

Propuesta de
marco regulatorio
para acelerar la inversión
en **electromovilidad**
mediante la **reconversión**
de vehículos que usan
combustibles fósiles



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

**Propuesta de marco regulatorio para acelerar
la inversión en electromovilidad mediante
la reconversión de vehículos que usan
combustibles fósiles**



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Este documento fue preparado por Roberto Santana, Consultor de la Unidad de Economía del Cambio Climático de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco de las actividades del proyecto 1819AJ "Coordination, coherence and effectiveness for implementing the environmental dimension of the 2030 Agenda in Latin America and the Caribbean" bajo la supervisión de José Javier Gómez, Oficial de Asuntos Ambientales de la Unidad de Economía del Cambio Climático.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2021/129
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2021
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.21-00609

Esta publicación debe citarse como: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), "Propuesta de marco regulatorio para acelerar la inversión en electromovilidad mediante la reconversión de vehículos que usan combustibles fósiles", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/129), Santiago, 2021.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Introducción	5
Propuesta de regulación tipo para la transformación de vehículos para la utilización de sistemas de tracción eléctrica	7
Bibliografía	17
Diagramas	
Diagrama 1 Elementos de la propuesta de marco regulatorio	6
Diagrama 2 Marcado del equipo de alta tensión	12

Introducción

Durante los últimos años, la utilización de vehículos eléctricos se ha extendido en el mundo como una respuesta a la necesidad de disminuir las emisiones contaminantes al medioambiente, en particular las emisiones de gases de efecto invernadero.

No obstante los beneficios anteriores, la velocidad de adopción de la electromovilidad en Latinoamérica ha sido más lenta en relación con lo que ha ocurrido, por ejemplo, en Europa, China y Estados Unidos.

En este sentido, y sin perjuicio de los avances observados en las tecnologías utilizadas y en la disminución en sus costos de fabricación, aún los precios de estos vehículos constituyen una barrera que impide el avance más rápido hacia este tipo de transporte.

Como resultado de lo anterior, nos ha parecido recomendable explorar alternativas que permitan acelerar la incorporación de la electromovilidad en América Latina y el Caribe debido a la proyección que se observa de su adopción en el mundo.

Es en ese contexto, que surge como opción el potencial que ofrece la alternativa de la transformación de vehículos de combustión a eléctricos en términos de sus menores costos, la creación de empleo local e inserción en patrones de economía circular.

Al respecto, hemos estimado pertinente la elaboración de una propuesta de regulación de manera que esta alternativa pueda ser adecuadamente implementada.

Teniendo en cuenta que este tipo de regulación puede ser de interés para un mayor número de países, el borrador de propuesta elaborado está diseñado para su posterior adaptación a las realidades y condiciones específicas de cada uno de ellos. Los criterios que guían la propuesta se refieren a la necesidad de cautelar la seguridad eléctrica sin que los requisitos asociados se conviertan en una barrera insalvable para la expansión de la alternativa de transformación.

Para la preparación de este documento, se han tenido a la vista diversas regulaciones internacionales, destacando la revisión del Reglamento N° 100 de la Comisión Económica de las

Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) — que establece las “Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico” y la regulación China GB 18384-2020, en vigencia desde el 1 de enero de 2021, dictada por la Administración de Estandarización de China que establece los requerimientos de seguridad para vehículos eléctricos, y que reemplaza a una serie de regulaciones que sobre esta materia habían sido dictadas con anterioridad. Asimismo, se han considerado normativas asociadas a la transformación de vehículos para la utilización de sistemas de tracción eléctrica, en particular la norma de fecha 3 de abril de 2020, dictada por el Ministerio de Transición Ecológica y Solidaridad de Francia y la norma sobre “Reformas de Importancia” emitido por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España.

Los principales elementos que se incorporan en la propuesta son los siguientes:

- Establecimiento de una regulación que busca cautelar la seguridad de la instalación y el Sistema de Acumulación de Energía Recargable como componente.
- Implantación de un procedimiento de certificación de vehículos transformados realizado por un “Servicio Técnico” designado por la autoridad correspondiente bajo un esquema que considera la homologación de un prototipo de la combinación “modelo de vehículo/Kit de Transformación.”
- Existencia de Talleres de Transformación, que deben cumplir con requisitos específicos y encontrarse autorizados por las personas que realicen la homologación del prototipo de vehículo-kit de transformación, y
- Control efectuado por un “Tercero Independiente”, como requisito previo para autorizar la circulación del vehículo transformado, de acuerdo con requisitos técnicos establecidos.

Diagrama 1
Elementos de la propuesta de marco regulatorio



Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de regulación tipo para la transformación de vehículos para la utilización de sistemas de tracción eléctrica

Considerando

Que, durante los últimos años, la utilización de vehículos eléctricos se ha extendido en el mundo como una respuesta a la necesidad de disminuir las emisiones contaminantes al medioambiente, en particular las emisiones de gases de efecto invernadero;

Que, no obstante los beneficios anteriores, la velocidad de adopción de la electromovilidad en Latinoamérica ha sido más lenta en relación con lo que ha ocurrido, por ejemplo, en Europa, China y Estados Unidos;

Que, sin perjuicio de los avances observados en las tecnologías utilizadas y en la disminución en sus costos de fabricación, aún los precios de estos vehículos no resultan accesibles para su uso en la mayoría de los países de la región;

Que, derivado de lo anterior, resulta recomendable explorar alternativas que permitan acelerar la incorporación de la electromovilidad en nuestras ciudades debido a la proyección que se observa de su adopción en el mundo;

Que, así por ejemplo, la “Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente” publicada por la Comisión Europea en Diciembre de 2020, establece diversos hitos que reflejan la senda del sistema europeo de transporte hacia la consecución de los objetivos de lograr una movilidad sostenible, inteligente y resiliente, dentro de los cuales se incluye que al 2030 al menos treinta millones de vehículos de emisión cero circularán por la carreteras europeas y al 2050 prácticamente todos los automóviles, furgonetas, autobuses y los nuevos vehículos pesados serán de emisión cero;

Que, con el fin de avanzar en el cumplimiento de objetivos similares en nuestra región, se plantea como opción la reconversión de vehículos usados reemplazando su motor de combustión interna por un sistema de tracción eléctrica;

Que, para llevar adelante adecuadamente este proceso, se estima necesario garantizar la seguridad eléctrica en los vehículos que utilizan dichos sistemas;

Que, en este sentido, se han desarrollado normativas internacionales de manera de cumplir con dicho propósito;

Que, no obstante dichas regulaciones han sido emitidas para la homologación de vehículos nuevos, resultan relevantes como referencia cuando se trata de la transformación de vehículos usados para la utilización de sistemas de tracción eléctrica;

Que, las principales normativas establecidas para la homologación de vehículos nuevos en función a los orígenes con presencia en mercados diversos, corresponden a las definidas por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) y las determinadas por la Administración de Estandarización de China;

Que, en el caso europeo, además de cumplirse con las regulaciones exigibles como parte de los requisitos necesarios para la obtención de la Homologación de Tipo Europea, se debe acreditar el cumplimiento del Reglamento N° 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) — que establece las “Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico”;

Que, respecto de China, se debe acreditar la observancia de la regulación GB 18384-2020, en vigencia desde el 1 de enero de 2021, dictada por la Administración de Estandarización de China que establece los requerimientos de seguridad para vehículos eléctricos, y que reemplaza a una serie de regulaciones que sobre esta materia habían sido dictadas con anterioridad;

Que, por otra parte, en relación con las normas aplicables a la transformación de vehículos usados para la utilización de sistemas de tracción eléctrica, si bien existen experiencias en algunos países donde ésta se realiza desde hace algunos años, las regulaciones aplicables aún son acotadas e incipientes;

Que, las experiencias regulatorias existentes en esta materia están vinculadas con las denominadas “reformas de importancia”, donde los casos de España y recientemente Francia, abordan de manera específica la transformación de vehículos usados a eléctricos;

Que, respecto de España, esta transformación se legaliza a través del Real Decreto 866/2010 el cual contiene los requerimientos para la realización y tramitación de las reformas efectuadas en vehículos después de su matriculación definitiva en España, con el fin de garantizar que tras la reforma se siguen cumpliendo los requisitos técnicos exigidos para su circulación tras una revisión del “Servicio Técnico de Reformas” que es la entidad designada por la autoridad de homologación española para llevar a cabo los informes de las reformas tipificadas en el real decreto señalado y que se encuentran establecidos en el “Manual de Reformas de Importancia” (Anexo 7.4) emitido por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Sección I (M;N) GRUPO 2 (“Unidad motriz”), CR 2.11 (“Transformación a vehículos eléctricos o híbridos y sus modificaciones”);

Que, en el caso de Francia, el 3 de abril de 2020, el Ministerio de Transición Ecológica y Solidaridad publicó el decreto del 13 de marzo de 2020 relativo a las condiciones de conversión de vehículos con motorización térmica a motorización eléctrica, el cual establece las exigencias técnicas aplicables; un mecanismo de autorización que considera la participación de un “fabricante”, responsable de la certificación de un prototipo del dispositivo de adaptación; de un laboratorio (UTAC) responsable de la ejecución de las pruebas requeridas y del Centro Nacional de Aprobación de Vehículos que entrega la autorización administrativa para efectuar la adaptación;

Que, en la regulación anterior, una vez verificado el cumplimiento de los requisitos por parte de UTAC y que el Centro Nacional de Aprobación de Vehículos haya emitido la autorización para la aprobación del prototipo de la transformación, la instalación de los dispositivos de conversión debe ser realizada por instaladores autorizados por el fabricante del dispositivo de conversión;

Que, habiéndose analizado las regulaciones señaladas de España y Francia, se observa que éstas contienen una serie de disposiciones destinadas a garantizar la seguridad eléctrica de la instalación y normas aplicables a la seguridad del Sistema de Acumulación de Energías Recargables (Baterías);

Que, en el caso particular de las regulaciones de las transformaciones de vehículos usados se aprecia, principalmente, que existe una autoridad administrativa que regula la transformación; que se ha definido una normativa técnica aplicable a la transformación orientada a cautelar la seguridad eléctrica; que existe un "Ente Técnico" encargado de verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos de la transformación; que se regulan ciertos aspectos vinculados con los talleres que realizan las transformaciones y que se definen verificaciones posteriores vinculadas a la inspección del vehículo una vez en uso;

Que, teniendo en consideración estos aspectos, se estima como muy relevante que en el caso de las transformaciones de vehículos a eléctricos se consideren los elementos anteriores, en particular aquellos que permitan cautelar la seguridad eléctrica;

Que, sin perjuicio de lo anterior, no obstante debe cautelarse el principio de la mantención de la seguridad eléctrica de la instalación, los requisitos que se definan no deben transformarse en un obstáculo para avanzar en el desarrollo de la electromovilidad a partir de la transformación de vehículos usados;

Que, asumiendo el aumento futuro del parque de vehículos eléctricos, tanto nuevos como transformados, es necesario abordar los potenciales problemas, así como las oportunidades económicas derivadas de la finalización de la vida útil de los Sistemas de Acumulación de Energías Recargables (baterías). La incipiente regulación existente al respecto en algunos países apunta a sistemas de responsabilidad extendida del productor/importador. Aunque esta consideración está fuera del ámbito de responsabilidad del ente regulador de la transformación de vehículos a eléctricos, se menciona este punto para su abordaje por parte de la entidad reguladora que corresponda.

Artículo 1º La presente norma regula la transformación de vehículos cuyo Sistema de Tracción ha sido reemplazado por un Sistema de Tracción Eléctrica.

Artículo 2º Para los efectos de esta regulación, se considerarán las definiciones que en cada caso se indican:

- i) Aislante Sólido: el revestimiento aislante de los juegos de cables destinado a cubrir y proteger las partes activas contra el contacto directo desde cualquier dirección de acceso, las tapas para aislar las partes activas de los conectores y el barniz o la pintura aplicados con fines de aislamiento.
- ii) Alta tensión: la clasificación de un componente o circuito eléctrico, si su tensión de funcionamiento es $> 60 \text{ V}$ y $\leq 1\,500 \text{ V}$ corriente continua o $> 30 \text{ V}$ y $\leq 1\,000 \text{ V}$ corriente alterna en valor eficaz (rms).
- iii) Barrera: el elemento que protege contra el contacto directo con las partes activas desde cualquier dirección de acceso.
- iv) Bus de Alta Tensión: el circuito eléctrico, incluido el sistema de acoplamiento para cargar el REESS que funciona con alta tensión.

Cuando los circuitos eléctricos, que están conectados galvánicamente entre sí, están conectados galvánicamente al chasis eléctrico y la tensión máxima entre cualquier parte activa y el chasis eléctrico o cualquier parte conductora expuesta es $\leq 30 \text{ V c.a.}$ y $\leq 60 \text{ V c.c.}$, únicamente los componentes o piezas del circuito eléctrico que funcionan con alta tensión se consideran un bus de alta tensión.

- v) Contacto Directo: el contacto de personas con partes activas.
- vi) Contacto Indirecto: contacto de personas con partes conductoras expuestas.
- vii) Envolvente: el elemento que confina las unidades internas y protege contra el contacto directo desde cualquier dirección de acceso.
- viii) Fuente de energía eléctrica exterior: una fuente de energía eléctrica de corriente alterna (c.a.) o de corriente continua (c.c.) exterior al vehículo.
- ix) GB 18384-2020: Requerimiento de Seguridad para Vehículos Eléctricos establecido por la Administración de Estandarización de China.
- x) Grado de Protección: la protección que proporcionan una barrera o una envolvente respecto al contacto con partes activas, medido mediante un calibre de ensayo, como un dedo de ensayo (IPXXB) o un alambre de ensayo (IPXXD), tal como se definen en el anexo 3 del UN-ECE R100.
- xi) Parte Activa: cualquier parte o partes conductoras destinadas a activarse eléctricamente en su uso normal.
- xii) Sistema de Energía Eléctrica Recargable (REESS): el sistema de acumulación de energía eléctrica recargable que suministra energía eléctrica para la propulsión eléctrica.
- xiii) UN-ECE R100: Reglamento N° 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU).

Artículo 3° Podrán ser transformados aquellos vehículos que cumplan con las siguientes condiciones:

- i) Buses: Que presten servicios de, de una antigüedad de..... (mínima/máxima según el análisis que se realice del parque existente respecto de la incorporación de sistemas de seguridad controlados electrónicamente) y (alguna exigencia adicional que se determine).
- ii) Automóviles: Que presten servicios de..... (en caso que quiera acotarse a vehículos de transporte público), de una antigüedad de..... (mínima/máxima según el análisis que se realice del parque existente respecto de la incorporación de sistemas de seguridad controlados electrónicamente) y (alguna exigencia adicional que se determine).

Artículo 4° Los vehículos señalados en el artículo anterior podrán circular siempre que la transformación, para el modelo de vehículo de que se trate, haya sido certificada por: (*Servicio Técnico designado como encargado de la homologación*) para el respectivo modelo de vehículo y que respecto de cada uno de ellos en particular se verifique en (*Tercero independiente verificador de la transformación*) que se cumplan las exigencias establecidas en el artículo 11°.

Artículo 5° Para efectos de la certificación señalada en el punto anterior, las personas interesadas deberán presentar ante el (*Servicio Técnico designado como encargado de la homologación*) los siguientes antecedentes:

- i) Identificación de la marca y modelo de vehículo transformado.
- ii) Presentación de los antecedentes descriptivos generales respecto de la transformación realizada.
- iii) Indicación, respecto de los principales elementos y sistemas del vehículo, si han sido modificados o removidos y, cuando corresponda, indicación respecto como ha sido mantenida su funcionalidad. Dentro de estos, deberán considerarse, los sistemas de frenos, dirección y motriz y elementos estructurales.

- iv) Presentación del detalle de los componentes que se han adicionado al vehículo en el proceso de transformación y la descripción de sus funcionalidades.
- v) Indicación que, si dadas las características del vehículo base sobre el que se realizará la transformación, ésta podría amparar a otros modelos de vehículos. Lo anterior deberá ser calificado por el Servicio Técnico.

Artículo 6° El (*Servicio Técnico designado como encargado de la homologación*), junto con el análisis de los antecedentes anteriores, verificará el cumplimiento de los siguientes requisitos:

A.- Protección contra choques eléctricos:

A.1) Protección contra el contacto directo

La protección contra el contacto directo con partes activas deberá ser cumplida por los vehículos equipados con un Sistema de Energía Eléctrica Recargable (REESS), el cual deberá encontrarse homologado de conformidad con la parte II del Reglamento UN-ECE R100 o por la norma GB 18384-2020.

Las partes activas deberán estar protegidas contra el contacto directo y cumplir lo dispuesto en los puntos A.1.1) y A.1.2) siguientes. Las barreras, las envolventes, los aislantes sólidos y los conectores no deberán poder abrirse, separarse, desmontarse o quitarse sin el uso de herramientas.

No obstante, está permitido separar los conectores (incluida la toma del vehículo) sin el uso de herramientas, siempre que estos cumplan con alguno de los requisitos siguientes:

- a) cumplan los puntos A.1.1) y A.1.2) cuando se separan, o bien
- b) están situados bajo el suelo y cuentan con un dispositivo de cierre, o bien
- c) cuentan con un dispositivo de cierre; otros componentes, que no formen parte del conector, han de poder quitarse solo mediante herramientas para poder separar el conector, o bien
- d) la tensión de las partes activas es inferior o igual a 60 V c.c. o inferior o igual a 30 V c.a. (rms) en un plazo de un segundo a partir de la separación del conector.

A.1.1) Para efectos de la protección de las partes activas dentro del habitáculo para ocupantes o del compartimento para equipaje, se proporcionará el grado de protección IPXXD.

A.1.2) Para efectos de la protección de las partes activas en zonas distintas del habitáculo para ocupantes o del compartimento para equipaje, se cumplirá el grado de protección IPXXB.

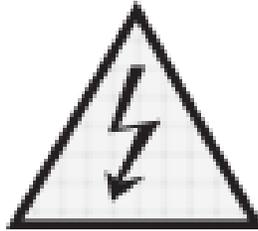
A.1.3) Desconexión del servicio. Será aceptable una desconexión del servicio de manera tal que pueda abrirse, desmontarse o quitarse sin necesidad de herramientas si se cumple un grado de protección IPXXB con la condición de que se abra, se desmonte o se quite sin herramientas.

A.1.4) Marcado

A.1.4.1) En el caso de un REESS que cuente con capacidad de alta tensión, el símbolo indicado en la figura deberá incorporarse en dicho REESS o en sus proximidades.

El fondo del símbolo deberá ser de color amarillo, mientras que el borde y la flecha deberán ser de color negro.

Diagrama 2
Marcado del equipo de alta tensión



Fuente: CEPE/ONU, 2015.

A.1.4.2) El símbolo también deberá ser visible en las envolventes y las barreras que, al quitarse, expongan partes activas de los circuitos de alta tensión. Esta disposición será opcional para los conectores de los buses de alta tensión y no se aplicará en caso que:

- a) No se pueda acceder a las barreras o las envolventes o estas no se puedan abrir o quitar, a menos que se quiten otros componentes del vehículo utilizando herramientas;
- b) las barreras o las envolventes estén situadas bajo el suelo del vehículo.

A.1.4.3) 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.

A.2) Protección contra el contacto indirecto

Los vehículos equipados con cualquier tipo de REESS homologado de conformidad con la parte II del UN-ECE R100 o por la norma GB 18384-2020 deberán estar también protegidos contra el contacto indirecto.

A.2.1) Para efectos de la protección contra los choques eléctricos que puedan producirse por contacto indirecto, las partes conductoras expuestas, como las barreras y las envolventes conductoras, estarán conectadas galvánicamente de forma segura al chasis eléctrico a través de una conexión con cables eléctricos o un cable de tierra, o bien mediante soldadura, tornillos, etc., de manera que se eviten situaciones de peligro.

A.2.2) 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, al menos, 0,2 amperios.

Se considerará que se cumple con este requisito si la conexión galvánica se ha establecido mediante soldadura.

A.2.3) 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 conductiva, se deberá contar con un dispositivo para permitir la conexión galvánica del chasis eléctrico a la tierra.

El dispositivo deberá permitir la conexión a tierra antes que la tensión externa se aplique al vehículo y mantenerla hasta que se retire la tensión externa del vehículo.

El cumplimiento de este requisito podrá demostrarse utilizando el conector especificado por el fabricante del vehículo o bien mediante análisis.

A.3) Resistencia de aislamiento

Este punto no será aplicable a los circuitos eléctricos conectados al chasis cuando la tensión máxima entre cualquier parte activa y el chasis eléctrico o cualquier parte conductora expuesta no exceda de 30 V corriente alterna (rms) o de 60 V corriente continua.

A.3.1) Grupo motopropulsor eléctrico que conste de dos buses de corriente continua o de corriente alterna separados. Si los buses de alta tensión de corriente alterna y los de corriente continua están aislados galvánicamente entre sí, la resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico tendrá un valor mínimo de 100 Ω/V de la tensión de funcionamiento en el caso de los buses de corriente continua, y de 500 Ω/V de la tensión de funcionamiento en caso de los de corriente alterna.

La medición deberá realizarse con arreglo a lo dispuesto en el anexo 4 del UN-ECE R100 "Método de medición de la resistencia de aislamiento para los ensayos en el vehículo".

A.3.2) Grupo motopropulsor eléctrico que conste de buses de corriente continua y de corriente alterna combinados. Si los buses de alta tensión de corriente alterna y los de corriente continua están conectados galvánicamente, la resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico tendrá un valor mínimo de 500 Ω/V de la tensión de funcionamiento.

Sin embargo, la resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico tendrá un valor mínimo de 100 Ω/V de la tensión de funcionamiento si todos los buses de alta tensión de corriente alterna están protegidos por una de las dos medidas siguientes:

- a) capas dobles o múltiples de aislantes sólidos, barreras o envoltentes que cumplan el requisito del punto A.1 de forma independiente, como el juego de cables;
- b) protecciones resistentes mecánicamente con una durabilidad suficiente a lo largo de la vida útil del vehículo, como la caja del motor, las cajas de los convertidores eléctricos o los conectores.

La resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico podrá demostrarse mediante cálculo, medición o una combinación de ambos métodos.

La medición deberá realizarse con arreglo a lo dispuesto en el anexo 4A del UN-ECE R100 "Método de medición de la resistencia de aislamiento para los ensayos en el Vehículo".

A.3.3) Requisito de resistencia de aislamiento del sistema de acoplamiento para cargar el REESS.

En lo que respecta a la toma del vehículo destinada a ser conectada conductivamente a la fuente externa de corriente alterna con toma de tierra y el circuito eléctrico conectado galvánicamente a la toma del vehículo durante la carga del REESS, la resistencia de aislamiento entre el bus de alta tensión y el chasis eléctrico será, como mínimo, de 1 M Ω cuando el acoplador del cargador esté desconectado. Durante la medición, el REESS podrá estar desconectado.

B. Sistema de acumulación de energía eléctrica recargable (REESS)

Los vehículos equipados con REESS deberán cumplir con una homologación de tipo de conformidad con la parte II del UN-ECE R100 ó la norma GB 18384-2020 y deberá ser instalado de acuerdo con las instrucciones facilitadas por su fabricante.

C. Seguridad funcional

Se dará al conductor al menos una indicación momentánea cuando el vehículo esté en "modo de conducción posible activo".

No obstante, esta disposición no se aplicará cuando un motor de combustión interna proporcione directa o indirectamente la potencia propulsora del vehículo.

Al salir del vehículo, una señal (óptica o acústica) avisará al conductor en caso de que el vehículo siga estando en el modo de conducción posible activo.

En caso de que el usuario pueda cargar desde el exterior el REESS de a bordo, deberá ser imposible que el vehículo se desplace por su propio sistema de propulsión mientras el conector de la fuente de energía eléctrica exterior esté conectado físicamente a la toma del vehículo.

El conductor podrá identificar el estado de la unidad de control de la dirección de la conducción.

Artículo 7º Conjuntamente con lo anterior, el (Servicio Técnico designado como encargado de la homologación) deberá verificar que:

- a) Las dimensiones del vehículo base (largo, ancho, alto, distancia entre ejes, voladizo, etc.) no debe ser cambiado por la transformación.
- b) La carga admisible y las cargas máximas admisibles en cada eje no deben ser modificadas por la transformación.
- c) El peso sin carga del vehículo en orden de marcha del vehículo después de la conversión no puede variar en un 20% del peso en vacío del vehículo base.
- d) La distribución del peso vacío en orden de marcha entre los ejes después de la conversión no puede variar en un 10% de la división entre los ejes del vehículo base.
- e) Sea correcta la operación de: frenado, dirección, iluminación, desempañado, calefacción y cualquier otro sistema que pudiera haberse visto afectado por la transformación.

Artículo 8º Una vez realizada la verificación, el (*Servicio Técnico designado como encargado de la homologación*) emitirá un Certificado que dará cuenta de dicha circunstancia, identificando el o los modelos que quedan amparados por la certificación y las principales características del sistema, incluyendo los componentes utilizados en la transformación.

El (*Servicio Técnico designado como encargado de la homologación*) deberá informar al (*Tercero Independiente Verificador de la Transformación*) las empresas autorizadas junto con las características y los principales componentes utilizados en los modelos de vehículos transformados.

Artículo 9º Las transformaciones de vehículos deberán realizarse en talleres autorizados por las personas que hubiesen obtenidos la autorización anterior.

Dichos talleres deberán cumplir con los siguientes requisitos:

i) Personal técnico

- a) Un Responsable Técnico, que cuente con titulación en Ingeniería Eléctrica.
- b) A lo menos, un instalador eléctrico con formación técnica en el área.
- c) A lo menos, un instalador mecánico con formación técnica en mecánica automotriz.

Asimismo, el Responsable Técnico deberá velar que todo el personal técnico que se desempeñe en el Taller de Transformación, incluidos los ayudantes, cuenten con instrucción general en:

- a) Sistemas eléctricos vehiculares, incluido su funcionamiento y componentes
- b) Prevención de los riesgos asociados y manejo de situaciones de emergencia
- c) Conocimiento de las regulaciones relacionadas aplicables

- d) Uso de las herramientas necesarias para efectuar una transformación
- e) Conocimiento en la instalación de los componentes utilizado en una transformación.

ii) Infraestructura

- a) Instalaciones adecuadas para realizar la transformación de vehículos
- b) Ventilación e iluminación apropiada al lugar y tipo de trabajo
- c) La zona del taller que se utilice para el montaje y desmontaje del vehículo a transformar deberá estar pavimentada y techada en toda su extensión.
- d) La zona mencionada en la letra anterior, deberá estar diseñada y construida de manera de evitarse el contacto con agua, en particular en el caso de lluvia.
- e) La zona de trabajo, en especial aquella donde se desarrollen trabajos de alta tensión, deberá contar con la demarcación de un Perímetro de Seguridad.
- f) En el Perímetro señalado, deberá disponerse señalética que con la Leyenda: Peligro – Zona de Trabajo Alta Tensión.

iii) Equipamiento

- a) Herramientas y equipamientos necesarios para realizar el desmontaje y montaje de los vehículos a transformar tanto desde el punto de vista mecánico como eléctrico.
- b) Miliómetro, de una precisión igual o menor a 1 miliohmio
- c) Medidor de Aislación, con capacidad de realizar pruebas de aislación a mínimo a 1500V.
- d) Calibres de Ensayo, conforme lo definido en el Anexo 3 del UN-ECE R100
- e) Elementos de protección personal

iv) Registro

El Taller de Transformación deberá llevar un Registro de los vehículos transformados, en el que deberá constar:

- a) Marca y modelo del vehículo transformado.
- b) Principales datos identificatorios del vehículo.
- c) Fecha de la transformación
- d) Identificación de los principales componentes utilizados en la transformación.

Este Registro deberá mantenerse, a lo menos, durante 5 años desde la fecha de la transformación.

Artículo 10° Por cada vehículo transformado, el Taller Autorizado deberá emitir un "Certificado de Transformación Individual" el que deberá indicar, a lo menos, la individualización del vehículo y sus principales características, la identificación de los componentes principales utilizados y el emisor del certificado.

Artículo 11° Una vez realizada la transformación, cada vehículo individual deberá ser llevado a (*Tercero independiente verificador de la transformación*) con el fin de verificarse que la transformación se ha realizado conforme lo autorizado por el (*Servicio Técnico designado como encargado de la homologación*).

Dicho (*Tercero independiente verificador de la transformación*) deberá ajustarse a los siguientes requisitos:

- i) Personal técnico
 - a) Un Responsable Técnico, que cuente con titulación en Ingeniería Mecánica o Eléctrica.
 - b) Técnicos revisores con formación en mecánica automotriz o eléctrica a nivel técnico.

El Responsable Técnico deberá velar que todo el personal técnico que desempeñe tareas en la verificación de la Transformación cuente con instrucción general en:

 - a) Conocimiento de las regulaciones y procedimientos aplicables
 - b) Uso del equipamiento necesario para efectuar la verificación
 - c) Conocimiento de los riesgos asociados y manejo de situaciones de emergencia
- ii) Infraestructura
 - a) Instalaciones adecuadas para realizar la verificación de la transformación
 - b) Ventilación e iluminación apropiadas al lugar y tipo de trabajo
 - c) La zona donde se realice la verificación deberá estar pavimentada y techada en toda su extensión.
 - d) La zona anterior, deberá estar diseñada y construida de manera de evitarse el contacto con agua, en particular en el caso de lluvia.
 - e) Deberá contarse con un pozo de revisión
- iii) Equipamiento
 - a) Herramientas y equipamientos necesarios para efectuar adecuadamente las inspecciones visuales solicitadas en el punto iv) siguiente.
 - b) Miliómetro, de una precisión igual o menor a 1 miliohmio
 - c) Elementos de protección personal
 - d) Algún equipo adicional conforme se incorpore la verificación de alguna de las exigencias del artículo 6 de la propuesta (Por ejemplo, medidor de aislación).
- iv) Procedimiento verificación
 - a) Solicitar el Certificado de Transformación emitido por el Servicio Técnico.
 - b) Verificar visualmente la correspondencia los componentes utilizados en la transformación respecto de aquellos certificados por el Servicio Técnico.
 - c) Verificar, conforme lo constatado en el Proceso de Homologación, como mínimo:
 - C.1) La correcta protección de las partes activas contra el contacto directo
 - C.2) La presencia del marcado correspondiente a las zonas de Alta Tensión
 - C.3) Que los cables de Alta Tensión que, al no estar situados al interior de envolventes, deban ser de color naranja.
 - C.4) Que la resistencia entre todas las partes conductoras expuestas y el chasis eléctrico sea inferior a 0,1 ohmios cuando haya un flujo de corriente de, al menos, 0,2 amperios
 - d) Sin perjuicio de lo señalado, se podrían adicionar algunas verificaciones adicionales de las exigencias establecidas en el artículo 6°.

Artículo 12° Los vehículos transformados deberán cada..... *(debe establecerse el tiempo que se estime necesario para realizar una inspección)* meses someterse a una inspección en la cual se verificará el cumplimiento de lo señalado en punto IV del artículo anterior.

Bibliografía

- CEPE/ONU Reglamento n ° 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico [2015/505] Diario Oficial de la Unión Europea, 31.03.2015 ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2015/100/oj>.
- GB 18384-2020 - Electric vehicles safety requirements NATIONAL STANDARD OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, ICS 43.020, T40, Issued on May 12, 2020 – Implemented on January 01, 2021.
- Légifrance - Arrêté du 13 mars 2020 relatif aux conditions de transformation des véhicules à motorisation thermique en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible, NOR : TRER2007140A ELI : https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2020/3/13/TRER2007140A/jo/article_snum1 JORF n°0081 du 3 avril 2020.
- Ley Chile - Decreto 145 - ESTABLECE REQUISITOS TÉCNICOS, CONSTRUCTIVOS Y DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS QUE INDICA MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES; SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES Fecha Publicación: 12-NOV-2018 | Fecha Promulgación: 29-DIC-2017 Tipo Versión: Única De: 13-NOV-2019 Url Corta: <http://bcn.cl/2exj2>.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Gobierno de España, MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS REVISIÓN 5ª, Manual de Reformas de Vehículos 1ª edición: julio 2019. Entrada en vigor: 01/10/2019.
- Ministerio de la Presidencia, Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. «BOE» núm. 170, de 14 de julio de 2010. Referencia: BOE-A-2010-11154.

Este documento es una contribución para que los países de América Latina y el Caribe avancen hacia la electromovilidad. La movilidad urbana en las ciudades de la región es cada vez más ineficiente, con pérdidas de productividad por problemas de salud causados por la contaminación, pérdidas económicas por la congestión del tránsito, la degradación de espacios y las elevadas emisiones de gases de efecto invernadero.

Electrificar la movilidad, especialmente la pública, constituye un impulso para el desarrollo productivo y sostenible de la región. Parte del avance hacia la electromovilidad puede ser la transformación de los vehículos que actualmente usan combustibles fósiles. Las ventajas son múltiples. Se reduce la inversión necesaria con respecto a un vehículo nuevo, se genera empleo local y se disminuyen los desechos, consolidándose así sistemas de economía circular.

El primer paso para avanzar en esta estrategia de transformación de vehículos para acelerar la inversión en electromovilidad es contar con un marco regulatorio que establezca los requisitos necesarios para resguardar la seguridad. En este documento se plantea la posibilidad de una regulación de carácter general para que los países interesados puedan hacer el uso que estimen conveniente de la propuesta.