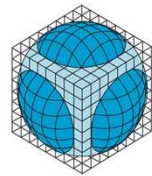


# Centro Zaragoza

## 2. Riesgos Asociados y Primeros Auxilios



**CENTRO ZARAGOZA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
SOBRE VEHÍCULOS, S.A.

## 2. RIESGOS ASOCIADOS Y PRIMEROS AUXILIOS

1. Analizar **distintos tipos de riesgos asociados** a la manipulación de un vehículo eléctrico o híbrido enchufable.
2. Analizar el **riesgo que conlleva el uso de baterías de ion Litio**.
3. Conocer distintas **medidas de primeros auxilios** ante un posible accidente eléctrico o químico en el que se vea implicado un vehículo eléctrico o híbrido enchufable.
4. Conocer lo que establece la normativa en España respecto a la manipulación segura del vehículo eléctrico o híbrido enchufable.

# RIESGOS ELÉCTRICOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## Tipos de riesgos:

- RIESGOS ELÉCTRICOS.
- RIESGOS QUÍMICOS.
- RIESGOS DE INCENDIO/EXPLOSIÓN.

## Las medidas se clasifican en:

- **Técnicas:** asilamiento, cubierta fija.
- **Organizacionales:** esperar un tiempo apropiado para permitir la disipación del voltaje.
- **Personales:** equipos de protección personal (guantes aislantes, casco con visor), instrucción.



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

<b>Alta Tensión:</b>	<b>Corriente Alterna AC &gt; 1000 V</b> <b>Corriente Continua DC &gt; 1500 V</b>
<b>Baja Tensión:</b>	<b>Corriente Alterna AC : <math>50\text{ V} &lt; U \leq 1000\text{ V}</math></b> <b>Corriente Continua DC: <math>75\text{ V} &lt; U \leq 1500\text{ V}</math></b>
<b>Muy Baja Tensión:</b>	<b>Corriente Alterna AC: <math>U &lt; 50\text{ V}</math></b> <b>Corriente Continua DC: <math>U &lt; 75\text{ V}</math></b>

**Normas Nacionales  
e Internacionales**

**RD 614/2001**

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

**Normas Internacionales  
AUTOMOCIÓN  
NACIONES UNIDAS R ECE 100**



**Batería de tracción  
(200-500 V)**

**Alta Tensión:**

**Corriente Alterna AC :  $30 < U \leq 1000 \text{ V}$   
Corriente Continua DC:  $60 < U \leq 1500 \text{ V}$**

**Baja Tensión:**

**Corriente Alterna AC :  $U \leq 30 \text{ V}$   
Corriente Continua DC:  $U \leq 60 \text{ V}$**



**Batería de servicio(12 V)**

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

- **Trabajador autorizado:** Trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, sobre la base de su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos por el **R.D 614/2001**



**Por el momento no  
existe en  
automoción**

*Los técnicos deben conocer cómo  
manejar los sistemas de alto voltaje  
de forma segura*



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

- **Trabajador cualificado:** Trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada , profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años **(R.D 614/2001)**



**Por el momento no  
existe en  
automoción**

*Los técnicos deben conocer cómo  
manejar los sistemas de alto voltaje  
de forma segura*

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

- **Zona de peligro:** O zona de trabajos en tensión es el espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.



*Zona de peligro o zona de trabajos en tensión ( sin barreras)*



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

- **Zona de proximidad:** Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente está última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será indicada en la tabla.



*Zona de proximidad ( sin barreras)*

Tabla 1. Distancias límite de las zonas de trabajo\*

$U_n$	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
$\leq 1$	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

$U_n$  = tensión nominal de la instalación (kV).

$D_{PEL-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PEL-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PROX-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

$D_{PROX-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

\* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

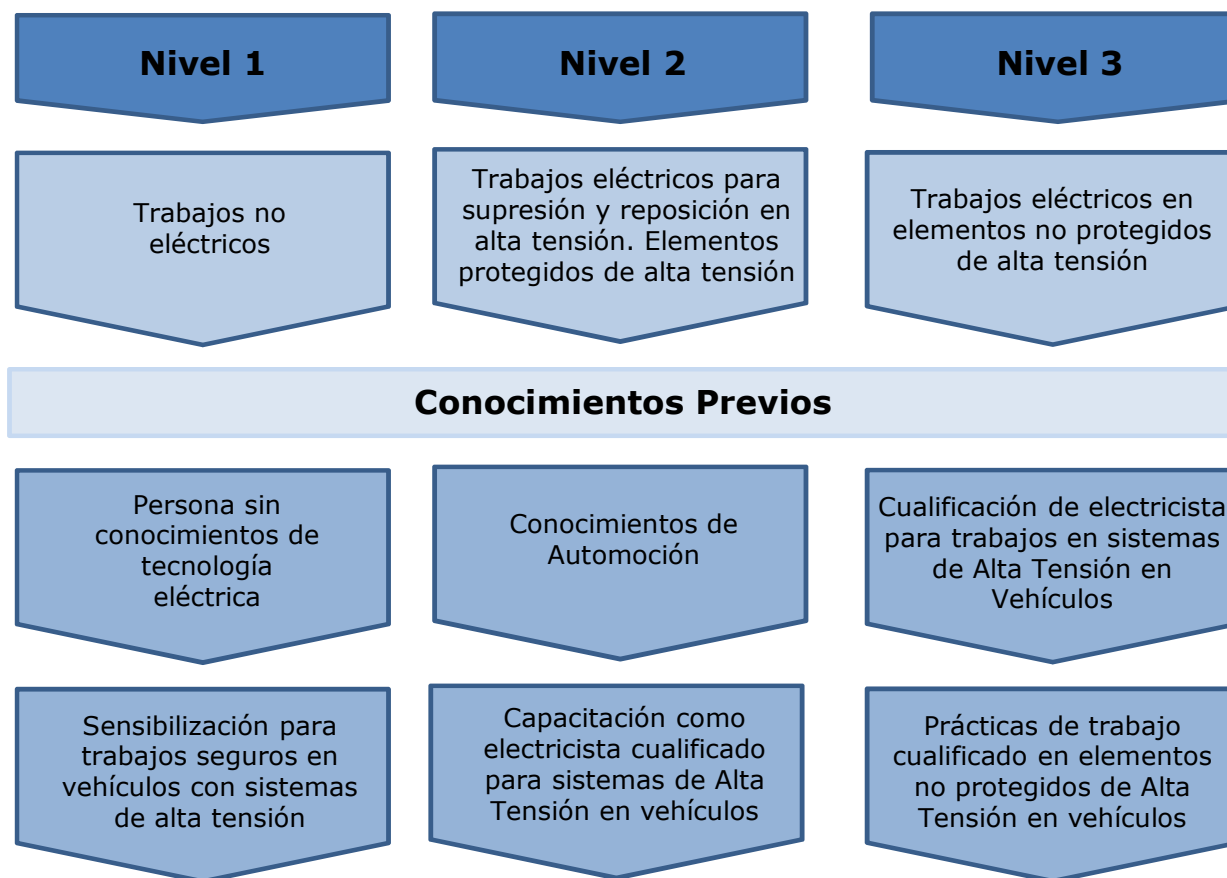
**BGI/GUV-I 8686 E:** “*Training for work on vehicles with high voltage systems*”

- Formación reglada existente en Alemania y es válida únicamente en Alemania.
- Se establecen los criterios formativos, así como los niveles de cualificación y los métodos de trabajo.
- Se realiza un examen en la Cámara de Comercio Alemana y la acreditación tiene validez para realizar cualquier trabajo sobre vehículos híbridos o eléctricos y de cualquier fabricante.
- Se satisfacen las exigentes necesidades de capacitación existentes en la movilidad eléctrica.
- Hay distintos niveles de cualificación en función de los requisitos y del conocimiento previo.
- Tres niveles:
  - **Trabajo no eléctrico**
  - **Trabajo eléctrico**
  - **Trabajo en alta tensión con elementos con tensión o al desnudo**
- La formación debe concluirse con un examen teórico y práctico que demuestre las habilidades y conocimientos adquiridos.



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.



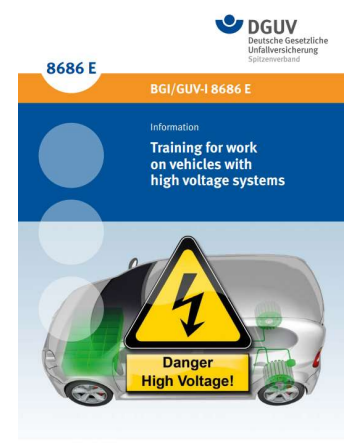
# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## FORMACIÓN *(Talleres de vehículos con sistemas de alto voltaje intrínsecamente seguros)*

### 1. Formación previa: personas sin conocimiento eléctrico previo, pero con formación técnica.

Sensibilización para trabajos seguros en vehículos con sistemas de alta tensión.

- **Conocimiento eléctrico básico.**
- **Riesgos eléctricos y primeros auxilios.**
- **Medidas de protección contra descarga eléctrica y contra arcos eléctricos.**
- **Organización de seguridad y salud para trabajo eléctrico.**
- **Responsabilidad del especialista y de la gestión de personal.**
- **Cualificaciones de los empleados en el área de ingeniería eléctrica.**
- **Uso de sistemas de alta tensión en vehículos.**



Duración parte teórica : 54 horas

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## FORMACIÓN *(Talleres de vehículos con sistemas de alto voltaje intrínsecamente seguros)*

### **2. Formación previa: personas con conocimiento eléctrico previo en el sector de automoción (auto mecánico, técnicos de mecatrónica automotriz, mecánicos)**

Capacitación como electricista cualificado para sistemas de Alta Tensión en vehículos.

- **Responsabilidad del especialista y de la gestión de personal.**
- **Riesgos eléctricos y primeros auxilios.**
- **Medidas de protección contra descarga eléctrica y contra arcos eléctricos.**
- **Trabajo eléctrico según el reglamento de prevención de accidentes BGV/GUV-V A3 DIN VDE 0105-100.**
- **Concepto de alta tensión y de la tecnología del automóvil, requerimientos de seguridad según el reglamento ECE R100.**



Duración parte teórica : 6 horas

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## FORMACIÓN *(Talleres de vehículos con sistemas de alto voltaje intrínsecamente seguros)*

**3. Personas cualificadas en electricidad, por ejemplo, especialistas en electrónica industrial, instaladores eléctricos e ingenieros eléctricos.**

Prácticas de trabajo cualificado en elementos no protegidos de Alta Tensión en vehículos.

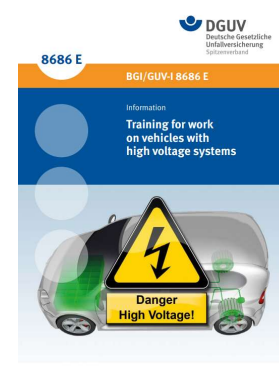
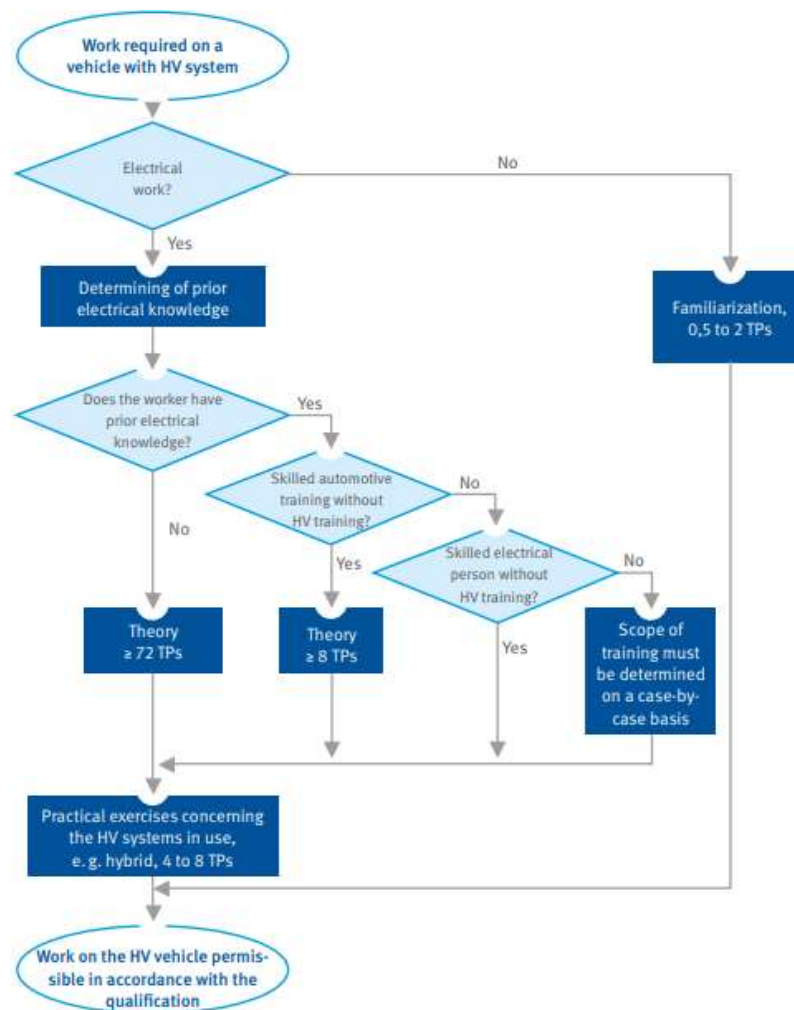


Duración práctica: 3-6 horas



# FORMACIÓN *(Talleres de vehículos con sistemas de alto voltaje intrínsecamente seguros)*

TP (Teaching Period): 45 minutes



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

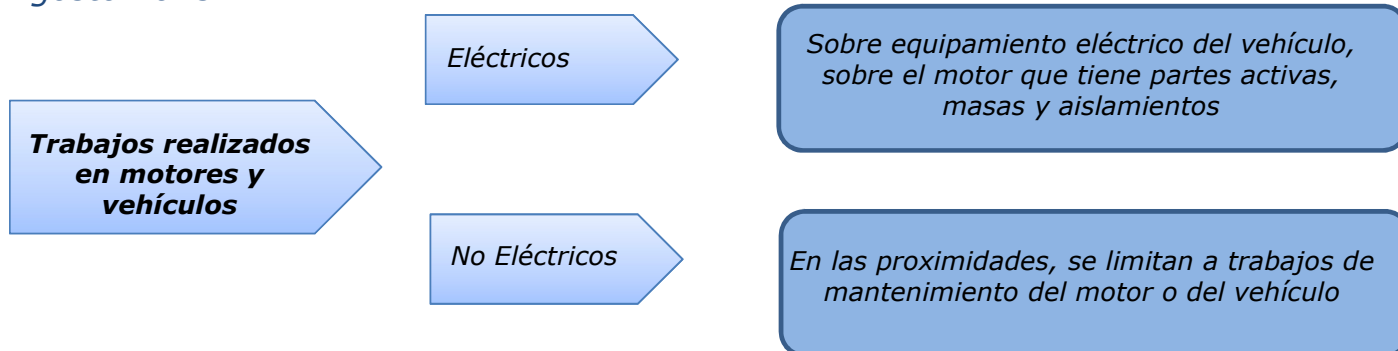
**NFC 18-550:** “Opérations sur véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d’énergie électrique embarquée. Prévention du risque électrique.” Agosto 2015.

- Formación reglada existente en Francia y es válida únicamente en Francia.
- Desde el **1 de julio de 2011**, la autorización eléctrica es una exigencia reglamentaria para todos los trabajadores que realizan trabajos en las instalaciones eléctricas o en su proximidad, dentro de estas instalaciones eléctricas se encuentran los vehículos eléctrico o híbridos que tienen una fuente de energía embarcada.
- La formación previa a la habilitación se corresponde a un principio general de prevención.
- La autorización es el reconocimiento, para el empleado, de la capacidad de una persona para realizar de manera segura las tareas que se le han encomendado.
- Esta autorización incluye todas las operaciones eléctricas y no eléctricas, sobre las instalaciones eléctricas o en sus proximidades.

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

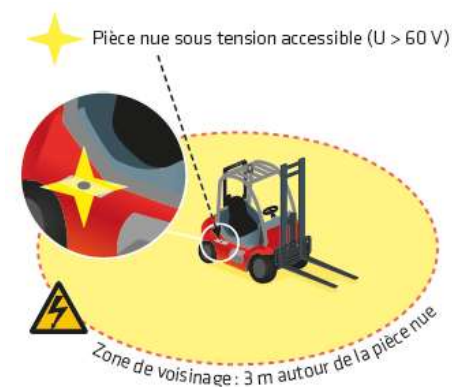
**NFC 18-550:** "Opérations sur véhicules et engins à motorisation thermique, électrique ou hybride ayant une source d'énergie électrique embarquée. Prévention du risque électrique." Agosto 2015.



Se considera proximidades a la zona situada alrededor de un elemento con tensión en la que se deben aplicar las medidas de prevención de riesgo eléctrico.

*Para los vehículos eléctricos e híbridos se considera proximidad al lugar dónde dos piezas desnudas presentan una diferencia de potencial superior a  $60 V_{DC}$  o  $25 V_{AC}$*

*Zona delimitada fija:* 3 metros hasta 50 kV incluidos  
1 metro desde la periferia del vehículo hasta 1kV<sub>AC</sub> incluido y 1,5 kV<sub>DC</sub> incluido (tiene que delimitarse físicamente)



En présence d'un balisage, la zone de voisinage est fixée à 1 mètre de la périphérie du véhicule.



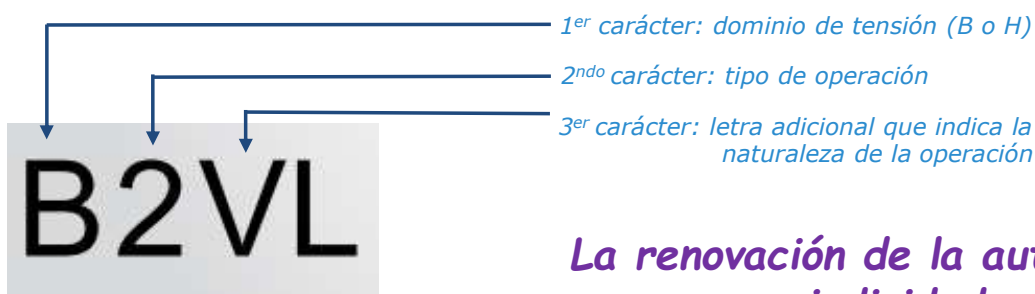
Fuente: L'habilitation électrique. Opérations sur véhicules et engins. L'Assurance Maladie, Risques Professionnels. INRS.

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

### SÍMBOLOS DE HABILITACIÓN

- La norma NF C 18-550 define los diferentes símbolos de habilitación en función de la actividad y del entorno eléctrico.
- Los símbolos de habilitación para trabajar sobre vehículos eléctricos/híbridos terminan con la letra L.
- El atributo es una mención complementaria obligatoria para los símbolos.



*La renovación de la autorización eléctrica es obligatoria con una periodicidad recomendada de 3 años (según norma)*

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

Système de classification des habilitations électriques

1 <sup>er</sup> caractère	2 <sup>e</sup> caractère	3 <sup>e</sup> caractère	Dernière lettre	Attributs
<b>B</b> : basse tension et très basse tension (valeur nominale de tension inférieure à 1000 V en courant alternatif et 1500 V en courant continu)	<b>0</b> : opérations d'ordre non électrique		<b>L</b> : opérations sur les véhicules ou engins à énergie électrique embarquée	Chargé de réparation Exécutant
	<b>1</b> : exécutant de travaux d'ordre électrique <b>2</b> : chargé de travaux d'ordre électrique	<b>T</b> : travaux sous tension, (y compris nettoyage) <b>V</b> : travaux au voisinage		
		<b>X</b> : opérations particulières liées aux métiers		Dépannage remorquage Déconstruction Contrôle technique Crash test et homologation Services de secours Opération batterie
	<b>C</b> : consignation électrique <b>R</b> : intervention <b>E</b> : essai ou expertise			Essai Expertise auto

Activité	Symbole d'habilitation
Chargés d'essais et d'intervention	
Essais sur les véhicules ou engins <b>en cours de fabrication</b> hors tension	BEL Essai
Études, conception et essais sur les véhicules ou engins <b>en cours de fabrication</b> (atelier de retouche) hors tension ou en présence de tension	BRL

Note: Les chargés d'essais et les chargés d'intervention peuvent se faire aider par un seul exécutant d'opération d'ordre électrique habilité avec le symbole B1L ou B1VL selon l'environnement électrique dans lequel il intervient.

Activité	Symbole d'habilitation
Chargé d'opérations particulières	
Expertise automobile (expert pour les assurances par exemple)	BEL Expertise auto
Contrôle technique d'un véhicule ou d'un engin (technicien de contrôle technique)	B2XL Contrôle technique
Dépannage remorquage	B2XL Dépannage remorquage
Déconstruction d'un véhicule ou d'un engin	B2XL Déconstruction
Crash test et homologation de véhicules ou d'engins	B2XL Crash test & homologation
Services de secours (pompiers, sécurité civile...)	B2XL Service de secours

Note: Les chargés d'opérations particulières, habilités avec le symbole B2XL + attribut, peuvent être assistés par un seul exécutant habilité avec le symbole B1XL + le même attribut.

Fuente: L'habilitation électrique. Opérations sur véhicules et engins. L'Assurance Maladie, Risques Professionnels. INRS.

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## FORMACIÓN

**Objetivo:** Adquirir una capacidad profesional en el capo de la prevención de riesgo eléctrico.

- La formación previa a la habilitación puede ser **inicial** (primera autorización del trabajador) o **de reciclaje** (mantener las competencias).
- **Habilitación adaptada a las necesidades.**
- **Parte teórica, parte práctica y evaluación.**
- **Parte teórica:** adaptarse a las particularidades de los vehículos y a las competencias iniciales y atribuciones futuras del trabajador a habilitar.
- **Parte práctica:** puesta en práctica de los conocimientos teóricos adquiridos, dominio de las particularidades de los vehículos y motores y del material utilizado, y la evaluación de la actitud del aprendiz.
- **Individual o en grupo** (módulos prerequisites y temas comunes) el resto de prácticas son en individual.



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## FORMACIÓN

### EVALUACIÓN

- La **evaluación de conocimiento** se realiza mediante un cuestionario de al menos 20 cuestiones.
- Para cada evaluación debe existir más de un cuestionario que se elige al azar.
- **El aprendiz debe obtener al menos un 70% de respuestas correctas.**
- **La evaluación del saber hacer** debe realizarse después de haber aprobado la parte del conocimiento.
- **Los criterios de aprobado son: dos errores menores como máximo, no hay ningún error mayor.**

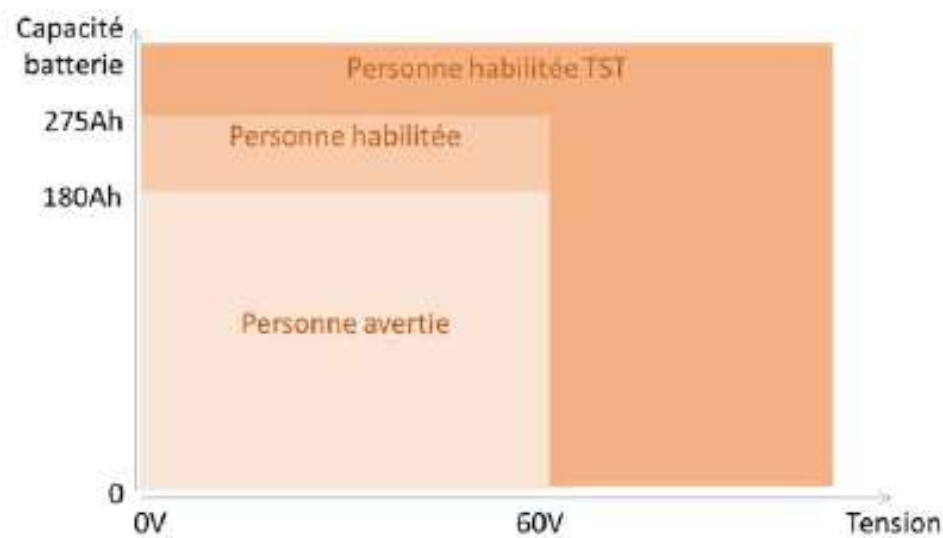
### RECICLAJE

- El empleador debe asegurarse previamente a la realización del trabajo, de la adecuación entre los símbolos de la habilitación y la naturaleza del trabajo a realizar.
- Si no se puede asegurar la adecuación, se debe modificar el símbolo de habilitación, dar el trabajo a otro trabajador que lo pueda hacer y completar la formación del primer trabajador para que adquiera los conocimientos y práctica necesarios para realizar el trabajo y modificar la habilitación.
- Cada año se debe revisar esta adecuación.
- **La periodicidad recomendada de reciclaje es de 3 años, pero lo determina el empresario**

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

- Los criterios de elección entre una persona prevenida, autorizada y autorizada TST dependen de la tensión a bordo y de la capacidad de la batería.
- A continuación se muestra un ejemplo para la conexión y desconexión de baterías:



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

**Alto voltaje en vehículos:** Tensiones superiores a **60 V en DC** y **30 V en AC**

- La presencia de componentes y cables de alta tensión capaces de producir una descarga eléctrica.
- Componentes que pueden retener tensión incluso cuando el vehículo está apagado y/o descargado.
- La posibilidad de que los sistemas eléctricos del vehículo afecten a dispositivos médicos como los marcapasos.



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

**Alto voltaje en vehículos:** Tensiones superiores a **60 V en DC** y **30 V en AC**

- Los componentes de alta tensión del vehículo deben estar aislados de la carrocería.
- ¿Qué ocurre cuando se ve implicado en un accidente/incidente?
- Si se identifica una fuga de corriente se desconecta el sistema de alto voltaje.
- Requerimientos de seguridad para vehículo eléctricos (ECE R100): Protección contra descarga eléctrica



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

Se denomina **accidente eléctrico** al hecho de recibir una sacudida o descarga eléctrica, con o sin producción de daños materiales y/o personales

- **Contacto directo:** Se produce cuando una persona toca o se pone en contacto involuntario o accidentalmente con un conductor, instalación de un elemento eléctrico, batería de un vehículo eléctrico, inversor, etc... que tiene tensión directa.
- **Contacto indirecto:** Se produce cuando una persona entra en contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión, carcasas, tapas, etc...

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

**Alto voltaje en vehículos:** Tensiones superiores a **60 V en DC** y **30 V en AC**



### Efectos de la corriente:

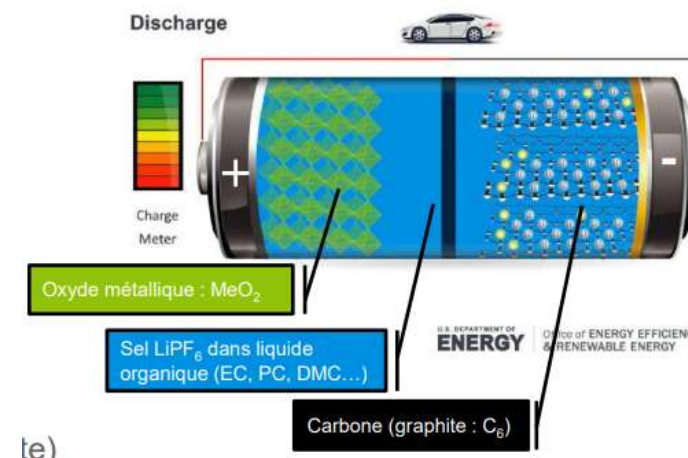
- Una persona se **electriza** cuando pasa corriente eléctrica por su cuerpo.
- **Electrocución** se produce cuando dicha persona fallece.
- La **fibrilación ventricular** es el movimiento anárquico del corazón.
- **Tentanización** es el movimiento incontrolado de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica.
- **Asfixia** se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria.
- **Quemaduras:** Pueden llegar a ser mortales.



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO. RIESGOS ASOCIADOS A LAS BATERÍAS LI-ION

- **Riesgos eléctricos asociados a las baterías Li-ion.**
  - Riesgos eléctricos directos/ elementos de protección
  - Riesgos causados por problemas eléctricos
- **Riesgo principal: “escape térmico”**
  - Causas y consecuencias del escape térmico
  - Mejorar la seguridad
  - Cómo reaccionar ante un incidente con una batería Li-ion



**Elevado voltaje de la celda** ➡ **Elevada densidad energética**

	Li-ion	Pb-acide	Ni-MH
Wh/kg	200 – 270	20 – 50	40 – 80
Wh/L	400 – 600	60 – 100	80 – 150

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO. RIESGOS ASOCIADOS A LAS BATERÍAS LI-ION

### - Riesgos eléctricos directos

#### 1) Cortocircuito



Corriente de cortocircuito  **$I_{cc} > 100 \text{ A}$**  en una sola celda (se multiplica por el número de ramificaciones en paralelo)

- Arco eléctrico
- Temperatura elevada
- Proyección de material fundido

*Quemaduras por fuego*

#### 2) Electrificación



Tensión nominal en baterías de vehículos eléctricos entre 400 y 500 V<sub>DC</sub>

Hasta 1100 V<sub>DC</sub> en sistemas de almacenamiento de alta potencia

- Umbral de electrificación posible en tensiones bajas (**60V,  $I > 10 \text{ mA}$** )

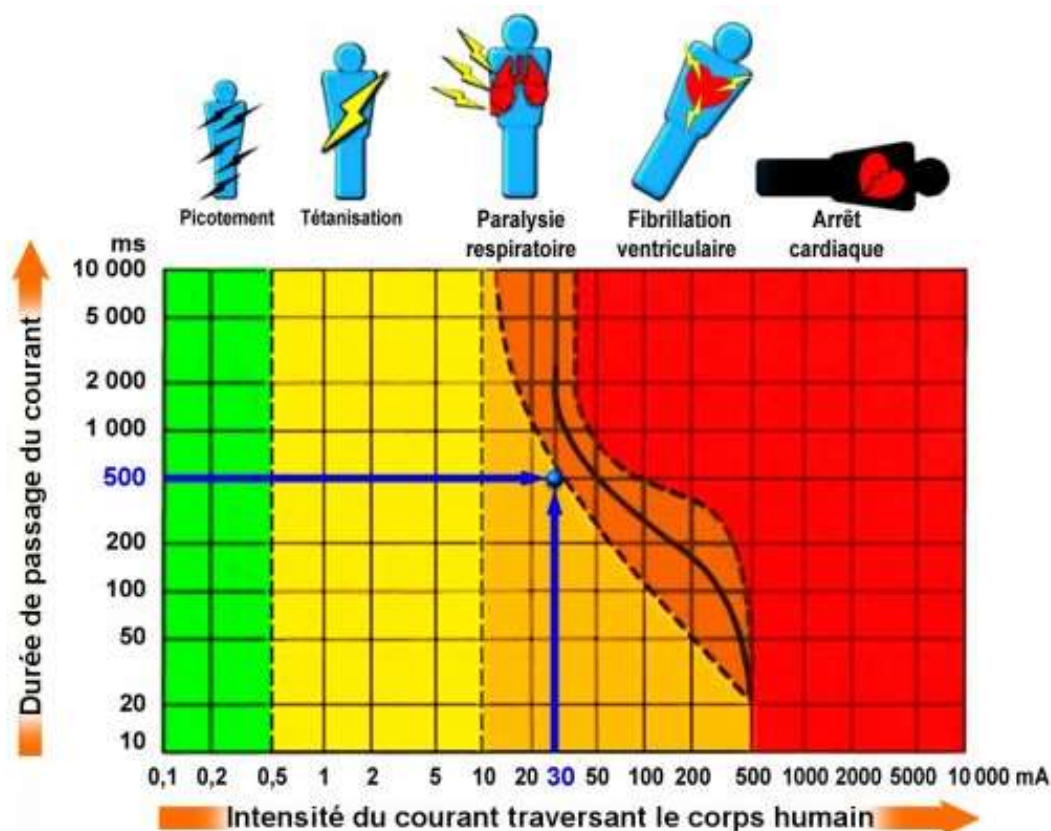


<https://www.youtube.com/watch?v=LwIPaUd274E> (Technocentre Renault, court circuit sur batterie de démarrage automobile, Pb-acide)

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS



## 1. RIESGO ELÉCTRICO. RIESGOS ASOCIADOS A LAS BATERÍAS LI-ION



1 A Paro cardiaco

50/75 mA Fibrilación cardíaca irreversible

30 mA Umbral de parálisis respiratoria más de 500 ms

10 mA Umbral de contracción muscular no letal

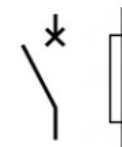
0,5 mA Umbral de percepción, sensación muy débil

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS



## 1. RIESGO ELÉCTRICO. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

- **Protección contra sobreintensidades y contra incendio:**
  - Interruptor/fusible en el circuito eléctrico
  - Sección adecuada de los conductores (cableado,...)
  - Prever posibles fuerzas electrodinámicas sobre los conductores
    - Fijación del conductor (vibración,...)
    - Aislamiento eléctrico + protección mecánica



*Colocar interruptores y fusibles en un lugar adecuado*



*Los conductores (sección cableado) deben estar correctamente dimensionados*



*Cadenas porta-cables*



*Protección mecánica (vibraciones)*



*Los fusibles y los interruptores protegen el cableado.....*

*¡ No protegen a las personas!*

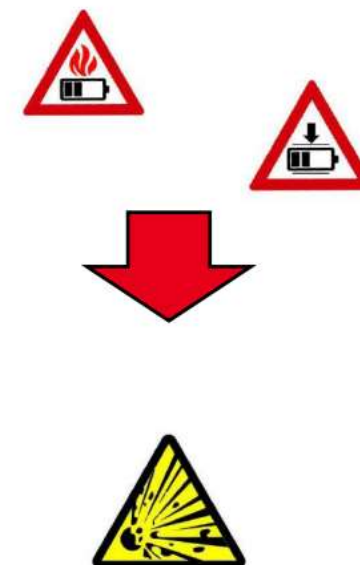
# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS



## 1. RIESGO ELÉCTRICO. RIESGOS INDUCIDOS POR PROBLEMAS ELÉCTRICOS

- **Cortocircuito:**
  - Riesgo de sobrecalentamiento de las células de la batería.
    - **Directo** por el efecto Joule al pasar corriente a través de las celdas ( $RI^2$ )
    - **Indirecto** por transmisión de calor (conducción, convección y radiación)
  - Riesgo de deformación/choque mecánico
  - Fuerzas electrodinámicas (cableado,...)
- **Otras consecuencias posibles de problemas eléctricos:**
  - Sobrecarga/Descarga accidental en los módulos
  - Cortocircuito interno en las células (arco eléctrico o deformación)

*La desestabilización de los materiales que constituyen la batería puede conducir a fuga térmica*



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

### Protección contra descarga eléctrica

#### 1. Protección contra Contacto Directo:

Protección contra contacto directo con partes activas, estas protecciones (aislante sólido, barrera, envolvente,...) no podrán abrirse, desmontarse o quitarse sin el uso de herramientas.

- Esta protección debe cumplir el **grado de protección IPXXD** para la protección de las partes activas dentro del habitáculo para ocupantes o del compartimento para equipaje.
- Esta protección debe cumplir el **grado de protección IPXXB** para la protección de las partes activas en zonas distintas del habitáculo para ocupantes o del compartimento para equipaje.



Protección IPXXD



Protección IPXXB



# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

### Protección contra descarga eléctrica

#### 1. Protección contra Contacto Directo:

- El desconectador de servicio debe poder abrirse, desmontarse o quitarse sin necesidad de herramientas y debe cumplir el grado de protección IPXXB.
- Debe aparecer un **marcado de equipos de alta tensión** sobre el RESS o cerca del mismo, también debe aparecer en las envolventes y las barreras que, al quitarse, expongan partes activas de los circuitos de alta tensión.
- Los cables de los buses de alta tensión que no estén situados en el interior de envolventes estarán identificados mediante una **cubierta exterior de color naranja**.



*Marcado del equipo de alta tensión*



*Cableado de alta tensión*

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. RIESGO ELÉCTRICO.

### Protección contra descarga eléctrica

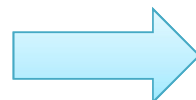
#### 2. Protección contra Contacto Indirecto:

- Las partes conductoras expuestas están conectadas galvánicamente de forma segura al chasis eléctrico a través de una conexión con cables eléctricos o un cable de tierra.
- La resistencia entre todas las partes conductoras expuestas y el chasis eléctrico será inferior a **0,1 ohmios** cuando haya un flujo de corriente de la **menos 0,2 amperios**.
- En el caso de los vehículos de motor destinados a ser conectados a una fuente de energía eléctrica exterior conectada a tierra a través de la conexión conductora, se facilitará un dispositivo para permitir la conexión galvánica del chasis eléctrico a la tierra.

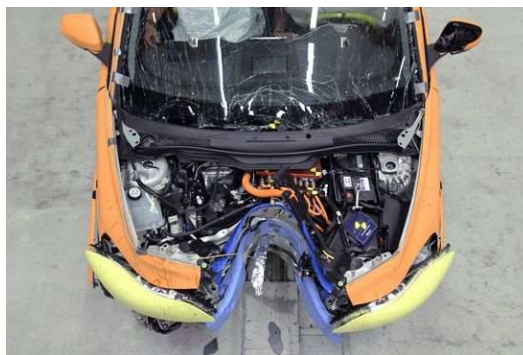
# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 2. RIESGO QUÍMICO.

- Colisión o accidente de tráfico.
- Deformación de la caja donde va ubicada la batería.
- Cortocircuito del sistema eléctrico.



- Fuga en la batería.
- Combustión en la batería
- Las sustancias químicas de la batería se exponen al agua y al aire.



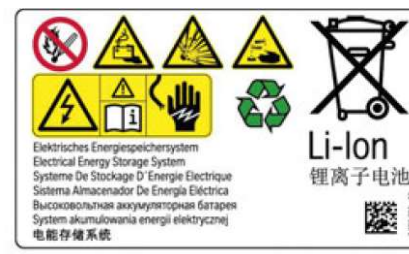
# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS



Ácido fluorhídrico

## 2. RIESGO QUÍMICO.

- Las baterías de alto voltaje contienen un electrolito que probablemente sea un material inflamable y/o corrosivo que también podría reaccionar con el agua para producir gases nocivos.
- La composición química exacta del electrolito varía dependiendo del fabricante.
- El componente químico de la batería que causa mayor preocupación es el **hexafluorofosfato de litio del electrolito**.
- Los hexafluorofosfatos son tóxicos y corrosivos y forman **ácido fluorhídrico HF** por hidrólisis al contactar con agua.
- La tasa de formación de HF **aumenta con la Temperatura**.
- El HF es volátil y el vapor es muy peligroso si se inhala o entra en contacto con los ojos.
- Incluso una solución diluida de HF es nocivo y tiene la habilidad de penetrar en la piel y causar lesiones más profundas en el cuerpo.

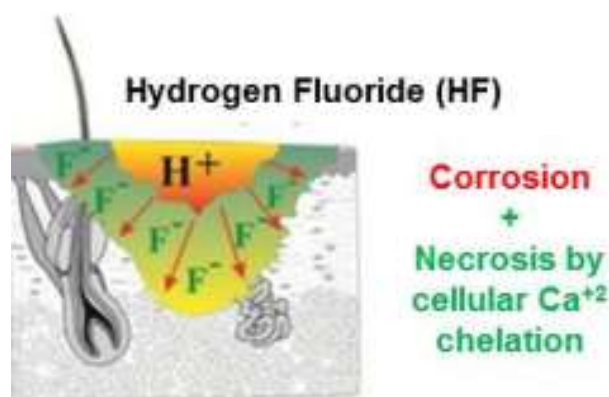


# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 2. RIESGO QUÍMICO.

### Efectos peligrosos para la salud del HF:

- **Inhalación de vapores:** Irritaciones en vías respiratorias (bronquitis, bronconeumonía, edema pulmonar)
- **En contacto con la piel:** quemaduras, no se descarta necrosis
- **Por contacto ocular:** quemaduras ceguera (lesión irreversible del nervio óptico)



*Mecanismo de acción del ácido fluorhídrico*

# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 3. RIESGO INCENDIO/EXPLOSIÓN

¿Por qué puede arder una batería de iones de Litio?

- **Sobrecalentamiento debido a un cortocircuito** tras una colisión.
- **Integridad de la batería se ha visto comprometida por un choque**, algo la ha perforado.
- Sistemas de seguridad para impedir que las baterías ardan.
- Si algún sensor detecta una colisión o funciona algún elemento pirotécnico del vehículo el circuito se abre y por tanto deja de liberar energía.
- Las baterías deben cumplir unos requerimientos de seguridad ECE R 100.02

ECE REGULATION 100	ENTRY INTO FORCE	MANDATORY New Types
R100.00	23 August 1996	2007 (WVTA)
R100.01	4 December 2010	4 December 2012
R100.02	15 July 2013	15 July 2016





# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 3. RIESGO INCENDIO/EXPLOSIÓN

### ¿Cómo se sofoca un incendio de un vehículo eléctrico?

- La batería de ion Litio es muy difícil de apagar (sobrecalentamiento excesivo)
- Tesla indica utilizar enormes cantidades de agua.
- BMW indica que en caso de incendio, la batería de alto voltaje se debe enfriar con mucha agua para evitar más reacciones en la misma.

### Hay que enfriar las baterías y así detener el incendio de las celdas de la batería.

- Tesla es el único fabricante que recomienda utilizar cámara térmica para asegurarse que el pack de baterías esté enfriado del todo.
- Se recomienda dejar el coche en **cuarentena 48 horas** para asegurarse de que no se vuelva a incendiar. (después de un accidente o incidente)





# RIESGOS Y PRIMEROS AUXILIOS

## 3. RIESGO INCENDIO/EXPLOSIÓN

Enfriar batería → - Agua (más de 10.000 litros)  
- Nitrógeno líquido

Control temperatura batería → - Termopares  
- Cámara termográfica  
- Termómetro láser

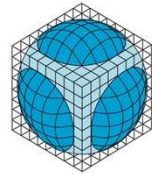
$T > 51\text{ °C}$



$T > 71\text{ °C}$



# Centro Zaragoza



**CENTRO ZARAGOZA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
SOBRE VEHÍCULOS, S.A.



**CENTRO ZARAGOZA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
SOBRE VEHÍCULOS, S.A.