



CIUDADANÍA Y VALORES
FUNDACIÓN

DOCUMENTO PARA EL DEBATE:
**MOVILIDAD SOSTENIBLE:
RETOS PARA LA IMPLANTACIÓN
DEL
VEHÍCULO ELÉCTRICO EN ESPAÑA**

David Suárez

Socio de Booz& Company

Madrid, 27 de mayo de 2010

Movilidad Sostenible: Retos para la implantación del vehículo eléctrico en España

David Suárez
Booz & Company

Resumen ejecutivo

Desde que el crudo alcanzara máximos históricos de 145 dólares el barril en Julio 2008, y más concretamente desde que el año pasado se anunciaran los primeros modelos de coches eléctricos a fabricar en grandes volúmenes, el debate sobre la movilidad sostenible ha pasado a ocupar un lugar preeminente en la agenda política, empresarial y social.

Dicho debate es tremendamente complejo, ya que están involucrados numerosos colectivos como fabricantes de vehículos, de baterías, proveedores de infraestructura, empresas eléctricas, administraciones públicas, el consumidor final, etc. Además, hay una enorme cantidad de variables que influyen en el desarrollo del vehículo eléctrico, a veces de manera muy sensible (precio de los combustibles, precio de la electricidad, precio de la batería, voluntad de compra del consumidor, distancias medias diarias recorridas, consumos de cada tipo de vehículo, etc.)

El debate sobre el coche eléctrico, además, con frecuencia va cargado de declaraciones políticamente correctas e interesadas para una parte u otra, que dificultan separar la realidad de la utopía.

Por esta razón, creemos necesario plantear un análisis riguroso, desde un

punto de vista neutral y desinteresado, para afrontar este debate tan complejo. En este estudio consideramos tres escenarios a futuro, viendo la influencia de tres variables clave en el bolsillo del consumidor final: el coste del combustible, el coste de la electricidad, y la evolución (tanto en prestaciones como en coste) de la batería.

Según nuestras estimaciones, España podría llegar a tener entre 100.000 y millón y medio de vehículos conectables a la red eléctrica para el año 2020. Es difícil precisar más debido a la enorme sensibilidad del precio del combustible, que hemos basado en un crudo entre 50 y 180 dólares/barril, según la EIA.

Para el año 2030 estimamos que el número podría estar entre 400.000 y algo más de cinco millones de vehículos, con el crudo entre 50 y 200 dólares el barril. Hasta un 25% de matriculaciones nuevas y algo más de un 20% del parque total podría estar constituido por vehículos conectables a la red.

Los principales retos a los que se enfrenta el sector incluyen la falta de estandarización de componentes, tanto en el coche como la batería, así como la infraestructura de recarga. La falta de estándares dificulta generar economías de escala que abaraten costes. El sector también se enfrenta al reto del litio, material preferido para las baterías de última generación, cuya abundancia por desgracia está concentrada en países geopolíticamente complicados como Bolivia y China. Por otra parte, el sector eléctrico en España, si bien no tendrá problemas en generar la posible nueva demanda eléctrica, sí que los tendrá a la hora de evitar la saturación de la red local de distribución. Tal reto supone

inversiones en nuevas tecnologías de gestión dinámica de la demanda, así como una regulación que permita nuevas formas de facturar, incluyendo la tarificación horaria y la capacidad de servir a múltiples clientes desde un mismo punto de recarga público.

El desarrollo de programas pilotos es una palanca importantísima para probar nuevas modalidades de movilidad sostenible. Pero no como se ha hecho hasta ahora (por lo general demostraciones tecnológicas a pequeña escala). Se necesitan ecosistemas completos donde probar no sólo nuevas tecnologías, sino la viabilidad de nuevos modelos de negocio, así como el favor o rechazo del consumidor. Las administraciones públicas (nacional, autonómica, municipal) juegan un papel clave, no sólo en incentivar el sector siempre y cuando tenga sentido económico, sino también a la hora de facilitar que los diferentes participantes del mercado se pongan de acuerdo. Con las condiciones adecuadas y con suficiente tiempo, el vehículo eléctrico, en sus diferentes versiones, sin duda alguna transformará radicalmente el sector del transporte tal y como lo hemos conocido en los últimos 100 años.

1. Introducción

Moda pasajera o transformación total?

En el Frankfurt Motor Show en Septiembre de 2009, Toyota, General Motors y Renault, entre otros, anunciaron el lanzamiento de nuevos modelos de coches eléctricos, con lo que su impulso ha cobrado una relevancia sin precedentes en la última década. El debate sobre el cambio climático y la necesidad de desarrollar una economía sostenible, así como la subida prolongada del precio del crudo

en 2008, han puesto una vez más sobre la mesa la necesidad de desarrollar tecnologías de transporte no contaminantes. El mercado está viendo una actividad frenética, que empezó ya hace unos años con fabricantes nicho como Tesla Motors, al que ahora siguen otros como BYD, A123 Systems, AeroVironment, Tianneng Power, etc. Además, fabricantes de coches como los arriba mencionados, así como proveedores de equipo de primera línea como Panasonic, Continental y Valeo están claramente apostando por el desarrollo de componentes para suministrar este nuevo mercado. Si añadimos a esto que el coche eléctrico cuenta con el amplio apoyo (al menos teórico) de muchos gobiernos, así como la sociedad en general, nos encontramos con una situación idónea para el crecimiento de este nuevo mercado.

La cuestión es si estamos ante otra moda pasajera, o ante el principio de la transformación total del sector del transporte. Si se dan las condiciones necesarias (p. ej., subida estructural del precio del petróleo a largo plazo, bajada en el coste por Kwh de baterías de nueva generación, incentivos adecuados para la compra de este tipo de vehículos, etc.), es posible que estemos ante un fenómeno de transformación total, si bien paulatina, del sector de automoción.

Idoneidad de España

España es un país que reúne condiciones favorables para la implantación de la próxima generación de coches eléctricos, ya que tiene una gran parte de su población concentrada en núcleos urbanos y periurbanos, con una densidad media de 5.000 habitantes/km² en ciudades de más de 750.00 habitantes (Madrid, Barcelona,

Sevilla, Bilbao y Valencia) frente a los 3.500 habitantes/km² de la Unión Europea. Este hecho en principio hace que España tenga núcleos urbanos idóneos para la implantación del vehículo eléctrico, pero puede también ser un reto para la red de distribución, como se verá más adelante en la sección 2.4.

Por otra parte, las dimensiones del país y concretamente entre núcleos urbanos, hacen que uso del coche eléctrico en gran medida quede relegado a éstos, y no para cubrir distancias interurbanas donde tendrían más sentido los coches híbridos enchufables, que sí podrían afrontarlas con la tecnología actual.

Tanto el gobierno central como el de diversas comunidades autónomas y ciudades, han declarado que se muestran muy favorables a impulsar el coche a través de incentivos y ayudas públicas, tanto al consumidor como a fabricantes y, como veremos más adelante, el sistema eléctrico español es perfectamente capaz de aportar la capacidad de recarga en la red necesaria para desplegar hasta cinco millones de vehículos, si bien con algunas inversiones en red, y con un desarrollo paulatino del mercado.

El desarrollo del coche eléctrico (incluido el híbrido enchufable) ayudaría a España a garantizar una parte del abastecimiento energético del país de una manera sostenible. En España se consumieron en 2008 más de 30 millones de toneladas de gasóleos de automoción y gasolinas, que podrían reducirse entre un 10-15% para 2030 si se dan las condiciones adecuadas. El coche eléctrico reduce nuestra dependencia del petróleo importado, sustituyéndolo por una generación eléctrica cada vez más renovable, si tenemos en cuenta que el mix de

generación eléctrica español ha pasado de tener un 0% de potencia instalada renovable en 1990 (sin incluir la hidráulica clásica) a más de un 22% en 2008.

2. Retos Claves y Oportunidades

El coche eléctrico, más que una tecnología, es una macro-tendencia, cuyo futuro depende en gran medida de que intereses, incentivos, retos y oportunidades que presentan para todos los grupos afectados se alineen para crear ecosistemas completos.

Los participantes que se ven afectados por esta macro-tendencia son muchos y variados.

2.1. Fabricantes de Vehículos

La tipología de vehículo según su consumo eléctrico es variada. Tres tipos de coche (desde el de combustión interna clásico, que sólo usa una batería para arrancar, hasta los híbridos ya en el mercado que convierten la energía cinética del coche en electricidad a través de un generador) son independientes de la red eléctrica. Los otros dos (el híbrido enchufable, así como el vehículo eléctrico 100%), son ambos conectables a la red eléctrica, y constituyen el enfoque del modelo y de este estudio.

El coche eléctrico no es algo nuevo. Incluso supuso la tecnología dominante hace cien años, pero siempre se ha enfrentado a barreras parecidas, relativas a la tecnología disponible de baterías, que lo convertían en algo caro y con menor autonomía.

Sin embargo, el desarrollo reciente de la tecnología de baterías de ión de litio ha motivado que varios líderes de la industria del automóvil hayan

apostado fuerte tanto por el vehículo eléctrico “puro” como por el híbrido enchufable a nivel global. Esto incluye no solamente al grupo Renault / Nissan, que es quien más fuertemente apuesta por la tecnología eléctrica, sino también a otras marcas tradicionales como Honda y Toyota, así como fabricantes nicho o recién llegados como Tesla Motors y la empresa china BYD. A pesar de todo, en el mercado español, sus predicciones de ventas para los próximos cinco años son notablemente modestas, y en general consistentes con uno de los escenarios de menor desarrollo del vehículo eléctrico (petróleo barato, batería cara) que se comenta más adelante.

Los retos que tienen ante sí los fabricantes son variados. Por un lado, será difícil que el coche eléctrico se imponga si cada marca decide hacer la guerra por su cuenta y no se definen estándares que potencien su desarrollo. Por otro lado, no está claro el compromiso de los líderes actuales del mercado en potenciar un rival para sus negocios actuales. ¿Hasta qué punto están dispuestos los líderes en canibalizar sus propias ventas o dar oportunidades a sus rivales de ganar cuota de mercado? ¿Es lógico esperar grandes reducciones de precio, o es más razonable considerar que se mantendrá el status quo hasta que el precio del combustible haga inevitable la transición hacia el vehículo eléctrico?

Incluso si los fabricantes más importantes ralentizasen el desarrollo del coche eléctrico, existe la posibilidad de un cambio radical en el mercado. Un vehículo completamente distinto podría irrumpir en el mercado y hacerse con cuota de mercado con un concepto completamente nuevo de vehículo eléctrico, que no pretendiese

competir con el convencional, sino cubrir necesidades diferentes. Este nuevo desarrollo podría apoyarse en las ventajas del coche eléctrico (nulas emisiones directas de gases, silencioso, par constante, etc.) y evitar las limitaciones (autonomía reducida, coste alto de las baterías, etc.). En otras industrias, enfoques completamente nuevos han permitido a competidores noveles obtener mucha penetración aprovechando la indolencia de los competidores tradicionales, como se ha podido ver en fotografía digital o en aerolíneas de bajo coste.

En cualquier caso, si el coche eléctrico no rompe moldes, al menos deberá ser competitivo en el coste para poder implantarse, y a día de hoy es muy difícil que así sea. Será necesario, a corto plazo, diseñar vehículos eléctricos e híbridos enchufables a precios que los hagan claramente competitivos respecto a los convencionales y, a largo, desarrollar tecnologías de carga rápida que permitan obviar lo que sin duda ha sido la principal limitación de esta tecnología desde que fue arrinconada por la de motores de explosión a principios del siglo XX. Por supuesto, el éxito en el primer caso vendrá determinado primordialmente por las economías de escala de que puedan disfrutar en la fabricación de estos vehículos a nivel global, así como por el impacto de los precios del petróleo, que también tienen una incidencia global. Conviene recordar que el atractivo económico de los coches eléctricos puede variar substancialmente de un país a otro en función tanto de la estructura tributaria (los impuestos sobre la gasolina, sobre el consumo eléctrico o sobre el precio de compra de automóviles) como de las políticas de subvención pública. España no parece un país lo bastante rico como para que la demanda de consumidores con

conciencia ecologista pueda ser masiva si el atractivo económico del producto no lo apoya – pero también tiene una estructura tributaria bastante pesada sobre el sector de automoción que puede permitir al gobierno ajustar ese balance económico si es preciso.

Se ha comentado a menudo que el desarrollo dependerá de la implantación de que goce entre las flotas, dado que frecuentemente el esquema de uso responde al que ofrece el coche eléctrico (desplazamientos cortos con posibilidad de retorno diario al punto de carga). Ocurre que un factor importante en la decisión de compra de un coche de flota para renting es el precio de reventa y cualquier nueva tecnología supone una incertidumbre que el comprador no está dispuesto a asumir. Si los coches efectivamente se desarrollan velozmente, el valor de un coche comprado hoy puede tener un valor a la hora de la venta dentro de 3 ó 4 años sensiblemente inferior a lo esperado. Irónicamente, las expectativas de desarrollo que por un lado parecen claves en el fomento del coche eléctrico, pueden suponer una gran barrera de entrada al mismo.

2.2. Fabricantes de Baterías

Las baterías han supuesto la principal barrera histórica al desarrollo de los coches eléctricos. Ofreciendo similares prestaciones en cuanto a velocidades, los motores eléctricos superan al convencional en distintos aspectos, como son el par motor constante, la ausencia de ruido, las nulas emisiones directas y la alimentación más económica, pero pierden la batalla, y la guerra, debido a la menor autonomía y, más importante, el elevado tiempo de recarga.

La tecnología de ión de litio ha mejorado sustancialmente el rendimiento en estos dos últimos aspectos clave (autonomía y tiempo de carga), y tiene potencial de hacerlo aún más, pero incrementando el coste significativamente. Y este es el principal reto de los fabricantes de baterías: desarrollar la tecnología de ión de litio, la más prometedora actualmente, para conseguir baterías económicas que permitan desplazamientos más largos y cortos períodos de recarga.

Sin embargo, un problema con la tecnología de ión de litio es que depende de un material que no es precisamente abundante, y cuyos yacimientos, además, están muy concentrados en países geopolíticamente delicados, como pueden ser Bolivia o China (con aproximadamente un tercio de las reservas mundiales). Aunque no vemos un problema de abastecimiento a corto plazo (con yacimientos de cuatro millones de toneladas de litio económicamente viables y una producción anual en torno a 30.000 toneladas y creciendo al 8% cada año¹), está claro que a medio plazo habrá que aumentar la producción de litio. Al ritmo de crecimiento de la producción actual sólo se podrán haber construido 2,5 millones de coches en todo el mundo hasta 2020, lo cual conlleva comenzar a explotar los depósitos de litio localizados en reservas naturales, como el Salar de Uyuni, en Bolivia, o en países no democráticos, como China, con las dificultades añadidas que supone. ¿Tiene sentido fomentar un vehículo no contaminante si es necesario acabar con reservas de la biosfera para sacarlo adelante? ¿Tiene

¹ Abell & Oppenheimer, World Lithium Resource Impact on Electric Vehicles, 2008

sentido dejar de depender del suministro de crudo de Oriente Medio para pasar a depender del suministro de litio desde China? En estos casos el vehículo eléctrico supondría una contradicción, porque dos de las ventajas que se le suponen a priori, sostenimiento medioambiental e independencia del suministro, dejarían de ser tales.

Existen distintas iniciativas tanto para minimizar el uso de litio en cada batería como para desarrollar nuevas tecnologías basadas en otros materiales, pero el hecho es que para los próximos diez o quince años no se prevé que surja una alternativa viable al litio, por lo que el desarrollo de los vehículos eléctricos dependerá significativamente de la capacidad que exista de obtener litio a un coste razonable. Si la producción es limitada, es de esperar que suba el precio del litio, con lo que las posibles reducciones de coste por economías de escala podrían verse afectadas y, consecuentemente, el precio de las baterías no disminuiría lo suficiente, para hacer más competitivos los coches eléctricos o híbridos enchufables.

2.3. Promotores de infraestructuras

Un comprador no puede albergar dudas sobre la alimentación de su coche antes de comprarlo. Nadie se preocupa al comprar un coche convencional sobre si la plaza de aparcamiento tendrá un surtidor de gasolina o si la gasolinera más cercana está a 100m o 200m de distancia del lugar de trabajo. Es por esto que es necesario que cuando el coche eléctrico sea una alternativa viable, el comprador no desista de hacerse con uno por miedo a la falta de puntos de recarga o de infraestructura de red.

El principal reto al que se enfrentan los promotores de la infraestructura es encontrar el modelo de negocio adecuado que justifique, por un lado, las inversiones que van a ser necesarias y por otro les aseguren unos ingresos futuros que les permitan actualizar la infraestructura. Para ello deberán diseñar estrategias que les permitan obtener ingresos por el uso de las infraestructuras, con cobro de algún tipo de tarifa, o llegar a acuerdos con las eléctricas para compartir beneficios u operar como joint-ventures en determinadas circunstancias. Otra posibilidad sería la de convertirse en gestores de la red, que pudiesen manejar la demanda una vez que se permita la regulación de la misma, obteniendo ingresos por esa gestión. Para que esto fuese posible sería necesario antes de que el promotor se involucrase, que el gobierno desarrollase una legislación que lo permitiese.

2.4. Sector eléctrico

Desde el punto de vista de capacidad de generación eléctrica, parece seguro que no va a suponer ningún problema para las compañías eléctricas españolas satisfacer la demanda adicional que resulte de la introducción de los vehículos eléctricos e híbridos, incluso en los escenarios más optimistas. Esto se ha subrayado repetidamente en los medios de comunicación, y es fácil entender el porqué con un cálculo sencillo: la demanda adicional de un millón de vehículos eléctricos rondaría los 2,25 TWh anuales, o menos del 1% de la producción anual de 310 TWh en 2009. Teniendo en cuenta que el parque generador español ha podido alimentar crecimientos medios del 3-5% en los últimos 10 años, el impacto real será reducido, a menos que se llegue al

escenario óptimo de desarrollo que consideramos (petróleo caro, batería barata), que contempla más de cinco millones de vehículos enchufables en circulación.

La dificultad no estriba tanto en la generación de electricidad, sino en la distribución y venta.

Desde el punto de vista de la red de distribución, el problema está en la concentración de demanda eléctrica de estos vehículos en centros urbanos, y áreas de gran consumo dentro de estos. La red de distribución en baja tensión está dimensionada de manera que el transformador local dé servicio a un número limitado de puntos de carga (hogares y comercios), típicamente entre 5 y 15, una vez reducida la tensión a 220v. Dado que cada coche conectable a la red supone una carga equivalente a la de un hogar (entre 3 y 5 KW), en redes semisaturadas el transformador local puede saltar. El *Electric Power Research Institute* en Palo Alto, California (USA), ha encargado pruebas de resistencia de la red local donde un solo híbrido enchufable saturó un 67% de los transformadores comprobados en horas pico, y un 10% en horas valle².

Así pues el reto de las eléctricas se centra en poder gestionar la demanda en puntos específicos de la red con alta concentración de vehículos. Esta gestión se podría enfocar al desarrollo de redes inteligentes con gestión dinámica de la demanda, que permitirían limitar los picos temporales de demanda en horas valle.

La comercialización de electricidad a vehículos eléctricos presenta dos retos distintos. Por una parte, la necesidad de dar servicio a cualquier cliente desde un punto de recarga pública, y poder facturar por dicho servicio según el precio contratado. Esta venta tiene un reto tecnológico (identificación del usuario y facturación), y otro legal, ya que dicho modo de recarga no está contemplado en la regulación actual.

Por otra existe un riesgo de pérdida de clientes en bloque, ya que según hemos dicho antes uno de los primeros segmentos objetivo de las eléctricas serían vehículos eléctricos de flotas de empresas. Incluso si la facturación adicional del sector debido al coche eléctrico es relativamente pequeña (entre €100 y 600M para 2030 según nuestro modelo, cuando el sector eléctrico facturó cerca de €60.000M en 2009), dicha venta cruzada se puede usar como incentivo para atraer cuentas enteras, que según nuestras estimaciones podrían suponer hasta un 5% de pérdida o ganancia, según se pierda o gane cuota.

2.5. Administraciones Públicas

Las administraciones públicas se enfrentan a un dilema en estos momentos de crisis. ¿Se apuesta decididamente por el vehículo eléctrico y se invierte tanto en el desarrollo de infraestructuras como en la reducción de ingresos por el negocio automovilístico, con el riesgo de que finalmente no se implante? ¿O se evita realizar la inversión y se asume el sobrecoste estructural en el caso de que el petróleo tenga una escalada de precios en los próximos años?

² EPRI, "Impact of Plug-In Hybrid Electric Vehicles on Utility Distribution Systems," (August 2009).

El gobierno anunció en Abril de 2010³ un plan ambicioso de inversiones cercanas a 600 millones de euros para lograr que haya 250.000 coches eléctricos o híbridos enchufables en España en 2014. Esta inversión no se reduce a la instalación de puntos de carga, sino que incluye también subvenciones para la compra de los coches y mejoras de la infraestructura de transporte y distribución. Si tenemos en cuenta el coste actual de los puntos de carga y los sobrepagos que se están manejando en la actualidad por los coches eléctricos (el THINK city, único disponible en España en la actualidad cuesta 30.114€) no parece que 2.000€ de ayuda media por vehículo vayan a dinamizar significativamente el mercado.

¿Debe el gobierno potenciar la industria mediante ayudas directas? ¿Es asumible ese coste de inversión? Antes de proceder a invertir grandes sumas de dinero que no sabemos si van a tener el resultado deseado, quizás sería mejor comprobar que se han sentado las bases para permitir el desarrollo del vehículo eléctrico. Si la legislación no permite la tarificación diferenciada por usos, no tendrá mucho sentido invertir en puntos de carga con esa característica. Si las ordenanzas municipales no permiten la discriminación respecto del coche convencional, no se podrán ofrecer beneficios al coche eléctrico, como el uso preferente de carriles, el acceso a zonas restringidas del casco urbano, o el aparcamiento gratuito en la vía pública. Si se quiere reducir el consumo de combustibles, se deberá estar dispuesto al descenso en la recaudación que ello supondrá para las arcas públicas. Si se quiere promover el uso de puntos de recarga públicos, se

deberá permitir el cobro individual desde dichos puntos.

Así que antes de proceder con planes de inversión, las administraciones públicas deberían asegurarse de tener bien asentados los cimientos que permitan en un futuro el desarrollo del coche eléctrico, tanto en la construcción de infraestructuras, como en la operaciones, como en los incentivos.

Las administraciones públicas no deberían apostar por una tecnología u otra, sino procurar alcanzar determinados objetivos. Cada administración (estatal, autonómica, municipal) habrá fijado unos objetivos estratégicos y deberá valorar si el vehículo eléctrico sirve para esos propósitos y si el ciudadano va a salir beneficiado por ello. No sirve de nada potenciar el vehículo eléctrico si al final el ciudadano sale perdiendo, recibiendo un bien o un servicio con peores características o más caro. Cada administración deberá velar por sus intereses. El gobierno nacional podrá tener interés en potenciar el desarrollo industrial, reducir las emisiones nacionales para cumplir protocolos internacionales, limitar la dependencia energética con otros países o capear la crisis económica de la mejor manera posible. Los gobiernos autonómicos podrán estar interesados en desarrollar determinadas áreas o paliar la pérdida de competitividad y empleo en la región. Los gobiernos municipales, en cambio, pueden estar interesados en reducir la contaminación acústica o atmosférica en los centros urbanos. Cada uno deberá estudiar si efectivamente el vehículo eléctrico es la mejor alternativa para conseguir alguno de esos objetivos, en cuyo caso se deberá buscar la mejor manera de potenciarlo.

³ <http://www.economiasostenible.gob.es/>

Ilustremos el punto anterior con un ejemplo: Uno de los beneficios reiterados del coche eléctrico es la reducción de emisiones, pero cuando se hacen cálculos, no parece que sea la panacea. Si se llegará a tener 4.000.000 de coches eléctricos (~20% del parque actual), y toda la electricidad fuese libre de emisiones, que no lo es, se podrían reducir alrededor de ocho millones de toneladas de CO₂, un tercio aproximadamente de los 25 millones de toneladas que se reducirían cerrando las centrales de carbón operando en España y sustituyendo su producción por ciclos combinados⁴. Con esto no abogamos sin más por el cierre de dichas plantas, sino simplemente ilustramos que cada administración debe fijar unos objetivos y trabajar para conseguirlos, pero no hacer apuestas por tecnologías que no los facilitan.

2.6. Consumidores

A la hora de adquirir un vehículo, el consumidor se enfrenta a una simple cuestión: ¿cómo puedo garantizar mi capacidad de movimiento con unas prestaciones de calidad determinadas y a mínimo coste? A día de hoy, el coche eléctrico sigue siendo más caro que el convencional (en Abril 2010 sólo existe una opción real de coche eléctrico en España, el THINK City, con un precio de 30.114€, 100km/h de velocidad punta, 160 km de autonomía y dos plazas, y la potencial del Mitsubishi i-Miev, que se espera esté disponible a finales de 2010 con un precio también superior a los 30.000€⁵) y no ofrece las mismas prestaciones, por lo que es difícil aceptar las expectativas optimistas de gobierno

(que han pasado de 1 millón de vehículos eléctricos en 2014 anunciados en julio de 2009⁶ a 250.000 para el mismo año anunciados en abril de 2010) sobre su implantación. Es cierto que el vehículo híbrido si proporciona unas prestaciones parecidas a las del coche convencional, pero el coste sigue siendo en torno al 25% mayor (en 2010, el Toyota Corolla Sedan 1.4 D-4D Active se vendía por 17.750€ y el Toyota Prius Eco, híbrido de prestaciones parecidas –aunque un poco mayor- sin capacidad de conexión a la red costaba 21.700€⁷), lo que limita el número de consumidores que se decantarán por él, especialmente cuando la tasa de paro esta en aumento y se percibe un alargamiento de la vida útil de los vehículos, así como un descenso en las matriculaciones. Es dudoso esperar que los consumidores estén dispuestos a cambiar sus costumbres si esto no les reporta ningún beneficio tangible. Si los fabricantes de coches eléctricos fuesen capaces de desarrollar un concepto nuevo que les diese beneficios adicionales, con un coste menor, es posible que se pudiese plantear dicho cambio de costumbres, pero de otra manera parece difícil.

Sin embargo, es cierto que los consumidores son, de todos los participantes en el mercado, los que más fácilmente podrán adaptarse en el momento en que las circunstancias conviertan a los coches eléctricos e híbridos en alternativas razonables. Para entonces, tanto los fabricantes de coches, como los operadores eléctricos y los reguladores habrán preparado la entrada de los mismos, y podrán aprovecharse de las ventajas económicas que les ofrecerán (reducción del consumo, ahorro en

⁴ Las centrales de carbon en España emitieron 0.95tm de CO₂ / MWh y generaron 43,4 TWh en 2008, vs.0.37tm / MWh de las de ciclo combinado. Fuente: REE, Gabinete de Prensa, Junio 2009 y REE, El Sistema Eléctrico Español, Síntesis 2008.

⁵ <http://www.elmundo.es/elmundomotor/2010/04/07/coches/1270653779.html>

⁶ Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Nota de Prensa, 29 de Julio de 2009

⁷ Revista Autopista, 27 de Abril de 2010

mantenimiento, impuestos menores, etc).

3. Escenarios y Previsiones a Futuro

Independientemente del entusiasmo que demuestren los gobiernos por apoyar o las compañías en potenciar el vehículo eléctrico, la mayoría de los consumidores solamente se decantarán por el vehículo eléctrico (o el híbrido enchufable) en el caso de que éste le resulte más atractivo económicamente que la alternativa convencional. Cualquier otra expectativa se dará de bruces con la realidad del bolsillo, que es la que, finalmente, dicta las decisiones de los consumidores cuando se trata de un producto caro.

El vehículo eléctrico proporciona al usuario, como mucho, los mismos servicios que un vehículo convencional, con el único añadido de la satisfacción por la reducción de contaminación. Es decir, el vehículo eléctrico y el convencional son bienes sustitutivos y el consumidor no tiene muchos alicientes para sustituir uno conocido (el convencional) por uno desconocido (el eléctrico). A día de hoy, el vehículo eléctrico (y el híbrido) son más caros en el momento de la compra (principalmente debido al coste de la batería de litio) pero proporcionan un ahorro tanto por el menor consumo como por el precio de la electricidad frente al combustible, además de un mantenimiento previsiblemente más barato, debido a la reducción de partes móviles en el sistema motriz. El consumidor tendrá más motivos para hacer el cambio siempre que el ahorro que se obtenga durante la vida útil sea mayor al desembolso superior que debe hacerse en el momento de la compra.

Para calcular la penetración de que será capaz el vehículo eléctrico, por tanto, será necesario conocer si habrá un ahorro suficiente o no. Teniendo en cuenta que la industria automovilística es una industria madura, no se esperan mejoras o ahorros sustanciales en los costes del chasis o del sistema motriz del coche convencional, por lo que el factor más importante que puede variar el precio del coche eléctrico en los próximos años es el coste de la batería. Si las economías de escala obran el milagro y se optimizan los procesos de fabricación y los rendimientos de la misma, el diferencial entre el coche convencional y el eléctrico se podría reducir, facilitando la introducción de este último. Para hacernos una idea, una fábrica de baterías que fabrique 100.000 unidades tiene un coste unitario un 60-80% menor a una que sólo fabrique 10.000⁸. El ahorro en el consumo durante la vida útil dependerá básicamente del precio del combustible utilizado; el coche eléctrico será popular siempre y cuando rebaje sustancialmente durante su vida útil el coste adicional que se paga a la hora de la compra.

La volatilidad del mercado energético durante los últimos 10 años han puesto de manifiesto lo difícil que será prever con precisión cuál será el comportamiento tanto del crudo como de los combustibles en los próximos 20 años, que serán clave para el desarrollo de los vehículos eléctricos o híbridos enchufables. Sin embargo, esta misma volatilidad, ha definido con bastante precisión los límites en que probablemente se acotará el precio del petróleo y, por ende, el de los combustibles.

⁸ Nelson, Paul, "Modeling Manufacturing Costs of Lithium-Ion Batteries for PHEVs," Argonne National Laboratory, 2009

El análisis que hacemos parte de tres supuestos, uno de *máximo desarrollo* para el vehículo eléctrico, en el que el precio de la gasolina se dispara en los próximos años, otro de *desarrollo medio*, que ve un aumento moderado de los precios y otro de *mínimo desarrollo*, en el que los combustibles mantienen un precio moderado que hace menos atractivos los vehículos que dependen de la electricidad. También hemos contemplado que estos escenarios tengan unos precios diferentes para la electricidad pero hemos podido comprobar que la introducción de coches eléctricos es menos sensible a esa variable. La otra variable que es sumamente importante para el resultado del modelo es el precio de la batería a lo largo de los años y hemos decidido incorporar también esta variable en los diferentes escenarios. Partiendo de un precio común para la batería, el escenario óptimo obtiene una rebaja en el coste de casi un 40% para 2020 y 75% en 2030. El escenario neutro conseguiría reducir el coste algo menos, en torno al 30% en 2020 y el escenario pésimo rebaja esas expectativas hasta un 20%, que está en sintonía con las expectativas conservadoras del mercado.

En todos los casos se ha supuesto que el consumidor no compraría el coche eléctrico en caso de que este suponga un gasto 15% superior a la alternativa durante su vida útil, y en caso de que sea al menos un 30% más económico se ha supuesto que la mayoría de los consumidores se decantarían por la opción eléctrica (eléctrico puro para vehículos con poco kilometraje anual e híbrido enchufable cuando el coche realiza más de 20.000km anuales).

Estimamos que veremos tres oleadas de incorporación, una primera de entusiastas del coche eléctrico que están incluso dispuestos a pagar un sobreprecio por el mismo (2014-2018), una segunda en la que el caso del vehículo eléctrico es más claro y existe un mínimo de infraestructura para apoyar ese despegue (2022-2025) y, por último el empujón definitivo, cuando las ventajas son evidentes, las baterías se han desarrollado suficiente, la infraestructura suficiente y el coche eléctrico responde a las necesidades del mercado.

Escenario 1: Mínimo Desarrollo - Crudo a \$50/barril

A pesar de las expectativas, el precio del petróleo Brent desciende entre 2010-2012 hasta los 50 dólares por barril y se mantiene en una horquilla pequeña en torno a ese valor durante los próximos 20 años. El precio del combustible (gasolina automoción) se mantendría constante durante ese período alrededor de 1€ por litro y cualquier conductor podría esperar gastar en torno a 1.000€ al año en combustible. Con un precio de la electricidad un poco más caro que en la actualidad, un coche eléctrico proporcionaría un ahorro anual de 600-700€, un poco mayor al conseguido con el híbrido.

En esta situación, el coche eléctrico tendría un coste muy parecido al del coche convencional durante su vida útil, algo mayor hasta 2022 e inferior después, debido principalmente a la mejora en el precio de las baterías, que lo haría más competitivo. El coche híbrido, por naturaleza algo más caro que el eléctrico, no llegaría a ser opción más económica que el convencional, pero tendría una implantación mayor, debido a que el parque de vehículos para los que el híbrido es una opción es

mayor que el parque que se puede plantear tener un eléctrico.

Los vehículos eléctricos e híbridos tendrían una implantación muy difícil, con un 0.5% testimonial (combinado) de las matriculaciones nuevas en 2020 y un 1.3% en 2030. El total del parque de vehículos eléctricos e híbridos en 2020 sería ligeramente superior a los 100.000 coches eléctricos e híbridos enchufables (0,4% del parque) y unos 400.000 en 2030 (1,5%).

Este parque podría ser alimentado con un pico de demanda de unos 1,3GW en 2030 que, si la carga se efectuase por la noche, en horas de bajo consumo, supondría un incremento del 2-3% de incremento de carga, perfectamente asumible por la red existente hoy en día.

Escenario 2: Desarrollo medio -- Crudo a \$110-130/barril

El petróleo recupera los niveles anteriores a la caída y crece durante los próximos años hasta superar los 110 dólares por barril en 2015 y llegar a los 130 dólares en 2030. Las petroleras responden a este incremento con un alza en los precios de los combustibles y el precio de la gasolina crece hasta alcanzar 1,4€ por litro en 2020 y 1,5€ en 2030.

El ahorro que contemplaría un potencial comprador de eléctrico aumentaría hasta los 1.100-1.200€ por año y el del híbrido podría reducir su gasto anual en combustible unos 800€. Con estas premisas, el sobreprecio a la hora de la compra se compensaría y los coches menos contaminantes empezarán a ser competitivos mucho antes.

La introducción tardaría en arrancar, con sólo un 2% de las matriculaciones en 2020, pero luego se aceleraría y

alcanzaría un 11% en 2030. A este ritmo, en 2020 se tendrían aproximadamente 300.000 vehículos enchufables y por encima de los 2 millones en 2030. Para que esto fuese posible, las baterías deberían haber reducido su precio a la mitad por entonces.

La alimentación de estos coches eléctricos podría suponer un aumento de la demanda de potencia de unos 7GW en las horas valle, en torno al 20% de la potencia proporcionada hoy en día por el sistema en esos momentos, por lo que no supondría un reto complicado.

Escenario 3: Desarrollo máximo -- Crudo a \$180-200/barril

La recuperación de la economía y el crecimiento de países como China o India disparan las cotizaciones del Brent y se superan los precios máximos de 2008, llegando a los 180 dólares por barril en 2020 y estabilizándose en los 200 dólares a partir de 2030. El precio del combustible no se vería incrementado en la misma medida, pero superaría los 2€ por litro en 2016 y se podría consolidar en torno a los 2,4€ por litro.

Con un precio de la electricidad barato (que se podría fomentar con la construcción de centrales nucleares y un mayor desarrollo de las renovables, haciéndolas más competitivas) el ahorro anual que supondría un coche eléctrico estaría alrededor de los 2.000€ anuales, que compensarían con creces el sobreprecio inicial esperado en la industria automovilística. El híbrido también rebajaría el coste anual, en más de 1.000€ anuales (probablemente más, porque el usuario optimizaría el porcentaje de utilización del motor eléctrico) y se convertiría en una opción viable económicamente tan pronto como en 2013. Conforme la batería

fuese disminuyendo su coste, la tasa de introducción iría creciendo hasta llegar, en 2020, al 12% de las nuevas matriculaciones y en 2030 a uno de cada cuatro turismos. Para 2020 se tendrían alrededor de 1,5 millones de vehículos no convencionales y para 2030 podrían esperarse por encima de 5,5 millones de vehículos no convencionales (un poco más del 20% del parque).

La demanda de potencia se podría incrementar en unos 20GW, un 60% por encima de la suministrada hoy en las horas valles del día, por lo que habría que asegurar que no afectase al sistema.

4. Programas Piloto como instrumento para alcanzar escala

Los intentos realizados hasta ahora para el desarrollo de los coches eléctricos han tropezado básicamente con la misma piedra: la falta de escala. La falta de escala impide la reducción del coste de la batería y por ende el coste final del coche, creándose un círculo vicioso. Desde el punto de vista de la infraestructura, la falta de coches eléctricos motiva reticencias a la hora de invertir dinero en el desarrollo de la misma y esa falta de infraestructura es la que incrementa el miedo del consumidor a adquirir un vehículo, por lo que se sigue sin conseguir la escala deseada y el círculo vicioso se hace mayor. Las instituciones públicas también encuentran un freno en la falta de escala, que reduce el apoyo político al coche eléctrico y en consecuencia limita los incentivos que están dispuestos a dar para desarrollarlo, por lo que se sigue sin alcanzar el objetivo.

Los programas pilotos bien planteados permiten romper estos círculos viciosos y descubrir el potencial real de los coches eléctricos. La identificación de

un entorno adecuado (como por ejemplo, una capital de provincia pequeña, o una ciudad dormitorio de una de las grandes urbes españolas), junto con una alianza de todas las partes podría dinamizar el mercado facilitando su posterior expansión. Los acuerdos entre fabricantes para compartir estándares abaratarían los coches y aumentarían la escala mucho más rápido que en un mercado puramente competitivo, el gobierno podría acordar con las eléctricas y los constructores de infraestructuras un plan de inversiones en ese entorno limitado para comprobar los niveles necesarios para convertir al coche eléctrico en una alternativa, pero sin comprometer los presupuestos nacionales y al mismo tiempo, se podrían incentivar las compras de vehículos a los consumidores para fomentar su adquisición.

Los programas piloto que proponemos distan de la mayoría que hasta hora se han puesto en marcha, por varias razones: primero, se centran generalmente en demostraciones tecnológicas en lugar de crear ecosistemas completos donde se pueda testar no sólo tecnología, sino también consumos, hábitos, tipos de recarga distinta, sobresaturación de la red, aspectos de tarifas y regulación, diferentes modelos de negocio (p.ej. estaciones de recarga vs. estaciones de recambio de baterías), etc.; segundo, la escala de estos pilotos suele ser insuficiente para obtener un volumen mínimo de datos (tendencias identificadas, preferencias del consumidor, etc.)

5. Recomendaciones

Entre posibles recomendaciones a nivel general nos gustaría destacar una en concreto, y es el *desarrollo de standards para conseguir escala*. Estos standards, aplicados a diferentes componentes potenciaría enormemente la fabricación a gran escala de vehículos y baterías, bajando costes. La standardización puede llevarse a cabo en baterías: pesos, dimensiones, rendimiento; en vehículos: por ejemplo standards de accesibilidad al compartimento de baterías; infraestructura de recarga: enchufes, cableado, tensión de recarga, etc. Standards como estos permitirían no abaratar costes de fabricación por economías de escala, sino también facilitar enormemente la intercambiabilidad de pilas y coches, así el desarrollo de infraestructura de recarga, y por último el cambio rápido de batería en estaciones de recambio, sin importar el tipo de coche o batería que se tenga.

5.1 Fabricantes de vehículos

A efectos de conseguir escala, intercambiar know-how y compartir riesgos, muchos fabricantes han establecido *joint ventures* con fabricantes de baterías (p. ej. Toyota con Panasonic, Daimler con Evonik, Honda con GS Yuasa). Esto debe seguir, pero con consorcios a mayor escala para no sólo compartir riesgos sino determinar los standards.

Estos consorcios atacarían de lleno el problema número 1 que tiene el sector en cuanto a la viabilidad comercial del coche eléctrico: el alto coste de la batería.

Para aumentar la escala por otras vías y garantizar la demanda de estos vehículos, deberán buscarse acuerdos con las empresas de *renting* o con los grandes compradores de coches de flota que les faciliten la introducción de coches eléctricos o híbridos enchufables. Puesto que el precio de reventa es un componente clave para sus negocios, podrían acordarse mecanismos de recompra por parte del fabricante que redujesen los riesgos de devaluación para el comprador por desarrollo vertiginoso de la nueva tecnología y así facilitar la introducción tanto del coche eléctrico como del híbrido.

5.2 Fabricantes de baterías

Para evitar el riesgo del incremento futuro del precio del litio perjudique las potenciales mejoras de rendimiento obtenidas, se deberá por una parte incrementar sustancialmente la capacidad de reciclaje de litio (del que el 100% del material es reciclable) para poder procesar las que previsiblemente se retiren. Por otra parte, se deben buscar alternativas al litio como componente principal de las baterías o formas de reducir la cantidad necesaria de litio en cada batería. Estas investigaciones podrán ser rentables incluso si el coche eléctrico no llega a implantarse, porque podrían tener otras aplicaciones, como almacenamiento local de energía en redes inteligentes.

5.3 Promotores de infraestructuras

Antes de comenzar las inversiones, los promotores deberán asegurarse de tener un plan de negocio rentable a largo plazo, sin depender de subvenciones o apoyos institucionales para sobrevivir. Una vez que ese modelo esté decidido y exista la

legislación necesaria para ello, se deberán buscar fórmulas que les permita compartir el desarrollo de las infraestructuras con compañías eléctricas y estudiar la mejor forma de compartir el negocio, ya sea compartiendo los ingresos derivados del consumo o por tarificación del uso, entre otras opciones.

Por otra parte, las compañías eléctricas son quienes mejor conocen las necesidades específicas del mercado español y las más indicadas para sugerir las inversiones necesarias en cada momento. No es rentable construir infraestructura para tenerla ociosa y por ello se deberá coordinar el desarrollo de la red. Más aún, no tendrá sentido que varios promotores dupliquen la red necesaria en el mismo sitio, por lo que podrá ser necesaria la creación de un operador de la red o un organismo que coordinase la instalación de nuevos elementos.

5.4 Sector eléctrico

El coche eléctrico supondrá una nueva carga que la red deberá estar en condiciones de soportar sin caerse. Mientras el número de vehículos esté por debajo de los 2 millones no parece que suponga un problema, pero si, efectivamente, se supera, se deberá contar con instrumentos para gestionar esa demanda. Como se ha dicho anteriormente el gran problema para eléctricas recae sobre todo en la posible sobresaturación de la red de distribución local. Recomendamos que eléctricas participen en ecosistemas piloto bien planteados, donde no solamente se testen nuevas tecnologías (p. ej carga rápida v. carga lenta, software de programación para solicitar horas de recarga, tecnologías AMP/AMI para la autogestión de redes de distribución inteligentes), sino

también para comprobar diferentes modelos de negocio (comercializador, operador móvil de electricidad, eficacia de venta cruzada, impacto de la tarificación diferenciada en diferentes comportamientos del usuario y posibles ofertas comerciales, etc.). Las eléctricas en España deben aprovechar el empuje que el gobierno está dando al despliegue de contadores inteligentes para impulsar a su vez las mejoras de la red de distribución necesarias para gestionar la demanda del coche eléctrico.

5.5 Administraciones Públicas

En lugar de apostar por una tecnología determinada, modificando la situación de mercado artificialmente, el gobierno debería tener claramente identificados sus objetivos (reducción de emisiones, desarrollo del tejido industrial, etc.) facilitar que los agentes privados puedan desarrollar esa tecnología si resulta rentable.

Los vehículos eléctricos se implantarán si resulta que ofrecen beneficios a los consumidores (económicos, medioambientales o de otro tipo) y en ese caso no será necesario que el gobierno invierta dinero en ello. Si por el contrario los coches eléctricos no llegan a convertirse en una alternativa viable, no se habrán desviado fondos públicos innecesariamente.

Ahora bien, el gobierno puede facilitar ese desarrollo legislando adecuadamente y planificando de manera acorde. Es necesario permitir la implantación de contadores y cargadores especiales, la tarificación diferenciada, la gestión de demanda dinámica y otras medidas, que con coste reducido facilitarán el desarrollo de la industria. También se puede actuar sobre la fiscalidad de los

participantes en el mercado, aunque eso podría afectar la recaudación pública, lo mismo que si se reduce el consumo nacional de combustibles. En este sentido el gobierno puede coordinar diferentes programas piloto / ecosistemas en distintas ciudades españolas, de manera que cada uno investigue modelos de negocio distintos, y de esa forma contribuir a recopilar información clave que permita desarrollar una legislación adecuada y un marco regulatorio estable a largo plazo.

Las administraciones autonómicas y locales deberán hacer un planteamiento similar, sopesando los objetivos que se pretenden conseguir con el coche eléctrico y si el coste de inversión se justifica. Hay muchas medidas que se pueden tomar a nivel local que no tienen un coste directo para la administración (p.ej. aparcamiento gratis o carriles preferenciales a cambio de un coche más limpio y silencioso).

6. Conclusión

El desarrollo masivo del coche eléctrico es algo que ya se ha intentado numerosas veces desde hace más de 100 años. Cada vez que se intenta, el eléctrico pierde respecto a las alternativas del motor de combustión interna, tanto por sobre coste económico como personal, por las inconveniencias que supone. El vehículo eléctrico (en su versión pura o híbrida enchufable) se desarrollará masivamente sólo cuando los números claramente demuestren que es una alternativa más conveniente y más barata para el consumidor. Una alineación de intereses por parte de todos los participantes del sector podrá claramente acelerar el desarrollo. Y para esto el papel de los fabricantes, las

eléctricas y las administraciones públicas es clave.

Con un precio medio del petróleo a largo plazo por encima de los 100-150 dólares / barril, el vehículo enchufable sin duda podría desarrollarse masivamente en un plazo de 10 a 20 años, y así transformar radicalmente el sector del transporte en nuestra generación.

David Suárez es socio de Booz & Company
