

# VEHÍCULO ELÉCTRICO: PRESENTE Y FUTURO

JAIME SÁNCHEZ GALLEGO

Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño  
UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

Los vehículos eléctricos son todos aquellos que utilizan como elemento principal de propulsión un motor eléctrico, por ello existen diversidad de tipos (desde los utilizados para micro-movilidad, hasta los grandes camiones de larga distancia). Las principales tecnologías de vehículo eléctrico están madurando y no parecen ser un obstáculo para su implantación, pero los elevados costes de las materias primas, las limitaciones en las prestaciones y las imposiciones regulatorias imposibilitan conocer de manera clara la velocidad de su implantación durante los próximos años.

---

## PALABRAS CLAVE •

Vehículo eléctrico, cero emisiones, movilidad, arquitectura vehicular

## CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO •

Gallego, JS. 2022. *Vehículo eléctrico: presente y futuro* en: UEM STEAM Essentials

---

## INTRODUCCIÓN

En general cuando hablamos de vehículo eléctrico nos referimos a movilidad eléctrica; es decir, entendemos que el principal medio de transporte a electrificar es el vehículo utilitario (descartando patinetes, bicicletas, ciclomotores, triciclos, motocicletas, camiones, etc.). Asimismo, entendemos que vehículo eléctrico es aquel que solo utiliza baterías, sin embargo, el vector energético del hidrógeno (*lado Touriño, 2021*) amplía la oferta de vehículos eléctricos y a su vez ha conseguido proporcionar un mayor rango a diversas misiones a las que vehículos eléctricos sólo con baterías no pueden hacer frente.

La necesidad de reducir la contaminación local por motivos de salud poblacional, así como las emisiones globales (*St-Pierre & Elrod, 2022*) medidas en toneladas equivalentes CO<sub>2</sub>, han derivado en exigencias normativas en los países occidentales y en China que obligan a la industria de la movilidad a orientarse hacia nuevos sistemas de propul-

sión eléctrica. De esta manera es posible entender cómo a nivel urbano, periurbano, regional y nacional (*Porto Scheffino, 2022*) las diferentes tecnologías de movilidad eléctrica se adaptan de manera específica a cada uso y misión; es decir, la entrada en el mercado de los nuevos sistemas de propulsión eléctrica han tenido un fuerte impacto en el paradigma de la movilidad de los últimos 20 años, primero con la hibridación de vehículos y luego con el desarrollo de los vehículos eléctricos a batería, en gran medida debido a la ausencia de una única tecnología que sirva para las diferentes misiones (uso urbano, regional, larga distancia, transporte de carga, transporte de personas, etc.) en un solo vehículo, como si lo ha conseguido la tecnología basada en motores de combustión interna. Es por tanto un reto tanto para fabricantes como para comercializadores y usuarios el encontrar un acomodo óptimo y beneficioso para todos de tal cantidad de tecnologías para para la movilidad.

La conexión entre vehículo eléctrico y tecnología es clara, sobre todo en la micro-movilidad, siendo mucho más importante con el desarrollo de las tecnologías V2G (Vehicle to Grid) y G2V (Grid to Vehicle) o V2X (Vehicle to everything) que son aquellas que habilitan la conexión del vehículo a la red eléctrica, intercambiar información con otros vehículos o en general la conexión a través del internet de las cosas a todo aquello que mejore la operación y la circulación del vehículo en cuanto a seguridad y eficiencia. Además, la optimización en el uso energético es clave para la reducción de emisiones a lo largo del ciclo de vida del vehículo, así como en la reducción de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> provenientes del sector transporte, del que provienen el 22% de todas las emisiones (Giannakis, Serghides, Dimitriou, & Zittis, 2020).

Uno de los grandes logros de la introducción del vehículo eléctrico ha sido la de conseguir que la iniciativa privada se adelante a la iniciativa pública, basándose en la capacidad tecnológica y en la eficiencia de los procesos industriales (Liu, 2021). Esto ha provocado que el sector energético haya tenido que incrementar su nivel de transparencia, automatización, digitalización y optimización en sus procesos (Lander et al., 2021). Es por ello que el desarrollo de los vehículos eléctricos durante la próxima década va a ir solidariamente unido al de los vehículos autónomos y conectados.

**Tabla 1** » Clasificación SAE de vehículos para micro-movilidad

CLASIFICACIÓN	NOMBRE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
<b>Peso en vacío</b>	Ultra ligero	WT1	Peso en Vacío ≤ 23 kg
	Ligero	WT2	23 kg ≤ Peso en Vacío ≤ 45 kg
	Medio	WT3	45 kg ≤ Peso en Vacío ≤ 91 kg
	Medio-alto	WT4	91 kg ≤ Peso en Vacío ≤ 227 kg
<b>Anchura</b>	Estándar	WD1	Ancho ≤ 0,9 m
	Ancho	WD2	0,9 m ≤ Ancho ≤ 1,2 m
	Extra-ancho	WD3	1,2 m ≤ Ancho ≤ 1,5 m
<b>Velocidad máxima</b>	Ultra-lenta	SP1	$V_{max} \leq 13 \text{ km/h}$
	Lenta	SP2	$13 \text{ km/h} \leq V_{max} \leq 32 \text{ km/h}$
	Media	SP2	$32 \text{ km/h} \leq V_{max} \leq 48 \text{ km/h}$
<b>Propulsión</b>	Eléctrica	E	Propulsión mediante motor eléctrico
	Combustión	C	Propulsión mediante motor de combustión interna.

## CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE VEHÍCULO ELÉCTRICO

### Tipos de vehículos eléctricos

La gran variedad de vehículos eléctricos hace que no se puede hablar de movilidad eléctrica como un sector único, sino que se compone de tecnologías y empresas de diferentes sectores. Por ello es interesante hacer un repaso a los diferentes tipos de vehículos eléctricos y su uso principal. En este documento, se ha preferido distinguir entre tres grandes bloques de vehículos: los de micro-movilidad para uso urbano y unipersonal, motocicletas eléctricas y vehículos de cuatro o más ruedas.

### Micro-movilidad

Se puede definir la micro-movilidad como aquella movilidad en la que el transporte se desarrolla en distancias cortas, principalmente en el centro de las ciudades, mediante el uso de vehículos ligeros. (Taxonomy and classification of powered micromobility vehicles 2019) La Sociedad americana de automoción (SAE) define en su nueva taxonomía los vehículos para micro-movilidad<sup>1</sup> como aquellos que tienen un peso inferior a 227 kg (500 lb) y una velocidad máxima inferior a 47 km/h (30 mph), excluyendo de estos, los vehículos de propulsión humana. Definen seis tipos de vehículos para la micro-movilidad: bicicleta con ayuda a la

propulsión, patinete propulsado, ciclomotor, patinete autobalancado con propulsión, monopatín propulsado y patines propulsados. Adicionalmente clasifica estos vehículos con cuatro características principales que son: peso en vacío, anchura, velocidad máxima y sistema de propulsión.

### Motocicletas eléctricas

Las motocicletas son aquellos vehículos de dos ruedas cuya potencia es superior a 11kW y tienen una velocidad máxima superior a 45 km/h. En cuanto a las motocicletas eléctricas, se sustituye el sistema de propulsión de motor de combustión interna por un motor eléctrico cuyo diseño requiere un control adecuado de par, baterías de alto voltaje y un sistema de control de potencia.

<sup>1</sup> » Pueden ser tanto cero emisiones como de combustión interna.

El uso de estas motocicletas se ha incrementado durante los últimos 5 años en las zonas urbanas debido a tres razones fundamentales (especialmente en ciclomotores): aumento de la oferta en movilidad compartida, capacidad de extracción de baterías para recarga y restricciones en el centro de las ciudades a vehículos contaminantes. En Asia, el auge de las motocicletas eléctricas viene de la aparición de ciclomotores tipo scooter con costes competitivos y sin necesidad de un carné especial; siendo China el principal país en el uso de estos vehículos.

### Vehículos eléctricos de cuatro o más ruedas

Los vehículos eléctricos son aquellos cuyo sistema de propulsión primario es un motor eléctrico. Dentro de los vehículos electrificados podemos encontrar híbridos (HEV, Hybrid Electric Vehicles en inglés), vehículos eléctricos con pila de combustible (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle en inglés) y eléctricos con batería (BEV, Battery Electric Vehicle en inglés) en diversas versiones de vehículos para transporte de personas y carga.

#### a » Vehículos híbridos

Los vehículos híbridos (o con motor híbrido) son aquellos que combinan un motor de combustión interna con un motor eléctrico (ver Figura 3) siendo posible una hibridación intermedia (donde la electricidad se obtiene de la regeneración o de una toma de la fuerza del motor) o una conexión externa para toma de energía eléctrica o PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle).. La principal ventaja actual de este tipo de vehículos es que pueden funcionar en modo eléctrico durante su desplazamiento urbano, evitando por tanto las emisiones que afectan a la calidad del aire, y funcionar posteriormente con el motor de combustión interna para desplazamientos de mayor distancia y velocidad como puede ser el interurbano o el viaje de larga distancia. Las principales ventajas que podemos encontrar en los vehículos híbridos son: mejor

Figura 1 » Coches eléctricos. (Fuente: propia)

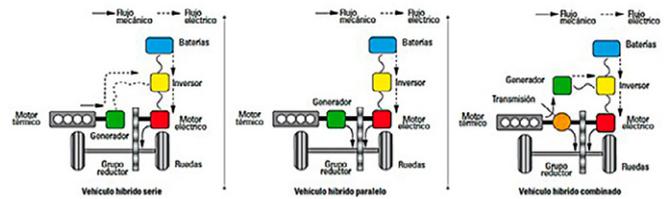
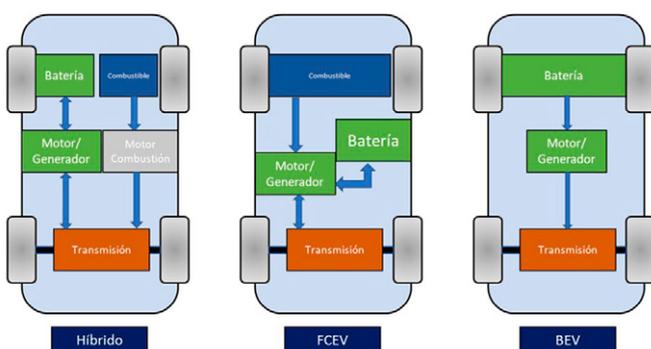


Figura 2 » Configuraciones vehículo híbrido (Fuente: <https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>)

eficiencia, menor consumo específico de combustible, reducción de emisiones que impactan en la calidad del aire, reducción de emisiones (toneladas CO<sub>2</sub> equivalentes) y uso de combustible e infraestructuras existentes. Como principal desventaja es el aumento en la complejidad del vehículo, el aumento de peso y mayores emisiones con respecto a los FCEVs y los BEVs.

Las principales configuraciones de vehículos híbridos son:

<b>SERIE</b>	En esta configuración el motor eléctrico funciona como un generador de energía eléctrica y la propulsión la realiza únicamente el motor eléctrico. El motor de combustión funciona en su óptimo para el consumo y generación eléctrica
<b>PARALELO</b>	Ambos motores están conectados mecánicamente con la transmisión, de tal manera que ambos pueden aportar potencia y par al mismo. Simplifica la arquitectura del vehículo pero es menos eficiente
<b>COMBINADO</b>	Permite la actuación en combinación o aislada de los dos tipos de motores, por lo que tiene mayor complejidad tecnológica (por los sistemas de control y la mecánica) pero tiene mayor eficiencia que las dos configuraciones anteriores (Gao, Mi, & Emadi, 2007)

Tabla 2 » Clasificación de vehículos con motor híbrido

(Gao et al., 2007) El uso de tecnología híbrida se utiliza mayormente en vehículos de tipo N1 y M1; es decir, fundamentalmente utilitarios. Su uso en vehículos comerciales como pueden ser camiones pesados, está limitado por el aumento de peso y volumen de sus componentes que pueden impactar claramente en la capacidad de carga de dichos vehículos

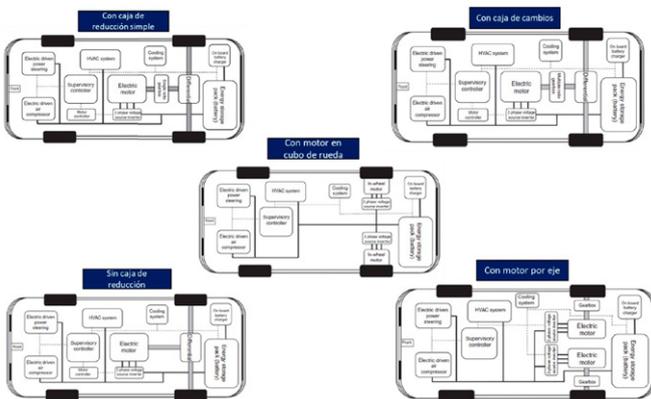
También existe una variante de vehículos híbridos en los que la hibridación no se realiza como complemento del motor sino complemento de la transmisión (MHV o Mild Hybrid Vehicles), lo cual no ha de confundirse con los híbridos enchufables (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle). El objetivo de apoyar a la transición (antes o después de la misma) es aportar potencia/par en los casos en los que el

vehículo lo requiera (cambios de pendiente, entrada en zonas de obra con barro, etc.) o al contrario, reducir la potencia a aportar por el motor de combustión interna gracias a la adición por parte del motor eléctrico (zonas llanas, bajas velocidades, etc.).

**b » Vehículos eléctricos a batería (BEV)**

También son denominados vehículos eléctricos puros y son aquellos que constan sólo de sistemas eléctricos para almacenamiento de energía y para producción de potencia. La primera generación de BEVs eran vehículos ineficientes, pesados y con una autonomía limitada. Eran vehículos cuya arquitectura derivaba de la de los vehículos con motor de combustión interna; se alojaban las baterías en el maletero, el motor eléctrico donde el motor de combustión interna, los sistemas de transmisión eran poco sofisticados, los circuitos de mayor voltaje con limitaciones de diseño y la electrónica de potencia poco desarrollada. Los utilitarios actuales son vehículos cuya arquitectura se ha diseñado desde cero para que funcionen de manera óptima.

En la actualidad, en casi cualquier categoría de vehículo para transporte de personas o de mercancías, se pueden encontrar las siguientes configuraciones (Figura 5).



**Figura 3 » Configuraciones BEV** (Fuente: Arora, Tashakori Abkenar, Jayasinghe, & Tammi, 2021)

Dependiendo del tipo de misión, una configuración puede estar más optimizada que otra; por ejemplo, el uso de motores que provean de potencia directamente a los ejes o a los cubos de rueda, es una tendencia que aumenta la modularidad de las plataformas vehiculares de uso urbano, reduce los costes del motor (puesto que tienen menor potencia) pero aumentan la complejidad de la arquitectura y en ocasiones su mantenimiento. Es decir, no se puede hablar de una configuración mejor en todo tipo de misión, sino que se ha de adecuar a cada una de ellas, por lo que se tienen en cuenta diferentes requisitos según las mismas: requisitos de producto (eficiencia, modularidad, baja masa y volumen, bajo coste y simplicidad del sistema de control) y de servicio (Neubauer & Pesaran, Jan 1, 2013).

Para mejorar sus consumos, los BEV pueden funcionar en dos modos principales: suministro de potencia y regeneración. En el primero, la energía pasa de las baterías al motor eléctrico y de este a la transmisión/ruedas; en el segundo, durante las frenadas o las bajadas se produce un flujo de energía a la inversa en la que el motor funciona como generador.

**c » Vehículos eléctricos con pila de combustible (FCEV)**

Son vehículos eléctricos cuya principal diferencia es el almacenamiento de energía en forma de combustible líquido o gaseoso que en la actualidad se centra en el hidrógeno. La principal ventaja de estos vehículos es que poseen una masa total menor que la de los BEV dado que reducen peso de las baterías, pese a necesitar mayor volumen para el almacenamiento de combustible. Antes de su uso en vehículos utilitarios y vehículos pesados, se había extendido su uso en vehículos ligeros donde la demanda de energía era más o menos constante como son carretillas elevadoras o microbuses.

En la actualidad (Kast, Morrison, Gangloff, Vijayagopal, & Marcinkoski, 2018), hay fabricantes de todo tipo de vehículos desarrollando vehículos basados en esta tecnología. Como ejemplo de vehículos utilitarios podemos encontrar a Hyundai, Toyota y Honda a la cabeza y dentro del segmento de los vehículos pesados se utiliza esta tecnología para aumentar la autonomía o poder operar en misiones altamente demandantes de energía.

Los sistemas de almacenamiento de hidrógeno más habituales en utilitarios son a 350 bar mientras que para vehículos pesados se extiende el uso de sistemas a 700 bar que posteriormente puede que se exporten a utilitarios. Además, dado que el transporte de hidrógeno es complejo por ser el elemento más ligero de la tabla periódica, la red de puntos de repostaje en países o regiones que implementen esta tecnología ha de decidirse de manera óptima (Hernandez, Alkayas, Azar, & Mayyas, 2021).

**Figura 4 » Sistema de pila de combustible y depósitos de hidrógeno IVECO-NIKOLA** (Fuente: <https://www.elconfidencial.com/>)

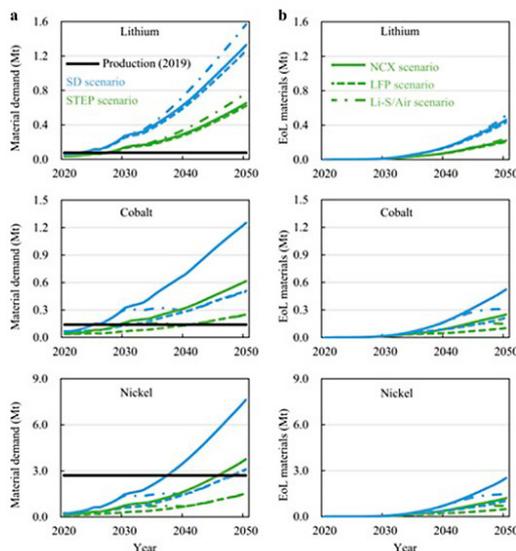


## TECNOLOGÍAS HABILITADORAS DE BEV

Las principales tecnologías habilitadoras, soslayando el hidrógeno y el internet de las cosas, son las baterías y los sistemas de recarga ya que afectan directamente a la gestión energética urbana y nacional, así como en el desarrollo del mercado de utilitarios.

### Baterías

Las baterías son el elemento central de almacenamiento de energía en los BEV y también como almacenamiento de soporte en los BEV. Las baterías Li-ion ofrecen capacidades de almacenamiento de entre 100 y 200 Wh/kg. La alta demanda de baterías para vehículos eléctricos de largo alcance, ha provocado la inversión para desarrollar baterías de nueva generación Li-ion así como la investigación en otro tipo de baterías que potencialmente pueden ser sustitutas de estas. El control de la potencia entregada por las baterías se realiza mediante el control del voltaje nominal de la misma, por ello es cada vez más necesaria la creación de cátodos que permitan aumentar este nivel nominal como pueden ser los de cobalto u otros tipos. En cuanto al ánodo, se investiga mucho en baterías con base de Si puesto que este es muy abundante en la naturaleza y además tiene la capacidad más alta (4.200 mAh/g).



**Figura 5 »** Demanda de materiales para baterías 2020-2050 (Fuente: Xu et al., 2020)

En la evolución de las baterías de Li, las de estado sólido parecen ser las más prometedoras donde marcas como Toyota están invirtiendo grandes cantidades para su desarrollo y comercialización en 2025. La principal diferencia de estas baterías con las de Li-ion radica en que ambos electrolitos son sólidos en lugar de tener uno de ellos en fase líquida. Los principales retos tecnológicos para su implantación son: tiempo de recarga y limitación en la autonomía en comparación con los vehículos con motor de combustión interna.

### Sistemas de recarga BEV

Tan importante es la configuración y arquitectura vehicular óptima para cada tipo de uso o misión de los BEV como la adecuada infraestructura de recarga para cada uno de ellos. En general se puede hablar de tres tipos generales de recarga:

**a » Cambio de baterías:** se trata de un sistema en el que el bloque de baterías se diseña de tal modo que pueda extraerse y reemplazarse en pocos minutos. De esta forma, la carga de las mismas se hace en un centro de carga de baterías independiente del vehículo. Este sistema tiene la ventaja de proporcionar una carga rápida pero dificulta tecnológicamente el diseño vehicular, ya que en muchas ocasiones la estructura de las baterías es a su vez parte estructural del chasis del vehículo.

**b » Carga conductiva:** es aquella en la que existe una conducción física de electricidad desde el sistema de recarga a las baterías del vehículo. En este caso se puede optar por dos métodos diferentes, mediante cable (de acuerdo a los diferentes estándares ya establecidos para ello) o pantógrafo situado en la parte superior o inferior del vehículo. Para este segundo, la infraestructura a instalar es complicada ya que requiere sistemas de catenaria electrificada o de carriles para carga inferior.

**c » Carga inductiva:** mediante la inducción electromagnética de tal manera que la recarga se realiza sin contacto entre el sistema de recarga y el vehículo. Esta recarga puede ser estática o dinámica (ElectReon lleva la tecnología de carga inductiva inalámbrica para vehículos eléctricos a la "Arena del Futuro" de Italia, 2021), siendo esta segunda una de las grandes apuestas de algunas marcas como Stellantis para reducir el tamaño de las baterías sin perder autonomía.

Desde el punto de vista de los tiempos de carga, se puede diferenciar entre diferentes tiempos de recarga conductiva (cable):

**a » Lenta:** más de 5 horas. Para vehículos tipo M1 y N1 se suele utilizar sistemas monofásicos de hasta 3,5 kW.

**b » Semi-rápida:** entre 1 y 2 horas. Para vehículos tipo M1 y N1 se utilizan sistemas monofásicos de hasta 25 kW, en el caso de vehículos industriales pesados de hasta 150 kW.

**c » Rápida:** menos de 30 minutos. Para vehículos tipo M1 y N1 se utilizan sistemas trifásicos o en continua de hasta 50 kW, para vehículos industriales pesados de más de 350 kW.

**d » Super-rápida:** menos de 10 minutos. Para vehículos tipo M1 y N1 se utilizan sistemas de recarga trifásicos o en continua de entre 150 y 350 kW. Para vehículos industriales pesados son necesarios sistemas de entre 350 kW y 1 MW.

## USO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

El uso de los diferentes tipos de vehículos varía mucho dependiendo de la misión concreta del mismo, del mismo modo que variará su implantación por regiones o países. En la actualidad, se puede comprobar como el mayor crecimiento en la compra y el uso de vehículos eléctricos viene dado por los de micro-movilidad y por las motocicletas eléctricas, mientras que el de los coches eléctricos varía dependiendo del contexto económico de la región y del país.

En el uso de vehículos utilitarios, el volumen de mercado en la compra de nuevos vehículos varía entre el 3% y el 12% para los principales países desarrollados de Europa y América del norte (Abdullah Dik, Siddig Omer, & Rabah Boukhanouf, 2022). En el caso de las motocicletas eléctricas el crecimiento sigue siendo exponencial (ver Figura 6) y se prevé que en una década más del 80% de todas las motocicletas y ciclomotores sean eléctricos en Europa. El uso de los vehículos pesados varía mucho dependiendo de su misión y

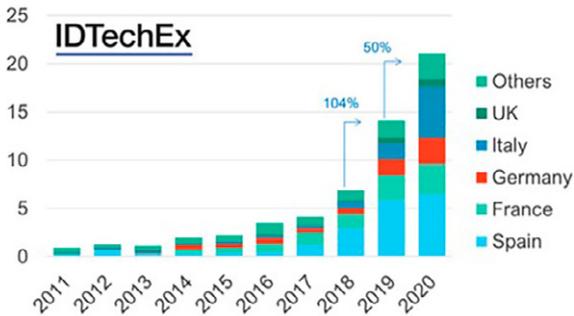


Figura 6 » Venta de motocicletas eléctricas en Europa (Fuente: <https://www.greencarcongress.com/2021/02/20210219-electric-motorcycles.html>)

tienen como principal problema para su implementación o aumento de ventas la falta de infraestructuras de recarga o repostaje rápida. En el caso de los autobuses urbanos, pese al aumento del coste de los mismo con respecto a los de motor de combustión interna, se prevé que aumente debido a las restricciones en materia de calidad de aire en zonas urbanas (Lacressonnière et al., 2014), mientras que en largo recorrido y media distancia el uso de combustibles renovables puede hacer que se limite el uso de BEV y FCEV. Sí parece clara la tendencia en el crecimiento de vehículos híbridos en los próximos tres años debido a la presión regulatoria en el centro de muchas ciudades y la falta de infraestructura en algunas ciudades; el crecimiento mundial de la venta de BEV como vehículos utilitarios ha aumentado principalmente por la presión de la regulación china para mejorar la calidad del aire en sus ciudades y en los países occidentales ha aumentado en las ciudades donde la regulación impide a los vehículos con motor de combustión interna circular y donde el poder adquisitivo es alto.

En cuanto a los vehículos pesados para transporte de mercancías, los propios fabricantes han indicado que prevén

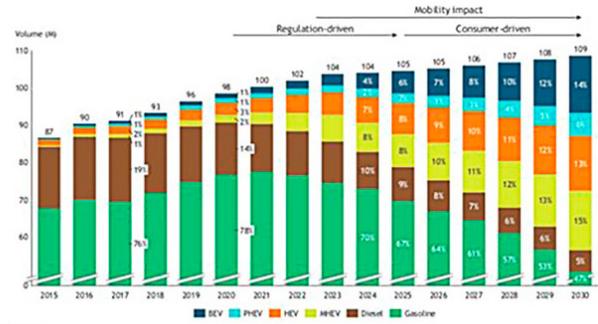


Figura 7 » Mercado de vehículos utilitarios en 2030 (Fuente: BCG Analysis)

llegar a los 100.000 FCEV en 2030 principalmente para misiones de larga distancia (Fuel cells bulletin, 2020), lo que supone un porcentaje bajísimo en comparación con los más de 6 millones de camiones que circulan actualmente en Europa. El desarrollo e implantación de los BEV para uso semi-urbano o regional es una de las incógnitas para todos los fabricantes ya que, al igual que para los FCEV, los vehículos con chasis electrificado (de segunda generación) disponibles en el mercado entre 2022 y 2024 no tendrán disponible una red de puntos de recarga suficientemente amplia como para que su comercialización sea exponencial en la próxima década. Sin embargo, las diferentes marcas tienen la tecnología disponible para entrar al mercado entre este año y el siguiente.

## CONCLUSIÓN

La movilidad eléctrica no es sólo el coche eléctrico, va mucho más allá y tiene diferencias en su desarrollo e implantación en diferentes misiones y tipos de utilización. El desarrollo de los vehículos de alta gama comenzados a partir de la entrada en el mercado de Tesla Motors ha afianzado un sector del coche eléctrico que actualmente entra en su madurez. Sin embargo, la movilidad urbana todavía necesita una evolución para que se optimice la gran cantidad de oferta disponible en los países desarrollados tanto en micro movilidad como en transporte público. La principal ventaja que aportan los vehículos eléctricos puros es la mejora de calidad de aire en zonas donde necesita ser reducida, como en las principales ciudades de China (den Hartog, 2021) y a nivel emisiones globales tienen un impacto positivo también en aquellos países cuya mezcla de generación energética sea adecuada (como puede ser Francia o Canadá).

Parece claro el aumento futuro en el uso de vehículos eléctricos en zonas urbanas en prácticamente todas las regiones a nivel mundial, con China, Europa y EE.UU. a la cabeza. Sin embargo, el actual panorama de inflación y crisis de cadena de suministro crea una resistencia clara en el poder de adquisición de vehículos utilitarios que está derivando en una mayor compra de vehículos usados (incluyendo los híbridos). Sin embargo, el aumento será

mucho más importante en micro-movilidad personal y en motocicletas eléctricas, por lo que los modelos de movilidad en zonas urbanas de países occidentales pueden sufrir una transformación diferente a la planteada con el utilitario como eje central. También tendrá impacto la normativa en calidad de aire en vehículos de reparto en última milla y en transporte público (principalmente autobuses), por lo que la adaptación paulatina de los diferentes fabricantes a las demandas de estos vehículos viene dada a través de licitaciones públicas y será más lenta de lo esperado debido a la falta de infraestructuras de recarga y/o repostaje.

En cuanto a la larga distancia, la variedad de soluciones, la falta de infraestructuras de recarga o repostaje y la actual crisis de suministro, es difícil realizar una estimación del crecimiento del vehículo eléctrico tanto en el transporte de pasajeros como en el de mercancías. Parece que los usuarios de camiones pesados para uso regional pueden decantarse configuraciones tipo BEV mientras que para largas distancias los FCEV son más prometedores por la

reducción de peso y de volumen en los vehículos, así como por la apuesta europea y norteamericana por la economía del hidrógeno. Tampoco puede descartarse la entrada de nuevos combustibles para las pilas de combustible como pueden ser el bioetanol y el biogás en algunos países donde su producción se da de manera natural y para favorecer la captura de CO<sub>2</sub>.

En definitiva, algunos tipos de vehículos eléctricos van a crecer de manera exponencial como los vehículos unipersonales, los utilitarios parece que van a avanzar hacia los BEV, con uso compartido u otros modos de uso, para zonas urbanas y en el resto de usos la implantación va a ser paulatina y asociada al desarrollo de infraestructuras. Los verdaderos retos a los que se enfrenta el desarrollo tecnológico de los vehículos eléctricos son el aumento de peso debido a las baterías, la gestión de energía, optimización térmica de los sistemas de baterías y pilas de combustible y el diseño orientado a los nuevos modos de conducción en vehículos eléctricos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah Dik, Siddig Omer, & Rabah Boukhanouf. (2022). *Electric vehicles: V2G for rapid, safe, and green EV penetration*. *Energies* (Basel), 15(3), 803. doi:10.3390/en15030803

Arora, S., Tashakori Abkenar, A., Jayasinghe, S. G., & Tammi, K. (2020). *Heavy-duty electric vehicles*. Kidlington, Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann.

den Hartog, H. (2021). *Shanghai's regenerated industrial waterfronts: Urban lab for sustainability transitions?* *Urban Planning*, 6(3), 181-196. doi:10.17645/up.v6i3.4194

*ElectReon lleva la tecnología de carga inductiva inalámbrica para vehículos eléctricos a la "Arena del Futuro" de Italia*. (2021, Dec 3.). Business wire (Spanish ed.), Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/2605503459>

Fuel cells bulletin. (2020). *Coalition to deploy fuel cell heavy-duty trucks, hydrogen in europe*. *Fuel Cells Bulletin*, 2020(12), 3-4. doi:10.1016/S1464-2859(20)30555-1

Gao, D. W., Mi, C., & Emadi, A. (2007). *Modeling and simulation of electric and hybrid vehicles*. *Proceedings of the IEEE*, 95(4), 729-745. doi:10.1109/JPROC.2006.890127

Giannakis, E., Serghides, D., Dimitriou, S., & Zittis, G. (2020). *Land transport CO<sub>2</sub> emissions and climate change: Evidence from cyprus*. *International Journal of Sustainable Energy*, 39(7), 634-647. doi:10.1080/14786451.2020.1743704

Hernandez, B., Alkayyas, A., Azar, E., & Mayyas, A. T. (2021). *Mathematical model for the placement of hydrogen refueling stations to support future fuel cell trucks*. *IEEE Access*, 9, 148118-148131. doi:10.1109/ACCESS.2021.3123901

Kast, J., Morrison, G., Gangloff, J. J., Vijayagopal, R., & Marcinkoski, J. (2018). *Designing hydrogen fuel cell electric trucks in a diverse medium and heavy duty market*. *Research in Transportation Economics*, 70(C), 139-147. doi:10.1016/j.retrec.2017.07.006

Lacressonnière, G., Peuch, V. -, Vautard, R., Arteta, J., Déqué, M., Joly, M., Saint-Martin, D. (2014). *European air quality in the 2030s and 2050s: Impacts of global and regional emission trends and of climate change*. *Atmospheric Environment* (1994), 92, 348-358. doi:10.1016/j.atmosenv.2014.04.033

lado Touriño, I. (2021). *Hidrógeno como nuevo vector energético: Presente y futuro*. UEM STEM Essentials,

Lander, L., Kallitsis, E., Hales, A., Edge, J. S., Korre, A., & Offer, G. (2021). *Cost and carbon footprint reduction of electric vehicle lithium-ion batteries through efficient thermal management*. *Applied Energy*, 289, 116737. doi:10.1016/j.apenergy.2021.116737

Liu, S. (2021). *Competition and valuation: A case study of tesla motors*. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 692(2), 22103. doi:10.1088/1755-1315/692/2/022103

Neubauer, J. S., & Pesaran, A. (Jan 1, 2013). *Techno-economic analysis of BEV service providers offering battery swapping services*. Paper presented at the doi:10.4271/2013-01-0500 Retrieved from <https://www.osti.gov/servlets/purl/1078073>

Porto Schettino, M. (2022). *La movilidad de proximidad en la era del urbanismo digital*. UEM STEM Essentials,

St-Pierre, M., & Elrod, A. A. (2022). *The perverse effect of environmental regulation on emissions: The role of product-mix changes*. *Journal of Public Economic Theory*, 24(1), 197-235. doi:10.1111/jpet.12541

Tanç, B., Arat, H. T., Conker, Ç, Baltacıoğlu, E., & Aydin, K. (2020). *Energy distribution analyses of an additional traction battery on hydrogen fuel cell hybrid electric vehicle*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(49), 26344-26356. doi:10.1016/j.ijhydene.2019.09.241

*Taxonomy and classification of powered micromobility vehicles* (2019). . 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA, United States: SAE International. doi:10.4271/2019-01-1911

Xu, C., Dai, Q., Gaines, L., Hu, M., Tukker, A., & Steubing, B. (2020). *Future material demand for automotive lithium-based batteries*. *Communications Materials*, 1(1), 1-10. doi:10.1038/s43246-020-00095-x

## BIOGRAFÍA

Jaime Sánchez Gallego es Ingeniero Superior Industrial (UC3M); Máster Oficial en Investigación Industrial (UNED); Experto en Tecnología Nuclear (UPM/Tecnomat); Diplomado en Altos Estudios Internacionales (Sociedad de Estudios Internacionales); investigador predoctoral en la University of Washington (Seattle) entre 2007 y 2008 y actualmente doctorando (UPM). Desde 2016 es profesor de Máster y Grado en la Universidad Europea de Madrid. Actualmente es director Global de Plataforma Avanzada en IVECO y Consejero Externo en Canal de Isabel II. De 2019 a 2020 ha sido Director General de Sostenibilidad y cambio climático de la C.M., de 2008 a 2019 ha trabajado en diversos sectores.

