



José Antonio Mérida Fernández
Jefe Provincial de Tráfico de Zaragoza
Master en Seguridad Vial y Tráfico por la
Universidad Carlos III de Madrid.
Programa de Alta Dirección del Instituto
Nacional de Administración Pública.
Funcionario de Carrera de la Escala Superior de
Técnicos de Tráfico.

**RIESGOS ASOCIADOS A LA
INTERVENCIÓN EN SINIESTROS VIALES
CON IMPLICACIÓN DE VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS**

RIESGOS ASOCIADOS A LA INTERVENCIÓN EN SINIESTROS VIALES CON IMPLICACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Sumario: 1. INTRODUCCIÓN. 2. LA IRRUPCIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA MOTORIZACIÓN. 3. RIESGOS ESPECÍFICOS ASOCIADOS A VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS. 4. RESPUESTA A LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN. 4.1. ¿Existe una formación reglada de actuación en intervenciones en siniestros viales con implicación de vehículos eléctricos? 4.2. ¿Existe un protocolo específico unificado de actuación en intervenciones en siniestros viales con esta clase de vehículos? 4.3. ¿Dispone el personal de emergencias de los equipos de protección necesarios para estas intervenciones? 5.- CONCLUSIONES.

Resumen: La motorización del futuro da paso a vehículos con sistemas de propulsión eléctrica e híbrida. Durante esta transición, impulsada desde las más altas instituciones de la Unión Europea, convivirán vehículos con las nuevas motorizaciones, con vehículos con motores de combustión interna.

La irrupción del vehículo eléctrico e híbrido trae consigo una serie de riesgos específicos, por lo que la realización de un rescate por parte de los equipos de emergencia puede convertirse en un riesgo si no se tienen en cuenta determinadas premisas antes y durante la actuación.

La garantía de una atención rápida y eficaz a la víctima de un siniestro vial vendrá pareja a la seguridad del personal de intervención y, ésta a la dotación de los necesarios equipos de protección, a una adecuada formación de los mismos y a la existencia de protocolos de actuación específicos para los intervinientes.

“Abstract”: The motorization the future gives way to vehicles with electric and hybrid propulsion systems. During this transition, promoted by the highest institutions of European Union, vehicles with the new engines will coexist with vehicles with internal combustion engines.

The irruption of electric and hybrid vehicles brings with it a series of specific risk, so that carrying out a rescue by emergency teams can become a risk if certain premises are not taken into account before and during the action.

The guarantee of rapid and effective attention the victim of a road accident will go the intervention personnel and, this, the provision of the necessary protective equipment, adequate training for them and the existence of safety protocols, specific actions for the participants.

Palabras clave: Vehículo eléctrico, siniestro vial, servicio de rescate, protocolo de actuación, formación.

Keywords: Electric vehicle, road accident, rescue service, action protocol, training.

1. INTRODUCCIÓN.

Un objetivo de la Estrategia de Seguridad Vial es “mejorar el mecanismo para activar la respuesta tras el siniestro de modo que haya una buena coordinación para ejecutar la respuesta entre los distintos intervinientes con objeto de reducir los tiempos de actuación de los servicios de emergencia”, para lo cual es necesario “promover protocolos y mecanismos de coordinación entre los diferentes servicios encargados de rescatar y asistir a las víctimas”, garantizando una atención rápida y eficaz, orientadas a reducir el riesgo de fallecimiento o lesiones graves en personas implicadas en un siniestro, así como la seguridad del personal de intervención y de los usuarios de la vía. (Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2022)

Ahora bien, la irrupción del vehículo eléctrico e híbrido trae una serie de riesgos específicos, por lo que la realización de un rescate por parte de los equipos de emergencia puede convertirse en un riesgo si no se tienen en cuenta determinadas premisas antes de la actuación, de ahí que cualquier daño que sufra el personal interviniente derivará en una mala, diferida o nula atención a la víctima del siniestro vial.

El objetivo del estudio es analizar el nivel formativo de los servicios de emergencias respecto a la manipulación de vehículos de propulsión eléctrica, así como si dispone del material de protección, de la información de seguridad necesaria y de una metodología integral de actuación unificada, que les proporcione un marco de seguridad en la intervención en siniestros viales y eliminen la preocupación del personal de primera respuesta ante la irrupción del vehículo eléctrico en la motorización.

Se analizan los riesgos específicos asociados a la manipulación de un vehículo eléctrico o híbrido y se efectúa una comparativa de la normativa nacional con la existente en el ámbito internacional en cuanto a formación reglada y protocolos de intervención, así como una evaluación de la situación actual y de las carencias en cuanto a medidas y equipos de seguridad.

El estudio se extiende a otros colectivos implicados como segundos respondedores, en cuanto que intervienen tanto en el supuesto de un siniestro vial como de averías y retirada de vehículos de la vía.

2. LA IRRUPCIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA MOTORIZACIÓN.

Desde hace más de cien años, el sistema de propulsión predominante de los vehículos ha sido el motor de combustión interna de gasolina o diésel. En los últimos 20 años han aparecido entre otros combustibles alternativos, el gas natural, el hidrógeno y el biodiésel, siendo el vehículo eléctrico de batería (*Battery Electric Vehicle, BEV*) el vehículo de energía alternativa dominante en el mercado.

La Declaración de Estocolmo, recomienda “acelerar el cambio hacia modos de transporte más seguros, limpios, eficientes energéticamente y asequibles”, y el *Libro Blanco del Transporte de la Unión Europea (UE)* tiene entre sus objetivos para el próximo decenio: “reducir a la mitad el uso de automóviles de “propulsión convencional” en el transporte urbano en 2030, y eliminar estos vehículos en las ciudades en 2050; así como lograr que la logística urbana de los principales centros urbanos en 2030 esté

fundamentalmente libre de emisiones de CO₂". (Organización Mundial de la Salud, 2020)

Al margen de la polémica desatada por Alemania e Italia, respecto a la inclusión de los e-fuels y la propuesta de permitir las ventas de automóviles nuevos con motores de combustión interna después de 2035 si funcionan con combustibles neutros en carbono, ya se ha dado luz verde a la normativa Euro 7 propuesta por la Comisión Europea que pone fin a la fabricación de coches y furgonetas que emitan CO₂ a partir de 2035, con el objetivo de conseguir la neutralidad climática en la UE en el 2050.

En opinión de Pérez de Lucía, Director General de la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso de la Movilidad Eléctrica (AEDIVE), el vehículo eléctrico crecerá de forma importante en su implantación en los próximos años, dado su nivel de mejora en cuanto a autonomía, seguridad y disponibilidad de nuevos materiales y química.¹

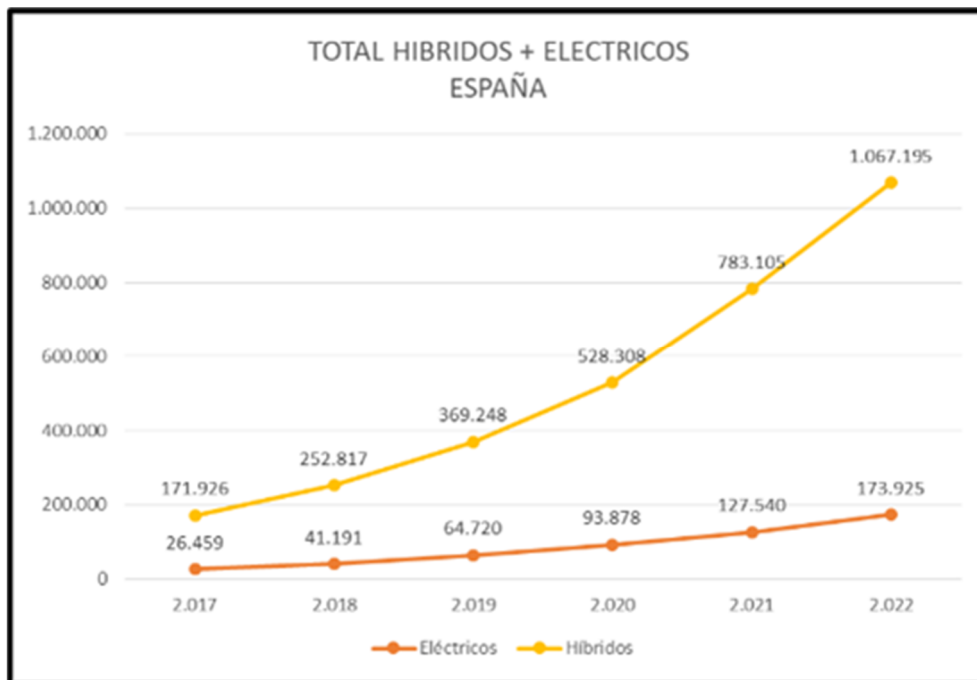
La irrupción del vehículo híbrido y eléctrico es un hecho evidente e imparable, y poco a poco irá reemplazando a los vehículos con propulsión tradicional. Se impone una transición ordenada, en la que convivirán vehículos con las nuevas motorizaciones eléctrica e híbrida, con las clásicas de gasolina y diésel y gas licuado, sin olvidar la irrupción de la pila de hidrógeno, cuando se superen los problemas de producción y almacenamiento. Asimismo, las baterías tendrán mayor capacidad con menor tamaño permitiendo desplazamientos mayores sin necesidad de recarga. Sistemas de carga más rápidos y una mayor disponibilidad de estos en la red de carreteras, junto al incremento de la autonomía son los aspectos considerados más importantes para una mayor implantación del vehículo eléctrico.

El aumento de los vehículos eléctricos e híbridos ha sido exponencial. De acuerdo a la información del Registro de Vehículos de la Dirección General de Tráfico (DGT), el parque activo de vehículos a diciembre de 2022 en España era de 36.269.824. En cuanto al parque de vehículos híbridos y eléctricos, era de 1.241.120 vehículos², siendo considerablemente mayor el parque de vehículos híbridos respecto al de vehículos eléctricos.

¹ Entrevista telefónica el 14 de marzo de 2023.

² La cifra de vehículos incluye los vehículos eléctricos de batería y de autonomía extendida (*Battery Electric Vehicle, BEV + Range Extended Electric Vehicle, REEV*) y los vehículos eléctrico híbridos y eléctrico híbrido enchufable (*Hybrid Electric Vehicle, HEV + Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV*).

Figura 1
Parque vehículos híbridos y eléctricos en España (2017-2022)



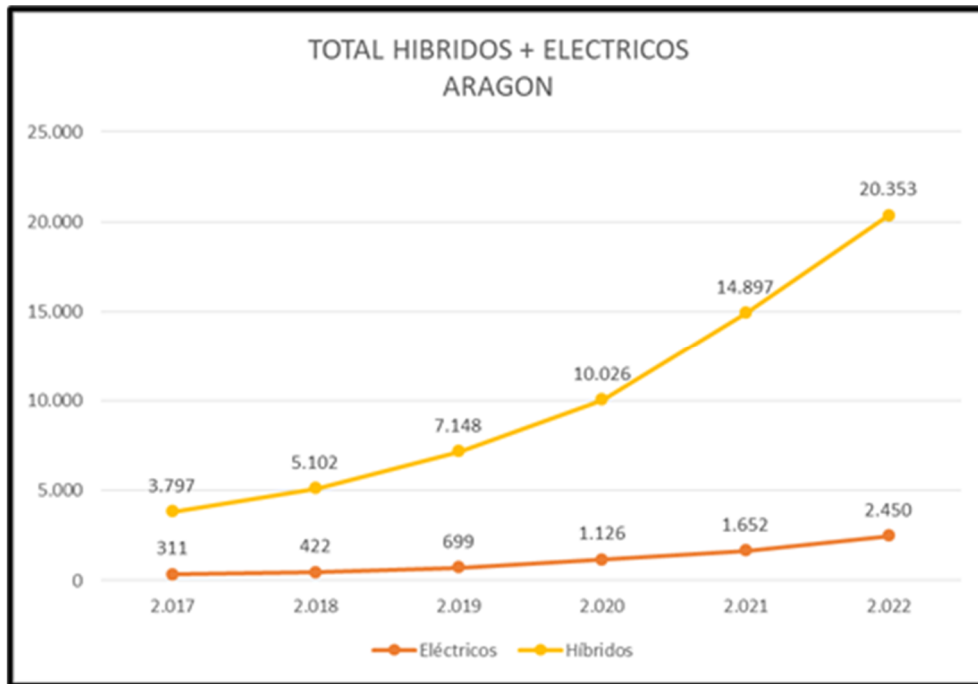
Por clase de vehículo, los turismos ocupan un lugar destacado en cuanto a número de vehículos, tanto eléctricos como híbridos. En el caso de los vehículos eléctricos le siguen las furgonetas, motocicletas y ciclomotores, mientras que la presencia de esta clase de vehículos entre los considerados pesados (camiones y autobuses) tiene poca relevancia respecto al parque total. En el caso de los vehículos híbridos, el parque prácticamente se circunscribe exclusivamente a los turismos y en menor medida a las furgonetas. En la Tabla 1 podemos observar su número y evolución durante los últimos seis años.

Tabla 1
Número de vehículos híbridos + eléctricos en España por clase de vehículo.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Furgonetas	3457	5564	12865	25439	46693	70055
Camiones	1337	1933	2706	4203	5936	8290
Autobuses	436	643	1168	1490	2100	2613
Turismos	179549	265045	384630	547794	803906	1094741
Motocicletas	8264	11423	17926	24907	29047	38185
Ciclomotores	3686	7145	11621	14647	18599	21977
Otros vehículos	1656	2255	3052	3706	4364	5259
Total	198385	294008	433968	622186	910645	1241120

A nivel de Aragón, nuestro ámbito geográfico de estudio, podemos observar en la Figura 2 la evolución y crecimiento del parque de vehículos híbridos y eléctricos, el cual ha sido exponencial durante los últimos seis años, destacando, de manera análoga a la evolución a nivel nacional, el número de vehículos híbridos sobre los eléctricos.

Figura 2
Parque vehículos híbridos y eléctricos en Aragón (2017-2022)



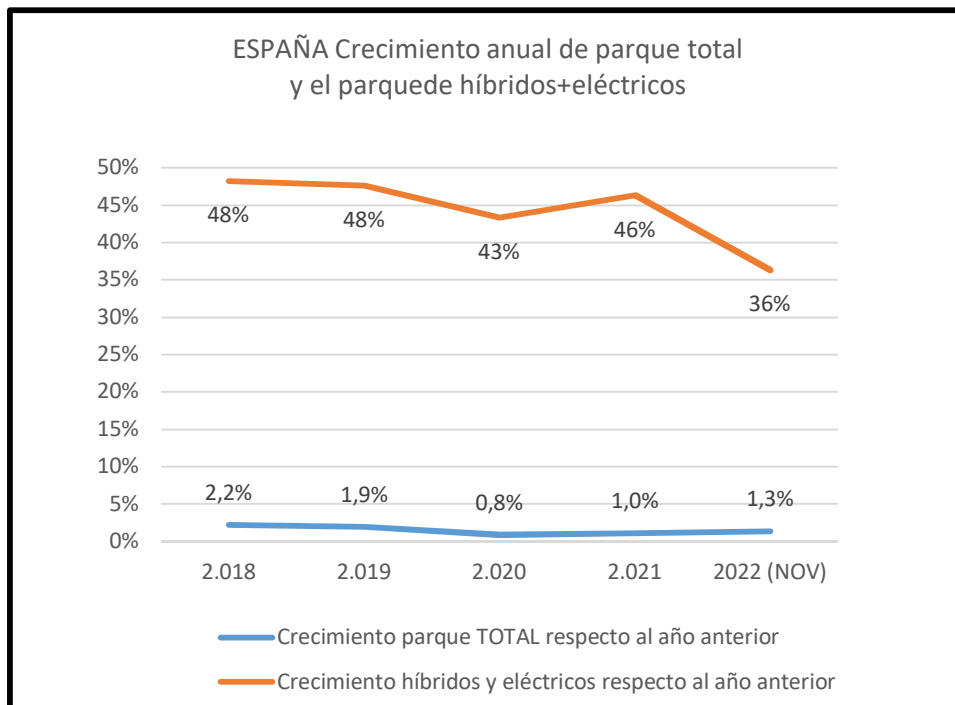
En cuanto al número y evolución del parque de vehículos a nivel de Aragón, al igual que a nivel nacional, destacan los turismos entre los vehículos eléctricos e híbridos, seguido de las furgonetas, predominando los vehículos híbridos sobre los eléctricos. En la Tabla 2, se muestran las cifras y evolución del parque por clase de vehículo.

Tabla 2
Número de vehículos híbridos + eléctricos en Aragón por clase de vehículo.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Furgonetas	44	65	152	338	750	1051
Camiones	26	31	49	60	85	102
Autobuses	4	6	45	62	62	75
Turismos	3860	5224	7285	10265	15034	20675
Motocicletas	81	87	118	172	266	455
Ciclomotores	44	54	122	152	194	235
Otros vehículos	49	57	76	103	158	210
Total	4108	5524	7847	11152	16549	22803

En cuanto al crecimiento anual, el parque de vehículos eléctricos e híbridos ha venido experimentando un importante crecimiento durante los últimos años en relación al parque activo. En torno a un 48%, a excepción del año de la pandemia Covid, si bien durante el último año ha experimentado un crecimiento de solo el 36%. Ello podría deberse a la incertidumbre creada entre los usuarios como consecuencia de las políticas de la UE con la aprobación de la normativa Euro7 y la polémica desatada por algunos países miembros respecto a la moratoria en la desaparición definitiva de los vehículos de combustión en 2035 o a la aparición de los combustibles sintéticos denominados e-fuels.

Figura 3
Crecimiento del parque total y el de vehículos híbridos + eléctricos.

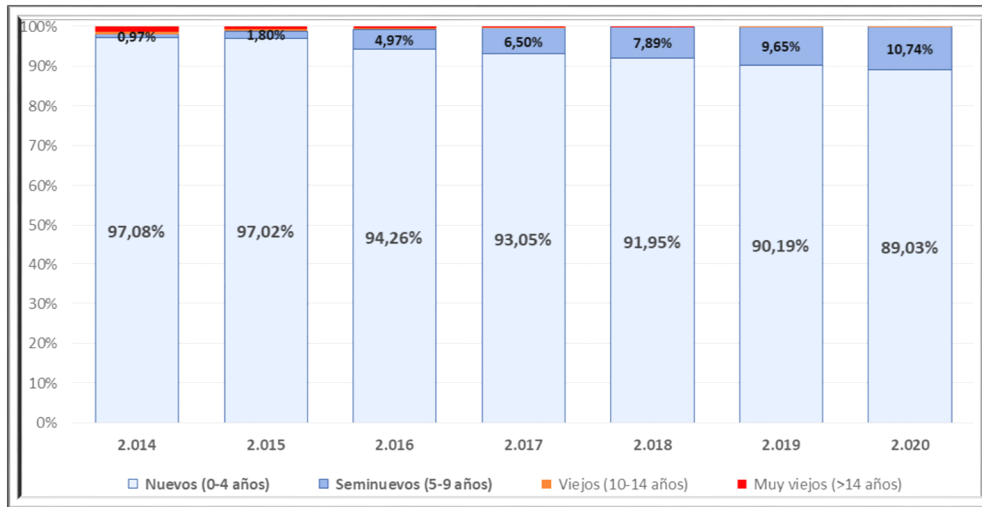


Si observamos las matriculaciones de vehículos eléctricos en 2022 en varios países europeos, en concreto de los turismos, ya que suponen el mayor porcentaje del parque, se constatan importantes diferencias de unos países a otros. Mientras que en Noruega el coche eléctrico supone casi el 80% de las ventas y Suecia incrementa en más de un 100% los vehículos eléctricos, España ocupa un lugar bastante alejado de otros países de la UE, como Alemania, Reino Unido y Francia, en cuanto a la implantación del vehículo eléctrico, siendo uno de los países más lentos hacia la movilidad eléctrica.

En cuanto a la antigüedad del parque, observamos que los turismos con propulsión eléctrica, en la franja de turismos nuevos, es decir entre 0 y 4 años, han pasado de representar un 97,08%, en 2014, a descender hasta un 89,03% en 2020. A sensu contrario, los turismos seminuevos (5 a 9 años) representan en la actualidad un 10,74% cuando en 2014 suponía el 0,97%. Los turismos considerados viejos (10-14 años) y muy viejos (más de 14 años), han descendido desde 2014 hasta tener una representación prácticamente irrelevante en la actualidad.

Si el parque de turismos de propulsión eléctrica, el más numeroso por clase de vehículo, envejece en proporción similar a lo que lo está haciendo el de vehículos de propulsión de gasolina y diésel, podría suponer un problema añadido, ya que si bien los coches eléctricos requieren un mantenimiento menor que los de combustibles tradicionales la realidad es bien distinta si, tras un accidente, la batería ha sufrido algún desperfecto por pequeño que sea, dada la mayor complejidad de su reparación y el alto coste actual de sustitución de las baterías.

Figura 4
Antigüedad del parque de turismos con motor eléctrico.



Nota: evolución de la antigüedad del parque de turismos eléctricos en la década 2014-2020.
Fuente: Instituto de investigación sobre vehículos Centro Zaragoza.

A medida que aumenta el parque móvil de vehículos eléctricos, lo hacen también los nuevos retos a los que debemos enfrentarnos y que afectan no solo a los conductores, sino a otros actores como las compañías de seguros, los talleres, los servicios de auxilio en carretera y los Centros autorizados de tratamiento de vehículos al final de su vida útil (CAT) y, por supuesto, a los servicios de emergencias.

Existe por otra parte, cierta controversia en cuanto a la seguridad de estos nuevos vehículos. Mientras que Euro NCAP considera que los coches eléctricos son igual de seguros, incluso más, que los de combustión, en EE.UU. la Junta Nacional de Seguridad en el Transporte (National Transportation Safety Board, NTSB) considera a los coches eléctricos un peligro para la conducción, debido principalmente a su elevado peso y las consecuencias en colisiones con otros vehículos más ligeros.

Álvaro Gómez Méndez, Director del Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la DGT (ONSV), opina que aunque ya hay algunos trabajos científicos publicados, son necesarias más investigaciones con datos reales de accidentes, ya que no existe certidumbre sobre las diferencias de un vehículo eléctrico y uno de combustión tradicional, en términos del riesgo para los ocupantes del vehículo y para los peatones y ocupantes de otros vehículos, ya que aunque, a priori, la mayor masa del vehículo eléctrico supone un menor riesgo para sus ocupantes y un mayor riesgo para terceros, las diferencias en los estilos de conducción pueden compensar el efecto masa.³

No es que los vehículos eléctricos sean más peligrosos para la circulación per se, pero cuando un vehículo más pesado colisiona contra otro más ligero, la peor parte se la lleva el ligero porque absorbe más energía cinética. Su elevado peso, más de 2.000 Kg en la

³ Entrevista telefónica el 1 de abril de 2023.

mayoría de los casos, unido a la ausencia de ruido supone un peligro añadido de atropello para los peatones. Sin olvidar que tienen potencias que llegan a supera los 400 CV, lo que hace que la conducción de estos vehículos sea más compleja, al sufrir una aceleración más brusca de la prevista. La compañía aseguradora AXA afirma que se registran un mayor número de accidentes entre los coches eléctricos, en concreto da la cifra de un 50% más que los coches convencionales. (Franco, 2022)

Del análisis de la información recogida con datos del parque de vehículos a nivel nacional y de Aragón, y de las principales cifras de siniestralidad y lesividad respecto a la implicación de vehículos con motorización eléctrica en vías interurbanas y zonas urbanas de los dos ámbitos territoriales, observamos que a priori, parece ser que el número de accidentes con vehículos eléctricos implicados en vías interurbanas de Aragón es mayor en el caso de los vehículos eléctricos respecto de su parque activo que la siniestralidad respecto del parque del resto de vehículos, si bien en lo que se refiere a siniestralidad en la que ha habido víctimas, es similar en ambos supuestos. Similares resultados se obtienen de la comparativa a nivel nacional.

No ocurre lo mismo en el ámbito urbano, donde la situación es inversa, con una siniestralidad similar respecto del parque respectivo, pero una siniestralidad mayor cuando hay vehículos eléctricos implicados en accidentes con víctimas.

Tabla 3

Siniestralidad de vehículos en Aragón y España en vía interurbana y urbana.

			Eléctricos	Resto	TOTAL	
INTER URBANA 2022	ARAGÓN	Parque	22.803	949.477	972.280	
	ESPAÑA		1.241.120	36.269.824	37.510.944	
	ARAGÓN	Accidentes	220	5.832	6.052	
	ESPAÑA		4.032	99.917	103.949	
	ARAGÓN	% respecto al Parque	0,96%	0,61%	0,62%	
	ESPAÑA		0,32%	0,62%	0,28%	
	ARAGÓN	Accidentes con víctimas	34	934	968	
	ESPAÑA		1.039	22.698	23.737	
	ARAGÓN	% respecto a Accidentes	15,45%	16,02%	15,99%	
	ESPAÑA		25,77%	22,72%	22,84%	
	URBANA 2022	ARAGÓN	Accidentes	99	3.473	3.572
		ESPAÑA		4.962	106.533	111.495
ARAGÓN		% respecto al Parque	0,43%	0,37%	0,37%	
ESPAÑA			0,40%	0,29%	0,30%	
ARAGÓN		Accidentes con víctimas	95	1.187	1282	
ESPAÑA			4.786	41.826	46.612	
ARAGÓN		% respecto a Accidentes	95,96%	34,18%	35,89%	
ESPAÑA			96,45%	39,26%	41,81%	

3. RIESGOS ESPECÍFICOS ASOCIADOS A VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS RIESGOS.

Los cambios en la tecnología de propulsión, conlleva cambios en los riesgos, que no son ni mayores ni menores, son distintos. Tanto el vehículo eléctrico como el vehículo híbrido por sus características conllevan una serie de riesgos asociados entre los que se pueden diferenciar: el riesgo eléctrico, químico y de incendio o explosión, los tres igualmente peligrosos.

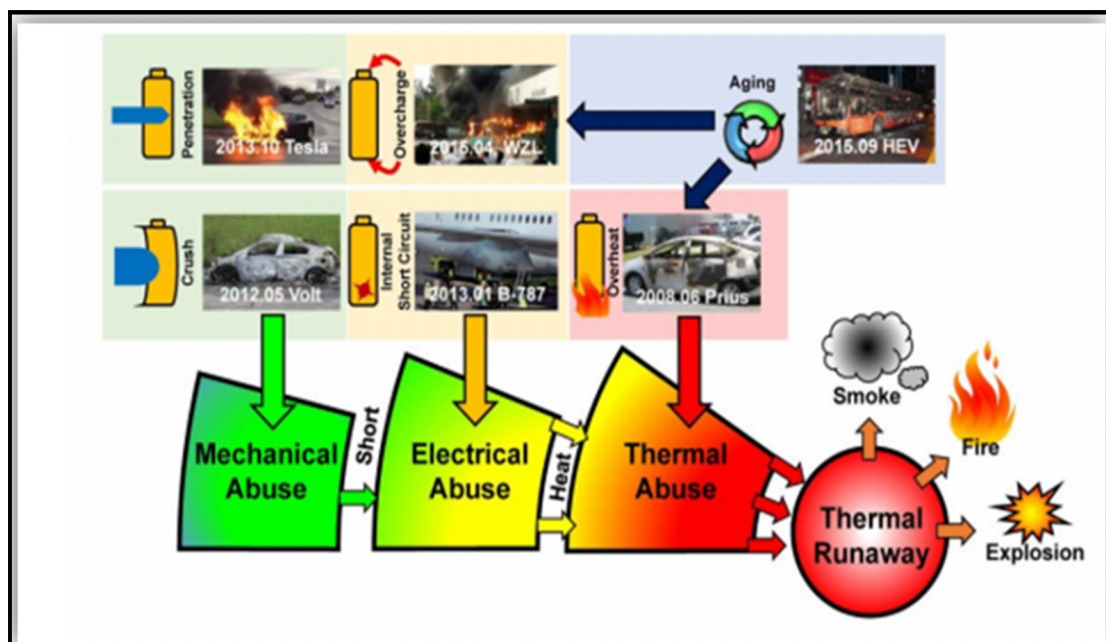
Los investigadores han llegado a la conclusión de que los disolventes inflamables de las baterías de iones de litio son tan peligrosos como los de gasolina o diésel utilizados en vehículos convencionales. (Sthephens, y otros, 2017)

El principal problema de seguridad de estas baterías se debe a un fenómeno llamado fuga térmica o embalamiento térmico (“thermal runaway”), que sigue un mecanismo durante el que los materiales de los componentes de la batería sufren una descomposición en cadena, se liberan gases inflamables, provocando una acumulación de presión y temperatura dentro de la batería y, finalmente, puede desencadenar un incendio difícil de controlar o una explosión.

Feng resume las condiciones de abuso que pueden conducir a una fuga térmica, que incluyen el abuso mecánico, abuso eléctrico y abuso térmico, siendo el cortocircuito interno la característica más común. (Feng, y otros, 2018)

Figura 5

Riesgos específicos asociados a la manipulación de un vehículo eléctrico.



Fuente: Instituto de investigación sobre vehículos Centro Zaragoza, obtenido de (Feng, y otros, 2018, págs. 246-267)

La fuga térmica puede deberse a fallos mecánicos o térmicos dentro de la batería. Un sistema de carga defectuoso o la colisión del vehículo con el consiguiente aplastamiento o penetración del paquete de baterías, puede ocasionar una sobrecarga o descarga excesiva provocando temperaturas elevadas y una fuga térmica.

En cuanto al riesgo eléctrico es aquel originado por la energía eléctrica, incluyéndose dentro del mismo no solamente la probabilidad de sufrir una descarga eléctrica, sino también la probabilidad de sufrir quemaduras por choque eléctrico o arco eléctrico, caídas o golpes como consecuencia del choque eléctrico o arco eléctrico, incendios, explosiones.

Por otro lado, el riesgo químico se produce por la presencia de productos químicos altamente reactivos dentro de la batería de alta tensión. Ante una colisión o accidente de tráfico, se puede producir una fuga de las sustancias químicas de la batería.

Entre los gases tóxicos creados y liberados, la mayor preocupación la presenta el hexafluorofosfato de litio del electrolito, cuya formación aumenta con la temperatura y que en contacto con el agua forma el ácido fluorhídrico HF, altamente tóxico y corrosivo, pudiendo penetrar en la piel causando lesiones profundas en el cuerpo, con consecuencias incluso mortales. (Tacheová, 2022)

Figura 6

Lesiones causadas por ácido fluorhídrico.



Fuente: Revista técnica de Centro Zaragoza. (Tacheová, 2022, pág. 48)

Los vehículos eléctricos e híbridos disponen de varios sistemas de seguridad para impedir que las baterías ardan y para impedir que se produzca el riesgo de electrocución en caso de accidente. Si algún sensor detecta que se ha producido una colisión o se activa el airbag o los pretensores del vehículo, el circuito de alta tensión deja de liberar energía evitando de este modo que se produzca una electrocución y un posible cortocircuito que pueda causar un incendio. Los diseños de las baterías deben contemplar la gestión

térmica, mediante un sistema de enfriamiento que absorba y disipe el calor de los paquetes de baterías de iones de litio. (Vervecken, 2021)

Dependiendo del colectivo profesional que deba manipular o reparar un vehículo eléctrico accidentado o averiado, se va a exponer a un tipo u otro de los riesgos indicados. Por este motivo, en cada caso, se deben analizar las medidas técnicas, organizacionales y personales que haya que llevar a cabo para evitar dichos riesgos.

Es necesario tener presente aspectos tan esenciales como la formación, la información, la divulgación, la adecuación de las instalaciones, los procedimientos de intervención, así como los equipos y herramientas. (AEDIVE y GANVAM, 2020)

La NTSB a raíz de una investigación llevada a cabo en colisiones reales de vehículos eléctricos que se incendiaron con posterioridad al choque, identificó los riesgos de seguridad para los servicios de emergencia derivados de las baterías de iones de litio de alto voltaje de los vehículos: los incendios, la descarga eléctrica, los escapes térmicos y la energía varada. (National Transportation Safety Board (NTSB), 2020)

La Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (National Fire Protection Association, NFPA) en un estudio realizado sobre la capacitación y formación de los servicios de emergencia en la intervención de siniestros viales con vehículos de propulsión eléctrica, identificaron los riesgos, procedimientos y metodologías seguras en esta clase de vehículos. Se determinó que las colisiones de vehículos híbridos y eléctricos provocan muertes potenciales y lesiones graves en la escena del siniestro vial, tanto para el personal de respuesta como para los ocupantes del vehículo, así como la posibilidad de lesiones posteriores al incidente, muerte, o daños a la propiedad de investigadores del accidente, el personal de remolque y salvamento.

Los peligros potenciales identificados por colisiones de estos vehículos se describen en la “Interim Guidance for Electric and Hybrid-Electric Vehicles Equipped with High Voltage Batteries” de la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA), e incluyen energía inmovilizada, movimiento silencioso, gases tóxicos e inflamables que emanan de una batería de Alto Voltaje (High Voltage, HV), fuga térmica, incendios de la batería y la posibilidad de descarga eléctrica a través de cables y componentes de alto voltaje expuestos. (Klock, 2013)

En opinión del Departamento de Transporte de EE.UU. (Department of Transportation, DOT), esta nueva tecnología híbrida y eléctrica no es en sí misma más peligrosa para los servicios de emergencia y el público que los vehículos convencionales con motor de combustión interna de gasolina o diesel. Considera que los servicios de emergencia simplemente no tienen la capacitación y la experiencia en el manejo de incidentes de vehículos eléctricos, comparado con los más de cien años familiarizados con los vehículos de combustión interna. (Klock, 2013, pág. 7)

Cuando finalizan las operaciones de intervención por parte de los servicios de emergencia, sobre todo si ha existido un incendio previo de las baterías, continúa existiendo un riesgo de incendio, ya que las baterías pueden expulsar gases tóxicos e incluso volver a encenderse, lo que representa un riesgo para los servicios de auxilio en carretera, durante el remolque del vehículo desde el lugar del accidente hasta el taller de

reparación o el CAT, donde continuará el riesgo durante su depósito, manipulación y, en su caso, reciclaje.

En resumen, durante la intervención en incidentes y siniestros viales en los que están involucrados vehículos eléctricos con baterías de iones de litio, el personal de emergencia y el personal de segunda respuesta, incluido tanto el personal de transporte del vehículo, como el de reparación, almacenaje y reciclaje, se enfrenta a una serie de riesgos de seguridad relacionados con la descarga eléctrica, fuga térmica, encendido y reencendido de la batería y energía varada.

Rask et Al (2020) revisaron los riesgos y peligros asociados a la energía varada que queda en los sistemas de baterías de iones litio HV, con el objetivo de desarrollar una herramienta que permitiera al personal no experto, como los conductores de grúas, evaluar y desactivar un sistema de baterías HV después de un choque. El problema era que la herramienta requería una conexión directa a los módulos de batería internos a través de un puerto HV y, es muy probable que el Sistema de Gestión de Baterías (Battery Management System, BMS) y/o el puerto HV se dañe como consecuencia de un choque o con ocasión de una fuga térmica, lo que hace que el acceso sea imposible o muy problemático. (National Transportation Safety Board (NTSB), 2020, pág. 61)

En opinión de la Asociación Comercial Europea para la industria de seguridad y protección contra incendios Euralarm (2022), la mera presencia de baterías de iones litio representa un riesgo considerable de incendio y “para limitar la probabilidad y las consecuencias de un incendio de baterías de iones litio debe adoptarse siempre una estrategia integral que incluya la prevención de riesgos, la detección temprana, las acciones de intervención, la extinción activa y la separación física”.

4. RESPUESTA A LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

La pregunta que nos planteamos para abordar esta investigación es si los servicios de emergencia están formados adecuadamente para intervenir en un siniestro vial con implicación de vehículos eléctricos, y a partir de esta pregunta de partida nos planteamos tres preguntas derivadas que pasamos a analizar.

4.1. ¿Existe una formación reglada de actuación en intervenciones en siniestros viales con implicación de vehículos eléctricos?

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)⁴ exige una formación necesaria y suficiente, centrada específicamente en las funciones desempeñadas por el trabajador. En el mismo sentido se manifiesta el Real Decreto sobre riesgo eléctrico⁵, enfocado principalmente a instalaciones eléctricas generales y no a las particularidades del vehículo eléctrico.

Durante la investigación pudimos comprobar la existencia de normas reglamentarias sobre cursos y titulaciones de especialización en mantenimiento de vehículos híbridos y

⁴ Artículos 18 y 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE núm. 269, de 10 de noviembre)

⁵ Artículo 5 del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE núm. 148, de 21 de junio)

eléctricos, dirigidos a sectores como los de transporte, alquiler y fabricación de vehículos, así como de cualificación necesaria exigida a los profesionales de los CAT que se encarguen de la manipulación de vehículos eléctricos, que si bien puede ofrecer un contenido curricular, no resuelve las necesidades específicas de los colectivos de emergencia de respuesta a un siniestro vial.⁶

Hemos comprobado la existencia de algunos centros de formación con cursos específicos homologados en el manejo e intervención de vehículos de alta tensión, y en algunos casos incluso certificadoras como TÜV SÜD, si bien la formación está orientada a las necesidades de los técnicos para la realización de reparaciones seguras y sobre los vehículos al final de su vida útil.

El Instituto de Investigación sobre vehículos Centro Zaragoza o el Centro Savyt Rescue Institute, son centros homologados en España que ofrecen además una formación de primer nivel destinada, entre otros colectivos, a los profesionales de los servicios de emergencia.

Algunas empresas como Irizar e-mobility, dispone de una formación específica dirigida a los conductores de autobuses fabricados por ellos.

Al margen de las normativas referidas, en España no hay ninguna formación reglada respecto a la manipulación de vehículos eléctricos de baterías y de pila de combustible de hidrógeno por los servicios de emergencia.

Sí encontramos en países de la U.E., como Alemania y Francia, una formación reglada⁷, y si bien es de aplicación exclusiva a esos países, puede servir de guía a efectos de establecer una formación reglada en España. De hecho, los programas de los principales Centros formativos se estructuran en tres niveles de capacitación que establecen, tanto la norma alemana como la francesa, pudiendo aplicarse el primer nivel al personal de emergencias.

En EE.UU. la NFPA, tras detectar una carencia de formación del servicio de bomberos sobre las nuevas tecnologías de propulsión, desarrolló un programa integral de capacitación junto a un manual de referencia rápida en escena, en una variedad de formatos y medios⁸, sobre la base de una investigación, llevada a cabo por los Doctores Jamie y Brian Mcallister (2019), cuyo objetivo era evaluar los enfoques actuales utilizados para la formación y capacitación en el servicio de bomberos y, de forma paralela, para otros colectivos de primera intervención como médicos de emergencia,

⁶ Real Decreto 265/2021, de 13 de abril, sobre vehículos al final de su vida útil y por el que se modifica el anexo VI del Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre (BOE núm. 89, de 14 de abril); Real Decreto 281/2021, de 20 de abril (BOE núm. 111, de 10 de mayo) y Real Decreto 109/2022, de 8 de febrero (BOE núm. 34, de 9 de febrero), por el que se establecen los Cursos de especialización en mantenimiento y seguridad en sistemas de vehículos híbridos y eléctricos.

⁷ La formación reglada alemana es la DGUV 200-006 (2012), en la que se establecen los criterios formativos, así como los niveles de cualificación y los métodos de trabajo. La acreditación se obtiene mediante un examen en la Cámara de Comercio Alemana.

La norma francesa es la NFC 18-550, elaborada por la Comisión U21 de Prevención de Accidentes Eléctricos (2015), aprobada por la Asociación Francesa para Estandarización (*Association Française de Normalisation, AFNOR*), basada en requisitos y procedimientos reglamentarios para garantizar la seguridad de las personas frente a riesgos eléctricos.

⁸ La oferta educativa de la NFPA está disponible en el portal web www.EVSafetyTraining.org

enfermeros/as, agentes de orden público e incluso a los profesionales de la enseñanza, en la que llegaron a la conclusión que para garantizar estar actualizados con los cambios que se producen y para evaluar los desafíos al implementar requisitos uniformes de formación, es necesario un modelo de formación continua para los servicios de primera intervención.

En las entrevistas realizadas a los responsables de los colectivos de primera y segunda respuesta a un siniestro vial, asociaciones, investigadores y expertos⁹, el Director de la Escuela de Tráfico de Guardia Civil, Coronel D. José Lope Galiana Fernández-Nespral y el Segundo Jefe del Sector de Tráfico de Aragón de la Guardia Civil, Comandante D. Raúl Castillo, opinan que el marco normativo existente sobre esta clase de vehículos se ha focalizado en los requisitos de homologación y seguridad, así como en las infraestructuras necesarias, pero deja de lado la seguridad en la manipulación de estos vehículos por el personal de respuesta ante un siniestro o auxilio y respecto a la formación, reconocen una carencia para el colectivo de agentes.

Respecto a las encuestas realizadas a los colectivos de primera respuesta a un siniestro vial¹⁰ aunque la muestra es pequeña el dato es significativo, ya que el 60 % de los agentes encuestados manifiesta que hay una carencia de esta formación específica y el 40% restante que solo existe alguna clase de formación.

La Fiscal Delegada de Seguridad Vial de Córdoba, Dña. Natalia Izquierdo Siles, además de ratificar esta carencia formativa en los servicios de emergencia, advierte de los riesgos que están asumiendo los primeros intervinientes por una insuficiente formación en las nuevas propulsiones.

El Director Gerente de la Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos (APTB), D. Gabriel Muñoz Simal, y el Jefe de Intervención del Servicio de Contraincendios del Ayuntamiento de Zaragoza, D. David Galve Marzal, señalan la lenta respuesta de formación a los nuevos escenarios provocados por los vehículos eléctricos, que es suplida por la experiencia y formación general de los bomberos, así como la carencia de una norma que establezca un diseño básico de seguridad para todos los fabricantes, cuestión que hemos podido comprobar es recurrente también en otros países. En la encuesta realizada al colectivo de bomberos del Ayuntamiento y de la Diputación Provincial de Zaragoza, prácticamente el 63% y el 90% respectivamente, señalan una carencia en cuanto a una formación específica.

Del mismo modo, los agentes de la Policía Local y el personal sanitario, reconocen una carencia en cuanto a formación, corroborado por el 73% de los agentes encuestados y del 100% de los sanitarios en las respectivas encuestas. Tanto el Intendente Principal de Tráfico y Seguridad Vial de la Policía Local del Ayuntamiento de Zaragoza, D. Juan

⁹ En los meses de marzo y abril de 2023, se realizaron 22 entrevistas personales, telefónicas y por correo electrónico, a responsables de los colectivos de primera respuesta (ATGC y Policía Local, bomberos y sanitarios) y de segunda respuesta (auxilio en carretera, conservación de carreteras), así como de otros colectivos que intervienen en la manipulación de estos vehículos, como los talleres de reparación de vehículos y los CAT, además de responsables de la administración, asociaciones, investigadores y expertos relacionados con el vehículo eléctrico.

¹⁰ Se realizó una encuesta a 166 profesionales de los colectivos de Guardia Civil, Policía Local, Bomberos y Sanitarios del 112 de la provincia de Zaragoza, mediante un formulario con seis preguntas con ítems de respuesta predeterminados.

M. Maroto Valer, como el responsable Seguridad y Protección Civil (112) del Gobierno de Aragón, D. Miguel A. Cavero, manifiestan una carencia absoluta de formación específica respecto a la intervención y manejo de esta clase de vehículos. En el mismo sentido se manifiesta el Ingeniero Jefe del Servicio de Conservación y Explotación de Carreteras del Estado, D. Rafael Benavente, respecto del colectivo de operarios de conservación de carreteras, en el que la formación es escasa o incluso nula.

En cuanto a los presidentes de la Asociación Aragonesa de Asistencia en Carretera (AARAC), D. José Alonso Doto, y la de Talleres de Reparación de Vehículos de Zaragoza (ATARVEZ), D. José A. Mora Sotoca, alegan la carencia formativa además de la falta de regulación propia, si bien la presidenta de la Asociación de Desguaces de Aragón (ADESAR), Dña. M^a Antonia Cebollada, indica la existencia de iniciativas desde distintos sectores sobre una oferta formativa especializada, que se irá consolidando conforme se generalice el uso de este tipo de vehículos.

En la entrevista realizada a D José M. Cáncer Abóitiz, Director General del Centro de Experimentación y Seguridad Vial de MAPFRE (CESVIMAP), y a D. Guillermo Magaz Pilar, Director General de la Asociación de Entidades Colaboradoras con la Administración en la Inspección Técnica de Vehículos (AECA-itv), señalan una ausencia de normativa y consideran que hay una carencia formativa específica.

En el mismo sentido se manifiesta la ingeniera responsable del vehículo eléctrico y movilidad del Instituto de investigación sobre vehículos Centro Zaragoza, Dña. Ana Olona, y la Subdirectora General Adjunta de Vehículos de la DGT, Dña. Susana Gómez Garrido, aboga por avanzar hacia una normativa legal y reglamentaria de ámbito europeo, reconociendo la inexistencia de una referencia unificada de formación de ámbito estatal.

También hemos detectado durante la investigación la falta de formación y de información del conductor usuario de la vía. Hacíamos referencia a la mayor complejidad en la conducción de esta clase de vehículos y las consecuencias que podría tener en la siniestralidad, con la consiguiente necesidad de intervención de los servicios de rescate o de auxilio en carretera.

Al analizar las encuestas y entrevistas realizadas a profesionales del mundo de la formación de conductores y responsables de la DGT y profesionales y expertos del ámbito de la seguridad vial, observamos que no solo se considera la ausencia de formación en los conductores usuarios de la vía, sino también de una mera información sobre esta clase de vehículos.

Mientras que el Vicepresidente Nacional de la Confederación Nacional de Autoescuelas (CNAE), D. Sergio Olivera, considera necesaria una reeducación de los conductores ante el diferente comportamiento de estos vehículos durante la conducción, el Director del ONSV, considera que, si bien el grado de formación de los conductores usuarios de la vía es bajo, la reeducación no es una solución viable, debiendo actuar a través de campañas de información y concienciación, con participación de los concesionarios de automóviles, así como incluir la formación sobre la conducción de vehículos eléctricos en el ámbito de las Escuelas Particulares de Conductores (EPC).

De la investigación realizada podemos concluir que, si bien existe una cierta oferta formativa por distintas asociaciones y organizaciones en relación con el vehículo

eléctrico, la formación reglada existente está más dirigida a los profesionales de los talleres de reparación de vehículos y de los CAT que a los servicios de emergencia de primera y segunda respuesta.

En cuanto a los servicios de emergencia, salvo el servicio de bomberos en el que su formación general podría suplir la formación específica necesaria para intervenciones de esta clase de vehículos, el resto de intervinientes carecen de una formación específica, caso de los Sanitarios y Policías Locales y, si bien la ATGC acaba de diseñar un programa formativo, aún no ha llegado a implementarse para que alcance a todos sus componentes, cuestión que debería abordarse a la mayor brevedad.

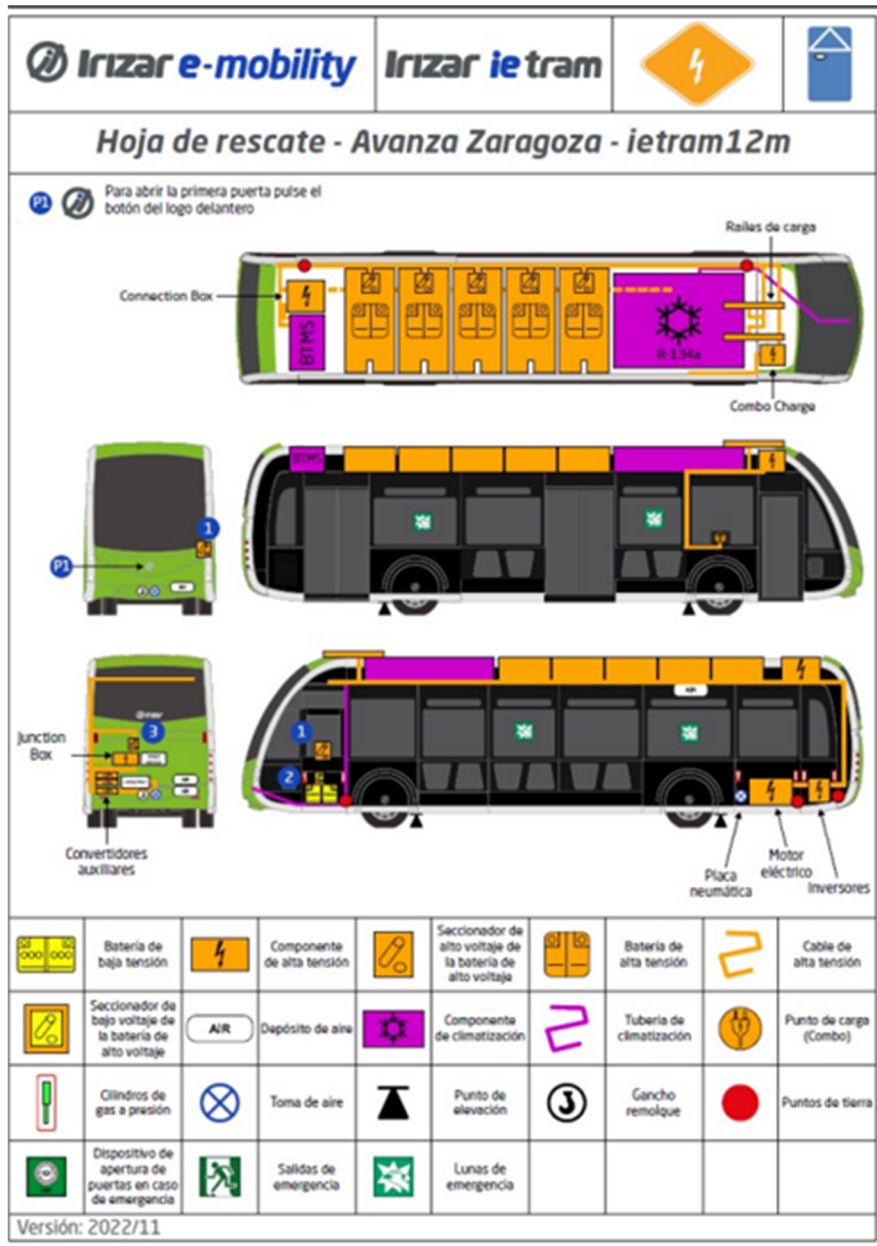
4.2. ¿Existe un protocolo específico unificado de actuación en intervenciones en siniestros viales con esta clase de vehículos?

La Asociación Profesional de Rescate en Accidentes de Tráfico (APRAT) y la DGT publicaron un Manual Básico que recoge el Procedimiento Unificado de Rescate. Por otra parte, existen multitud de documentos de contenido variado desarrollados por diferentes actores de los servicios de emergencias a lo largo de la geografía española, que recogen en diferentes formatos y en distinta medida, las diferentes fases del protocolo unificado de rescate en accidentes de tráfico, adaptado, más o menos, a las singularidades del vehículo eléctrico, pero sin que pueda hablarse de un protocolo unificado de actuación conjunta. Se han analizado algunos procedimientos internos de actuación de diferentes colectivos de intervención de ámbito regional. (Jimenez Onetti, y otros, 2015; Bonilla Blas, y otros, 2019; Mateo Fernández, 2021; Agencia de Seguridad y Emergencias Madrid (ASEM), 2019)

Los diseños cada vez más seguros de los vehículos traen a su vez nuevos desafíos para el rescate de víctimas de un siniestro vial atrapadas en sus vehículos, al igual que la aparición de nuevas formas de propulsión, como la utilizada por los vehículos híbridos y eléctricos. Como encontrar y desconectar la batería en estos automóviles es un problema añadido, que puede verse agravado en función de las deformaciones sufridas en la estructura del vehículo como consecuencia del siniestro vial.

Las hojas de rescate, elaboradas y distribuidas por los fabricantes de vehículos para cada modelo, permiten identificar los riesgos. La utilización en toda Europa de una hoja de rescate estandarizada es vital en situaciones en las que cuenta cada segundo, evitando retrasos innecesarios al proporcionar a los equipos de rescate la información necesaria.

Figura 7
Hoja de rescate autobús urbano 100% eléctrico Irizar ietram.



Fuente: Avanza Zaragoza.

Euro NCAP en colaboración con el Comité Técnico Internacional de prevención y extinción del Fuego (International Association of Fire and Rescue Services/Comité Technique International de prévention et d’extinction du Feu, CTIF) desarrolló la aplicación Euro Rescue que permite a los servicios de emergencias acceder de una forma ágil a información relevante del vehículo.¹¹

¹¹ La aplicación “Euro Rescue” está disponible tanto para Apple (https://lnkd.in/gZKN_Qd) como para Android (<https://lnkd.in/gPPhpCY>). También está la aplicación *Crash Recovery System de Moditech* para Apple (<https://apps.apple.com/app/crash-recovery-system/id1468268628?ls=1>) y para Android (<https://play.google.com/store/apps/details?id=crs.mobile.moditech.com>)

Ya en el año 2010, la NFPA coorganizó con la Sociedad de Ingenieros Automotrices, SAE Internacional (Society of Automotive Engineers, SAE) una Cumbre Nacional, para abordar cuestiones relacionadas con códigos y estándares de seguridad de vehículos eléctricos, infraestructura y personal de emergencia. Su objetivo era que personas, organizaciones y agencias clave, desarrollaran un conocimiento común para garantizar los estándares de seguridad eléctrica y contraincendios que afectan a los vehículos eléctricos. En 2016 se celebró nuevamente una cumbre de seguridad sobre el vehículo de combustible alternativo, ante el imparable crecimiento experimentado, llegando a la conclusión que “lo más importante para el personal de respuesta a emergencias es una comprensión clara y rápida de todos los peligros a los que se enfrentan, especialmente durante una emergencia, cuando la información precisa en tiempo real es fundamental.” (Grant, Alternative Fuel Vehicle Safety Summit, 2016)

Las organizaciones americanas NFPA y NTSB a raíz de sendas investigaciones identificaron los riesgos de seguridad para los servicios de emergencia, planteando que el problema principal es la gran cantidad de información de seguridad vital sobre un automóvil a la que un rescatista necesita acceder ante la respuesta a un accidente y con el fin de limitar el nivel de riesgo y adoptar soluciones integradas de protección e intervención desarrolló una guía de campo de referencia rápida (Electric/Hybrid Vehicle Emergency Fiel Guide, EFG), además de una serie de recomendaciones de mejores prácticas y procedimientos comunes para la protección del personal de respuesta a emergencia.¹²

La NFPA, llevó a cabo una investigación para evaluar las diferencias de los incendios de vehículos con motor de combustión interna con los incendios asociados a vehículos eléctricos. Con el objetivo de reforzar la Guía de campo de emergencia para vehículos eléctricos de la NFPA, el proyecto buscaba desarrollar las mejores prácticas para los procedimientos de respuesta de emergencias para incidentes de baterías con vehículos eléctricos. (Long Jr., Blum, Bress, & Cotts, 2013)

La NFPA mantiene una colección de Guías de Respuesta a Emergencias (Emergency Response Guides, ERG) de más de 35 fabricantes de vehículos de combustible alternativo, que pueden descargarse de forma gratuita. (U.S. Fire Administration (USFA), 2022)¹³

Euralarm (2022), confeccionó una guía sobre soluciones integradas de protección contraincendios para baterías de iones litio, destinada a los profesionales de la seguridad, la protección, la extinción y la supresión de incendios en relación con el uso, el almacenamiento y el transporte de baterías de iones de litio y su riesgo de incendio.

Países europeos como Alemania, a partir del trabajo realizado por Katharina Wöhrle et Al (2021), del CARISSMA Institute of Electric, Connected and Secure Mobility (CECOS), elaboraron un documento de recomendaciones y manejo de vehículos eléctricos accidentados, en el que además de analizar los riesgos para los servicios de rescate, establecen los Procedimientos Generales para Accidentes de Tráfico con BEV y

¹² La Guía práctica de emergencia para vehículos eléctricos/híbridos (*Electric/Hybrid Vehicle Emergency Fiel Guide, EFG*) contiene solo la información de seguridad BEV más importante y está disponible como manual impreso y en dispositivos móviles inteligentes, en un formato altamente indexado y consistente para cada fabricante.

¹³ <https://www.nfpa.org/education-and-research/emergency-response/emergency-response-guides?l=515>

la secuencia de rescate a partir de la llamada de emergencia hasta el remolque y posterior reciclaje del vehículo. Francia ha desarrollado también una serie de guías y documentos de recomendaciones y manejo de vehículos eléctricos accidentados.

Organizaciones como el CTIF y SAE Internacional (2019), desarrollaron respectivamente la norma ISO 17840 y la práctica recomendada SAE 2990, cuyo objetivo es el establecimiento de un formato estándar de las guías de respuesta a emergencias y una serie de recomendaciones de mejores prácticas y procedimientos comunes para la protección del personal de respuesta a emergencias.

La NTSB (2020), debido a que el diseño de los vehículos eléctricos es diferente para las distintas marcas y modelos, y dado que el personal de respuesta para el rescate y la extinción de incendios, necesita una guía de emergencia práctica específica para las características de cada vehículo eléctrico, recomendó el cumplimiento de la norma ISO 17840 en las ERG de vehículos eléctricos de los fabricantes.

En una investigación del año 2020 de la NTSB sobre los riesgos de seguridad a los que se enfrentan los servicios de emergencia cuando intervienen en vehículos con baterías de iones de litio de alto voltaje¹⁴, además de identificar los riesgos a los que se enfrenta el personal de respuesta a emergencias, identificó dos carencias de seguridad: insuficiencia de las guías de respuesta a emergencia de los fabricantes de vehículos para minimizar los riesgos planteados por los incendios de las baterías, para los primeros y segundos respondedores, y brechas en los estándares de seguridad y la investigación relacionada con las baterías en colisiones a alta velocidad. (National Transportation Safety Board (NTSB), 2020)

La encuesta realizada a los 166 profesionales de los colectivos de primera respuesta (agentes, bomberos y sanitarios) es prácticamente unánime. La totalidad de los responsables de los colectivos de emergencias de primera y segunda respuesta entrevistados señalan la necesidad de contar con un protocolo de actuación unificado y coordinado entre los distintos agentes intervinientes.

El Director de la Escuela de Tráfico, considera básico la existencia de ese protocolo junto a la formación, máxime cuando en muchas ocasiones serán los agentes de la Guardia Civil quienes lleguen los primeros al siniestro con un escenario de necesidad de auxilio inmediato y el Director Gerente de APTB señala la extensión del protocolo de ámbito estatal a nivel europeo.

Dña. Susana Garrido de la DGT, considera conveniente contar con un protocolo unificado, coordinado y actualizado periódicamente con las innovaciones de este tipo de sistemas de propulsión y D. Jesús Monclús, Director del área de prevención y seguridad vial de la Fundación MAPFRE, ve una oportunidad para trabajar en unos protocolos y formaciones estándares en la U.E. e incluso a nivel más internacional.

La Fiscal Delegada de Seguridad Vial, precisa que además de los apartados comunes y básicos destinados a todos los primeros intervinientes para garantizar su seguridad en la intervención, debe incluir los apartados correspondientes que respeten las

¹⁴ Informe de investigación NTSB/SR-20/01

especificidades de cada colectivo, especialmente el de bomberos ya que son los destinados a reducir o anular los riesgos que estos vehículos generen.

ATARVEZ y ADESAR consideran necesario un protocolo unificado, AECA-itv por su parte manifiesta no disponer de un procedimiento específico, accediendo a la información a través de programas y plataformas comerciales y AARAC, considera del todo necesario establecer un protocolo de actuación unificado que coordine los servicios de grúa con otros agentes de intervención y, aporta información sobre que ninguna de las empresas de auxilio en carretera encuestadas por la propia asociación, ha sido informada, conoce o aplica un protocolo, ya sea interno o coordinado, entre los distintos agentes de intervención de primera o segunda respuesta.

La investigadora de Centro Zaragoza, Dña. Ana Olona, opina que la información suministrada por los fabricantes es adecuada, si bien es cierto que al no haber una ubicación universal y común del conector de mantenimiento para desconectar el HV se hace necesario apoyarse en la Hoja de Rescate y resalta la importancia de que cuando el vehículo eléctrico averiado o accidentado llegue al taller, se facilite la información de las actuaciones que se han realizado sobre el mismo, permitiendo que el taller conozca las actuaciones realizadas sobre el vehículo, lo que contribuirá a que dicho personal adopte, en su caso, las medidas más adecuadas de protección y/o prevención antes de manipular el vehículo eléctrico o sus componentes.

Pérez de Lucía de AEDIVE, considera que lo que hay es una falta de información suficiente que dé a conocer a los diferentes colectivos la documentación disponible y cómo acceder a la misma.

En el proyecto de capacitación de la comunidad de emergencias de los EE.UU. desarrollado por la NFPA, precisamente uno de sus objetivos era establecer mejores comunicaciones entre los fabricantes de automóviles y los servicios de emergencias para mejorar el acceso a la información de seguridad necesaria. (Klock, 2013)

Podemos concluir que hay información puesta a disposición de los diferentes colectivos a través de las hojas de rescate, pero salvo el Manual Básico de APRAT/DGT, no hay un protocolo específico de intervención en siniestros viales con vehículos eléctrico o híbridos implicados. Existe más una voluntariedad por parte de algunos Servicios de Emergencias de regular estos procedimientos que la existencia de auténticos protocolos o guías y, que en ningún caso están unificados, coordinados y generalizados.

Nada que ver con las investigaciones y estudios de las agencias americanas NFPA y NTSB, así como las cumbres para el desarrollo de un conocimiento común, de códigos y estándares de seguridad, la aprobación de una Guía rápida de emergencia, recopilación de información crítica y de guías de fabricantes, una formación continuada de los servicios de emergencia y en definitiva procedimientos comunes de actuación.

La respuesta de los actores implicados en la intervención es prácticamente unánime sobre la necesidad de un protocolo de actuación unificado, protocolo que se extienda también a los segundos respondedores, opinión que es respaldada por la práctica totalidad de las personas entrevistadas, pertenecientes a diversos ámbitos, incluyendo algunos de ellos la necesidad de que dicho protocolo unificado sea incluso a nivel europeo.

4.3. ¿Dispone el personal de emergencias de los equipos de protección necesarios para estas intervenciones?

Todas las medidas de seguridad y salud en el trabajo deben cumplir los principios generales de prevención de riesgos establecidos en la LPRL y demás normativa de aplicación, aplicar el principio de minimización de riesgos y no olvidar que una fuente de peligro son la falta de cualificación y las instrucciones inadecuadas a los empleados.

Dependiendo del colectivo profesional que deba manipular o reparar un vehículo eléctrico accidentado o averiado, se va a exponer a un tipo u otro de los riesgos indicados anteriormente. Por este motivo, en cada caso, se deben analizar las medidas técnicas, organizacionales y personales que haya que llevar a cabo para evitar dichos riesgos.

Para la manipulación segura de un vehículo eléctrico e híbrido existen Equipos de Protección Individual (EPI) obligatorios y otros recomendados. Todo aquel que tiene que manipular o reparar un vehículo eléctrico o híbrido accidentado deberá utilizar obligatoriamente los siguientes EPI: Guantes y calzado con protección dieléctrica, gafas contra impacto y el Equipo de Respiración Autónoma (ERA) para el colectivo de bomberos.¹⁵

De las encuestas realizadas al personal perteneciente a los colectivos de primera intervención, se desprende que salvo en el caso de los bomberos, mayoritariamente los agentes y sanitarios opinan que se les debería proporcionar los EPI necesarios cuando la intervención se produzca con implicación de vehículos eléctricos.

La Fiscal de Seguridad Vial entrevistada, opina que los agentes deben esperar a la llegada de los bomberos, procediendo entretanto a la identificación del vehículo, inmovilizarlo en su caso y establecer una zona de seguridad, viendo factible contar con guantes dieléctricos para ocasiones puntuales.

El Manual Básico de Rescate en Accidentes de Tráfico, establece en el protocolo general que, en el caso de fueran los agentes de la ATGC los primeros en llegar al accidente (lo ordinario en las vías interurbanas) y en el caso de riesgo inminente para la víctima, se permite su extracción con la correspondiente ubicación posterior de la víctima en una zona segura hasta la llegada de Bomberos o Servicios Sanitarios. Nos encontramos ante la disyuntiva de una intervención necesaria de rescate y una desprotección del agente al no disponer siquiera de un equipo de protección mínimo contra el riesgo eléctrico.

Del estudio realizado se desprende que los guantes de protección dieléctricos que protegen del contacto, aunque sea accidental con un elemento conductor, así como las gafas que evitan posibles quemaduras en la cara producidas por arco eléctrico, son dos EPI con los que deberían contar los agentes que intervienen en siniestros viales con implicación de vehículos eléctricos.

¹⁵ Los guantes dieléctricos deben cumplir la norma UNE-EN 60903:2005 que especifica los requisitos para la fabricación, verificación y correcta utilización de los guantes y manoplas aislantes de la electricidad, con y sin protección mecánica. Las pantallas faciales certificadas según UNE-EN 166-2002 (protección individual de los ojos) son los únicos protectores oculares válidos para esta zona del cuerpo, además incluyen la exigencia de protección contra arco eléctrico de cortocircuito.

El Jefe de Intervención de Bomberos manifiesta que, si el interviniente va a actuar sobre un riesgo debe tener su EPI adecuado y, realiza una aportación de suma importancia al señalar que la utilización de equipos de categoría III (los que protegen contra riesgos que pueden tener consecuencias muy graves como la muerte o daños irreversibles) como son los guantes de protección dieléctricos o un ERA, debe ir acompañada de un entrenamiento en su utilización y un mantenimiento adecuado. Lo que nos conduce nuevamente a la necesidad de una formación reglada y unificada que contemple todos los aspectos.

5. CONCLUSIONES.

Conforme a lo expuesto en el análisis realizado, confirmamos que, si bien existe información y guías disponibles, no se ha encontrado ni una formación reglada ni protocolos de actuación unificados en España dirigidos a los servicios de emergencias que intervienen en siniestros viales con implicación de vehículos con propulsión eléctrica. Se ha constatado carencias en cuanto a la necesaria formación adecuada de los servicios de emergencia durante la intervención en un siniestro vial con implicación de vehículos eléctricos, e incluso las guías de respuesta a emergencia de los fabricantes de vehículos presentan algunas carencias para minimizar los riesgos planteados.

Haremos algunas recomendaciones en la línea de las investigaciones llevadas a cabo por las organizaciones y agencias clave referenciadas, y de las opiniones de los profesionales y expertos en la materia que han sido entrevistado con motivo de este trabajo.

La primera propuesta es, organizar una cumbre nacional, al estilo de la celebrada en los EE.UU. en 2010 y 2016 por la Fundación de Investigación de Protección Contra incendios de la NFPA (Fire Protection Research Foundation), para abordar cuestiones relacionadas con estándares de formación y seguridad que afectan, a los vehículos eléctricos y con otros sistemas de propulsión distintos a los de combustión tradicionales, así como, al personal de emergencia de primera y segunda respuesta.

Dada la compleja organización territorial del Estado español, con tres ámbitos territoriales y competenciales, habrá que determinar qué administraciones, organismos, instituciones, etc. de ámbito nacional y/o sectoriales deberán participar. La organización federal de países como EE.UU. y Alemania, unido a que ambos han realizado investigaciones sobre la materia objeto de estudio y disponen de una formación reglada y de protocolos estandarizados, podría marcar la hoja de ruta de una iniciativa, incluso a nivel europeo, para abordar de una manera integral los retos actuales y futuros que, en materia de seguridad y medio ambiente, trae la creciente implantación de vehículos con nuevas energías de propulsión. Propuesta secundada por los responsables entrevistados de DGT, Fundación MAPFRE y la asociación APTB.

Otras Instituciones, asociaciones, institutos, fundaciones, investigadores de la Universidad y otros ámbitos relacionados con las nuevas tecnologías de la motorización de vehículos y los estándares de seguridad deberán formar parte de un equipo multidisciplinar y asociaciones de fabricantes y concesionarios, como ANFAC y FACONAUTO, son imprescindibles en cuanto que de los fabricantes depende en gran medida la información necesaria que figure en las guías y hojas de respuesta para minimizar los riesgos de esta clase de vehículos.

Siguiendo la línea de la NFPA estadounidense, debería desarrollarse un programa integral de capacitación para los servicios de emergencia y desarrollar una guía de referencia rápida en la escena del siniestro o incidente vial, por lo que sería recomendable añadir a la formación reglada del Real Decreto 614/2001, las directrices de la norma alemana DGUV 200-06 y de la norma francesa NFC 18-550.

La formación y capacitación continua de los profesionales sanitarios y de emergencias es fundamental, por lo que debería programarse una actualización permanente a medida que se vayan desarrollando nuevas tecnologías de propulsión, que no debería limitarse a una formación exclusivamente académica, debiendo incluir actividades como cursos de especialización y actualización, jornadas o foros de intercambio de experiencias.

Adoptando la propuesta alemana, para suplir la imposibilidad actual de acceder a los datos de los parámetros relevantes de la batería, ya que están encriptados y son accesibles solo para los fabricantes, promover entre los fabricantes el desarrollo en los nuevos diseños de los vehículos, de un futuro Registrador de Datos de Eventos (Event Data Recorder, EDR) que actúa como una caja negra, que contenga un mínimo de datos requeridos sobre el accidente. Datos que se envían a un centro de datos y que estarían disponibles inmediatamente después del choque. (Wöhrl, Geisbauer, Nebl, Lott, & Schweiger, 2021, pág. 15)

Realizar campañas informativas y de concienciación, utilizando los resultados de las investigaciones, sería una buena práctica a implementar. Incluir en el protocolo de actuación la transmisión de datos sobre la batería y el sistema de propulsión a los equipos de emergencias y el acceso en tiempo real a la matrícula y datos técnicos de los vehículos, sería otra buena práctica.

Referencias

- AEDIVE y GANVAM. (08 de Febrero de 2020). Cuaderno de recomendaciones de seguridad en talleres de reparación y mantenimiento en lo que se refiere a vehículos híbridos y eléctricos. Recuperado el 02 de abril de 2023, de <https://aedive.es/adecuacion-talleres-movilidad-electrica-evitara-desaparicion-centros-posventa/>
- Agencia de Seguridad y Emergencias Madrid (ASEM). (octubre de 2019). *Procedimiento de Actuación Conjunta para la intervención en siniestros viales*. (A. C. Madrid, Ed.) Recuperado el 2023, de www.comunidad.madrid/https://www.comunidad.madrid/hospital/summa112/profesionales/procedimiento-actuacion-conjunta-intervencion-siniestros-viales
- APRAT y DGT. (2019). *Manual Básico de Rescate en Accidentes de Tráfico*. (D. G. Tráfico, Ed.) Madrid: Editorial Cuarto Centenario.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (Abril de 2002). norma española UNE-EN 166. Protección individual de los ojos. *Especificaciones*, 39. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (Septiembre de 2005). Norma española UNE-EN 60903. Trabajos en tensión. *Guantes de material aislante*, 65. Madrid: AENOR.
- Bonilla Blas, D., Vélez Álvarez, J. A., García Sánchez, L., Basset Blesa, J. M., Ballester, P. S., Ortíz Linares, J. A., & Herrera de Pablo, P. (06 de mayo de 2019). *Plan de Actuación Conjunta en Accidentes de Tráfico*. (ATGC-BCV-SES-CV, Ed.) Recuperado el 2023, de [www.bombersdv.es: https://www.bombersdv.es/protocols-dactuacio/](http://www.bombersdv.es/https://www.bombersdv.es/protocols-dactuacio/)
- Comisión U21 de Prevención de Accidentes Eléctricos. (06 de junio de 2015). *fr.scribd.com*. Recuperado el 03 de abril de 2023, de <https://es.scribd.com/document/541488510/PR-NF18-550-ES#>
- DGUV 200-006. (abril de 2012). *Training for work on vehicles with high voltage system*. Obtenido de www.dguv.de: <https://aftermarket.zf.com/remotemedi/new-structure-2020/zf-aftermarket/pdf-s/training-high-voltage-vehicles-200-006-en.pdf>
- Euralarm. (2022). *Guideline on Integrated fire protection solutions for lithium-ion batteries*. Zug, Switzerland: Euralarm.
- EuroNCAP. (s.f.). www.euroncap.com. Recuperado el febrero de 2023, de <https://www.euroncap.com/es>
- Feng, X., Ouyang, M., Liu, X., Lu, L., Xia, Y., & He, X. (January de 2018). Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles. *Energy Storage Materials*. (H. M. Cheng, Ed.) *Energy Storage Materials*, 10, 246-267. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ensm.2017.05.013>
- Franco, J. C. (31 de agosto de 2022). *forococheselectricos.com*. Recuperado el 01 de abril de 2023, de <https://forococheselectricos.com/2022/08/segun-axa-coches-electricos-pueden-ser-mas-peligrosos.html>

- Grant, C. C. (2010). *Annual Electric Vehicle Safety Standards Summit. Summary Report*. Co-Hosted by SAE International & National Fire Protection Association (NFPA). Quincy, Massachusetts: Fire Protection Research Foundation. Obtenido de www.nfpa.org and www.sae.org
- Grant, C. C. (agosto de 2016). *Alternative Fuel Vehicle Safety Summit*. Quincy, Massachusetts: Fire Protection Research Foundation. Obtenido de <https://www.nfpa.org/education-and-research/research/fire-protection-research-foundation/projects-and-reports/proceedings/alternative-fuel-vehicle-safety-summit>
- Instituto de investigación sobre vehículos Centro Zaragoza. (2022). *Manipulación segura de vehículos híbridos y eléctricos*. Obtenido de www.centro-zaragoza.com.
- Jimenez Onetti, R., Cobián Martínez, P. C., Barón Hidalgo, F., Quesada Hernández, Á. A., Marchal Carmona, J., Flores Ortega, F., . . . García del Águila, J. J. (2015). *Procedimiento Operativo de actuación conjunta en los accidentes de tráfico en Andalucía*. (E. P. Sanitarias, Ed.) Recuperado el 2023, de www.epes.es: <http://www.epes.es/?publicacion=procedimiento-actuacion-en-los-accidentes-de-trafico-en-andalucia>
- Klock, A. (junio de 2013). *Emergency responder training for Advanced Electric Drive Vehicles*. National Fire Protection Association. Quincy, Massachusetts: The Fire Protection Research Foundation. Obtenido de www.nfpa.org/Foundation
- Long Jr., R. T., Blum, A. F., Bress, T. J., & Cotts, B. R. (27 de junio de 2013). *Best Practices for Emergency Response to Incidents Involving Electric Vehicles Battery Hazards: A Report on Full-Scale Testing Results. Final Report*. Quincy, Massachusetts: The Fire Protection Research Foundation. Obtenido de https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f8/final_report_nfpa.pdf
- Mateo Fernández, J. (agosto de 2021). *Riesgos en la actuación policial con vehículos híbridos y eléctricos implicados en accidentes de circulación*. Recuperado el 2023, de [spls.es](https://spls.es/wp-content/uploads/2021/08/RIESGOS-EN-LA-ACTUACION-CON-VEHICULOS-HIBRIDOS-IMPPLICADOS-EN-ACCIDENTES-DE-CIRCULACION): <https://spls.es/wp-content/uploads/2021/08/RIESGOS-EN-LA-ACTUACION-CON-VEHICULOS-HIBRIDOS-IMPPLICADOS-EN-ACCIDENTES-DE-CIRCULACION>
- McAllister, J., & McAllister, B. (septiembre de 2019). *Fire and Emergency Service Personnel Knowledge and Skills Proficiency*. National Fire Protection Association. Quincy, Massachusetts: Fire Protection Research Foundation. Obtenido de [web:nfpa.org/foundation](http://www.nfpa.org/foundation)
- National Transportation Safety Board (NTSB). (23 de junio de 2020). *Safety Risk to Emergency Responders from Lithium-Ion Battery Fires in Electric Vehicles*. NTSB/SR-20/01. Recuperado el 01 de marzo de 2023, de www.usfa.fema.gov: <https://www.nts.gov/safety/safety-studies/Documents/SR2001.pdf>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (2022). *La Estrategia de Seguridad Vial 2020-2030*. Madrid: Dirección General de Tráfico. Obtenido de www.dgt.es
- Organización Mundial de la Salud. (19-20 de febrero de 2020). *Tercera Conferencia Ministerial Mundial sobre Seguridad Vial*. Obtenido de www.roadsafetysweden.com/about-the-conference/stockolm-declaration/

- Rask, E., Pavlich, C., Stuntenberg, K., Duoba, M., & Keller, G. (2020). *Stranded Energy Assessment Techniques and Tools*. Washington,DC: National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Obtenido de <https://rosap.nhtsa.gov/view/dot/43941>
- SAE International. (29 de julio de 2019). *SAE J2990 Hybrid and EV First and Second Responder Recommended Practice Overview*. Recuperado el 19 de marzo de 2023, de https://www.sae.org/standards/content/j2990_201907/
- Stheppens, D., Shawcross, P., Stout, G., Sullivan, E., Saunders, J., Risser, S., & Sayre, J. (2017). *Lithium-ion Battery Safety Issues for Electric and Plug-in Hybrid Vehicles*. DOT HS 812 418. Washington, DC: National Highway traffic Safety Administration (NHTSA). Obtenido de https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/documents/12848-lithiumionsafetyhybrids_101217-v3-tag.pdf
- Tacheová, E. (diciembre de 2022). baterías de iones de litio ¿Porqué y cuándo suponen un riesgo de contacto químico para las personas? *Revista Técnica de Centro Zaragoza*(94), 46 - 48. Obtenido de www.centro-zaragoza.com
- TÜV SÜD. (Abril de 2023). www.tudsud.com/es-es/formacion-vehiculo-electrico. Recuperado el Abril de 2023
- U.S. Fire Administration (USFA). (23 de junio de 2022). Emergency Response Guides for Electric Vehicles and Lithium ion Batteries. Recuperado el 19 de marzo de 2023, de <https://www.usfa.fema.gov/blog/ig-062322.html>
- Vervecken, L. (17 de abril de 2021). *Thermal Runaway: Lithium-ion Battery Safety*. (Diabatix) Recuperado el 2023, de www.diatatix.com: <https://www.diatatix.com/blog/prevent-thermal-runaway>
- Wöhr, K., Geisbauer, C., Nebl, C., Lott, s., & Schweiger, H. G. (16 de febrero de 2021). Crashed Electric Vehicle Handling and Recommendations-State of the Art in Germany. *energies*, 21. Obtenido de <https://www.mdpi.com/q996-1073/14/4/1040>