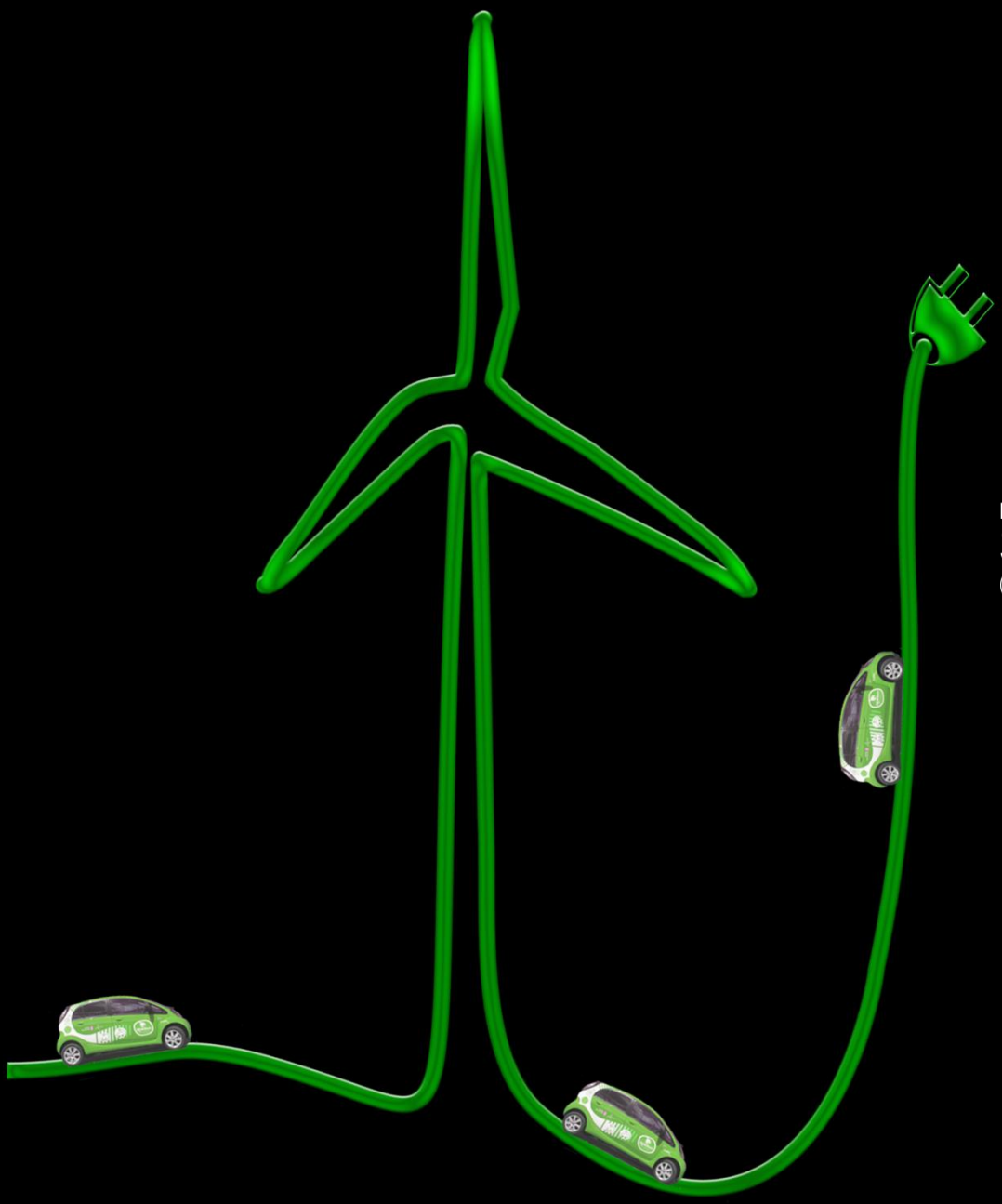
TOMA DE DATOS Y ANÁLISIS EN EL USO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO



FUNDACIÓN SOTAVENTO GALICIA

DEPARTAMENTO DE DIVULGACIÓN

ÍNDICE

4….. Introducción

5….. Situación energética actual

10... El vehículo eléctrico

- ✓ Breve historia del vehículo eléctrico
- ✓ Clasificación de los vehículos eléctricos
- ✓ Motores eléctricos
- ✓ Baterías eléctricas
- ✓ Tipos de recarga de la batería
- ✓ Configuración actual
- ✓ Ventajas y desventajas del uso de vehículos eléctricos

21… Experiencias de campo

- ✓ Caracterización del vehículo objeto de las pruebas
- ✓ Sistema móvil interactivo para el estudio de vehículos eléctricos (SIMIVE)

24… Experiencia 1: Análisis de la curva de carga del Citroën C- Zero

- ✓ Curva de carga completa de la batería
- ✓ Curva de carga de la batería cuando tiene un 75% de carga

28… Experiencia 2: Estudio de la autonomía del vehículo eléctrico

- ✓ Objetivos
- ✓ Materiales empleados
- ✓ Metodología
- ✓ Pasos y toma de datos
- ✓ Descripción del recorrido y análisis de resultados
- ✓ Experiencias del usuario
- ✓ Conclusiones

34… Experiencia 3: Vehículo eléctrico vs. Vehículo combustión interna

- ✓ Objetivos
- ✓ Materiales empleados
- ✓ Metodología
- ✓ Pasos y toma de datos
- ✓ Descripción del recorrido y análisis de resultados
- ✓ Experiencias del usuario
- ✓ Conclusiones

39… Experiencia 4: Estudio del consumo del vehículo eléctrico en función de los sistemas auxiliares

- ✓ **Objetivos**
- ✓ **Materiales empleados**
- ✓ **Metodología**
- ✓ **Pasos y toma de datos**
- ✓ **Descripción del recorrido y análisis de resultados**
- ✓ **Conclusiones**

45… Experiencia 5: Simulación de situación real de uso del vehículo eléctrico en la vida cotidiana

- ✓ **Objetivos**
- ✓ **Materiales empleados**
- ✓ **Metodología**
- ✓ **Pasos y toma de datos**
- ✓ **Descripción del recorrido y análisis de resultados**
- ✓ **Experiencias del usuario**
- ✓ **Conclusiones**

ANEXO 1: Otros vehículos eléctricos del mercado

ANEXO 2: Ejemplos de amortización de vehículos eléctricos

ANEXO 3: Pero… ¿qué opinamos realmente sobre el vehículo eléctrico?

ANEXO 4: Conclusiones finales

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo caracterizado por un elevado consumo energético. Producimos y consumimos energía no solo para calentarnos y alimentarnos, sino también para entretenernos, ampliar nuestros conocimientos, construir infraestructuras y, sobre todo, para desplazarnos.

Desde hace más de un siglo, los países industrializados dependen del petróleo y del motor de combustión interna para desplazarse. De los mil millones de coches, camiones y demás vehículos que circulan por el planeta, más del 95 % consumen derivados del petróleo. Por si fuera poco, este modelo está siendo copiado por países en desarrollo, lo que nos lleva a un agotamiento de las reservas y de los denominados costes externos, vinculados a la salud y al clima.

El vehículo eléctrico viene a ser uno de los elementos clave de la movilidad, tanto por sus ventajas intrínsecas de ahorro energético y respeto del medio, como por ser una valiosa herramienta para optimizar la gestión del sistema eléctrico y el autoconsumo.

La creciente oferta de vehículos eléctricos lleva a la sociedad a formularse cada vez más preguntas sobre el funcionamiento y características de este tipo de vehículos.

Este trabajo trata de servir de guía informativa y divulgativa sobre sus posibilidades técnicas al mismo tiempo que realiza una breve reflexión, basada en datos energéticos, de sus potencialidades tanto económicas como ambientales.

Con este objetivo, el documento empieza con una recopilación de datos sobre la situación energética actual para continuar con un viaje por la historia del vehículo eléctrico. Posteriormente realiza un estudio de un modelo en situaciones reales de uso, incluye una muestra de las posibilidades existentes de mercado junto con estudios de amortización y finaliza con una encuesta sobre la opinión de 600 personas tras una prueba real de un vehículo de este tipo.

Situación energética actual

SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

Observando las gráficas de generación de energía en Galicia y España, respectivamente, podemos comprobar que, tanto a nivel autonómico como estatal, somos grandes consumidores de energía no renovable y dependemos en gran medida de los combustibles fósiles.

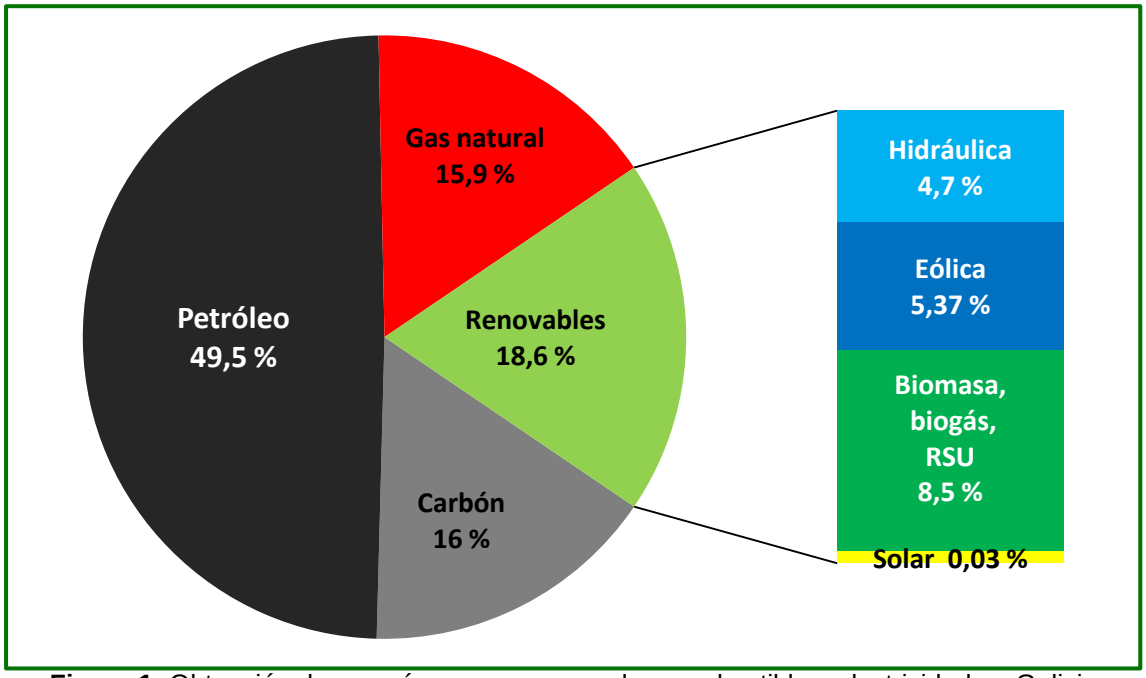


Figura 1: Obtención de energía para generar calor, combustible y electricidad en Galicia (Fuente: INEGA, datos do 2011)

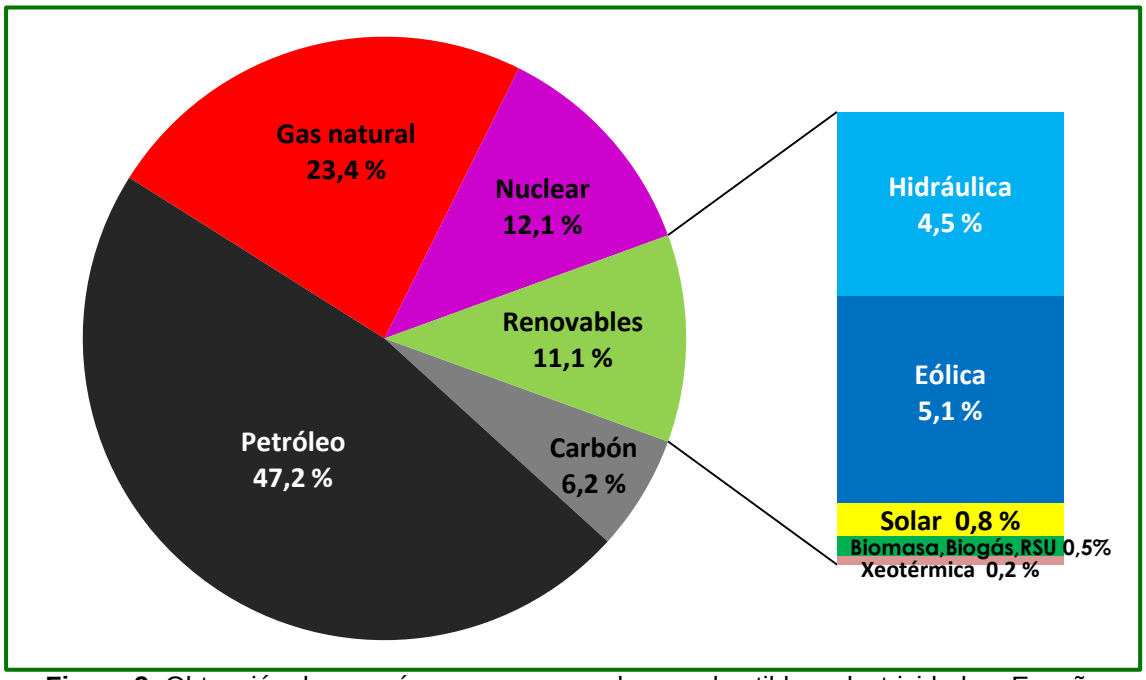


Figura 2: Obtención de energía para generar calor, combustible y electricidad en España (Fuente: IDAE, datos do 2011)

Además, en lo que a productos petrolíferos se refiere, nuestro país tiene una dependencia casi exclusiva del exterior, suponiendo casi el 80% de la necesidad de suministros externos. Podemos observar en la Figura 3 que las mayores reservas de combustibles fósiles del planeta se sitúan a miles de quilómetros de distancia de España.

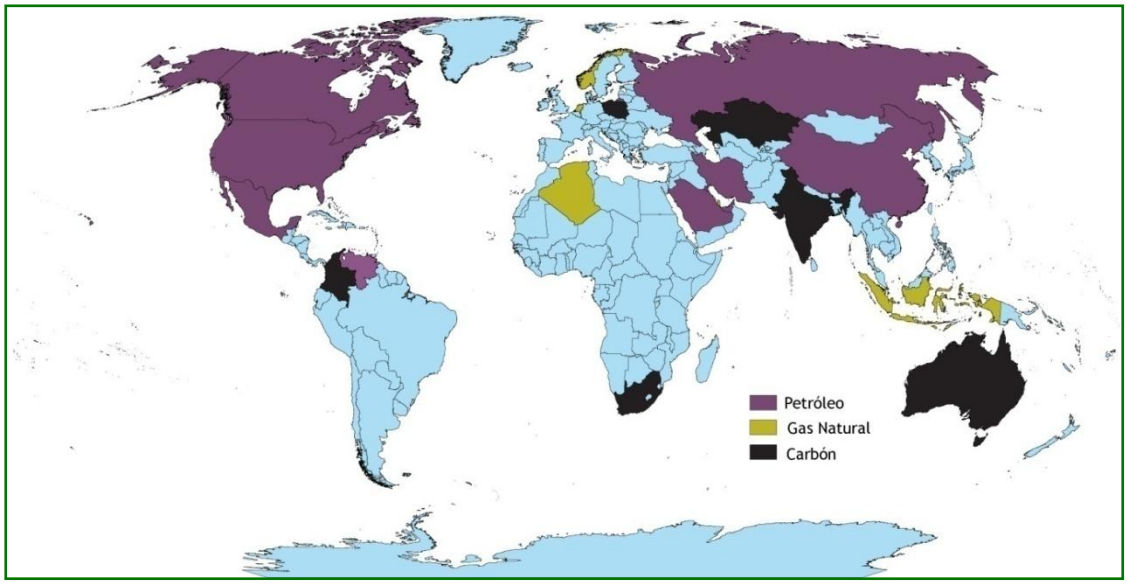


Figura 3: Distribución geográfica de la mayor parte de los recursos fósiles disponibles.
(Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la International Energy Agency del año 2011)

Si tenemos en cuenta los diferentes sectores, comprobamos que el transporte es el máximo responsable de este consumo, utilizando casi la mitad de los recursos energéticos totales.

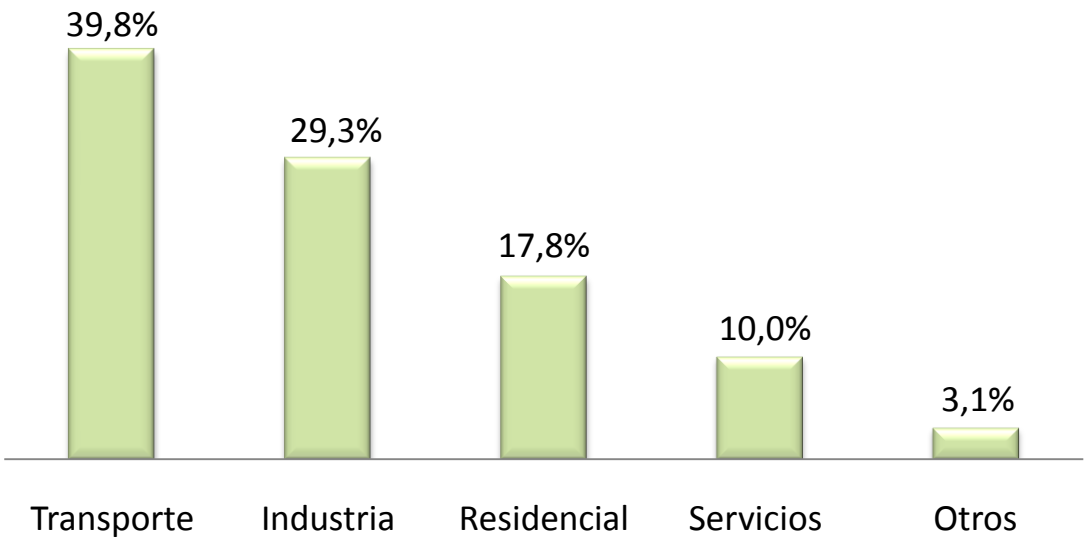


Figura 4: Consumo final de energía por sectores.
(Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IDAE para el año 2010)

Este consumo de productos petrolíferos se convierte en el causante del 28% de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

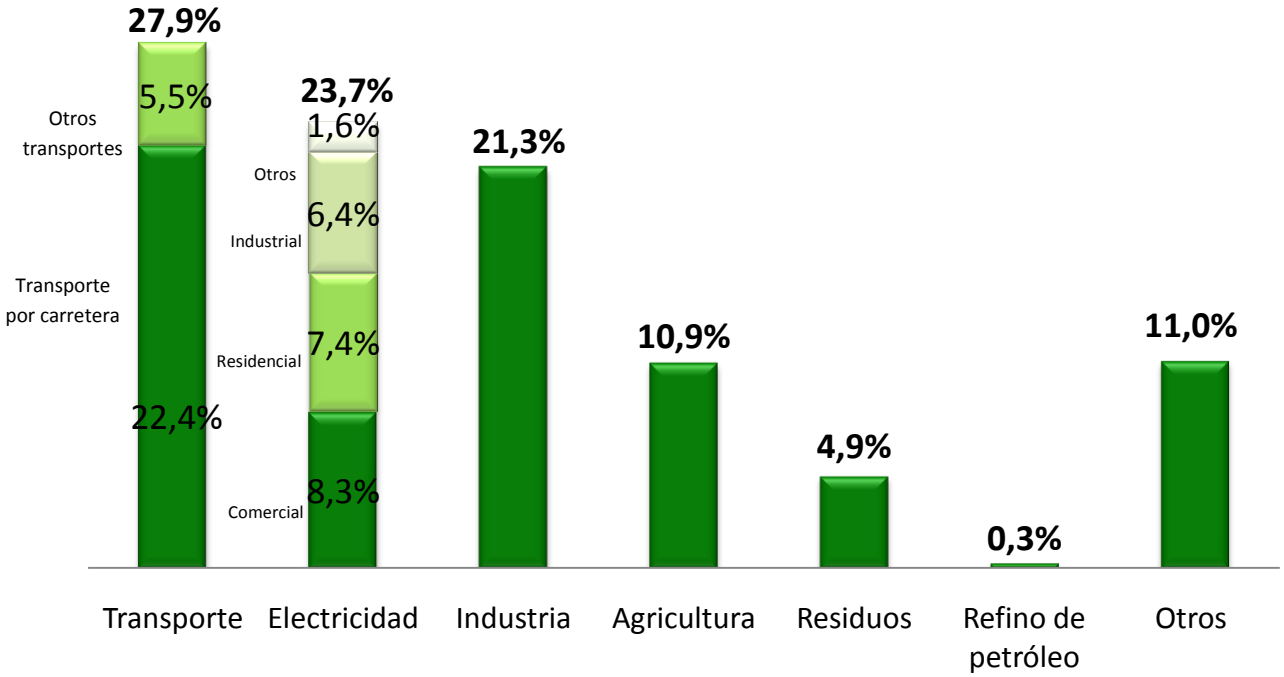


Figura 5: Emisiones de gases de efecto invernadero por sectores en el año 2011.
(Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y de UNESA)

Sin embargo, cuando hablamos solo de producción de energía eléctrica, España y en mayor medida Galicia, tienen un saldo positivo de exportaciones, procediendo una parte importante de la materia prima de fuentes de energía renovables, un recurso más limpio y autóctono.

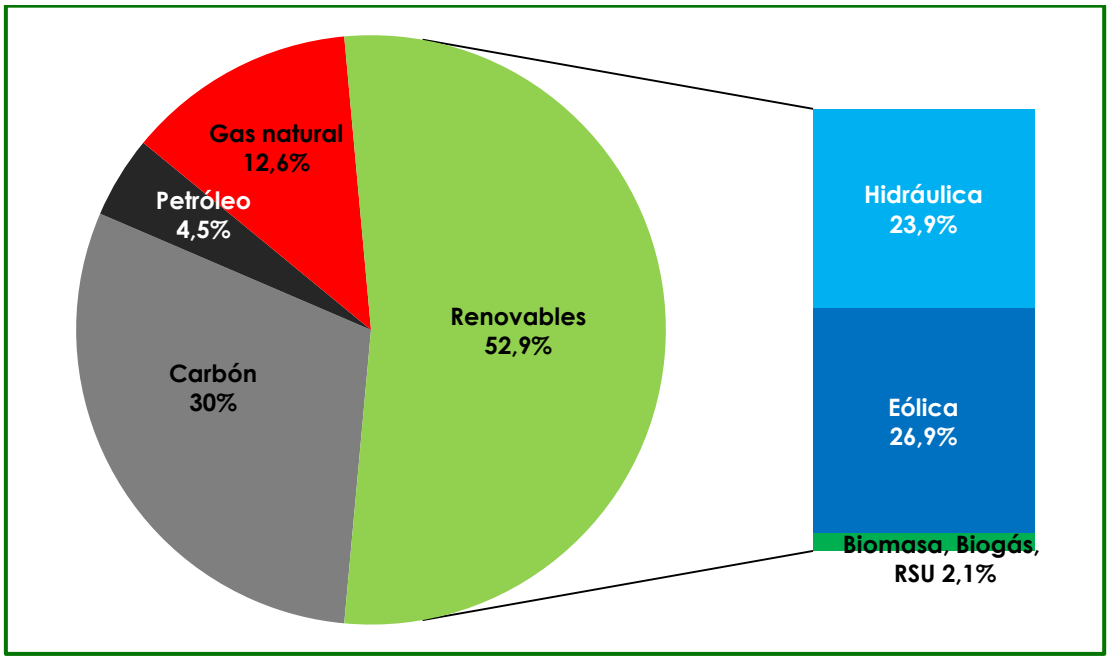


Figura 6: Obtención de energía para generar electricidad en Galicia
(Fuente: INEGA, datos del 2011)

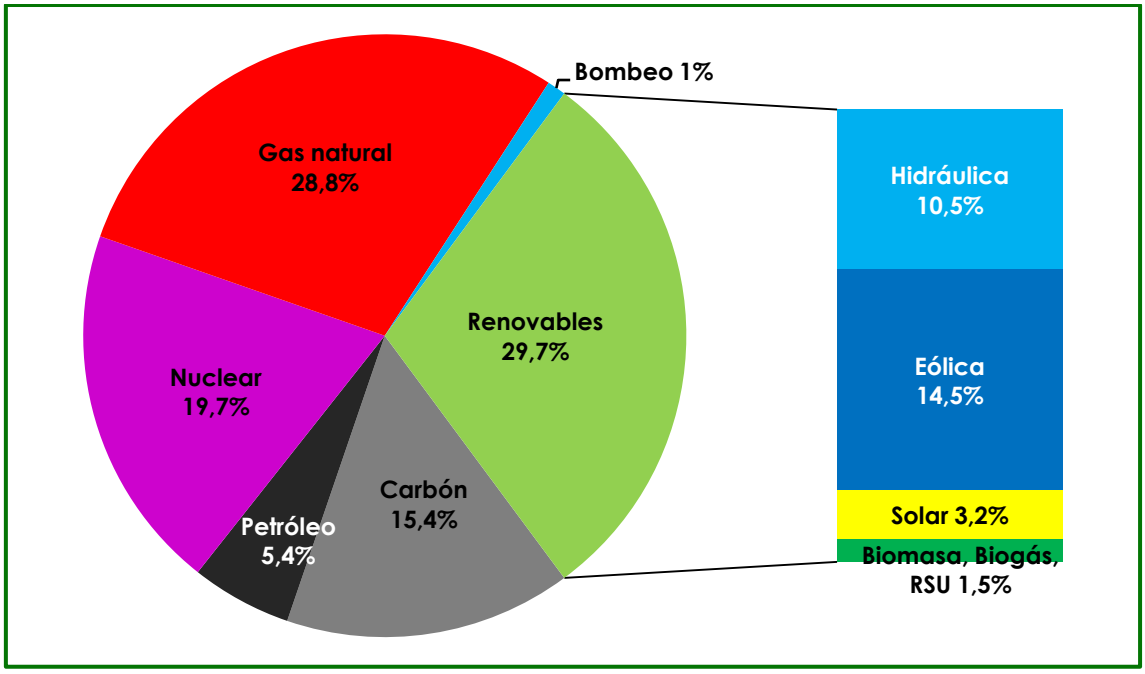


Figura 7: Obtención de energía para generar electricidad en España
(Fuente: IDAE, datos del 2011)

Observando las gráficas anteriores, podemos concluir que el transporte por carretera es uno de los sectores con mayor impacto económico y ambiental dada su clara dependencia del petróleo.

Si a esto le añadimos que las reservas de combustibles fósiles en el Planeta son cada vez más escasas, parece adecuado tomar conciencia de la necesidad de cambiar nuestro modelo de transporte hacia otros más sostenibles como pueden ser la bicicleta, los transportes públicos más eficaces o las nuevas tecnologías de vehículos.

En este documento nos centraremos en los vehículos eléctricos, recogiendo diversos estudios realizados sobre su comportamiento en condiciones normales de uso. Antes de pasar a describir los diferentes ensayos y a analizar los datos obtenidos, creemos oportuno un apartado dedicado a describir, de una forma resumida, el funcionamiento y las características de este tipo de vehículos.

- El transporte por carretera es el sector con mayor impacto económico y ambiental debido a su clara dependencia del petróleo.

El vehículo eléctrico

El VEHÍCULO ELÉCTRICO

Breve historia del vehículo eléctrico

La invención del motor eléctrico data del año 1831 y, entre los años 1832 y 1839, el escocés Robert Anderson lo usó en el primer vehículo eléctrico. En aquella época, las baterías que se utilizaban eran de usar y tirar, ya que no fue hasta el año 1880 cuando aparecieron las primeras baterías recargables.

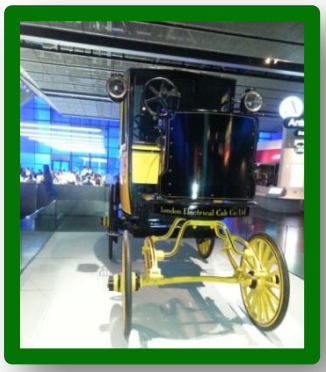


Imagen 1: Taxi eléctrico antiguo en el Museo de Londres.

En 1899, 68 años más tarde de su invención, un coche eléctrico llamado “La Jamais Contente” superó por primera vez en la historia los 100 km/h, velocidad inalcanzable en aquellos tiempos por los vehículos de combustión interna. En el año 1900, el 90% de los taxis neoyorquinos ya eran eléctricos y se vendían diez veces más coches eléctricos que de combustión y vapor juntos.

Sin embargo, la invención del motor de arranque junto con el sistema de producción en cadena llevado a cabo por Henry Ford, hizo que el vehículo de combustión interna empezase a imponerse y a finales del año 1920, la industria del automóvil eléctrico casi había desaparecido por completo.

Imagen 2: Automóvil de combustión antiguo en el Museo de Londres.

La primera crisis del petróleo, sufrida en el año 1973, reabre el interés por los vehículos eléctricos. La firma del Protocolo de Kioto, así como otras normas y acuerdos sobre emisiones de CO_2 a la atmósfera, también nos llevan a buscar nuevas soluciones al transporte durante la década de los noventa. En 1996, General Motors lanza el vehículo eléctrico experimental EV-1, un vehículo rápido, limpio, mecánicamente sencillo, eficiente y que podía recorrer con su batería unos 200 km. Este modelo solo se podía obtener en alquiler y, a pesar de su éxito, la compañía decidió retirarlo años más tarde sin razón aparente.

En el año 2007, Toyota lanza su modelo híbrido “Prius”, con el que consigue importantes ventas combinando un motor eléctrico con uno de combustión. En el año 2012, la venta de coches eléctricos puros en España supuso un 0,2%, mientras que la de los híbridos se acercó al 1,5% del total de ventas anuales. En el 2013, a pesar de la profunda crisis económica, el mercado de vehículos eléctricos es el que mejor se mantiene, alcanzando en los primeros ocho meses del año unas ventas que superan en un 63% las del mismo período del año anterior.

Clasificación de los vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos pueden clasificarse como vehículos eléctricos híbridos o vehículos eléctricos puros. A continuación hacemos una breve explicación de cada uno de estos dos tipos:

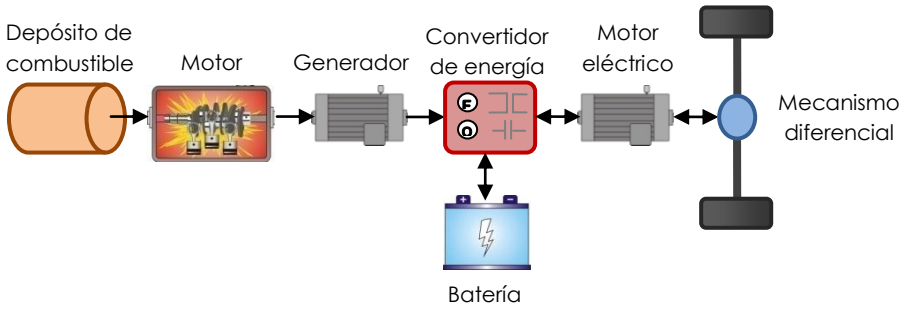
Vehículos eléctricos híbridos

Aunque este tipo de vehículos se engloba dentro de los vehículos eléctricos, no podemos olvidar que llevan un motor de combustión. A su vez, podemos distinguir entre:

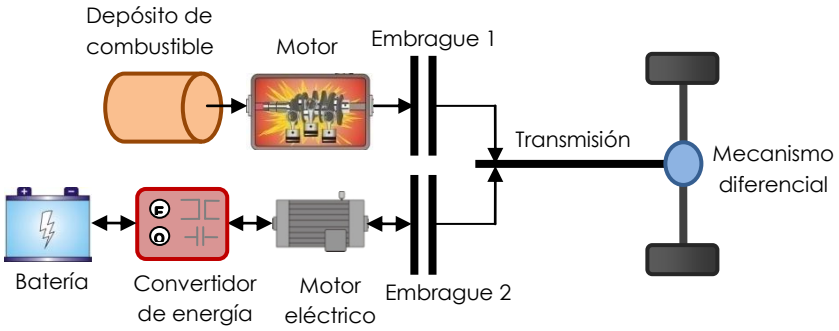
ENCHUFABLES / NO ENCHUFABLES: Si tienen o no posibilidad de cargar directamente la batería conectándola a la red eléctrica.

EN SERIE / EN PARALELO / COMBINADOS: Esta clasificación viene a responder a la manera de combinar el motor eléctrico con el de combustión.

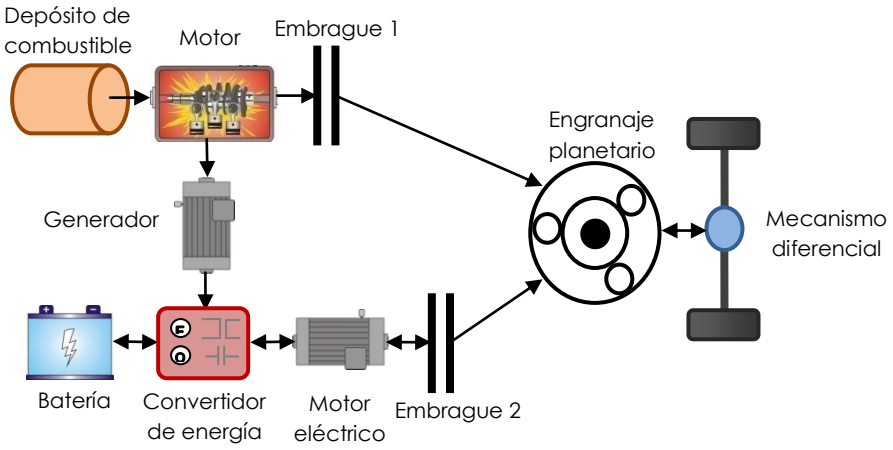
En el caso de los *híbridos en serie*, como el Opel Ampera o el Chevrolet Volt, el vehículo se impulsa solo con el motor eléctrico, empleando únicamente el motor térmico para recargar las baterías. Algunos expertos consideran este tipo de vehículos como eléctricos de autonomía extendida.



En los *híbridos en paralelo* el motor térmico es la principal fuente de energía y el motor eléctrico actúa únicamente como apoyo al sistema, aportando más potencia cuando éste lo necesita y haciendo que el coche consuma menos a altas velocidades. Este sistema es empleado, por ejemplo, por el Volkswagen Jetta Hybrid o el Chevrolet Malibu.



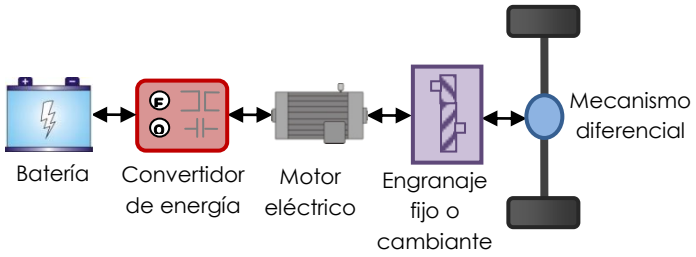
Los *híbridos combinados* tienen un sistema más complejo. El motor eléctrico funciona en solitario a bajas velocidades, mientras que a altas velocidades trabajan los dos motores. En este caso el motor térmico también aporta energía para recargar las baterías. Algunos modelos del mercado que emplean esta configuración son el Toyota Prius o el Peugeot 508 RXH.



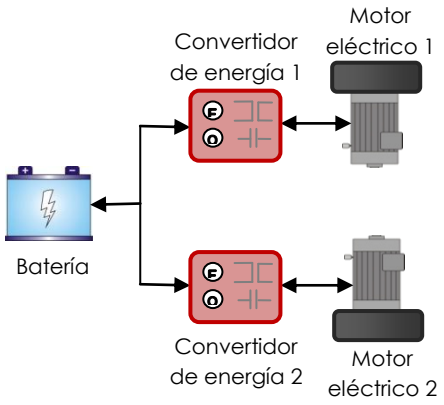
Vehículos eléctricos puros

Los vehículos eléctricos puros son aquellos que para impulsarse emplean uno o más motores alimentados únicamente con electricidad que previamente es almacenada en baterías.

<u>Con un motor</u>



<u>Con dos motores</u>



Motores eléctricos

Los motores eléctricos presentan grandes ventajas con respecto a los motores térmicos. Un motor eléctrico es más sencillo y posee menos componentes que uno convencional (5.000 frente a 30.000 - 50.000). Esto significa que está menos expuesto a averías y que su mantenimiento es más sencillo y económico. Asimismo, los motores eléctricos son mucho más eficientes que los de combustión interna, pudiendo pasar del reposo al funcionamiento máximo en menor tiempo y mejorando la capacidad de aceleración y la sensación de potencia del conductor.

Baterías eléctricas

Las baterías son dispositivos que almacenan la energía eléctrica dentro del vehículo utilizando procedimientos electroquímicos. Esta energía es posteriormente empleada (con ciertas pérdidas) en el motor eléctrico. Este ciclo de carga-descarga puede repetirse un determinado número de veces.

Las baterías son el mayor inconveniente de los vehículos eléctricos. Necesitan espacio para el almacenamiento de la energía, aumentan el peso del vehículo y la recarga suele ser lenta.

Las baterías utilizadas actualmente en los vehículos eléctricos son principalmente de tres tipos:

BATERÍAS DE PLOMO–ÁCIDO (Pb–Ácido): Tradicionalmente estas baterías eran las utilizadas por este tipo de vehículos debido a su tecnología madura, alta disponibilidad y bajo coste.

BATERÍAS DE NÍQUEL–HIDRURO METÁLICO (NiMH): Se consideran la evolución de las baterías de Níquel–Cadmio y son utilizadas por algunos modelos híbridos.

BATERÍAS DE IÓN LITIO (Li–Ion): Este tipo de baterías es el que se utiliza en los ordenadores portátiles y electrónica de consumo. También es el predominante en los nuevos desarrollos de vehículos eléctricos debido a sus elevadas prestaciones.

Imagen 3: Batería de Níquel–Cadmio de un vehículo híbrido.

En la tabla se muestra una comparativa de las prestaciones de cada uno de estos tipos de baterías:

	Pb–Ácido	NiMH	Li–Ion
Voltaje por celda (V)	2,0	1,2	3,0 – 4,5
Energía específica (Wh/kg)	10 – 40	60 – 80	80 – 170
Coste (€/kWh)	70 – 100	170 – 320	190 – 630
Impacto medioambiental	Alto	Bajo	Moderado – Bajo
Efecto memoria	Bajo	Moderado	Bajo
Efecto de la temperatura	Problemas a bajas temperaturas	Problemas a bajas temperaturas	Problemas a altas temperaturas
Ciclos (hasta 80% valor nominal)	400 – 800	300 – 600	500 – 5000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IDAE (año 2012)

Tipos de recarga de la batería

Las baterías de los coches eléctricos pueden presentar varias opciones de carga. A continuación se describen 3 tipos:

Carga	Corriente	Tensión	Intensidad	Duración
Lenta	Alterna	230 V	16 A	6-8 horas
Semi-rápida	Alterna trifásica	400 V	64 A	3-4 horas
Rápida	Continua	400 V	400 A	15-30 min

Los tipos de conectores para la conexión de la recarga no están de momento estandarizados a nivel mundial, por lo que varían según la marca y el modelo, presentando diferentes configuraciones. Algunos de los conectores más comunes son los siguientes:

Schuko: Indicado para enchufes domésticos. Se emplea principalmente para la recarga de motos y bicicletas eléctricas ya que trabaja a una intensidad máxima de 16 A.

Imagen 4: Conector Schuko.

Imagen 5: Conector SAE J1772.

SAE J1772: estándar norteamericano específico para vehículos eléctricos que soporta tanto carga rápida como lenta.

Mennekes: conector alemán de tipo industrial que también puede soportar tanto carga rápida como lenta.

Imagen 6: Conector Mennekes.

Imagen 7: Conector CCS.

Combinado o CCS: propuesto por norteamericanos y alemanes como solución estándar.

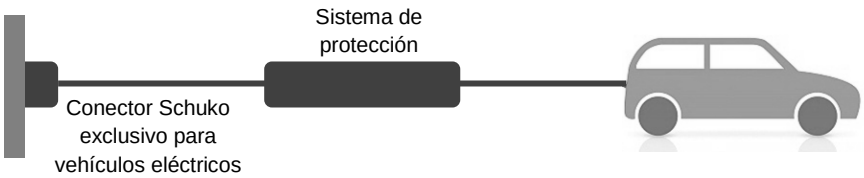
CHAdeMO: estándar japonés específico para carga rápida en corriente continua, ya que soporta una intensidad máxima de 200 A.

Imagen 8: Conector CHAdeMO.

La norma IEC 61851 define hasta 4 modos de carga de vehículos eléctricos, dependientes básicamente del tipo de conexión entre la toma eléctrica y la batería del vehículo:

- ✓ MODO 1: Es el más sencillo y el menos seguro. Emplea el enchufe convencional con conector schuko (doméstico) y un cable alargador que carece de caja de control. Es aconsejable para bicicletas y motos eléctricas ya que está homologado hasta 16 A y un máximo de 2 horas, por lo que durante las 6-8 horas que dura la carga de un automóvil se corre el riesgo de que se funda el enchufe. Este modo está prohibido para la carga de vehículos en algunos países como Estados Unidos.

- ✓ MODO 2: Es similar al anterior, pero el cable incluye un sistema de control y protección, similar al de un ordenador portátil. En general también se utiliza una toma con conector Schuko (doméstico).



- ✓ MODO 3: Es el modo más seguro. El vehículo eléctrico se conecta a la red a través de un equipamiento dedicado exclusivamente a tal fin que incluye los dispositivos de control y protecciones (Wall Box). El cable incluye hilo piloto de comunicación integrado (por ejemplo los conectores SAE J1772, Mennekes, Combinado, etc.). Este modo es el recomendado por fabricantes de vehículos eléctricos y gestores de carga debido a su seguridad y capacidad de carga en diferentes niveles.

- ✓ MODO 4: Se asocia a la carga rápida. La recarga se realiza en corriente continua a través de un conversor y el control y protecciones se encuentran en la instalación fija (punto de recarga).

A continuación se muestra un cuadro resumen de los modos de carga y sus respectivos conectores:

MODO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CONECTOR/ES	
Modo 1	Lenta	Schuko	
Modo 2	Lenta	Schuko	
Modo 3	Lenta o Semi-rápida	SAE J1772	
		Mennekes	
		Combinado	
Modo 4	Rápida	CHAdeMO	

Imagen 9: Carga inductiva

Existen estudios sobre otros tipos de sistemas de recarga menos extendidos que no necesitan conexión física, como la carga inductiva o la realizada mediante microondas. Incluso algunos fabricantes trabajan sobre la opción del cambio completo de la batería.

De esta manera, y dependiendo de la opción de carga, podremos cargar los coches eléctricos en nuestro domicilio o plaza de garaje, o bien en un lugar especializado como puede ser una electrolinera.

La modificación ITC-BT-52 del REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) define en qué escenarios se pueden implementar puntos de recarga, incluyendo las plazas de garaje de bloques de viviendas.

Configuración actual

La mayoría de los vehículos eléctricos de hoy en día tienen las siguientes características básicas:

Motor eléctrico	Síncrono de imanes permanentes
Batería	Ion – Litio
Capacidad de la Batería	6 kW – 85 kW

Ventajas y desventajas del uso de vehículos eléctricos

A priori, el uso de un motor eléctrico en lugar de uno de combustión le confiere a los vehículos una serie de ventajas como las nombradas a continuación, algunas de las cuales trataremos de corroborar en las pruebas descritas en este documento:

- ✓ Al no realizar una combustión fósil, las emisiones de gases contaminantes se reducen a las asociadas al mix eléctrico durante la recarga. Además, si ésta se produce en instantes de baja demanda eléctrica, puede contribuir favorablemente a la gestión del sistema eléctrico en general y a la proliferación de las renovables en particular, provocando el uso de energía procedente de fuentes autóctonas y consiguiendo así una menor dependencia energética.
- ✓ La eficiencia y el ahorro económico en el uso de combustible es mucho mayor en este tipo de vehículos.
- ✓ Los automóviles eléctricos no producen calor, lo que hace que no necesiten de un circuito de refrigeración para el motor. Tampoco necesitan aceite y esto, junto con su menor número de componentes,

minimiza los gastos asociados al mantenimiento durante su vida útil entre un 50% y un 70% con respecto a un vehículo de combustión.

- ✓ El impacto acústico de este tipo de vehículos es nulo, mejorando considerablemente el bienestar en las zonas residenciales.
- ✓ La conducción es más cómoda y sencilla, ya que no se producen vibraciones ni necesita embrague ni cambio de marchas.

Además:

- ✓ Es capaz de resolver el 90% de los desplazamientos cotidianos, ya que la mitad de los desplazamientos en coche que se realizan cada día en la Unión Europea son inferiores a 5 km y los/las conductores/as europeos/as realizan una media de 37 km al día. Si tenemos en cuenta el caso concreto de Galicia, nuestra comunidad se caracteriza por su dispersión geográfica. Posee unos 30.000 núcleos de población, casi la mitad del total de nuestro país. Su estructura urbana hace que pocos núcleos se encuentren a más de 15 km de un centro con funciones terciarias, distancia que los vecinos/as de muchas zonas tienen que recorrer constantemente, y que sobradamente, puede realizar cualquier coche eléctrico actual. Además, muchas de estas personas poseen viviendas unifamiliares donde poder recargar su vehículo.
- ✓ En algunos lugares existen medidas de discriminación positiva: aparcamientos reservados, acceso a carril bus, etc. Un buen ejemplo es el descuento a la hora de pasar la ITV o de pagar el impuesto sobre vehículos de tracción mecánica en el ayuntamiento:

COMUNIDAD AUTÓNOMA	DIÉSEL	GASOLINA	ELÉCTRICO
GALICIA	47,10 €	39,35 €	34,65€
EXTREMADURA	29,63 €	29,63 €	29,63 €
NAVARRA	33,10 €	33,10 €	33,10 €
ASTURIAS	37,70 €	37,70 €	37,70 €
PAÍS VASCO	46,58 €	46,58 €	46,58 €
MELILLA	37,98 €	33,40 €	33,40 €
ANDALUCÍA	43,69 €	38,56 €	34,37 €
ISLAS CANARIAS	43,96 €	35,98 €	31,63 €
LA RIOJA	43,97 €	34,71 €	34,71 €
CATALUÑA	45,11 €	40,12 €	40,12 €
ARAGÓN	48,48 €	39,61 €	35,34 €
CASTILLA LA MANCHA	49,03 €	39,51 €	31,45 €
ISLAS BALEARES	50,87 €	35,73 €	29,65 €
MURCIA	52,03 €	38,60 €	32,15 €
CEUTA	55,95 €	47,75 €	35,50 €
MADRID	55,65 €	40,5 €	40,5 €
CANTABRIA	57,38 €	51,12 €	41,65 €
CASTILLA Y LEÓN	59,42 €	50,18 €	40,74 €
C. VALENCIANA	66,92 €	52,25 €	42,26 €
MEDIA	**47,27 €**	**40,20 €**	**36,03 €**

Tabla 1: Precios orientativos de la ITV en las diferentes Comunidades Autónomas. (Fuente: Elaboración propia, datos del 2013)

AYUNTAMIENTO	ELÉCTRICO
SANTIAGO DE COMPOSTELA	50%(5 años)
VITORIA	75%
BARCELONA	75%
VALLADOLID	75%
MADRID	75 %
PALMA DE MALLORCA	75%
SANTA CRUZ DE TENERIFE	75%
SANTANDER	50%
ZARAGOZA	50%
OVIEDO	25%
CEUTA	75% (5 años)
SEVILLA	75% (4 años)
TOLEDO	50 % (4 años)
LOGROÑO	50% (4 años)
MURCIA	50%(2 años)
VALENCIA	50%(2 años)
PAMPLONA	0%
MÉRIDA	0%
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	0%
MELILLA	0%

Tabla 2: Bonificaciones aplicadas en las distintas capitales de Comunidad Autónoma en el impuesto sobre vehículos de tracción mecánica correspondiente a los vehículos eléctricos. (Fuente: Elaboración propia, datos del 2013)

En la Tabla 2 es importante comentar que, aunque encontramos localidades que no cuentan con ningún tipo de descuento a aplicar a los vehículos eléctricos, algunas están elaborando nuevas ordenanzas que prevén la incorporación de bonificaciones para este tipo de turismos.

Sin embargo, aunque ya es una realidad factible para la mayor parte de la población, se están mejorando ciertos aspectos para favorecer un uso más extendido de este tipo de vehículos:

- ✓ Se busca que la red de puntos de recarga sea cada vez más extensa para que no resulte problemático desplazarse por zonas no urbanas.
- ✓ La autonomía de los vehículos crece hasta realizar sin problemas viajes de larga distancia (llegando a los 500 km).
- ✓ Se están desarrollando y estudiando diferentes sistemas para acortar el tiempo de recarga de las baterías.
- ✓ Aunque el coste inicial de los vehículos puede resultar, en algunos casos, mayor que uno de combustión, los precios cada vez están más igualados. Sin embargo, en los vehículos eléctricos que tienen un coste inicial mayor, el seguro de los mismos puede resultar un poco más elevado en los casos en los que se aseguran los daños al propio vehículo.

Experiencias de campo

EXPERIENCIAS DE CAMPO

El objetivo principal de estas experiencias es obtener datos reales en condiciones normales de uso de un vehículo eléctrico. La idea es comprobar empíricamente las capacidades y posibilidades de este tipo de vehículos.

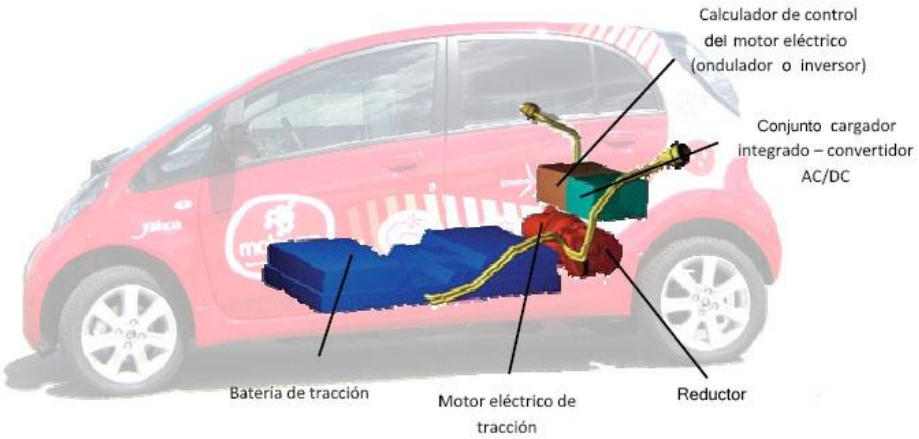
A continuación realizaremos un acercamiento al vehículo que se utilizó para este estudio, así como a los equipos empleados en las pruebas.

Caracterización del vehículo objeto de las pruebas

El vehículo que nos ocupa, un Citroën C-Zero, lleva un motor eléctrico síncrono de imanes permanentes de 47 kW (64 CV) que le permite ser reversible y generar electricidad al desacelerar. De esta forma permite la recarga de la batería de ion-Litio, que puede almacenar hasta 16 kWh de energía eléctrica con una tensión de 330 V.

Circulando, el calculador de control transforma los 330 V procedentes de la batería en corriente alterna para alimentar el motor. En el modo "generador", este mismo control transforma la corriente alterna en continua para efectuar la recarga de la batería. El reductor se encarga de adaptar la velocidad de giro del motor para el correcto funcionamiento del vehículo.

Al realizar una recarga doméstica, el cargador integrado transforma los 220 V de corriente alterna en corriente continua de 330 V para recargar la batería de tracción.



En el siguiente cuadro mostramos los tiempos de recarga estimados para este modelo:

Carga	% Carga	Duración
Lenta	100 %	6 h
Rápida 1(*)	80%	30 min
Rápida 2(*)	25%	5 min

(*) Datos facilitados por Noyamóvil Concesionario Citröen Vehículos Eléctricos

Sistema móvil interactivo para el estudio de vehículos eléctricos (SIMIVE)

Como complemento a esta prueba, y desde el punto de vista científico-técnico, se creó el Sistema Móvil Interactivo para el Estudio de Vehículos Eléctricos (SIMIVE). Se trata de una aplicación interactiva donde se pueden visualizar diferentes recorridos realizados en el vehículo eléctrico, comparando sus perfiles, velocidades, recargas y costes. Además, pueden cotejarse estos datos con los de un vehículo de combustión observando el ahorro económico y ambiental que resulta.

El hardware de esta novedosa aplicación está formado por un GPS que registra los recorridos del vehículo, un equipo informático y un analizador de red que permite almacenar los datos de las recargas. Ambos registros se relacionan y se almacenan en una base de datos. El software de la aplicación permite mostrarlos de forma atractiva e interactiva al tiempo que posibilita la realización de experimentos en condiciones reales de uso.

Experiencia 1: Análisis de la curva de carga del Citroën C-Zero

EXPERIENCIA 1: ANÁLISIS DE LA CURVA DE CARGA DEL CITROËN C-ZERO

Las gráficas que se muestran en este apartado representan el comportamiento del proceso de carga del vehículo eléctrico Citröen C-Zero con conector tipo "Schuko" (doméstico) para dos casos particulares representativos del proceso de carga (Modo 2).

Para la obtención de estas gráficas se realizaron varias pruebas de descarga de la batería de nuestro vehículo y se monitorizó el proceso de carga de las mismas, teniendo en cuenta diferentes cargas completas y cargas parciales.

Tras comparar las curvas de carga obtenidas, observamos que se producían dos tipos de curvas diferenciadas, una para los casos en los que la batería se encontraba completamente agotada y otra para los casos en los que el agotamiento era parcial, independientemente del nivel del mismo. Se eligieron por lo tanto las dos curvas que se recogen en este documento como representativas para cada uno de esos procesos de carga, uno completo y otro parcial.

Comprobamos de esta manera que la potencia máxima que demanda el vehículo durante el proceso ronda los 3.200 W. Esta potencia va descendiendo paulatinamente durante el último tramo de la carga hasta terminar por completo.

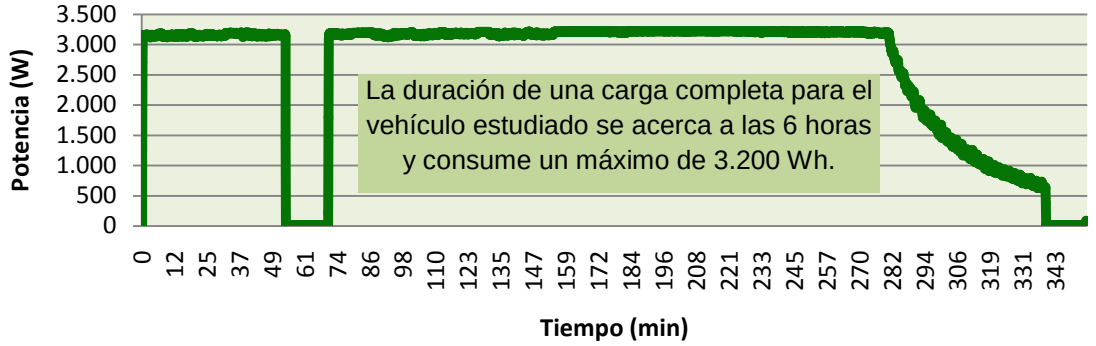
Imagen 10: Proceso de carga del vehículo eléctrico y monitorización del mismo.

A continuación pasamos a describir estos dos procesos:

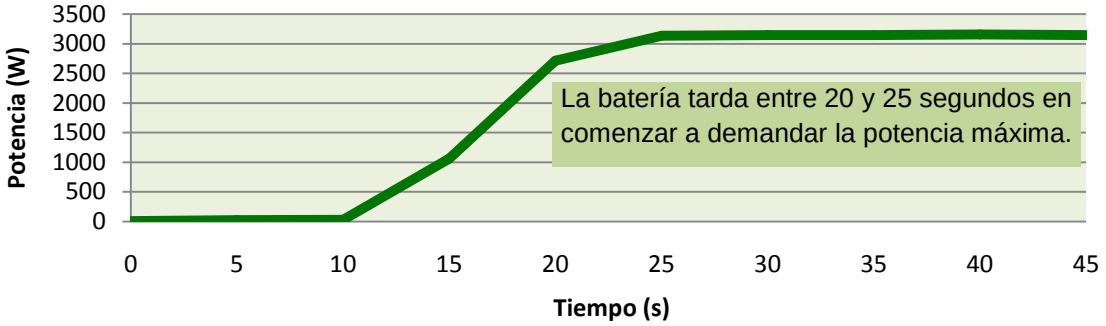
Curva de carga completa de la batería

Consumo: 15,4 kWh **Duración:** 5 h 55 min

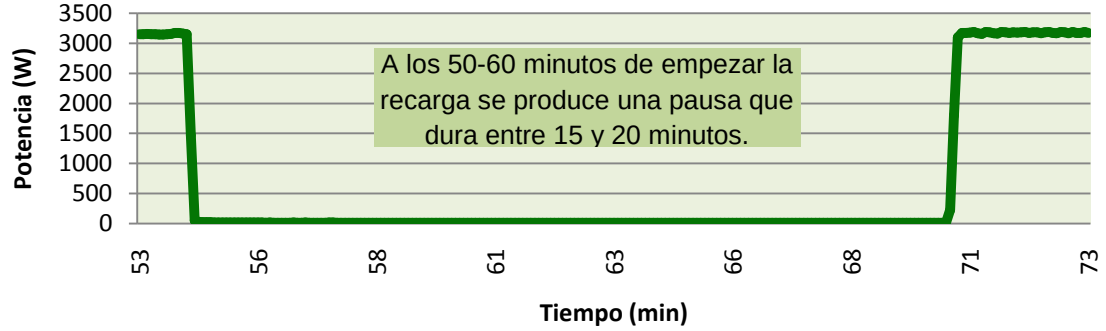
Curva completa de la carga



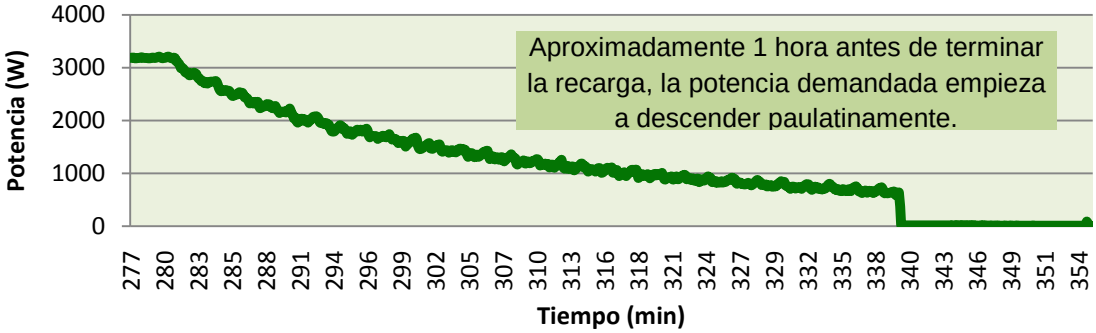
Inicio de carga



Pausa de carga (Duración aproximada de 16 min)



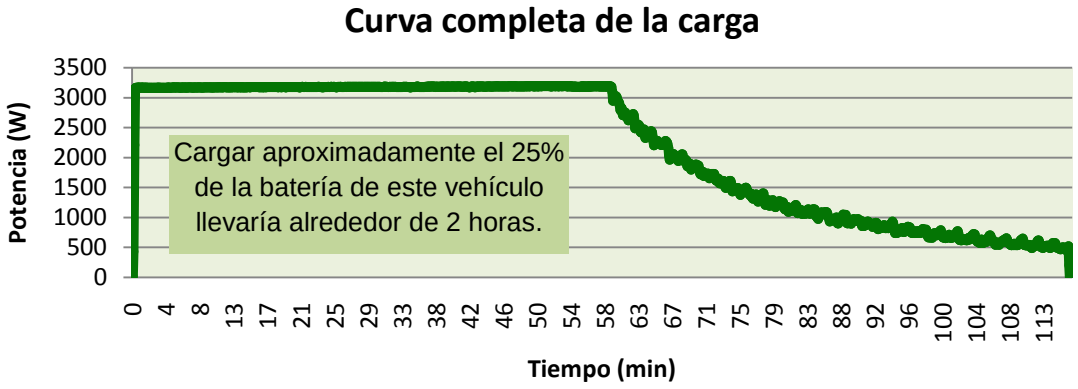
Fin de la carga (Duración aproximada de 1 hora)

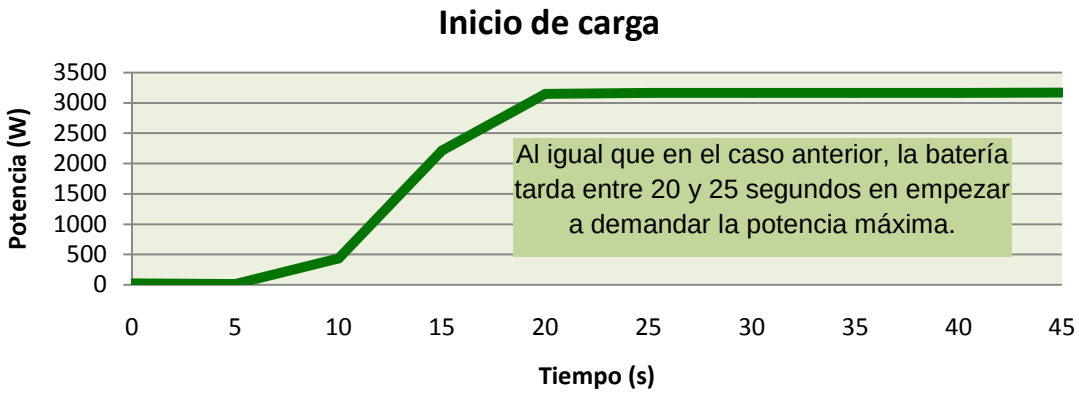


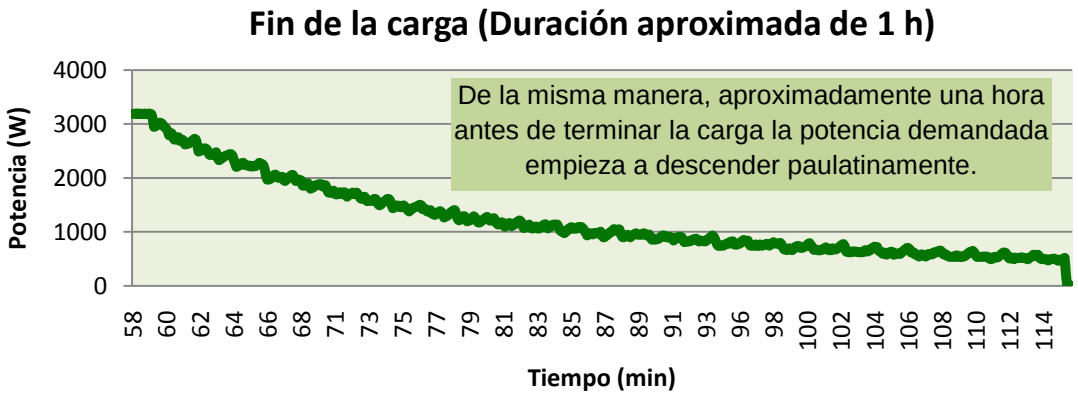
Curva de carga de la batería cuando tiene un 75% de carga

Consumo: 4,3 kWh **Duración:** 1 h 56 min

La curva de carga es muy similar al caso anterior, pudiendo destacar que en este proceso no aparecen pausas en la recarga al ser su duración mucho menor.







Experiencia 2: Estudio de la autonomía del vehículo eléctrico

EXPERIENCIA 2: ESTUDIO DE LA AUTONOMÍA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

Objetivos

Esta prueba tiene como principal objetivo estudiar la autonomía del coche eléctrico tras una carga completa de su batería y en condiciones normales de uso. Esto nos resolverá, además, posibles incógnitas relacionadas con el comportamiento del vehículo justo antes de agotar por completo la carga.

Materiales empleados

VEHÍCULO ELÉCTRICO: Modelo Citroën C-Zero con los siguientes datos aportados por el fabricante:

	CITRÖEN C- ZERO
COMBUSTIBLE	Eléctrico
PESO	1.195 kg
POTENCIA	47 kW / 64 CV
VELOCIDAD MÁXIMA	130 km/h
AUTONOMÍA	150 km
CONSUMO EN CICLO MIXTO	135 Wh/km
EMISIONES DE CO_2	0 g/km

APARATOS DE MEDICIÓN: GPS Qstard y Aplicación SIMIVE desarrollada en Sotavento.

Metodología

Para la realización de esta prueba se escogió un recorrido de unos 100 km de distancia con un perfil típico de la orografía gallega. Dicho trayecto se llevó a cabo en condiciones normales de uso y con la carga de la batería al completo. En el vehículo solo viajaba el conductor de unos 80 kg de peso.

Pasos y toma de datos

A continuación pasamos a describir los pasos que se llevaron a cabo para la obtención de los datos:

PASO 1: Se realizó una carga completa de la batería del vehículo antes de proceder a la realización de la prueba.

PASO 2: El vehículo empezó la marcha por el itinerario previsto en condiciones normales de uso. Se aprovecharon en la medida de lo posible las velocidades máximas que permiten las distintas vías por las que se circuló, sin excederlas en ningún caso.

PASO 3: Se procedió al remolcado del vehículo una vez agotada la batería.

PASO 4: Recogida de datos relativos al consumo y al tiempo de recarga completa de la batería.

PASO 5: Análisis de los datos obtenidos.

Descripción del recorrido y análisis de resultados

El trayecto diseñado para esta prueba transcurrió por diferentes carreteras, dentro de las cuales aproximadamente 30 km fueron de autovía. Los quilómetros restantes se corresponden con carreteras urbanas, provinciales y municipales de doble sentido con y sin arcén.

A continuación se muestra una captura de pantalla de la aplicación "Sistema móvil interactivo para el estudio de vehículos eléctricos" con los datos del recorrido realizado y un cuadro resumen del mismo.

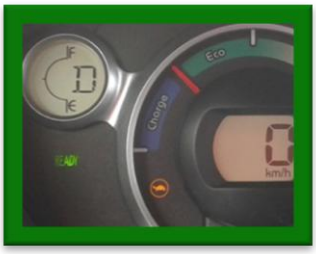
DISTANCIA	110,2 km
DURACIÓN TRAYECTO	1 h 55 min 15 s
DESNIVEL DE SUBIDA ACUMULADO	1641 m
DESNIVEL DE BAJADA ACUMULADO	1679 m
VELOCIDAD MEDIA	57 km/h
VELOCIDAD MÁXIMA	113 km/h
TIEMPO DE RECARGA	6 h 02 min 04 s
CONSUMO DE LA RECARGA	16,89 kWh
COSTE DE LA RECARGA	2,80 € Tarifa 1
	1,20 € Tarifa 2
	1,01 € Tarifa 3
EMISIONES DE CO_2	4,09 kg(*)

Tarifa 1: TUR sin discriminación horaria (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 2: TUR con discriminación horaria de dos períodos (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 3: TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).
(*) Las emisiones de CO_2 se corresponden con las derivadas del mix eléctrico español según datos de kg de CO_2 emitidos por kWh en el año 2012.

Experiencias del usuario

A continuación se exponen unos puntos que resumen la experiencia personal del conductor durante la realización de esta prueba. Por lo tanto, según la experiencia de esta persona:

- ✓ El uso de este tipo de vehículos implica prestar una mayor atención a la conducción y a la orografía del terreno, ya que de eso va a depender fundamentalmente la autonomía del automóvil. Tampoco debemos olvidar la influencia que la climatología tiene sobre la misma, análisis que se llevará a cabo en la experiencia 3.
- ✓ Aproximadamente 10 km antes de agotarse completamente la batería, aparece en el cuadro una señal luminosa. A partir de ese mismo momento, la potencia del vehículo se ve disminuida, lo que proporciona inseguridad e inquietud al conductor.



- ✓ Una vez encendido el indicador, debe buscarse con rapidez un espacio para estacionar, dado que la parada completa del vehículo es instantánea y sin posibilidad de recuperación alguna.
- ✓ En este modelo en particular, se echan de menos mandos en el volante, así como el control de velocidad de crucero, opciones que debería llevar un automóvil de estas características y coste.

Conclusiones

Tras la realización de esta prueba podemos sacar las siguientes conclusiones:

- ✓ La autonomía que nos ofrece este vehículo eléctrico en particular, para un recorrido mixto realizado en condiciones normales de uso, varía entre los 80 y 120 km, dependiendo de la orografía del terreno y del estilo de conducción. Por lo tanto, este medio de transporte es una excelente opción para viajes donde no se superen los 80 km de distancia total aproximadamente.
- ✓ Utilizar la tarifa TUR con discriminación horaria súper valle puede suponer un ahorro económico a la hora de recargar nuestro vehículo eléctrico de casi el 64% con respecto a utilizar la tarifa TUR sin discriminación horaria.
- ✓ El C-Zero alcanza sin problemas los 120 km/h de velocidad, más que suficiente, por lo tanto, para circular por las carreteras españolas.

- ✓ Al levantar el pie del acelerador se produce una mayor retención del vehículo debido a la capacidad de recarga en las situaciones de desaceleración. Esto implica que, para mantener una velocidad constante en algunas bajadas, es necesario mantener pisado el pedal del acelerador.

- La autonomía del vehículo eléctrico objeto de estudio varía entre los 80 y 120 km aproximadamente para un perfil mixto.
- El coste económico para recorrer 100 km en un perfil moderado con un coche eléctrico es inferior a 1 € con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle.
- Los recorridos ideales en condiciones "normales" de uso para el Citroën C-Zero no deberían superar los 80 km totales.
- La potencia, velocidad punta y aceleración del coche eléctrico son suficientes para circular con seguridad y eficacia por cualquier vía.

Experiencia 3: Vehículo eléctrico vs. Vehículo combustión interna

EXPERIENCIA 3: VEHÍCULO ELÉCTRICO vs. VEHÍCULO COMBUSTIÓN INTERNA

Objetivos

El objetivo principal de esta prueba es la obtención de datos para la realización de un estudio comparativo práctico entre el uso de un automóvil eléctrico, uno diésel y uno de gasolina. Los vehículos empleados fueron tres utilitarios de similares características en cuanto a peso, tamaño y potencia. Los datos fueron recogidos en condiciones normales de uso para los tres vehículos.

Materiales empleados

VEHÍCULO ELÉCTRICO: Modelo Citroën C-Zero.

VEHÍCULO DIÉSEL: Modelo Peugeot 206.

VEHÍCULO GASOLINA: Modelo Toyota Yaris.

A continuación se muestra una tabla comparativa con los datos técnicos de cada uno de los tres vehículos empleados:

	CITROËN C-ZERO	PEUGEOT 206	TOYOTA YARIS
COMBUSTIBLE	Eléctrico	Diésel	Gasolina
PESO (kg)	1.195	986	920
NEUMÁTICOS	175/55 R15	175/65 R14	175/65 R14
ALTURA (m)	1,610	1,430	1,500
ANCHURA (m)	1,475	1,650	1,660
LONGITUD (m)	3,480	3,830	3,615
POTENCIA (kW / CV)	47 / 64	50 / 70	50 / 70
EMISIONES CO_2 (g/km)	0	112	134

APARATOS DE MEDICIÓN: GPS Qstard y Aplicación SIMIVE desarrollada en Sotavento.

Metodología

Para la realización de esta prueba se escogió un recorrido de aproximadamente 16 km, que fácilmente pudiese ser similar al realizado por muchas personas para desplazarse desde su domicilio hasta su lugar de trabajo. Dicho trayecto transcurrió por carreteras provinciales y municipales de doble sentido y fue realizado por los tres vehículos.

Queremos destacar que, durante la prueba, se procuró en todo momento realizar una conducción eficiente, sobre todo en los vehículos de combustión interna. Los conductores que llevaron a cabo el ensayo cuentan con experiencia en este tipo de conducción.

Pasos y toma de datos

Los pasos que se siguieron para la realización de esta experiencia fueron:

PASO 1: El automóvil eléctrico se carga completamente, al igual que los depósitos de los vehículos de combustión interna.

PASO 2: Se realiza el trayecto con cada uno de los vehículos, tratando de hacer una conducción lo más eficiente posible en cada uno de los casos.

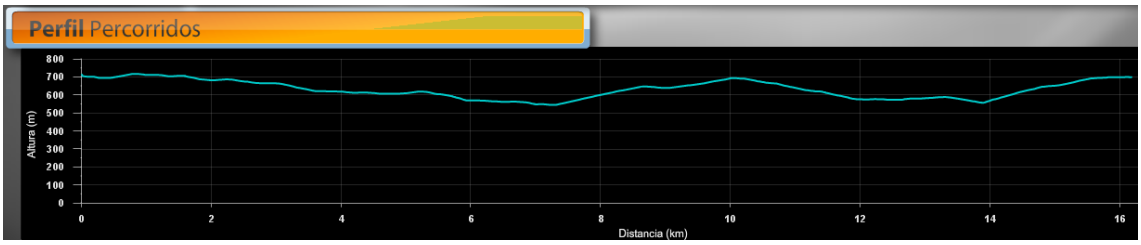
PASO 3: Tras el remate de la prueba se carga nuevamente la batería del vehículo eléctrico y se lleva a cabo la toma de datos de esta recarga.

PASO 4: Se analizan los datos registrados por el GPS y los indicados en los ordenadores de a bordo de los vehículos de combustión interna.

Descripción del recorrido y análisis de resultados

El recorrido realizado en esta prueba transcurre por carreteras provinciales y municipales de doble sentido durante aproximadamente 16 km.

El perfil del recorrido realizado es el siguiente:



A continuación se muestra la tabla comparativa de los datos más significativos recogidos por los tres vehículos para este trayecto:

	VEHÍCULO ELÉCTRICO	VEHÍCULO DIÉSEL	VEHÍCULO A GASOLINA
DISTANCIA (km)	16,2	16,2	16,2
DURACIÓN TRAYECTO (min:seg)	16:10	16:47	17:03
VELOCIDAD MEDIA (km/h)	60	59	57
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	88	90	92
CONSUMO (l/100 km)	-	5,8	7,1
CONSUMO TRAYECTO	2,90 kWh	0,94 litros	1,15 litros
COSTE TRAYECTO (€)	0,48 Tarifa 1	1,29(*)	1,68(*)
	0,21 Tarifa 2		
	0,17 Tarifa 3		
COSTE (€/100 km)	2,97 Tarifa 1	7,96	10,34
	1,27 Tarifa 2		
	1,07 Tarifa 3		
EMISIONES CO_2 TRAYECTO (kg)	0,702(*)	2,444	2,645

Tarifa 1: TUR sin discriminación horaria (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 2: TUR con discriminación horaria de dos períodos (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 3: TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).
(*) El precio del combustible (gasóleo y gasolina) son los correspondientes al mes de agosto del 2013.
(*) Las emisiones de CO_2 del vehículo eléctrico se corresponden con las derivadas del mix eléctrico español según datos de kg de CO_2 emitidos por kWh en el año 2012.

Experiencias del usuario

A continuación se redacta la experiencia personal del conductor del vehículo eléctrico para la realización de esta prueba en concreto:

- ✓ Al no producir ni ruido ni vibraciones, la conducción del coche eléctrico resulta más cómoda que la de un vehículo de combustión interna.
- ✓ Debido a la eficiencia de los motores eléctricos, la sensación de potencia que ofrece el vehículo eléctrico es superior que en el caso de los de combustión interna. Por lo tanto, las prestaciones de este vehículo son suficientemente adecuadas para la realización de adelantamientos con seguridad en cualquier tipo de carretera.
- ✓ La estabilidad del vehículo eléctrico es reducida, posiblemente debido a su peso, a la repartición del mismo, a la distancia entre ejes, al tipo de neumáticos y a la tracción trasera.
- ✓ En este modelo resulta incómodo, e incluso peligroso durante la marcha, el cambio de parámetros en el ordenador de a bordo, ya que el botón para seleccionar las diferentes opciones se sitúa en el cuadro detrás del volante.

Conclusiones

Tras el análisis de los datos recogidos en esta prueba comparativa entre un vehículo eléctrico puro y dos de combustión interna (gasolina y gasóleo), podemos elaborar las siguientes tablas resumen, referentes al coste económico e impacto ambiental de los tres vehículos:

Tabla comparativa de coste económico

		VEHÍCULO ELÉCTRICO		
		Tarifa 1(*)	Tarifa 2(*)	Tarifa 3(*)
		0,48 €	0,21 €	0,17 €
VEHÍCULO DIÉSEL	1,29 €(*)	62,8% menos	83,7% menos	86,8% menos
VEHÍCULO GASOLINA	1,68 €(*)	71,4% menos	87,5% menos	89,9% menos

(*)Tarifa 1: TUR sin discriminación horaria (precios del último trimestre del 2013).
(*)Tarifa 2: TUR con discriminación horaria de dos períodos (precios del último trimestre del 2013).
(*)Tarifa 3: TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).
(*) El precio del combustible (gasóleo y gasolina) son los correspondientes al mes de agosto del 2013.

Tabla comparativa de emisiones de CO_2

		VEHÍCULO ELÉCTRICO
		0,702 kg(*)
VEHÍCULO DIÉSEL	2,444 kg	71,3% menos
VEHÍCULO GASOLINA	2,645 kg	73,5% menos

(*) Las emisiones de CO_2 del vehículo eléctrico se corresponden con las derivadas del mix eléctrico español según datos de kg de CO_2 emitidos por kWh en el año 2012.

- Para un mismo recorrido, el vehículo eléctrico estudiado puede llegar a tener un coste económico un 86,8 % inferior a un automóvil diésel y un 89,9 % inferior a uno de gasolina.

- Las emisiones de CO_2 asociadas a la carga del vehículo eléctrico estudiado son un 71,3 % inferiores que en un vehículo diésel para el recorrido propuesto y un 73,5 % inferiores que en uno de gasolina.

Experiencia 4: Estudio del consumo del vehículo eléctrico en función de los sistemas auxiliares

EXPERIENCIA 4: ESTUDIO DEL CONSUMO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN FUNCIÓN DE LOS SISTEMAS AUXILIARES

Objetivos

La realización de esta prueba tiene como objetivo fundamental conocer la influencia de los sistemas auxiliares (calefacción, aire acondicionado, luces, radio, etc.) en la autonomía del vehículo eléctrico.

Materiales empleados

VEHÍCULO ELÉCTRICO: Modelo Citroën C-Zero, con los siguientes datos aportados por el fabricante:

	CITROËN C- ZERO
COMBUSTIBLE	Eléctrico
PESO	1.195 kg
POTENCIA	47 kW / 64 CV
VELOCIDAD MÁXIMA	130 km/h
AUTONOMÍA	150 km
CONSUMO EN CICLO MIXTO	135 Wh/km
EMISIONES DE CO_2	0 g/km

APARATOS DE MEDICIÓN: GPS Qstard y Aplicación informática SIMIVE desarrollada en Sotavento.

Metodología

El propio ordenador de a bordo del vehículo estudiado calcula los quilómetros de autonomía restantes en función de los servicios empleados. De esta manera, el primer paso fue la elaboración de una tabla a partir de los datos del propio vehículo. Se desecharon los elementos auxiliares que no tenían efecto sobre la autonomía del vehículo eléctrico y se procedió a comprobar empíricamente la influencia de los que más hacían variar este parámetro.

Para llevar a cabo esta comprobación se diseñó un trayecto con un perfil moderado y lo suficientemente largo como para, a nuestro parecer, poder obtener datos representativos del consumo de los diferentes sistemas auxiliares. Posteriormente, se realizó dicho trayecto empleando cada uno de los sistemas y sin su uso, tratando en todo momento de que la conducción fuese lo más similar posible en cada uno de los casos.

Pasos y toma de datos

Los pasos que se siguieron para la realización de esta experiencia fueron:

PASO 1: Se elaboró una tabla comparativa a partir de los datos facilitados por el ordenador de a bordo del vehículo estudiado que indica la variación de la autonomía del mismo en función de diferentes parámetros.

PASO 2: Se carga completamente la batería del vehículo eléctrico.

PASO 3: Se realiza el recorrido tres veces, una sin utilizar sistemas auxiliares, otra utilizando la calefacción al máximo y la otra usando el aire acondicionado al máximo. Después de cada trayecto se cargó el vehículo eléctrico para medir datos.

PASO 4: Se analizaron los datos obtenidos de cada uno de los recorridos.

Descripción del recorrido y análisis de resultados

La tabla obtenida teniendo en cuenta la autonomía restante indicada por el ordenador de a bordo del vehículo eléctrico según conectábamos uno u otro sistema auxiliar es la siguiente:

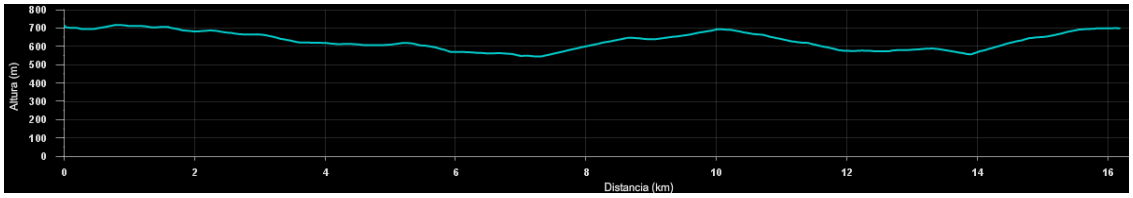
SISTEMA CONECTADO	km RESTANTES DE AUTONOMÍA	% DE VARIACIÓN(*)
Sin sistemas	61	-
Radio	61	0 %
Reproductor de CD	61	0 %
Luces	61	0 %
Entrada de aire frío (sin AC)	61	0 %
Aire Acondicionado	51	- 16,4 %
Calefacción	37	- 39,4 %

(*)El % de variación se refiere al porcentaje de variación de la autonomía restante del vehículo con respecto a no utilizar ningún sistema auxiliar. Tanto el sistema de aire acondicionado como el de calefacción fueron conectados a temperatura de máximo frío y máximo calor respectivamente.

Observando los datos que muestra el ordenador de a bordo del vehículo eléctrico, podemos afirmar que el uso de la radio, del reproductor de CD, del sistema de aire frío (sin AC) y las luces no hacen variar significativamente la autonomía del vehículo. No ocurre lo mismo con el uso del sistema de aire acondicionado y el de calefacción, por el que son estos dos sistemas térmicos los que hemos tenido en cuenta a la hora de realizar la prueba y comprobar su influencia en la autonomía del automóvil eléctrico.

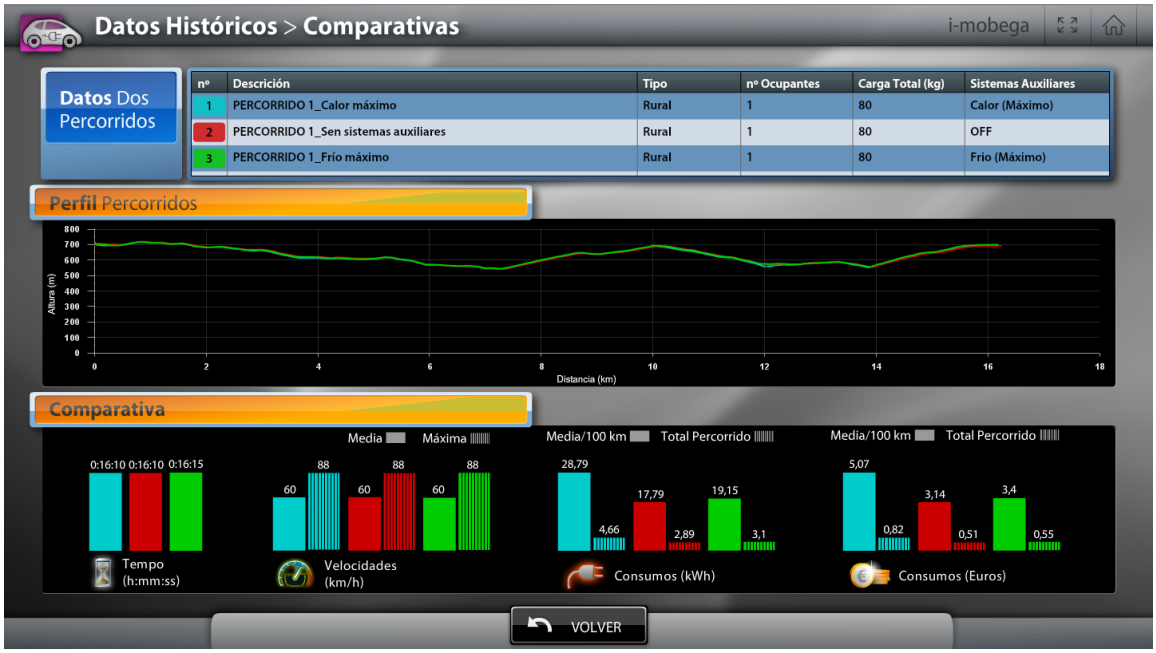
El recorrido realizado en esta prueba transcurre por carreteras municipales y provinciales de doble sentido durante aproximadamente 16 km. El perfil del trayecto (mostrado a continuación) es moderado con zonas de curvas pronunciadas:

PERFIL DEL TRAYECTO



A continuación se muestra una captura de pantalla del programa "Sistema móvil interactivo para el estudio de vehículos eléctricos" de Sotavento y una tabla comparativa de los datos obtenidos en esta prueba con cada uno de los sistemas auxiliares empleados y sin el uso de los mismos. En la tabla pueden observarse los datos del recorrido, del consumo en los diferentes casos y de cada una de las recargas realizadas. Recordamos que tanto la calefacción como el sistema de aire acondicionado fueron conectados a una temperatura máxima. Aunque entendemos que en condiciones normales de uso esto no

sería siempre así, en esta prueba pretendemos obtener una diferencia exagerada que nos ayude a visualizar mejor la influencia de cada uno de los sistemas sobre la autonomía del vehículo eléctrico.



		SIN SISTEMAS CONECTADOS	CON AC	CON CALEFACCIÓN
TRAYECTO	Distancia (km)	16,2	16,2	16,2
	Tiempo (mm:ss)	16:10	16:15	16:10
	Velocidad Media (km/h)	60	60	60
	Velocidad Máxima (km/h)	88	88	88
CONSUMO	kWh / Trayecto	2,89	3,10	4,66
	kWh / 100 km	17,79	19,15	28,79
	% de variación	-	+ 7,3 %	+ 61,2 %
COSTE TRAYECTO (€)	Tarifa 1(*)	0,48	0,51	0,77
	Tarifa 2(*)	0,21	0,22	0,33
	Tarifa 3(*)	0,17	0,19	0,28
EMISIONES CO_2 TRAYECTO (kg)(*)		0,699	0,750	1,128

(*)Tarifa 1: TUR sin discriminación horaria (precios del último trimestre del 2013).
(*)Tarifa 2: TUR con discriminación horaria de dos períodos (precios del último trimestre del 2013).
(*)Tarifa 3: TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).
(*) Las emisiones de CO_2 del vehículo eléctrico se corresponden con las derivadas del mix eléctrico español según datos de kg de CO_2 emitidos por kWh en el año 2012.

Observando los datos obtenidos en esta prueba comprobamos que el sistema de calefacción conectado a la temperatura máxima supone un gasto considerable con respecto a la no utilización de sistemas auxiliares. Sin embargo, conectar el aire acondicionado a la temperatura más fría también supone una variación negativa en el consumo, pero esta no es tan notoria. Recordamos de nuevo, que en condiciones reales de uso estos sistemas acostumbran a usarse de manera más moderada.

Conclusiones

Las conclusiones que nos acerca el estudio descrito en este apartado se resumen a continuación:

- ✓ Utilizar algunos sistemas auxiliares como pueden ser la radio, el reproductor de CD, las luces o incluso permitir la entrada de aire fresco (sin conectar el AC), no influye excesivamente en la autonomía final del vehículo eléctrico.
- ✓ En el vehículo eléctrico estudiado, la alimentación de los sistemas de aire acondicionado y calefacción se realizan directamente de la batería de tracción, por lo que su conexión puede aumentar considerablemente el consumo, reduciendo la autonomía del propio vehículo.
- ✓ Los datos obtenidos nos hacen pensar que el vehículo eléctrico estudiado resulta menos adecuado en zonas más frías, donde es más común el uso de la calefacción. Esto se debe a que emplea unas resistencias eléctricas para calentar el habitáculo, sistema que ya se está substituyendo en algunos vehículos por bombas de calor, lo que resultaría en una mayor eficiencia y aumento de la autonomía en estos casos.

- La influencia del uso de la radio, del reproductor de CD y de las luces en la automonía del vehículo eléctrico puede considerarse despreciable.
- El sistema de calefacción conectado a la máxima temperatura en el vehículo eléctrico estudiado reduce considerablemente su autonomía, mientras que el uso del sistema de AC produce una variación mucho menos pronunciada.

Experiencia 5: Simulación de situación real de uso del vehículo eléctrico en la vida cotidiana

EXPERIENCIA 5: SIMULACIÓN DE SITUACIÓN REAL DE USO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA VIDA COTIDIANA

Objetivos

El objetivo de esta prueba es obtener datos significativos y lo más reales posible sobre el uso del vehículo eléctrico en situaciones comunes de la vida cotidiana de muchas personas que realizan la mayor parte de sus desplazamientos por zonas urbanas.

Materiales empleados

VEHÍCULO ELÉCTRICO: Modelo Citroën C-Zero, con los siguientes datos aportados por el fabricante:

	CITROËN C- ZERO
COMBUSTIBLE	Eléctrico
PESO	1.195 kg
POTENCIA	47 kW / 64 CV
VELOCIDAD MÁXIMA	130 km/h
AUTONOMÍA	150 km
CONSUMO EN CICLO MIXTO	135 Wh/km
EMISIONES DE CO_2	0 g/km

APARATOS DE MEDICIÓN: GPS Qstard y Aplicación informática SIMIVE desarrollada en Sotavento.

Metodología

Esta prueba se desarrolló en la ciudad de Santiago de Compostela, tratando de simular una situación de uso cotidiana de un vehículo en esta zona urbana. Para eso se supuso el caso de una persona que vive en el Barrio de San Lázaro y trabaja en el centro comercial "El Corte Inglés".

Tras diseñar el recorrido, se procedió a la realización del mismo y a la toma de datos referentes al trayecto realizado y al consumo del vehículo.

Pasos y toma de datos

Para la realización de este ensayo se tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

PASO 1: Diseño de un recorrido que pueda ser característico del uso del vehículo en zona urbana.

PASO 2: Tras cargar completamente la batería del vehículo eléctrico empleado, se realizó el recorrido diseñado y se midieron datos con la ayuda del GPS.

PASO 3: Se procedió a la recarga del vehículo, midiendo consumo y tiempo de recarga para el trayecto.

Descripción del recorrido y análisis de resultados

A continuación se muestra una captura de pantalla de la aplicación informática que recogió los datos del trayecto y consumo del vehículo. En ella pueden observarse datos tanto del recorrido (perfil, distancia, tiempo empleado, etc.) como de la recarga de la batería (consumo en kWh, coste, etc.).

El recorrido diseñado para esta prueba tiene como objetivo simular el trayecto realizado por una persona que reside en el barrio de San Lázaro y trabaja en el centro comercial "El Corte Inglés". Además del trayecto de ida al punto de trabajo, también se realizó el trayecto de vuelta al domicilio para obtener datos de un ciclo completo ida – vuelta, fácilmente extrapolable si el mismo tramo se realiza varias veces al día.

Dicho trayecto tiene una distancia total de 8,81 km, lo que concuerda con los 8,1 km de media que tiene un desplazamiento en vehículo y en día laborable en las ciudades españolas.

En la siguiente tabla se recoge un resumen de los datos más significativos obtenidos en esta prueba:

DISTANCIA	8,81 km
DURACIÓN TRAYECTO	17 min 55 s
DESNIVEL DE SUBIDA ACUMULADO	207,57 m
DESNIVEL DE BAJADA ACUMULADO	185,81 m
VELOCIDAD MEDIA	30 km/h
VELOCIDAD MÁXIMA	67 km/h
TIEMPO DE RECARGA	54 min 01 s
CONSUMO DE LA RECARGA	1,62 kWh
COSTE DE LA RECARGA	0,27 € Tarifa 1
	0,12 € Tarifa 2
	0,10 € Tarifa 3
EMISIONES DE CO_2	0,392 kg(*)

Tarifa 1: TUR sin discriminación horaria (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 2: TUR con discriminación horaria de dos períodos (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 3: TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).
(*) Las emisiones de CO_2 del vehículo eléctrico se corresponden con las derivadas del mix eléctrico español según datos de kg de CO_2 emitidos por kWh en el año 2012.

Si este mismo vehículo lo comparamos con un vehículo de combustión interna de gasolina y otro de gasóleo de similares magnitudes podríamos obtener la siguiente tabla comparativa para este mismo recorrido:

	VEHÍCULO ELÉCTRICO	VEHÍCULO DIÉSEL(*)	VEHÍCULO GASOLINA(*)
CONSUMO 100 km	18,39 kWh	4,9 L	5,8 L
CONSUMO TRAYECTO	1,62 kWh	0,43 L	0,51 L
COSTE 100 km	3,05 € Tarifa 1	6,72 €(*)	8,45 €(*)
	1,31 € Tarifa 2		
	1,10 € Tarifa 3		
COSTE TRAYECTO	0,27 € Tarifa 1	0,59 €(*)	0,74 €(*)
	0,12 € Tarifa 2		
	0,10 € Tarifa 3		
EMISIONES CO_2 TRAYECTO	0,392 kg(*)	1,118 kg	1,173 kg

Tarifa 1: TUR sin discriminación horaria (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 2: TUR con discriminación horaria de dos períodos (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 3: TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).
(*)Para la comparativa con vehículos de combustión interna se tuvieron en cuenta los datos aportados por el fabricante del Ford Ka, tanto en el modelo diésel como en el de gasolina.
(*) El precio del combustible (gasóleo y gasolina) son los correspondientes al mes de agosto del 2013.
(*) Las emisiones de CO_2 del coche eléctrico se corresponden con las derivadas del mix eléctrico español según datos de kg de CO_2 emitidos por kWh en el año 2012.

Si estos datos los extrapolamos a un mes de trabajo (22 días laborales), teniendo en cuenta que la persona supuesta en nuestro caso trabaja a jornada ininterrumpida y solo realiza el recorrido una vez al día para desplazarse al lugar de trabajo, obtenemos los siguientes datos:

	VEHÍCULO ELÉCTRICO	VEHÍCULO DIÉSEL(*)	VEHÍCULO GASOLINA(*)
CONSUMO	35,64 kWh	9,46 L	11,22 L
COSTE	5,92 € Tarifa 1	12,97 €(*)	16,35€(*)
	2,53 € Tarifa 2		
	2,14 € Tarifa 3		
EMISIONES DE CO_2	8,625 kg(*)	24,596 kg	25,806 kg

Tarifa 1: TUR sin discriminación horaria (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 2: TUR con discriminación horaria de dos períodos (precios del último trimestre del 2013).
Tarifa 3: TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).
(*)Para la comparativa con vehículos de combustión interna se tuvieron en cuenta los datos aportados por el fabricante del Ford Ka, tanto en el modelo diésel como en el de gasolina.
(*) El precio del combustible (gasóleo y gasolina) son los correspondientes al mes de agosto del 2013.
(*) Las emisiones de CO_2 del coche eléctrico se corresponden con las derivadas del mix eléctrico español según datos de kg de CO_2 emitidos por kWh en el año 2012.

Teniendo en cuenta la capacidad de la batería del vehículo eléctrico estudiado, tres recargas completas al mes serían suficientes para que la persona supuesta en esta experiencia fuese a trabajar todos los días laborales.

Experiencias del usuario

Según la propia experiencia del conductor de esta prueba, este tipo de vehículos muestran en la ciudad sus mayores capacidades:

- ✓ El vehículo estudiado se muestra especialmente cómodo para circular por ciudades con tráfico intenso debido a sus dimensiones, facilidad para realizar paradas y arrancadas, ausencia de ruido y vibraciones, inexistencia de cambio de marchas, capacidad de aceleración, buena respuesta de frenada, etc.
- ✓ Por la noche o días oscuros, en este vehículo en concreto, se echa de menos una luz en el cambio automático que facilite el paso de delante a atrás en las maniobras.

Conclusiones

Tras la realización de esta prueba, las conclusiones sobre el uso de este tipo de vehículos en las áreas urbanas son las siguientes:

- ✓ El vehículo eléctrico es una buena opción para los desplazamientos urbanos, ya que, además de consumir menos que un coche de combustión interna, es más fácil de conducir.
- ✓ La autonomía de los vehículos eléctricos es más que suficiente para desplazamientos por ciudad.
- ✓ El coste económico de un vehículo eléctrico en trayecto urbano es un 54% menor que uno de gasóleo y un 64% menor que uno de gasolina si lo cargamos con una tarifa TUR sin discriminación horaria. Si disponemos de tarifa TUR con discriminación horaria súper valle, el coste para el trayecto propuesto sería de 0,10 € en el vehículo eléctrico, es decir, un 83% menor que en un coche diésel y un 86% menor que en uno de gasolina.
- ✓ Las emisiones de gases contaminantes asociadas a un recorrido urbano son un 65% menores en un vehículo eléctrico que en uno de gasóleo y un 67% menores que en uno de gasolina.
- ✓ El uso de vehículos eléctricos en las ciudades es una buena opción para minimizar la contaminación acústica, ya que el motor de este tipo de vehículos no emite ruido.

- Disponiendo de una tarifa con discriminación horaria "súper valle", en trayecto urbano un coche eléctrico tiene un coste económico un 83% menor que un vehículo diésel y un 86% menor que uno de gasolina.

- Las emisiones de CO_2 pueden reducirse entre un 65 % y un 67 % con el uso de vehículos eléctricos con respecto a vehículos de combustión interna.

- La contaminación acústica se vería favorablemente reducida con el uso de los vehículos eléctricos en las ciudades.

ANEXO 1: Otros vehículos eléctricos del mercado

ANEXO 1: Otros vehículos eléctricos del mercado

El vehículo eléctrico estudiado y descrito en este documento es un ejemplo dentro de la amplia gama de vehículos de este tipo que podemos encontrar en el mercado automovilístico. Existen modelos con características muy dispares, pudiendo elegir desde vehículos biplaza hasta vehículos más espaciosos, de alta gama e incluso “súper deportivos”.

A continuación se muestran algunos de los modelos que podemos encontrar en el mercado de vehículos eléctricos junto a sus características. Recalcamos que los precios mostrados son orientativos y no incluyen ningún tipo de ayuda, por lo que pueden variar ligeramente.

RENAULT TWIZY	
Precio(*)	Desde 7.930 € + Alquiler batería
Autonomía	100 km
Plazas	2
Potencia	13 kW / 17 CV
Batería	6,1 kW (Li-Ion)
Velocidad Máxima	80 km/h
Tiempo de carga completa	3 h 30 min
Precio Carga Completa(*)	0,37 €

(*)Precio del vehículo y alquiler de baterías orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

Alquiler batería: 52 €/mes
(36 meses, 7.500 km/año)

Alquiler batería: 79 €/mes
(36 meses, 12.500 km/año)

RENAULT ZOE	
Precio(*)	Desde 21.250 € + Alquiler batería
Autonomía	200 km
Plazas	5
Potencia	65 kW / 88 CV
Batería	22 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	13,5 s
Velocidad Máxima	135 km/h
Tiempo de carga completa	6 a 8 h
Precio Carga Completa(*)	1,32 €

(*)Precio del vehículo y alquiler de baterías orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

RENAULT KANGOO Z.E.	
Precio(*)	Desde 24.400 € + Alquiler batería
Autonomía	170 km
Plazas	2/5
Potencia	44 kW / 60 CV
Batería	22 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	20,3 s
Velocidad Máxima	130 km/h
Tiempo de carga completa	6 a 8 h
Precio Carga Completa(*)	1,32 €

(*)Precio del vehículo y alquiler de baterías orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

Alquiler batería: Desde 88 €/mes

Alquiler batería: 85 €/mes (36 meses, 10.000 km/año)

RENAULT FLUENCE Z.E.	
Precio(*)	Desde 26.600 €
Autonomía	185 km
Plazas	5
Potencia	70 kW / 95 CV
Batería	22 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	20,3 s
Velocidad Máxima	135 km/h
Tiempo de carga completa	10 a 12 h 6 a 8 h (wall-box)
Precio Carga Completa(*)	1,32 €

(*)Precio del vehículo y alquiler de baterías orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

CITRÖEN C-ZERO	
Precio(*)	Desde 29.890 €
Autonomía	150 km
Plazas	4
Potencia	47 kW / 64 CV
Batería	16 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	15,9 s
Velocidad Máxima	130 km/h
Tiempo de carga completa	6 a 8 h
Precio Carga Completa(*)	0,96 €

(*)Precio del vehículo orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

NISSAN LEAF	
Precio(*)	Desde 29.900 €
Autonomía	199 km
Plazas	5
Potencia	80 kW / 105 CV
Batería	24 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	11,9 s
Velocidad Máxima	145 km/h
Tiempo de carga completa	6 a 8 h
Precio Carga Completa(*)	1,44 €

(*)Precio del vehículo orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

BMW i3	
Precio(*)	Desde 35.500 €
Autonomía	190 km
Plazas	5
Potencia	125 kW / 170 CV
Batería	19 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	7,2 s
Velocidad Máxima	150 km/h
Tiempo de carga completa	4 a 5 h
Precio Carga Completa(*)	1,14 €

(*)Precio del vehículo orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

TESLA MODEL S	
Precio(*)	Desde 83.150 €
Autonomía	483 km
Plazas	5+2
Potencia	270 kW / 362 CV
Batería	85 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	5,6 s
Velocidad Máxima	202 km/h
Tiempo de carga completa	4 a 5 h
Precio Carga Completa(*)	5,10 €

(*)Precio del vehículo orientativo según datos de octubre del 2013. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

TESLA ROADSTER(*)	
Precio(*)	Desde 94.000€
Autonomía	395 km
Plazas	2
Potencia	225 kW / 302 CV
Batería	53 kW (Li-Ion)
Aceleración 0-100 km/h	3,9 s
Velocidad Máxima	200 km/h
Tiempo de carga completa	4 a 6 h
Precio Carga Completa(*)	3,18 €

(*)Este vehículo dejó de fabricarse temporalmente en el año 2012.
(*)Precio del vehículo orientativo según las últimas unidades vendidas en Europa. Precio de la carga completa calculado con tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios del último trimestre del 2013).

ANEXO 2: Ejemplos de amortización de vehículos eléctricos

ANEXO 2: Ejemplos de amortización de vehículos eléctricos

Introducción

Este anexo trata de introducir un apartado importante y de interés para aquellas personas que se encuentran en la complicada situación de elegir qué automóvil comprar. De esta manera, estudiaremos diferentes situaciones de uso que sirvan como orientación para tomar esta decisión.

Cabe destacar que para la realización de los cálculos se tomó como precio de la energía eléctrica el de la tarifa TUR con discriminación horaria súper valle (precios correspondientes al último trimestre de 2013). El precio del combustible que se tuvo en cuenta fue el de finales del mes de agosto de 2013 según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). También es importante mencionar que los datos referentes al precio de los vehículos se corresponden con los aportados por el fabricante para el mes de octubre de 2013.

Es por esto que los cálculos mostrados en este anexo pueden no coincidir plenamente con los datos vigentes en el momento de la lectura de este documento.

Por otro lado, no se tendrán en cuenta para ninguno de los supuestos mostrados a continuación los costes derivados del mantenimiento del vehículo, cuantificados entre un 50% y un 70% menos en los automóviles eléctricos. A modo de ejemplo, en el cuadro que sigue incluimos datos comparativos, facilitados por un concesionario oficial, del coste de mantenimiento de dos vehículos reales **de la misma marca y modelo** en los 120.000 primeros quilómetros.

Nº km	90 CV diésel
30.000 km	288,92 €
60.000 km	358,58 €
90.000 km	324,39 €
120.000 km	1.050,53 €
Total	**2.022,42 €**

Nº km	Eléctrico
40.000 km	126,28 €
80.000 km	213,17 €
120.000 km	241,54 €
Total	**580,99 €**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del concesionario oficial para el mantenimiento a 120.000 km de dos vehículos reales de la misma marca y modelo.

Supuesto 1

Tomamos el caso de una persona que realiza la mayor parte de sus trayectos por ciudad, desplazándose una media de 35 km diarios, concorde con los 37 km de media que realizan los conductores/as europeos al día. En este supuesto compararemos dos pequeños turismos de similares características: un vehículo eléctrico Renault Twizy y un vehículo de gasolina Smart Fortwo Coupé.

En este caso podemos observar que el vehículo de combustión interna tiene un coste superior al vehículo eléctrico, por lo que ahorramos dinero desde el mismo momento de la compra. Además, y sin tener en cuenta los gastos de mantenimiento, el usuario ahorraría algo más de 19 euros al año en sus desplazamientos y evitaría la emisión de más de una tonelada de CO_2 decantándose por el vehículo eléctrico.

A continuación mostramos una tabla resumen de este supuesto:

SUPUESTO 1	
Vehículos	Renault twizy vs. Smart Fortwo Coupé
Desplazamiento diario	35 km
Sobrecoste del vehículo eléctrico frente al de combustión interna	−921 €
Tiempo de amortización	0 años
Ahorro económico anual	19,86 €

Supuesto 2

Para este supuesto tenemos en cuenta el caso de una persona que realiza una media de 100 km diarios en su vehículo.

Los vehículos aquí comparados son dos turismos de características y prestaciones similares: un vehículo eléctrico Nissan Leaf y un vehículo de gasóleo Renault Mégane.

En este caso el vehículo eléctrico tiene un sobrecoste de 7.500 € sobre el vehículo de gasóleo, así el período de amortización de esta diferencia es de aproximadamente 4 años. Además, el conductor de este supuesto tendría un ahorro anual de más de 1.837 €.

La tabla que se muestra a continuación nos presenta un breve resumen del supuesto realizado:

SUPUESTO 2	
Vehículos	Nissan Leaf vs. Renault Mégane
Desplazamiento diario	100 km
Sobrecoste del vehículo eléctrico frente al de combustión interna	7.500 €
Tiempo de amortización	4,08 años
Ahorro económico anual	1.837,62 €

Supuesto 3

Aquí, al igual que en el caso anterior, tendremos en cuenta el cálculo para una persona que realiza una media de 100 km al día.

Esta vez, los vehículos comparados serán un eléctrico BMW i3 y un vehículo diésel Audi A3 de similares características y prestaciones:

En este supuesto, el vehículo eléctrico es más económico que el de combustión, ahorrando unos 30 € en el momento de la compra. El ahorro anual en combustible, utilizando el vehículo eléctrico en lugar del diesel, superaría los 2.180 €.

La tabla muestra el resumen del supuesto realizado en este caso:

SUPUESTO 3	
Vehículos	BMW i3 vs. Audi A3
Desplazamiento diario	100 km
Sobrecoste del vehículo eléctrico frente al de combustión interna	–30 €
Tiempo de amortización	0 años
Ahorro económico anual	2.182,99 €

Supuesto 4

En este supuesto compararemos dos vehículos de alta gama de similares características y prestaciones, en los que el conductor realizará de forma diaria una media de 200 km. Los vehículos a comparar serán el Tesla Model S eléctrico y un BMW Serie 6 a gasolina.

En este caso, el vehículo eléctrico es más barato que el de combustión del mismo segmento y, además, en los desplazamientos ahorraremos anualmente más de 7.500 €.

A continuación se muestra la tabla resumen de este supuesto:

SUPUESTO 3	
Vehículos	Tesla Model S vs. BMW Serie 6
Desplazamiento diario	200 km
Sobrecoste del vehículo eléctrico frente al de combustión interna	−5.692 €
Tiempo de amortización	0 años
Ahorro económico anual	7.525,35 €

Conclusiones

Este estudio nos acerca como conclusión principal que a la hora de decantarse por la compra de un vehículo, al igual que hacemos con otros productos de consumo, es necesario tener en cuenta los hábitos de movilidad de cada persona.

Actualmente existen en el mercado vehículos eléctricos con la capacidad suficiente para resultar rentables económicamente, siendo además más eficaces desde el punto de vista ambiental.

Observando los tres supuestos anteriores vemos que el ahorro económico y ambiental que ofrecen los vehículos eléctricos depende principalmente del número de quilómetros realizados. Los automóviles eléctricos son amortizados en menor tiempo por aquellos conductores/as que realizan una media de quilómetros anual más elevada. Esto ocurre también en los eléctricos que ofrecen alquiler de baterías a pesar de que, como ya apuntábamos, aumenta la cuantía del alquiler en función del kilometraje anual.

Además se observa que las características y prestaciones del vehículo eléctrico influyen en la amortización, ya que cuanto más elevamos la gama del vehículo, menor es el coste de éste con respecto a un vehículo convencional de similares características.

Insistimos de nuevo en que en ninguno de los supuestos anteriores se incluyen los costes correspondientes al mantenimiento, que favorecerían en mayor medida a los vehículos eléctricos reduciendo el período de amortización y aumentando el ahorro económico anual obtenido.

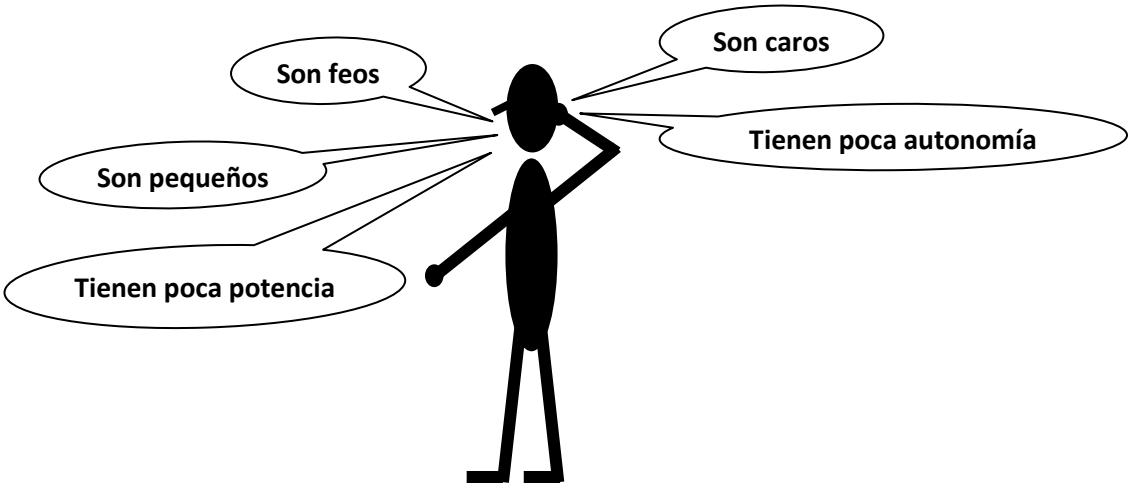
ANEXO 3: Pero… ¿qué opinamos realmente sobre el vehículo eléctrico?

ANEXO 3: Pero… ¿qué opinamos realmente sobre el vehículo eléctrico?

Como complemento a este documento incluimos los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a un total de 600 conductores y conductoras que probaron el vehículo eléctrico descrito en este documento.

El objetivo de estas encuestas es conocer de un modo más o menos representativo la opinión pública sobre este tipo de vehículos antes y después de su conducción.

En los apartados que siguen recogeremos las respuestas a diferentes preguntas tras la prueba del vehículo eléctrico, sabiendo que las opiniones sobre el mismo antes de una pequeña presentación sobre este tipo de vehículos y de la prueba giran en torno a 5 respuestas principales.



A lo largo de este documento ya observamos, por ejemplo, que en el mercado automovilístico existe una amplia variedad de modelos eléctricos con diferentes características, prestaciones y tamaños, por lo que es difícil no encontrar algún modelo que se adapte a las necesidades del usuario/a.

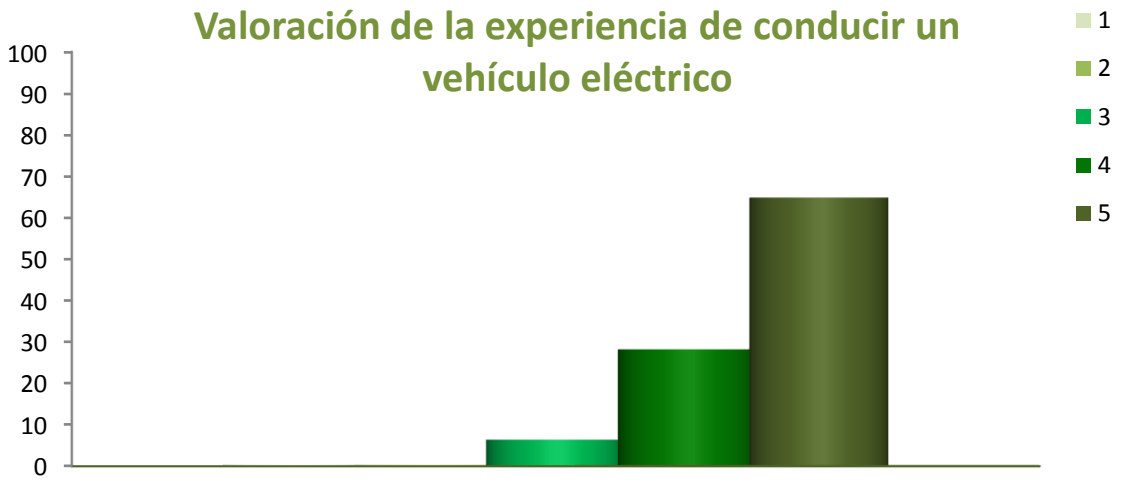
También comprobamos que los precios de los vehículos eléctricos no son siempre superiores al de los vehículos convencionales y pueden ser amortizados en plazos reducidos.

En lo referente a la autonomía, todos los vehículos eléctricos actuales ofrecen una autonomía que supera con creces los 37 km diarios que recorre un conductor/a en la Unión Europea de media.

Parece que no existe una visión ajustada de las características y potencialidades de esta tecnología, como se refleja en las encuestas realizadas tras la prueba real de un vehículo eléctrico que mostramos a continuación.

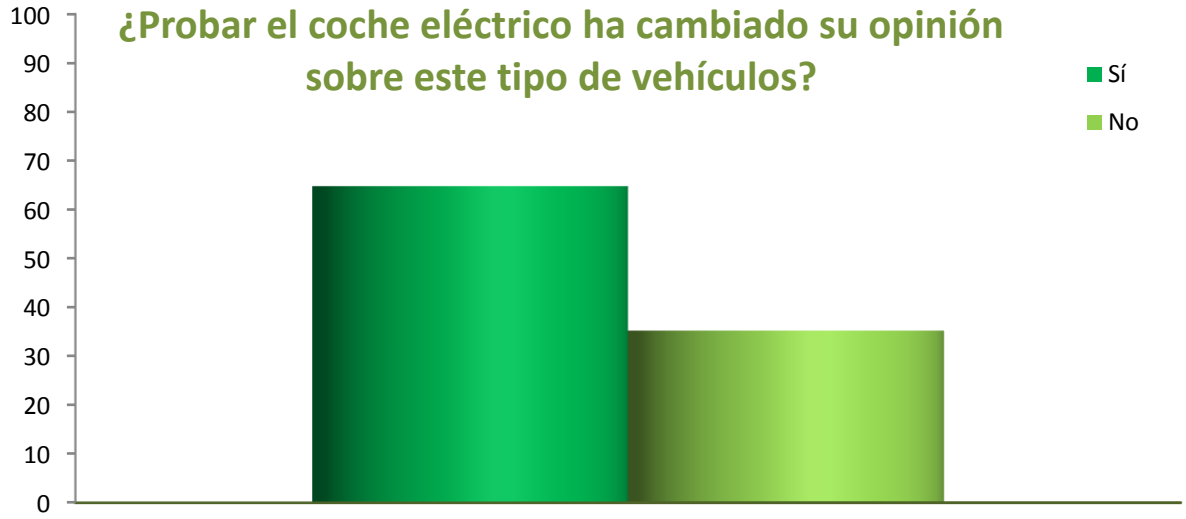
Resultado global de las valoraciones

Como ya comentamos anteriormente, las encuestas realizadas recogen las opiniones y valoraciones de 600 conductores/as sobre diferentes cuestiones. Vamos a comenzar este apartado mostrando gráficamente cómo valoraron los encuestados/as la experiencia de conducir un vehículo eléctrico, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos era la primera vez que lo hacían. Las respuestas a esta pregunta van desde el 1 (no me gustó) hasta el 5 (me gustó mucho).



Observamos que el 93% de los encuestados valoraron muy positivamente la experiencia, siendo un 65% los que la puntuaron con máxima nota.

A continuación vamos a comprobar en cuántos casos ha cambiado la opinión inicial que tenían sobre este tipo de vehículos tras la prueba:



La mayoría de los conductores, concretamente un 65%, afirmaron que probar el vehículo eléctrico le hizo cambiar de opinión con respecto a estos vehículos.

Los aspectos en los que más ha cambiado la opinión de las personas que respondieron “sí” son los siguientes:

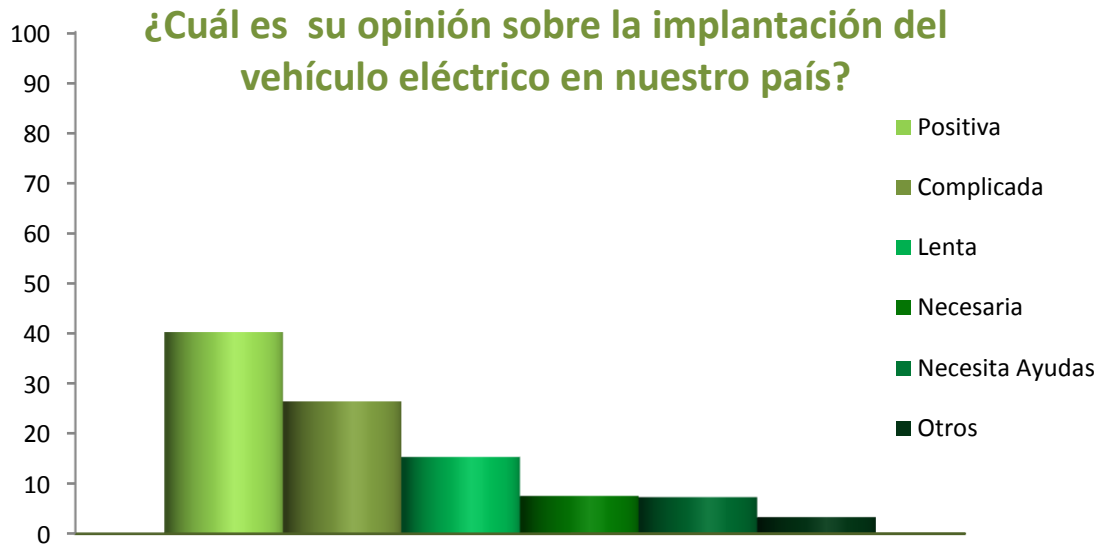
La gráfica muestra que una de las ideas preconcebidas más extendida y que hace referencia a la potencia del vehículo eléctrico cambia tras la prueba real. Este ítem engloba aquellas respuestas que hacen referencia a las prestaciones del vehículo, a su velocidad, rendimiento, aceleración, etc.

Otro de los aspectos que más sorprendió tras la prueba del vehículo eléctrico es su fácil conducción. Alrededor del 22% de las personas entrevistadas indican que es muy cómodo al no producir vibraciones y más sencillo de conducir que un vehículo convencional.

La ausencia de ruidos acapara casi el 20% de las respuestas, un 13% destacan el bajo coste de la recarga y casi un 4% hace referencia a las bajas emisiones a la atmósfera.

El apartado "otros" representa el 5% de las opiniones que se corresponden con los encuestados que pensaban que los vehículos eléctricos tenían menor autonomía, aspectos que a otros/as les sorprendió negativamente, al igual que el tiempo de carga doméstica y el precio de adquisición del vehículo. Otros/as simplemente indicaron que la prueba del vehículo eléctrico les aclaró muchas dudas que tenían o que este tipo de vehículos les ofrecía más seguridad de la que esperaban.

La gráfica que se muestra a continuación nos da una idea de la opinión de los participantes sobre la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país.



La mayoría de las respuestas a esta pregunta, concretamente un 40%, indican que ven positivo que se implante el vehículo eléctrico en nuestro país, ya que es una buena opción debido a la reducción de contaminación ambiental, acústica y de la dependencia energética exterior.

El 26% también afirma que de momento se ve complicado, culpando principalmente al coste inicial del vehículo, a la escasez de infraestructuras, a la falta de información y a la poca promoción que se hace de los vehículos eléctricos.

Un 15% indican que la llegada del vehículo eléctrico está siendo muy lenta y deficiente y que ya deberían estar implantados hace mucho tiempo.

Casi el 8% de las repuestas ven necesario e imprescindible que se implante este tipo de vehículos en nuestro país y el 7% indica que se deberían promover más y aumentar las ayudas por parte de las administraciones para facilitarle su adquisición a los usuarios/as.

En el apartado “Otros” están el 3% de las respuestas que engloban a los conductores que aún no ven muy clara la implantación del vehículo eléctrico o que la creen poco factible, aunque alguno opina que también depende de la energía que se utilice para las recargas y del futuro de las baterías.

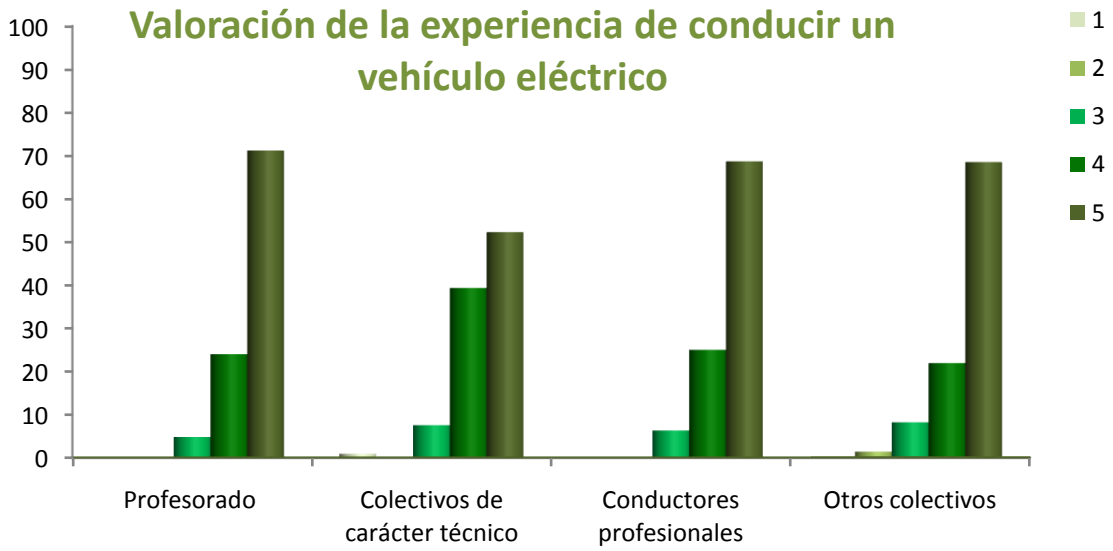
Resultado de las valoraciones según el colectivo

En este apartado incluiremos los resultados obtenidos en las valoraciones según el colectivo. Empezamos con la caracterización de los encuestados, mostrando la distribución de las encuestas realizadas según el número de personas en cada uno de ellos.

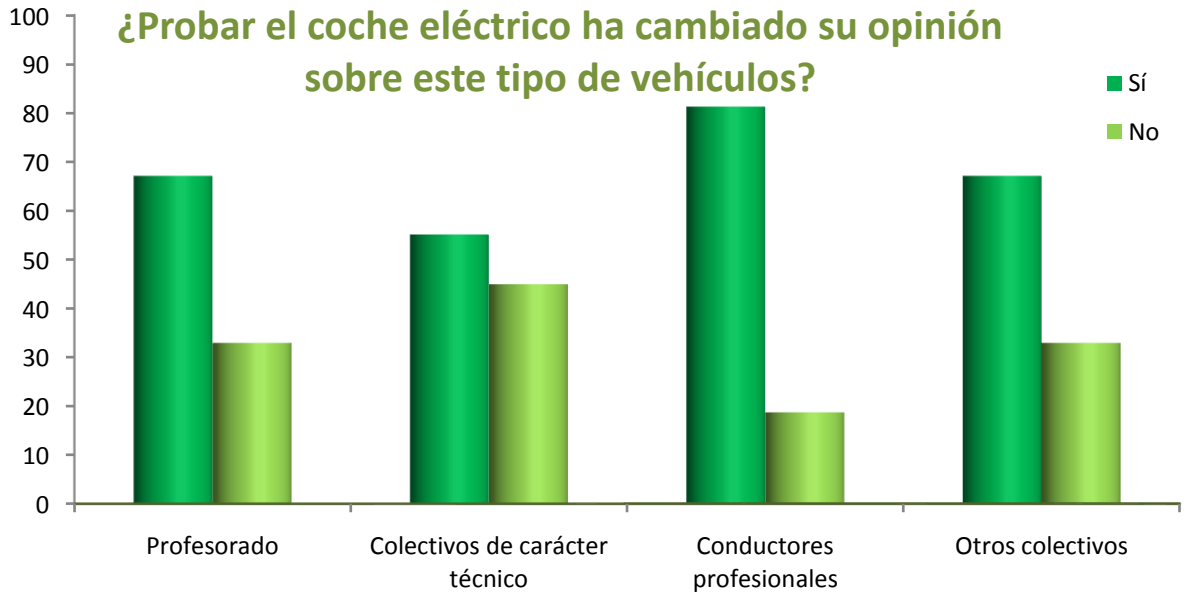
La mayoría de los encuestados, concretamente un 41% de los mismos, se corresponde con profesorado de diferentes especialidades, desde maestros de educación infantil y primaria hasta profesores de ciclos superiores.

El colectivo de carácter técnico, que representa aproximadamente el 30% de las encuestas, incluye ingenieros y personas con titulación de carácter técnico, así como estudiantes de ciclos superiores y universitarios matriculados en carreras técnicas. El 9% son conductores profesionales y el 20% restante se refiere a otro tipo de colectivos no incluidos en los anteriores.

En el siguiente gráfico mostramos, según el porcentaje de respuestas, la valoración de la experiencia de conducir un vehículo eléctrico según el grado de satisfacción donde 1 indica “no me gustó” y 5 indica “me gustó mucho”. Observamos que todos los colectivos valoraron positivamente la experiencia.

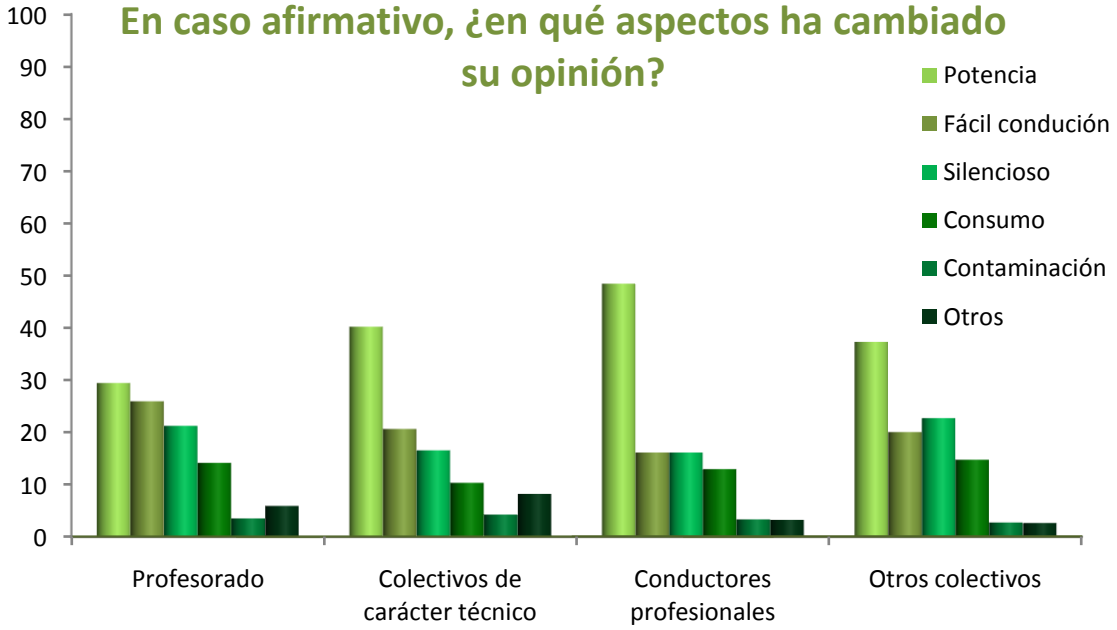


El gráfico que se muestra a continuación inidica el porcentaje de respuestas “Sí” y “No” a la pregunta “¿Probar el coche eléctrico ha cambiado su opinión sobre este tipo de vehículos?”



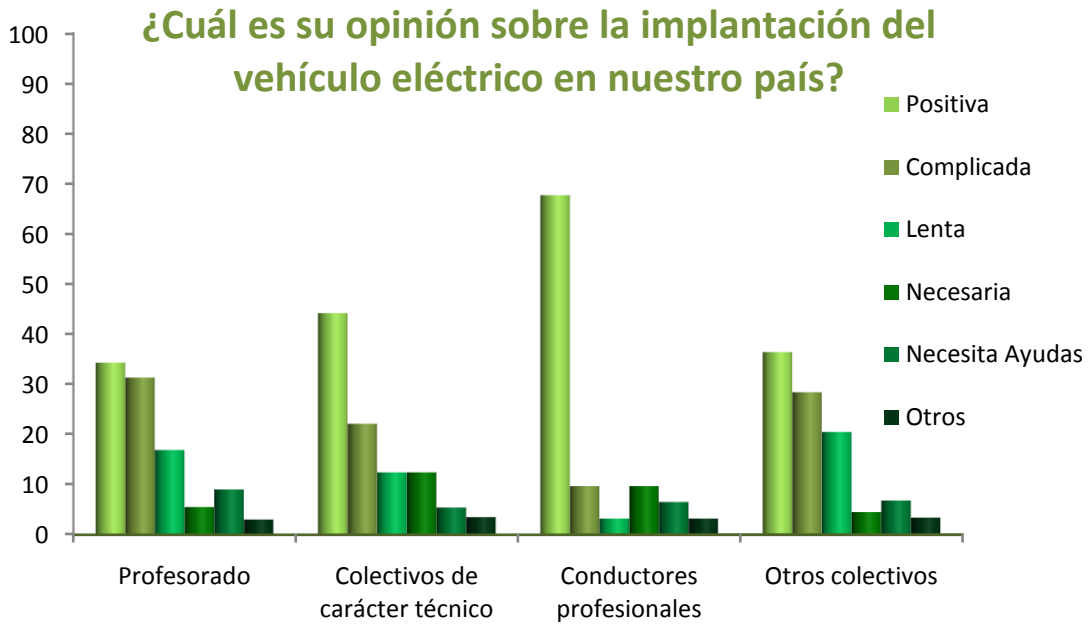
Observamos que en la mayoría de los casos sí que ha cambiado su opinión sobre los vehículos eléctricos tras su prueba, especialmente en el caso de los conductores profesionales.

En el caso de las respuestas “sí”, la opinión ha cambiado en los siguientes aspectos:



Los participantes valoran especialmente la aceleración del vehículo eléctrico y destacan la facilidad y suavidad en su manejo, la ausencia de ruido, la economía de su recarga y las bajas emisiones. En el apartado “otros” destacan respuestas como que el precio de los vehículos es mayor y la autonomía menor de lo esperado o que aportan más seguridad de la que se pensaba.

A continuación mostramos la opinión de los encuestados, en porcentaje de respuestas, en cuanto a la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país.



Observamos que la mayoría de los integrantes de cada uno de los colectivos ve positiva la implantación de automóviles eléctricos en nuestro país, destacando esta opinión en el caso de los conductores profesionales.

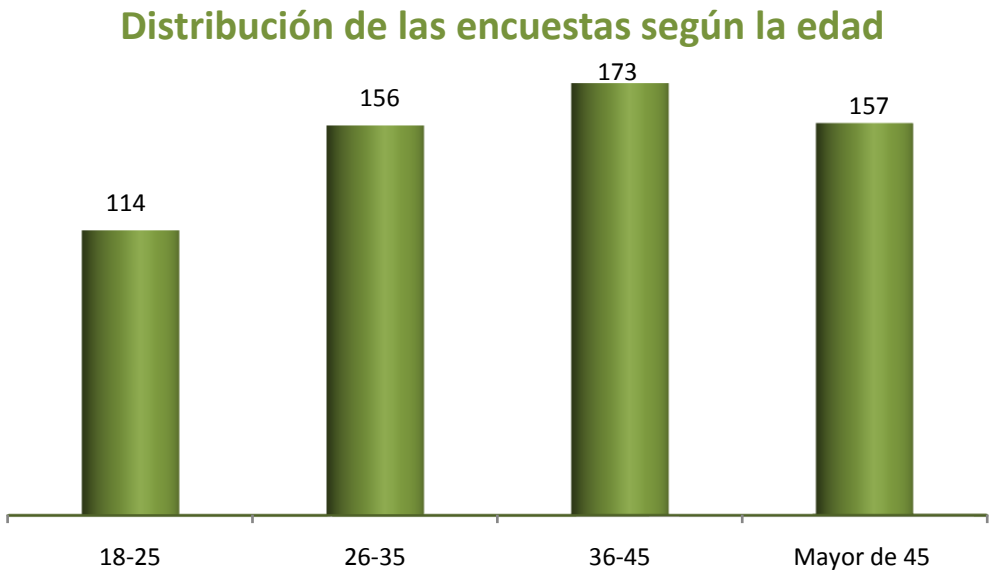
El profesorado es el colectivo que más complicada ve su implantación, indicando que, aunque les parece algo positivo, existen ciertos aspectos que la complican como, por ejemplo, la falta de información a los usuarios, la escasa infraestructura, el coste del vehículo o su escasa autonomía.

Otro ítem importante en esta pregunta es que muchos usuarios/as creen que debería haber más ayudas económicas para la compra de vehículos de este tipo y que se debería apostar más por ellos, punto destacado sobre todo por parte del colectivo técnico.

En el parámetro "otros" predominan respuestas como la de que la viabilidad de la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país depende de la energía utilizada para la recarga, de la vida media de las baterías y opiniones de que todavía no la ven una tecnología rentable.

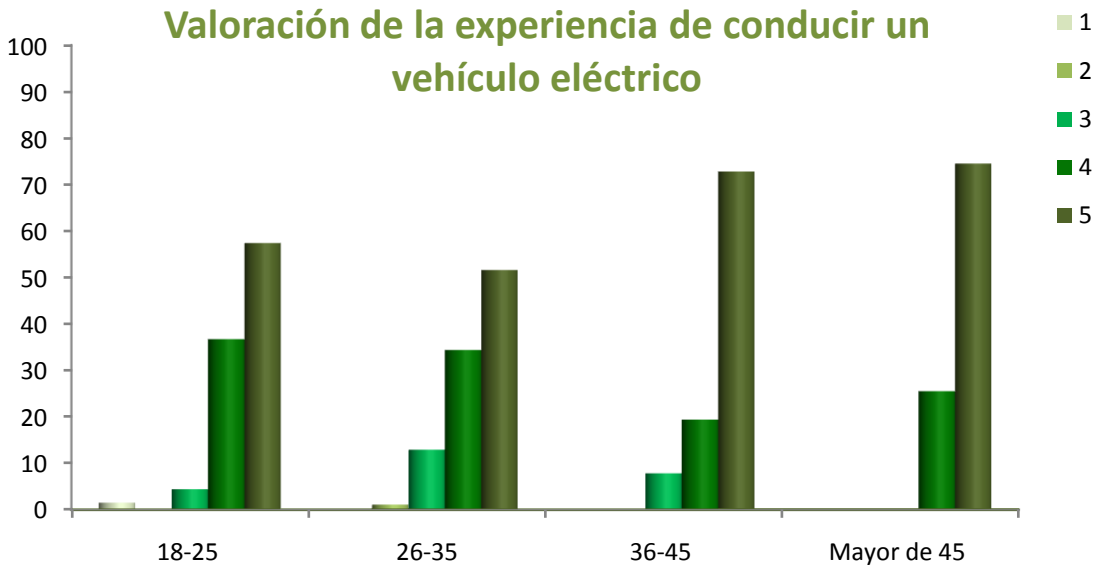
Resultado de las valoraciones según la edad

Quisimos también obtener los resultados de las valoraciones en función de las edades de los participantes, para conocer sus opiniones en función de este parámetro. A continuación mostramos la caracterización de los encuestados según su edad junto con el número de encuestas correspondiente a cada rango:



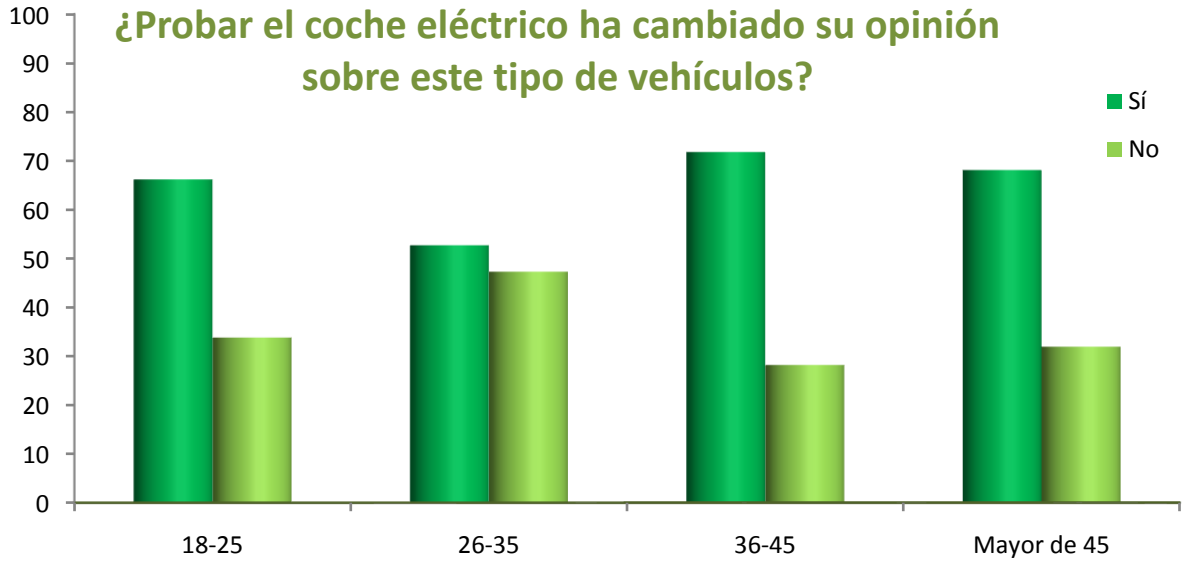
El 26% de los participantes eran mayores de 45 años; el 29% tenía entre 36 y 45 años; el 26% tenía una edad comprendida entre 26 y 35 años; y el 19% de los encuestados tenían entre 18 y 25 años.

Según la edad de los participantes y el porcentaje de respuestas, la valoración de la experiencia en función del grado de satisfacción, donde 1 indica “no me gustó” y 5 indica “me gustó mucho”, es la siguiente:

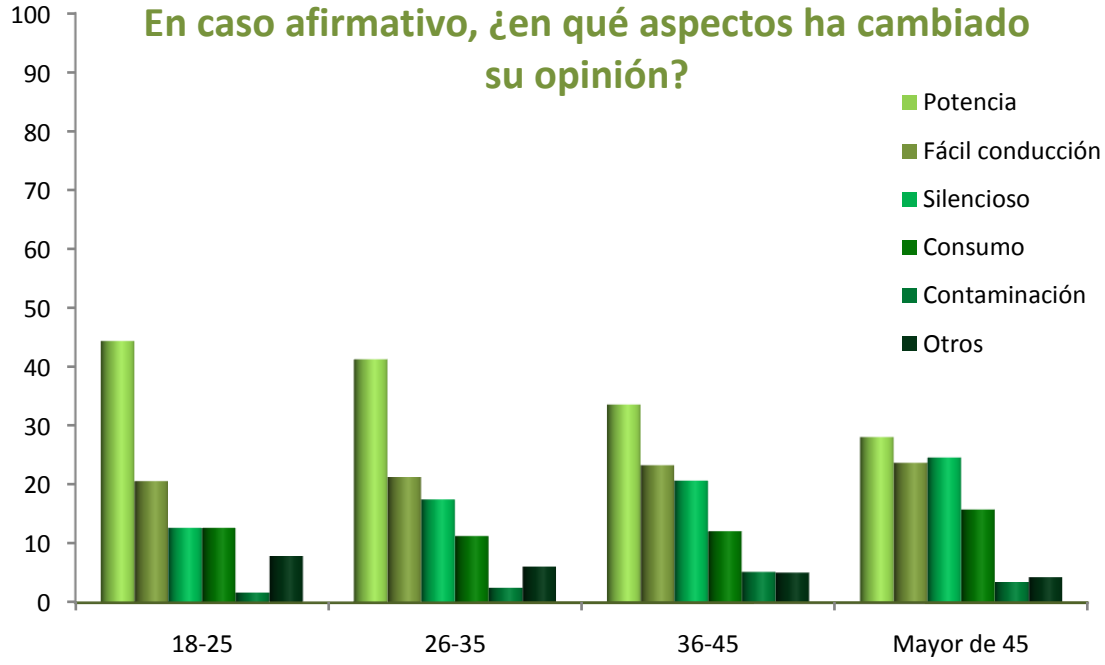


Comprobamos que la mayoría de los encuestados valoraron muy positivamente la prueba del vehículo eléctrico, destacando los mayores de 35 años.

Así respondieron los encuestados, según la edad, a la pregunta "¿Probar el coche eléctrico ha cambiado en algo su opinión sobre este tipo de vehículos?".



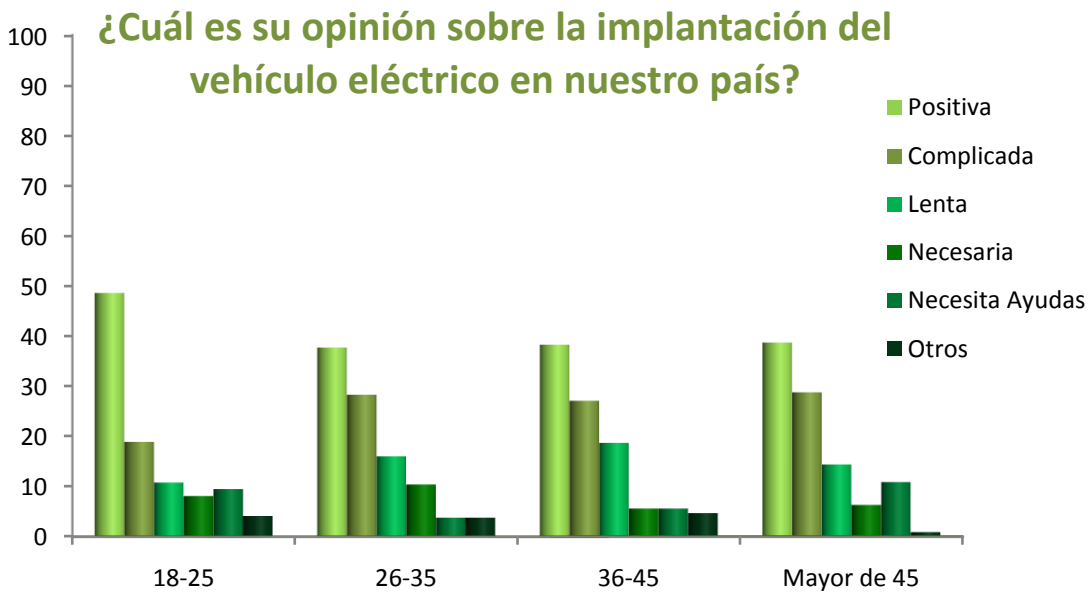
Los mayores de 35 años son los que más han cambiado su opinión sobre este tipo de vehículos tras su prueba, concretamente casi el 70% de las personas incluidas en estos rangos de edad. Los aspectos en los que más ha cambiado la opinión de estas personas que respondieron "sí", según porcentaje de respuestas, son:



Especialmente en los más jóvenes, sorprendió positivamente la potencia y prestaciones de los vehículos eléctricos y una parte importante de los conductores desconocía que la conducción de este tipo de vehículos era tan sencilla y silenciosa. También sorprendió el consumo de los vehículos eléctricos en cuanto a bajo coste de sus recargas.

Dentro de la respuesta “otros” predominan aquellas que indican que creían que los vehículos eléctricos no eran tan caros y que tenían más autonomía. También hay quien indica que ofrecen más seguridad de lo que esperaban.

La opinión sobre la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país según el rango de edades se divide de la siguiente manera:

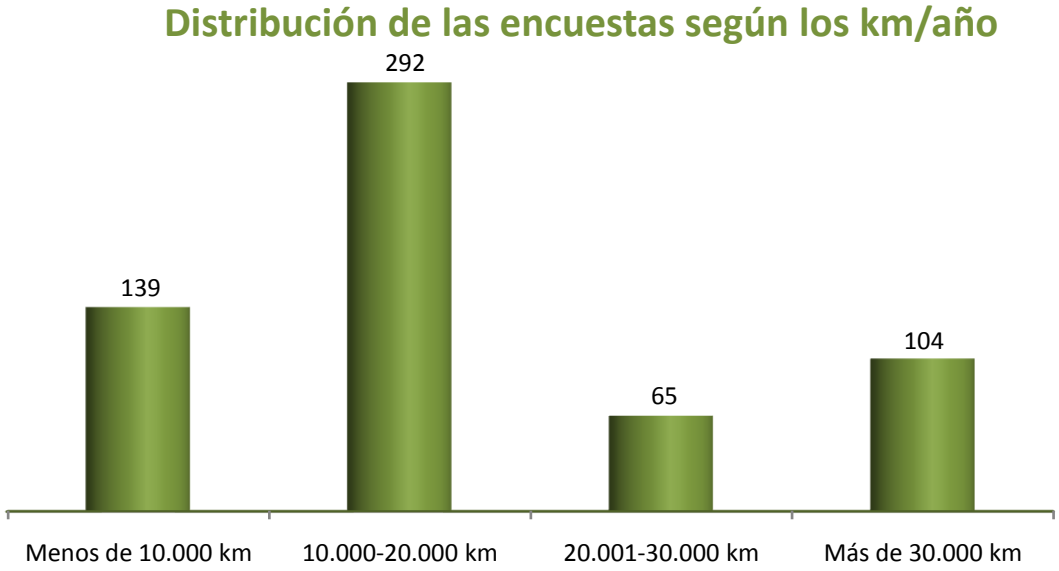


Independientemente de su edad, la mayoría de los encuestados ve positiva la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país, aunque muchos también la consideran complicada, argumentando en las respuestas la falta de información y de infraestructuras. Otros destacan que la implantación del vehículo eléctrico es algo necesario y debería estar más implantado, necesitando para ello más apoyo y promoción por parte de los gobiernos.

El apartado "otros" engloba las valoraciones de las personas que ven menos viable la implantación del vehículo eléctrico y las de las que opinan que depende de la energía utilizada para las recargas y de la vida media de las baterías.

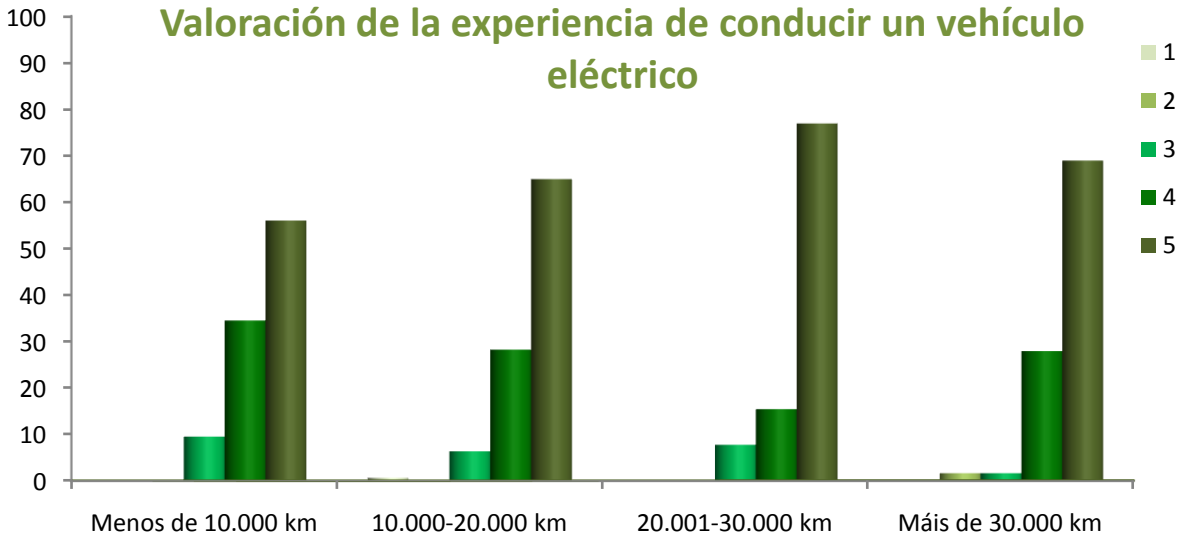
Resultado de las valoraciones según el número de km realizados anualmente

Un factor importante a la hora de tener en cuenta las valoraciones realizadas por las personas que probaron el vehículo eléctrico es el número de quilómetros que realizan anualmente al volante de un vehículo. Por eso, a continuación mostramos el número de personas que realizaron las encuestas en función de su experiencia como conductor/a.



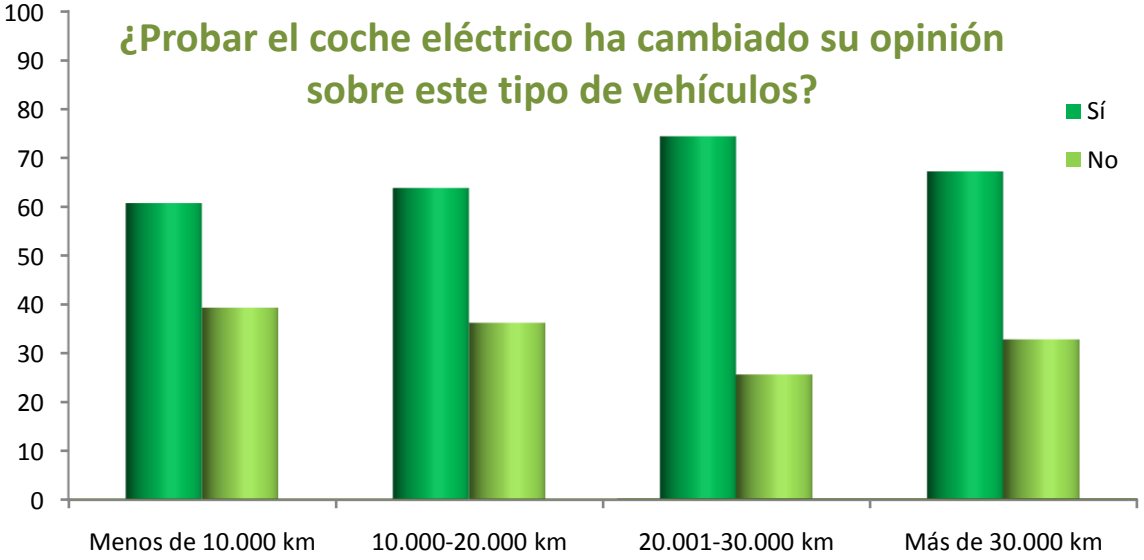
La mayoría de los encuestados, concretamente cerca del 49%, conducen al año entre 10.000 y 20.000 km y solo el 11% realizan al volante de un vehículo entre 20.001 y 30.000 km/año. El 23% afirma realizar menos de 10.000 km al año como conductor, mientras que casi un 17% indica que conduce más de 30.000 km anuales.

La valoración de la experiencia, en porcentaje de respuestas, fue la siguiente:



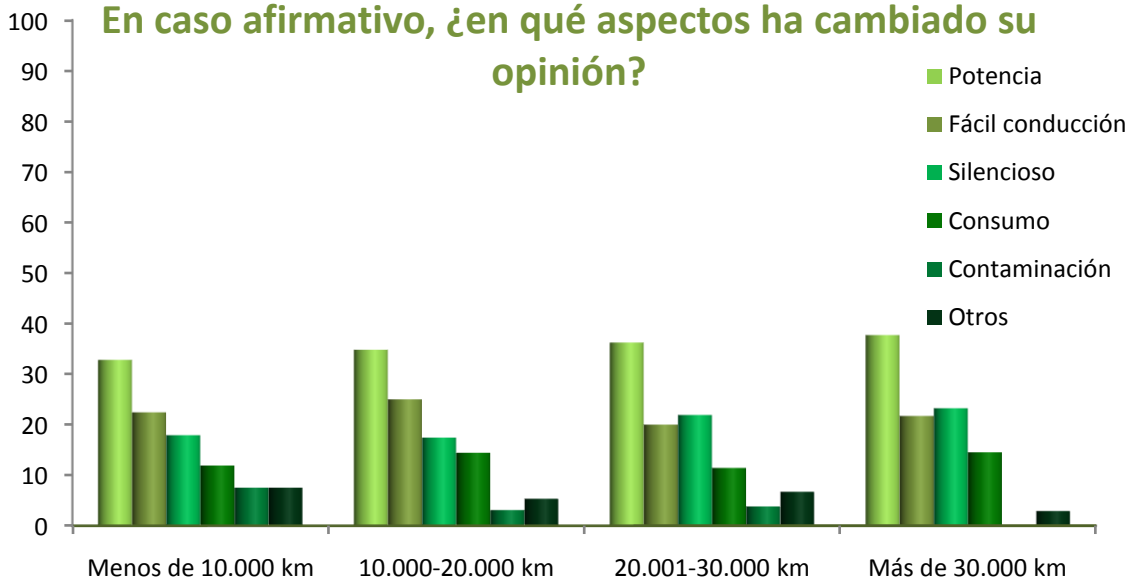
La mayoría de los encuestados puntúan favorablemente la experiencia de conducir un vehículo eléctrico, independientemente de su kilometraje.

Teniendo en cuenta el número de quilómetros realizados al año, la siguiente gráfica muestra en qué porcentaje ha cambiado la opinión de los encuestados sobre los vehículos eléctricos tras la prueba de uno de ellos.



La opinión de los participantes ha cambiado en mayor porcentaje a medida que aumenta su experiencia al volante.

A continuación se muestra en qué aspectos ha cambiado la opinión de estas personas:

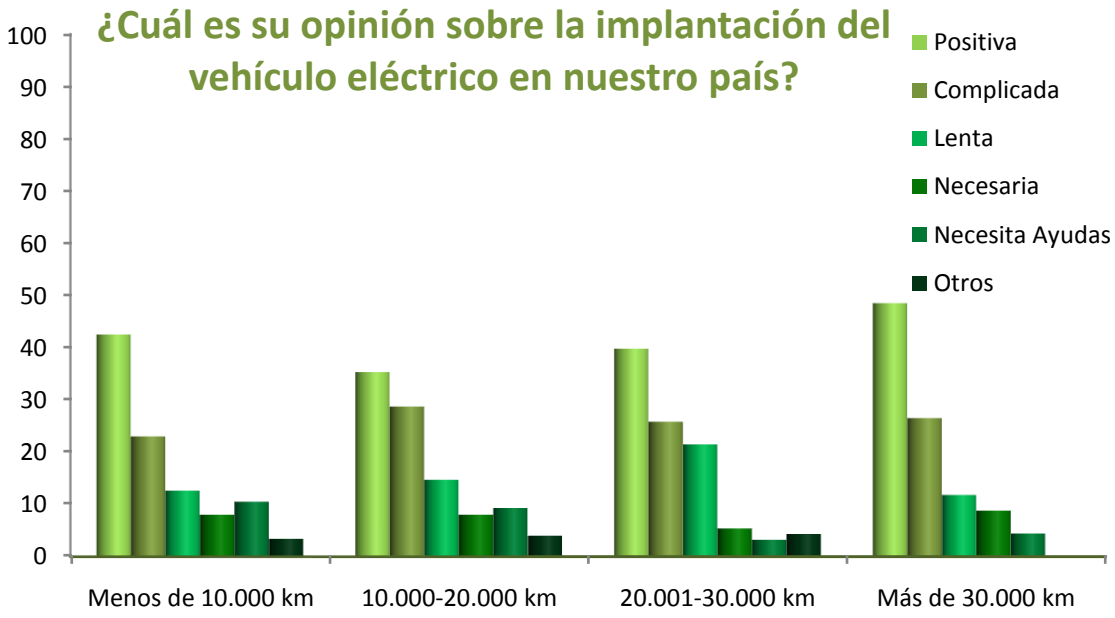


Uno de los aspectos que más ha cambiado la opinión de los conductores tras probar el automóvil eléctrico, independientemente de los quilómetros que recorren al año, son sus prestaciones, la facilidad de conducción del vehículo, la suavidad, la ausencia de vibraciones y ruido, el escaso consumo y la poca contaminación.

En el apartado “otros”, hay conductores que destacan que no esperaban que estos coches tuviesen tanta autonomía y, en lo opuesto, quien pensaba que

era mayor. También destacan la seguridad que les aportó el vehículo eléctrico durante su conducción.

A continuación se muestra la opinión de los encuestados sobre la implantación de los vehículos eléctricos en nuestro país:



En todos los grupos destaca la respuesta de que ven positiva la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país. También hay quien opina que es muy complicada por el momento de crisis que vivimos, debido al coste inicial de los vehículos, a la escasez de infraestructuras y a la escasa autonomía.

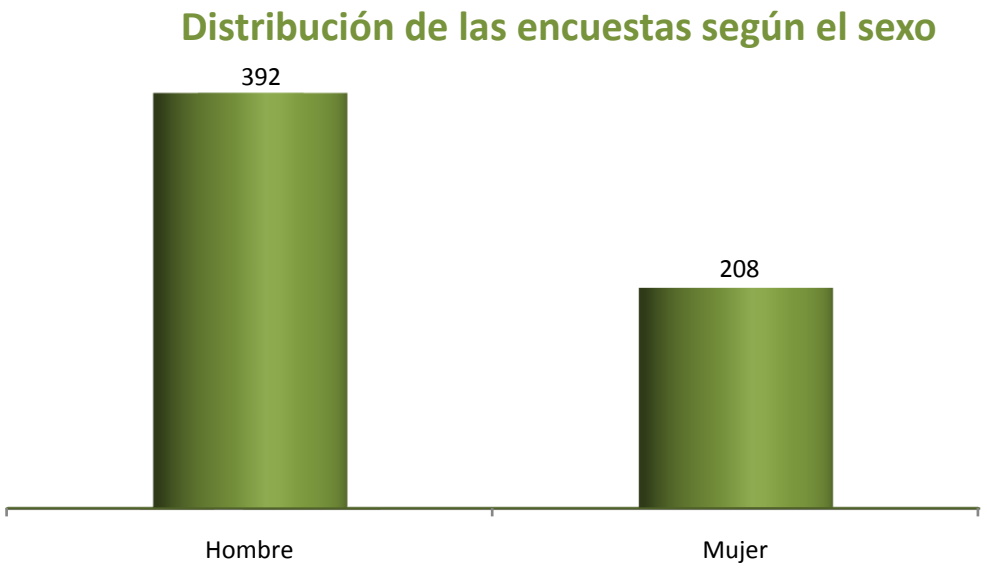
Muchos de los encuestados opinan que debería implantarse más rápido esta tecnología, ya que es algo necesario. También opinan que para conseguir su implantación total son necesarias más ayudas económicas que abaraten el coste de adquisición de los vehículos y más promoción y publicidad para este tipo de automóviles.

En el apartado "otros" se representan las respuestas que más dudan sobre su implantación, así como los que opinan que la viabilidad de este tipo de vehículos depende de la duración de las baterías y de la energía empleada en recargarlas.

También es destacable que aquellos conductores que realizan menos de 20.000 km al año señalan la necesidad de ayudas por parte de la administración. Esto se debe a que, como ya hemos comentado, el período de amortización de los vehículos eléctricos aumenta a medida que disminuye la distancia recorrida al año.

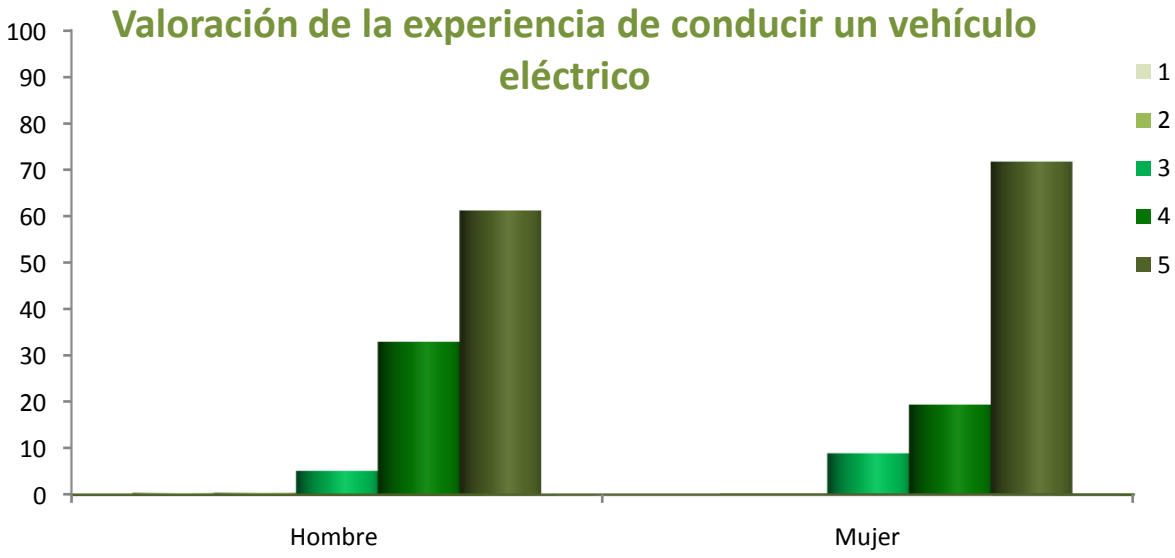
Resultado de las valoraciones según el sexo

Varios historiadores relacionan el gusto por el vehículo eléctrico principalmente con el sexo femenino, indicando que en alguna época ciertos sectores de la población consideraban que los vehículos eléctricos carecían de virilidad. Quisimos comprobar este ítem separando las respuestas de las encuestas en función del sexo del conductor. En la siguiente gráfica dividimos a los encuestados en estos dos grupos:



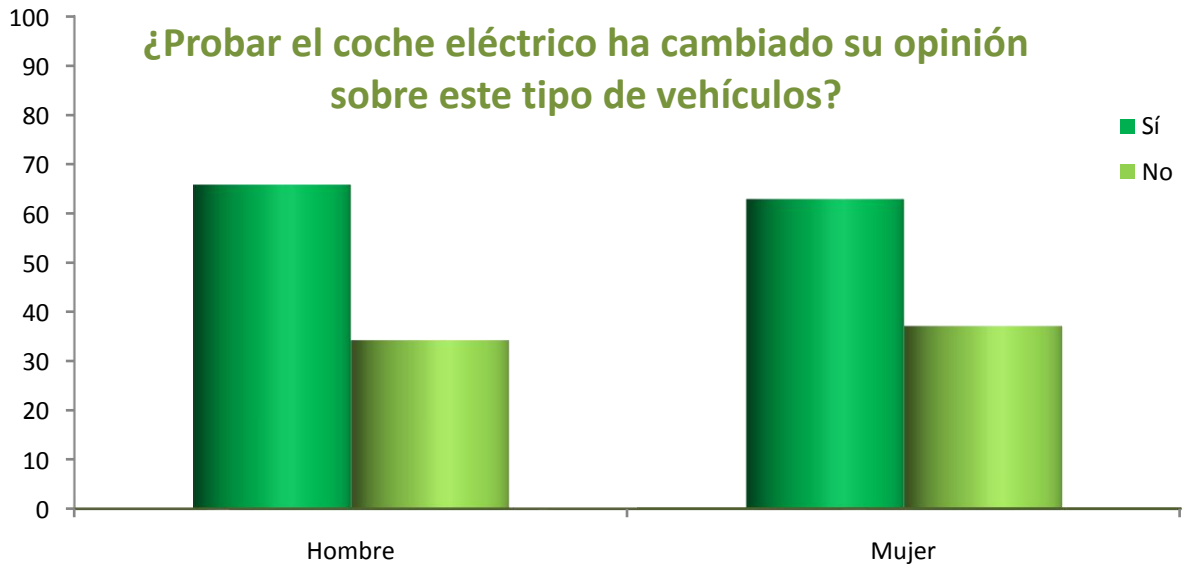
Como podemos observar, el 65% de los conductores que probaron el vehículo eléctrico eran hombres, mientras que el 35% eran mujeres.

La valoración de la experiencia por parte de estos dos grupos según el grado de satisfacción, donde 1 indica “no me gustó” y 5 indica “me gustó mucho”, fue la siguiente:



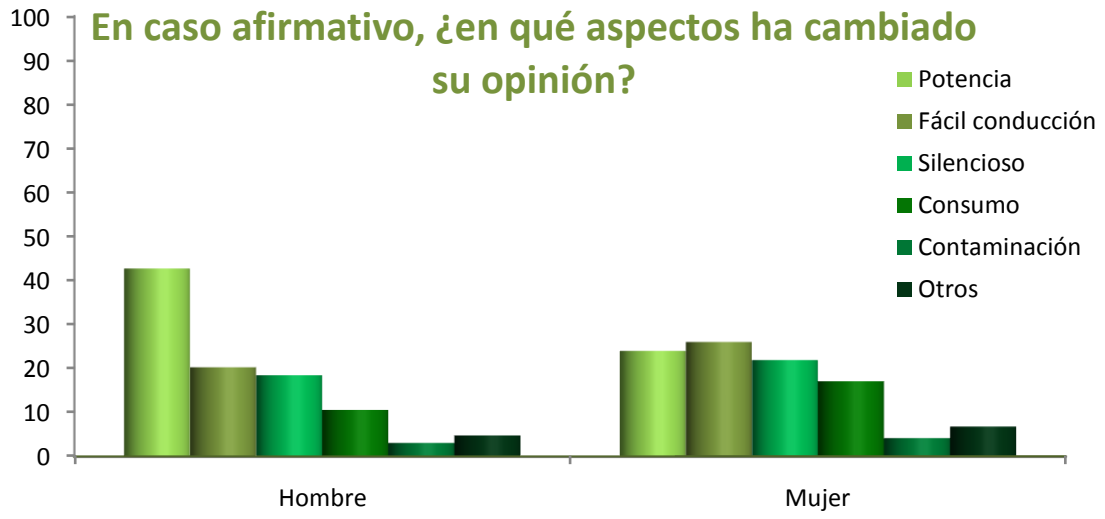
La mayoría de los hombres y de las mujeres valoraron la experiencia de la prueba del vehículo eléctrico con la máxima puntuación posible, suponiendo esta nota el 61% de las respuestas masculinas y el 72% de las femeninas.

En la siguiente gráfica se responde a la pregunta de si después de la prueba del coche eléctrico ha cambiado en algo la opinión sobre este tipo de vehículos:



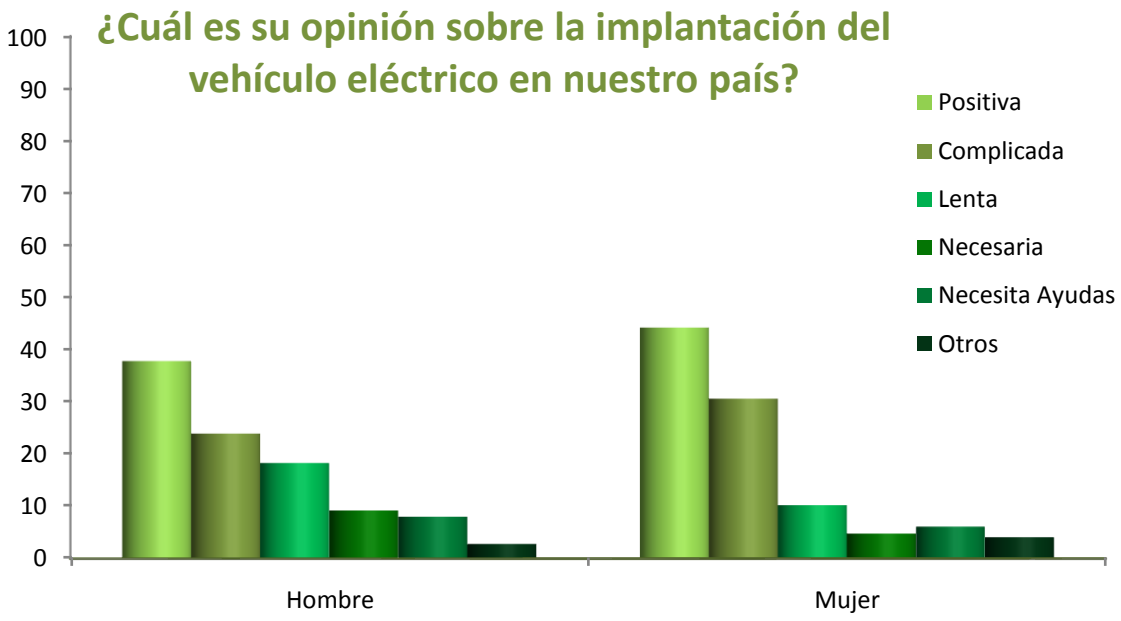
Observamos que, tanto en la mayoría de hombres como de mujeres, ha cambiado la opinión sobre los vehículos eléctricos tras la prueba de uno de ellos.

A continuación se muestran, según porcentaje de respuestas, los aspectos en los que más ha cambiado dicha opinión:



Sobre todo en el caso de los hombres, lo que más sorprendió fueron las prestaciones del vehículo eléctrico, destacando su potencia en las arrancadas. Al sexo femenino le sorprendió en mayor medida lo sencilla y cómoda que resulta la conducción de este tipo de vehículos. En el apartado “otros” se engloban respuestas que destacan aspectos negativos como el elevado precio o la escasa autonomía de los automóviles eléctricos.

A continuación se divide según el sexo la opinión sobre la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país:



Tanto hombres como mujeres ven una buena alternativa la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país. Muchos también opinan que es algo complicado debido a la escasez de infraestructuras y al elevado precio de los vehículos, por lo que indican que es necesario apoyar más esta tecnología con la concesión de ayudas a los compradores/as y la desgravación de impuestos. En el apartado "otros" se representan las respuestas de las personas que ven más dudosa la viabilidad de la implantación del vehículo eléctrico.

Conclusiones

Tras el análisis de las encuestas realizadas podemos afirmar que la mayoría de los conductores tenían unas ideas preconcebidas sobre los vehículos eléctricos que variaron tras la prueba. Los aspectos que más sorprendieron fueron sus capacidades (destacando aceleración y potencia), la facilidad de conducción, la ausencia de ruidos, así como el bajo coste de sus recargas y la mejora en reducción de gases contaminantes a la atmósfera.

Con respecto a la implantación del vehículo eléctrico en nuestro país, la mayoría de los conductores opinan que sería algo muy positivo y necesario, pero que aún hay que mejorar infraestructuras y costes de adquisición para que el proceso no sea tan lento. También opinan que la falta de información lleva en muchos casos a los conductores/as a tener unas ideas erróneas sobre este tipo de vehículos y a tener muchas dudas que no ayudan en la elección de un coche de batería en el momento de la compra de un automóvil. Una parte importante de los encuestados reclaman más ayudas y apoyo para este tipo de vehículos.

ANEXO 4: Conclusiones finales

ANEXO 4: Conclusiones finales

Durante la realización de este documento tuvimos la oportunidad de ponernos en contacto con representantes de diferentes marcas de vehículos eléctricos, así como de empresas y organizaciones dedicadas a la implantación de sistemas de recarga, a la investigación y/o a la promoción de este tipo de vehículos. Por otro lado, también pudimos conocer de primera mano las opiniones de un número importante de usuarios/as que se encuentran del otro lado de este mercado, los posibles compradores. En base a esta experiencia llegamos a las siguientes conclusiones generales:

- ✓ Las compañías tienen su principal mercado en los vehículos de combustión. Por lo tanto, no ofrecen información clara ni apuestan decididamente por el vehículo eléctrico. Por otra parte, los concesionarios obtienen grandes beneficios con el mantenimiento de los vehículos de combustión y ven en el motor eléctrico un potencial enemigo de sus intereses. Esto explica también la irrelevante promoción y campañas de publicidad que, en la mayoría de los casos, existen de los modelos eléctricos.

- ✓ Otro aspecto que llama la atención es la guerra creada en torno a los sistemas de recarga. Existen varias opciones para recargar nuestro vehículo y diferentes tipos de conectores para permitir dicha recarga. Esto es debido a que los fabricantes no consiguen llegar a un acuerdo que unifique estos sistemas y no existe ninguna ley que obligue a que la recarga se realice de una manera concreta, independientemente del país y continente en el que nos encontremos. Esto lleva a la realización de investigaciones enfocadas hacia diferentes puntos y, por lo tanto, a la división de las fuerzas de este importante sector. En este punto las administraciones deben jugar un papel decisivo.

- ✓ Otro punto a destacar son los puntos de recarga, factor recurrente en los discursos sobre el vehículo eléctrico por parte de constructores y empresas energéticas. Creemos, a la luz del documento, que el futuro para esta tecnología depende más de la bajada de precios y de la apuesta tecnológica que del aumento de los mismos, teniendo en cuenta que existe la posibilidad de las recargas domésticas.

- ✓ Por otro lado estamos los consumidores, otra parte importante para el impulso del vehículo eléctrico. Es necesario un cambio de mentalidad que nos permita abrirnos a la posibilidad de un automóvil con tantas ventajas. Uno de los aspectos más criticados por parte de los conductores/as es la escasa autonomía de este tipo de turismo cuando, según las estadísticas, ésta como mínimo triplica los quilómetros diarios recorridos por los ciudadanos europeos. Parece que por el momento, a la hora de comprar un vehículo no establecemos criterios relacionados

con nuestra movilidad diaria sino otros más relacionados con la estética, prestaciones o incluso tendencias.

- ✓ Por último, aunque es evidente que el vehículo eléctrico actual no es apto para cualquier usuario, entendemos que cumple con las necesidades de una gran parte de la población. Tiene enormes ventajas, tanto económicas como ambientales, y no solo para el propietario sino para el conjunto de la sociedad y del país. Es importante, por lo tanto, que la administración, los potenciales compradores, los fabricantes y los vendedores pongan más empeño en la impulsión de este medio de transporte que consideramos tan importante para un futuro más sostenible.