

# Manual del vehículo eléctrico enchufable *para consumidores*



## Tabla de contenido

Introducción . . . . .	3
Conceptos básicos de los PEV . . . . .	4
Beneficios de los PEV . . . . .	5
Comprar el PEV correcto . . . . .	7
Conducción y mantenimiento de su PEV . . . . .	8
Carga del PEV . . . . .	8
Elija eléctrico . . . . .	15



Fotografía de Kathy Boyer, Triangle Clean Cities Coalition, NREL/PIX 18520

## Aviso legal

Este informe fue preparado en el marco de un trabajo patrocinado por una agencia del gobierno de los Estados Unidos. Ni el gobierno de los Estados Unidos ni ninguna de sus agencias, ni ninguno de sus empleados, otorgan ninguna garantía, ya sea expresa o implícita, ni asumen ninguna obligación ni responsabilidad legal por la exactitud, integridad o utilidad de cualquier información, aparato, producto o proceso divulgado, ni afirman que su uso no infringiría algún derecho de propiedad privada. La mención en el presente documento de cualquier producto proceso o servicio comercial específico por su nombre comercial, marca registrada, fabricante u otros no necesariamente constituye o implica su respaldo, recomendación o preferencia por parte del gobierno de los Estados Unidos o cualquiera de sus agencias. Los puntos de vista y las opiniones de los autores expresados en este documento no necesariamente afirman o reflejan los del gobierno de los Estados Unidos o cualquiera de sus agencias.

## Introducción

Ya ha escuchado acerca de la nueva generación de vehículos eléctricos enchufables (PEV, por sus siglas en inglés) como el Chevy Volt y el Nissan Leaf. Quizás está considerando comprar uno pero se pregunta cómo se comparan con los vehículos convencionales. Este manual está diseñado para dar respuesta a sus preguntas básicas e indicarle dónde puede encontrar más información para poder tomar la mejor decisión.

Hace más de 100 años, los vehículos totalmente eléctricos (EV, por sus siglas en inglés) representaban gran parte del mercado automotor estadounidense, pero su popularidad decayó a medida que se incrementó el interés por los vehículos con motor de combustión interna. Los vehículos con motor de combustión interna tenían mayor autonomía, los precios de los combustibles derivados del petróleo estaban disminuyendo, y el arranque eléctrico y la línea de montaje mejoraron el precio y la usabilidad de los vehículos con motor de combustión interna. Los vehículos con motor de combustión interna a gasolina o diésel terminaron dominando el transporte en el siglo XX.

Sin embargo, las preocupaciones acerca de los impactos ambientales de los vehículos con motor de combustión interna dieron lugar a un renacimiento de los PEV a finales del siglo XX. En 1990, el estado de California promulgó la primera ley de vehículos de cero emisiones, colocándose a la vanguardia de la implementación de PEV de esa década, como los modelos General Motors EV1, Chrysler EPIC y Ford Electric Ranger. Aunque muchos vehículos de esta generación fueron descontinuados a principios de la década de 2000, la visión de California ayudó a sentar las bases para la siguiente generación de PEV.

Hoy los PEV están de regreso y están listos para competir con, y complementar, la omnipresente tecnología del motor de combustión interna. Primero, los avances en las tecnologías de accionamiento eléctrico permitieron la comercialización de vehículos eléctricos híbridos (HEV, por sus siglas en inglés), que integran un motor de combustión interna u otro tipo de fuente de propulsión con baterías, frenado de recuperación y un motor eléctrico que incrementa la economía de combustible. Los continuos avances tecnológicos han generado HEV enchufables (PHEV), que integran motores de combustión interna pequeños (u otros tipos de fuentes de propulsión) con baterías grandes que se pueden cargar usando la red eléctrica y permiten una autonomía de manejo 100 % eléctrico de 10 a 40 millas (aproximadamente 16 a 64 km). Las tecnologías avanzadas también han dado lugar a una nueva clase de EV que no usa ningún motor de combustión interna en absoluto.

Solo unos pocos modelos de la nueva generación de PEV están disponibles hoy en día, pero debido a los beneficios que ofrecen, su penetración en el mercado y su disponibilidad se encuentran en rápida expansión. En la mayoría de las categorías de rendimiento, los PEV son tan buenos o mejores que los vehículos convencionales. Son seguros y convenientes, y pueden ayudarle a ahorrar dinero al mismo tiempo que cortan las emisiones y aumentan la seguridad energética de la nación.



Fotografía de la Atlantic County Utilities Authority, NREL/PIX 18311

### Acrónimos clave

**Los EV (vehículos totalmente eléctricos)** son vehículos que funcionan exclusivamente con uno o más motores eléctricos. Se conectan a la red eléctrica, de la que reciben la electricidad que almacenan en sus baterías. No consumen ningún combustible derivado del petróleo durante su conducción y no generan emisiones del tubo de escape.

**El ESVE (equipo de suministro para vehículos eléctricos)** proporciona energía eléctrica de una fuente de electricidad para cargar las baterías de un PEV. Se comunica con el PEV para garantizar que se suministre un flujo de electricidad en forma correcta y segura.

**Los HEV (vehículos eléctricos híbridos)** combinan un motor de combustión interna con una fuente de propulsión con baterías, frenado de recuperación y un motor eléctrico para proporcionar una mayor economía de combustible. Precisan de un combustible derivado del petróleo o alternativo para funcionar y no se enchufan para cargar. Las baterías de los HEV se cargan a través del motor de combustión interna u otra fuente de propulsión y durante el frenado de recuperación.

**Los ICE (motores de combustión interna)** generan energía mecánica por medio de la combustión de un combustible líquido (como la gasolina, el diésel o los biocombustibles) o gaseoso (como el gas natural comprimido). Actualmente son la fuente de energía predominante para los vehículos de carretera.

**Los PEV (vehículos eléctricos enchufables)** reciben toda o parte de su energía de la electricidad que toman de la red eléctrica. Estos incluyen a los EV y a los PHEV.

**Los PHEV (vehículos eléctricos híbridos enchufables)** utilizan baterías para alimentar un motor eléctrico, se enchufan a la red eléctrica para cargarlos y usan un combustible derivado del petróleo o alternativo para alimentar un motor de combustión interna u otra fuente de propulsión.

## Conceptos básicos de los PEV

Los PEV pueden cargarse desde una fuente de electricidad externa, es decir, los PEV se pueden “enchufar.” Esta característica los distingue de los HEV, que complementan la energía del motor de combustión interna con energía de una batería, pero no se pueden enchufar. Existen dos tipos básicos de PEV: EV y PHEV.

### Vehículos totalmente eléctricos (VE)

Los VE (también llamados vehículos eléctricos de batería o BEV) utilizan baterías para almacenar la energía que alimenta uno o más motores. Para cargar las baterías, el vehículo se enchufa a una fuente de energía eléctrica. Además, los EV se pueden cargar parcialmente por medio del frenado de recuperación, que genera electricidad a partir de una porción de la energía que normalmente se pierde en el frenado. Los EV no utilizan combustibles derivados del petróleo durante su conducción y no generan emisiones del tubo de escape.

Los EV de uso común apuntan a un rango aproximadamente 100 millas (aproximadamente 160 km) con una carga completa de batería. Este rango depende en parte de las condiciones y los hábitos de manejo. Según la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos, un rango de 100 millas (aproximadamente 160 km) es suficiente para más del 90 % de los viajes familiares en vehículos en los Estados Unidos.

En los viajes más largos, es necesario recargar los EV. El tiempo de carga para las baterías agotadas, que puede variar entre menos de 30 minutos hasta casi un día completo, depende del tamaño y tipo de las baterías, así como del tipo de cargador utilizado. Aprenda más acerca de la carga de baterías en la sección *Carga de su PEV*.

Los vehículos eléctricos de vecindario (NEV), también llamados vehículos de baja velocidad, son un tipo de EV con limitaciones. Los NEV se utilizan frecuentemente para conducirse dentro del vecindario, acarreo de cargas livianas y servicios de entrega. Muchas veces están restringidos al uso en calles con límites de velocidad de hasta 35 millas por hora (aproximadamente 56 km/h), lo que los hace ideales para los campus universitarios y otros usos similares. También existen EV especializados, como los transportes de personal y equipo de apoyo en pistas de aeropuerto, que no están pensados para la circulación vial. Aunque estos tipos de vehículos son valiosos para los nichos en los que se utilizan, este manual se centra en los EV diseñados para el uso en carreteras.



Bajo la capota de un Nissan Leaf. Un EV no tiene motor de combustión interna. En cambio, la batería proporciona electricidad al motor eléctrico. *Fotografía de Margaret Smith, DOE, NREL/PIX18215*

### Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables (PHEV)

Los PHEV (a veces llamados vehículos eléctricos de rango extendido o ERVE) utilizan baterías para alimentar un motor eléctrico y utilizan un combustible, como la gasolina, para alimentar un motor de combustión interna u otra fuente de propulsión. Alimentar el vehículo parte del tiempo con electricidad de la red reduce el consumo de petróleo y las emisiones del tubo de escape en comparación con los vehículos convencionales. Con la batería vacía, los PHEV tienen el mismo rendimiento que los HEV, consumiendo menos combustible y produciendo menos emisiones que los vehículos con motor de combustión interna similares.

Los PHEV tienen baterías más grandes que los HEV, que proporcionan un rango de manejo 100 % eléctrico de 10 a 40 millas (aproximadamente 16 a 64 km). En una situación típica de manejo urbano, la mayoría de la energía de un PHEV puede provenir de la electricidad almacenada. Usted podría, por ejemplo, manejar su PHEV ida y vuelta al trabajo utilizando 100 % energía eléctrica, enchufarlo para cargarlo durante la noche, y estará listo para otro viaje 100 % eléctrico al otro día. El motor de combustión interna alimenta el vehículo cuando la batería está casi agotada, durante la aceleración rápida, o cuando se requiere más potencia en el aire acondicionado o la calefacción.

Al igual que los EV, los PHEV se pueden enchufar a la red para cargarlos, aunque el tiempo de carga de una batería agotada generalmente es menor para los PHEV porque la mayoría tienen baterías más pequeñas que los EV. Además, los PHEV también se cargan por medio de un motor de combustión interna y el frenado de recuperación.

## Diseños del sistema PHEV

Existen dos categorías de sistemas PHEV, que se diferencian en cómo combinan la energía del motor eléctrico y del de combustión.

- En los PHEV **en paralelo**, el motor de combustión interna y el motor eléctrico están conectados con las ruedas por medio de un acople mecánico. Tanto el motor eléctrico como el motor de combustión interna pueden impulsar las ruedas directamente.
- Los PHEV **en serie** solamente utilizan el motor eléctrico para impulsar las ruedas. El motor de combustión interna se utiliza para generar electricidad para el motor. El Chevy Volt utiliza una versión ligeramente modificada de este diseño: El motor eléctrico alimenta las ruedas casi todo el tiempo, pero el vehículo puede pasar a funcionar como un PHEV en paralelo a velocidades de carretera cuando la batería está agotada.

El consumo de combustible de los PHEV depende de la distancia que se maneje entre cargas de batería. Por ejemplo, si el vehículo nunca se enchufa para cargar, la economía de combustible será aproximadamente la misma que la de un HEV de un tamaño similar. Si el vehículo se maneja por una distancia menor a su rango 100 % eléctrico y luego se enchufa para cargarlo, se puede utilizar solamente energía eléctrica.

## Beneficios de los PEV

¿Que pueden los PEV hacer por usted? Como podrá ver aquí, estos pueden ahorrar dinero y facilitar la vida, mientras que ayudan a hacer de su comunidad, su país y el mundo un lugar limpio y seguro.

### Alta economía de combustible, bajos costos de combustible

Los PEV pueden reducir sus costos de combustible de manera dramática. Como los PEV dependen total o parcialmente de la energía eléctrica, su economía de combustible se mide de manera distinta que en los vehículos convencionales. Puede expresarse en millas por galón de gasolina equivalente (mpge). También puede estar desglosado por kilowatt/hora (kWh) por cada 100 millas (aproximadamente 160 km) en los EV y en el modo eléctrico de los PHEV, y millas por galón (mpg) en el modo con motor de combustión interna de los PHEV. Según como se los maneje, los EV actuales (o PHEV en modo eléctrico) pueden exceder los 100 mpge. Además, en el modo con motor de combustión interna, los PHEV pueden alcanzar una economía de combustible similar a los altamente eficientes VEH.

Esta alta eficiencia se traduce en bajos costos de combustible. En el modo eléctrico, recargar un PEV cuesta solo 3 a 5 centavos de dólar por milla. A modo de comparación, abastecer gasolina a un automóvil con una economía de combustible de 27.5 mpg cuesta alrededor de 14 centavos de dólar por milla. Si usted maneja 15,000 millas (aproximadamente 24,140 km) por año podría ahorrar entre USD 1,300 y USD 1,600 de costos de

## Factores que afectan el rango 100 % eléctrico

Al igual que en los vehículos convencionales, la eficiencia y el rango de manejo de los PEV varía sustancialmente según las condiciones y los hábitos de manejo. Las temperaturas ambiente extremas tienden a reducir el rango porque se requiere más energía para calentar o enfriar la cabina. Además, las baterías frías no proporcionan tanta energía como las baterías calientes. El uso de equipo eléctrico, como los calentadores de asiento, pueden reducir el rango. Las altas velocidades de manejo reducen el rango porque se requiere más energía para contrarrestar la mayor resistencia del aire. El manejo agresivo, con aceleraciones y desaceleraciones rápidas, reduce el rango en comparación con las aceleraciones y desaceleraciones más suaves. Además, llevar cargas pesadas y subir pendientes significativas también reducen el rango. El sitio web del Nissan Leaf ([www.nissanusa.com/leaf-electric-car](http://www.nissanusa.com/leaf-electric-car)) ofrece ejemplos de condiciones de manejo y los rangos resultantes para el Leaf EV, así como consejos para ayudar a maximizar el rango. Los PHEV también se ven afectados por estos factores, con la característica adicional de que el motor de combustión interna se activa cuando las exigencias de manejo exceden la capacidad del sistema de propulsión 100 % eléctrico.

combustible por año si maneja un PEV en modo 100 % eléctrico en vez de un automóvil convencional a gasolina.<sup>1</sup> Si su compañía de electricidad ofrece tasa menores por cargar durante las horas no-pico, como la noche, podría reducir sus costos de combustible aún más si recarga su PEV durante esas horas.

### Abastecimiento de combustible flexible

Usted ha tenido que manejar hasta una estación de servicio a cargar gasolina toda su vida, pero con un PEV tiene otras opciones. Lo más cómodo es que puede convertir su hogar en su propia estación de carga eléctrica, capaz de recargar su PEV cada noche (vea la sección *Cargar su PEV*). Además se está estableciendo una red de estaciones de carga de PEV públicas, lo que le permitirá cargar las baterías de su PEV en unas pocas horas mientras se encuentra en el trabajo o de compras. El antiguo concepto de la “gasolinera” también seguirá siendo una opción, pero con un giro eléctrico. Se están estableciendo estaciones públicas de carga rápida que pueden recargar su batería en menos de 30 minutos. Por supuesto que si usted es dueño de un PHEV, podrá cargar gasolina (u posiblemente otros combustibles en el

<sup>1</sup> Los ahorros de costos de combustible dependen de los precios de la electricidad y la gasolina, así como de los tipos de vehículos y los patrones de manejo. En este ejemplo se comparan un automóvil a gasolina con una economía de combustible de 27.5 mpg (cálculo combinado de ciudad y carretera) y con un costo de gasolina de USD 3.75/galón con los PEV utilizados en modo eléctrico a 3 a 5 centavos de dólar por milla (lo que supone un costo de electricidad de 11 centavos/kWh).

futuro) en cualquier estación de servicio cuando lo necesite.<sup>2</sup>

## Alto rendimiento

Si usted es como muchas otras personas, la idea de un vehículo eléctrico puede traerle imágenes de algo parecido a un carro de golf. Pero le aseguramos que los PEV actuales son vehículos de carretera de vanguardia que están preparados para equiparar o superar el rendimiento de los vehículos convencionales a gasolina o diésel. Además, cuando funcionan en modo 100 % eléctrico, los PEV son mucho más silenciosos que los vehículos convencionales, y a diferencia de estos producen torsión máxima y una suave aceleración desde un punto muerto.

## Bajas emisiones

Los PEV pueden ayudar a mantener su ciudad y su mundo limpios. Existen dos grandes categorías de emisiones de vehículos: directas y del ciclo de vida. Las emisiones directas provienen del tubo de escape, a través de la evaporación del sistema de combustible y durante el proceso de abastecimiento de combustible. Las emisiones directas incluyen contaminantes que forman smog, como el óxido de nitrógeno, otros contaminantes perjudiciales para la salud humana y gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono. Cuando los PEV se manejan en el modo 100 % eléctrico, producen cero emisiones directas, lo que representa una gran reducción de la contaminación en áreas urbanas. Los PHEV sí producen emisiones por evaporación y, cuando funcionan a gasolina, emisiones del tubo de escape. Sin embargo, como su uso de gasolina o diésel es más eficiente que los vehículos convencionales similares, los PHEV producen menos emisiones directas, incluso cuando funcionan en modo con motor de combustión interna.

Las emisiones del ciclo de vida incluyen todas las emisiones relacionadas con la producción, el procesamiento, la distribución, el uso y el reciclaje/la disposición del combustible y del vehículo. Por ejemplo, en el caso de un vehículo convencional a gasolina, se producen emisiones en cada etapa: durante la extracción del petróleo del suelo, durante la refinación para producir gasolina, durante la distribución del combustible a las estaciones de servicio y durante su combustión en el vehículo. También se producen emisiones durante la extracción de las materias primas para la producción de vehículos; durante la fabricación, la distribución, el mantenimiento y el uso de los vehículos; y cuando se los saca de circulación. Al igual que las emisiones



Los PEV no producen emisiones cuando funcionan en modo 100% eléctrico. Las emisiones del ciclo de vida de los PEV se pueden minimizar si la fuente de electricidad proviene de recursos no contaminantes como el viento o el sol. *Fotografía de Mike Linenberger, NREL/PIX 15141*

directas, las emisiones del ciclo de vida incluyen una variedad de contaminantes dañinos y gases de invernadero. Todos los vehículos producen una cantidad sustancial de emisiones del ciclo de vida, y su cálculo es complejo. Sin embargo, los PEV normalmente tienen una ventaja en lo que respecta a las emisiones del ciclo de vida, porque la mayoría de las categorías de emisiones son menores para la generación de electricidad que para los motores de combustión interna que funcionan a gasolina o diésel. Si los PEV utilizan electricidad generada de fuentes no contaminantes, se minimizan las emisiones del ciclo de vida de los PEV.

## Seguridad energética

Los PEV pueden ayudar a hacer que Estados Unidos sea más independiente en materia energética. Hoy en día nuestros automóviles, y el estilo de vida altamente móvil que nos permiten, dependen casi enteramente del petróleo. Sin embargo, la producción de petróleo estadounidense no se ha podido mantener a la par de la demanda, por lo que importamos más del 60 % de nuestro petróleo. El sector de los transportes representa dos tercios de nuestro consumo de petróleo. Como gran parte de las reservas de petróleo del mundo se encuentran en países políticamente volátiles, nuestra dependencia del petróleo nos hace vulnerables a las alzas en los precios y las interrupciones del suministro. Los PEV ayudan a reducir esta amenaza porque casi toda la electricidad de los Estados Unidos proviene de fuentes nacionales de carbón, nucleares, de gas natural y renovables.

<sup>2</sup> En el futuro, los PHEV podrán abastecerse con combustibles alternativos, como el combustible E85 (que tiene una composición de 85 % de etanol y 15 % de gasolina), gas natural comprimido o hidrógeno.



Los EV actuales normalmente pueden recorrer alrededor de 100 millas (aproximadamente 160 km) con una carga completa, lo que es suficiente para la mayoría de los trayectos urbanos y otros viajes familiares. *Fotografía de Margaret Smith, DOE, NREL/PIX 19545*

## Comprar el PEV correcto

Al igual que con cualquier compra de un vehículo, usted debería evaluar sus necesidades de manejo y rango de precio antes de decidirse por un PEV en particular. Después puede comparar su “lista de deseos” con los PEV disponibles.

### Requisitos de manejo

Muchas de sus necesidades de manejo para un PEV serán similares a las que tendría para cualquier tipo de vehículo. ¿Quiere dos o cuatro asientos? ¿Un sedán o un hatchback? ¿Un vehículo urbano o uno para viajes de larga distancia? Pero también hay que tener en cuenta otras cuestiones en el caso de los PEV. En primer lugar, ¿usted quiere un EV, que normalmente tiene un rango de unas 100 millas (aproximadamente 160 km) a electricidad, o un PHEV, que puede tener un rango más acotado a electricidad, pero puede usar gasolina para viajes más largos? Compare la economía de combustible y el rango de los PEV y los vehículos convencionales en FuelEconomy.gov ([www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov)).

### Disponibilidad

Al momento de redacción de este manual, solo había unos pocos PEV comerciales de carga ligera en el mercado. La tecnología de los PEV apenas está comenzando a encontrar su nicho en el mercado automotor de los Estados Unidos, pero se prevé que la cantidad de vehículos disponibles ascienda rápidamente. A modo de comparación, a fines de la década de 1990 solo había dos modelos de HEV en el mercado, mientras que en la actualidad existen 29 modelos. Para encontrar los PEV disponibles actualmente, puede utilizar el Buscador de Vehículos Comerciales Livianos (Light-Duty

### Ejemplos de precios de PEV, 2011\*

Chevy Volt (PHEV)	USD 40,280
Nissan Leaf (EV)	USD 32,780

\*Precios de venta al público sugeridos por el fabricante, antes de los incentivos.

Vehicle Search) del Centro de Datos de Vehículos Avanzados y Combustibles Alternativos (AFDC, por sus siglas en inglés) en [www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/search/light](http://www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/search/light). Aprenda más sobre las futuras introducciones de PEV de la Asociación de Transporte Eléctrico (EDTA, por sus siglas en inglés) ([www.electricdrive.org/htldsplit11551/pid111551](http://www.electricdrive.org/htldsplit11551/pid111551)) y en FuelEconomy.gov ([www.fueleconomy.gov/feg/phevnews.shtml](http://www.fueleconomy.gov/feg/phevnews.shtml)) y [www.fueleconomy.gov/feg/levnews.shtml](http://www.fueleconomy.gov/feg/levnews.shtml)).

Además de la disponibilidad limitada de los modelos de PEV, las primeras introducciones de PEV (a partir de 2010) han estado limitadas a unas pocas áreas geográficas en las que coincidían concesionarios y talleres de servicio. Sin embargo, se espera que al menos algunos PEV estarán disponibles en los 50 estados para fines de 2011. Debido a la popularidad y la producción inicial limitada de PEV, es posible que necesite anotarse en una lista de espera para obtener uno.

### Precios e incentivos

Los precios de los PEV actuales son considerablemente más altos que los de los vehículos convencionales de características similares. Sin embargo, usted puede reducir el costo de tener un PEV a través de costos operativos más bajos (vea la sección *Beneficios de los PEV*) y los incentivos gubernamentales.

El Crédito Federal por Vehículos Enchufables con Motor de Dirección Eléctrica que Califiquen (Qualified Plug-In Electric Drive Motor Vehicle Tax Credit) está disponible para las compras de PEV hasta el 2014 (o hasta que los fabricantes de PEV lleguen a un cierto nivel de producción en masa). Este ofrece un crédito impositivo de USD 2,500 a USD 7,500 para las compras de PEV nuevos, y la cantidad específica del crédito dependerá del tamaño del vehículo y la capacidad de la batería. Todos los PEV comerciales de carga ligera actualmente disponibles califican para un crédito de USD 7,500.

Según dónde viva, es posible que también sea elegible para incentivos para PEV de su estado, ciudad o empresa de servicios públicos. Para conocer los incentivos relevantes, busque en la base de datos de Leyes e Incentivos Federales y Estatales de la AFDC ([www.afdc.energy.gov/afdc/laws](http://www.afdc.energy.gov/afdc/laws)). Para obtener más información para su lugar de residencia específico, póngase en contacto con su coalición local de Ciudades Limpias ([www.afdc.energy.gov/cleancities/coalitions/coalition\\_locations.php](http://www.afdc.energy.gov/cleancities/coalitions/coalition_locations.php)) o su sede local de la Oficina de Energía Estatal ([www.naseo.org/members/states/default.aspx](http://www.naseo.org/members/states/default.aspx)).

## Conducción y mantenimiento del PEV

Los PEV son, como mínimo, igual de fáciles de conducir y mantener que los vehículos convencionales, aunque aplican consideraciones especiales.

### Mantenimiento del vehículo

Como los PHEV tienen motores de combustión interna, los requisitos de mantenimiento para este sistema son similares a los de los vehículos convencionales. Sin embargo, el sistema eléctrico del PEV (batería, motor y componentes electrónicos relacionados) probablemente necesitará un mantenimiento programado mínimo. Gracias al frenado de recuperación que recarga la batería, los sistemas de frenos en los PEV suelen durar más que en los vehículos convencionales. En general, los EV necesitan menos mantenimiento que los vehículos convencionales, porque suele haber menos líquidos que cambiar y menos piezas móviles.

### Duración de la batería

Como los motores de combustión interna en los vehículos convencionales, las baterías avanzadas de los PEV están diseñadas para una larga duración, pero en algún momento se descargarán. Actualmente, Nissan y General Motors ofrecen garantías de 8 años o 100,000 millas para las baterías del Leaf y el Volt. Consulte con su concesionario de PEV para obtener información específica acerca de la duración de la batería y las garantías. Aunque los fabricantes no han publicado precios de las baterías de repuesto, si es necesario reemplazar las baterías fuera de la garantía, se prevé que será un gasto considerable. Se espera que los precios de las baterías disminuyan a medida que se concreten los beneficios de los avances tecnológicos y las economías de escala.

### Seguridad

Los PEV deben someterse a las mismas pruebas rigurosas de seguridad y cumplir con las mismas normas de seguridad que los vehículos convencionales que se venden en los Estados Unidos. Además, una norma específica para los PEV impone requisitos para limitar el derrame químico, proteger las baterías en caso de colisión y aislar el chasis del sistema de alta tensión para evitar una descarga eléctrica. Los fabricantes de PEV han diseñado sus vehículos con funciones de seguridad que desactivan el sistema eléctrico de alta tensión en caso de accidente. Asimismo, los vehículos eléctricos tienden a tener un centro de gravedad más bajo que los vehículos convencionales, lo cual los hace menos propensos a volcar y a menudo mejora la calidad del andar. Una cuestión de seguridad específica de los PEV es su funcionamiento silencioso: es probable que los peatones tiendan a oír menos a un PEV que a un vehículo convencional. La Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en Carreteras analiza maneras de abordar este



Los PEV deben cumplir con las mismas normas de seguridad que se aplican a los vehículos convencionales. Dado que estos vehículos son mucho más silenciosos que los convencionales, los conductores deben ser cautos en las áreas de paso de peatones. *Fotografía de George Beard, Portland State University, NREL/PIX 19557*

problema, como exigir que los PEV emitan señales auditivas a bajas velocidades. Esta opción ya está disponible en algunos PEV, incluidos el Volt y el Leaf. En cualquier caso, debe ser muy cuidadoso cuando conduce el PEV en áreas peatonales.

## Carga del PEV

Para cargar el vehículo eléctrico enchufable (PEV, por sus siglas en inglés) es necesario enchufarlo a un equipo de suministro para vehículos eléctricos (EVSE, por sus siglas en inglés). Los EV deben cargarse periódicamente, y la carga periódica de los PHEV reducirá al mínimo la cantidad de gasolina que consumen. Hay varios tipos de EVSE, que difieren en la velocidad con la que pueden cargar un vehículo, y los EVSE pueden utilizarse tanto en el hogar como en un espacio público. En esta sección, se describen las opciones de EVSE para que pueda elegir la que más le conviene.

### Tipos de equipos de carga (EVSE)

El EVSE es el equipo eléctrico utilizado para suministrar energía eléctrica desde una fuente eléctrica (como la electricidad que circula hacia las tomas de su hogar) hacia un PEV. El EVSE se comunica con el PEV para garantizar que se suministre un flujo de electricidad en forma correcta y segura.

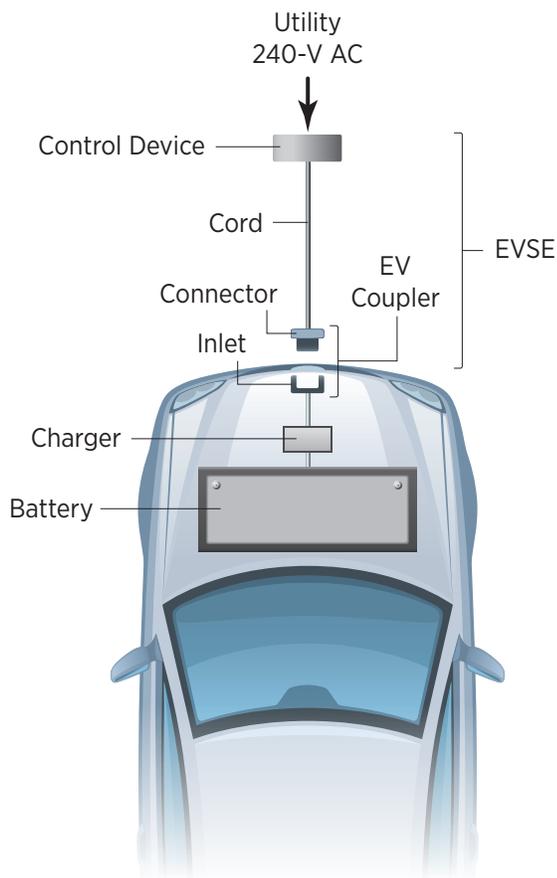
El EVSE para los PEV se clasifica en varias categorías según la cantidad máxima de energía eléctrica que se suministra a la batería. Dos clases de equipo (Nivel 1 y Nivel 2) proporcionan electricidad de corriente alterna (AC) al vehículo, con el equipo de a bordo del vehículo que convierte la corriente alterna en la corriente continua (DC) que se necesita para cargar las baterías. La otra clase de equipo (carga rápida

de DC) suministra energía eléctrica de DC directamente al vehículo. Los tiempos de carga varían entre menos de 30 minutos y 20 horas o más, según el tipo de EVSE, el tipo de batería, el nivel de descarga de la batería y su capacidad energética.

Los EV tiene más capacidad de la batería que los PHEV, de modo que cargar un EV totalmente descargado lleva más tiempo que cargar un PHEV en la misma condición.

### Nivel 1

Los EVSE de Nivel 1 suministran la carga mediante un enchufe de 120 voltios de AC y necesitan un circuito derivado exclusivo. La mayor parte de los PEV, si no todos, incluyen un juego de cables portátiles de EVSE de Nivel 1 que no exigen la instalación de otros equipos de carga. Por lo general, en un extremo del cable se encuentra un enchufe de tres puntas de uso doméstico. En el otro extremo hay un conector que se enchufa al vehículo.



**Figura 1.** Diagrama de carga de Nivel 2. Fuente: eTec (2010), *Pautas de implementación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos para las áreas metropolitanas de Portland, Salem, Corvallis y Eugene de la Interestatal 5 en Oregon. Publicación de EV Project, [www.theevproject.com/documents.php](http://www.theevproject.com/documents.php). Ilustración de Dean Armstrong, NREL*

El Nivel 1 funciona bien para cargar en el hogar, el trabajo o cuando solo hay disponible un toma de 120 voltios. Según el tipo de batería y vehículo, la carga con equipos de Nivel 1 agrega entre 2 y 5 millas de rango a un PEV por hora de carga.

### Nivel 2

Los EVSE de Nivel 2 brindan carga mediante un enchufe de 240 voltios de AC y requieren la instalación de equipos de carga y un circuito eléctrico exclusivo (Figura 1). Como la mayor parte de los hogares cuentan con un servicio de 240 voltios, y un EVSE de Nivel 2 puede cargar fácilmente una típica batería de EV durante la noche, esta será una instalación habitual para hogares unifamiliares. El equipo de Nivel 2 utilizan el mismo conector en el vehículo que el equipo de Nivel 1. Según el tipo de batería, la configuración del cargador y la capacidad del circuito, la carga con equipos de Nivel 2 agrega entre 10 y 20 millas (aproximadamente 16 a 32 km) de rango a un PEV por hora de carga.

### Carga rápida de DC

El EVSE de carga rápida de DC (entrada de 480 voltios de AC al EVSE) permite la carga rápida en lugares como rutas de tráfico intenso y estaciones públicas. Un cargador rápido de DC puede agregar entre 60 a 80 millas (aproximadamente 96 a 128 km) de rango a un PEV en 20 minutos.

### Carga inductiva

El EVSE de carga inductiva, que utiliza un campo electromagnético para transferir electricidad a un PEV, todavía está en uso en algunas zonas donde se instaló para EV en la década de 1990. Si bien los PEV actualmente en el mercado no pueden utilizar la carga inductiva, la organización SAE International está trabajando en una norma que pueda aplicarse a los PEV en el futuro.

### Velocidades de carga típicas

La velocidad a la cual la carga aumenta el rango de un PEV depende del vehículo, el tipo de batería y el tipo de EVSE. Estas son las velocidades típicas:

**Nivel 1:** entre 2 a 5 millas (aproximadamente 3.5 a 8 km) de rango por hora de carga

**Nivel 2:** entre 10 a 20 millas (aproximadamente 16 a 32 km) de rango por hora de carga

**Carga rápida de DC:** entre 60 a 80 millas (aproximadamente 96 a 128 km) de rango cada 20 minutos de carga

## Conectores y enchufes

La mayor parte de los EVSE y PEV modernos tienen un conector y un tomacorriente estándar (figura 2). Este conector se basa en la norma SAE J1772 desarrollada por SAE International. Todos los vehículos con este tomacorriente pueden usar cualquier EVSE de Nivel 1 o de Nivel 2. Todos los principales fabricantes de vehículos y sistemas de carga respaldan esta norma, que debería disipar las inquietudes de los conductores respecto de si sus vehículos son compatibles con la infraestructura disponible. Para recibir carga rápida de DC, la mayor parte de los PEV disponibles actualmente usan el conector CHAdeMO, desarrollado en colaboración con Tokyo Electric Power Company, que no es estándar en los Estados Unidos. Es posible que los fabricantes ofrezcan el tomacorriente de carga rápida de DC CHAdeMO (Figura 3) como opción en los vehículos hasta que se implemente una norma. SAE International también trabaja en una norma de “conector híbrido” para la carga rápida que agrega clavijas de contacto de energía de DC de alta tensión al conector J1772, lo cual permite el uso del mismo tomacorriente para todos los niveles de carga.

## Carga en hogares unifamiliares

Como conductor de un PEV, probablemente cargará su vehículo durante la noche en su casa mediante un EVSE de Nivel 1 (para PHEV) o de Nivel 2 (para EV y PHEV). Realizar las cargas en un hogar unifamiliar (generalmente en el garaje) le da el beneficio de obtener tarifas de electricidad residencial bajas y estables. Cargar en un complejo residencial multifamiliar exige consideraciones adicionales y podría parecerse más a la carga pública que a la carga en un hogar unifamiliar.

## Instalación del EVSE en su casa

La carga de Nivel 1 no exige la instalación de equipos especiales, y la mayor parte de los PEV son estándar e incluyen un juego de cables de Nivel 1 portátil. Para la carga de Nivel 2, debe comprar e instalar un EVSE de Nivel 2. El precio actual de los EVSE de Nivel 2 disponibles varía, pero en general está en el rango de entre USD 1000 y USD 2000 antes de los incentivos. Debe elegir el EVSE de Nivel 2 que recomienda el fabricante de su PEV. Está disponible un crédito fiscal federal del 30 % (hasta USD 1000) para los consumidores que adquieran equipos de suministro de combustible residenciales calificados hasta fines de 2011. Para conocer los incentivos actuales, busque en la base de datos de Leyes e Incentivos Federales y Estatales del AFCD ([www.afdc.energy.gov/lafdc/laws](http://www.afdc.energy.gov/lafdc/laws)).

El costo de instalar el EVSE de Nivel 2 varía considerablemente. Por lo general, la instalación es relativamente económica para hogares que ya cuentan con servicio eléctrico que puede adaptarse para el EVSE de Nivel 2. Sin embargo, si es necesario realizar una mejora del servicio eléctrico, el costo de instalación puede ser considerable. Consulte con la empresa de servicios públicos y



Figura 2. El conector EVSE estándar encaja en el tomacorriente estándar. Fotografía de Andrew Hudgins, NREL/PIX 17634



Figura 3. El tomacorriente estándar J1772 (derecha) puede recibir carga de un equipo de Nivel 1 o de Nivel 2. El tomacorriente de carga rápida de DC CHAdeMO (izquierda) utiliza otro tipo de conector. Fotografía de Andrew Hudgins, NREL/PIX 19558

un electricista de su confianza, y obtenga presupuestos antes de instalar el EVSE o modificar el sistema eléctrico. Consulte el recuadro en la página siguiente para ver un ejemplo de instalación de EVSE en Raleigh, Carolina del Norte.

## Cumplimiento normativo

Las instalaciones de EVSE deben cumplir con los códigos y reglamentos locales, estatales y nacionales, y la instalación, por lo general, debe realizarse con un electricista certificado. El electricista debe conocer los códigos y las normas pertinentes y consultar con el departamento local de planificación antes de instalar un EVSE. Consulte la guía del fabricante del PEV para obtener información acerca del equipo de carga necesario y conocer las especificaciones antes de adquirir equipos y servicios eléctricos.

## Ejemplo de un proceso de aprobación e instalación de un EVSE residencial: Raleigh, Carolina del Norte

Los procesos de aprobación e instalación de EVSE varían entre los estados y las municipalidades. Sin embargo, los pasos clave son similares en la mayor parte de las zonas donde se ha planificado la introducción de los PEV. Raleigh, en Carolina del Norte, es uno de los líderes nacionales en adopción de PEV. Todo su proceso de evaluación, aprobación, instalación e inspección para un proyecto de EVSE residencial sencillo puede completarse en tan solo dos días (este plazo varía considerablemente en otras zonas). A continuación, se presenta una breve descripción del proceso. Para ver más ejemplos, consulte los casos de estudio de implementación de vehículos completamente eléctricos o híbridos enchufables del AFDC ([www.afdc.energy.gov/plugin\\_case\\_studies](http://www.afdc.energy.gov/plugin_case_studies)).

### Paso 1: Conectar a los clientes con proveedores de EVSE

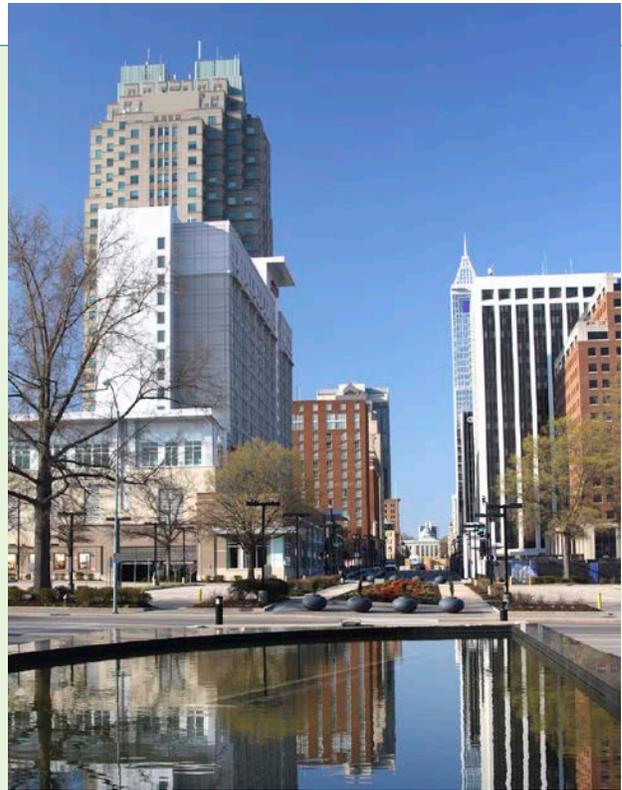
Los clientes de PEV contactan fabricantes automotrices, concesionarios o la empresa eléctrica pública, quienes pueden proporcionarles una lista de electricistas para ayudar con la instalación del EVSE. Por ejemplo, todas las compras de Nissan Leaf se realizan mediante el sitio web de Nissan Leaf. El sitio web le envía información sobre los clientes de Leaf en Raleigh al proveedor de EVSE de Nissan, AeroVironment, y AeroVironment se pone en contacto con el cliente con las opciones de EVSE. A medida que ingresen más opciones de vehículos al mercado de Raleigh, será más probable que los fabricantes de esos automóviles se asocien con los proveedores de EVSE para brindar servicios a sus clientes.

### Paso 2: Evaluar el sitio de un cliente

Los clientes de PEV pueden obtener una evaluación en su hogar de un electricista de una red de contratistas preferidos de proveedores de EVSE (como la red de AeroVironment para los clientes de Nissan Leaf) o cualquier otro electricista certificado para determinar si la capacidad de su panel eléctrico es adecuada para la instalación del EVSE. Los resultados de una encuesta realizada por la empresa de servicios públicos de Raleigh, Progress Energy, indican que podrían instalarse EVSE de Nivel 2 en la mayor parte de los hogares sin necesidad de hacer mejoras en el servicio eléctrico del hogar. De todos modos, se recomienda informar a la empresa local de servicios públicos acerca de la instalación del EVSE.

### Paso 3: Obtener un permiso

El electricista certificado o el cliente de EVSE/duño de la casa visitan uno de los dos centros de inspección de la Municipalidad de Raleigh para obtener un permiso. El proceso para solicitar y recibir un permiso demora alrededor de una hora y cuesta USD 74.



Fotografía de iStock/9350517

### Paso 4: Instalación del EVSE

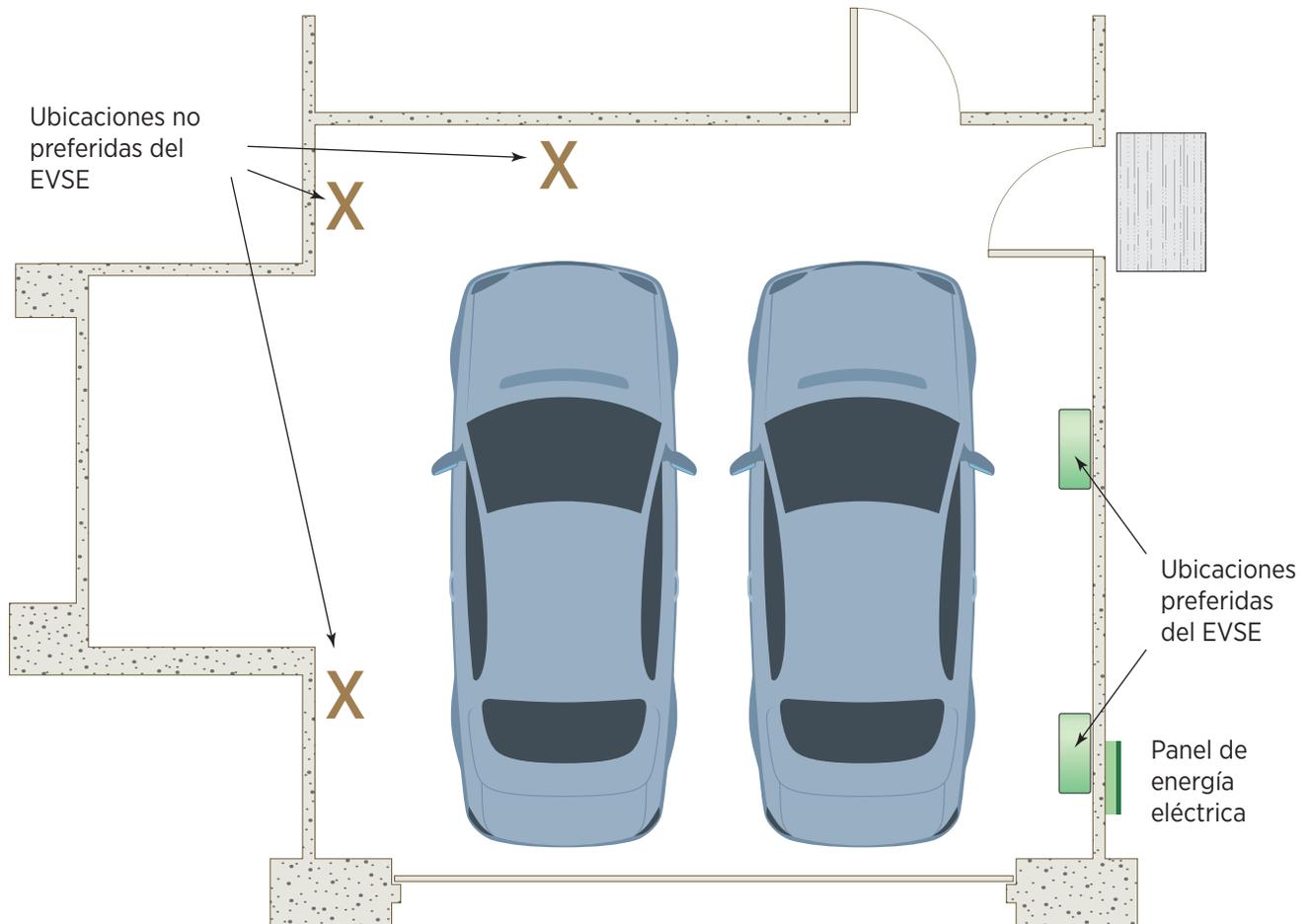
El electricista certificado o el cliente/el dueño de casa instalan el EVSE. En la rara excepción de que se necesite una mejora en el servicio público, el electricista o el cliente deben ponerse en contacto con Progress Energy para coordinar la mejora. El cliente puede autorizar a Progress Energy para que trabaje directamente con el electricista, lo cual puede agilizar el proceso.

### Paso 5: Inspeccionar la instalación

El electricista certificado o el cliente/el dueño de la casa llaman a la Municipalidad de Raleigh para programar una inspección. Si la llamada se recibe antes de las 4:00 p. m., la inspección se realiza el día siguiente. El uso del EVSE se aprueba apenas pasa la inspección.

### Paso 6: Conectarse a la red eléctrica

Progress Energy se ha desempeñado como participante activo en los esfuerzos de Raleigh en cuanto a los PEV. Mediante la planificación y el diseño de modelos, confía que la red eléctrica actual de Raleigh es capaz de administrar la demanda relacionada con EVSE en el corto plazo. Los artículos eléctricos residenciales, como los EVSE, no se miden en forma independiente, de modo que la energía utilizada para cargar un PEV simplemente se agrega a la factura de electricidad del cliente. Sin embargo, los clientes pueden optar por tarifas eléctricas por tiempo de uso en una casa completa, y esto podría fomentar la carga de PEV en horarios que no son pico.



### Seguridad y mantenimiento de EVSE residenciales

Los riesgos de seguridad de instalar y utilizar EVSE residenciales son muy pocos, parecidos a los que se relacionan con otros artículos eléctricos grandes, como secadoras de ropa. Los EVSE para hogares se instalan con frecuencia en garajes, pero la instalación y el uso en exteriores también son seguros, incluso si carga su PEV afuera cuando llueve.

El electricista debe estar familiarizado con todas las normas vigentes de seguridad de EVSE, pero también usted debe comprender los aspectos básicos de la seguridad de EVSE. Su producto de EVSE debe estar certificado para el uso en PEV por parte de un laboratorio de pruebas reconocido a nivel nacional (como Underwriters Laboratory). Puede instalar un EVSE indicado para interiores en el garaje, pero las instalaciones en exteriores deben realizarse con EVSE indicados para exteriores.

La unidad para pared del EVSE debe protegerse para no entrar en contacto con el vehículo, un tope para neumáticos puede ser útil a este fin. La unidad para pared del EVSE se debe colocar de modo que se reduzca al mínimo el riesgo de tropezarse con el cable de alimentación (Figura 4). En

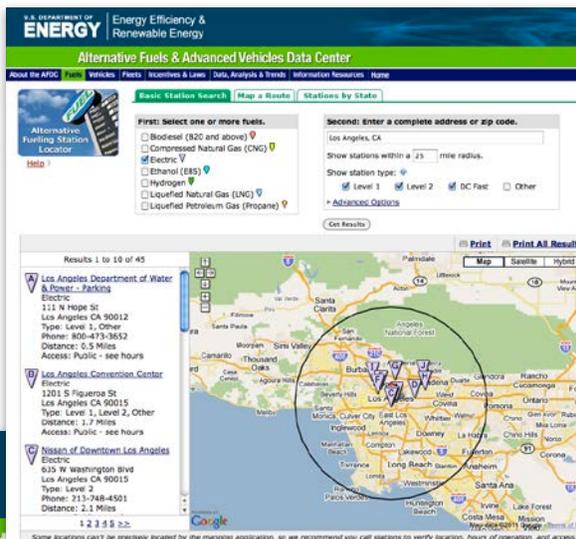
**Figura 4.** Puntos de instalación de EVSE para evitar tropezarse con el cable. Fuente: eTec (2010), *Pautas de implementación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos para las áreas metropolitanas de Portland, Salem, Corvallis y Eugene de la Interestatal 5 en Oregon*. Publicación de EV Project, [www.theevproject.com/documents.php](http://www.theevproject.com/documents.php). Ilustración de Dean Armstrong, NREL

general, esto implica quitar el cable de las áreas de paso y colocar la unidad para pared lo más cerca posible de la entrada eléctrica del vehículo. Otra opción es instalar un soporte superior que mantenga el cable a distancia del suelo. Los cables del EVSE están diseñados para soportar cierto grado de mal uso, incluso que un automóvil les pase por encima, y el flujo eléctrico se corta cuando el vehículo no se está cargando.

Regularmente, hay pocos requisitos de mantenimiento para el EVSE residencial. En general, debe guardar el cable de carga en forma segura para que no se dañe, revisar periódicamente las piezas del EVSE para ver si están desgastadas y mantener limpio el sistema. Consulte las pautas del fabricante del EVSE para conocer los requisitos específicos.

### Encontrar una estación de carga

El Localizador de estaciones de energía alternativa del AFDC ([www.afdc.energy.gov/afdc/fuels/stations.html](http://www.afdc.energy.gov/afdc/fuels/stations.html)) lo ayudará a encontrar estaciones de carga cercanas, en la ruta por la que va conduciendo o en el estado. Solo debe seleccionar “Electric” (eléctrico) de la lista de combustibles, introducir su ubicación o ruta y especificar el tipo de estación que busca. El Localizador genera un mapa de ubicaciones de estaciones y brinda información para cada estación, incluyendo el horario de funcionamiento, los números de teléfono y las instrucciones para llegar.



U.S. DEPARTMENT OF **ENERGY** | Energy Efficiency & Renewable Energy

Alternative Fuels & Advanced Vehicles Data Center

[About the AFDC](#) | [Fuels](#) | [Vehicles](#) | [Fleets](#) | [Incentives & Laws](#) | [Data, Analysis & Trends](#) | [Information Resources](#) | [Home](#)

**Basic Station Search**
Map a Route
Stations by State

**First: Select one or more fuels.**

- Biodiesel (B20 and above)
- Compressed Natural Gas (CNG)
- Electric
- Ethanol (E85)
- Hydrogen
- Liquefied Natural Gas (LNG)
- Liquefied Petroleum Gas (Propane)

**Second: Enter a complete address or zip code.**

Los Angeles, CA

Show stations within a  mile radius.

Show station type:

Level 1  
  Level 2  
  DC Fast  
  Other

[Advanced Options](#)

Get Results

Results 1 to 10 of 45

**A** [Los Angeles Department of Water & Power - Parking](#)

Electric  
111 N Hope St  
Los Angeles CA 90012  
Type: Level 1, Other  
Phone: 800-473-3652  
Distance: 0.5 Miles  
Access: Public - see hours

**B** [Los Angeles Convention Center](#)

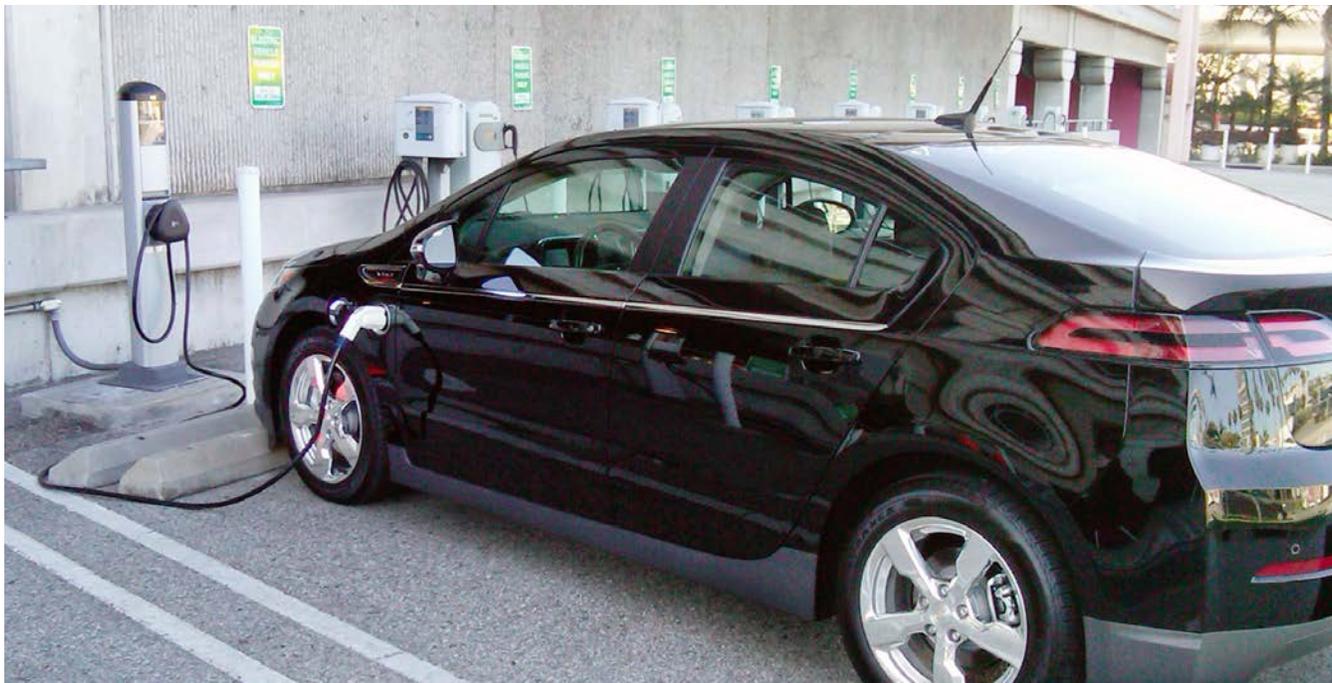
Electric  
1201 S Figueroa St  
Los Angeles CA 90015  
Type: Level 1, Level 2, Other  
Distance: 1.7 Miles  
Access: Public - see hours

**C** [Nissan of Downtown Los Angeles](#)

Electric  
635 W Washington Blvd  
Los Angeles CA 90015  
Type: Level 2  
Phone: 213-748-4501  
Distance: 2.1 Miles

1 2 3 4 5 >>

Some locations can't be precisely located by the mapping application, so we recommend you call stations to verify location, hours of operation, and access.



Un modelo Chevy Volt se carga con un EVSE público de Nivel 2 en el aeropuerto internacional de Los Ángeles. *Fotografía de Coulomb Technologies*

### Costos de electricidad de la carga

Como se analizó en la sección *Beneficios de los PEV*, los costos de combustible de los PEV son inferiores a los de los vehículos convencionales. Si la electricidad cuesta 11 centavos por kwh,<sup>3</sup> cargar un EV con un rango de 100 millas (aproximadamente 160 km) (asumiendo un reabastecimiento de 20 kwh) costará alrededor de USD 2.20 alcanzar una carga completa.

Este costo es casi igual a tener en funcionamiento un aire acondicionado central promedio durante cinco horas. General Motors calcula que el uso energético anual del Chevy Volt será de 2520 kwh, que es menos que lo que se necesita para un calentador de agua habitual o un aire acondicionado central.

Para cargar los EV y PHEV, los beneficios de estabilidad y planificación de las tarifas de electricidad doméstica ofrecen una alternativa atractiva en comparación con los medios de transporte derivados del petróleo. Consulte el informe del Laboratorio Nacional de Idaho para obtener más información: *Comparación de costos energéticos por milla para vehículos eléctricos y de gasolina* (<http://avt.inel.gov/pdf/sevlcosts.pdf>).

### Carga en lugares públicos

Las estaciones de carga públicas hacen que los PEV sean aún más prácticos. Las estaciones incrementan el rango útil de los EV y reducen la cantidad de gasolina que consumen los PHEV. Si bien la disponibilidad actual de estaciones de carga públicas es limitada, se incrementa con rapidez. Proyectos con financiamiento público y privado aceleran la implementación de estaciones públicas, muchas de ellas respaldadas por el Departamento de Energía de los

EE. UU.; para obtener más información, visite la página de implementación del AFDC ([www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/electric\\_deployment.html](http://www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/electric_deployment.html)). Para buscar estaciones de carga cercanas, visite el Localizador de estaciones de energía alternativa del AFDC ([www.afdc.energy.gov/afdc/fuels/stations.html](http://www.afdc.energy.gov/afdc/fuels/stations.html)), o acceda al Localizador con su dispositivo móvil en [www.afdc.energy.gov/afdc/locator/m/stations](http://www.afdc.energy.gov/afdc/locator/m/stations).

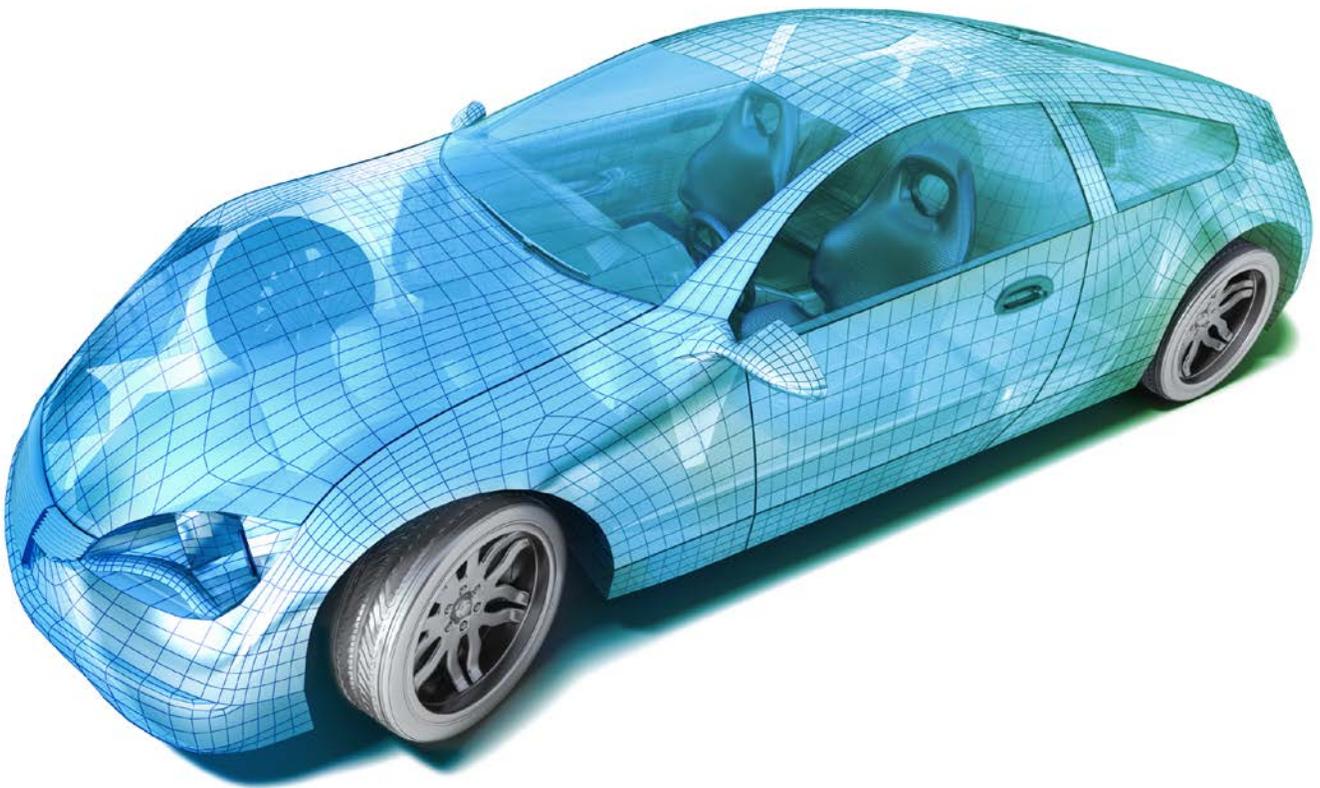
La mayor parte de las estaciones de carga públicas utilizan EVSE de Nivel 2, y se encuentran donde hay una gran concentración de vehículos, como centros comerciales, estacionamientos y garajes municipales, aeropuertos, hoteles, oficinas gubernamentales y otras empresas. Además, un EVSE en un complejo residencial multifamiliar puede funcionar de un modo muy similar a una estación de carga pública. Hoy en día, muchas estaciones de carga ofrecen cargas gratuitas para alentar a que más personas adopten los PEV. Sin embargo, la mayor parte de las estaciones públicas evolucionan hacia un sistema de pago por uso a medida que los PEV se vuelven más populares. Se están tomando en consideración varios modelos de pago, todos diseñados para hacer que pagar por las cargas sea más fácil que pagar por estacionar. Podría pagar pasando su tarjeta de crédito, introducir un número de cuenta para cargas o incluso insertar monedas o billetes para cargar su PEV. En muchos casos, es posible que solo deba hacer un solo pago para cargar y estacionar.

<sup>3</sup> El precio promedio de la electricidad residencial en los EE. UU. es alrededor de 11 centavos por kwh. Consulte la Administración de Información Energética de EE. UU. (2011): *Perspectiva Energética Anual de 2011*. [www.eia.gov/forecasts/aeo](http://www.eia.gov/forecasts/aeo), con acceso en abril de 2011.

## Elija eléctrico

---

Ahora ya conoce los aspectos básicos de los PEV que lo ayudarán a decidir si la compra de uno de estos vehículos es adecuada para usted. En tiempos de volatilidad en los precios del petróleo y cada vez más inquietudes ambientales, los PEV son una solución de transporte accesible y práctica. Asimismo, la cantidad de modelos de PEV disponibles y la red de estaciones de carga pública están en rápida expansión, lo cual hace de los PEV una mejor opción cada día. Para mantenerse al tanto de todos los nuevos desarrollos, visite el AFDC ([www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/electric.html](http://www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/electric.html)) y FuelEconomy.gov ([www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov)).



U.S. DEPARTMENT OF  
**ENERGY**

---

Energy Efficiency &  
Renewable Energy

Centro de información EERE  
1-877-EERE-INFO (1-877-337-3463)  
[www.eere.energy.gov/informationcenter](http://www.eere.energy.gov/informationcenter)

Preparado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), un laboratorio nacional del Departamento de Energía de los Estados Unidos, Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable. NREL es dirigido por Alliance for Sustainable Energy, LLC.

DOE/GO-102015-4740 • Agosto de 2015

*Fotografías de la portada de izquierda a derecha de:  
Pat Corkery, NREL/PIX 18182; George Beard, Portland  
State University, NREL/PIX 18563; y Keith Wipke,  
NREL/PIX 19559*



U.S. Department of Energy