

El futuro de los coches eléctricos se juega en los próximos años y las baterías son el problema clave



Los 'atascos fantasma': tu peor pesadilla sobre el asfalto

El crecimiento del coche eléctrico tiene una serie de problemas. Y uno de ellos son las baterías. A pesar de las fuertes inversiones del sector, la capacidad de producción de baterías para coches eléctricos no sería suficiente para atender la demanda según declaraciones de varios fabricantes como Volkswagen, Renault o Jaguar.

El Dr Ralf Speth, de Jaguar Land Rover, ha comentado que "tenemos una gran demanda, pero estamos limitados por la provisión de baterías. Toda la industria de coches eléctricos tiene este problema y se mantendrá así durante 2 o 3 años.". Una postura compartida por Ulrich Eichhorn, director de I+D del grupo Volkswagen, que en 2017 aseguraba que "la industria necesitará añadir una capacidad de producción de baterías equivalente a 40 Giga factorías de Tesla", algo que según las previsiones del propio fabricante no se alcanzará hasta 2025.

¿Cuántas baterías de ion-litio se están produciendo?

La electrificación de los vehículos supone no solo una revolución en la movilidad; implica una revolución en ingeniería: mecánica, electrónica, informática... Forman un todo que debe encontrar la forma de que el peso, la aerodinámica, las prestaciones, la potencia, la aceleración y la frenada así como la gestión energética eficiente interactúen adecuadamente.

Por otro lado, la creciente demanda de coches eléctricos está 'arrastrando' a los fabricantes y proveedores a un importante escenario: el del aprovisionamiento de los materiales necesarios para desarrollar las baterías que mueven estos vehículos.

Las ventas en Europa de coches eléctricos han crecido un 31% en 2018, según datos del European Alternative Fuels Observatory. Sin embargo, han surgido tensiones con los proveedores de baterías.

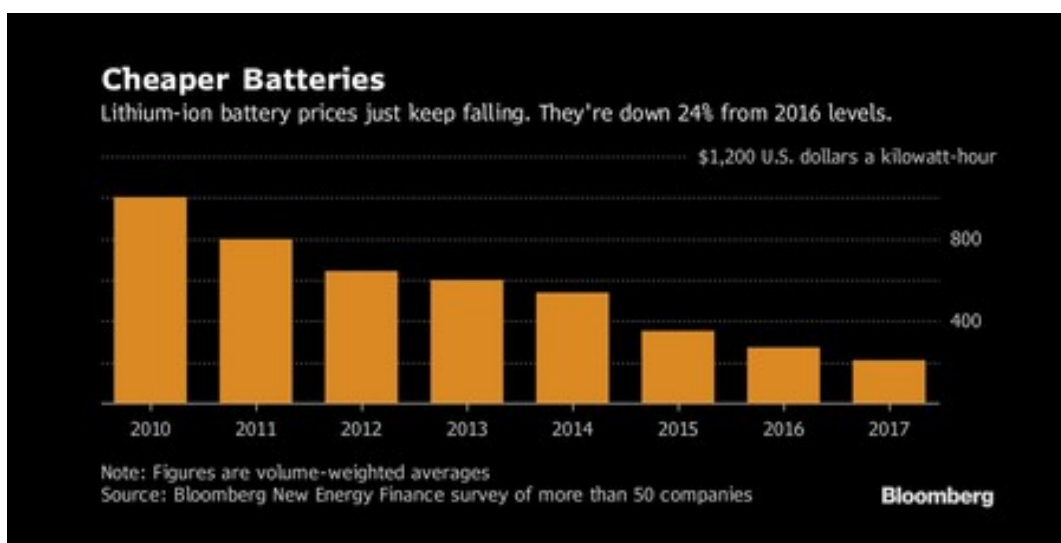
LG Chem, es el fabricante de baterías con el que trabajan marcas como Volkswagen y Renault. Cuando se inició la planta de LG Chem en Polonia, la capacidad a principios de 2018 era de 100.000 vehículos eléctricos. Esto acabó suponiendo el doble del plan inicial de 2015, cuando la fábrica se anunció. Pero no termina aquí, ya que LG Chem ha anunciado que invertirá 500 millones extra para aumentar la producción hasta los 300.000 vehículos al año. Un aumento que pretenden tenerlo listo en 2021.

Por el momento, China tiene la mayor capacidad de producción de este tipo de baterías. Un mercado dominado por Panasonic, LG y Samsung. Fabricantes como Nissan o Tesla han construido sus propias fábricas y en el caso de esta última, en un solo trimestre de 2018 produjeron más que en todo 2016.

Battery provider	Battery sales to top 10 EV companies (MWh)
Panasonic / Tesla	14,890
BYD	7,360
LG Chem	5,340
CATL	4,610
Samsung SDI	3,510
AESC*	2,640

El número de modelos ha pasado de 79 en 2015, a unos 200 en la actualidad y se espera que alcance los 300 en 2022. “Hemos estado asistiendo a un aumento significativo en la capacidad de fabricación de baterías en los últimos años, y un incremento considerable de la inversión, a esa misma escala.

Paralelamente, la demanda de los componentes necesarios para la fabricación de baterías de Litio-Ion (electrodos, electrolitos) también aumentará, desde unas 700.000 toneladas en 2018 hasta los 10 millones de toneladas en 2030.



La materia prima está afectando al coste de producción

El coste de las baterías de iones-litio ha ido disminuyendo pero para fabricarlas se necesitan materiales como el litio o el cobalto, cuyas reservas son limitadas y están alcanzando precios desorbitados. Según datos del FMI, el precio del carbonato de litio aumentó en más del 30 % en 2017, mientras que el cobalto ha aumentado en un 150 % entre septiembre de 2016 y julio de 2018.

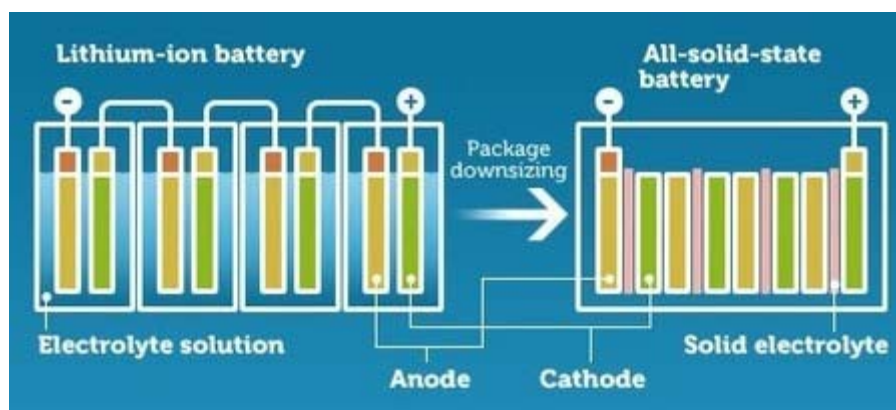
El cobalto marcando máximos históricos ha llevado a que los fabricantes estén apostando por otras alternativas. Tesla defiende la tecnología níquel-cobalto-aluminio que requiere menos de un tercio del cobalto, mientras que fabricantes como BMW están invirtiendo en centros para fabricar celdas de batería con el objetivo de controlar toda la cadena de valor y la selección de materiales.

Por todo ello los científicos buscan alternativas que multipliquen la vida útil y el rendimiento de las baterías: litio-azufre, calcio, de estado sólido, grafeno... el número de alternativas no para de crecer y las previsiones son prometedoras.

Si un día el coche eléctrico quiere suplantar al coche de motor térmico como medio de transporte, las baterías deben ofrecer mayor autonomía, mayor estabilidad e incluso seguridad. Y es algo que se podría conseguir con las llamadas baterías de estado sólido: prometen mejor densidad energética, mayor vida útil y sobre todo más seguridad, pero aún no se ha conseguido su desarrollo ni a gran escala ni a un precio competitivo.

La batería de estado sólido es una evolución de la batería de iones de litio y debemos su principal desarrollo a John B. Goodenough, el considerado padre de la batería de iones de litio, de la Universidad de Austin (Texas). Y a sus 94 años, sigue al frente de un equipo de desarrollo para que las baterías de estado sólido sean una realidad práctica. Pero para entender cómo funciona una batería de estado sólido, debemos primero recordar cómo funciona una de iones de litio.

Una batería de iones de litio se compone de dos electrodos de metal, o de material compuesto, un electrodo es el cátodo y el otro el ánodo, inmersos en un líquido conductor, el electrolito. El conjunto es lo que se llama celda. Y la combinación de varias celdas forma la batería. La batería emplea como electrolito una sal de litio que consigue los iones necesarios para la reacción química reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo.



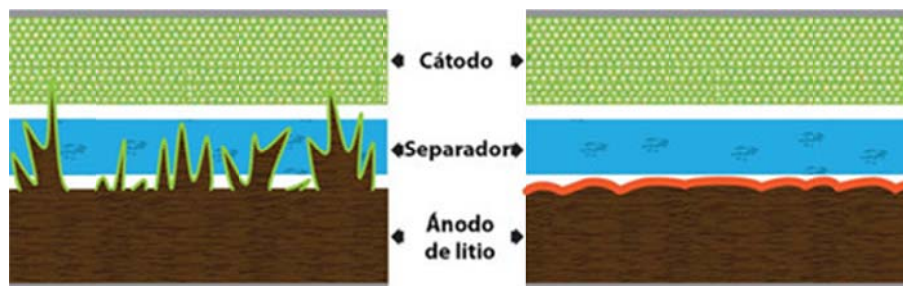
Batería de iones de litio (izquierda) vs batería de estado sólido (derecha).

Cuando la batería está cargada y se le conecta un aparato para alimentar, por ejemplo cuando ponemos en marcha el coche, el circuito eléctrico del conjunto se cierra. Esto activa una reacción química que provoca la circulación de partículas ionizadas de un electrodo a otro, arrastrando la producción de electrones a los bornes de la batería, es decir, “liberando” la energía. Y si luego se conecta un cargador a los bornes de la batería, se produce un proceso químico inverso: las partículas circulan en la otra dirección y la batería se recarga.

Una batería de estado sólido funciona con el mismo principio que una de iones de litio, la principal diferencia está en el electrolito. En el primer caso es un líquido y en el segundo un material sólido. En las investigaciones del equipo de John Goodenough se usa un electrolito de cristal que facilitaría su fabricación en serie, pero hay otros equipos trabajando con otro tipo de materiales, como nano hilos de oro envueltos en manganeso inmersos a su vez en un gel.

En teoría, la batería de estado sólido sería la panacea para el auge del coche eléctrico. Toyota se niega a fabricar un coche eléctrico porque considera que en el estado actual de la tecnología, no pueden cumplir con las necesidades de los automovilistas. Es decir, su autonomía es muy limitada y el tiempo necesario para su recarga exageradamente largo. Para Toyota son dos escollos que hacen inviable en la actualidad un coche eléctrico. Sin embargo, un coche equipado con baterías de estado sólido se puede eliminar esos dos puntos débiles.

En las baterías de iones de litio, con el tiempo, es decir con los ciclos de vida, carga y descarga, el litio líquido se va solidificando comiendo de paso el separador entre el ánodo y el cátodo creando dendritas (o cavidades). Esas dendritas van a provocar una caída de las prestaciones de la batería y en los casos extremos provocar un sobrecalentamiento, un corto circuito e incluso una explosión.



Así se deteriora una batería de iones de litio con el tiempo.
(Fuente: SLAC National Accelerator Laboratory Stanford, California, USA)

El equipo de John Goodenough usa un electrolito sólido de cristal, el lugar del líquido. El electrolito de cristal permite usar un ánodo de metal alcalino (en el lado negativo) lo que incrementa la densidad de carga de la batería -puede almacenar más energía que una de iones de litio de mismo tamaño- y previene la formación de dendritas. Además, el cristal permite que la batería pueda funcionar incluso con temperaturas ambientales de -20°C .

Así, una batería de estado sólido aporta más autonomía, tiempo de recarga muy corto y seguridad. Una batería de estado sólido puede almacenar tres

veces más energía que una batería de iones de litio y se recarga en menos de una hora, según el equipo de John Goodenough.

Además, debido al estado sólido es también más segura, pues en accidente no se incendiaría -como sí ocurre con las de iones de litio- y además previene la formación de dendritas, alargando notablemente su vida útil y su seguridad. Además, el uso de un electrolito a base de cristal facilitaría la fabricación en serie de estas baterías, y por ende ayudaría a rebajar su coste.

En los inicios de esta investigación, se podía pensar que aún se tardarían varias décadas para ver una aplicación práctica en el comercio de estas baterías. Sin embargo, ya son muchos los fabricantes que van depositando patentes relacionadas con las baterías de estado sólido.

Toyota, por su parte, avanza la fecha de 2022 para el primer coche eléctrico con batería de estado sólido. Si este tipo de batería cumple con sus promesas -autonomía, carga rápida, seguridad, bajo coste- el automóvil eléctrico se impondrá.

Qué inversiones están en marcha para afrontar la demanda durante los próximos años

Según los datos de UBS Group AG, el mercado actual de baterías para coches eléctricos está valorado en 23.000 millones de dólares, pero esperan que para 2025 aumente hasta los 84.000 millones de dólares.

Según los datos de Bloomberg para 2018, la capacidad de manufacturación total de baterías de Litio-Ion es de aproximadamente 131 GWh al año, pero basándose en las fábricas anunciadas y las que están en construcción, en 2021 se dará un salto hasta los 400GWh, con el 73% de la producción global concentrada en China. Pero este salto no serviría, ya que según el mismo informe de Bloomberg, para 2030 se espera que la demanda sea superior a los 1.500 GWh.

El problema que se enfrentan los fabricantes de coches eléctricos es que hay varias grandes giga factorías en construcción previstas para los próximos años.



Factorías de Nissan, LG Chem, Tesla y Panasonic.

Amperex Technology: CATL, el fabricante de baterías más grande de China está construyendo en el sur del país una fábrica de 24GWh, prevista para 2020 y que aumentaría la producción total de la compañía hasta los 88GWh al año. Otro gran fabricante como es BYD tendrá en 2019 una fábrica de 24GWh en Qinghai, aunque la capacidad de producción por el momento se quedará en unos 10GWh este año.

Desde Europa, para afrontar la demanda mundial de celdas de baterías Alemania ha reservado un fondo de 1.000 millones de euros de aquí a 2022 para impulsar el desarrollo de celdas de baterías, mientras, Francia también ha explicado que invertirá hasta 700 millones de euros durante los próximos cinco años para reducir la dependencia asiática.

El mercado europeo no quiere quedarse atrás y tenemos iniciativas recientes como la del Grupo Volkswagen quien se ha unido al fabricante sueco de baterías Northvolt para crear la 'Unión Europea de Baterías'. Unas baterías que, harían bien en centrarse en la denominada era post-litio.

Europa se ha embarcado en un proyecto a través del cual pretende desarrollar un SUV con 1.000 km de autonomía entre cargas. Se trata de un proyecto coordinado por Austria y con un presupuesto de casi siete millones de euros cuyo objetivo es desarrollar componentes eléctricos para conseguir recorridos diarios de 1.000 km 'del tirón' de aquí a 2021. Esto, unido a un sistema de recarga rápida que permita recuperar toda la autonomía en menos de 90 minutos.

Por el momento, importantes fabricantes norteamericanos como General Motors o Ford todavía no han presentado su estrategia respecto al coche eléctrico. Fabricantes surcoreanos como Hyundai o Kia no están incrementando su producción y en Europa hasta 2020 no llegarán varios modelos de coches eléctricos. El mercado está de momento a la expectativa y los fabricantes están viendo cómo adaptarse a la limitada producción de baterías para coches eléctricos.

El reciclaje de baterías, una pieza fundamental en el rompecabezas

El otro gran elemento de este puzzle es el reciclaje: debemos sentar las bases para posibilitar una gestión de las baterías al final de su vida útil, reciclando sus componentes, recuperando materiales y volviéndolos a alimentar en el ciclo. "Esto tiene no solo una fuerte componente tecnológica, sino también regulatoria y legislativa".

Umicore, una empresa multinacional de tecnología de materiales con sede en Bruselas, Bélgica y el mayor reciclador a nivel mundial de metales preciosos, es buen ejemplo de esta esfera.

Su alianza con Audi espera conseguir que los materiales particularmente valiosos de las baterías puedan estar disponibles en un banco de materias primas a través del denominado ciclo cerrado. De esta forma, se podrán utilizar de nuevo.

Lo cierto es que cada vez son más los fabricantes que exploran la esfera del reciclado de baterías. En Japón, los propietarios de un Nissan LEAF pueden acceder a un programa de baterías recicladas a través del cual pueden comprar una batería de 24 kWh por 2.800 dólares aproximadamente, mientras que una batería nueva alcanza la cifra de más de 6.000 dólares, según datos de Nissan.

También Toyota ha desarrollado su 'Sistema de Baterías de Almacenamiento' que permitirá tanto reutilizar las baterías de vehículos eléctricos para generar y suministrar energía eléctrica, así como para reciclarlas, mientras que nuevas técnicas mineras centenarias permitirán reciclar las baterías de los coches eléctricos de la forma más barata.

Cargar baterías en pocos minutos puede que no sea tan buena idea

¿Y qué ocurre con las promesas de cargar una batería en el mismo tiempo que tardamos en llenar el depósito de combustible? ¿Son realistas? La carga muy rápida debería ser siempre un recurso a utilizar durante de una emergencia y no el 'modus operandi' normal, porque ello disminuiría la vida útil:

"La vida útil cambiará en función de lo "exigentes" que sean los ciclos de carga o descarga, cuanto más rápidos, más rápido envejecerá, y cuanto mayor sea la temperatura de operación también".

"En cualquier caso, la carga muy rápida debería ser siempre un recurso a utilizar ante una emergencia y no el modus operandi normal, porque ello disminuiría la vida útil".

El objetivo es que las baterías no pierdan más de un 20 % de su capacidad en la vida útil del vehículo, unos 15 años. De momento se está trabajando en ello pero no se han hecho ensayos sobre el terreno en condiciones reales, sino ensayos acelerados a nivel de laboratorio.

En cuanto al concepto de autonomía, debemos de entender la relación proporcional entre autonomía y tamaño: cuanto más autonomía, la batería será de mayor tamaño y también pesará más.



Tiempos de recarga



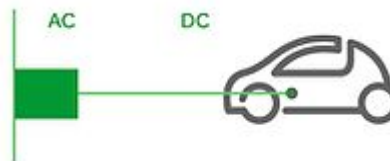
Modo 1: Fijo, enchufe no dedicado



Modo 2: Enchufe no dedicado con dispositivo de protección de cable incorporado



Modo 3: Fijo, enchufe-circuito dedicado



Modo 4: Conexión corriente continua

Una estación de carga relativamente sencilla y lenta, con 3,6 kilovatios de potencia (lo que equivale a 230 voltios a 16amperios) requiere varias horas para recargar completamente un vehículo eléctrico. Por ejemplo, el Nissan Leaf, con una batería de 24 kilovatios-hora tardará aproximadamente 7 horas en recargar, lo que puede hacerse en el garaje del usuario, incluso utilizando la tarifa nocturna, o cuando el mismo está en el lugar de trabajo.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la mayoría de los usuarios recargarán todos los días, por lo que raramente necesitarán recargar totalmente la batería. Así pues, 3,6 kilovatios de carga pueden ser suficientes para recargar un vehículo aparcado en el hogar o el trabajo, pero nunca para “repostar” en medio de un viaje.

Salvando las limitaciones impuestas por la gestión electrónica de la potencia de recarga y de la química de la batería, la mayor potencia de recarga de una estación puede reducir estos tiempos de manera significativa. Actualmente empresas en todo el mundo están desarrollando sistemas en base al estándar internacional IEC 62196, desarrollado por la International Electrotechnical Commission (IEC), que permite usar los siguientes tipos de enchufes:

- Chademo, “Charge de move” (carga para moverse), es un estándar de carga rápida que puede suministrar hasta 62,5 kW (500 V DC, 125 A).
- VDE-AR-E 2623-2-2, desarrollado en Alemania por la empresa Mennekes proporciona hasta 43,5 kW (400V, 63A, de tres fases) y grado de estanqueidad IPXXB.
- El conector SAE J1772-2009, que puede suministrar 16,8 kW (240V, 70A).
- Serie LIBERA, desarrollado por la compañía SCAME que proporciona hasta 32A en tres fases y grado de estanqueidad IPXXD.

Este último sistema de recarga rápida reduce el tiempo de recarga del Nissan Leaf, cargando las baterías al 80% en aproximadamente 30 minutos (porcentaje máximo que es el ideal para la máxima longevidad de las baterías) y al 50% en 15 minutos.

Pero estos sistemas deben seguir desarrollándose, ya que es comúnmente aceptado en la industria que para que un usuario medio pueda aceptar realizar un repostaje en mitad de un trayecto éste debe poder realizarse en menos de 10 minutos, son los llamados “sistemas de recarga rápida”.

Aspectos técnicos

Una consecuencia directa de la implementación de estaciones de recarga rápida es la necesidad de una infraestructura eléctrica capaz de suministrar las potencias demandadas ya que la carga rápida requiere un servicio eléctrico de tipo industrial.

El ejemplo siguiente ilustra las necesidades de potencia para un vehículo eléctrico tipo:

- Batería del vehículo: 50 kWh
- Eficiencia del cargador: 100%
- Tiempo de recarga: 10 min (carga rápida)
- % de recarga: 70% (del 10% al 80%)

Con estos datos, la potencia requerida por la red es de $(0,7 \times 50) / (10 / 60) = 210$ kW.

A modo de comparación, se estima que la potencia media contratada por hogar en España es de 4,4 kW, por lo que 210 kW equivalen a la potencia de unos 50 hogares.

Una estación de carga, diseñada para la carga rápida de varios vehículos a la vez, similar a las estaciones de servicio de hidrocarburos actuales, puede requerir picos de potencia del orden de varios megavatios, salvo que la estación use baterías para almacenar la electricidad que recibe de forma lenta para transferirla a los vehículos de forma rápida.

En la práctica, la eficiencia energética de una carga rápida de menos de diez minutos es probable que se reduzca significativamente debido a las pérdidas resistivas o pérdidas óhmicas causadas por las altas corrientes requeridas en el interior del vehículo. La energía perdida se convierte directamente en calor, lo que podría perjudicar a la propia batería y a los equipos electrónicos del

vehículo por lo que sería necesaria una potencia eléctrica adicional para refrigerar el equipo. El más que probable futuro aumento de la capacidad de las baterías requerirá un aumento de la potencia de carga, de la corriente y de las pérdidas en forma de calor de forma lineal por lo que la carga rápida requerirá nuevas innovaciones conforme se desarrollen vehículos con mayor autonomía.

Las altas potencias requeridas por los sistemas de recarga rápida también pueden suponer un problema para la red eléctrica pudiendo provocar bajadas de tensión o incluso apagones durante las horas punta si demasiados vehículos deciden cargar al mismo tiempo. Para tratar de optimizar la red se puede incentivar la recarga de vehículos en horas valle mediante tarifas eléctricas reducidas. Otra solución es el empleo de sistemas de almacenamiento de energía que permitan reducir la diferencia entre la demanda de la estación de recarga y la red eléctrica, aunque esto supondría una reducción de la eficiencia del sistema debido a las inevitables pérdidas de carga.

Comunicación Vehicle-to-grid (V2G)

La recarga de las baterías de los vehículos eléctricos suponen una gran carga para las redes eléctricas por lo que se hace necesario que, para mitigar esta carga, se trasladen estas demandas a las horas valle de consumo. Con el fin de poder programar estas recargas, ya sea la estación de recarga o el vehículo, deben comunicarse con la “red inteligente”. Estos sistemas, denominados Vehicle-to-grid (V2G) permitirán a los vehículos recargar en horas valle y vender la electricidad a la red en horas punta.



Estandarización en Europa

El 29 de junio de 2010 las organizaciones de normalización europea, CEN, CENELEC y ETSI recibieron el mandato M-468 de la Comisión Europea para que elaboraran un sistema común de carga para el vehículo eléctrico.

A raíz de este mandato se formó un grupo de trabajo con los siguientes objetivos:

- Asegurar la interoperabilidad entre los cargadores y la red en los países miembros.
- Asegurar la interoperabilidad entre los cargadores y los vehículos.
- Considerar las posibilidades de carga inteligente de los vehículos eléctricos (V2G)
- Garantizar la seguridad para el usuario y la compatibilidad electromagnética.

Como fruto del mandato se publicó un Informe. El estándar de recarga es el EN 61851, "Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos" y la ITC BT 52 basada en la Directiva Europea 2014/94/UE.

Sobre la base de dicho estándar se han establecido dos tipos de sistema de recarga de baterías para vehículos eléctricos en zonas de acceso público, la rápida o semirrápida. El sistema de carga semirrápida es aquel con una potencia igual o superior a 15 kW, e inferior a 40 kW y el de carga rápida, aquel con una potencia igual o superior a 40 kW.

El OCPP es un protocolo que permite la interoperabilidad de estaciones y la red de gestión. En España, las distribuidoras de electricidad, están invirtiendo en mejorar la red de estaciones de carga que hay a lo largo de las principales carreteras.

La carga inalámbrica de vehículos eléctricos

En inglés, *Wireless Electric Vehicle Charging*- WEVC), cuenta con dos tipos principales de sistemas:

- Sistemas **estáticos** o estacionarios: se utilizaría mientras el vehículo está estacionado, tanto en casa, como en la vía pública. La tecnología WEVC utiliza la resonancia magnética para acoplar la energía desde una Unidad de Carga Base (*Base Charging Unit* - BCU) a una Unidad de Carga del Vehículo (*Vehicle Charging Unit* - VCU). La energía se transfiere por medio de acoplamiento magnético y se utiliza para cargar las baterías del coche. Las comunicaciones entre el VCU y BCU aseguran un impacto mínimo en la red eléctrica.

Actualmente compañías como Toyota en colaboración con WiTricity pretenden implementar este tipo de sistemas de carga a vehículos eléctricos no sólo en el hogar, sino también en vías públicas. Por otro lado, Bosch ha llegado a un acuerdo con Evatran para ofrecer un

sistema, denominado Plugless L2, que es compatible con los dos modelos más populares en estos momentos, tanto Chevrolet Volt como Nissan Leaf, además de en Rolls Royce Phantom 102EX y Citroën C1. El sistema carga el vehículo eléctrico tan rápido como una estación enchufable Nivel 2 (240V) – aproximadamente 8 horas para el Nissan LEAF y 3 para el Chevrolet Volt.

<https://www.youtube.com/watch?v=uv0IfLs94NQ>



- Sistemas **dinámicos**: tienen por objetivo de cargar un vehículo mientras éste está en movimiento, como sucede con el la versión dinámica de Qualcomm Halo.

