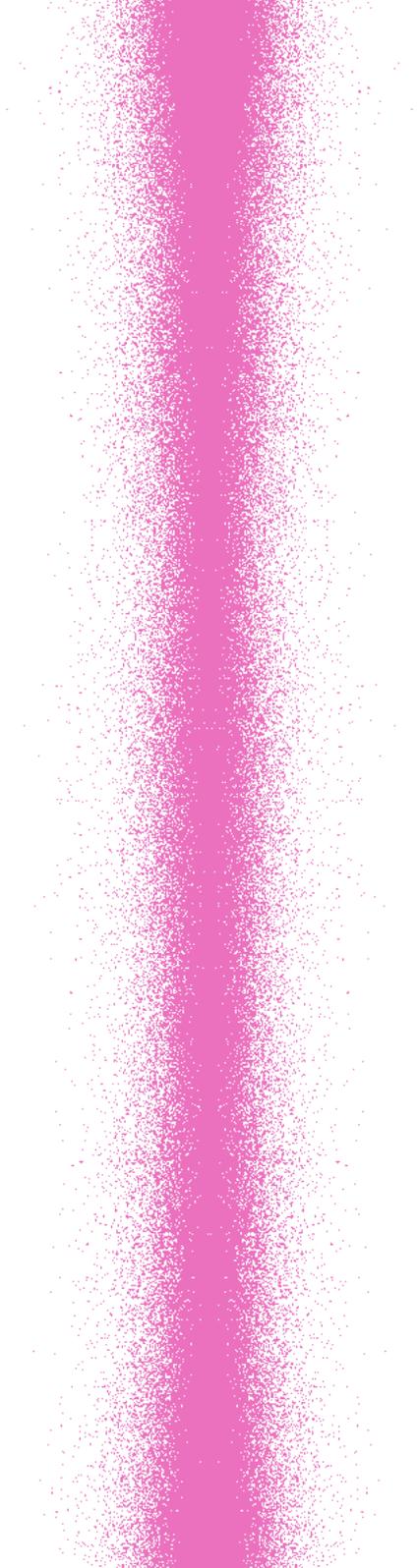


Cubo de Necker

Avanzamos hacia un nuevo paradigma energético. Un modelo eléctrico descentralizado que se sostiene sobre cinco pilares: renovables, innovación tecnológica, gestión de la demanda, redes inteligentes y el papel central del consumidor. En definitiva, un sistema donde el todo es mucho más que la suma de las partes.



«Aumentar el número de vías de una autopista para reducir la congestión vial es como aflojar el cinturón para resolver la obesidad».

*Lewis Mumford*

Sociólogo, historiador y filósofo  
de la tecnociencia

## 01 — 6

Movilidad sostenible

## 02 — 18

El vehículo eléctrico

2.1 100 años después y...  
un fiasco

2.2 El renacer

2.3 Tipos de vehículo eléctrico

2.4 Autonomía

2.5 Tipos de recarga

2.6 Tipos de conectores

2.7 Ventajas

## 03 — 42

Energía renovable para la  
movilidad eléctrica

3.1 El vehículo eléctrico y  
CECOVEL

3.2 ¿Está el sistema preparado?

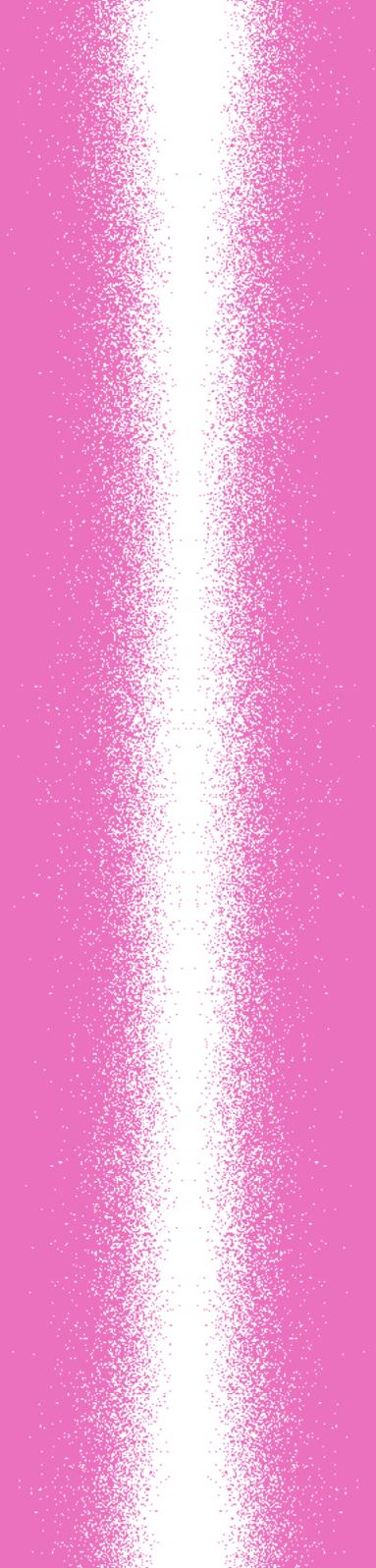
3.3 ¿Qué barreras existen  
para el despliegue del vehículo  
eléctrico?

## 04 — 62

El presente y el futuro

## 05 — 84

Cambio de paradigma.  
La movilidad del futuro



01

## Movilidad sostenible

La movilidad motorizada gracias a los combustibles fósiles ha permitido un gran desarrollo de nuestras sociedades, pero también ha contribuido, en buena medida, a la aparición de un gran problema: el cambio climático.



4

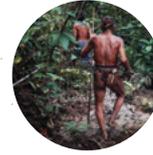


S'AVISA LA GRUA



0-24h

Durante el Paleolítico, los asentamientos de cazadores-recolectores de las Muntanyes de Prades recorrían entre 6 y 22 kilómetros al día para obtener las materias primas de sus herramientas, cazar, recolectar...



#### Movilidad eficiente

Somos la sociedad del conocimiento, pero las antiguas poblaciones de cazadores-recolectores o los nómadas son más eficientes, energéticamente hablando, que nosotros.

Los Hadza<sup>1</sup>, aún hoy en día, recorren una media de 6,2 kilómetros las mujeres y 12,2 los hombres, mientras que las caminatas y otras actividades físicas para las poblaciones de cazadores-recolectores de África del sur y Paraguay eran de entre 6 y 9 horas diarias.

Hoy, cada español recorre esos kilómetros en coche... Sin contar los más de 3.000 kilómetros que de media recorren los alimentos hasta llegar a nuestra mesa, por ejemplo, o los viajes en avión o barco. Pero eso sí, nos ahorramos una gran parte de ese tiempo.

Nos autodenominamos la sociedad del conocimiento, pero las poblaciones de cazadores-recolectores nombradas antes o poblaciones nómadas como los esquimales, los tuaregs o los beduinos son más eficientes, energéticamente hablando, que nosotros. Nosotros cogemos el coche o el patinete eléctrico (en el mejor de los casos) para meternos en un gimnasio a hacer esos mismos kilómetros que antes hacíamos para obtener alimento, pero hoy con el propósito de reducir la obesidad y el sedentarismo.

Es cierto que hoy tenemos muchas más distracciones, más allá de la búsqueda de alimento, pero también una obsesión por la inmediatez. La movilidad motorizada gra-



## Emisiones contaminantes

El transporte es responsable de más del 26% de las emisiones causantes del cambio climático.



## Descarbonización de la economía

La electrificación del transporte permitirá descarbonizar la economía gracias a la penetración de renovables en el sistema eléctrico.

## Prioridades sostenibles

Más desplazamientos activos, fomento del uso del transporte público, reducción del uso del transporte marítimo y aéreo, y aumento del ferroviario.

El uso de combustibles fósiles ha permitido un gran desarrollo de nuestras sociedades, pero también ha contribuido, en buena medida, a la aparición de un gran problema: el cambio climático.

Nos movemos «demasiado» y, además, lo hacemos mal. Los centros de trabajo se han ido alejando de las viviendas y cada vez usamos más el coche para todo. Además, con la «democratización» del coche, las ciudades pasaron a diseñarse para su uso, dejando poco espacio para otras maneras de movilidad y para el disfrute comunitario.

Hoy, somos cada día más conscientes de que esto se ha convertido en un serio problema de salud pública. La contaminación acústica y del aire, junto al cambio climático, son las consecuencias más evidentes. Estas acarrearán problemas graves para la salud de la ciudadanía, en especial para los niños y ancianos, los más vulnerables. Además, el espacio para jugar o caminar tranquilamente en las ciudades es cada día más preciado.

Por ello, la ciudadanía está demandando nuevas modalidades de desplazamiento, que permitan seguir ahorrando el máximo tiempo posible pero que a la vez cuiden de nuestra salud y nuestro planeta, poniendo la vida en el centro. Los jóvenes en las plazas lo están gritando bien claro: «no hay plan(eta) B».

Según los últimos datos, el transporte es el principal consumidor de energía final<sup>2</sup> en España con un 40% y el responsable de más del 26% de las emisiones causantes del cambio climático y del 42,1% de las emisiones de óxidos de nitrógeno, que tienen un efecto muy pernicioso para la salud. Esto, sumado a la menguante tasa de retorno energético (TRE)<sup>3</sup> del

diésel y la gasolina, cada día más escasos y difíciles de obtener, nos lleva a la búsqueda urgente de alternativas que, de paso, nos hagan más independientes energéticamente.

### Las prioridades pasan por:

1—Aumentar el número de desplazamientos activos (en bici y a pie) que dejen atrás la movilidad motorizada e individualizada, ¿de verdad tiene sentido usar una máquina compleja de 1.500-2.000 kg para trasladar a uno o dos seres humanos autotransportables de 70 kg de peso para hacer tareas a distancias insignificantes que pueden ser cubiertas de forma más eficiente?

2—Fomentar el uso del transporte público y el vehículo compartido en sus distintas modalidades (moto-sharing, car-sharing, patinete eléctrico, etc.) y, por último, reduciendo en lo posible el uso del coche privado.

3—Reducir el uso y aumentar la eficiencia del transporte marítimo y aéreo, así como aumentar el uso del transporte ferroviario, tanto de pasajeros como de mercancías, son algunas de las medidas que se identifican como más eficientes.

En el segundo y tercer bloque hay un punto fundamental: conseguir que todos estos vehículos (autobuses, taxis, motos, vehículos comerciales y turismos y en un futuro barcos, aviones o camiones) sean 100% eléctricos. Desde el primer momento, nos aportarán la importante ventaja de la reducción de la contaminación local; pero, además, la electrificación del transporte nos permitirá descarbonizar la economía a medida que se incremente la penetración de renovables en nuestro sistema de producción eléctrica. Según el Anteproyecto de Ley de Cambio Climático, al menos el 70% de la electricidad

será generada mediante renovables en 2030 (un 74% según el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030). Una cosa sin la otra (vehículo eléctrico sin electricidad de origen renovable) sería insuficiente. Conseguiríamos desplazar las emisiones fuera de las ciudades y reducir algo el consumo de energía primaria por la mayor eficiencia del motor eléctrico; sin embargo, seguiríamos emitiendo demasiados gases de efecto invernadero. El «combustible» de la nueva movilidad debe ser renovable.

Esta convicción por una movilidad más sostenible es la que sustenta este cuaderno, que pretende explicar el vehículo eléctrico: su historia, su presente y su futuro.

En nuestras ciudades se produce alrededor del 70% de todas las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por ello urge actuar en una doble vía. Por un lado, haciendo de estas ciudades resilientes ante las consecuencias del cambio climático; y, por otro, fomentando la introducción de medidas para mitigar su avance, entre otras, la creación de zonas de bajas emisiones no más tarde de 2023; la puesta en marcha de medidas para facilitar los desplazamientos a pie, en bicicleta u otros medios de transporte activo; la mejora y uso de la red de transporte público y la progresiva electrificación de todo el transporte.

Para facilitar el despliegue de los nuevos vehículos silenciosos y limpios, las ayudas por parte de la administración y la colaboración público-privada para el despliegue de una infraestructura de recarga eléctrica suficiente que permita a la ciudadanía ser parte de la transición se antoja imprescindible.

Si no queremos volver a ser nómadas (en este caso refugiados climáticos) y pasar más de un tercio del día caminando en busca de alimento, debemos empezar hoy a transicionar de



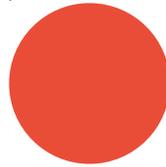
## En las ciudades

Se produce el 70% de todas las emisiones de CO<sub>2</sub>.



## En 2030

El 74% la electricidad será generada mediante renovables, según el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030.



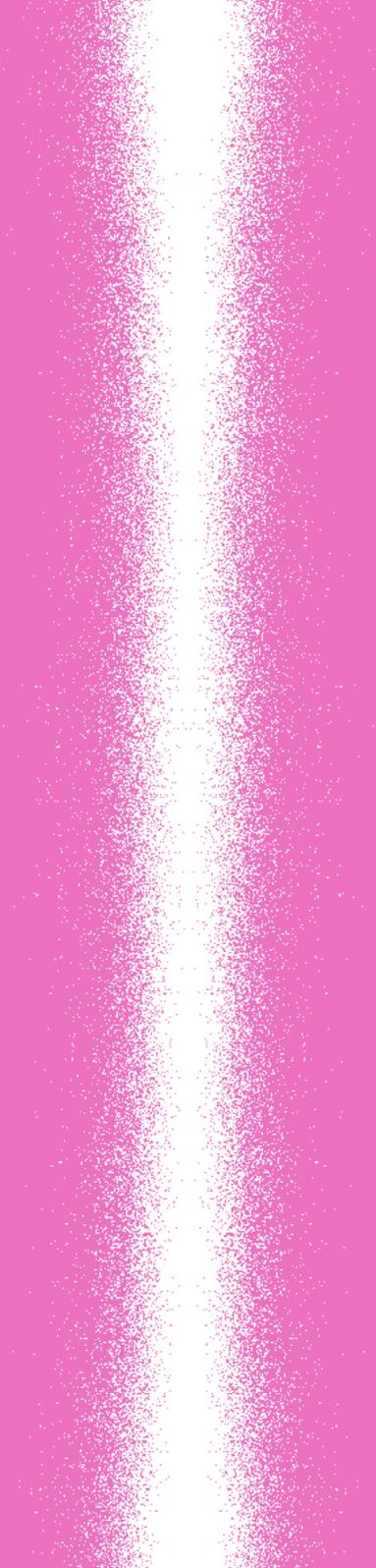
## Vehículo eléctrico

Para su despliegue serán imprescindibles las ayudas de la administración y la colaboración público-privada para el desarrollo de las infraestructuras de recarga.

ciudades que son sumideros de energía y generadoras de residuos a ciudades que sean capaces de producir y compartir su energía, de almacenarla y de moverse con ella. Y esto sólo será posible con el vehículo a batería.

Según la comunidad científica, estamos entrando en una era geológica (Antropoceno) totalmente desconocida para el ser humano, con consecuencias imprevisibles. El récord de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (415 partes por millón, por primera vez desde hace tres millones de años), la pérdida de biodiversidad (sexta gran extinción), la menguante disponibilidad de recursos fósiles y el problema de los residuos (en 2050, habrá más plástico que peces en nuestros océanos) son los retos más acuciantes que tenemos como sociedad. En todos ellos, la movilidad eléctrica juega un papel fundamental para el cambio a un modelo de sociedad más eficiente y ecológico.

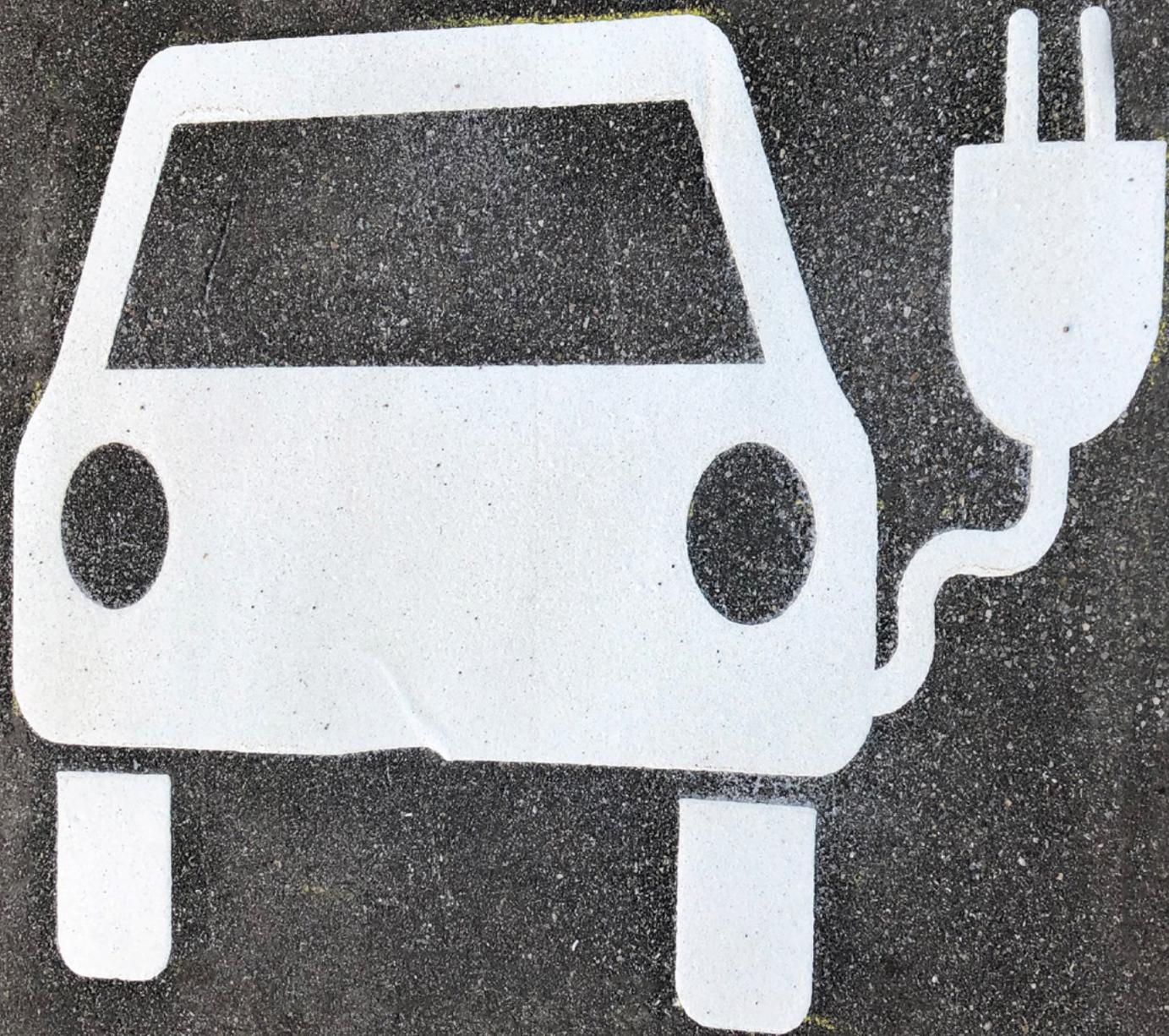
Ahora sí, ¡nos toca demostrar que somos la sociedad del conocimiento!



# 02

## El vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos son aquellos que están propulsados total o parcialmente por energía eléctrica procedente de sus baterías que se recargan de la red eléctrica. Esta energía eléctrica se transforma en movimiento en el motor o motores eléctricos, que son los que impulsan al vehículo.



En el pasado hubo una época en la que gran parte de los automóviles que circulaban por las calles eran eléctricos. A comienzos del siglo XX, un 38% de los automóviles funcionaban con electricidad, mientras que un 40% lo hacían a vapor y el 22% restante, con gasolina.



#### Michael Faraday

Sus investigaciones sobre el electromagnetismo fueron el antecedente del motor eléctrico.

A finales del siglo XIX y principios del XX, el medio de transporte en las grandes ciudades eran los caballos o las calesas. Había tal saturación de caballos que estos originaban más accidentes de tráfico, porcentualmente, que los que actualmente ocasionan los automóviles. Además, un caballo medio producía unos diez kilogramos de excrementos diarios, lo que suponía también un problema de contaminación: volvía insalubres las calles y emitía metano, un potente gas de efecto invernadero.

Incluso los cultivos para los humanos encajecían sus precios debido a la inmensa demanda de los caballos.

El vehículo eléctrico vino a sustituir al caballo. Su invención se la disputan varios ingenieros, pero todos parten de un mismo nombre: Michael Faraday. Este físico británico realizó una serie de investigaciones sobre el electromagnetismo que, en 1821, se concretaron en un antecedente del motor eléctrico y fue la base para la creación de los primeros prototipos de vehículos movidos por electricidad.

Fuese quien fuese el primero, todos estos inventores se toparon con un mismo obstáculo: la autonomía. Las primeras baterías que se utilizaron eran muy pesadas y no se podían recargar. Por esta razón, hasta que no aparecieron las baterías recargables



## Época dorada

La época de oro para el vehículo eléctrico tuvo lugar entre finales del siglo XIX y comienzos del XX.



## A comienzos del siglo XX

La industria de los coches eléctricos dominaba el mercado y había en el mundo diecinueve fabricantes de vehículos eléctricos.

## A finales del siglo XIX

Los coches de gasolina entran en escena y su desarrollo pone en evidencia las limitaciones de los vehículos eléctricos hasta hacerlos desaparecer en los años veinte.

(creadas en 1859 por Gaston Planté), no se puede hablar de coches eléctricos verdaderamente operativos, de vehículos capaces de competir en prestaciones con los que ya existían, los de vapor. Y aun así no daban para largos recorridos.

La época de oro para el vehículo eléctrico tuvo lugar entre finales del siglo XIX y comienzos del XX: en 1897, se introdujo en Londres una flota de taxis eléctricos que, debido al peculiar ruido que producían al desplazarse, fueron bautizados con el nombre de «colibríes»; en 1899 se consiguió superar la barrera de los 100 km/h, lo que supuso todo un hito en la historia del coche eléctrico; a comienzos del siglo XX se empezaron a utilizar estos vehículos para carreras y eran los coches que más se vendían, superando ampliamente a los de vapor o los de gasolina. Aunque parezca increíble, a comienzos del siglo XX la industria de los coches eléctricos dominaba el mercado y había en el mundo diecinueve fabricantes de vehículos eléctricos.

Sin embargo, a finales del siglo XIX los coches de gasolina entraron en escena y, enseguida gozaron de gran aceptación. La irrupción del sistema de producción en cadena del Ford T (implantado por Henry Ford en 1908), la introducción del motor de arranque eléctrico, el abaratamiento del combustible y la mejora de la red viaria fueron los detonantes que hicieron cada vez más evidentes las limitaciones de los vehículos eléctricos.

Desde ese momento, la agonía del coche eléctrico fue imparable. Se frenó su desarrollo tecnológico, y, a partir de los años veinte, su producción cayó hasta casi desaparecer.

### 2.1 100 años después y... un fiasco

Hubo que esperar hasta las crisis del petróleo de la década de los setenta (1973, 1979) para que se volviera a mirar el coche

eléctrico con otros ojos. El interés por la electricidad como energía alternativa para el transporte se reavivó gracias a la toma de conciencia por parte de los países occidentales de la excesiva dependencia energética del exterior y del efecto contaminante de los combustibles fósiles.

En ese sentido, uno de los mayores impulsos al desarrollo del coche eléctrico se produjo en California en los años noventa. En 1990 se aprobó una ley que pretendía reducir el número de automóviles contaminantes que circulaban en ese estado.

En 1999 aparece el EV1 (General Motors), siendo el primer coche eléctrico diseñado como tal y fabricado en serie. Era un sedán biplaza cuya autonomía permitía recorrer un máximo de 225 kilómetros con una carga completa gracias a su aerodinámica (con un coeficiente de fricción de 0,19, cuando la mayoría de los automóviles comerciales tenían en torno a un 0,30), y a un bancal de hasta 26 baterías de plomo y ácido de 500 kilogramos.

El EV1 pasaba de 0 a 100 kilómetros/hora en nueve segundos.

Todo esto hizo que fuese un coche especial, con todos los detalles en el interior y el hecho de que fuese enteramente eléctrico. Se trató de una edición limitada, y la red de cargadores se estableció sobre todo en la zona del fabricante, habiendo en el sur de California unos 300 cargadores públicos.

Y entonces... ¿Qué fue lo que pasó? Las presiones de las compañías petroleras (publicidad negativa y compra de patentes de baterías para frenar su desarrollo) hicieron que la iniciativa fracasara comercialmente y que la ley se derogara. General Motors tuvo que abandonar la idea de un coche eléctrico e

insistió en destruir todas las unidades del EV1, excepto una, que conserva como patrimonio histórico.

Fue la segunda vez que se "mató" al coche eléctrico.

## 2.2 El renacer

A principios del siglo XXI y motivado por problemas económicos y ecológicos derivados del consumo de combustibles fósiles, además de una mayor voluntad política, empieza el declive del coche de combustión e irrumpe como alternativa el coche eléctrico. Esta vez sí, parece que viene para quedarse.

El renacer del coche eléctrico tuvo un precursor claro: el Toyota Prius, que, si bien no se puede considerar un vehículo eléctrico como tal, sí que tiene ciertas similitudes<sup>1</sup> con ellos. Puesto a la venta en 1997 en Japón y lanzado en todo el mundo en el año 2000, se convirtió en un éxito, ayudando a que la tecnología se conociese. En apenas diez años, cambió el sector por completo y pasó a tener millones de clientes en todo el mundo.

Por otro lado, Elon Musk y Tesla Motors han descubierto al mundo lo que es un coche eléctrico. Tesla es el primer fabricante de vehículos eléctricos con gran autonomía y uno de los mayores propulsores de esta tecnología.

En los últimos años han sido muchas las empresas que han presentado vehículos eléctricos o híbridos entre sus modelos, pero los usuarios siguen enfrentándose al problema endémico de esta tecnología desde su creación: encontrar dónde cargarlo.

Es difícil saber si el resurgir del interés por el coche eléctrico se traducirá en ventas por todo el mundo, pero lo que hemos



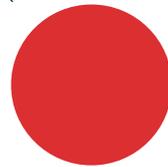
## El renacer

A principios del siglo XXI y motivado por problemas económicos y ecológicos, además de una mayor voluntad política, irrumpe como alternativa sostenible el coche eléctrico.



## Tipos de vehículo eléctrico

Se dividen en tres categorías: eléctricos puros, híbridos enchufables y eléctricos de autonomía extendida.



## Su mayor hándicap

Los usuarios siguen enfrentándose al problema endémico de esta tecnología desde su creación: encontrar dónde cargarlo.

aprendido de la historia del vehículo eléctrico es que nada es imposible y que en cualquier momento puede cambiar la historia.

Seguramente, al coche eléctrico no lo matarán por tercera vez.

Que la única diferencia entre un coche eléctrico y uno de combustión interna es el combustible que lo propulsa no es en absoluto cierta. La primitiva razón de ser de un coche es facilitarnos el desplazamiento, y eso lo cumplen los dos tipos de coches per se, pero existe un mundo de sensaciones y peculiaridades que los hacen diferentes.

La primera vez que conduces un coche eléctrico experimentas sensaciones diferentes: a simple vista se ve que no tiene marchas, la transmisión de estos coches va directa a las ruedas, lo que se traduce en que la conducción se limita a pisar el pedal del acelerador para poder circular, no emiten nada de ruido y además disponen de un par motor destacable y de respuesta casi instantánea que en la arrancada deja atrás a casi cualquier coche de combustión e impresionado al conductor novel de este tipo de vehículos. Recuerda de alguna manera a los coches de Scalextric, pero visto desde dentro.

## 2.3 Tipos de vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos son aquellos que están propulsados total o parcialmente por energía eléctrica procedente de sus baterías que se recargan de la red eléctrica. Esta energía eléctrica se transforma en movimiento en el motor o motores eléctricos, que son los que impulsan al vehículo.

Grosso modo, los vehículos eléctricos se pueden dividir en tres grandes categorías que se describen en la siguiente tabla:

## Tipologías

### Vehículo eléctrico puro

BEV: BATTERY ELECTRIC VEHICLE

#### Propulsado por:

Motor eléctrico

#### Fuente exterior de energía:

Electricidad

#### Autonomía eléctrica:

200-500 km

### Vehículo eléctrico híbrido enchufable

PHEV: PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLE

#### Propulsado por:

Motor eléctrico  
Motor MCIA\*

#### Fuente exterior de energía:

Electricidad  
Combustible fósil

#### Autonomía eléctrica:

30-50 km

### Vehículo eléctrico de autonomía extendida

EREV: EXTENDED RANGE ELECTRIC VEHICLE

#### Propulsado por:

Motor eléctrico

#### Fuente exterior de energía:

Electricidad  
Combustible fósil

#### Autonomía eléctrica:

Hasta 200 km

\*MCIA: motor de combustión interna alternativo

Los BEV son los denominados eléctricos puros. El vehículo es propulsado por un motor eléctrico y la batería se carga de la red eléctrica, aunque también se recarga durante el frenado o las bajadas, aprovechando toda esa energía. El tamaño de las baterías actuales de los eléctricos puros está en torno a los 40 kilovatios hora (kWh). Esa capacidad se incrementa hasta 60 kWh en los modelos anunciados para 2019 y 2020. En el caso de algunos fabricantes, sus baterías ya oscilan entre los 50 kWh y los 100 kWh.

Los híbridos enchufables (PHEV) son vehículos propulsados por el motor eléctrico y/o por el térmico y la batería se carga de la red eléctrica (también en el frenado y en las bajadas). En

el caso de los vehículos eléctricos enchufables, la capacidad eléctrica está entre 8 kWh y 10 kWh, con autonomías típicas del orden de 30-50 km.

Los EREV son los denominados vehículos eléctricos de autonomía extendida. Estos vehículos, al igual que los eléctricos puros, son propulsados únicamente por el motor eléctrico; pero la batería, además de la red, se puede cargar por el motor de combustión que incorporan. Los vehículos eléctricos de autonomía extendida tienen un pequeño motor térmico, pero solamente son propulsados por el motor eléctrico. El motor de combustión se utiliza exclusivamente para cargar la batería eléctrica y extender su autonomía.

## 2.4 Autonomía

Y llegó la hora de hablar de la batería, ese componente mágico en el que se almacena la energía. Las baterías de los coches eléctricos han evolucionado rápidamente en la última década, de forma que una evolución de la batería en un mismo modelo es capaz de duplicar su autonomía sin incrementar su peso ni perjudicar sus prestaciones.

Las primeras baterías eran poco fiables y con una gran degradación. Actualmente ya hay modelos en el mercado con gran autonomía y que únicamente necesitan una infraestructura de recarga rápida (o ultrarrápida) para realizar largos desplazamientos.

Las más comunes en la actualidad son las de ión-litio, en cualquiera de sus múltiples variantes con capacidades que van desde los 30 kWh hasta los aproximadamente 60 kWh. Es una tecnología en continua evolución para incrementar su rendimiento y eficiencia logrando un mayor número de

## Autonomía

Las primeras baterías eran poco fiables. Actualmente hay modelos en el mercado con gran autonomía y que únicamente necesitan una recarga rápida o ultrarrápida.



## Tipos de recarga

Hay varios tipos en función de la potencia, teniendo en cuenta que, a mayores potencias, menores tiempos de recarga y mayores costes de la infraestructura.



## Próximas baterías

Tendrán ya capacidades de entre 60 kWh y 100 kWh, con autonomías en muchos casos superiores a los 500 km.

ciclos de carga y descarga y, por lo tanto, prolongando la vida útil de las mismas. Además, se ha conseguido aumentar la velocidad de carga con baterías que soportan, por ahora, hasta 150 kW en corriente continua, y ya estamos hablando de nuevos modelos con cargas de hasta 350 kW.

Actualmente las investigaciones se centran en tecnologías que eliminan, en parte, algunos de los materiales que se utilizan hoy en día como el litio o el cobalto, ya que son difíciles de conseguir, escasos y caros. Como alternativas tenemos el litio-azufre, el magnesio, las baterías bipolares, el silicio o las baterías de metal-aire. La sustitución del electrolito líquido por uno sólido, una solución que aumenta la seguridad, la capacidad y la vida útil, es una de las tecnologías más avanzadas que, muy probablemente, llegará al mercado en poco tiempo.

Sin lugar a dudas la próxima generación de baterías vendrá marcada por el incremento en su capacidad, que proporcionarán una mayor autonomía. Los desarrollos anunciados por los fabricantes establecen capacidades de baterías de entre 60 kWh y 100 kWh, con autonomías en muchos casos superiores a los 500 km.

Como ya se ha mencionado, en el caso de los vehículos eléctricos enchufables la capacidad eléctrica es del orden de entre 8 kWh y 10 kWh, con autonomías típicas del orden de 30-50 km.

### 2.5 Tipos de recarga

La recarga del vehículo eléctrico puede realizarse en el entorno privado, en puntos de recarga en el aparcamiento del domicilio o el trabajo, y en el entorno público. En el entorno público, la recarga puede ser en zonas públicas urbanas –

como aparcamientos públicos, hoteles, centros comerciales o vía pública— y en corredores interurbanos. En el caso de los corredores interurbanos se identifica una tendencia a que estos puedan concentrarse en zonas concretas, llamadas hubs de recarga.

Existen diferentes tipos de recarga en función de la potencia, teniendo en cuenta que, a mayores potencias, menores tiempos de recarga y mayores costes de la infraestructura.

## Tipos de recarga

	<b>Básica</b>	<b>Semi-rápida</b>	<b>Rápida</b>	<b>Súper-rápida</b>
<b>Potencia</b>	<b>2,3 - 7,4 kW</b> Carga monofásica	<b>22 kW</b> Carga trifásica	<b>40 - 50 kW</b> Carga trifásica / continua	<b>100 - 150 kW</b> Carga en continua
<b>Tiempo de recarga para necesidad de movilidad media diaria</b>	<b>48 min - 2,6 h</b>	<b>16 min</b>	<b>9 - 7,2 min</b>	<b>3,6 - 2,4 min</b>
<b>Tiempo de recarga del 80% de una batería de 40 kWh</b>	<b>14 - 4,3 horas</b>	<b>1,5 horas</b>	<b>48 - 38 min</b>	<b>19,2 - 12,8 min</b>
<b>Coste del sistema de recarga</b>	<b>500 - 1.500 €</b>	<b>A partir de 2.500 €</b>	<b>20.000 - 30.000 €</b>	<b>Mas de 100.000 €</b>

Para un futuro más a largo plazo queda la carga inalámbrica en ruta, incluso sobre el asfalto sin tener que parar a recargar.

## 2.6 Tipos de conectores

Otra de las particularidades de los vehículos eléctricos es que por ahora tenemos que enchufarlos para poder cargarlos. Existen distintos tipos de conectores, en el vehículo y en la infraestructura, en función del tipo de recarga. Los más extendidos son el Mennekes y Yazaki para carga básica y el CCS combo y Chademo para carga rápida. La Comisión Europea estandarizó dos tipos de conectores: el Mennekes para puntos de recarga normal en corriente alterna (entre 3,7 kW y 40 kW de potencia) y el estándar Combo 2 para puntos de recarga rápida en corriente continua (desde 3,7 kW hasta los 150 kW de la carga ultrarrápida).

Un punto de recarga puede disponer de distintos tipos de conectores; y además incorporar o no la manguera de conexión. Adicionalmente, existen adaptadores que permiten conectar un vehículo a un punto de recarga con distinto conector.

En cualquier caso, la instalación de puntos de recarga debe cumplir con la normativa técnica y de seguridad, en particular con la Instrucción Técnica Complementaria -BT-52.

## 2.7 Ventajas

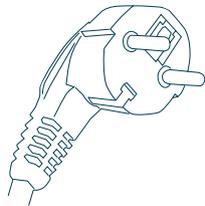
Con el mix de generación actual, en el que la generación renovable es aproximadamente el 40% del total, el vehículo eléctrico supone una reducción de más del 65% de las emisiones de gases efecto invernadero respecto a los vehículos convencionales, pasando de los 114,4 gCO<sub>2</sub>/km de un vehículo convencional matriculado en 2016 a los 36,1 gCO<sub>2</sub>/km para un vehículo eléctrico. Estos valores ya permitirían cumplir con los límites de emisiones propuestos en el ámbito europeo, que son del orden de 67 gCO<sub>2</sub>/km en 2030, según revisión

## Tipos de conectores

### Carga básica o semi-rápida

#### Schuko

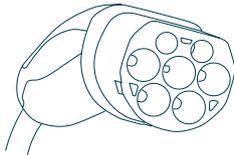
Recarga muy básica que requiere un adaptador.



2,3kW

#### Mennekes

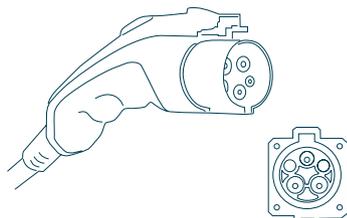
Conector estándar en Europa.



3,7kW — 40kW

#### Yazaki

Conector habitual en Japón.

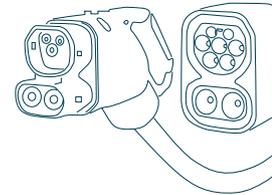


3,7kW — 22kW

### Carga rápida y súper-rápida

#### Combo CCS

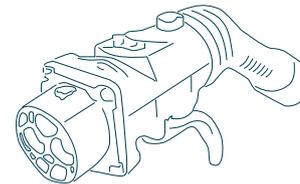
Estándar europeo para carga rápida



3,7kW — 150kW

#### Chademo

Estándar más implantado en Asia y EE UU.



50kW — 150kW

del Reglamento (EC) 715/2017 y que serán más estrictos en el futuro.

La eficiencia energética del vehículo eléctrico es muy superior a la del vehículo convencional. En términos de energía utilizada (energía convertida en movimiento) sobre energía repostada (energía en el combustible o tomada de la red), la eficiencia del eléctrico es del orden del 60%, frente al 20% de un vehículo convencional, lo que supone una eficiencia 3 veces superior. Además, a igual potencia, el vehículo eléctrico alcanza mayor velocidad que un vehículo de combustión en menos tiempo lo que, en ocasiones, puede ofrecer una mayor seguridad.

El vehículo eléctrico elimina completamente las emisiones de gases con efectos nocivos a la salud de las personas en las ciudades. La AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) estiman que en el año 2014 se produjeron hasta medio millón de muertes prematuras en los países europeos por la mala calidad del aire.

El vehículo eléctrico reduce la contaminación acústica en las ciudades, generada en un 80% por el tráfico. Es justo en las ciudades, a velocidades bajas (50 km/h o menos), donde el vehículo eléctrico supone una mayor reducción de la contaminación acústica.

El vehículo eléctrico es más económico en su uso. Suponiendo una recarga doméstica, el coste de combustible para un vehículo eléctrico es de aproximadamente 2 €/100km frente a cerca de 8 €/100km para un mismo vehículo de combustión.

Por otro lado, el coste de mantenimiento de un vehículo eléctrico es menor que el de uno convencional, al no disponer de elementos como aceites, filtros, correas, y por un menor

desgaste de otros elementos, como es el caso de los frenos, como consecuencia de aprovechar la frenada regenerativa del motor eléctrico.

La fiabilidad de los vehículos eléctricos se estima mayor que la de los vehículos convencionales, como consecuencia de una mayor simplicidad y menor número de componentes móviles sometidos a desgaste.

Además, actualmente existen una serie ventajas fiscales frente a los vehículos de combustión:

**Sin impuesto de matriculación:** Los vehículos eléctricos están exentos del pago del impuesto de matriculación.

**Descuento en el impuesto de circulación:** En muchos ayuntamientos, los vehículos con etiqueta de la DGT ECO o 0 Emisiones se benefician de un descuento en el impuesto de circulación.

**Sin restricciones al tráfico:** Habitualmente los vehículos eléctricos no están afectados por las restricciones a la circulación en el centro de algunas ciudades.

**Aparcamiento gratuito en la calle:** Los vehículos eléctricos suelen poder aparcar de forma gratuita en zonas de estacionamiento regulado (zona azul o zona verde) en muchos municipios.

**Poder circular por el carril bus o bus-vao:** Los vehículos eléctricos pueden circular por el carril BUS-VAO.

**ITV más barata:** Algunas ITV ofrecen tarifas más económicas a los vehículos eléctricos al no tener que realizar algunas pruebas, como la de ruido y emisiones.

Si nos centramos en el ciclo de vida completo de un vehículo parece, a primera vista, que no todo son ventajas:

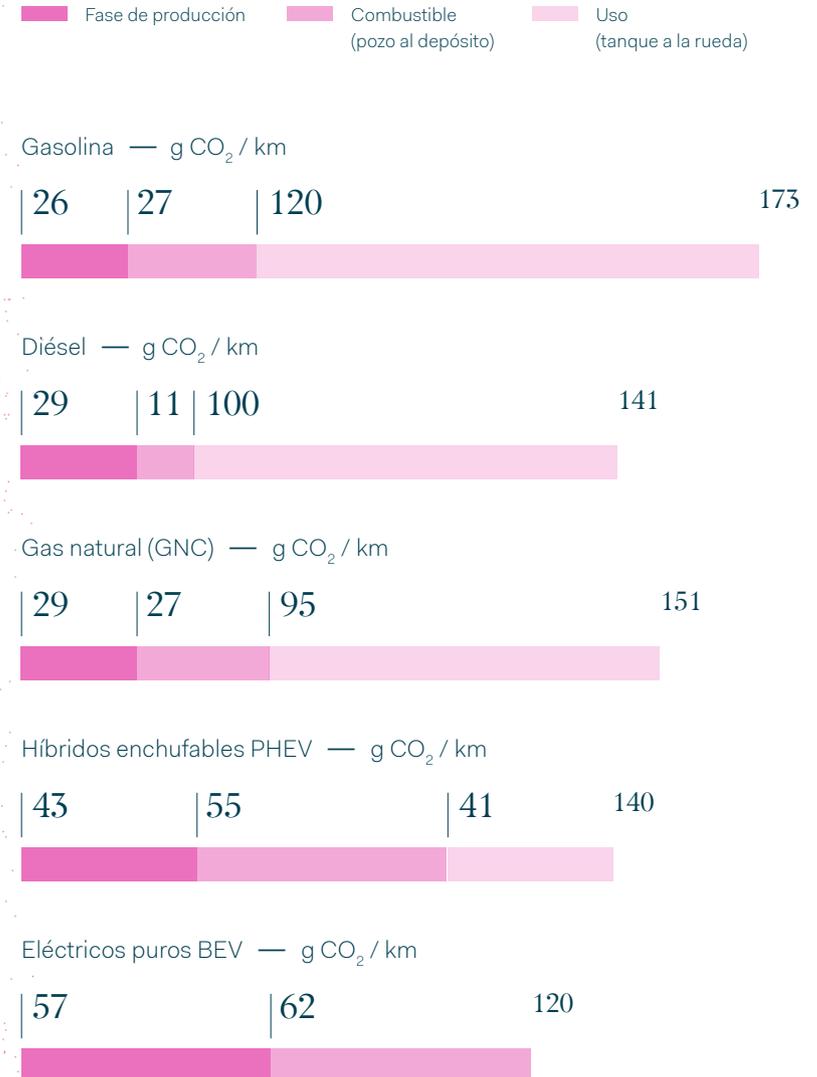
El grupo alemán Volkswagen ha llevado a cabo un estudio de las emisiones de CO<sub>2</sub> durante el ciclo de vida del vehículo para su modelo Golf en las diferentes versiones propulsión. Volkswagen ha medido el impacto de los vehículos en tres fases. En la primera, fabricación, se tienen en cuenta la extracción de materias primas, producción de componentes y su ensamblado completo. En la segunda fase, utilización, se han considerado las emisiones medias para repostar o recargar, del pozo a la rueda, y una vida de 200.000 km. Finalmente, se ha evaluado el reciclado de los vehículos. Tras el estudio se llega a la conclusión de que existe una falta de madurez industrial que provoca que el proceso completo de producción de un coche eléctrico doble las emisiones de CO<sub>2</sub> de uno de combustión: 57 g CO<sub>2</sub>/km, frente a 26 g CO<sub>2</sub>/km de su equivalente de gasolina y 29 g CO<sub>2</sub>/km de un diésel o uno de GNC (gas natural comprimido).

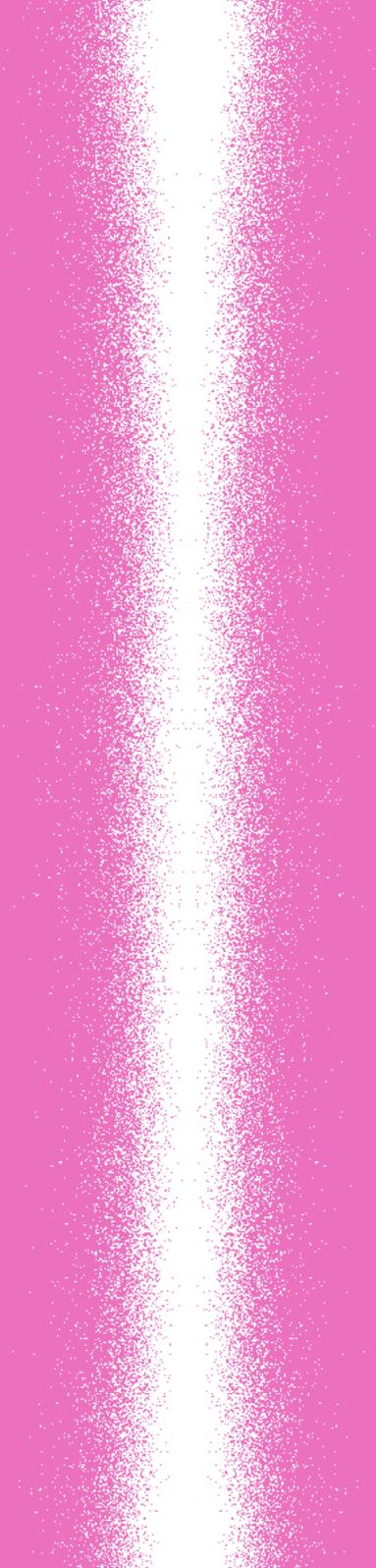
Sin embargo, estas diferencias de emisiones en la fase de producción se compensan después en la fase de uso, destacando la versión eléctrica pura con un 30% menos de emisiones por kilómetro recorrido.

Los procesos industriales van mejorando y la fabricación de vehículos eléctricos reduce su impacto con el tiempo. A su vez, la electricidad es más limpia en su generación. Por eso, cuanto más nos vayamos al futuro, mayor será la distancia que separe al eléctrico del diésel.

## Comparativa gama Golf frente a e-Golf (eléctrico)

Fuente: Volkswagen





03

## Energía renovable para la movilidad eléctrica

La movilidad eléctrica se convierte en un elemento esencial de la transición energética, ya que permite incorporar electricidad de origen renovable en un sector, el del transporte, que actualmente representa el 40% del consumo de energía final.



**El reto más importante del siglo XXI al que se enfrenta Europa y el mundo occidental es la descarbonización de la economía.**



#### **Energía eólica**

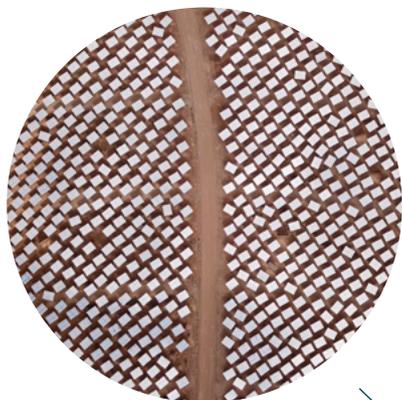
Actualmente cubre, de media, casi el 20% de la demanda eléctrica anual de nuestro país, pudiendo llegar a cubrir más del 50% en algunos días.

Existe una necesidad manifiesta de actuar de inmediato contra el cambio climático con el objetivo de contener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C, respecto a la época preindustrial, y alcanzar la neutralidad de emisiones a medio y largo plazo

La movilidad eléctrica se convierte en un elemento esencial de esta transición energética en tanto en cuanto permite incorporar electricidad de origen renovable, en un sector, el del transporte, que actualmente representa el 40% del consumo de energía final, y del cual sólo el 6% es de origen renovable.

Sin embargo, la producción de electricidad con fuentes renovables no es un tema baladí. A principios de siglo se veía con dificultad por parte del operador del sistema eléctrico<sup>1</sup>, poder integrar unos pocos miles de megavatios eólicos en la red garantizando la seguridad en el suministro.

Quién nos iba a decir que unos pocos años más tarde seríamos capaces en España de integrar, y sin poner en riesgo la seguridad del sistema eléctrico, más de 23.000 MW de potencia proveniente de aerogeneradores. A día de hoy, la eólica cubre, de media, casi el 20% de la demanda eléctrica anual de nuestro país, pudiendo llegar a cubrir más del 50% en algunos días. Pero es que para 2050 Europa se plantea un sistema



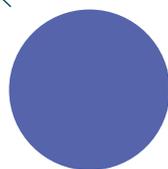
## En 2050

Europa se plantea un sistema eléctrico 100% renovable, en cuya senda España debe llegar a 2030 con un 74% de la electricidad renovable.



## En los últimos años

El CECRE ha contribuido a que la producción de energías renovables en el sistema peninsular represente más del 40% de la producción anual de energía.



## EL CECRE

Es el Centro de Control de Energías Renovables de Red Eléctrica que gestiona la máxima integración segura de generación renovable en el sistema.

eléctrico 100% renovable, en cuya senda España debe llegar a 2030 con un 74% de la electricidad renovable. Para esa fecha contaremos con 37.000 MW fotovoltaicos y 50.000 MW eólicos, todo un reto de gestión, sobre todo si tenemos en cuenta que las energías renovables presentan unas características singulares, motivadas por la variabilidad de su producción, las cambiantes condiciones climatológicas, la incertidumbre en su predicción y la tecnología que utilizan muchos de los generadores. Todas estas variables deben ser tenidas en cuenta con el fin de garantizar la seguridad del suministro eléctrico.

Para hacer frente a estos retos planteados por las energías renovables, se creó en 2007 el Centro de Control de Energías Renovables (CECRE) que gestiona y controla las instalaciones o agrupaciones de generación renovable más grandes (las de más de 5 MW).

Este centro de control, pionero en el mundo, facilita la integración de las energías renovables y la comunicación y coordinación entre el Operador del Sistema, los productores renovables, sus representantes, las compañías eléctricas, otros operadores internacionales y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Su funcionamiento es simple: recibe, cada 12 segundos, información en tiempo real de los centros de generación renovable; se analizan todos los datos para comprobar qué cantidad de energía renovable puede integrarse en cada instante en el sistema eléctrico sin afectar a la seguridad del suministro; y se prevén las medidas de operación necesarias para que el sistema se mantenga en un estado seguro. En caso de detectarse situaciones inadmisibles en el sistema se pueden emitir órdenes de limitación de producción de energía renovable no gestionable.

Gracias al CECRE la producción de energías renovables en el sistema eléctrico peninsular ha representado cerca del 40% de la producción anual de energía en los últimos años, alcanzando en algún caso, valores de cobertura horaria superiores al 80%, con la consiguiente reducción de la dependencia energética.

El esfuerzo de todos ha permitido situar a España entre los países punteros en términos de integración de renovables, facilitando no sólo la creación de miles de puestos de trabajo, sino también de oportunidades de negocio y el fomento de la exportación de nuestros productos y «know-how».

### 3.1 El vehículo eléctrico y CECOVEL

Además de la integración de energías renovables en el sector eléctrico, el otro gran protagonista que más puede influir en esta descarbonización es el sector del transporte. La movilidad eléctrica supone una oportunidad única para convertir el transporte de Europa en más eficiente energéticamente, más respetuoso con el medio ambiente y, sobre todo, menos contaminante, mejorando la calidad del aire que respiramos y reduciendo el ruido en nuestras ciudades.

Estamos en un momento crucial en la implementación del vehículo eléctrico. El vehículo de combustión irá cediendo el paso a vehículo eléctrico. No sabemos si será dentro de 10 años o de 15, pero lo que es seguro, es que nos hemos fijado 2050 como fecha para disponer de un parque de vehículos mayoritariamente eléctrico.

El concepto de vehículo tal y como lo conocemos también cambiará, no solo nos compraremos un vehículo eléctrico por una cuestión de sostenibilidad medioambiental y salud, sino que la automoción está transformándose hacia un nuevo

modelo basado en el coche eléctrico, conectado y autónomo. Afrontamos una transformación energética sin precedentes en la que la gestión eficiente de la demanda, el autoconsumo y la generación distribuida, las energías renovables y el empoderamiento del usuario como protagonista de sus consumos van a marcar la tendencia.

Son muchos los beneficios que puede aportar la recarga inteligente del vehículo eléctrico. La flexibilidad que puede aportar la posibilidad de gestionar la recarga del vehículo, haciéndola coincidir con la generación renovable, siempre que sea posible para el usuario, va a suponer una herramienta adicional para la integración de las energías renovables, haciendo coincidir las recargas con dichos momentos de gran producción de energía renovable. Esta inteligencia no se entendería sin visibilidad. No se puede gestionar aquello que no se conoce, y en este sentido Red Eléctrica ya lanzó una iniciativa en colaboración con los principales operadores de movilidad, orientada a crear un centro de control para la gestión del vehículo eléctrico (CECOVEL), y basado en la experiencia y filosofía del CECRE.

En la era del Internet de las Cosas (IoT), del 5G y del Big Data resulta imprescindible disponer en tiempo real de toda la información relativa al vehículo eléctrico y en especial a su recarga. Todos estos datos perfectamente procesados y analizados nos darán la clave para poder realizar una gestión inteligente de estas recargas y así poder integrar esta nueva demanda eléctrica de forma eficiente.

Gracias a CECOVEL es posible la integración eficaz y sostenible de todos los vehículos eléctricos que segundo a segundo se conecten al sistema eléctrico, en cualquier punto geográfico, durante el tiempo que necesiten, para realizar recargas variables y totalmente heterogéneas, unas más rápidas y otras



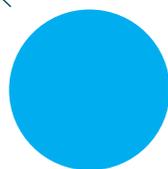
## El CECOVEL

Es un centro de control para la gestión del vehículo eléctrico. Una iniciativa creada por Red Eléctrica, en colaboración con los principales operadores de movilidad.



## Recarga inteligente

Si la recarga del vehículo eléctrico se realiza con flexibilidad e inteligencia, proporcionará una mayor eficiencia y seguridad al sistema.



## Gracias al CECOVEL

Es posible la integración eficaz y sostenible de todos los vehículos eléctricos que se conecten al sistema eléctrico para su recarga, en cualquier punto geográfico del país.

más lentas. Limitar las recargas de vehículos a las horas valle (horas nocturnas) y realizarlas de manera lenta (8 horas) sería una solución fácil y adecuada para el sistema eléctrico, pero no para el ciudadano. La solución que espera la sociedad, de un sector innovador como el eléctrico, es la recarga rápida, flexible e inteligente. CECOVEL permitirá adaptar, en tiempo real y de manera flexible, el funcionamiento del sistema eléctrico a los hábitos de recarga de los usuarios.

Si esta integración de la carga del vehículo eléctrico se realiza con flexibilidad e inteligencia, proporcionará una mayor eficiencia y seguridad al sistema, y redundará en una sociedad sostenible y una economía baja en carbono.

### Sabías que...

Un vehículo eléctrico que se recargue hoy en España tiene unas emisiones medias indirectas de 37,75 gramos de CO<sub>2</sub> por km. Según el último dato de Red Eléctrica, en 2018, cada MWh de electricidad generado en nuestro país provoca una contaminación de 251 kg de dióxido de carbono, es decir, se obtiene que cada vatio hora producido genera 0,251 gramos de CO<sub>2</sub>.

Un coche eléctrico consume una media de 15 kWh cada 100 km, por lo que cada kilómetro necesita 150 vatios hora, multiplicando 150 por 0,251 se alcanza el resultado de 37,75 gramos por kilómetro.

Además, la reducción de emisiones del sector eléctrico es innegable. En 2007 generaba 111,69 millones de toneladas al año (388 kg por MWh), mientras que en 2018 fue de 54,2 millones (251 kg por MWh).

### 3.2 ¿Está el sistema eléctrico preparado?

Es la pregunta del millón... Y un factor determinante para el despegue del vehículo eléctrico en nuestra sociedad. El handicap del vehículo eléctrico debe superarse conjuntamente entre la industria del automóvil, entre las compañías generadoras y distribuidoras de electricidad, los gobiernos, las autoridades locales y regionales y muchos otros actores de la cadena de valor del mercado del vehículo eléctrico... Y por supuesto, también debe ser afrontado por Red Eléctrica.

El sistema de generación y transporte de energía eléctrica está preparado para la evolución del vehículo eléctrico que se espera durante la transición energética, aunque serán necesarias inversiones en las redes y también inversiones asociadas a dotar al sistema eléctrico de la inteligencia y flexibilidad necesaria para esta integración eficiente del vehículo eléctrico.

Según datos contenidos en el informe "La contribución de las redes eléctricas a la descarbonización de la generación eléctrica y la movilidad" de Deloitte Monitor, hace falta una inversión entre los 2.700 y 3.500 millones de euros hasta 2030 para que circulen de 4 a 6 millones de vehículos eléctricos. De esta inversión, unos 300 millones se destinarían a aumentar los centros de transformación, 1.100 millones para reforzar las líneas eléctricas y, entre 1.400 y 2.000, para infraestructuras de la recarga.

El sistema eléctrico debe estar preparado para cualquier tipo de recarga, la recarga vinculada y posiblemente en carga lenta será la más beneficiosa para el sistema eléctrico por realizarse en el valle de demanda, pero la recarga pública, y posiblemente rápida, se realizará en las horas punta de demanda, en un restaurante cuando comamos, a media tarde

cuando hagamos la compra o por la mañana en una electro-linera camino de nuestras vacaciones... el sistema tiene que prever y dar respuesta a todo tipo de recargas, si bien todos estaríamos de acuerdo en que un sistema inteligente, requiere de una recarga inteligente, entendiéndose por tal aquella que ofrece la posibilidad de recibir en tiempo real información de la recarga a un centro de control y poder programar o gestionar dicha recarga. Esta inteligencia está asociada tanto al vehículo como a la infraestructura y requiere de una comunicación entre ambos, y es justo esta inteligencia la que tenemos que desarrollar y desplegar, y en la que tendremos que focalizar los esfuerzos.

Otro elemento que contribuye a la inteligencia y a lo que el vehículo eléctrico puede aportar, es la bidireccionalidad de la recarga del vehículo eléctrico, lo que se conoce como V2G (Vehicle to Grid) y que se enmarca dentro de las tecnologías de las redes inteligentes, que persiguen una optimización global de los recursos del sistema eléctrico. En este escenario de optimización global y de transición tendrá un papel importante "el Agregador", agente que se encargará de ir sumando pequeñas porciones de flexibilidad de muchos consumidores pequeños para venderla de forma agregada al conjunto del sistema, con objeto de facilitar la integración de una mayor cantidad de energía distribuida y renovable.

#### Sabías que...

Con las necesidades medias de movilidad actuales (se estima que se realizan unos 40 km diarios de media), se requiere una energía aproximada de unos 6 kWh al día. Por cada millón de vehículos eléctricos se requerirían anualmente 2.190 GWh de energía adicionales. Eso produciría un aumento de la demanda anual del sistema de un 1%.



## Más inversiones

Hará falta una inversión entre los 2.700 y 3.500 millones de euros hasta 2030 para que circulen de 4 a 6 millones de vehículos eléctricos.

## Estamos preparados

El sistema de generación y transporte de energía eléctrica está preparado para la evolución del vehículo eléctrico que se espera durante la transición energética.



## Redes más inteligentes

Serán necesarias inversiones en las redes eléctricas, dotándolas de mayor inteligencia y flexibilidad.

Las previsiones actuales contemplan que en 2030 tendremos unos 5 millones de VE, lo que supondrá un incremento del consumo eléctrico de aproximadamente un 5% en estos próximos 10 años.

En el pasado<sup>2</sup> el sistema eléctrico español ya ha abordado incrementos de demanda superiores al 5% anual, mayores que los que se estiman como consecuencia del despliegue del VE. ¿Significa esto que no tenemos que hacer nada? No, significa que los retos a los que nos enfrentamos son asumibles, y que ya nos estamos preparando para ellos.

### 3.3 ¿Qué barreras existen para el despliegue del vehículo eléctrico?

Aún hay elementos que juegan en contra de la implantación del vehículo eléctrico aunque se progresa en superarlos. A continuación se muestra una tabla resumen con las barreras y algunas medidas para poder solventarlas<sup>3</sup>:

# ¿Qué barreras existen para el despliegue del vehículo eléctrico?

Fuente: IEA (2019)

Barreras	Medidas posibles
<b>Precios más caros del vehículo eléctrico.</b>	<b>Planes de ayudas económicas</b> Ha habido varios, el más reciente el Plan Moves del Estado dotado con 45 millones de euros. Incluye: <ul style="list-style-type: none"><li>◦ Ayudas directas sobre el precio de compra que pueden alcanzar los 5.500€/unidad.</li><li>◦ Subvenciones de hasta el 40% del precio de coste en la instalación de infraestructuras de recarga.</li></ul> <b>Reducciones en impuestos</b> Algunos países como Noruega ofrecen, además de reducciones en impuestos de matriculación y exenciones en el impuesto sobre el valor añadido (IVA). <b>Tarifas eléctricas</b> La contratación de tarifas con discriminación horaria ofrece precios más bajos para poder recargar los vehículos en casa en horas nocturnas.  Es predecible una reducción del precio de compra durante los próximos años debido fundamentalmente a la reducción de los costes de fabricación del vehículo eléctrico y del coste de la batería.

Barreras	Medidas posibles
<b>Menor autonomía del vehículo eléctrico.</b>	<b>Mejora de las tecnologías:</b> Los fabricantes están mejorando sus tecnologías, ya hay modelos capaces de recorrer más de 400 km.
<b>Infraestructuras de recarga insuficientes y tiempos de recarga de las baterías altos.</b>	<b>Facilitar nuevos modelos de negocio:</b> Existen ya diferentes alternativas de modelos de negocio en los que los operadores de la red adquieren nuevas funciones. Estos modelos deberán evolucionar y la regulación deberá facilitarlos. En la actualidad nos encontramos con el clásico problema del huevo y la gallina: las estaciones de recarga sin vehículos eléctricos no son rentables y sin estaciones de recarga no se venderán vehículos eléctricos.  <b>Desarrollo de instalaciones para recarga ultrarrápidas:</b> Como ejemplo, Repsol acaba de inaugurar en la Nacional I a su paso por Lopidana (Álava) una estación de recarga ultrarrápida que permite la carga de la batería en 6 minutos. Tiene prevista la apertura de otras 4 estaciones en 2019.

## ¿Qué barreras existen para el despliegue del vehículo eléctrico?

Fuente: IEA (2019)

### Barreras

**Desconocimiento de particulares y empresas sobre lo que es el vehículo eléctrico y sus ventajas en la movilidad, la eficiencia y el medio ambiente.**

### Medidas posibles

**Campañas de concienciación y comunicación:**

Comunicación, por parte de empresas y Administración, de las ventajas, el funcionamiento, el coste, los planes y subvenciones existentes, etc.

Muchas empresas y organismos disponen de información en su página web.

También como ejemplo, Red Eléctrica ha elaborado un manual con la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) en colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). El manual informa a través de 32 páginas de cuestiones como la oferta disponible de modelos, sus ventajas, ayudas existentes para su compra, pautas para la instalación de puntos de recarga, costes de la recarga y la proyección a futuro del modelo de movilidad y transporte sostenible.

### Barreras

**Reciclaje de baterías utilizadas.**

### Medidas posibles

**Reutilización de baterías:**

Las baterías no deben constituir un problema sino una solución y ya existen estudios que aportan propuestas. El informe de Element Energy que analiza riesgos y oportunidades en torno a los coches eléctricos, propone soluciones de reutilización de baterías que permitan reducir costosas ampliaciones de la red eléctrica, permitir la integración de más energías renovables y convertirse en la fuente de valiosos materiales secundarios para aplicaciones futuras. El que se aprovechen estas oportunidades depende en gran medida de las políticas públicas y las nuevas herramientas legislativas.



# 04

## El presente y el futuro

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima contempla 5 millones de vehículos eléctricos en 2030, de los cuales 3,5 millones correspondería a turismos, lo que supondría del orden del 20% del parque ya electrificado en ese año, siendo necesario llegar hasta 2050 para una electrificación total.



«Todo apunta a que es el futuro y que iremos a parar allí. ¿Cuándo? No se sabe, pero al menos está claro que todo lo que es contaminación, energías renovables, las baterías y todo eso que se está haciendo en la vida al final se experimenta en el circuito para trasladarlo después al día a día. Es ahí donde parece que coches eléctricos, motos, bicicletas y de todo va en ese sentido.»



#### Vehículos eléctricos

Son ya más de 5,1 millones de coches eléctricos los que circulan por el mundo. Casi la mitad lo hacen por China y 1,2 millones se mueven por Europa.

Estas son las palabras de Marc Márquez antes del primer Gran Premio de la Copa del Mundo FIM Enel MotoE™.

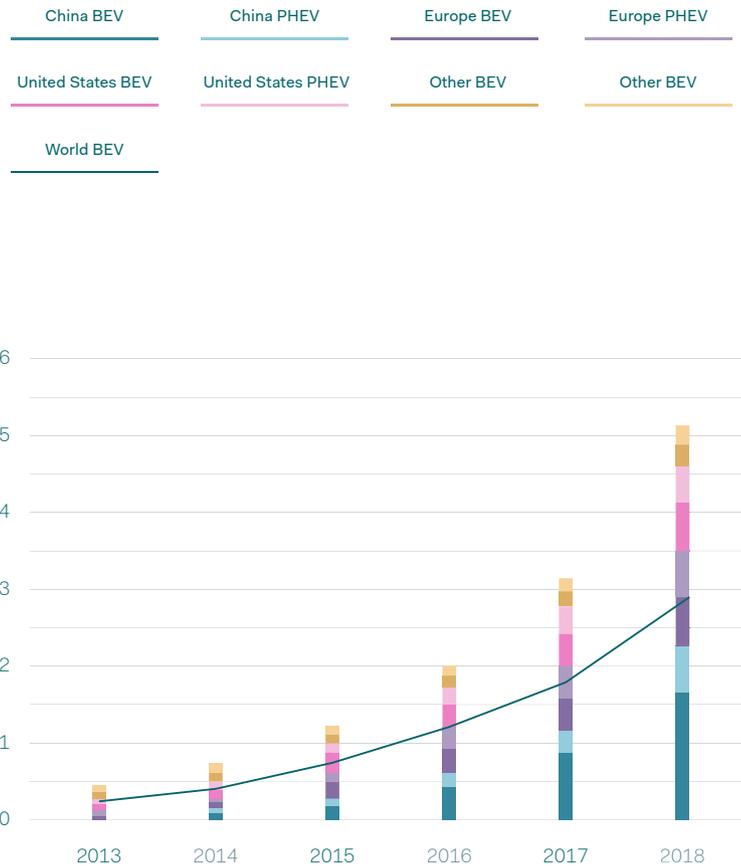
Primero fue la Formula-E, en septiembre de 2014, y el 7 de julio de 2019 se ha estrenado la Moto-E. El lugar elegido fue el circuito de Sachsenring (Hohenstein-Ernstthal, Sajonia, Alemania), y Héctor Garzo, Sete Gibernau, Nico Terol y María Herrera han sido los primeros valientes de nuestro país en embarcarse en esta aventura, en la que para añadir aún más emoción todos corren con la misma moto: la Energica Ego Corsa (160 CV, 225 kg, 20 kWh).

Pero bueno, dejemos la velocidad y la adrenalina y vayamos a la no más tranquila evolución que está experimentando el vehículo eléctrico en nuestras sociedades.

Son ya más de 5,1 millones de coches eléctricos los que circulan por el mundo. Casi la mitad lo hacen por China y 1,2 millones se mueven por Europa, donde Noruega sigue siendo el líder en términos relativos, con un 46% de cuota de mercado de los coches eléctricos. ① ver gráfico página 68.

Si hablamos de motos y otros vehículos de dos y tres ruedas, son ya más de 300 millones los que habitan el globo. Autobuses, más de 460.000 (100.000 vendidos en 2018).

## Evolución del vehículo eléctrico en el mundo



¿Pero cuántos de estos cinco millones se vendieron en 2018? Pues dos millones de coches, nada más y nada menos. Que, aun- que parezca muchísimo, solo representa el 1,21% de las ventas totales de coches. ¿Y en nuestro país? En moto-E somos los que más corredores aportamos (junto con Italia), pero ¿estamos como sociedad al mismo nivel que nuestros deportistas? Veamos.

En España, circulan cerca de 40.000 coches eléctricos, con una cuota de mercado que ya se va aproximando al 1% (más de 13.000 nuevas matriculaciones en 2018). En el gráfico de la página 66 se muestra la evolución desde 2012 de las nuevas matriculaciones en España de dos categorías de vehículos eléctricos: PHEV se refiere a híbridos enchufa- bles (propulsados total o parcialmente mediante motores de combustión interna de gasolina/diesel y eléctricos, y donde el motor eléctrico deberá estar alimentado con baterías carga- das desde una fuente de energía externa), y BEV son eléc- tricos puros. Se aprecia la evolución creciente año tras año, destacando la variación cercana al 90 % producida en 2017 respecto al año anterior. <sup>②</sup> ver gráfico página 70

Además, si se relaciona la evolución en España con el entorno europeo se aprecia que la cuota conjunta de nuevas matricu- laciones de vehículos BEV+PHEV no ha superado el 4,2% en el periodo 2012-2018. Como vemos, aún nos queda mucho por hacer para alcanzar a nuestros vecinos escandinavos quienes son los primeros de la clase en este ámbito. <sup>③</sup> ver gráfico página 71

En las calles españolas, la carrera por las ventas está igual de reñida, pero entre dos modelos diferentes. Nissan Leaf y Renault Zoe luchan cada año por ser el coche eléctrico más vendido. A junio de 2019, el Nissan Leaf lleva una ligera ventaja (con 4.320 unidades circulando por el país). Pero en 2019 ha aparecido un nuevo competidor que parece que va a

## Nuevas matriculaciones de vehículos eléctricos



Fuente: EAFO (European Alternative Fuels Observatory)

## Nuevas matriculaciones y cuota (%) en Europa



Fuente: EAFO (European Alternative Fuels Observatory)

## Evolución de puntos de recarga



Fuente: EAFO (European Alternative Fuels Observatory)

poner las cosas difíciles a sus rivales y que quiere disputarles el podio: el Tesla Model 3. En el primer semestre de 2019, ya se han vendido en España alrededor de 650 unidades de este modelo de la marca americana. Este es, además, el vehículo eléctrico más vendido del mundo con casi 150.000 unidades, e incluso está superando en ventas en Estados Unidos a sus rivales de motor de combustión, ahí es nada.

¿Y qué ocurre en nuestro país con el despliegue de puntos de recarga públicos? En el gráfico de la página 72, se observa la evolución desde 2012 del número de estaciones de recarga de acceso público en España, clasificando estas infraestructuras en función de su potencia: estaciones de recarga inferiores o iguales a 22 kW y estaciones de recarga de alta potencia para infraestructuras de más de 22 kW. Hasta 2016 se produce una evolución creciente (llegando a un 200% respecto al año anterior) aunque en los dos últimos años se ha producido un estancamiento en su despliegue. <sup>4</sup> ver gráfico página 72

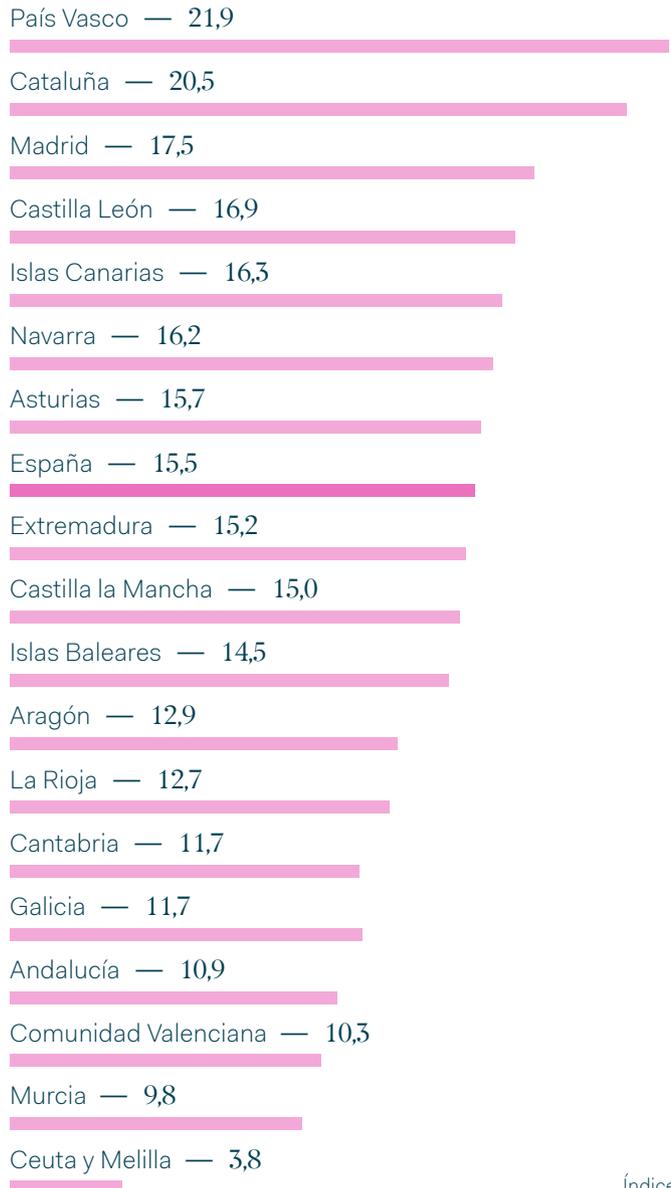
### Sabías que...

La Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC) ha lanzado un Barómetro de la Electromovilidad con el que pretende, de manera trimestral, analizar la evolución de España y sus comunidades autónomas en penetración de vehículos electrificados y eléctricos puros, así como el nivel de desarrollo de las infraestructuras de recarga.

En este sentido, el indicador global de Electromovilidad del Barómetro ANFAC, que mide tanto la penetración del vehículo eléctrico como el desarrollo de las infraestructuras, señala que España está a la cola de Europa en la movilidad eléctrica,

## Electromovilidad en España

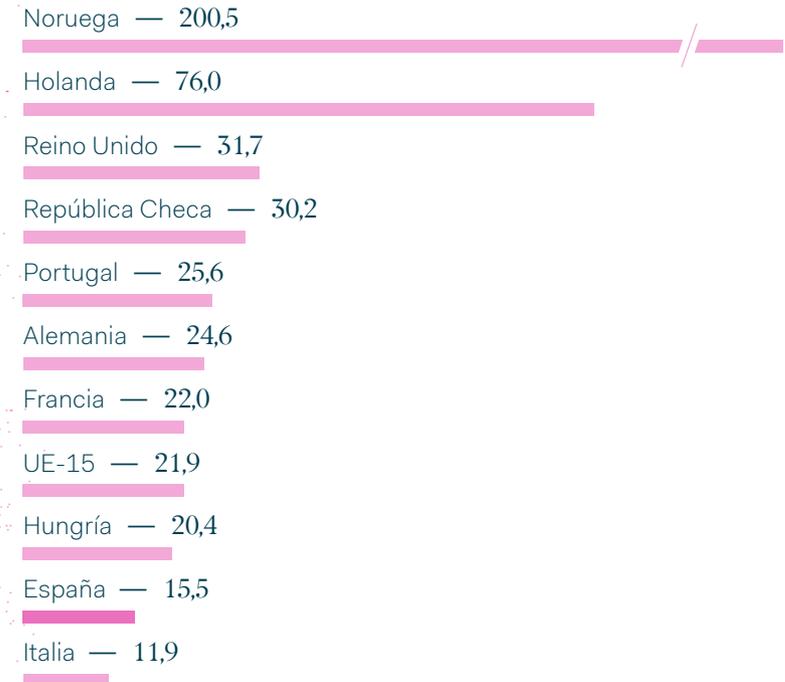
Fuente: ANFAC



Índice sobre 100

## Electromovilidad en Europa

Fuente: ANFAC



Índice sobre 100



## En España

Circulan cerca de 40.000 coches eléctricos, con una cuota de mercado que ya se va aproximando al 1%.



## Por comunidades autónomas

El País Vasco, Cataluña y Madrid son las regiones líderes en electromovilidad. Aunque Madrid es la que dispone de mayor presencia de vehículos electrificados.

## ¿Y en el futuro?

En 2030, según la AIE, el parque de automóviles eléctricos estará entre los 130 y los 250 millones (30% de cuota de mercado) en todo el mundo.

solo por delante de Italia, ya que se colocaría en un nivel 15 frente al 100.

En cuanto a Comunidades Autónomas, el indicador global apunta a que son País Vasco, Cataluña y Madrid, las regiones líderes en electromovilidad. Aunque Madrid es la comunidad autónoma con mayor presencia de vehículos electrificados, gracias al programa de ayudas MUS, País Vasco y Cataluña superan a esta comunidad gracias a su apoyo decidido a las infraestructuras de recarga, que impulsa su nivel de cumplimiento al 22 y al 20,5, respectivamente.

¿Y en el futuro? ¿Qué nos espera? Pues parece que nos deparará una carrera de lo más emocionante.

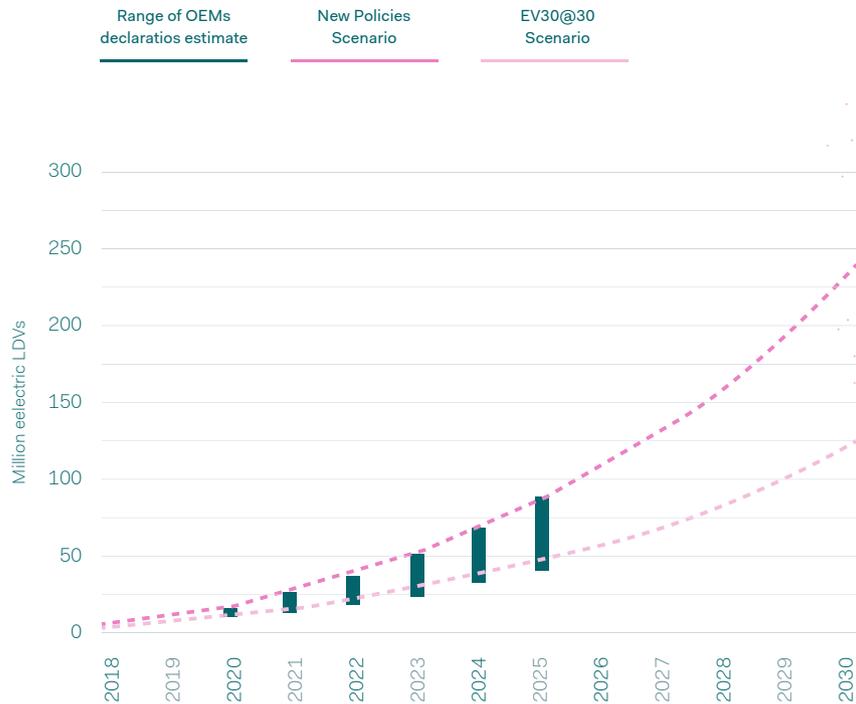
Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), en 2030 el parque de automóviles eléctricos estará entre los 130 y los 250 millones (30% de cuota de mercado) en todo el mundo. Bloomberg habla de unos 180 millones.

En los escenarios que se usan para España el borrador de PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima) contempla 5 millones de vehículos eléctricos en 2030, de los cuales 3,5 millones correspondería a turismos, lo que supondría del orden del 20% del parque ya electrificado en ese año, siendo necesario llegar hasta 2050 para una electrificación total.

## Sabías que...

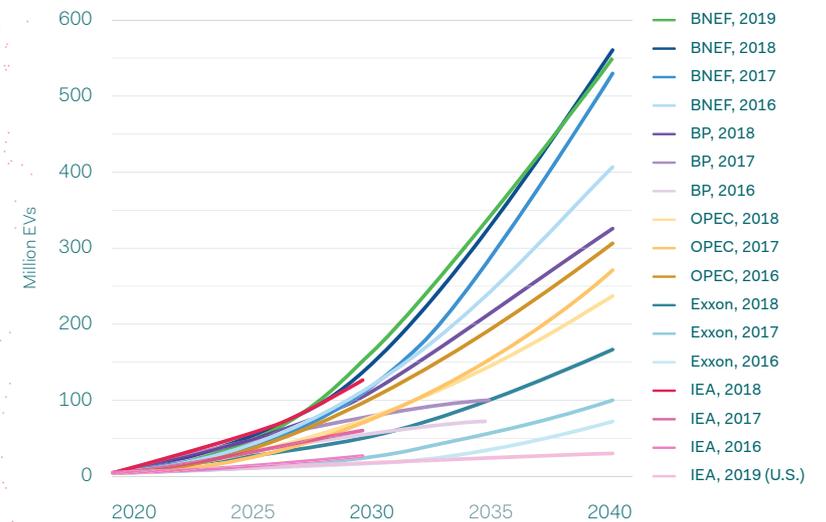
El Reglamento (UE) 2019/631 impone a partir del 1 de enero de 2020 sanciones a los fabricantes de automóviles que superen el umbral de emisiones de CO<sub>2</sub> de 95 g/km, a razón de 95 euros por gramo emitido por encima del citado umbral.

## Proyección del parque de vehículos eléctricos



Proyección del parque de vehículos ligeros eléctricos (turismos y comerciales ligeros) y su comparativa con los objetivos de los fabricantes (2020-2025). Fuente: IEA (2019)

## Estimaciones de la proyección del parque de vehículos eléctricos



Proyección del parque de vehículos ligeros eléctricos (turismos y comerciales ligeros) según distintas estimaciones. Fuente: BNEF (2019)

## En España

El PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima) contempla 5 millones de vehículos eléctricos en 2030 en nuestro país.



## El PNIEC

estima que en 2030 el 20% del parque automovilístico esté ya electrificado, siendo necesario llegar a 2050 para una electrificación total.



## ¿Estamos preparados?

Los diferentes fabricantes parece que sí, por ello están anunciando sus previsiones y planes de ventas de vehículos eléctricos.

Por ejemplo un Seat León 1.5 TSi (130 CV), que emite 111 g/km, pagaría una prima de 1.520 euros por cada unidad vendida, hasta los 10.925 euros en un Porsche Cayenne básico (340 CV y 210 g/km).

Los fabricantes decidirán si repercutir ese coste en los precios de venta o compensar las emisiones de sus modelos más contaminantes matriculando vehículos eléctricos, ya que cada unidad eléctrica vendida puntuará doble.

La carrera ha empezado y aunque esta es más silenciosa que las carreras de Moto GP a las que estamos acostumbrados parece que va a ser rápida y emocionante.

¿Estamos preparados?

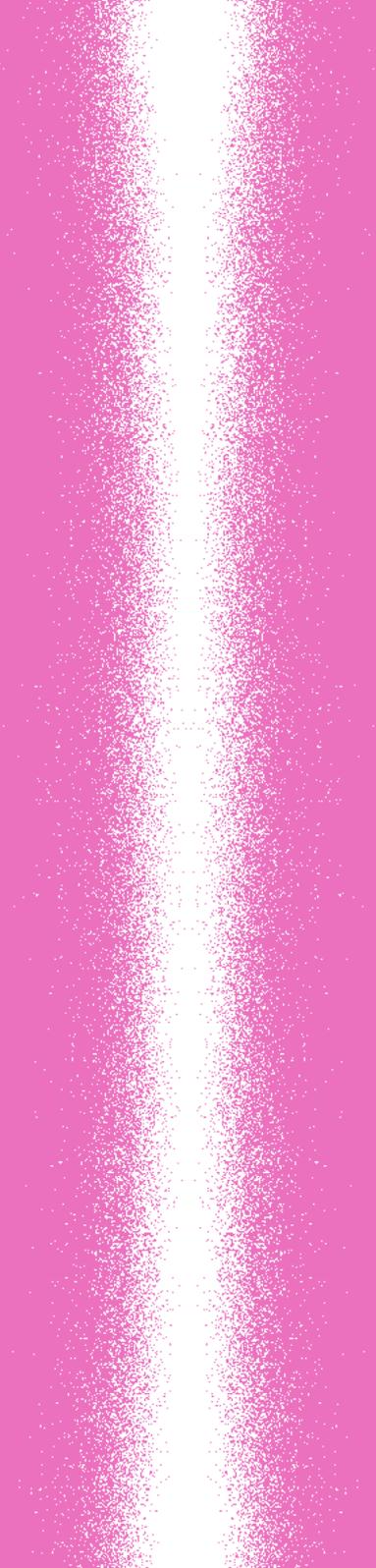
Los diferentes fabricantes parece que sí, por ello están anunciando sus previsiones de desarrollo en el ámbito del vehículo eléctrico y sus planes de ventas, tratando de posicionarse con ventajas competitivas frente al resto lo antes posible. El siguiente cuadro es una buena muestra de esta realidad:

## Anuncios de los distintos fabricantes con respecto a los vehículos eléctricos

Fuente: IEA (2019)

Fabricante	Anuncio
<b>BMW</b>	10-25% de las ventas del grupo BMW eléctricos en 2025 y 25 nuevos modelos eléctricos en 2025.
<b>BJEV-BAIC</b>	0,5 millones de coches eléctricos vendidos en 2020 y 1,3 en 2025.
<b>BYD</b>	0,6 millones de coches eléctricos vendidos en 2020.
<b>Chonquin Changan</b>	21 nuevos modelos de eléctricos puros y 12 híbridos enchufables para el 2025. 1,7 millones de ventas para el 2025 (el 100% de las ventas del grupo).
<b>Dongfeng Motor Co</b>	6 nuevos modelos de eléctricos para 2020 y el 30% de las ventas serán eléctricos en 2022.
<b>FCA</b>	28 nuevos modelos eléctricos para 2022.
<b>Ford</b>	40 nuevos modelos eléctricos para 2022.
<b>Geely</b>	1 millón de ventas y el 90% de las ventas serán eléctricos en 2020.
<b>GM</b>	20 nuevos modelos eléctricos para 2023.
<b>Honda</b>	15% de las ventas eléctricos en 2030
<b>Hyundai-Kia</b>	12 nuevos modelos eléctricos para 2020.

Fabricante	Anuncio
<b>Mahindra &amp; Mahindra</b>	36.000 coches eléctricos vendidos en 2020.
<b>Mazda</b>	Un nuevo modelo eléctrico en 2020 y el 5% de las ventas de Mazda serán eléctricos puros en 2030.
<b>Mercedes-Benz</b>	0,1 millón de ventas para 2020, 10 nuevos modelos eléctricos para 2022 y el 25% de las ventas del grupo eléctricos para 2025.
<b>Other Chinese OEMs</b>	7 millones de ventas eléctricos en 2020.
<b>PSA</b>	0,9 millones de ventas eléctricos en 2022.
<b>Renault-Nissan-Mitsubishi</b>	12 nuevos modelos eléctricos en 2022. Renault estima que el 20% de las ventas del grupo sean 100% eléctricos en 2022. El plan de Infiniti es que todos sus modelos sean eléctricos.
<b>Maruti Suzuki</b>	Un nuevo modelo eléctrico en 2020, 35.000 coches eléctricos vendidos en 2021 y hasta 1,5 millones en 2030.
<b>Tesla</b>	Alrededor de 0,5 millones de ventas en 2019 y un nuevo modelo para 2030.



05

# Cambio de paradigma

La movilidad del futuro

El coche eléctrico es algo más que un cambio del combustible que nos lleva de un sitio a otro. Es también un cambio de paradigma, un cambio hacia una sociedad más sostenible que lleva aparejados cambios como los que originó la llegada de internet.



Del mismo modo que la máquina de vapor fue el vector de la transformación tecnológica durante la primera Revolución Industrial, internet ha sido la tecnología decisiva de la era de la información; ha provocado un impacto económico y social sin parangón y que prácticamente ningún escritor de ciencia ficción del siglo XX supo predecir.



#### Movilidad del futuro

Todos los indicios señalan que la movilidad del futuro será eléctrica, compartida, conectada y autónoma.

La tecnología puede mejorar nuestras vidas, y nos hace cambiar nuestro usos y hábitos como consumidores. Las denominadas empresas FAANG, las cinco grandes tecnológicas del NASDAQ (Facebook, Amazon, Apple, Netflix y Google) marcan las pautas tecnológicas a nivel mundial y propician la transformación digital de la sociedad.

Haciendo la analogía con el sector del transporte, el coche eléctrico es algo más que un cambio del combustible que nos lleva de un sitio a otro. Es también un cambio de paradigma, un cambio hacia una sociedad más sostenible que lleva aparejados cambios como los que originó la llegada de internet. Como sucede con cualquier cambio tecnológico trascendental, las personas, las empresas y las instituciones que lo experimentan en toda su intensidad pueden sentirse abrumados por él, debido a que desconocen cuáles serán sus efectos; sin embargo, no debemos temer dicho cambio. El miedo solo paraliza si no sabemos hacia dónde correr, y este no es el caso: el camino parece claro.

No disponemos de una bola de cristal que nos diga cómo será el futuro próximo, pero todos los indicios nos llevan a pensar que la movilidad del futuro será eléctrica, compartida, conectada y autónoma.

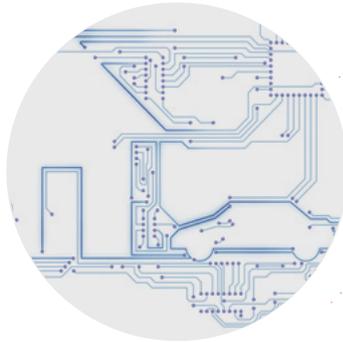
## Nuevos servicios

Los vehículos eléctricos ofrecerán las mismas prestaciones que los vehículos de combustión, pero aportarán otros muchos servicios.



### El V2G (Vehicle to Grid)

El vehículo podrá aportar la energía de sus baterías al sistema eléctrico en forma de servicios.



### V2H (Vehicle to Home)

Las baterías de nuestros coches podrán utilizarse también para alimentar nuestras residencias.

La evolución del vehículo eléctrico en los próximos años vendrá marcada por el incremento en la capacidad de las baterías, que proporcionarán una mayor autonomía, y por una infraestructura de recarga de mayor potencia orientada a dar soporte a los desplazamientos interurbanos. Se podría decir que los vehículos eléctricos ofrecerán así las mismas prestaciones que los vehículos de combustión, pero posiblemente aportarán muchos otros servicios como el V2H (Vehicle to Home) con el que las baterías de nuestros coches podrán utilizarse también para alimentar nuestras residencias, o el V2G (Vehicle to Grid), en el que el vehículo podrá aportar la energía de sus baterías al sistema eléctrico en forma de servicios.

Como decíamos, la nueva movilidad será compartida. Las nuevas generaciones ya no ven como una prioridad disponer de un coche en propiedad; para los millenials, el coche ya ha dejado de ser un símbolo de estatus, de hecho, ya solo representa una mera forma de trasladarse de un sitio a otro de forma económica. ¿Tiene sentido invertir en una propiedad que está más del 90% del tiempo parada, sin darle uso? Los servicios para compartir automóviles también facilitan el uso del vehículo eléctrico, ya no importa la cilindrada, el ruido del motor o la máxima velocidad que alcance el coche: solo importa llegar al sitio a bajo coste. Estudios recientes certifican que en España circulan más coches eléctricos compartidos que en propiedad, porque los conductores de coches eléctricos ya piensan diferente.

El concepto «mobility as a service» trata de vender kilómetros, en lugar de coches; es análogo a empresas como Uber, que sin tener coches en su flota, o Airbnb, que en realidad no tiene habitaciones, son líderes en su sector. A nivel institucional también se apuesta por la intermodalidad: se paga una suscripción y el usuario dispone de distintos tipos de trans-



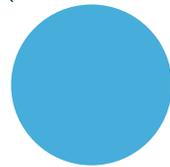
## Movilidad compartida

La futura movilidad será compartida. Las nuevas generaciones ya no ven como una prioridad disponer de un coche en propiedad.



## Vehículo autónomo

Puede ser un complemento perfecto a la movilidad eléctrica, para reducir la siniestralidad y aumentar la eficiencia.



## Mobility as a service

Es un nuevo concepto que trata de vender kilómetros, en lugar de coches; es análogo a empresas como Uber o Airbnb.

portes en un mismo trayecto, combinando servicios públicos con vehículos compartidos como patinetes o bicicletas.

En definitiva, se trata de movernos de manera más inteligente.

En este entorno, el IoT conseguirá conectar todos los vehículos que circulan por una ciudad y compartir conocimiento para la toma de decisiones. El reto de las ciudades es crear plataformas digitales que integren los datos de todos los tipos de vehículos de la ciudad para saber qué solución se necesita en cada caso.

En lo que se refiere al vehículo autónomo, todavía queda un amplio recorrido para que sea una realidad. Sin embargo, puede suponer el complemento perfecto a la movilidad eléctrica, como una baza clara para reducir la siniestralidad y aumentar la eficiencia.

En definitiva, no se trata sólo de cambiar el vehículo de combustión por el eléctrico. Los aproximadamente 30 millones de vehículos que recorren las carreteras españolas es posible que se vean reducidos. Esto será posible gracias a las nuevas formas de entender la movilidad: compartida y limpia. De este modo, no perderemos prestaciones y construiremos un futuro más sostenible y saludable.

## Referencias

### Capítulo 1

1. Los Hadza es una población de cazadores-recolectores que habita el norte de Tanzania <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/obr.12785>
2. La energía final es la que nosotros consumimos. Por ejemplo, el gas para la calefacción, la electricidad para la iluminación o la gasolina para el motor del coche.
3. La Tasa de Retorno Energético, abreviado TRE (en inglés Energy Return on Energy Investment, abreviado EROEI o a veces también EROI), es un parámetro que pretende cuantificar la rentabilidad de una fuente de energía (o de un sistema de producción de energía). Se define como el cociente entre la energía producida por dicha fuente durante toda su vida útil y la energía consumida para poder operar esa fuente, también durante toda su vida útil. En forma de ecuación,  $TRE = E/C$  donde E es el total de energía producida por una fuente y C el total de energía consumida para poder operar esa fuente.

### Capítulo 2

1. El Toyota Prius es capaz de circular durante 2 o 3 kilómetros impulsado por la energía de su batería, lo que proporciona una experiencia de conducción eléctrica. Sin embargo, depende al 100% de su motor de combustión dado que no toma energía eléctrica de la red, no es enchufable.

### Capítulo 3

1. El operador del sistema, figura recogida en la Ley del sector eléctrico y ejercida por Red Eléctrica, tiene como función principal garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico y la correcta coordinación del sistema de producción y transporte.
2. En el decenio comprendido entre 1998 y 2007, la demanda creció a una media del 5,1% anual.
3. Fuentes: Magazine "Electroeficiencia"- Junio 2019. Artículo "El vehículo eléctrico y el Sector: Repercusiones". Autores: Miguel Ángel Blanco Santurde. Juan de la Cruz Muñoz Escobar. Montserrat Álvarez Sánchez. "Propuestas para el fomento de la movilidad eléctrica: barreras identificadas y medidas que se deberían adoptar". Observatorio Energía e Innovación. Real Academia de Ingeniería de España 2018. <http://www.element-energy.co.uk/publications/>

## Edita

RED ELECTRICA DE ESPAÑA  
Paseo del Conde de los Gaitanes, 177  
28109 Alcobendas (Madrid)  
Edición 2019  
[www.ree.es](http://www.ree.es)

Impreso en España  
Depósito legal: M-39016-2019 04

