

## SEGURIDAD EN ACCIDENTES EN COCHES ELÉCTRICOS.

### SAFETY IN ACCIDENTS IN ELECTRIC CARS.

Dr. Pablo Zapico Gutiérrez\* ([pablo.zapico@unileon.es](mailto:pablo.zapico@unileon.es)); José Alonso de Linaje Aguirre\*\* ([aloagujo@jcy.l.es](mailto:aloagujo@jcy.l.es)); Jose Alejandro Alonso de Linaje Díez\*\*\* ([josealalonso\\_92@hotmail.com](mailto:josealalonso_92@hotmail.com)) Angel Carlos Rodríguez Llamas\*\*\*\* ([ac.rodriguez@iberdrola.es](mailto:ac.rodriguez@iberdrola.es))

\*Dpto. Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática; \*\*Laboratorio Regional de Combustibles, Junta de Castilla y León; \*\*\*División de motores, Renault Valladolid; \*\*\*\*I-DE Redes Inteligentes S.A.U..

#### **RESUMEN:**

Los accidentes en vehículos de motor son una parte, indeseable pero existente, de la movilidad, que no se puede eliminar totalmente. Sin embargo, la proliferación de vehículos eléctricos e híbridos hace que se presenten unas particularidades que los diferencian de los supuestos tradicionales.

**Palabras clave:** Coche eléctrico, seguridad, accidente, electrocución.

#### **ABSTRACT:**

Motor vehicle accidents are an undesirable but existing part of mobility, which cannot be completely eliminated. However, the proliferation of electric and hybrid vehicles causes some peculiarities that differentiate them from traditional assumptions.

**Keywords:** Electric car, safety, accident, electrocution.

**1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO**

**2.- ANTECEDENTES**

**3.- RIESGOS DE LA INTERVENCIÓN**

**3.1.- GENERALIDADES**

**3.2.- RIESGO MECÁNICO**

**3.3.- RIESGO ELÉCTRICO**

**3.4.- RIESGO QUÍMICO**

**3.5.- VEHÍCULO SUMERGIDO**

**3.6.- REMOLCADO**

**4.- CONCLUSIONES**

**5.- BIBLIOGRAFÍA**

**AGRADECIMIENTOS**

## **1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO**

La proliferación de los vehículos eléctricos en nuestras carreteras y ciudades, hace que entren en los porcentajes de accidentabilidad, como cualquier otro coche. Sin embargo tienen una serie de particularidades que los hacen diferentes de los convencionales. En el presente trabajo trataremos de exponer dichas singularidades.

## **2.- ANTECEDENTES**

Existen actualmente protocolos suficientemente probados para actuar en caso de accidentes en vehículos convencionales. Son sistemas muy maduros y de reconocida seguridad. En el caso de los coches eléctricos, todavía no existe este tipo de sistemática. Se trata de un uso nuevo de la tecnología que presenta múltiples particularidades y riesgos diferentes de los conocidos hasta el momento en automoción.

## **3.- RIESGOS DE LA INTERVENCIÓN**

Lo primero y más importante es identificar el vehículo/s accidentado como eléctrico o híbrido, a través de los indicadores externos que utilizan los fabricantes, cada uno los suyos y que se pueden haber desprendido en el choque. No son uniformes entre las diversas marcas y requiere cierta experiencia identificarlos.

En el mercado existen vehículos híbridos, con motor de explosión y eléctrico y eléctricos puros. Los primeros hacen ruido, cuando están en marcha, con el motor convencional arrancado, los segundos no (ello no quiere decir que no estén en tensión). El vehículo híbrido tiene tubo de escape, el eléctrico normalmente no, pero empiezan a existir coches eléctricos con un depósito de gasóleo y una pequeña caldera de calefacción. Al no consumir batería para calentar el habitáculo tienen una mayor autonomía y un tubo de escape que puede llevar a equívoco.

Ambos tendrán dos conectores de carga, uno para carga normal y otro de recarga rápida. Algunos híbridos no tendrán conector externo alguno, no son enchufables, pero hay una batería de tracción. Pueden confundirse con coches convencionales, con el correspondiente riesgo de electrocución, químico, etc...

En el momento de abordar el siniestro, el protocolo es similar al de un accidente convencional, sin embargo poseen una batería a una tensión de entre 200 y 800 voltios (400 voltios de media) en corriente continua que los hace diferentes.

### **3.1.- GENERALIDADES**

El primer problema que aparece es que al ser una tecnología nueva no hay una normalización suficiente. Hay que identificar el vehículo como eléctrico o híbrido (suelen llevar alguna chapa identificativa externa, pero también puede haberse caído o quedar oculta), a continuación, si se puede, comprobar si se encuentra en funcionamiento, o preparado para hacerlo, en modo eléctrico. Hay que buscar la ficha de rescate (suele estar en el quitasol del conductor, pero no

todos la llevan, e incluso puede estar en inglés. Hay que intentar llevar la palanca de cambios a la posición de “parking” (P) o por lo menos a punto muerto (N).

Si se puede acceder al cuadro de mandos, comprobar si aparece la palabra “READY”, que indica que el vehículo está en modo de marcha (en tensión). Intentar pulsar la tecla START/STOP y alejar la llave o tarjeta de radiofrecuencia al menos cinco metros. Otras marcas sustituyen el “READY” por un piloto verde en el cuadro de mandos o un “ON”. No hay una metodología única entre todos los fabricantes.

### **3.2.- RIESGO MECÁNICO**

Poner el freno de estacionamiento, aunque sea de accionamiento eléctrico, si se activa queda bloqueado, aún si se desconecta la batería de 12 voltios. Quitar la llave de contacto y alejarla más de cinco metros. Si se desconecta la batería y el freno de estacionamiento es eléctrico, no se podrá accionarlo de nuevo. Si está bloqueado así se mantendrá, pero si se desbloquea ya no se podrá volver a utilizar.

### **3.3.- RIESGO ELÉCTRICO**

Con respecto a las tensiones que se utilizan en la batería de tracción, cabe reseñar que en el artículo 2.1 del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, titulado “Ámbito de aplicación”, dice textualmente:

*“Las disposiciones de este reglamento se aplican a las instalaciones eléctricas de alta tensión, entendiéndose como tales las de corriente alterna trifásica de frecuencia de servicio inferior a 100 Hz, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea superior a 1 kV.”*

En el artículo 2.1 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, titulado “Campo de aplicación”, dice textualmente:

*“El presente Reglamento se aplicará a las instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:*

*a) Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 voltios.*

*b) Corriente continua: igual o inferior a 1.500 voltios.”*

De todo ello se deduce claramente que la denominación “alta tensión” que se utiliza para la batería de tracción no se ajusta a la legislación vigente. Ello no quiere decir que dicha batería y su tensión de trabajo no sean peligrosas y más en caso de accidente.

De acuerdo con el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, las tensiones de seguridad en España son de 24 voltios, en entornos húmedos o mojados y de 50 voltios, en el resto de los casos. Muy parecidas a las establecidas por los países de nuestro entorno.

Queda claro que la batería de 12 voltios no presenta un riesgo de muerte por electrocución. En las baterías de plomo-ácido sulfúrico, los depósitos de sulfato de plomo de sus bornes son venenosos

(es tóxico y corrosivo por inhalación, ingestión y contacto; el plomo es un veneno acumulativo y la exposición continuada a cantidades pequeñas puede aumentar el contenido corporal hasta llegar a niveles tóxicos) y en caso de cortocircuito puede producir chispas y proyecciones de partículas de metal fundido, con evidente peligro. Respecto a la batería de tracción el criterio es muy diferente. El promedio de tensión son 400 voltios y las hay que llegan a los 800 voltios. Como ya se ha visto, no es alta tensión, porque de acuerdo con la reglamentación citada, no se considera así, sin embargo es peligrosa.

Algunos fabricantes utilizan conductores de color naranja entre la batería y el inversor. Este circuito está aislado del chasis del vehículo. Si hay que elevar el coche hay que tener un cuidado especial para no colocar soportes bajo los cables de potencia, ya que se pueden dañar y provocar derivaciones y/o cortocircuitos. Hay puntos concretos bajo los coches para apoyar gatos o elevadores.

Normalmente cuando existe una colisión de vehículos híbridos o eléctricos y se activan los sensores de los airbags, automáticamente se desencadenan las siguientes acciones de seguridad:

- El sistema híbrido o eléctrico se detiene:
  - Cuando los sensores de impacto envíen señales, tanto a la central electrónica del SRS, como al sistema híbrido o detecten un desequilibrio eléctrico.
  - Cada vez que haya un despliegue del airbag o un desequilibrio eléctrico que se produzca, al abrirse algún relé tanto positivo como negativo de la batería de tracción.
- El flujo de corriente continua del alto voltaje del paquete de la batería de tracción se interrumpe y queda abierta como prevención de fugas de energía eléctrica de la batería principal.
- La bomba de combustible se desactiva (híbridos).

La energía de baja tensión que fluye para alimentar la central electrónica del SRS o el airbag sirve para cortar la alimentación del sistema híbrido. Una vez que el SRS se activa, resultando el despliegue de un airbag, el sistema híbrido se detiene entonces automáticamente y ya no se pondrá en marcha sin que medie una acción inequívoca externa.

- Comprobar en la luna (parabrisas) si lleva pegatina que identifique el vehículo con hoja de rescate. Si no se aprecia la pegatina, aún así revisar si tienen ficha de rescate o similar, por ejemplo en el parasol.
- No fiarse al no oír ruido, ya que puede que el vehículo esté conectado, funcionando en modo eléctrico y se esté trabajando con tensión eléctrica.

Desconectar bien el encendido, porque si por ejemplo la víctima tiene el pie sobre el pedal de freno, al extraerla y liberar presión del pedal, el coche se puede poner en movimiento, ya que es automático.

Conviene recordar que el inversor que convierte la corriente continua de la batería en corriente alterna trifásica, dispone de una serie de condensadores que mantienen la carga y se descargan lentamente después de interrumpido el suministro de corriente continua. La curva de descarga típica de un condensador se representa en la figura 1.



Figura 1. Curva de descarga de un condensador.

Para tener la seguridad de que dichos condensadores están descargados conviene esperar al menos cinco minutos, desde la interrupción del suministro de electricidad.



Figura 2. Señal de corte doble para el cable, destinada a los bomberos.

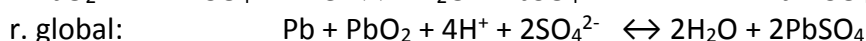
Nunca cortar las trenzas de masa del circuito de potencia, son un dispositivo de seguridad que sirve para proteger a los ocupantes del vehículo y a los servicios de seguridad. Tampoco cortar los cables de color naranja en cualquier punto, pues son apantallados y al cortar la cizalla produce un cortocircuito.

Normalmente con desconectar la batería de 12 voltios quedará todo fuera de servicio y en situación de seguridad.

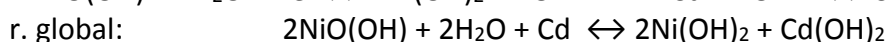
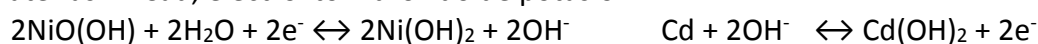
### 3.4.- SEGURIDAD QUÍMICA

Dependiendo del fabricante y del tipo de vehículo, se pueden encontrar varios tipos de baterías y sus variantes. Indicamos algunos de ellos con sus reacciones correspondientes:

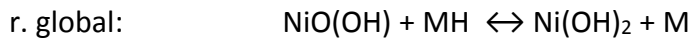
- Baterías de plomo-ácido (reacciones en descarga); electrolito ácido sulfúrico



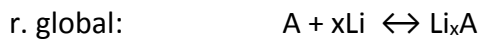
-Baterías Ni-Cad; electrolito hidróxido de potasio



-Baterías Ni-metalhidruro, NiMH; electrolito hidróxido de potasio; ánodos hidruros metálicos de estequiometría compleja, por ejemplo aleaciones La-Ni, V-Ti-Zr-Ni, Mg-Ni, La-Nd-Ni-Co-Si



-Baterías ion-litio: electrolitos no acuosos (apróticos) o sal de litio por la inestabilidad termodinámica del litio; óxidos mixtos (Co,Ni,Mn,...) o sulfuros metálicos con Li en cátodos y materiales Li o carbón-Li para ánodos. Reacciones complejas en función de los utilizados, resumidas a continuación



Además se pueden producir otras reacciones, sobrecargas, etc..., en las que se pueden producir gases sobre todo oxígeno o hidrógeno.

Por lo descrito las especies químicas que nos podemos encontrar serán de naturaleza variable y deberían ser descritas por el fabricante y sus cantidades. Algunas reacciones electroquímicas son de naturaleza exotérmica y pueden provocar aumentos de temperatura en las celdas. Prestar atención a las fichas de seguridad de cada compuesto. Por ejemplo, el electrolito NiMH es una sustancia alcalina caustica (pH 13,5) perjudicial para los tejidos humanos, para neutralizar un derrame del electrolito NiMH se podría utilizar:

- Una solución de ácido bórico (800grs ácido bórico+20l de agua, y comprobar con papel tornasol rojo; Azul=Mal, y rojo=OK)\*.
- Vinagre.
- Neutralizar con arena o paño absorbente. El paño será para tirar (o gestionar tb) y hay que manipularlo con guantes, la arena habrá que recogerla y gestionar su entrega a un gestor de residuos.
- 

\*El **papel de tornasol** es uno de los más antiguos indicadores ácido-base. Es práctico, económico y eficiente para medir el pH de un modo aproximado. El papel tornasol neutro, en medio ácido toma coloración roja y en medio básico se vuelve azul. Se puede añadir una gota de la disolución sobre un trozo de tira de papel o sumergir directamente un poco de la tira de papel en la disolución. No da valor cuantitativo del pH pero cumple el objetivo de comprobar si se ha neutralizado la disolución inicial (base fuerte).

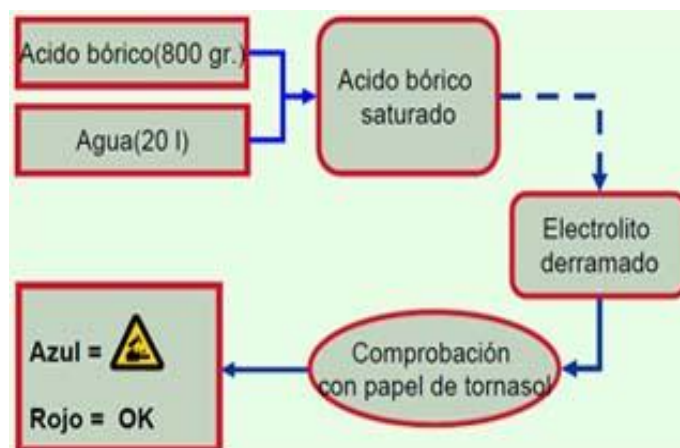


Figura 3. Neutralización de un electrolito básico.

Al módulo de la batería le envuelve una caja metálica, con acceso solo en parte superior. No retirar nunca la tapa, pueden producirse quemaduras eléctricas graves, descargas, electrocución, desprendimiento de gases tóxicos y/o inflamables o quemaduras químicas.

El electrolito de la batería de tracción de ión-litio puede ser un líquido claro y tiene un olor característico a disolvente orgánico. Se trata de una solución inflamable. En caso de fuga, es preciso airear la zona del accidente. El electrolito de la batería es corrosivo. Produce quemaduras en la piel y graves lesiones oculares en caso de contacto con estas partes del cuerpo.

Para no respirar los vapores, hay que utilizar un aparato de respiración autónomo o una mascarilla con cartucho químico. El cartucho se repondrá siempre que se utilice, independientemente del tiempo de uso. Seguir siempre las instrucciones y recomendaciones del proveedor de los equipos de protección individual. Además de guantes de protección química y gafas de pantalla.



Figura 4. Equipos de seguridad.

En caso de ingestión, inhalación, contacto con la piel o los ojos, lave con abundante agua lo antes posible; llame de inmediato a un centro de información toxicológica y a un médico. En caso de inhalación, cabe recordar que el pulmón es un órgano con pocos mecanismos de defensa y una orden instintiva que le impele a respirar continuamente. Cuando se encuentra ante un contaminante indeseado lo primero que puede hacer es toser para intentar expulsarlo y en el caso de que ya esté dentro y sea un ácido intentará diluirlo, pero ello produce edema pulmonar o vulgarmente encharcamiento. Si alguien ha estado expuesto a un contaminante aéreo ácido conviene que acuda, sin prisas, pero en el día, a urgencias, allí le tratarán con un nebulizador adecuado, le observarán y quizá le administren un diurético. Si se va a dormir, sin pasar por la consulta, puede que se agrave la situación por falta de capacidad pulmonar.

Para la extinción del incendio se utilizará agua, manteniendo las distancias de seguridad y con un ataque rápido y agresivo. Un ataque ofensivo de incendio en un paquete de baterías se realizará mediante la inundación del paquete de baterías de tracción con grandes cantidades de agua. Si el ataque al incendio es defensivo, se realizará a una distancia de seguridad, utilizando un chorro o una cortina de agua. También se pueden utilizar extintores tipo ABC o de CO<sub>2</sub> y/o arena. Tras un incendio, el vehículo siempre puede suponer un riesgo eléctrico debido a la presencia de piezas desnudas bajo tensión y sigue habiendo productos químicos, por lo que se debe acordar el acceso al vehículo.

En caso de incendio o sobrecalentamiento de la batería principal, ésta se refrigera por aire. Por ello se conoce la ubicación de las toberas por donde entra el aire, y se pueden utilizar para introducir agua en caso de incendio o sobrecalentamiento. Pero pueden producir otras especies químicas posiblemente tóxicas al contacto con el agua. Incluso en algunos modelos, bajo la banqueta del asiento trasero) existen unas trampillas que en caso de incendio se funden dejando paso al agua de extinción.

Se utilizará siempre calzado aislante que evite la entrada/salida de corriente a través de los pies. Por motivo de la fuerte formación de calor, bajo determinadas circunstancias, es importante enfriar la batería y aceptar el riesgo de una reacción química del litio con el agua (en la que se puede producir hidrógeno). En general y a pesar de algunas controversias, los intentos de extinción con agua dieron en conjunto resultados positivos.

### **3.5.- VEHICULO SUMERGIDO EN AGUA**

En el caso de un coche sumergido en agua, se dan las siguientes circunstancias:

- No hay riesgo eléctrico por tocar el vehículo y atender a los ocupantes, después de haber pasado unos diez minutos de la inmersión.
- Bajo el agua la batería sufrirá una auto descarga rápida bajando su voltaje.
- El vehículo podría seguir en READY, no cortar o manipular nunca los cables de potencia.
- Permanecer atento para evitar en todo momento un contacto de la piel con el líquido que sale de la batería de tracción.
- Si el vehículo está sumergido en un local cerrado inundado (parking, garaje), ventilar bien dicho local antes de la intervención.

El protocolo de seguridad debe de ser el siguiente:

- 1. Extraer el vehículo del agua.
- 2. Vaciarlo totalmente (si se puede).
- 3. Comprobar:
  - Si lleva ficha de rescate (normalmente en el quitasol).
  - Poner en punto muerto (N) o posición de parking (P) (automático).
  - Poner el freno de estacionamiento.
  - Quitar la llave o la tarjeta de contacto (y alejar + de 5 metros).
- 4. Ubicar y desconectar la batería de 12V.
- 5. Ubicar y quitar el conector de servicio de la batería de potencia.

NOTA: (si se puede)

Llenar la batería de tracción con agua desionizada a través del conducto de refrigeración, y retirar el vehículo a una zona exterior ventilada (unas 72h) para evitar el riesgo de incendio, ya que al rellenarla de agua desionizada se puede producir hidrógeno generado por la electrolisis. Se recuerda que la mezcla aire-hidrógeno es inflamable y a veces explosiva, aún sin confinar.

### **3.6.- REMOLCADO**

Lo primero que hay que hacer es verificar cual es su eje motriz, y este que no toque el suelo, ya que si no se podría ocasionar un incendio debido a un cortocircuito producido por la electricidad generada por el motor eléctrico, ya que al girar las ruedas motrices sobre el asfalto y moverlo se

convierte en un generador eléctrico. Si lleva 4 motores, uno en cada rueda, o dos, uno en cada eje, indefectiblemente hay que trasladarlo en grúa plataforma.

En una emergencia, es posible utilizar un cable para remolcar distancias cortas y a baja velocidad. En general y ante la duda, el vehículo se evacuará desde el punto del accidente al taller o al desguace en grúa-plataforma.

#### **4.- CONCLUSIONES**

En caso de sufrir algún percance o incendio en un vehículo eléctrico o híbrido, estas son algunas de las recomendaciones que se deben tener en cuenta, derivado de los nuevos riesgos generados:

- Evitar todo contacto con cables dañados o porosos. Con cables, punto.
- Debe asumirse siempre que la batería de tracción y sus componentes asociados están totalmente cargados.
- Los componentes eléctricos expuestos, los cables o las baterías de tracción presentan riesgo de descarga eléctrica muy peligrosa.
- Si no se ha efectuado la desconexión automática de la batería, proceder a su desconexión manual.
- No se puede confiar en el color de identificación de los cables si no se tiene seguridad de que la batería está completamente desconectada.
- No manipular, sin guantes de seguridad con protección superior a 1000 voltios, botas y pantalla dieléctrica cualquier elemento de batería desprendido del vehículo o del interior del mismo.
- Los vapores de las baterías de tracción pueden ser potencialmente tóxicos e inflamables.
- Los daños causados, tanto en el vehículo como en la batería de potencia, pueden ocasionar la liberación inmediata o retardada de gases tóxicos y/o inflamables y fuego.

De cuanto antecede se desprende la conveniencia de que el vehículo:

- Esté identificado indefectiblemente como eléctrico o híbrido mediante una señal internacional.
- Lleve una identificación clara de los elementos sometidos a tensiones altas.
- Esté dotado de un dispositivo de desconexión automática de la batería y/o de sus módulos, y que cuente con un sistema de señalización fácilmente visible que garantice que se ha efectuado tal desconexión.
- Se informe de los componentes químicos de las baterías y sus fichas de seguridad correspondientes
- Esté dotado de un sistema accesible y redundante de desconexión manual, para el caso de fallo del sistema automático.
- Esté dotado de un sistema de detección de sobrecalentamiento de la batería, que avise y, en su caso, actúe sobre la desconexión automática.

Todo ello redundará en una mayor seguridad de los ocupantes, de los servicios policiales y de seguridad que tengan que intervenir y del posible público que presencie el siniestro.

## 5.- BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Pelegrý, E., & Menéndez Sánchez, J. (2017). Energías alternativas para el transporte de pasajeros.

Amsterdam Roundtable Foundation. (2014). Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase? Amsterdam.

Assum, T., Kolbenstvedt, M., & Figenbaum, E. (2014). The future of electromobility in Norway.

BASREC. (2015). The development of electric transport – its effect on the security of the electrical energy system and forecasting energy demand in chosen 8 BASREC countries (Norway, Denmark, Germany, Sweden, Finland, Estonia, Lithuania and Poland).

Bossche, V. D. (2008). Defining & Developing International Standards For Electric Vehicle Charging Infrastructures – What Are The Optimum Standards For Meeting Future Power & Charging Capabilities? American Business Conferences.

Chaouachi, A., Covrig, C. F., & Fulli, G. (2016). Framework for Electric Vehicles and Photovoltaic Synergies. JRC technical report .

Circutor. (2017). circutor.es. Obtenido de <http://circutor.es/es/productos/recargainteligente-para-vehiculos-electricos/recarga-exterior-de-vehiculoselectricos/poste-recarga-exterior-2-tomas-rve2-pt3-detail>

Cobb, J. (2017). Top 10 Plug-in vehicle adopting countries of 2016. Obtenido de <http://www.hybridcars.com/top-10-plug-in-vehicle-adopting-countries-of-2016/>

Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. (15 de abril de 2015). Informe sobre la propuesta de planificación de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020.

Concheso Alvarez, A. Nuevos ánodos de carbon para baterías de ion-litio. Departamento de Ciencia de los materiales. Universidad de Oviedo.

COTEVOS. (2017). Business Opportunities for Interoperability Assessment of EV Integration.

Department of Energy, U. S. (2016). Developing Infrastructure to Charge Plug-In. Electric Vehicles. Obtenido de [https://www.afdc.energy.gov/fuels/electricity\\_infrastructure.html](https://www.afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure.html)

Electromaps.com. (2017). Electromaps. Obtenido de [www.electromaps.com](http://www.electromaps.com)

Elektromobilität, S. (2017). The Showcase Regions for Electric Mobility. Obtenido de [http://schaufensterelektromobilitaet.org/en/content/ueber\\_das\\_programm/foerderung\\_schaufensterprogramm/foerderung\\_schaufensterprogramm\\_1.html](http://schaufensterelektromobilitaet.org/en/content/ueber_das_programm/foerderung_schaufensterprogramm/foerderung_schaufensterprogramm_1.html)

ELMO. (2017). ELMO.ee. Obtenido de <http://elmo.ee/estonia-becomes-the-first-in-the-world-to-open-a-nationwide-ev-fast-charging-network/>

EURELECTRIC. (2016). Charging infrastructure for electric vehicles.

European Commission, & US Department of Energy. (s.f.). Harmonization of standards, technology and testing. EV-Smart Grid Interoperability Centers in Europe and the U.S.

European Distribution System Operators (EDSO). (s.f.). Position paper on Electric Vehicles Charging Infrastructure.

Fonseca Jaime Hamel. Celdas, pilas y baterías de litio. Journal boliviano de ciencias. Volumen 8 ISSN 2075-8936.

Gómez, J., & Morcos, M. (2003). Impact of EV Battery Chargers on the Power Quality of Distribution Systems. IEEE Trans. on Power Delivery, 18(3), 975-981.

Gómez, T., Momber, I., Rivier, M., & Sánchez, Á. (2011). Regulatory framework and business models for charging plug-in vehicles: infrastructure, agent and commercial relationships. Energy Policy, 39(10), 6360-6375.

Gómez Sosa, G. Algunas aplicaciones de las reacciones redox. Facultad de Química. Unam.

Grantham Institute. (2017). Expect the unexpected. The Disruptive Power of Lowcarbon Technology.

Guía de movilidad eléctrica para las entidades locales, IDAE, FEMP, REE, <https://drive.google.com/file/d/1O4mDVmQfVffFlwqYlStSxiGgGhDpB1Rt/view>

International Energy Agency. (2016). Global EV Outlook 2016. Beyond one million electric cars.

International Energy Agency. (2017). Global EV Outlook 2017. Two millions and counting.

International Renewable Energy Agency. (2017). Electric vehicles, technology brief.

International Programme on Chemical Safety, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, fichas internacionales de seguridad química.

Jiang, C., Torquato, R., Salles, D., & Xu, W. (2014). Method to Assess the Power-Quality Impact of Plug-in Electric Vehicles. IEEE Trans. on Power Delivery, 29(2), 958-965.

Lo Schiavo, L. (2017). Competition and regulatory aspects of electric vehicles charging: the Italian regulatory experience.

Madina, C., Zamora, I., & Zabala, E. (2016). Methodology for assessing electric vehicle charging infrastructure business models. Energy Policy, 89, 284-293.

Martin, S. (2016). Developing a Business Model for Commercial Electric Vehicle Charging Infrastructure. Master Thesis.

Matas Díaz, F. J. (2016). Gestión del sistema eléctrico de un monoplaça. Sevilla.

Montoya, F., Martínez-Lao, J., Torres-Moreno, J., Manzano-Agugliaro, F., & Barón, V. (2016). Analysis of charging stations for electric vehicles in Spain. ICREPO, (págs. 494-499). Madrid.

Nieuwenhuis, J. (2015). E-mobility in the Netherlands.

Peças Lopes, J., Soares, F., & Rocha Almeida, P. (2009). Identifying Management Procedures to Deal with Connection of Electric Vehicles in the Grid. IEEE Power Tech Conference. Bucharest.

PlugShare. (2017). PlugShare. Obtenido de <https://www.plugshare.com/>

RENAULT Academy, Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Fluence Z.E.

RENAULT Academy, Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Kangoo.

RENAULT Academy, Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Twizy.

Reuters.com. (2013). Germany ends tax disadvantage for corporate electric cars. Obtenido de <http://www.reuters.com/article/germany-electricvehicles-taxidUSL5N0EJ1Y320130607>

Sahuquillo, M. (30-V-2017). How Estonia persuaded drivers to go electric. El País.

Sbordone, D., Bertini, I., Di Pietra, B., Falvo, M., Genovese, A., & Martirano, L. (March 2015). EV fast charging stations and energy storage technologies: A real implementation in the smart micro grid paradigm. Electric Power Systems Research, 96-108.

Searle, S., Lutsey, N., & Lingzhi, J. (2014). Evaluation of State-level. U.S. electric vehicle incentive.

Shengyin, L., Yongxi, H., & Mason, S. (2016). A multi-period optimization model for the deployment of public electric vehicle charging stations on network. ELSEVIER, Transportation Research Part C(65), 128-143.

Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption.

Elsevier, Energy Policy(68), 183-194.

Terra, F. (2017). Los contaminantes atmosféricos: las partículas en suspensión (PM). Obtenido de <http://www.terra.org/categorias/articulos/los-contaminantesatmosfericos-las-particulas-en-suspension-pm>.

Tesla. (2016). [www.tesla.com/es\\_ES/supercharger](http://www.tesla.com/es_ES/supercharger).

THEMA, C. g. (2015). Mapping of TSO and DSO roles and responsibilities related to information exchange.

USCS, T. U. (2017). Market brief – E-Mobility in France (2016).

Van den Oosterkamp, P., Koutstaal, P., van der Welle, A., de Joode, J., Lenstra, J., van Hussen, K., & Haffner, R. (2014). The role of DSO in a Smart Grid environment.

Veldman, E., & Verzijlbergh, R. (2015). Distribution Grid Impacts of Smart Electric Vehicle Charging From Different Perspectives. IEEE Trans. on Smart Grid, 6(1), 333-342.

Viera Pérez, Juan Carlos. Carga rápida de baterías Ni-Cd y Ni-MH de media y gran capacidad. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Oviedo.

## **Seguridad**

EC 61140. Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment.

IEC 60529 - Amendment 2. Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).

IEC 60364-7-722. Low-voltage electrical installations: o Part 7-722: Requirements for special installations or locations –Supplies for electric vehicles.

ISO 6469-3. Electrically propelled road vehicles - Safety specifications: o Part 3: Protection of persons against electric shock.

ISO/FDIS 17409. Electrically propelled road vehicles - Connection to an external electric power supply - Safety requirements.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al subsector de Tráfico de la Guardia Civil de León su ayuda y colaboración en la elaboración del presente artículo.