



**BOSCH**

Innovación para tu vida



# Migrando <sup>hacia</sup> la **movilidad eléctrica urbana**



# Contenido

Bosch en cifras

Pág. 4

Estrategia e Innovación

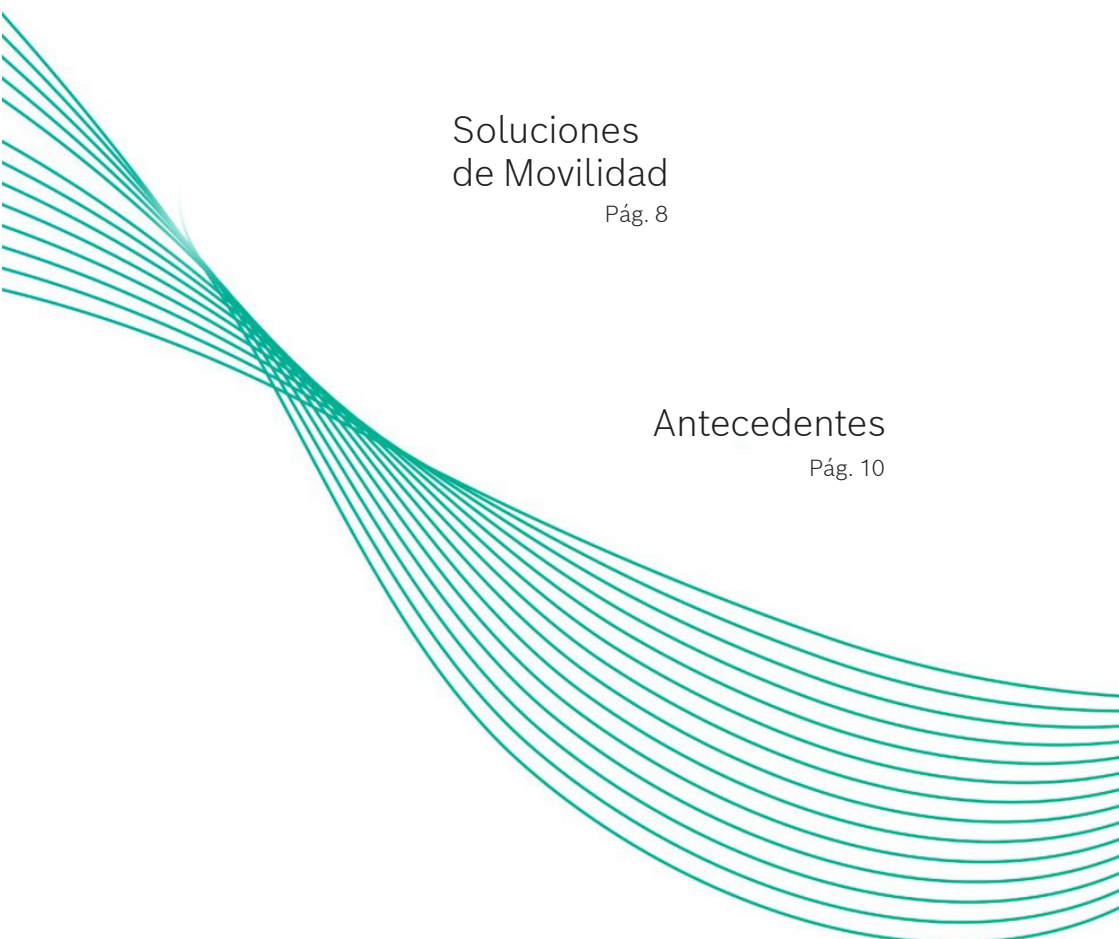
Pág. 6

Soluciones  
de Movilidad

Pág. 8

Antecedentes

Pág. 10



## Prospectiva

Pág. 34



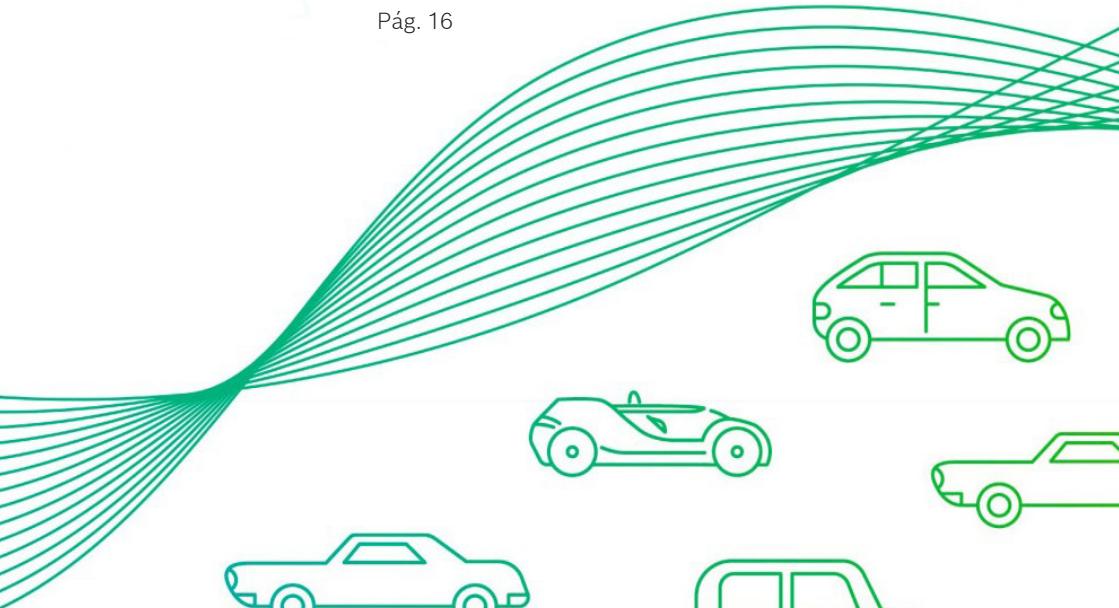
## Tipos de vehículos y Estrategias de operación

Pág. 24



## Componentes

Pág. 16



72,600  
Asociados en I+D  
en el mundo

# Bosch en cifras

2.9

mil millones de euros  
EBIT en 2019





Aproximadamente **400,000**  
asociados en el mundo

# 77.7

miles de millones  
de euros en  
ventas en 2019

Alrededor de **440**  
subsidiarias y empresas  
regionales en más de  
60 países

# 6.1

miles de millones de euros  
invertidos en investigación y  
desarrollo

# Estrategia e innovación



Nuestra visión:  
Movilidad sustentable,  
segura, y emocionante

En términos estratégicos, nuestro enfoque en la esfera de la movilidad se centra en nuestro papel como proveedor de componentes y subsistemas automotrices, así como en el negocio del ciclo de la movilidad en el que participan los operadores de parques vehiculares y de plataformas de movilidad.

Queremos usar soluciones conectadas, inteligentes para hacer la vida más fácil, eficiente y segura para tantas personas como sea posible. Vemos como una ventaja nuestra posición en diferentes mercados e industrias que nos permite tener un conocimiento muy amplio.



Nuestro objetivo es convertirnos en una de las empresas líderes mundiales en Internet de las Cosas (IoT). El IoT está facilitando el desarrollo de productos innovadores y conectados y abriendo nuevas oportunidades de negocio en los servicios digitales.



Nuestros sectores de negocio están desarrollando una amplia gama de soluciones basadas en productos conectados. Van desde la movilidad y los procesos de fabricación y logística hasta los hogares inteligentes y las aplicaciones agrícolas.

Los objetivos de acción climática, los cambios en las preferencias de los usuarios y las nuevas oportunidades tecnológicas darán lugar a un cambio fundamental en la movilidad. Como uno de los principales innovadores, queremos desempeñar un papel importante en la evolución de este cambio hacia formas alternativas de movilidad e impulsar el cambio en la industria automotriz.



Queremos posicionar a Bosch como proveedor líder en importantes áreas orientadas al futuro como la electromovilidad, la conducción automatizada, la electrónica y los servicios para la movilidad en red, e impulsar la expansión de campos de negocio como eBike, Vehículos de dos ruedas y deportes motorizados además de vehículos comerciales y todoterreno.

Hemos ampliado nuestra experiencia en las áreas de desarrollo de software y conectividad de productos desde hace algún tiempo. Ahora tenemos nuestra propia nube y una plataforma de IoT (Bosch Cloud IoT y Bosch IoT Suite), y seguimos una estrategia de nube híbrida de código abierto. En otras palabras, trabajamos con muchos proveedores y socios. También hemos establecido la opción de inicio de sesión único, lo que significa que los usuarios de Bosch sólo tienen que iniciar sesión una vez para acceder a los servicios de todas las divisiones.



Nuestro objetivo es una IA segura, robusta y comprensible. Con este fin, hemos adoptado nuestro propio Código de IA como una guía ética.

Nuestro objetivo es forjarnos una posición de liderazgo en el campo de la IA, utilizandola tanto en nuestros productos como en su desarrollo y fabricación.

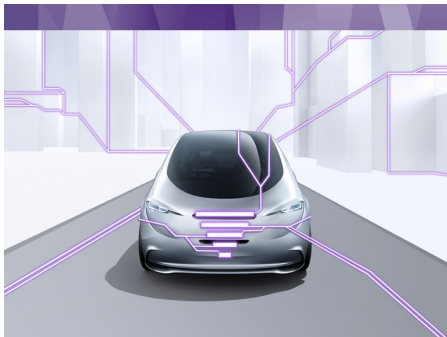
# Soluciones de Movilidad

Mobility Solutions es la división más grande del Grupo Bosch y contribuye con el 60% de las ventas totales. Esto convierte a Bosch en uno de los principales proveedores de la industria automotriz. La división de Soluciones de Movilidad se propone alcanzar la meta de una movilidad segura, sustentable e inspiradora para el futuro y agrupa sus competencias en los ámbitos de la personalización, la automatización, la electrificación y la creación de redes.

Desde el punto de vista estratégico, la división se centra en su papel de proveedor de componentes de tecnología automovilística y subsistemas, así como en el negocio del ciclo de vida de la movilidad con operadores de flotillas vehiculares y plataformas de movilidad. Como proveedor de ingeniería automotriz, la división ofrece a sus clientes soluciones de movilidad integradas en las siguientes áreas clave de negocio: Tecnología de inyección y unidades auxiliares para motores de combustión interna, así como una amplia gama de soluciones para la electrificación de la cadena cinemática, sistemas de seguridad de los vehículos, funciones de asistencia y automatización, tecnología para el infoentretenimiento de fácil manejo y la comunicación entre vehículos, conceptos de taller, además de tecnología y servicios para el sector automovilístico.

El concepto de ciclo de vida de la movilidad incluye productos y servicios adicionales para los operadores de flotillas, tales como la adquisición regular de datos y actualizaciones de software in situ (actualizaciones por aire) o sistemas inteligentes de carga de baterías. El 1 de enero de 2020, la anterior área de productos de Sistemas eBike se reorganizó como una unidad de negocio perteneciente a la división de Soluciones de Movilidad. La división también incluye actividades en vehículos de dos ruedas, vehículos comerciales y vehículos todoterreno y servicios de ingeniería.

[bosch-mobility-solutions.com](https://www.bosch-mobility-solutions.com)



Soluciones para el tren motriz  
 Control de sistemas de chasis  
 Unidades eléctricas  
 Tecnología multimedia  
 Electrónica automotriz  
 Automotriz mercado de repuesto  
 Dirección automotriz  
 Soluciones de movilidad conectadas  
 Sistemas eBike de Bosch<sup>1</sup>

Otras actividades:  
 Bosch Engineering GmbH  
 ETAS GmbH  
 ITK Engineering GmbH  
 Dos ruedas y deportes motorizados

<sup>1</sup>. Nuevo desde 1 de enero de 2020

# Antecedentes

Cuando hablamos de la historia de la movilidad eléctrica, por un lado, se tiene la historia de las baterías, y por otro lado la historia de la electromovilidad en sí. Es importante entender ambas, ya que las nuevas baterías son las que han dado una segunda vida a la electromovilidad y continuarán definiendo su futuro.

## Historia de las baterías

El invento de la primera batería se le atribuye a Alessandro Volta en el año de 1800. A su descubrimiento le antecede la observación de Luigi Galvani en 1780, que al llevar a cabo la disección de una rana muerta y tocar uno de sus músculos con utensilios de dos metales diferentes, el musculo se contraía.

La pila de Alessandro Volta estaba compuesta por discos de zinc y cobre, y permitió realizar toda una serie de experimentos que permitieron desarrollar todo el conocimiento que hoy tenemos de electricidad y el magnetismo.

Desde entonces se han ido generando muchos nuevos tipos de baterías, pero todas generan electricidad a partir de energía química que puede liberarse mediante un intercambio de electrones entre sus electrodos. Todas contienen los siguientes elementos básicos:

1. Ánodo (polo negativo, electrodo que se oxida / expulsa electrones)
2. Cátodo (polo positivo, electrodo que se reduce / atrae electrones)
3. Electrolito

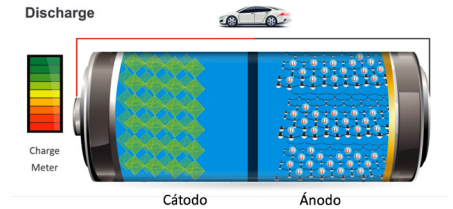
Los electrones expulsados viajan del ánodo al cátodo a través del circuito eléctrico al que la batería se conecta, generando una corriente eléctrica. No pueden moverse por dentro de la batería, por lo que la reacción sólo puede llevarse a cabo si la batería está conectada al circuito eléctrico.

Los iones positivos si pueden viajar hacia el cátodo por dentro de la batería, donde reaccionan químicamente, generando compuestos con un nivel energético menor al original.



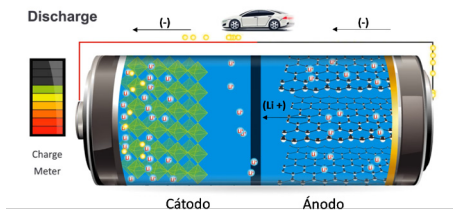
### Batería totalmente cargada

El litio se encuentra en el ánodo acomodado dentro de la estructura del grafito en un estado inestable de alta energía potencial.



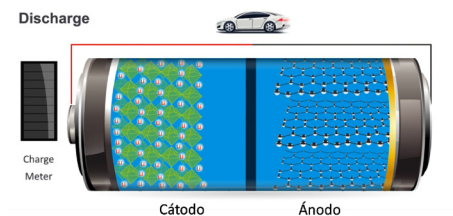
### Batería conectada a circuito

El litio que se encuentra en el ánodo, se libera de sus electrones, los cuales fluyen hacia el cátodo a través de un circuito (por fuera de la batería), los iones de litio se dirigen hacia el cátodo (por dentro de la batería) donde se reúnen con los electrones que liberaron.



### Batería descargada

El litio ha regresado a su estado natural en el cátodo, en un estado de menor energía potencial. La batería no puede utilizarse más hasta que sea recargada (proceso inverso).



Fuente: (Learn Engineering, 2019)

En las baterías recargables, el proceso químico es reversible al proveerle energía, en las pilas no recargables (como las alcalinas), este proceso químico no es reversible. En las pilas recargables, el proceso de carga y descarga va desgastando la batería, por lo que se habla normalmente de un número de ciclos de vida útil.

En el tiempo se han ido desarrollando nuevas tecnologías para baterías. Los principales tipos de baterías utilizadas hoy en día son:

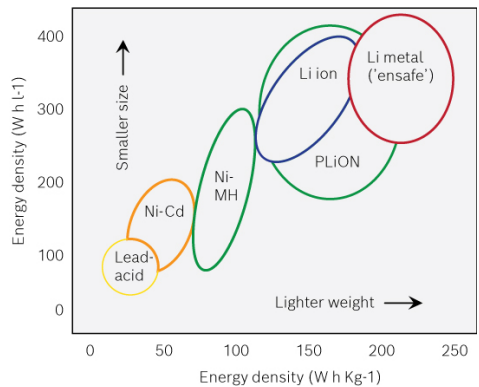
- Alcalinas (no recargables)
- Ácido – plomo
- Níquel – cadmio (NiCd)
- Níquel – metal hidruro (NiMH)
- Iones litio (Li-ion)

Estas pilas tienen distintas características, algunas de las más relevantes son: la densidad energética, energía específica, la potencia específica, así como la seguridad y el precio. Para seleccionar el tipo de batería adecuado para cierta aplicación hay que considerar los requerimientos en términos de:

1. Densidad energética y energía específica: Se refieren al volumen y peso de una batería por cantidad de energía que es capaz de almacenar. Para esto es importante definir por cuánto tiempo deben poder operar antes de recargarse nuevamente y que tanto peso o volumen pueden

ocupar las baterías dentro de un vehículo.

2. Densidad de potencia y potencia específica: Se debe saber qué tanta potencia se requerirá: por ejemplo, una laptop requiere poca, pero un taladro eléctrico mucha.
3. Seguridad: A qué temperatura y condiciones se va a operar, qué tan grave sería una falla, qué normativa existe.
4. Durabilidad: Cuántos ciclos de carga y descarga se espera de estas baterías.



Fuente: (Emmanuel, 2018)

5. Costo: Las soluciones a diseñar deben ser costo efectivas para poder comercializar un producto.

En la gráfica se muestra la densidad energética y energía específica de algunos de los principales tipos de baterías. Las baterías de ion litio son alrededor de unas seis veces más



ligeras que las de plomo ácido, y unas tres veces más ligeras que las de níquel cadmio.

Como referencia, el peso de una batería de ion litio para una auto eléctrico suele estar entre 250 y 500 kg, con tecnologías anteriores, para un mismo nivel de autonomía este peso se iría a al menos tres veces más (o la autonomía para el mismo peso sería tres veces menor); esto lo haría comercialmente inviable.

Las baterías ion litio fueron comercializadas por primera vez en 1991 por Sony y Asahi Kasei para teléfonos portátiles y cámaras de video. En 2019 los tres científicos involucrados en el desarrollo de estas baterías ganaron el Premio Nobel de Química debido al impacto que han tenido.

# Historia de la electromovilidad



## Finales del SIGLO XIX

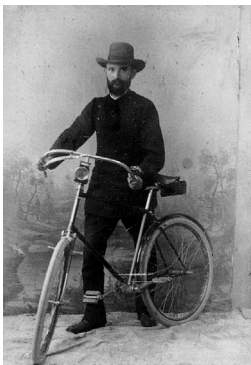
Primeros coches de vapor, eléctricos y gasolina.

En un principio la tecnología eléctrica fue la más popular para moverse dentro de las ciudades, debido principalmente a su facilidad de uso.



## Factores que revierten la tendencia

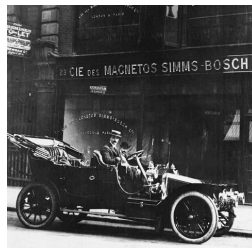
Gran oferta de petróleo barato (boom petrolero en Texas).



A partir de 1890, el fundador de la empresa visitó a sus clientes en Stuttgart en una moderna "bicicleta"

## 1912

La producción en serie redujo costos del auto a combustible (Ford).



## 1915



1927

Construcción de grandes sistemas de carreteras interurbanas.

Primero en Alemania, luego en Estados Unidos.

Siglo XX

Dominio del automóvil a combustión interna

La movilidad eléctrica urbana se limitó a vehículos de transporte público sobre rieles electrificados o con catenarias, como: metros, trenes ligeros, tranvías y trolebuses

1993

Yamaha crea el sistema de asistencia al pedaleo.

2003

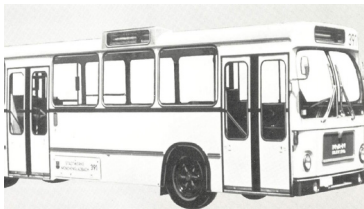
Se funda Tesla

2008

Tesla comercializa Roadster, primer automóvil eléctrico con batería de ion litio



1974



Vehículo de la primera flota de autobuses urbanos con baterías del mundo.

1991

Se comercializan las primeras baterías de ion litio por Sony.

2018

421 mil autobuses eléctricos en China y sólo 4 mil fuera de China.

2019

Tesla vende 367,500 autos.

2040

Más de 60% de autobuses vendidos en el mundo serán eléctricos.

# Componentes

## Baterías

De los componentes de un vehículo eléctrico, la batería sigue siendo el más crítico. Los principales factores a considerar son su precio (que incide de manera muy significativa en el precio del vehículo), su capacidad (ligada a la autonomía que logra proporcionar), su peso, y aspectos de seguridad relacionados con la gestión térmica de las mismas.

### Tipos de baterías

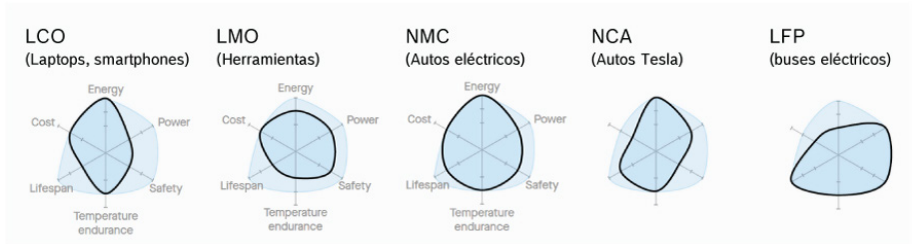
Existen distintos tipos de baterías de ion litio, dependiendo de su composición y variando algunas de sus propiedades. A continuación se describen cinco de las más comunes (Inventus Power, 2018).

- LCO ( $\text{LiCoO}_2$ ) con litio y cobalto fueron las primeras disponibles comercialmente,
- NCA ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) al agregar níquel y aluminio mejoraron capacidad y potencia,
- NMC ( $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$ ) mejoraron potencia y seguridad al incluir níquel y manganeso,
- LMO ( $\text{Li}(\text{Co}_x\text{Al}_y\text{Ni}_{1-x-y})\text{O}_2$ ) tienen una alta potencia y baja capacidad, específicas para ciertas aplicaciones como las herramientas,
- LFP ( $\text{LiFePO}_4$ ) ofrecen menor voltaje y capacidad específica, pero alta potencia, mejor ciclo de vida, seguridad (más aptas para cargas rápidas) a menor costo.

Actualmente hay mucha actividad de investigación y desarrollo para baterías, por lo que es común escuchar de nuevos tipos de baterías con mejores propiedades que las actuales. En algunos casos podrían llegar a adoptarse comercialmente.

Una forma práctica de comparar estas baterías es mediante una gráfica de polígono, en función de los siguientes seis atributos: energía, potencia, seguridad, temperatura, vida útil, costo (Rathi, 2019). A continuación, se comparan gráficamente los cinco tipos de baterías ion litio.



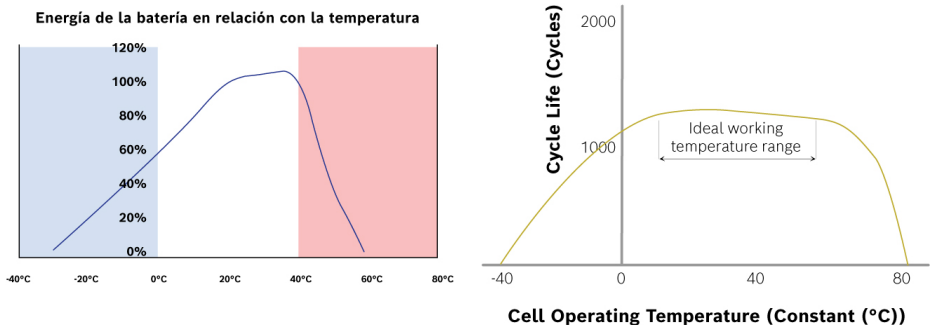


Fuente: (Rathi, 2019)

## Desempeño en función de la temperatura

El desempeño de las baterías de ion litio es muy sensible a la temperatura. En cuanto a potencia, el mejor desempeño de éstas se presenta entre los 20 y los 40°C. En cuanto a su vida útil, el rango ideal está entre 10 y 60°C. Así, en climas fríos los vehículos eléctricos podrían tener un desempeño menor.

Pero la temperatura del ambiente no es el único problema. Cuando las baterías trabajan a mucha potencia, pueden calentarse considerablemente por encima de la temperatura externa. Al superar los 40°C, rápidamente perderán potencia, y a más de 60°C, se reducirá su vida útil. Si se superan los 70°C, puede generarse una reacción en cadena que dispare la temperatura (desbocamiento térmico), poniendo en riesgo al vehículo y a sus ocupantes, además de sufrir daño permanente.



Fuentes: (Matthe, Turner, & Mettlach, 2011),  
(Electropedia, 2014)

Una solución ante esto son los sistemas de gestión de temperatura de las baterías (BTMS por sus siglas en inglés). Estos sistemas tienen tres funciones (Rugh, Pesaran, & Smith, 2011):

1. Asegurar que el paquete de baterías opere dentro del rango de temperaturas óptimo para su mejor desempeño.
2. Reducir distribuciones dispares de la temperatura de las distintas células dentro del paquete, la diferencia de temperaturas no debería superar los 3 a 4°C.
3. Eliminar peligros relacionados con las temperaturas fuera de control en las baterías.

Existen distintos tipos de sistemas de gestión de la temperatura, pero la primera decisión sería entre usar aire o líquido para controlar la temperatura de las baterías. Los sistemas de enfriamiento basados en aire son más baratos pero menos efectivos y conllevan un mayor riesgo, los que lo hacen por líquido pueden brindar un mejor control a un mayor costo.

### Costos de las baterías

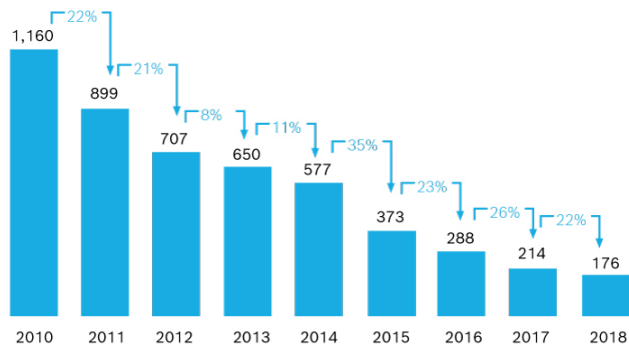
La reducción de costos de las baterías en los últimos años, y la que aún se espera alcanzar, hace pensar que los vehículos eléctricos seguirán bajando sus costos en los próximos años, y esto facilitará su eventual adopción a nivel masivo.

De acuerdo con el seguimiento de costos realizado por Bloomberg New Energy Finance (BNEF), el costo de las baterías por kWh de almacenamiento descendió 73% en el periodo 2010–2016. El mismo reporte de 2017, con base en un modelo econométrico, pronosticaba una reducción del costo a 2030 a USD \$73 por kWh, pero en su versión de 2019, el pronóstico para el mismo 2030, es de ahora \$62 por kWh.

Se estima que en 2018 las baterías representaron 42% del costo de un automóvil eléctrico, haciéndolo alrededor de 40 a 50% más caro a su equivalente en combustión interna (Bloomberg New Energy Finance, 2017). La paridad de precios podría alcanzarse en 2025, cuando las baterías representen alrededor de 25% del costo del automóvil eléctrico, habiendo caído casi 50% respecto a su precio de 2016 (Bloomberg New Energy Finance, 2017).

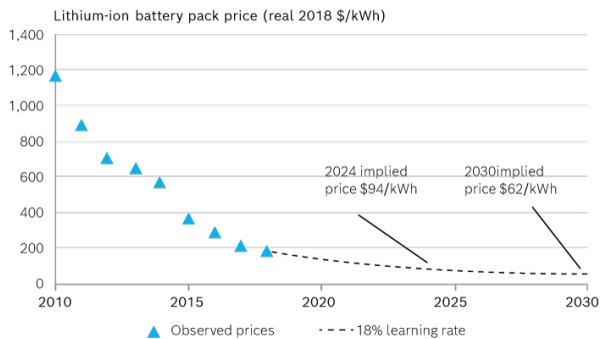
Lithium-ion battery price survey results> volume-weighted average

Battery pack price (real 2018 \$/kWh)

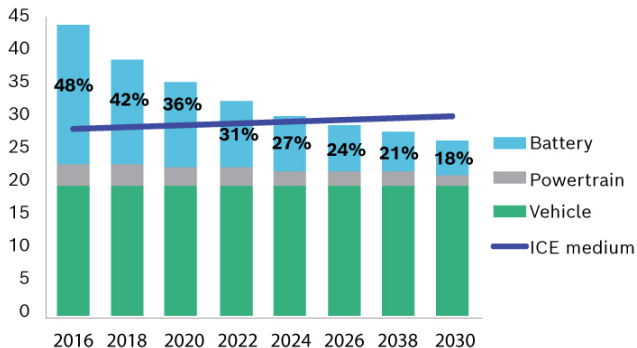


Fuente: (Bloomberg New Energy Finance, 2019)

Lithium-ion battery price outlook



Fuente: (Bloomberg New Energy Finance, 2019)



Fuente: (Bloomberg New Energy Finance, 2017)

## Motor, inversor y transmisión

### Motores eléctricos

Los motores eléctricos son más livianos y bastante más sencillos que los motores a combustión, y esto les permite ser mucho más eficientes en cuanto a la conversión de energía, en este caso de energía eléctrica a mecánica. La eficiencia del motor eléctrico fluctúa entre 85 y 90%, aunque si hablamos del vehículo eléctrico en general, su eficiencia respecto a la energía que toma de la red es de alrededor de 60%. Esta diferencia se debe a ciertas pérdidas que se dan en el proceso de carga y descarga de las baterías. Estos números son bastante buenos comparados con una eficiencia aproximada de 20% para los autos a combustión interna respecto de la energía contenida en la gasolina (US Department of Energy, 2019), perdiéndose mucha de ella en calor y vibración.

Los motores eléctricos pueden controlarse con alta precisión, ofrecen un par motor (torque) alto desde el arranque, y pueden operar de forma eficiente en un rango muy amplio de revoluciones por minuto (RPM), por lo que en principio no requieren de una caja de velocidades para ajustar sus curvas de potencia (aunque en algunos casos, de manera opcional, podría tener algunas ventajas).

Otra de sus ventajas es que casi no generan ruido ni vibraciones, cualidades deseables en principio. Sin embargo, en términos de seguridad vial, se ha visto la necesidad de generar algún tipo de sonido que pueda advertir a otros usuarios de la vía de la presencia de un vehículo en su cercanía.

Una interesante característica de los autos eléctricos con tracción en las cuatro ruedas es que suelen utilizar dos motores, uno en cada eje, por lo que la potencia total del vehículo es la suma de la ejercida por cada uno de sus motores. Incluso es posible tener un motor eléctrico por cada llanta. La unidad de control, mediante un algoritmo cuidadosamente puesto a punto, distribuiría la energía eléctrica que debe suministrarse a cada motor, dependiendo de lo que el conductor esté pidiéndole al auto.

### Inversores

El inversor es un componente clave en cualquier vehículo eléctrico, pues en él recae todo el control. Las baterías proporcionan corriente directa (DC), los motores operan con corriente alterna (AC), el inversor convierte esta corriente directa en alterna, controlando su intensidad con gran precisión.

Si simplemente conectáramos un motor eléctrico de forma directa a una corriente eléctrica, el motor

inmediatamente empezaría a operar a velocidad constante. Lo único que podríamos hacer es desconectarlo para que deje de funcionar. Pero en muchas aplicaciones, como es el caso del motor para un vehículo eléctrico, queremos poder controlar de forma precisa la velocidad del motor. Esto se hace a través del inversor, que tiene la capacidad de variar las características de la corriente eléctrica alterna (AC) que entra al motor.

## Transmisión

A diferencia de los vehículos con motor de combustión interna, en términos generales los vehículos eléctricos no requieren una transmisión o caja de velocidades. Esto se debe a que, como se mencionó, los motores eléctricos operan de forma eficiente en un rango muy amplio de revoluciones por minuto (RPM), por lo que es posible manejar estos vehículos desde sus velocidades más bajas a las más altas sin necesidad de realizar ningún cambio de engranaje

Aun así, especialmente para automóviles deportivos, se ha encontrado que a altas velocidades pueden obtener una mayor eficiencia energética con un cambio de engranes. Se trata de algo opcional, la ventaja de hacerlo sería una mayor eficiencia energética del motor, y por lo tanto una ligeramente mayor autonomía.

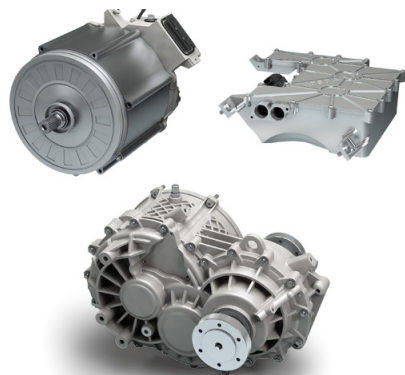
Para el manejo típico en ciudades, la ventaja de contar con un sistema así resulta insignificante.

## Infraestructura de carga

Junto con la capacidad de las baterías y la autonomía que éstas puedan ofrecer, el otro tema que suele preocupar al usuario es la recarga de las baterías:

- ¿Dónde puedo recargar mi batería?
- ¿Qué tanto tiempo me va a tomar?

Fabricantes, empresas tecnológicas y gobiernos han buscado invertir en estos temas para incentivar la adopción de los vehículos eléctricos, pero las estrategias de recarga pueden variar según el tipo de vehículo del que se trate y la intensidad de uso que se le dé a lo largo del día.



## Niveles de carga

Los cargadores se clasifican en tres tipos en función del tipo de corriente y potencia con la que trabajan:

### *Carga nivel 1 (AC)*

Carga lenta mediante una toma de corriente estándar, 120 V, normalmente en casa u oficina. Casi todos los vehículos eléctricos vienen con un cable para conectarse directamente a una clavija convencional. Operan a 20 amperes y potencias de 1.4 kW.

### *Carga nivel 2 (AC)*

A diferencia del nivel 1, aquí se requiere la instalación de un equipo de carga con modificaciones eléctricas para acceder a una corriente mayor. El cargador opera a entre 200 o 240 volts, 40 amperes y potencias de 6.2 a 7.6 kW.

Es posible encontrar cargadores de este tipo a la venta incluso en internet, un especialista puede instalarlos en el hogar u oficina. En algunos lugares existen incentivos fiscales para fomentar la compra de este tipo de cargadores.

### *Carga nivel 3 (DC)*

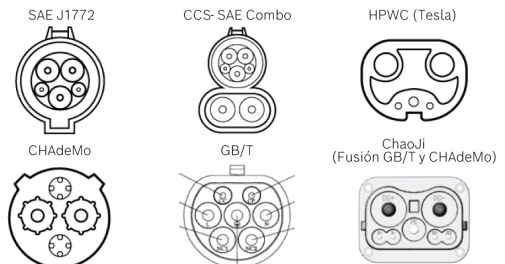
Se utiliza corriente directa, lo cual permite una recarga más rápida.

El cargador opera a 480 volts con una potencia de típicamente de entre 40 y 200 kW, aunque cada año aumenta.

Con este tipo de cargadores, la batería de un auto se recarga típicamente en menos de 30 minutos. Debe tomarse en cuenta que no cualquier sistema de baterías puede aceptar esta potencia de recarga, depende de los materiales y del sistema de control de temperatura. De no tener el sistema adecuado, las baterías podrían sobrecalentarse y dañarse, o incluso explotar.

## Tipos de conectores

Para los niveles de carga 2 y 3, no existe un solo estándar para conectores de vehículos, éstos cambian por región geográfica y marca. Cada uno maneja distintos niveles de potencia, aunque para llegar a ciertos niveles de carga rápida, el sistema de baterías debe poder manejar dicha potencia, y esto implica tener sistemas de seguridad para el monitoreo y control térmico de la batería.





El SAE J1772 y el SAE Combo son el estándar usado en Europa, Corea y Norteamérica (excepto por la marca Tesla). El primero es la solución para cargas nivel 2, y el segundo para nivel 3 (hasta 200 y próximamente 350 kW de potencia máxima).

CHAdeMO es el estándar en Japón que a nivel 3 puede manejar una potencia de 62.5 kW (2018), aunque hay planes de llevarlo hasta 400 kW. Sin embargo, los autos japoneses suelen utilizar cargadores SAE ya sea de forma directa o con adaptador.

Dada la cantidad de vehículos eléctricos en China, GB/T es el tipo de cargador más común en el mundo y es capaz de manejar potencias de carga de 237.5 kW (2018).

China y Japón trabajan en un modelo de cargador común para ambos países (ChaoJi). Se prevé que este estándar comience a comercializarse en 2020. Podría operar hasta a 900 kW lo cual es especialmente interesante para para vehículos pesados con grandes baterías, para esto requiere nuevo sistema de cables con sistema de enfriamiento.

## Protocolos de comunicación

La comunicación entre un cargador y la batería de un vehículo eléctrico permite administrar el proceso de

carga de baterías brindando varios posibles beneficios, entre ellos:

- La vida útil de las baterías se extiende si nunca se acercan demasiado a los extremos de estar totalmente llena o vacía, de no requerirse toda la autonomía que el vehículo puede brindar, convendría interrumpir la carga antes de acercarse a 100%, por ejemplo, al llegar al 75 u 80%. Esto sólo puede lograrse con la comunicación: para que el cargador pueda saber en qué momento detenerse, mediante una interfaz el usuario podría determinar este valor.
- Administrar los niveles de carga máxima de un sistema de cargadores, donde varios vehículos puedan estar siendo cargados al mismo tiempo. Esto evitaría rebasar ciertos niveles de potencia que podrían superar la capacidad instalada.
- También, si en un sistema existieran tarifas de electricidad diferenciadas, podrían permitir hacer una optimización de costos, aprovechando toda la energía posible en horarios en que el costo fuera más bajo.

Cada tipo de conector tiene su propio estándar de comunicación, por lo que la función de los adaptadores incluye el cambio de protocolo de comunicación.

# Tipos de vehículos y estrategias de operación

Si bien en principio se consideró más apta para los vehículos livianos, hoy en día la movilidad eléctrica a baterías abarca prácticamente a todos los tipos de vehículos, incluyendo incluso autobuses de gran capacidad.



## Tipos de vehículo y sus parámetros operativos

### Monopatines

Estos vehículos suelen ser ligeros y por lo tanto muy eficientes en términos energéticos. Típicamente, su peso varía entre 12 y 20 kg, ofrece velocidades máximas de hasta 25 km/h, y su autonomía fluctúa entre los 20 y los 30 km.

Especificaciones típicas para monopatines eléctricos:

- Capacidad batería: 150 a 300 Wh
- Potencia motora: 250 a 600 W
- Autonomía: 20 a 70 km
- Velocidad máxima: 15 a 45 km/h
- Tiempo recarga nivel 1: 2 a 4 hrs

## Bicicleta eléctrica

Legalmente, existen distintas clasificaciones de lo que es una bicicleta eléctrica. Legalmente, para que personas de cualquier edad puedan usar una bicicleta eléctrica sin mayores requisitos, la Unión Europea exige que su motor tenga una potencia continua no mayor a 250 W, y que no ofrezca asistencia una vez que se alcanzan o rebasen los 25 km/h.

Por ejemplo, Bélgica describe tres categorías:

- Bicicleta eléctrica: 250 W, 25 km/h  
- Para todas las edades
- Bicicleta motorizada: 1000 W, 25 km/h - Mayores de 16 años
- Bicicleta eléctrica alta velocidad (speed pedelec): 4000 W, 45 km/h  
- Regulados como motoneta

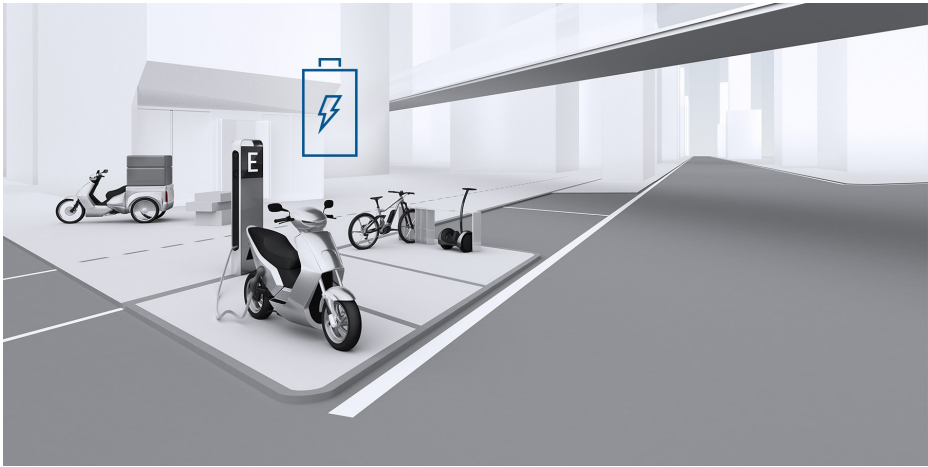
En Estados Unidos, a nivel federal, la tolerancia es un poco mayor, se permiten motores de hasta 750 W, y asistencia a velocidades de hasta 32

km/h (20 mph al ser operadas por conductor de 77 kg o 170 lbs). Los estados también publican sus propias restricciones.

Las especificaciones típicas para bicicletas eléctricas están en el rango de:

- Capacidad batería: 250 a 700 Wh.
- Potencia motora: 250 a 600 W
- Par motor: 25 a 75 Nm.
- Autonomía: 25 a 75 km.
- Velocidad máxima: 25 a 45 km/h.
- Tiempo recarga nivel 1: 2 a 4 hrs.





Existen dos tipos de bicicleta eléctrica respecto a la ubicación del motor:

- Atrás en llanta trasera (hub)
- El medio en pedales (mid-drive)

En general se prefiere la ubicación del motor en medio de la bici dado que mantiene el centro de gravedad en esta zona y permite una mejor maniobrabilidad al cambiar de dirección. Muchos de los motores que van en medio de la bicicleta requieren que el marco sea diseñado a la medida, una desventaja de este tipo de motores es que no sirven para un retrofit, y por otro lado las bicicletas de este tipo sólo podrían cambiar de motor por uno igual.

También hay que considerar que además de la bicicleta tradicional, existen modalidades para carga y bicitaxi. Estas últimas suelen requerir un mayor 'par motor' para moverse con eficiencia y confort.

### Motonetas eléctricas

Existen propuestas interesantes en el área de motonetas eléctricas provenientes de algunas marcas relativamente nuevas como Gogoro y NIU. Estas marcas han diseñado su producto tanto para usuarios particulares como para movilidad como servicio, ofreciendo funcionalidades útiles para operadores de este tipo de servicios.



Las especificaciones típicas para motonetas eléctricas están en el rango de:

- Capacidad batería: 1 a 2.6 kWh.
- Potencia motora: 750 W a 8 kW.
- Par motor: 25 a 120 Nm.
- Autonomía: 25 a 120 km.
- Velocidad máxima: 25 a 100 km/h.
- Tiempo recarga nivel 1: 2 a 6 hrs.

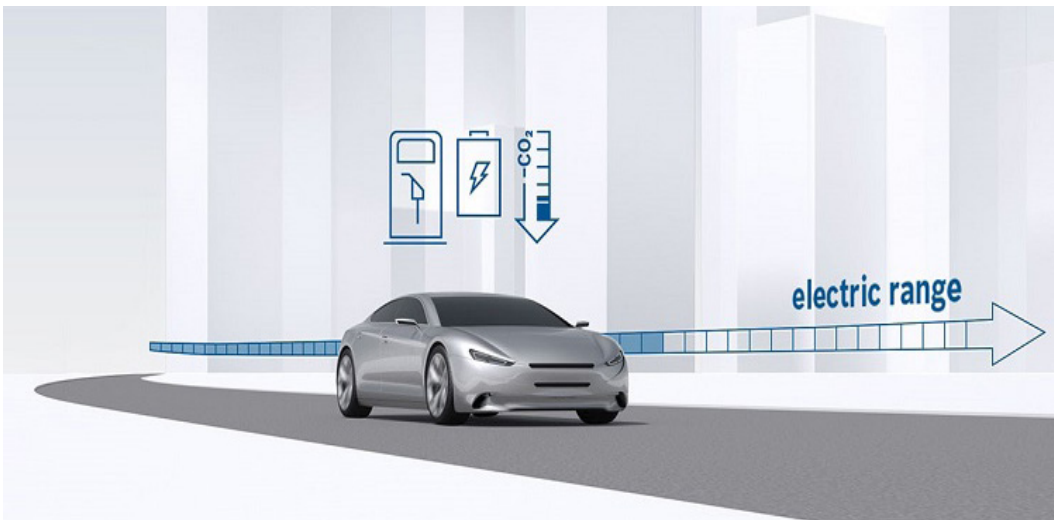
Comúnmente se manejan baterías extraíbles con un peso aproximado de entre 5 y 10 kg dependiendo la versión, esto permite cargarlas dentro del hogar u oficina. Gogoro desarrolló el concepto de una red de “GoStations” en la ciudad donde los usuarios pueden cambiar una batería semivacía por una llena cuantas veces quieran por un pago mensual (lo que hace que para el usuario resulte irrelevante el tiempo de carga).

## Automóviles eléctricos

En principio los automóviles eléctricos tratan de ofrecer la mayor autonomía posible, pero al hacerlo, además de incrementar el peso del vehículo, corren el riesgo de incrementar el costo por encima de la capacidad de pago del mercado. Es necesario encontrar un equilibrio entre estos factores para ofrecer la combinación más atractiva para los consumidores.

Las especificaciones típicas para autos eléctricos son:

- Capacidad batería: 40 a 75 kWh.
- Potencia motora: 100W a 220kW (134 a 300 hp).
- Autonomía: 240 a 520 km.
- Tiempo recarga nivel 2: 4 a 8 hrs.
- Tiempo recarga nivel 3: 1 hr.



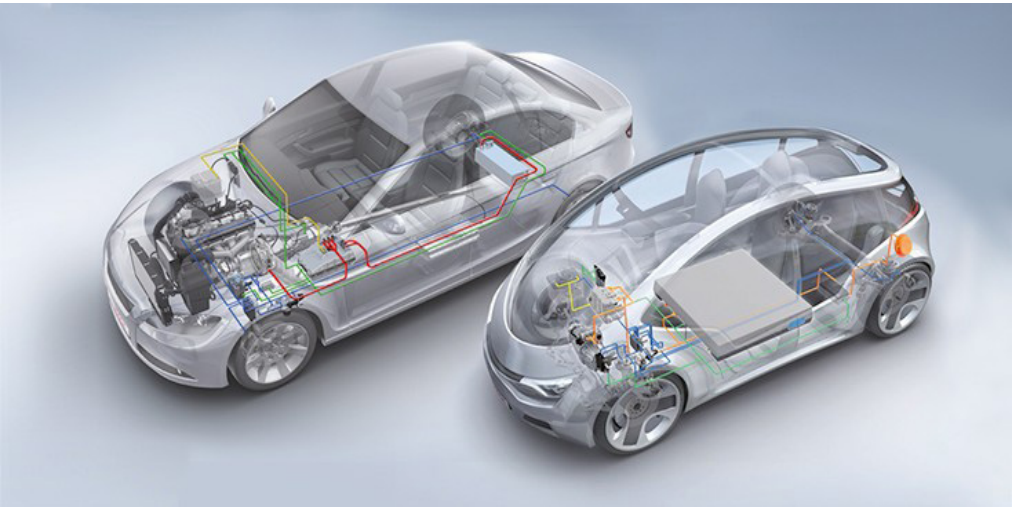
## Automóviles híbridos

Que un vehículo sea híbrido implica que utiliza al menos dos tipos distintos de motor o Fuentes para generar la energía mecánica que lo mueve. En el caso de los híbridos eléctricos, uno de los motores es un motor eléctrico, el otro normalmente es de combustión interna a gasolina, aunque podría ser otro tipo de tecnología o combustible.

### *Híbrido en serie*

En este caso únicamente el motor eléctrico está conectado a la transmisión del vehículo, y el de combustión interna actúa sólo para generar electricidad para la batería del motor eléctrico.

El motor de combustión interna funciona cuando la batería requiere ser cargada.



Existen diferentes tipos de automóviles híbridos eléctricos:

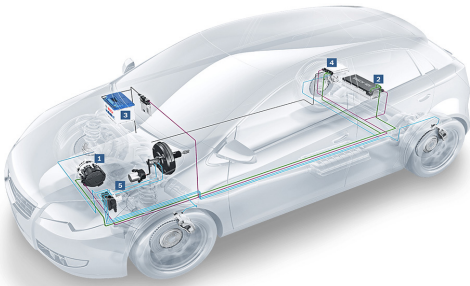
### *Híbrido paralelo*

Ésta es la configuración más común de automóvil híbrido, tanto el motor eléctrico como el de combustión interna están conectados a la transmisión del vehículo. En algunos momentos la transmisión recibirá energía del motor eléctrico, en otros de la combustión interna, e incluso simultáneamente de ambos.

### *Híbrido no enchufable (mild hybrid)*

El motor eléctrico (ya sea en serie o en paralelo) recibe energía de una batería ion litio, generalmente de mucho menor capacidad y peso que las baterías de los autos eléctricos. La batería eléctrica se carga tanto a través de un sistema de frenos regenerativos, como en ocasiones del motor de combustión interna.





Estrictamente, los vehículos híbridos no enchufables no son vehículos eléctricos. Los ahorros de combustible se dan ya que la batería y el motor eléctrico permiten aprovechar de forma mucho más eficiente la energía producida por el motor de combustión interna. Es una gran ventaja, pero toda la energía utilizada proviene del proceso de combustión interna.

#### *Híbrido enchufable*

Funciona como un híbrido paralelo, pero adicionalmente su batería puede ser cargada a través de un enchufe.



La batería normalmente tiene mayor capacidad que en un híbrido convencional, de tal forma que, si la batería del vehículo está cargada, puede operar algunos kilómetros en modo totalmente eléctrico, una vez que la batería del vehículo baja de cierto nivel, opera como un vehículo híbrido en paralelo no enchufable.

Es importante mencionar que las dos principales razones por la que los híbridos pueden considerarse atractivos respecto a un eléctrico son:

- Precio: Dado que las baterías de ion litio son aun relativamente caras, y que estos vehículos requieren baterías de mucho menor capacidad (típicamente 1 a 5 kWh frente a 40 a 75 kWh de un eléctrico), ofrecen un ahorro en costo.
- Necesidad de recarga: Al contar con un motor de combustión interna, no hay riesgo de quedarse parado al descargarse la batería, basta con poder cargar combustible, lo cual, al día de hoy, es más sencillo.

En ese sentido, comercialmente puede verse a los híbridos como una tecnología de transición. Por un lado, se espera que los precios de las baterías bajen, y por otro, recargar vehículos eléctricos también debería llegar a ser algo relativamente sencillo en el futuro, al menos en las ciudades y principales corredores interurbanos.

## Transporte público

En el sector de vehículos para el transporte público de pasajeros, existen desde pequeños minibuses para pocos pasajeros, hasta autobuses biarticulados para más de 200 pasajeros tipo BRT (por ejemplo el K12A de BYD, un biarticulado de 27m con capacidad para mover a 250 pasajeros).

Las especificaciones para autobuses eléctricos están en el rango de:

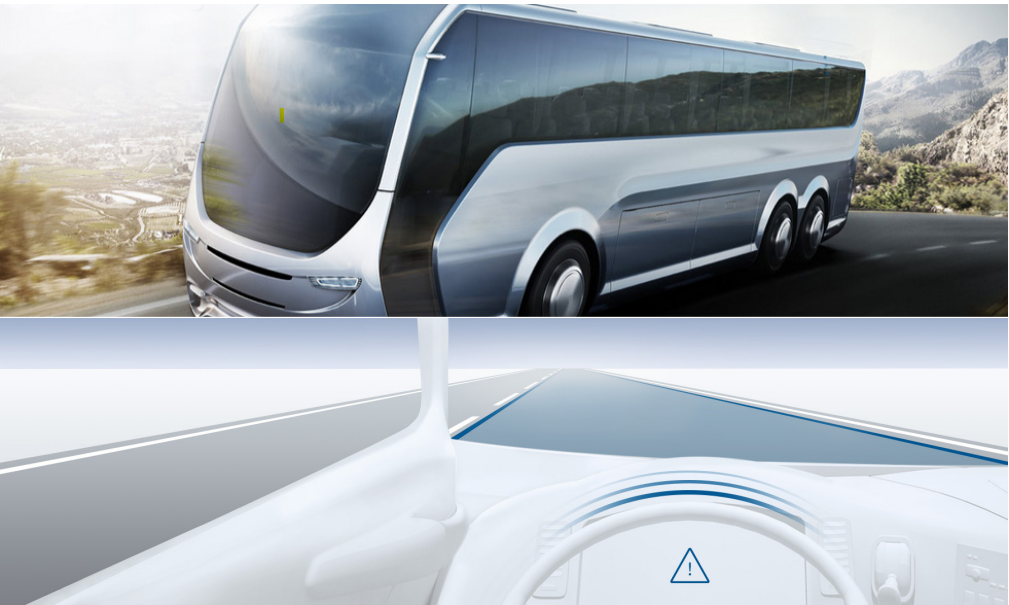
- Capacidad batería: 80 a 652 kWh.
- Potencia motora: 150 a 600 kW.
- Par motor: 400 a 3000 Nm.
- Autonomía: 120 a 360 km.
- Tiempo recarga nivel 3: 2 a 4 hrs.

## Estrategias de carga

Dependiendo del tamaño, autonomía requerida e intensidad de uso de cada vehículo, la estrategia de carga variará.

Para la micromovilidad, es decir monopatines y bicicletas eléctricas, e incluso motonetas eléctricas, conectar la batería con un cargador nivel 1 directo a la pared es suficiente en la mayoría de los casos.

Cuando el vehículo, por su tamaño o peso, llega a ser difícil de subir por una escalera o elevador, una batería extraíble puede ayudar a facilitar el proceso de recarga.





En el caso de los autos eléctricos, la estrategia variará dependiendo si su uso es intensivo o no.

Un auto particular de uso no intensivo por lo general recorre distancias por debajo de su autonomía (de 240 a 500 km), por lo que será suficiente recargarlos en casa por la noche con un cargador nivel 2.

En cambio, vehículos de uso intensivo como taxis, servicios de movilidad por aplicación o distribución de mercancías, en un día podrían hacer recorridos que superen su autonomía. En estos casos, cargas de oportunidad rápidas durante el día, podrían ayudar; generalmente con cargadores nivel 3, ya que dejar de operar el vehículo una o dos horas, puede implicar pérdidas de productividad importantes.

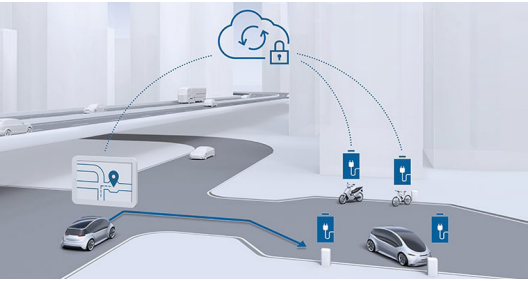
Además, hay que considerar que para extender la vida útil de la batería no conviene vaciar ni cargar al 100% las baterías. Un rango ideal para

extender la vida útil, podría estar entre 20 y 80%. Si se quisiera operar de esta forma, la autonomía operativa sería 60% de la autonomía total (por ejemplo, con una autonomía total de 240 km, habría que operar limitándola a 144 km).

### Electrolineras y cargadores en estacionamientos y terminales

Al crecer el uso de vehículos eléctricos pesados, un importante tema a resolver es la demanda de electricidad que se presentará en sitios como electrolineras de carga rápida, terminales de transporte público eléctrico, y estacionamientos de condominios u oficinas donde –aunque las cargas no sean necesariamente rápidas– la cantidad de vehículos que demanden energía eléctrica al mismo tiempo pueda ser bastante considerable.

Una tendencia importante a tomar en cuenta es la del uso de energía limpia, el almacenamiento de energía, y los servicios de gestión de la red eléctrica.



Como resultado de esto, quizá en el futuro cercano sea cada vez más común la implementación de tarifas de electricidad variable a lo largo del día, más barata cuando la demanda es menor.

En este sentido, las electrolinerías de carga rápida y las terminales de transporte público eléctrico, podrían generar problemas a la red si llegan a demandar mucha potencia en periodos en que la red ya está atendiendo demandas altas.

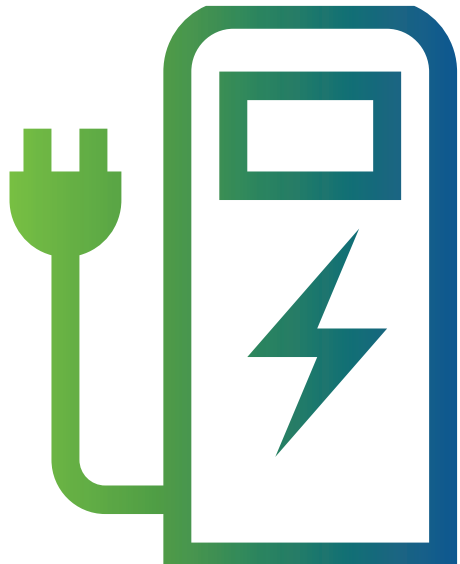
El almacenamiento de energía en electrolinerías y terminales podría ser una solución para mitigar este impacto.

Los estacionamientos de oficinas y condominios, aun sin usar cargadores rápidos, podrían generar problemas similares si en un mismo periodo del día llegan varios vehículos a conectarse simultáneamente. Ahí, un sistema de carga inteligente puede, mediante un algoritmo y la comunicación con los distintos vehículos, optimizar el proceso de carga, distribuyendo la demanda a lo largo de la ventana de tiempo (siempre que haya cierta holgura en este sentido).

## Caso de estudio: Infraestructura para introducir taxis eléctricos en Nueva York

Según datos de 2013 (Hu, Dong, Lin, & Yang, 2018), en Nueva York circulan poco más de 14 mil taxis operados por poco más de 43 mil choferes. Para el análisis sólo se tomaron en cuenta los taxis que trabajaron al menos 70 días del año reduciendo la muestra a 13 mil 336 taxis.

En Nueva York es muy común que cada vehículo sea turnado por distintos choferes durante el día. Algunos taxis son conducidos incluso durante tres turnos al día, dejando pocas ventanas disponibles para cargar un vehículo eléctrico por



varias horas, esta variable tuvo un impacto importante en la factibilidad de operar vehículos eléctricos.

En el momento del estudio, existían en Nueva York 216 estaciones de carga, la mayoría de ellas en la zona centro de la ciudad y algunas en los aeropuertos.

Con esa infraestructura y los patrones de uso de los vehículos, sólo 1.4% de ellos podría ser remplazado por un eléctrico de 320 km de autonomía (200 millas) sin modificar sus patrones de uso (número de viajes servidos y distancia recorrida por día). Usando vehículos con autonomía de 480 km (300 millas), 5.4% (total 6.8%) podría ser remplazado por eléctricos. De lo anterior se concluye que la infraestructura es insuficiente para apoyar la operación de taxis eléctricos.

Analizando las zonas donde los taxis se mueven y hacen pausas durante el día, se propuso un escenario donde la cantidad de estaciones de carga

aumentara de 216 a 652 cubriendo zonas en donde actualmente no existen cargadores.

Con esto, el número de vehículos que podrían ser sustituidos por eléctricos con autonomía de 320 km creció a 8%, y un 42.5% adicional podría ser sustituido al usar vehículos con autonomía de 480 km (llegando a un total de 50.5% de los taxis).

Los taxis que más fácilmente pueden migrar a eléctricos son los que tienen un menor número de turnos al día.

Aunque las condiciones de los taxis en Nueva York puedan ser bastante diferentes a los taxis en otras ciudades, lo que se debe tomar de este caso de estudio es que tanto la autonomía de los vehículos como la cantidad y ubicación de las estaciones de carga son variables determinantes para determinar la factibilidad de operar exitosamente un sistema de vehículos de uso intensivo.



# Prospectiva

La electromovilidad en general ayuda a reducir contaminación del aire en las ciudades y a disminuir la generación de CO2 a nivel global. Además, puede generar cambios modales hacia formas más sustentables de trasladarse ya que al electrificar la micromovilidad, le permite a ésta:

- Cubrir viajes más largos.
- Ser una opción en zonas que nos son predominantemente planas.
- Ser una opción atractiva para personas que normalmente descartarían los vehículos no motorizados dada su condición física.

Si esto se combina con el diseño de 'calles completas' (amigables para peatones y la micromovilidad), muchos viajes podrían migrar de modos de transporte más pesados, a estos más sustentables, ayudando a reducir la congestión.

Por otro lado, adoptar de forma acelerada la electromovilidad puede ayudar a generar empleos y negocios. Nuevas cadenas de valor se activan alrededor de esta industria, desarrollar el conocimiento local y generar un mercado interno ayudarán a atraer a estas cadenas de valor hacia la economía de un país o ciudad. No hacerlo a tiempo hará que el cambio tecnológico tenga un impacto negativo en la economía local.

Fuente: (INECC, 2017)

Criterio	Cumple	No Cumple	No pudo evaluar	De los que se evaluaron	
				Cumple	No Cumple
NOM Ozono	6%	70%	23%	7.9%	92.1%
NOM PM 10	5%	41%	54%	10.9%	89.1%
NOM PM 2.5	0%	37%	63%	0.0%	100.0%

## Contexto

### Contaminación atmosférica

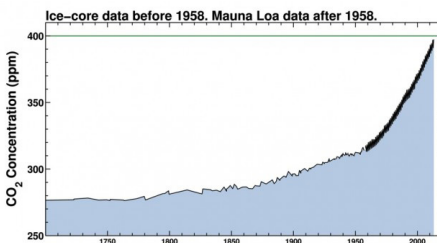
En el caso de México, las ciudades monitoreadas por el INECC no han sido capaces de cumplir con las normas mexicanas (NOMs) ni en cuanto a partículas suspendidas ni en cuanto a ozono (INECC, 2017).

Esto acarrea importantes costos sociales asociados a la salud de la población y la competitividad de las ciudades.

### Cambio climático

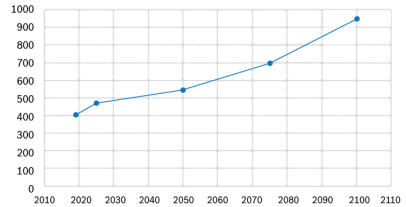
El CO<sub>2</sub> es un gas de efecto invernadero que genera calentamiento global al favorecer la retención de radiación solar en la tierra. Las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico hoy han alcanzado las 415 ppm (partes por millón), contra unas 280 ppm que se tenían hace un par de siglos (Mairal, 2013). Estos niveles son los más altos observados desde hace 2.5 ó 3 millones de años.

Latest CO<sub>2</sub> reading May 12, 2019 **415.39ppm**



Fuente: (Mairal, 2013)

Concentración CO<sub>2</sub> - Pronóstico IPCC



Fuente: (IPCC, 2001)

De acuerdo con el IPCC, con la actual tendencia se llegaría 950 ppm en el año 2100, con un incremento de temperatura estimado en 4.5°C. Este tipo de cambios en la Tierra nunca se han dado en escalas de tiempo tan cortas, los ecosistemas no tendrían mecanismos adaptarse.

En 2015, 195 países firmaron el acuerdo de París comprometiéndose a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. El objetivo fue limitar a menos de 2°C el incremento de la temperatura respecto de los niveles preindustriales.

México se comprometió a reducir un 22% sus emisiones de efecto invernadero para 2030. Las reducciones por sector que se estimaron fueron:

- Generación eléctrica 31%;
- Residuos 28%;
- Transporte 18%;
- Residencial y comercial 18%;
- Petróleo y gas 14%;
- Agricultura y ganadería 8%; e
- Industria 5%.

Apoyando a esto, la meta que se planteó México fue generar un 35% de energía limpia en 2024 y alcanzar el 43% a 2030.



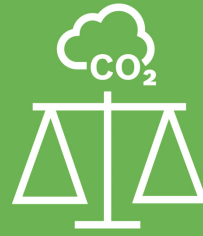
## Cómo generar el cambio

Al nivel nacional, local o de ciudades influye el tipo de estructura gubernamental que cada país tiene; en países con gobiernos centralizados, el gobierno nacional tiene un mayor nivel de influencia en las políticas urbanas locales. En los países con gobiernos federales, esta influencia del gobierno central es menor, por lo que se vuelve aun más importante trabajar de manera coordinada en ambos niveles.

### Nivel nacional

A este nivel es importante generar incentivos a la compra de vehículos eléctricos para que no se encarezcan demasiado. Algunas formas de hacerlo podrían ser:

- Evitar o reducir el cobro de aranceles.
- Evitar o reducir el cobro de ciertos impuestos.
- Subsidio directo (aunque es cuestionable si sería el mejor uso de los recursos públicos).
- Subsidio cruzado (proveniente de impuestos adicionales a vehículos más contaminantes).
- Establecer cuotas a los armadores de vehículos vendidos o emisiones promedio (por ejemplo, porcentaje de ventas que deben ser híbridos o eléctricos, o emisiones máximas promedio del total de la flota que han vendido).

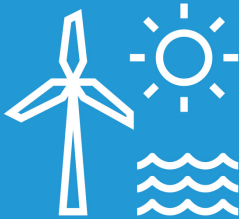


Respecto al último punto hay algunos ejemplos exitosos. En China, cada empresa que manufactura vehículos debe alcanzar una cuota en créditos de autos limpios. Esta cuota debe ser mayor o igual a 10% de los vehículos que venda. Así, si produce 10 mil vehículos, debe obtener al menos mil créditos. Los créditos se obtienen vendiendo vehículos eléctricos o híbridos enchufables.

Pero no todos los vehículos dan el mismo número de créditos, éstos son proporcionales a la autonomía que su batería ofrezca. De esta forma, un híbrido enchufable dará menos créditos que un eléctrico con una mayor batería. Las empresas que no alcancen su cuota de créditos, se hacen acreedoras a multas, pero como alternativa, podrían comprar créditos a otras empresas que rebasen su cuota.







Con esto, se logra que aquellas que venden tecnología menos limpia subsidien a las que venden tecnología más limpia.

Otro caso se está dando en la Comunidad Europea, donde cada marca de autos, debe vender vehículos que, en promedio, no rebasen cierto nivel de emisiones de CO2 por kilómetro.

Actualmente, con la norma Euro VI, que entra en vigor en 2020, este promedio máximo estará en 120 y 90g de CO2 por kilómetro para diésel y gasolina respectivamente. La mayoría de las marcas están por encima de estos niveles, en principio podrían tratar de mejorar sus motores de combustión interna, pero la mejor estrategia está en aumentar la cantidad de vehículos híbridos y eléctricos que venden, para así bajar significativamente su promedio.

Se contempla que estos máximos permisibles continúen bajando. Se permite que una marca que no alcance sus créditos se los compre a otra que los haya excedido.

### Nivel local

A nivel local, los incentivos, más que económicos o ligados a cuotas, se relacionan con infraestructura, y prioridad de acceso para vehículos limpios. Algunos ejemplos de esto son:

- Zonas de bajas emisiones, a las que sólo vehículos limpios puedan acceder.
- Estacionamiento exclusivo, preferencial o a menor precio en ciertas zonas.
- Acceso gratuito o a menor costo para vías de cuota.
- No tener que dejar de circular en periodos de contingencia ambiental.



Para no sólo reducir emisiones y descarbonizar el transporte, también es muy importante priorizar modos de transporte sustentables.

El diseño de calles completas amigables con peatones, bicicletas, y monopatines será clave para generar cambios modales hacia modos más activos y sustentables. Las bicicletas y monopatines eléctricos son opción para un mayor número de usuarios (no se necesita tener buena condición física o llegar sudando) y pueden usarse para realizar viajes más largos que sus similares totalmente mecánicos.

Incentivar el uso de autobuses eléctricos también genera grandes beneficios, normalmente se necesitarán reformas a los esquemas de operación del transporte público o su financiamiento, para que el costo adicional de los vehículos eléctricos no sea trasladado al usuario.

Por último, la carga de última milla tiene un gran potencial para electrificarse, algunas empresas lo están haciendo tanto para abatir sus

costos como para mejorar su imagen pública y reducir su huella de carbono.

Hay mucho que las ciudades pueden hacer para fomentar el uso de este tipo de vehículos. Una medida muy efectiva puede ser limitar el número de placas que se otorgan cada año a vehículos de combustión interna mediante subastas o sorteos. Dependiendo de las facultades que los niveles de gobierno tengan en cada país, en algunos casos esto corresponderá al gobierno central y en otros al local.

En China esto tiene un gran impacto, las placas para vehículos de combustión interna están limitadas, mientras que para vehículos limpios no. Esto hace que mucha gente evite tener que esperar o pagar cantidades significativas por una placa, y simplemente opte por comprar un vehículo limpio de forma mucho más fácil y rápida.



## Comentarios finales

La movilidad eléctrica es una gran herramienta para lograr beneficios ambientales, de salud pública, y –cuando se beneficia a la micro movilidad y al transporte público eléctricos– reducir la congestión en nuestras ciudades.

La movilidad eléctrica llegará a nuestras ciudades aun sin ningún incentivo, dada la reducción esperada en los próximos años en el costo de las baterías. La paridad de costo de los vehículos eléctricos respecto de los de combustión interna se espera en algún momento entre 2025 y 2030.

Las principales razones para incentivar la adopción temprana de esta tecnología son:

- Adelantar los beneficios ambientales y de salud pública que esta tecnología ofrece.
- Mayor contribución a disminuir el impacto del cambio climático, dados los efectos acumulativos de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.
- Generar economías de conocimiento y atraer cadenas de valor alrededor de esta industria antes que otros países lo hagan, provocando que el cambio tecnológico que vendrá, tenga un impacto positivo en la economía local en lugar de uno adverso.
- Reducir el costo de adopción de la tecnología, ya que jugar un papel pasivo hará que cuando ésta se vuelva la tecnología dominante, los esfuerzos por adoptarla tengan que darse en muy poco tiempo y con poca experiencia.

La regulación será un aspecto muy importante para garantizar la seguridad de estos sistemas, garantizar un correcto manejo de residuos de las baterías, así como un inteligente uso de la capacidad de las redes eléctricas que suministren a esta nueva demanda.

La elaboración de este documento ha tenido como principal objetivo transmitir conocimiento técnico a un nivel asequible para un público general interesado en temas de movilidad urbana. Se considera que éste es un elemento clave para una participación incluyente que acelere la adopción de la movilidad eléctrica con un beneficio orientado a la sociedad en general.

# Cómo contactarnos

Para solicitudes de prensa contacte al departamento  
Comunicación Corporativa y Asuntos Gubernamentales.  
[comunicacion.interna@mx.bosch.com](mailto:comunicacion.interna@mx.bosch.com)

Las oficinas centrales del Grupo Bosch en México  
se ubican en:

Guillermo González Camarena #333

Col. Centro de Ciudad Santa Fe

Del. Álvaro Obregón

CP 01210, México D.F.

Tel. +52 55 5284 3000

[www.bosch.mx](http://www.bosch.mx)

© 2020, Robert Bosch México, S.A. de C.V. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.

Este informe representa un tratamiento oportuno y académico de un tema de interés público. Robert Bosch México asume la responsabilidad de elegir los temas de estudio. También solicita y responde a la guía de paneles asesores y revisores expertos. Sin embargo, a menos que se indique lo contrario, todas las interpretaciones y conclusiones establecidas en las publicaciones de Robert Bosch México son responsabilidad de los autores. Los mapas y gráficos tienen fines ilustrativos y no implican la expresión de ninguna opinión por parte de Robert Bosch México, en relación con el estado legal de la movilidad en México, ni con la delimitación de fronteras o límites. Esta comunicación solo contiene información general; ni Robert Bosch México, su matriz, subsidiarias y/o filiales (colectivamente, "Bosch") están, por medio de esta comunicación, prestando asesoramiento o servicios profesionales. Antes de tomar cualquier decisión o acción que pueda afectar sus negocio, debe consultar a un asesor profesional calificado.



