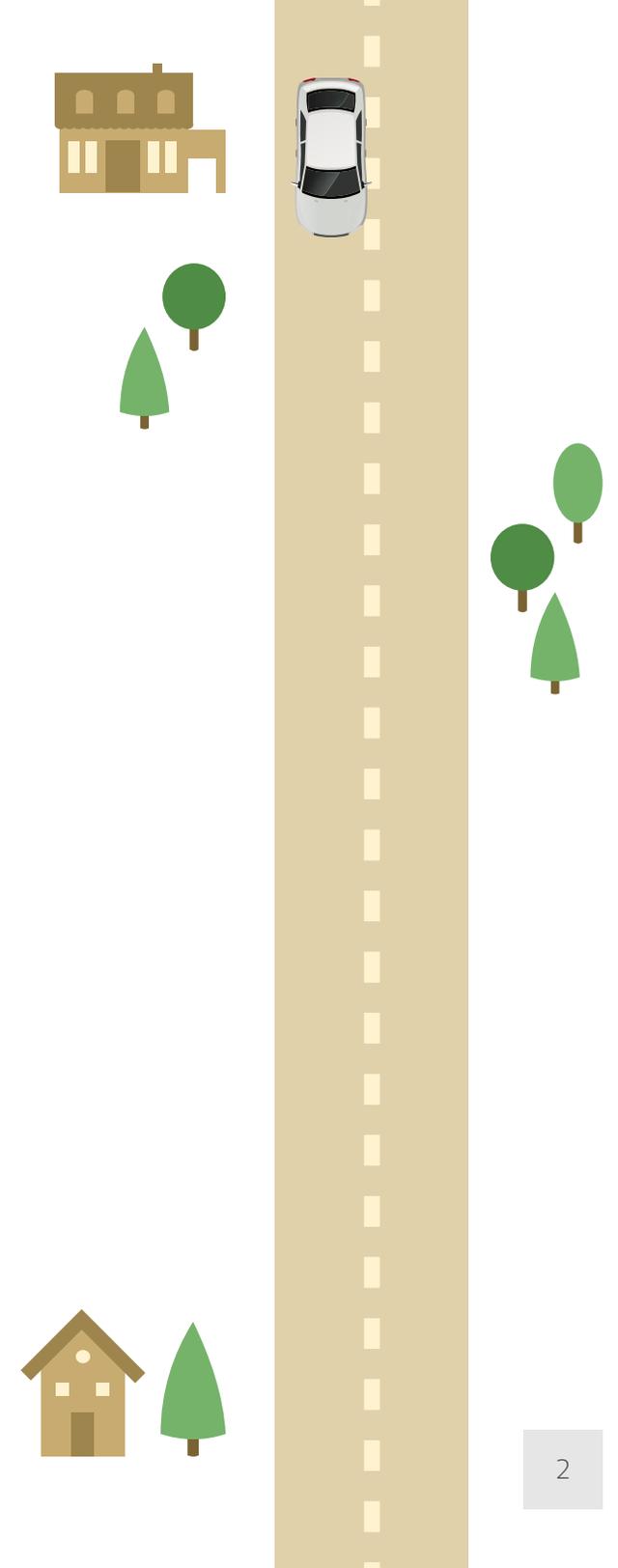
[2. Glosario](#)

[3. ¿Conviene migrar a la movilidad eléctrica?](#)

[4. Sistema de carga](#)

[5. Recomendaciones para la red de cargadores con acceso público](#)

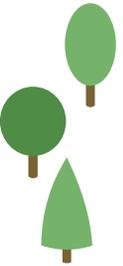
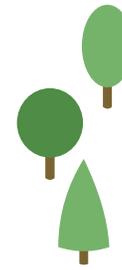
[6. Anexos](#)



Introducción

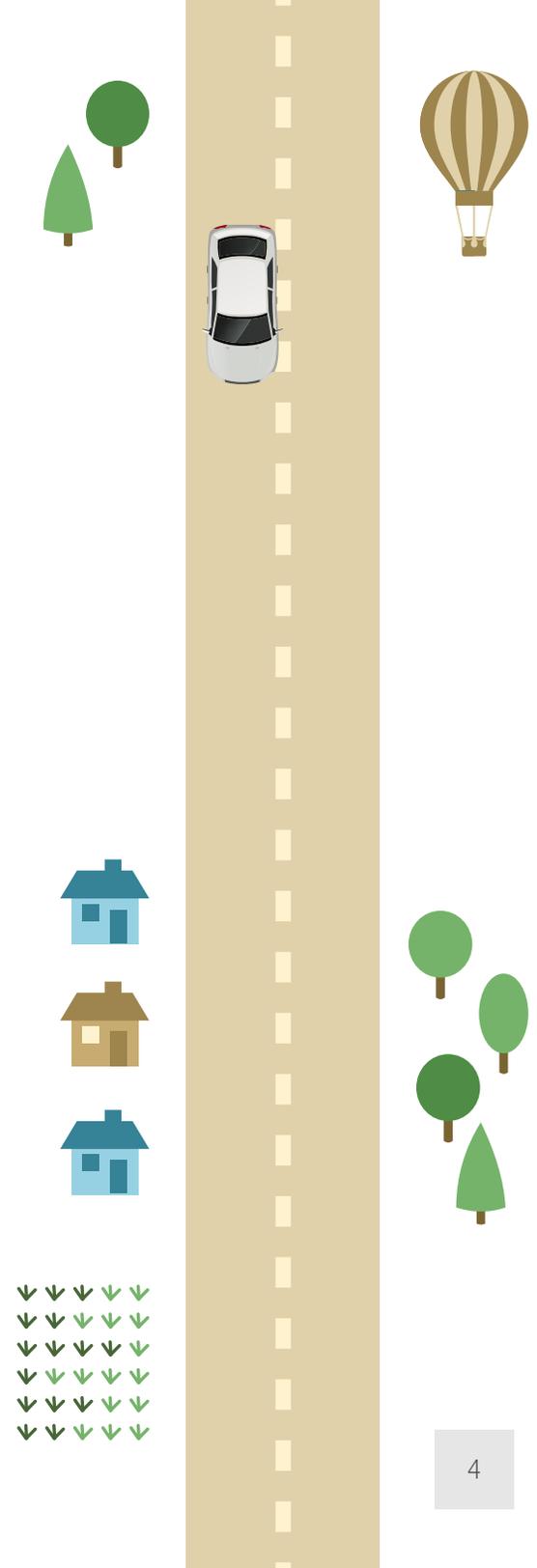
El Programa de Gobierno del Presidente de la República Sebastián Piñera Echenique consigna, para el periodo entre 2018 a 2022, la progresiva irrupción de la movilidad eléctrica como parte del abanico de oportunidades de innovación y desarrollo tecnológico del sector energético al servicio del progreso del país, quedando lo anterior plasmado en el documento de política energética denominado “Ruta Energética 2018-2022: Liderando la modernización con sello ciudadano”, el cual busca definir el camino y prioridades en materia energética para los próximos cuatro años. Dicho documento fue lanzado durante el mes de mayo de 2018 y en su eje 5 denominado “Transporte Eficiente: Energía en movimiento”, señala como meta que al año 2022 existan al menos 10 veces más vehículos eléctricos en las calles de nuestro país, lo que implica incentivar el desarrollo de puntos de carga públicos y/o privados y la incorporación de nuevos vehículos a nuestro sistema de transporte. Por su parte la Estrategia Nacional de Electromovilidad establece una meta de largo plazo que consiste en que el 100% de la flota de transporte público y el 40% de los vehículos particulares sean eléctricos al 2050.

En este contexto, diferentes actores como municipalidades, distribuidoras de combustibles, centros comerciales, distribuidoras de energía eléctrica, proveedores de tecnologías, academia, entre otros, han promovido la movilidad eléctrica a través de la instalación de puntos de carga de energía e incorporación del vehículos eléctricos al parque en circulación y desarrollo en investigación al respecto. Este avance, es relativamente incipiente todavía en nuestro país y sin embargo ya existe experiencia acumulada que puede y debe ser compartida entre todos quienes ya están involucrados con esta tecnología y todos quienes están pensando en sumarse en el corto y mediano plazo.



Por ello, es necesario generar una **Guía de Buenas Prácticas en Movilidad Eléctrica**, especialmente en relación a la instalación de cargadores en el bien nacional de uso público con el fin de mejorar el uso de estos espacios. Esta Guía pretende que la incorporación de más actores se beneficie del camino ya recorrido, disminuyendo las asimetrías de información, mejorando la experiencia de los nuevos usuarios de vehículos eléctricos y con ello, lograr fomentar la introducción temprana de una mayor cantidad de este tipo de vehículos, y así alcanzar beneficios para la mitigación del cambio climático, la disminución de la contaminación local, eficiencia energética en transporte y mejoras en la calidad de vida.

El objetivo de esta Guía es convertirse en un documento de referencia en todo lo relacionado con la movilidad eléctrica, tanto para los ciudadanos, administraciones públicas y entidades que les interese fomentar la movilidad eléctrica, como también para los tomadores de decisiones durante el proceso de penetración de esta tecnología.



Glosario

Batería del vehículo: dispositivo de almacenamiento de la energía eléctrica del vehículo que se carga a través de corriente continua (DC). La capacidad de esta batería, junto a otras variables como el rendimiento del vehículo y estilo de conducción determinan su autonomía.

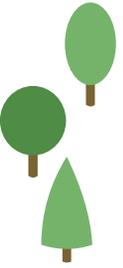
Cargador (EV Charger o EVC): dispositivo conectado a una fuente de energía eléctrica destinado para cargar las baterías de un Vehículo Eléctrico. La carga se puede realizar en corriente alterna (AC) o en corriente continua (DC), en el último caso el cargador posee un convertidor de energía eléctrica de alterna a continua (AC /DC), que realiza la carga directa a la batería del BVE.

Combined Charging System (CCS): protocolo de carga de vehículos en corriente continua (DC). Popular en vehículos de origen europeo para carga de vehículos con cargadores rápidos y ultra rápidos.

Charge on Move (CHAdeMO): protocolo de carga de vehículos en corriente continua (DC). Popular en vehículos de origen asiático para carga de vehículos con cargadores rápidos y ultra rápidos.

Convertidor AC/DC: convertidor de energía que se encarga de transformar la corriente alterna que proviene de la red eléctrica a corriente continua para almacenarla en la batería del vehículo (de AC a DC). Se puede encontrar al interior del vehículo, así como al interior de los cargadores. En ocasiones el convertidor puede ser bidireccional (AC/DC- DC/AC), es decir, es capaz de entregar electricidad a la red a partir de las baterías restringen a vehículos motorizados de transporte terrestre de carga o pasajeros, que sean livianos o medianos (hasta 3.860 kg de peso bruto vehicular).

Control de carga del vehículo: dispone el método de carga de la batería, la que puede ser a tensión, corriente o potencia constante o una mezcla de ambos, pero no simultánea, en otras alternativas programadas por el fabricante. Entre las funciones más relevantes es el monitoreo de la temperatura de las baterías, estado de la conexión entre vehículo y cargador, estado interno de los módulos de potencia y convertidor del cargador, sincronización de carga vehículo/cargador y estado de la carga.



Instalación eléctrica: corresponde a los elementos necesarios de protección, seguridad y la conducción de la energía, desde la fuente de energía eléctrica, hasta el cargador.

Piloto control de carga: sirve para muchas funciones de control de la carga, entre ellas verificar la correcta conexión del vehículo a la red, continuidad de la puesta a tierra entre otras. Se usa en las modo de carga modo 4, modo 3 y en el modo 2 de carga se encuentra incorporado al cable de carga.

Toma de Carga AC (Carga AC): protocolo de carga de corriente alterna. Existen varios estándares, pero el más masivo actualmente en la toma AC Type II. La carga AC siempre se considera una carga lenta ya que puede llegar a demorarse el hasta 3 veces más que una carga por DC.

Vehículo: para efectos de esta guía, los vehículos de los que se habla se restringen a vehículos motorizados de transporte terrestre de carga o pasajeros, que sean livianos o medianos (hasta 3.860 kg de peso bruto vehicular).

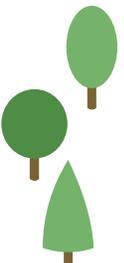
Vehículo de combustión interna (ICE): vehículo impulsado por un motor que utilice diésel o gasolina como combustible.

Vehículo eléctrico (EV): vehículo impulsado por al menos un motor eléctrico. Incluye vehículo eléctrico a baterías y vehículo híbrido enchufable (con recarga exterior).

Vehículo eléctrico a baterías (BEV): es un tipo de EV alimentado únicamente por baterías recargables (BEV, por su sigla en inglés).

Vehículo híbrido con recarga exterior (PHEV): es un tipo de EV que contiene al menos dos motores, uno de combustión interna que utiliza gasolina y otro eléctrico cuyas baterías pueden ser recargadas enchufando el vehículo a una fuente externa de energía eléctrica, o a través de su propio motor de combustión interna (PHEV, por su sigla en inglés).

Cargador de muro o pedestal (Wallbox): dispositivo de carga AC o DC que se instala en pared o pedestal tanto en instalación públicas como particulares. Algunas marcas de vehículos lo ofrecen como accesorio opcional y fabricantes de cargadores rápidos también ofrecen este tipo de cargadores.



¿Conviene migrar a la movilidad eléctrica?

Los BEV poseen una serie de características y beneficios determinantes sobre los vehículos convencionales de combustión interna. Algunas de ellas se mencionan a continuación:

Económicos

Precio: actualmente en el mercado chileno un vehículo eléctrico tiene un valor entre dos a tres veces mayor que uno convencional, con similares prestaciones de servicio. En el Anexo 1, se muestran dos ejemplos en los que se compara un BEV con un ICE bajo supuesto de usos en la región metropolitana.

Costos de operación (energía eléctrica versus combustible): desde el punto de vista energético, un motor a combustión tiene un eficiencia aproximada del 20 o 25%, mientras que un motor eléctrico, la eficiencia es del 95%. Esta mayor eficiencia de los vehículos eléctricos (de hasta 4 veces comparado a uno convencional) implica un menor costo por kilómetro recorrido, por lo tanto, un vehículo eléctrico presenta menores costos de operación que uno de combustión interna.

Por ejemplo, los recintos administrados por el estado la tarifa más predominante es la BT1, donde la recarga debiera ser nocturna, el valor de la energía a la fecha es de \$119,3⁽¹⁾ pesos por kilowatt-hora (kWh)⁽²⁾ y el BEV tiene un rendimiento eléctrico aproximado de 8,8 km/kWh, comparado con un vehículo de combustión interna, que carga gasolina \$800⁽³⁾ pesos por litro que tienen un rendimiento de 11 km/l, ahorra en cada kilómetro recorrido \$57 pesos. Si recorre un poco más de 40.000 kilómetros al año, puede llegar a ahorrar hasta 2,0 millones de pesos al año. Por lo tanto, el recorrido anual de un vehículo es una variable determinante a la hora de evaluar la rentabilidad de invertir en un vehículo eléctrico.

¹ <https://www.enel Distribucion.cl/tarifas/septiembre2018>.

² <http://www.consumovehicular.cl/inicio/>

³ <http://www.bencinaenlinea.cl/web2/buscador.php?region=7>



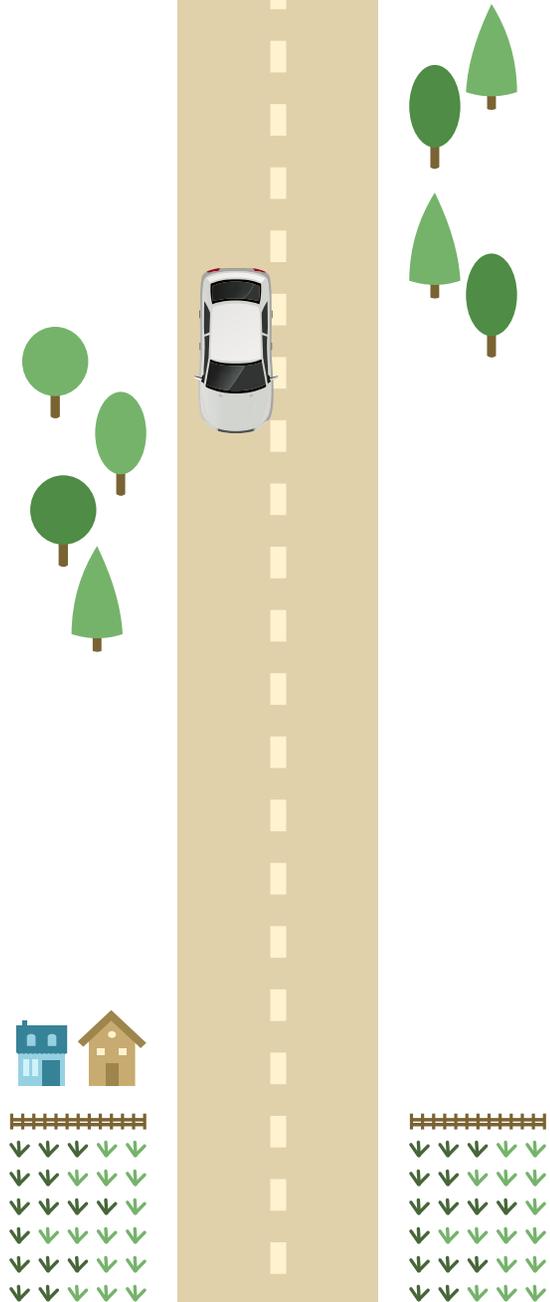
Costos de mantenimiento: dado que los vehículos eléctricos poseen menos componentes mecánicos que friccionan entre sí y menor variación de temperatura, están expuestos a un menor desgaste, lo que se traduce en que requiere menos sustituciones y revisiones regulares que un vehículo convencional. En la medida que se recojan antecedentes de los proyectos pilotos en curso se podrá cuantificar el ahorro en mantención, los que serán incorporados en siguiente versión de la guía.

Sin embargo, si simplificamos el ejercicio considerando la comparación de las mantenciones periódicas y que son realizadas en concesionarias autorizadas para ello, al menos se debería tener en cuenta el ahorro por concepto de reemplazo de lubricantes, que no son requeridos en las mantenciones de un BEV, y que en un vehículo de más de 40.000 kilómetros de recorrido anual, está en torno a los \$200.000.

Evaluación económica: como se ha visto, un BEV tiene un mayor costo de inversión (precio de compra) y al mismo tiempo tiene menores costos de operación y mantención, por lo cual, para saber si conviene o no optar por un vehículo de estas características es clave tener en consideración la cantidad de kilómetros recorridos anualmente por el vehículo y su valor residual al término del periodo de evaluación.

De esta forma se puede hacer una evaluación económica, la cual nos indicará cuándo se puede llegar a obtener un retorno positivo de la inversión. En el Anexo 1, se muestran dos ejemplos de cálculo simple, como primera aproximación, en los cuáles se puede observar que para un recorrido anual mayor a 40.000 km, para el caso que el valor del BEV es el doble del convencional y mayor a 70.000 km al año para el caso donde el valor del BEV es el triple. En ambos ejemplo se calculan retorno positivo para un horizonte de evaluación de 8 años. Considerando el valor residual cero para las alternativas comparadas y valores de energía de la Región Metropolitana.

Valoración económica de las externalidades negativas: en algunos entidades ya sea pública o privada cuentan con metodologías para dar valor a la mejora de las externalidades negativas del transporte con motor convencional.



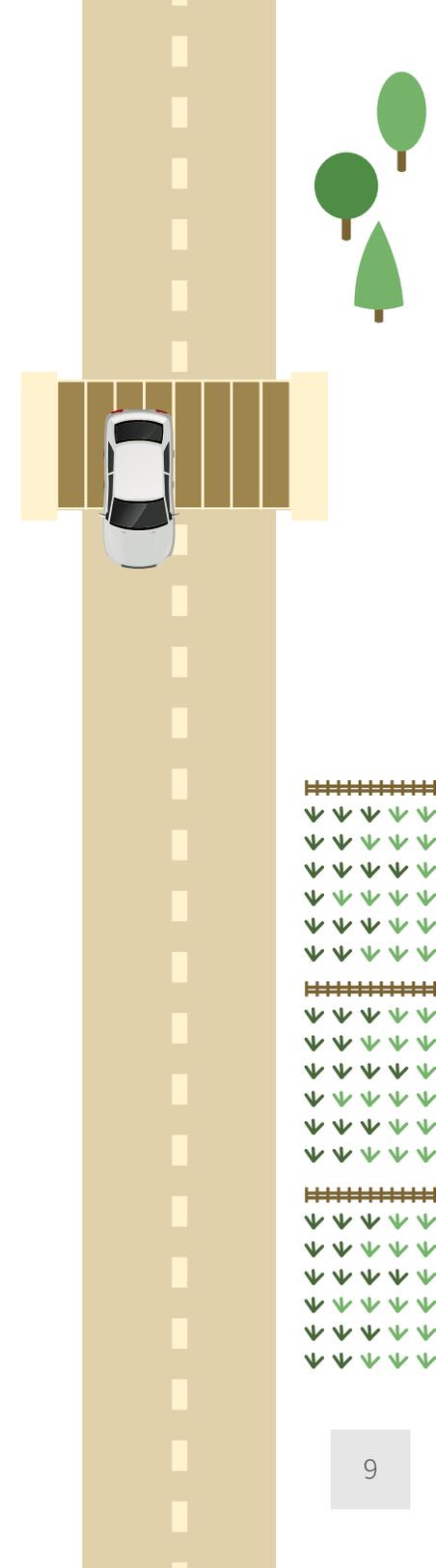
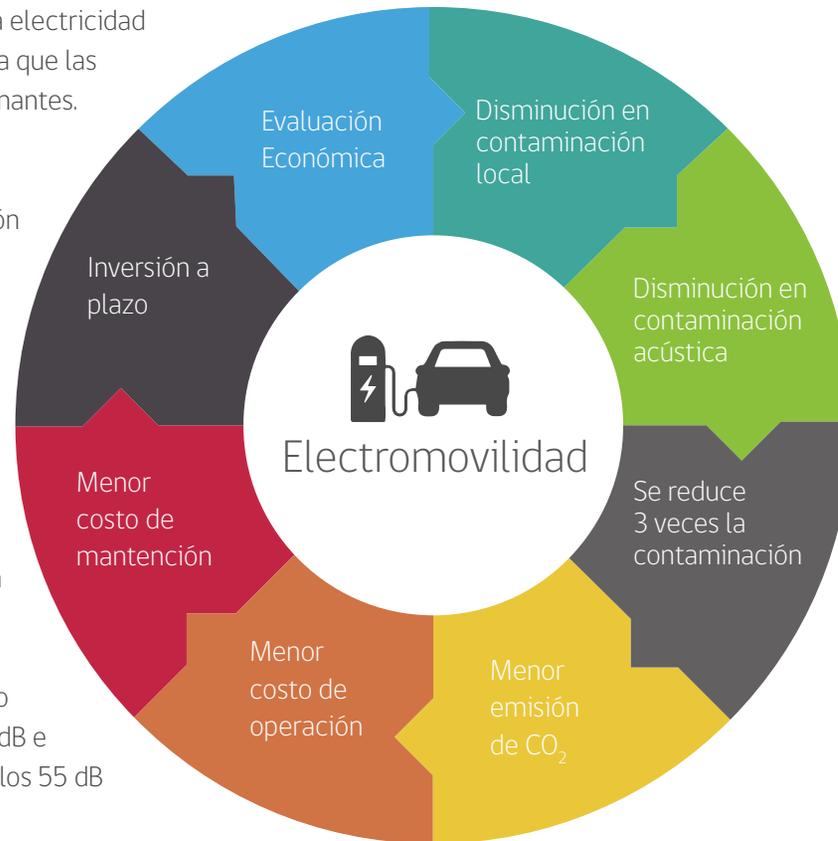
Ambientales

Contaminación local: los vehículos eléctricos no emiten gases de forma directa, por lo tanto no contaminan localmente con gases (en el lugar donde se utilizan), es por eso que están exentos de restricción vehicular. Sin embargo, la generación de la electricidad que consume el BEV, el cual contaminará en la medida que las centrales generadoras produzcan emisiones contaminantes.

Emisiones de gases efecto invernadero (GEI): las emisiones de GEI dependen de la matriz de generación eléctrica existente, es decir si la generación de electricidad en el país proviene de energías renovables se considera que la electromovilidad tiene cero emisiones. En Chile con la matriz eléctrica actual, un vehículo eléctrico emite cerca de tres veces menos de GEI que uno a combustión.

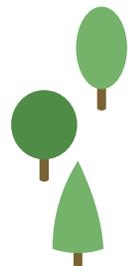
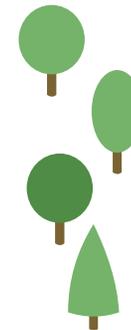
Contaminación acústica: los vehículos eléctricos casi no emiten ruido, esto se hace más relevante para flotas numerosas de vehículos, sobre todo cuando estos son pesados y se mueven sobre los 50 km/h. En algunos puntos de Santiago, el Ministerio de Medio Ambiente ha reportado mediciones por sobre los 70 dB e incluso llegando a 90 dB, lo que supera ampliamente los 55 dB recomendados por la OMS para espacios al aire libre.

Residuos de mantención: es importante mencionar que dado que no utilizan lubricantes y filtros contaminados, el manejo de residuos peligrosos disminuye considerablemente, además, dado el funcionamiento de los frenos regenerativos reduce el desgaste del sistema de frenos. Sin embargo la disposición final de la baterías, es algo por resolver.



¿Cómo se carga un vehículo eléctrico?

La experiencia internacional y la incipiente experiencia nacional, muestran que la carga del vehículo eléctrico se realiza aprovechando los momentos en que el BEV permanece estacionado por varias horas, por ejemplo en los hogares durante la noche o en los lugares de trabajo o centros comerciales, tal como la mayoría de las personas cargan su teléfono móvil. Sin embargo, la experiencia también muestra, que además se necesita una red de carga pública para condiciones excepcionales, incluyendo los viajes de mayor duración, fuera de los centros urbanos. La existencia de una red de carga es un incentivo a que la movilidad eléctrica se desarrolle de forma más acelerada, puesto que tiende a calmar la llamada “ansiedad de autonomía”, que corresponde a la inquietud, principalmente de aquellos que no poseen BEV, de si el vehículo les permitirá alcanzar su destino, y es uno de los factores que retrasan la decisión de moverse hacia la electromovilidad.



Sistema de Carga

Los BEV cuentan con una batería donde se almacena la energía eléctrica que se usa para el traslado, la cual se carga a través de corriente continua (DC). Las fuentes de energía que habitualmente disponemos en la red de distribución eléctrica del país están en corriente alterna (AC), por eso es necesario hacer la transformación de corriente de AC a DC. Esta transformación se puede hacer a través del convertor interno del vehículo, o a través de un cargador externo al vehículo el cual contiene el convertor AC/DC.

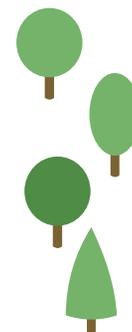
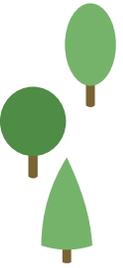
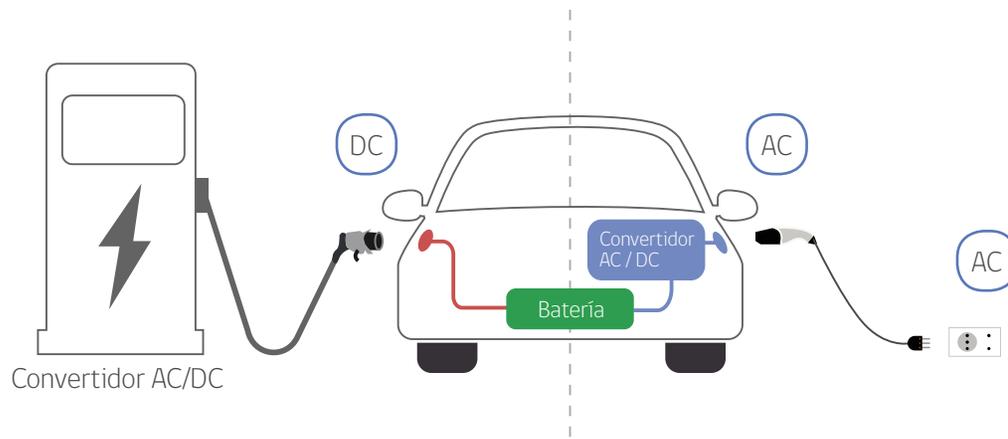
En el siguiente esquema se puede apreciar, a modo ilustrativo, cómo se realiza la carga de un vehículo eléctrico.

En la recarga mediante corriente continua, en cuyo caso el convertidor se encuentra en el cargador externo al vehículo, la carga se hace directo a la batería del vehículo, por lo tanto, la limitación de velocidad de recarga estará dada por la disponibilidad de potencia del cargador externo, por la capacidad de la batería, la capacidad de disipación de temperatura en la batería y el control de carga del vehículo

Si la recarga es en corriente alterna, obligatoriamente la carga deberá pasar por el convertidor AC/DC incorporado en el vehículo y la capacidad de éste será la que fijará el tiempo de carga, aún si existe potencia disponible en la toma de energía de la red eléctrica. Actualmente los convertidores internos AC/DC poseen potencias entre 3 a 7 kW y en algunos modelos recientes 11 y 22 kW.

Alternativa corriente **continua**

Alternativa corriente **alterna**



Modos de Carga

La carga del vehículo puede ser de cuatro modos distintos según la norma IEC 61851-1, que se ha asimilado operacionalmente respecto de la conectividad y comunicación entre el cargador y el vehículo.

Modo de carga **1** Enchufe no dedicado

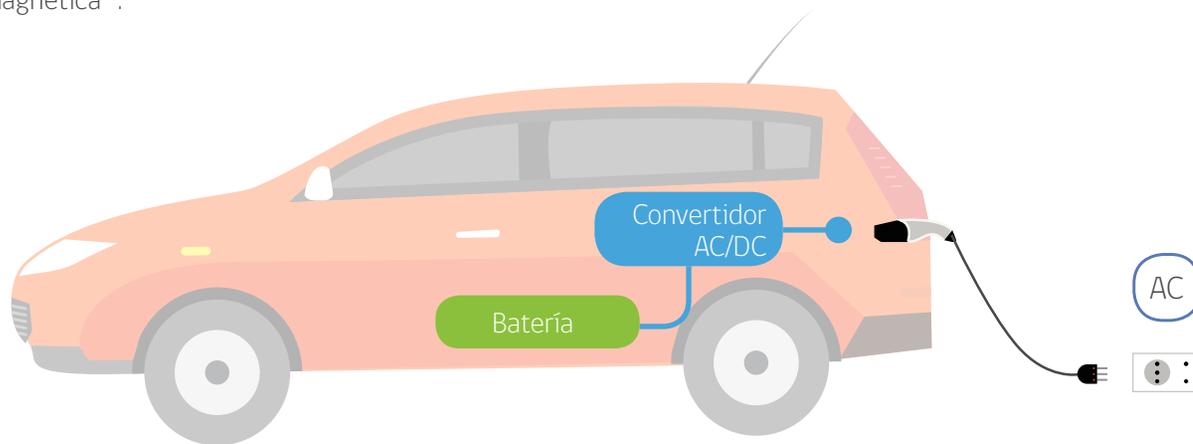
La conexión es a una toma de corriente alterna estándar de una instalación eléctrica existente, sin protecciones adicionales ni control dedicado a la carga del vehículo.

La batería del vehículo toma la energía eléctrica desde el convertidor AC/DC incorporado en el vehículo.

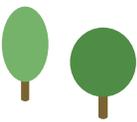
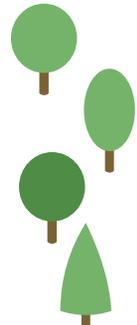
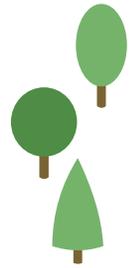
Es importante revisar las instalaciones eléctricas y verificar el buen estado de la aislación del conductor, la toma de tierra, la protección diferencial y la protección termo magnética⁽⁴⁾.

Corriente alterna, limitado a 10 [A]
Sin comunicación

El modo 1 no es recomendable para BEV, por la incertidumbre de calidad y estado de la instalación eléctrica desde donde será tomada la energía eléctrica.



⁴ En Chile todas las instalaciones eléctricas deben contar con estos aspectos de seguridad.



2

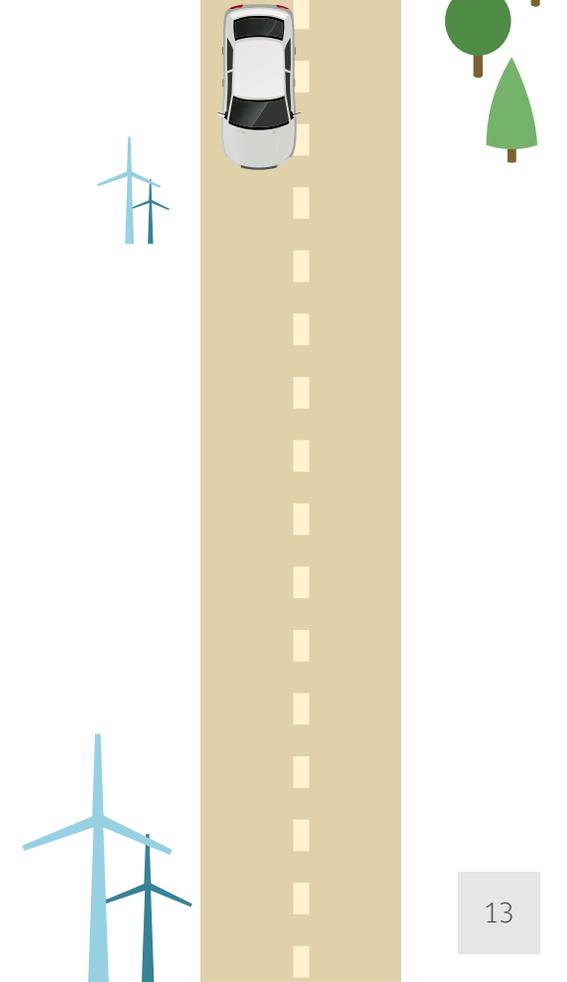
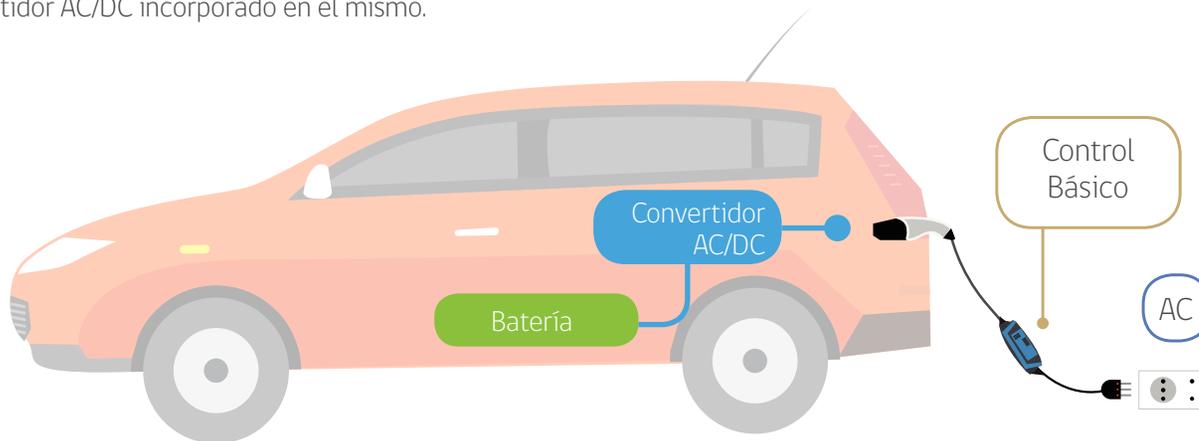
Enchufe no dedicado con protección y control incorporada en el cable

En el modo de recarga 2 la conexión al auto se realiza a través de un cable donde se ha incorporado un control de carga del vehículo, el cual cuenta con sistema de seguridad, de comprobación de la toma de tierra, protecciones y con posibilidad de seleccionar la velocidad de carga.

La conexión es en AC, se utiliza una instalación y enchufe estándar y entre el enchufe y el vehículo se incorpora un piloto control de carga.

La batería del vehículo toma la energía eléctrica desde el convertidor AC/DC incorporado en el mismo.

Corriente alterna, potencia hasta 2,2 [kW] 1Ø y hasta 11 [kW] 3Ø .Bajo control de carga con el dispositivo incorporado en el cable.



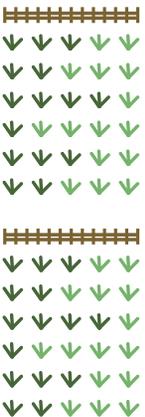
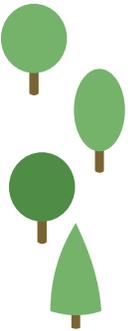
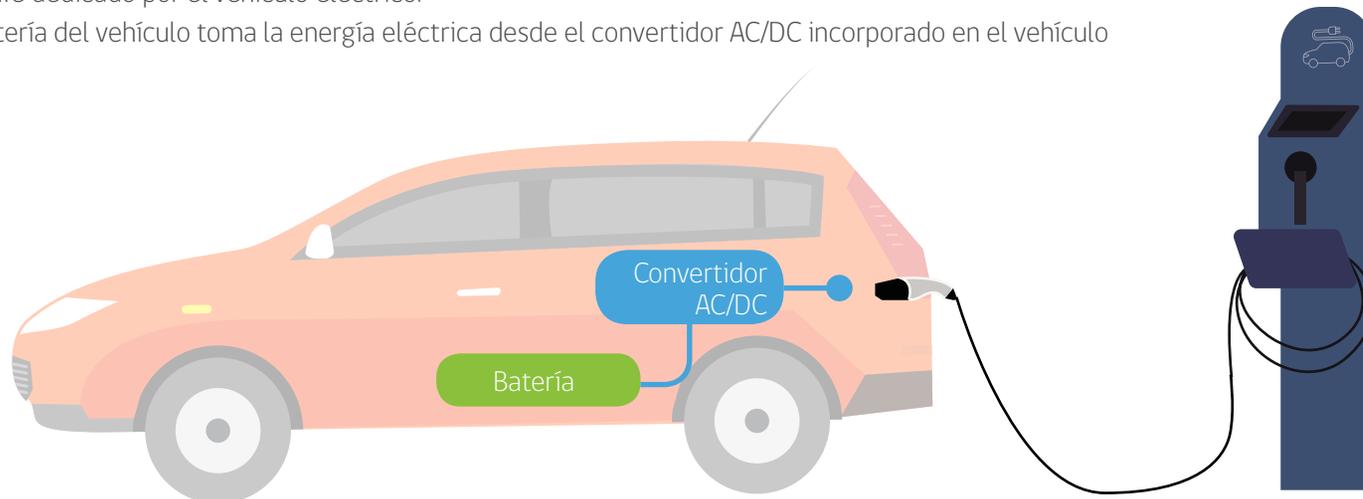
3 Enchufe dedicado

Este modo de recarga es una conexión del vehículo eléctrico a la red, utilizando un circuito y equipamiento de control incorporado en el cargador. Este modo incorpora la protección de sobrecarga, cortocircuito, diferencial, puesta a tierra y un piloto control de carga entre el cargador y el vehículo eléctrico.

En este tipo de recarga, el vehículo eléctrico se conecta al cargador (caja de pared o tipo poste) mediante un cable especial. El cargador es el que está dotado con un control inteligente que se encarga de gestionar la seguridad y proceso de carga en conjunto con el control del vehículo. El modo 3, junto al modo de carga 2, son los de uso más extendido, ya que presentan mayores condiciones de seguridad y control, y requieren menor inversión con respecto al modo 4.

- La conexión es en AC.
- Protección con función de piloto de control.
- Verificación de conexión correcta.
- Enchufe sin tensión, cuando el vehículo está correctamente conectado se energiza.
- Continuidad de la puesta a tierra.
- Corriente nominal del cargador.
- Enchufe dedicado por el vehículo eléctrico.
- La batería del vehículo toma la energía eléctrica desde el convertidor AC/DC incorporado en el vehículo

Corriente alterna, potencial hasta 3,5 [kW] 1Ø y hasta 44 [kW] 3Ø en cargadores con cable. Alto control de carga. Recomendable en estacionamientos de larga estadía.



Modo de carga

4

Cargador Externo

Este modo de recarga se realiza en corriente continua, por lo tanto, el convertidor AC/DC se encuentra en el cargador y es de mayor potencia que el convertidor interno del vehículo, lo que se traduce en menor tiempo de carga de la batería.

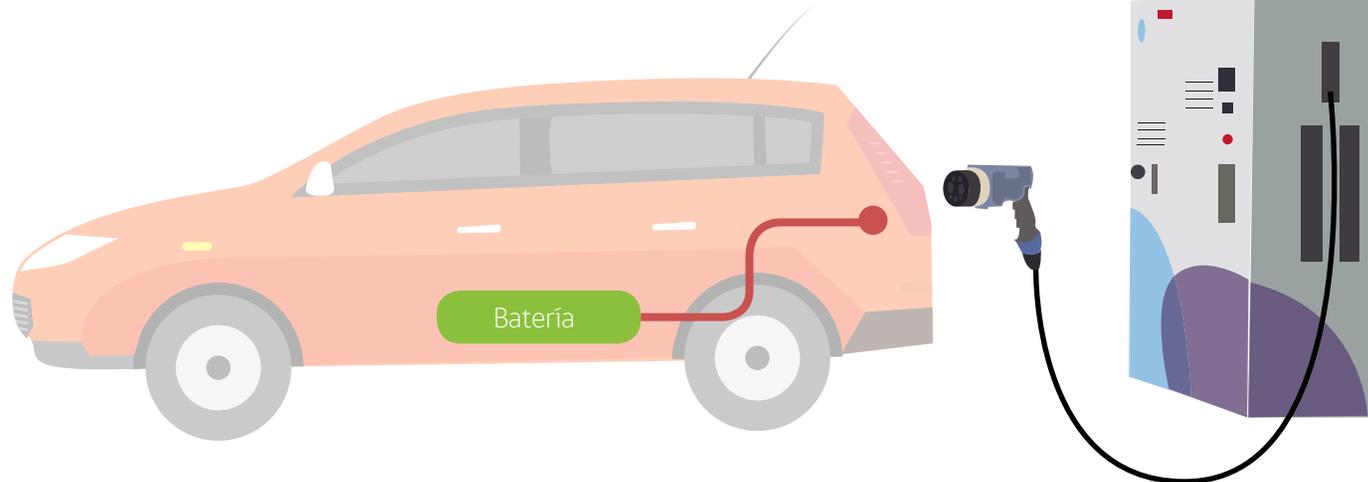
La instalación eléctrica hasta el cargador debe ser independiente y con las protecciones de sobrecarga, cortocircuito, diferencial y puesta a tierra.

La infraestructura del cargador es mayor y más cara.

La carga es más rápida porque depende de la capacidad del cargador externo y de la capacidad de recibir energía del vehículo (batería y circuito de carga) y no de las restricciones de capacidad del cargador del vehículo eléctrico. Se carga directo a la batería del vehículo, la energía eléctrica no pasa por el convertidor interno.

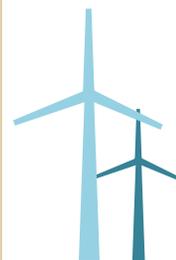
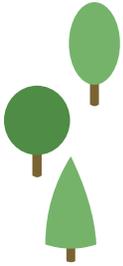
La carga se realiza con corriente continua desde un cargador que contiene un convertidor de corriente alterna a continua. Las potencias son mayores a 24 [kW] y alto nivel de control de carga.

Su uso es en lugares públicos o abiertos a terceros.



Resumen de esquema general de los modos de carga

Características	Modo 1 Enchufe no dedicado	Modo 2 Enchufe no dedicado con protección y control incorporada en el cable	Modo 3 Enchufe Dedicado	Modo 4 Cargador Externo
Nivel de comunicación	Sin comunicación	Comunicación básica	Alto nivel de comunicación que permite control de carga	Alto nivel de comunicación que permite control de carga
Nivel de seguridad	Seguridad depende de la instalación eléctrica de la cual se toma la energía.	Seguridad mínima, depende de la instalación eléctrica, pero existe comprobación de la conexión a tierra.	Mayor seguridad porque el gabinete del cargador tiene protecciones incorporadas.	Mayor seguridad porque el gabinete del cargador tiene protecciones incorporadas.
Potencias	< 3,5 kW	< 22 kW si es trifásico. < a 7 kW si es monofásico	Por el momento entre 3,5 kW a 43 kW	Potencias mayores a 24 kW



Tipos de conectores o enchufes

Los desarrolladores de vehículos eléctricos optan por los tipos de conectores según las normas y necesidades que establece el mercado donde se va a comercializar el vehículo. Es Chile aún no se ha definido un estándar, sin embargo es una tarea adoptada por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT) y actualmente se encuentra en revisión de la Contraloría General de la República. La red de carga deberá estar en sintonía con los tipos de conectores integrados en los vehículos, según la norma que establezca el MTT, es decir el sistema de conexión del vehículo-cargador que no permita cometer error en la conexión (concepto POKA-YOKE).

Para las cargas en corriente alterna se tiene el modo 1, modo 2 y modo 3 y podemos adelantar que el modo 1 se ha propuesto prohibirlo para los vehículos que circulen en Chile.

El tipo de conector para el modo 1 y modo 2, en el lado fuente de energía es un enchufe hembra típico de las instalaciones eléctricas existentes, ya que es directo a las tomas de corriente y para el lado carga o del vehículo debe es un conector adecuado al vehículo eléctrico, por ejemplo conector Tipo 2 (Mennekes) o conector Tipo 1 (Yazaki) .

En modo 3 los conectores más utilizados tanto para el lado fuente de energía como para el lado carga (Vehículo Eléctrico) son los siguientes: Conector Tipo 1 [SAEJ1772] (USA), Conector Tipo 2 o Mennekes [IEC62196] (Europeo) y Tipo GB/T [GB/T 20234] (China).

En la siguiente tabla se ilustran estos conectores:



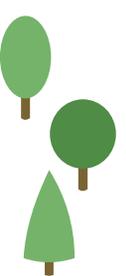
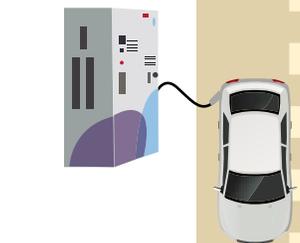
Para cargas en corriente continua existe el modo 4.

Este modo de recarga es de mayor potencia y carga directamente a la batería del vehículo, por ello permite cargas más rápidas, como las que requieren los vehículos en la vía pública, para estadias de corta duración en el punto de carga. Este modo de carga, al requerir mayor potencia, no es viable en instalaciones domiciliarias comunes de baja tensión.

En el modo 4, los conectores utilizados son: Tipo CHAdeMO (Japón), Tipo GB/T (China), Combinado Tipo 1, compuesto por un conector AC Tipo 1 y un conector DC con dos terminales (USA) y Combinado Tipo 2 (Europeo), compuesto por un conector AC Tipo 2 y un conector DC con dos terminales. La tabla siguiente muestra los conectores más usados en modo 4.



Cargando...



Tiempo de carga

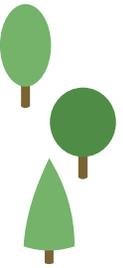
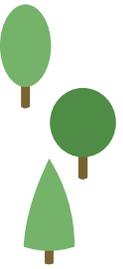
El tiempo que demore en cargar un vehículo eléctrico dependerá de varios factores, los principales son la potencia disponible en el cargador y la capacidad de almacenamiento de energía de la batería que posea el vehículo, pero también influyen otros como la potencia de carga máxima permitida o el control de la temperatura en la batería.

En la siguiente tabla se muestran ejemplos de tiempos de carga hasta el 80% de la capacidad de la batería.

Capacidad de energía de la batería en [kWh]	Potencia disponible en el cargador							
	AC						DC	
	2,2 [kW]	3,5 [kW]	7[kW]	11 [kW]	22 [kW]	43 [kW]	50 [kW]	175 [kW]
24	11 h	5,5 h	3,5 h	1,5 h	50 min	25 min	20 min	7 min
30	14 h	7 h	3 h	2 h	1 h	30 min	30 min	8 min
40	18 h	9 h	4,5 h	3 h	1,5 h	45 min	40 min	11 min
53	24 h	12 h	6 h	4 h	2 h	1 h	50 min	15 min
85	39 h	19 h	9,5 h	6 h	3 h	1,5 h	1,3 h	23 min
90	41 h	20 h	10 h	6,5 h	3,5 h	1,5 h	1,5 h	25 min
	Modo 2	Modo 3				Modo 4		

(*) Es importante no olvidar que la capacidad de carga de un vehículo en corriente alterna está limitada también por la potencia del convertidor AC/DC interno del vehículo. Por ejemplo, si tenemos potencia cualquiera disponible en la red y la potencia de dicho conversor fuera de 7 [kW], para cargar una batería de 24 [kWh] sería siempre un poco más de 3 horas, independiente de la potencia del cargador, ya que la velocidad está restringida por la potencia del conversor.

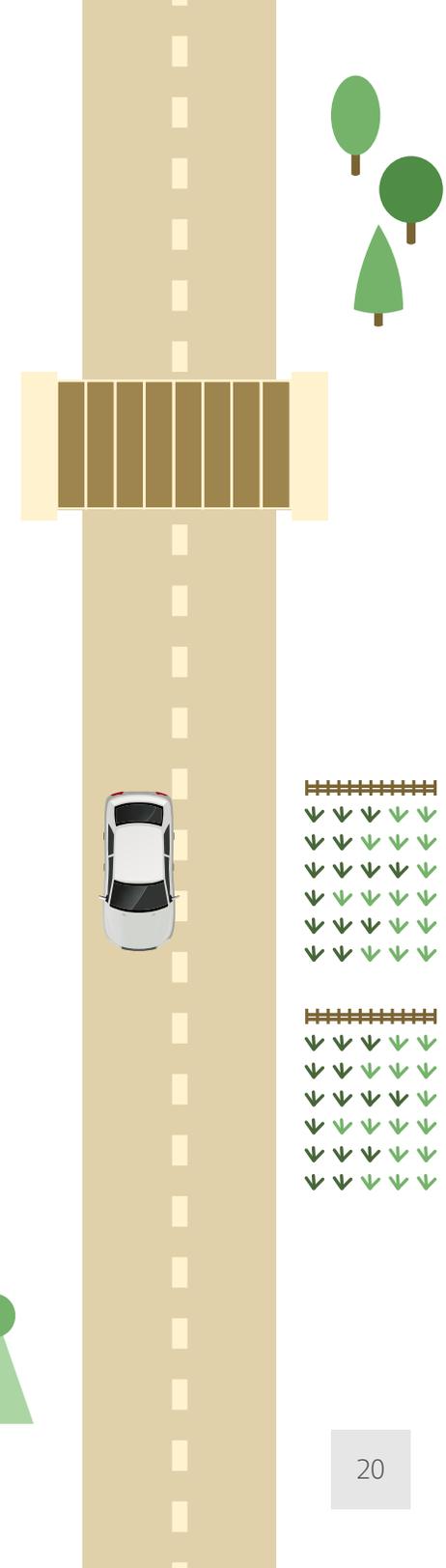
(**) Tiempo calculado sin considerar las restricciones del sistema del circuito de recarga interno del VE.



Recomendaciones para la red de cargadores con acceso público

La tecnología necesaria para implementar la movilidad eléctrica cuenta con diversos estándares a nivel mundial, esto se debe principalmente a que se trata de una tecnología aún en desarrollo sin un acuerdo global. Sin embargo, existen esfuerzos de estandarización y ciertas tendencias tecnológicas que vale la pena difundir para lograr que en el mercado chileno, la masificación de la movilidad eléctrica sea con un alto grado de compatibilidad entre vehículos y estaciones de carga, para mejorar las experiencias de los usuarios, actuales y futuros.

En el último tiempo se ha visto un gran interés por parte de las empresas privadas, tanto proveedores de energía, como de algunos proveedores de vehículos, proveedores de tecnología de carga, como también por parte de autoridades locales (municipalidades y gobiernos regionales) y otros actores, por integrarse prontamente a la movilidad eléctrica, involucrando a los operadores de transporte y usuarios en general para avanzar hacia la movilidad eléctrica.



Adicionalmente a los factores generales que inciden en la compra del vehículo mismo, en cuanto a sus características económicas y ambientales presentadas anteriormente en esta Guía, es recomendable tener presente los modos de carga admisibles por el mismo, la capacidad de la batería, la capacidad del convertidor interno del vehículo, los conectores (enchufes) incluidos en el vehículo, el control de carga que limita la temperatura interna de la batería y por lo tanto, restringe la potencia de carga en DC, entre otros temas de interés particular. Ver gráficos en Anexo 2.

La tendencia actual en Chile⁵⁾, en cargadores públicos, es usar para carga en corriente alterna, conector Tipo 2, el cual es compatible con conectores Tipo 1 y Tipo 2, considerando un cable para la carga pública que funciona como adaptador⁶⁾ y que es propiedad del usuario final. En el caso de carga DC, la tendencia es disponer de cargadores compatibles con multi estándar, CHAdeMO y Combinado Tipo 2 (CCS 2) .



⁵ Conectores Tipo 1 (16% de cargadores en AC públicos instalados) y Tipo 2 (78% de cargadores en AC públicos instalados) y para carga en DC, se observa el uso de CHAdeMo (53 % de cargadores en DC instalados) y Combinado Tipo 2 (CCS 2) 47 % de cargadores en DC instalados.

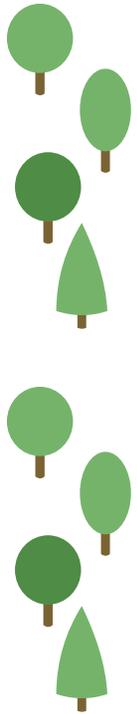
⁶ Ver foto en el anexo 3.



Recomendaciones

Para las estaciones de carga que se instalen en autopistas, vías interurbanas o en general en el exterior con acceso público

Para recarga de corta estadía (menos de una hora), es recomendable que sean para modos de carga 3 o 4, por el mayor control de la carga. Así mismo se recomienda que la potencia mínima sea 40 [kW], con comunicación a internet protocolo OCPP 1.5 o 1.6 (GPRS, Wifi), con posibilidad de futura gestión de carga (disminución o aumento de potencia según demanda) y que permita acceso universal, de fácil integración posterior.



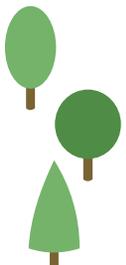
Recomendaciones

Para los puntos de recarga en edificios de estacionamiento, centros comerciales, supermercados, cines, restaurantes.

Donde sea posible esperar mayor tiempo, se sugiere modos de carga 3, cargador en corriente alterna, de potencia mayor a 11 [kW], con comunicación a internet protocolo OCPP 1.5 o 1.6 (GPRS, Wifi), con conector Tipo 2, con posibilidad de futura gestión de carga y que permita acceso universal, de fácil integración posterior.

Para recargas habituales en el hogar

Son recomendables los cargadores lentos, que permitan carga nocturna con potencias menores a 7 [kW] monofásicas y trifásicas, ambas en modos de carga 2 y 3. Pueden ser instalados en casas y/o estacionamientos de edificios de departamentos y donde el tiempo disponible para la recarga sea de horas, con comunicación a internet protocolo OCPP 1.5 o 1.6 (GPRS, Wifi), con posibilidad de futura gestión de carga y que permita acceso universal, de fácil integración posterior.



Aspectos generales

Todos los cargadores mencionados independiente del modo de carga 2, 3 y 4 deben cumplir EMC (Compatibilidad Electromagnética).

1

La disponibilidad de comunicación a internet en los cargadores de mayor potencia y especialmente todos los de acceso público, es necesaria para generar la red de información a los usuarios tal que puedan leer la disponibilidad y velocidad de carga de cada punto, en el futuro poder administrar los peak de demanda de potencia, mantener la compatibilidad con la red de distribución y también permitir que los usuarios accedan a ofertas de energía según disponibilidad.

2

Los empalmes para los cargadores deben cumplir la normativa vigente para instalaciones eléctricas, tanto en seguridad, protecciones a personas e instalaciones y con la compatibilidad con la red eléctrica, como el Factor de Potencia, THDi, THDv, perturbaciones y flicker (todas distorsiones a la calidad del producto eléctrico de la red).

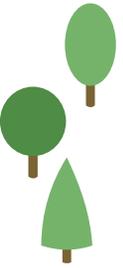
Los empalmes o circuitos deben ser exclusivos, cumplir con la Norma Eléctrica NCH Elec. 4/2003 vigente y mientras no exista la norma de instalación del cargador debe seguir las indicaciones del fabricante e informar a la SEC⁽⁸⁾ las características, tales como modo de carga, potencia, tipos de conectores, forma de acceso, ubicación, interoperabilidad, etc.

La instalación eléctrica para los cargadores debe ser realizada e inscrita por los profesionales autorizados y registrados en SEC, según potencia y nivel tensión de la instalación eléctrica proyectada.

3

Los cargadores deben cumplir las normas de construcción y seguridad reconocidas internacionalmente tales como ANSI (American National Standard Institute Inc.), IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), NEMA (National Electrical Manufacturers Association), NEC (National Electrical Code), NFPA (National Fire Protection Association), ASTM (American Society for Testing and Materials), e IEC (International Electrotechnical Commission), entre otras.

⁸ http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5307707&_dad=portal&_schema=PORTAL



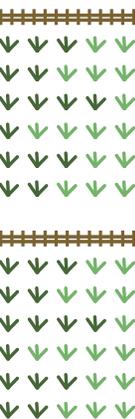
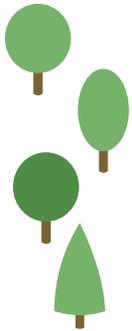
Anexo n.1

En el siguiente cuadro se resume los costos/beneficios considerando solo variables de precio y costos de operación sensibilizando por el kilometraje anual.

Item	Vehículo convencional	Vehículo eléctrico
Inversión	\$ 11.690.000	\$ 24.000.000
Permiso de circulación	\$ 170.000	\$ 589.200
Seguros	\$ 480.000	\$ 660.000
Kilometraje recorrido anual	40.000 KM	40.000 KM
Precio combustible	800 \$/Litro	119,3 [\$/kWh] BT1
Rendimiento	11 [km/L]	8,8 [km/kWh]
Gasto combustible	\$ 3.009.174	\$ 556.226
Cambios de aceite anual	\$ 205.000	\$ 0
Gasto operacional anual*	\$ 3.864.174	\$ 1.798.426

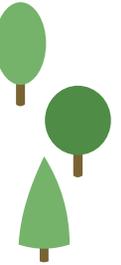
Para el caso presentado, donde la diferencia de inversión inicial es casi el doble, se logra una VAN positivo a los 40.000 km recorridos al año. El flujo se evaluó en el periodo de 8 años, tiempo de garantía de las baterías y una tasa 7 %.

(*) Suma del permiso de circulación, seguro, mantenimiento y combustible anual.



Para el caso presentado, donde la diferencia de inversión inicial es casi el triple, se logra un VAN positivo a los 70.000 km recorridos al año. El flujo se evaluó en el periodo de 8 años, tiempo de garantía de las baterías y una tasa 7 %.

Item	Vehículo convencional	Vehículo eléctrico
Inversión	\$ 8.200.000	\$ 24.000.000
Permiso de circulación	\$ 166.000	\$ 589.200
Seguros	\$ 480.000	\$ 660.000
Kilometraje recorrido anual	70.000 KM	70.000 KM
Precio combustible	800 \$/Litro	119,3 [\$/kWh] BT1
Rendimiento	11 [km/L]	8,8 [km/kWh]
Gasto combustible	\$ 3.669.725	\$ 678.324
Cambios de aceite anual	\$ 205.000	\$ 0
Gasto operacional anual*	\$ 4.340.891	\$ 1.920.524

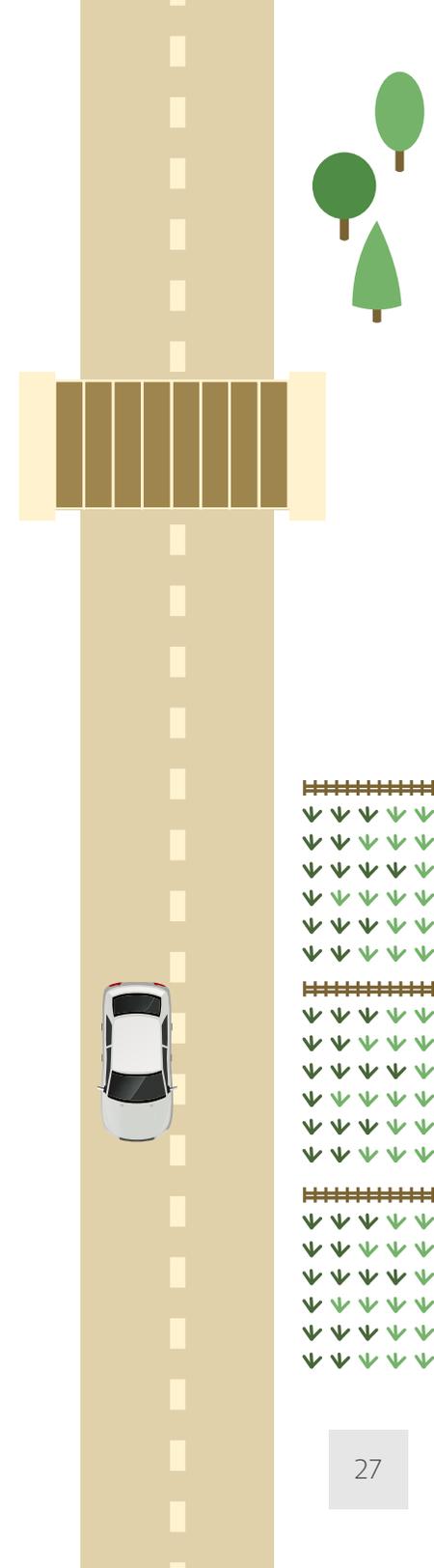


Anexo n.2

Según la experiencia publicada por la de la red de carga fastned de Holanda, se tiene el siguiente cuadro, con el porcentaje de carga de la batería a potencia máxima, permitida por los fabricantes de vehículos.

Mayor información en <https://fastned.nl/en/how-it-works>. Esta es una información útil para estimar mejor el tiempo de carga, dependiendo de la potencia disponible en el cargador, modo de carga y tipo de vehículo.

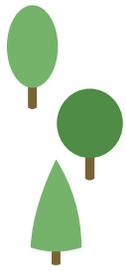
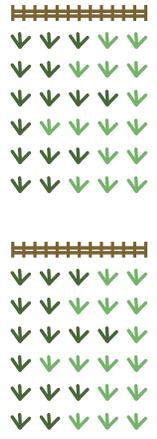
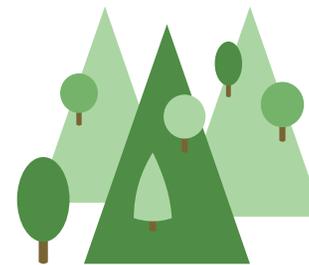
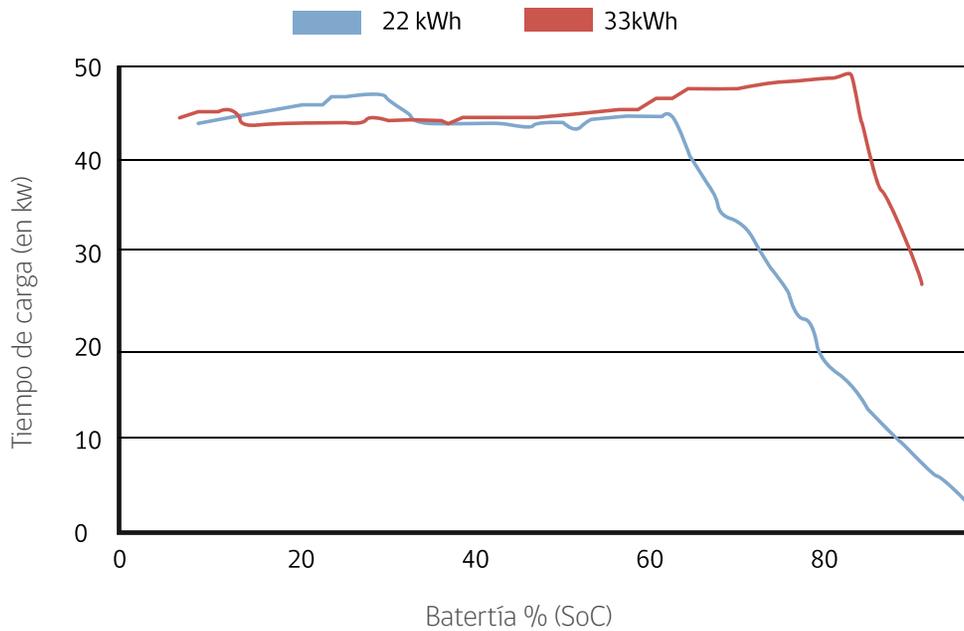
Vehículo	Capacidad de almacenamiento de las baterías [kWh]		
	22-24-26	30-33-36	40-45
MMW	80%	65%	
Hyundai IONIQ	80%		
Nissan LEAF	25%	65%	80%
OPEL Ampera-e			50%
Volkswagen	80%	80%	



BMW i3

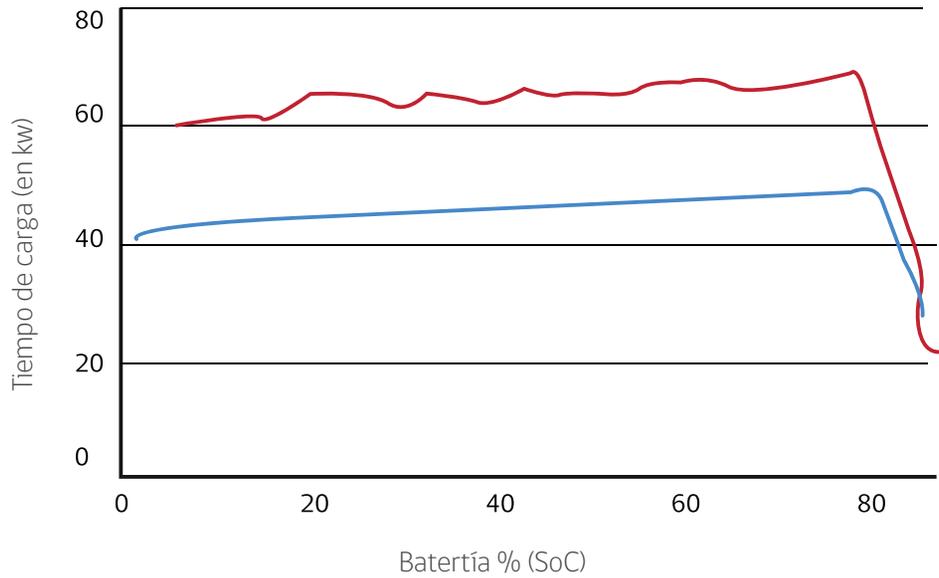
El BMW i3 se ha vendido con dos packs de baterías, de 22 kWh y 33 kWh respectivamente. Las celdas del pack de mayor tamaño permiten una carga ligeramente más rápida, con peak de 50 kW.

- 22 kWh: carga rápida hasta el 65%, después se ralentiza.
- 33 kWh: carga rápida hasta el 85%, después se ralentiza.



Hyundai IONIQ Eléctrico

El Hyundai IONIQ Eléctrico tiene unas baterías de 28 kWh, puede cargar hasta los 70 kW de potencia. En apenas 15/25 minutos, puede recuperar 100 km de carga. La potencia de carga cae de forma significativa por encima del 75% de carga.



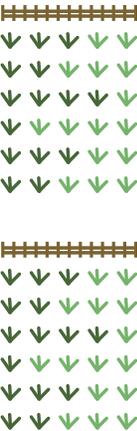
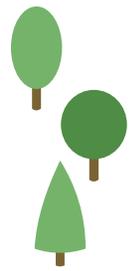
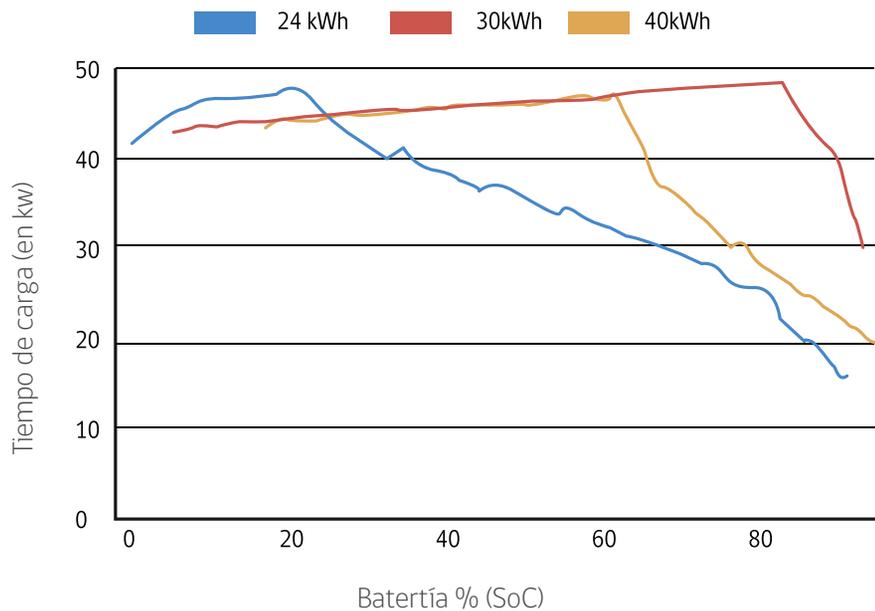
Nissan LEAF

La primera generación de Nissan LEAF estaba disponible en dos versiones: 24 kWh y 30 kWh, siendo el segundo pack mucho mejor de cara a la carga rápida. Curiosamente, el Nissan LEAF de segunda generación, de 40 kWh, tiene una capacidad de carga rápida sorprendentemente baja, no superando en ningún momento los 40 kW de potencia.

24 kWh: carga rápida hasta el 25%, después se ralentiza.

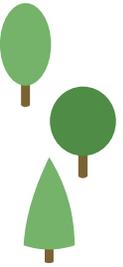
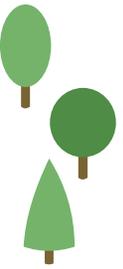
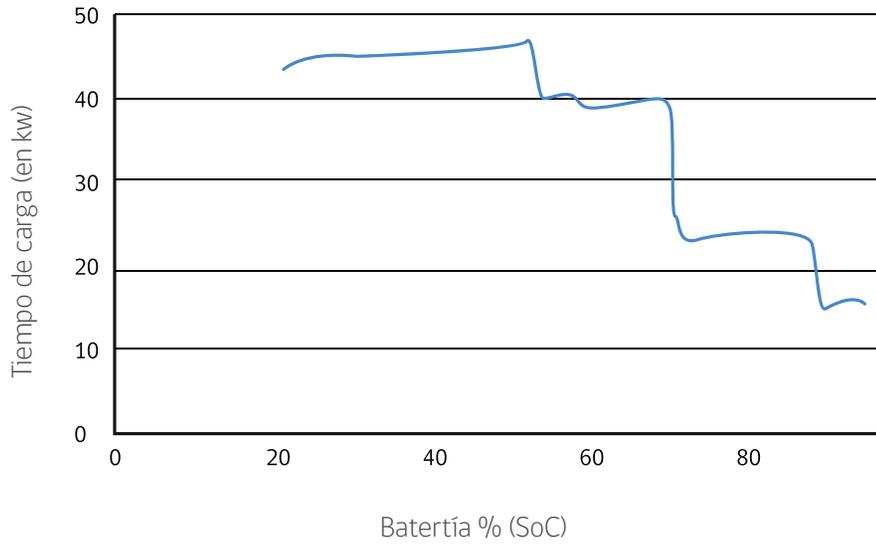
30 kWh: carga rápida hasta el 80%, después se ralentiza.

40 kWh: carga rápida hasta el 60%, después se ralentiza.



Opel Ampera-e

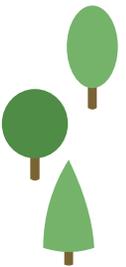
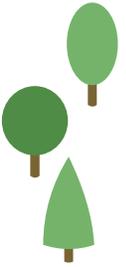
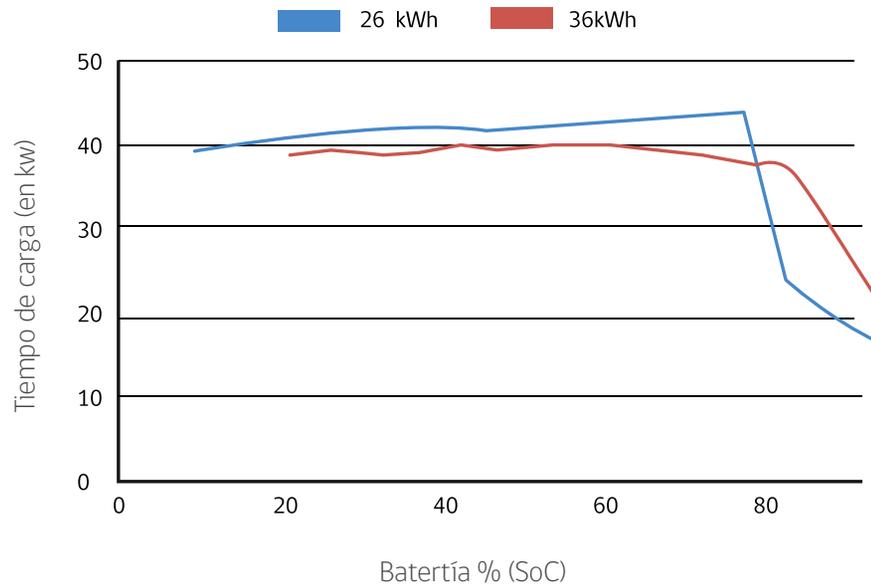
El Opel Ampera-e (Chevrolet Bolt) está limitado a una potencia de carga de 45 kW, en parte debido al sistema de control térmico de la batería. El Ampera-e carga unos 100 km en 20-25 minutos, y tiene carga rápida hasta el 55%. A partir del 70%, el vehículo pasa a cargarse muy lentamente.



Volkswagen e-Golf

El Volkswagen e-Golf cuenta con baterías de 24,2 kWh y 35,8 kWh y permiten cargas rápidas del 75% y 80 % respectivamente.

24,2 kWh: carga rápida hasta el 75%, después se ralentiza.
35,8 kWh: carga rápida hasta el 80%, después se ralentiza.

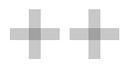


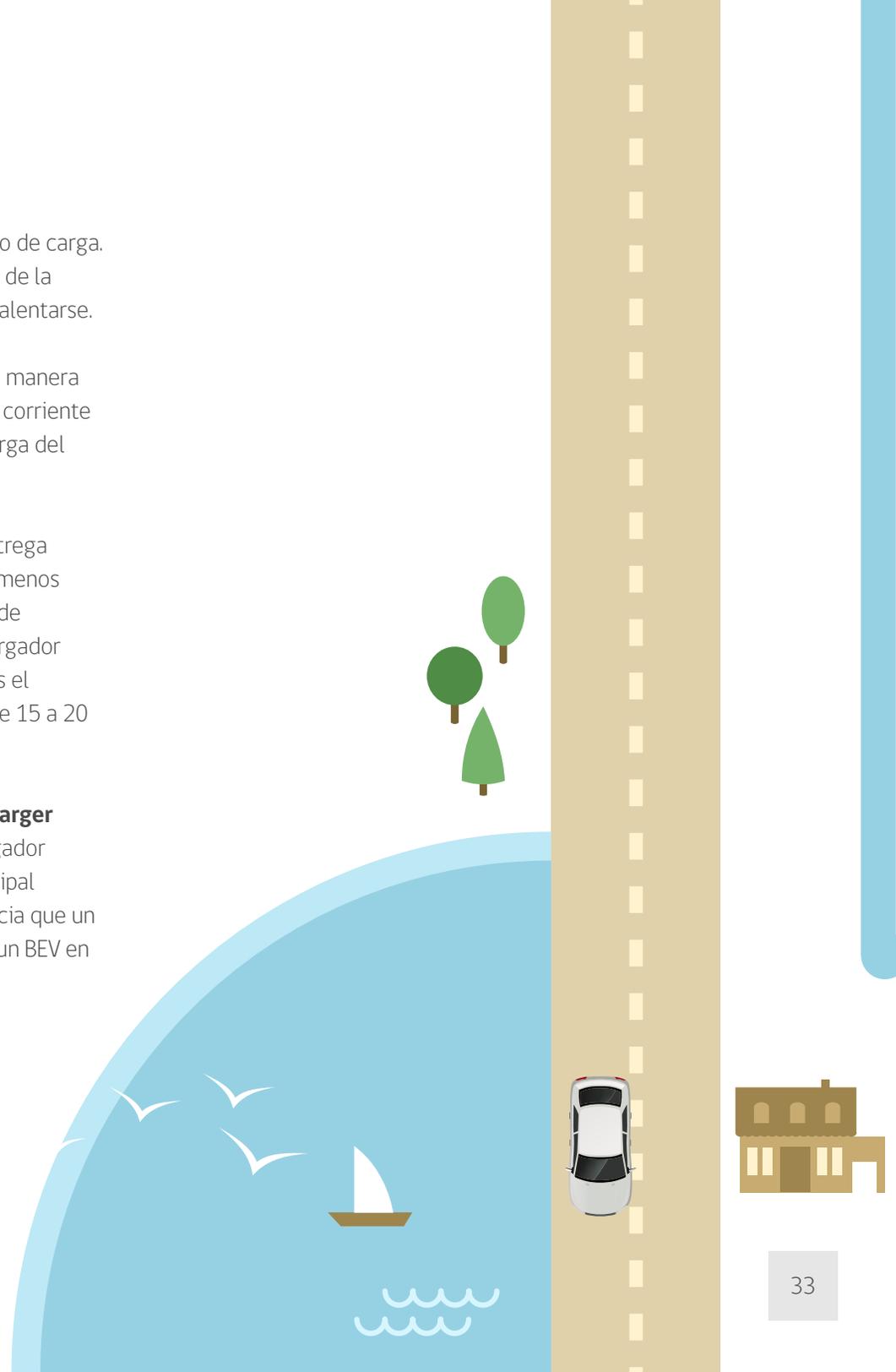
Anexo n.3

Clasificación de los cargadores de acuerdo a la potencia y su relación del tiempo de carga. Esta definición pronto quedará obsoleta, por los cambios tecnológicos respecto de la densidad de energía que puede acumular y la capacidad de recibir energía sin calentarse.

-  **Cargador Lento:** es un dispositivo de carga AC y se conecta de manera indirecta a la baterías del Vehículo. La diferencia está en que la corriente entregada por este cargador ronda los 12 a 16 amperes y la carga del vehículo se completaría en unas 8 horas.

-  **Cargador Rápido (EV Fast Charger):** este tipo de cargador entrega la energía directamente a las baterías del BEV pero lo hace en menos tiempo. Esto lo logra al entregar la energía con una intensidad de corriente mayor en ocho a diez veces comparándolo con un cargador convencional. La característica principal de estos cargadores es el poder el cargar el 80% de las baterías de un BEV en un rango de 15 a 20 minutos.

-  **Cargador Ultra Rápido o de Alta Potencia (EV Ultra Fast Charger o High Power Charger):** tal como el cargador rápido, este cargador entrega la energía directamente a las baterías del BEV. La principal diferencia es que llegan a tener entre 3 a 4 veces mayor potencia que un cargador rápido por lo que cargarán el 80% de las baterías de un BEV en un rango de 6 a 8 minutos.





Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile