

# Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica en Paraguay

Para Vehículos Terrestres

Autores:

José Sosa  
Matías Sacco  
Enrique Buzarquis  
Daniel Ríos  
Jazmín Suárez Pérez  
María del Mar Scavone

Editores:

Juan Pablo Ventura  
Alejandra Caldo  
Martín Sosa  
Roberto Aiello  
Juan Pablo Benítez  
Cristián Navas  
Tamatía Colmán

División de Transporte,  
División de Energía y  
División de Competitividad,  
Tecnología e Innovación

NOTA TÉCNICA Nº  
**IDB-TN-02028**

# Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica en Paraguay

Para Vehículos Terrestres

## Autores:

José Sosa

Matías Sacco

Enrique Buzarquis

Daniel Ríos

Jazmín Suárez Pérez

María del Mar Scavone

## Editores:

Juan Pablo Ventura

Alejandra Caldo

Martín Sosa

Roberto Aiello

Juan Pablo Benítez

Cristián Navas

Tamatía Colmán



**BID**

Banco Interamericano  
de Desarrollo

**Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo**

Guía para la estandarización de la movilidad eléctrica en Paraguay : para vehículos terrestres / José Sosa, Matías Sacco, Enrique Buzarquis, Daniel Ríos, Jazmín Suárez Pérez, María del Mar Scavone; editores, Juan Pablo Ventura, Alejandra Caldo, Martín Sosa, Roberto Aiello, Juan Pablo Benítez, Cristián Navas, Tamatia Colmán.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2028)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Electric vehicles-Standards-Paraguay. 2. Battery charging stations (Electric vehicles)-Standards-Paraguay. I. Sosa, José. II. Sacco, Matías. III. Buzarquis, Enrique. IV. Ríos, Daniel. V. Suárez Pérez, Jazmín. VI. Scavone, María del Mar. VII. Ventura, Juan Pablo, editor. VIII. Caldo, Alejandra, editora. IX. Sosa, Martín, editor. X. Aiello, Roberto, editor. XI. Benítez, Juan Pablo, editor. XII. Navas Duk, Cristián, editor. XIII. Colmán, Tamatia, editor. XIV. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. XV. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Energía. XVI. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Competitividad, Tecnología e Innovación. XVII. Serie. IDB-TN-2028

**Código JEL:** L15, L50, L52, L62, L91, L94, L98, L99, O31, O32, O33, N70, N76, R40.

**Palabras Clave:** energía, transporte sostenible, vehículo eléctrico, electromovilidad, transporte urbano, organismos de normalización y certificación.

**Editores:** Juan Pablo Ventura, Alejandra Caldo, Martín Sosa, Roberto Aiello, Juan Pablo Benítez, Cristián Navas, Tamatia Colmán.

**Diseño y diagramación:** Marta Sosa

**Agradecimientos Especiales:** por sus aportes al equipo técnico a la firma consultora Centro de Recursos Naturales, Energía y Desarrollo (CRECE); y al apoyo institucional durante el desarrollo de la Guía del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN), el Parque Tecnológico Itaipu Paraguay (PTI-PY) y de los integrantes del Comité Técnico Nacional 61 “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid”.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



"GUÍA PARA LA ESTANDARIZACIÓN  
DE LA **MOVILIDAD ELÉCTRICA**  
EN **PARAGUAY**"  
PARA VEHÍCULOS TERRESTRES







# PREFACIO

Al Paraguay, país que cuenta con tres hidroeléctricas que generan un superávit de energía renovable, los vehículos eléctricos dan la oportunidad de reducir varias externalidades ambientales y financieras resultantes de una movilidad dependiente de combustibles fósiles. En este sentido, el país está dando sus primeros pasos en la transición hacia la movilidad eléctrica, avanzado con la elaboración de normas técnicas para vehículos eléctricos, implementando “rutas verdes” con cargadores instalados en la travesía entre las tres principales urbes del país —Asunción, Ciudad del Este y Encarnación—, y empezando a operar los primeros buses eléctricos en las calles del Área Metropolitana de Asunción, entre otras acciones destacables.

Desde el **Banco Interamericano de Desarrollo (BID)**, celebramos estos hitos que el país viene concretando en los últimos años, y estamos orgullosos de estar acompañando al Gobierno de Paraguay en estos primeros pasos. Reconocemos el potencial del país y al mismo tiempo la urgencia de avanzar con acciones concretas para poder cumplir con las metas que el Paraguay ha establecido en los últimos años, más precisamente, el Plan Nacional de Desarrollo (2014-2030), el cual incluye entre sus objetivos el aumento de un 60% en el consumo de energías renovables y una reducción del 20% del consumo de derivados de petróleo para el 2030. Este objetivo se alinea con las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) que el Paraguay ha establecido en 2015, al suscribirse al Acuerdo de París, en las que se compromete a reducir en un 20% sus emisiones proyectadas al 2030.

De modo a promover el cumplimiento de estas metas, el BID está apoyando técnica y financieramente al Gobierno de Paraguay, en el Desarrollo de la Estrategia Nacional de Electromovilidad, la cual tiene el objetivo de fijar los objetivos a corto y mediano plazo en materia implementación de programas de electromovilidad y definir y los mecanismos de coordinación entre las distintas iniciativas, proyectos y programas de movilidad eléctrica que las entidades públicas han implementado en todo el territorio.

Además de esta acción, hemos apoyado

al Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN) y al Parque Tecnológico de Itaipu (PTI) con asistencia técnica para el Comité Técnico de Normalización que lideran el Comité Técnico 61 (CTN 61) de “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid”— el cual es responsable por la emisión de normas y estándares técnicos de vehículos eléctricos en Paraguay.

Para apoyar al trabajo de estandarización de la movilidad eléctrica en Paraguay, el BID y el Centro de Recursos Naturales, Energía y Desarrollo (CRECE) en coordinación con el CTN 61, han desarrollado esta Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica en Paraguay que provee una hoja de ruta respecto a las normas emitidas por organismos internacionales que deben ser revisadas por el Comité Técnico de Normalización para asegurar el avance progresivo de la electromovilidad en Paraguay.

Adicionalmente, para asegurar el avance concreto, el BID proporcionó recursos para que el CTN 61 pudiera tener acceso a las normas internacionales que son definidas como prioritarias para etapas iniciales en esta guía y ha realizado un Diagnóstico de Laboratorio de Certificación de Vehículos para planificar el fortalecimiento de capacidades dentro del País. Entendemos que todos los documentos y recursos proporcionados van a aportar elementos claves para el avance seguro y exitoso de movilidad eléctrica en Paraguay.

Agradecemos al INTN, al PTI, a CRECE y a todos los representantes de las distintas instituciones que conforman al CTN 61, tanto del sector público como privado, que han propiciado sus conocimientos técnicos en la elaboración de esta guía que pretende llevarnos más cerca de una movilidad sostenible en Paraguay.

***María Florencia Attademo-Hirt***

Representante

**Grupo Banco Interamericano de  
Desarrollo  
Paraguay**

## **Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN)**

El Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN) a través del Organismo Nacional de Normalización (ONN), lleva adelante la actividad normativa como función más importante, a través de la cual promueve y adopta las acciones para coordinar la elaboración de las normas técnicas Paraguayas de aplicación voluntaria, pero que pueden ser utilizadas como referencia en la producción y transacciones comerciales de productos, como así también utilizadas como base para reglamentos o referenciadas en los mismos.

En los Comités Técnicos de Normalización conocidos como CTN, que están conformados para trabajar en campos de acción claramente definidos, se desarrolla la actividad vinculada a la elaboración de las normas paraguayas.

Durante el proceso de normalización participan todos los sectores vinculados,

y en este caso en particular de vehículos eléctricos, se ha destacado el compromiso de los Miembros que integran el CTN 61 “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid”, que ya han aprobado y el INTN publicado, normas del sector de movilidad eléctrica.

Con el trabajo conjunto que se ha realizado entre el INTN, el PTI, el BID y la consultora CRECE, se ha concretado esta Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica en la que se define un marco de priorización de normas para generar las condiciones técnicas que aseguren una transición segura y ordenada hacia la movilidad eléctrica.

La Dirección General del INTN reafirma el compromiso institucional permanente de fortalecer los trabajos de todos los grupos de Normalización, en particular el del CTN 61 para seguir promoviendo al avance de una movilidad más sostenible.

***Ing. LIRA ROSSANA GIMÉNEZ GIMÉNEZ***

**Directora  
General del INTN**

## Fundación Parque Tecnológico Itaipú – Paraguay (FTPI-PY)

La Fundación Parque Tecnológico Itaipú – Paraguay (FPTI-PY), es una organización sin fines de lucro que busca integrar proyectos con foco al desarrollo tecnológico y científico. Impulsa el emprendedurismo, promueve iniciativas orientadas a áreas específicas donde sus acciones son aplicadas a fin de lograr el desarrollo con sostenibilidad del ecosistema en el que está localizado y con el propósito final de satisfacer las necesidades tecnológicas de la sociedad en general.

Una de nuestras acciones que surge como parte de los objetivos principales de la FPTI-PY, es promover la energía alternativa para el transporte terrestre. Con la promoción de la movilidad eléctrica buscamos cooperar con otras organizaciones para cumplir con el compromiso país asumido en la declaración de París y las acciones que debemos adoptar por el cambio climático (COP21) como plan estratégico hasta el año 2030. Al mismo tiempo esto impactará positivamente en la salud de la población y la preservación del medio ambiente.

Creemos que no es solo un cambio de tecnología, es también un cambio de

filosofía con la visión clara de que es una de las mejores formas de luchar contra el cambio climático. Estamos convencidos de que la transformación del concepto de transporte actual, estará en armonía con iniciativas y proyectos en el campo de las energías renovables y eficiencia energética encaradas por el sector público y privado de nuestro país.

Nuestro compromiso es el de contribuir con la Movilidad Eléctrica sostenible en el Paraguay, destacando que el INTN y la Fundación Parque Tecnológico Itaipú (FPTI-PY), lideran el Comité Técnico Nacional N° 61 “Automatización de sistemas eléctricos y Smart Grid”, en la que constan las normas aprobadas PNA-ISO/TR8713: “Vehículos de carretera impulsados por electricidad” y NP-IEC61851-1 “Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos”, con lo que nuestro país va camino hacia un modelo de transporte limpio, verde y sostenible, acompañando las tendencias globales en la región.

**Ing. Nelson Romero Estigarribia**

Director Técnico de la FPTI-PY.

## **CTN 61 “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid”**

El CTN 61 “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid” es un comité creado con base en una serie de interacciones entre el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN), como Organismo Nacional de Normalización y la Fundación Parque Tecnológico Itaipu – Paraguay (FPTI-PY) a través de la cual se ha observado la necesidad de contar con estándares en el país que direccionen con calidad el impacto de tecnologías emergentes y al mismo tiempo sienten base para la innovación en todo el ecosistema asociado a las redes inteligentes, que hoy se mapean en la interoperabilidad e integración de distintas tecnologías como son la automatización del sistema de distribución eléctrica, la generación de energía de forma distribuida, haciendo uso de energías renovables como la solar y eólica, la telemedición, los vehículos eléctricos en su visión como sistema de transporte o como sistema de almacenamiento de energía, la infraestructura de carga para vehículos eléctricos teniendo como factor fundamental, en este ecosistema, la interacción efectiva y eficiente con el usuario final.

El 24 de agosto de 2015, mediante convenio específico, el INTN y la FPTI-PY acuerdan la creación y descentralización de la Secretaría del Comité Técnico de Normalización CTN 61 “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid”, delegando el INTN a la FPTI-PY las actividades de articulación, enlace y desarrollo de las tareas del comité en

coordinación con el INTN, iniciando de esa forma las actividades formales del comité al cual fueron invitadas a integrar instituciones y empresas referentes, teniendo como primer desafío, el de estructurar las bases normativas para impulsar la electromovilidad en el Paraguay y dar soporte a las acciones innovadoras y de incentivo que se desarrollen desde los distintos sectores nacionales.

La presente Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica en Paraguay es resultado de la colaboración altruista de excelentes técnicos de las distintas entidades integrantes del CTN 61, de la colaboración sistemática y comprometida del BID y el trabajo de alta calidad de la consultora CRECE, lo que permite al país contar con un documento que nortea acciones normativas estratégicas a fin de contribuir con la incubación del sector en el país, la creación de laboratorios de certificación, el fomento y la masificación futura del uso de la tecnología en Paraguay, ofreciendo de esta forma, bases sólidas para el cumplimiento de los objetivos nacionales.

Desde la coordinación del CTN 61, se extiende un profundo agradecimiento a las instituciones coordinadoras del comité, a las instituciones integrantes, así como a todos los colaboradores que hicieron posible esta guía, la cual creemos ser de fundamental importancia para el desarrollo de la Movilidad Eléctrica en Paraguay.

***Coordinación del Comité Técnico Nacional 61***  
**Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid.**

# AGRADECIMIENTOS

Esta publicación fue producida bajo el liderazgo de especialistas y consultores de la División de Competitividad, Tecnología e Innovación, la División de Transporte y la División de Energía del BID con la contribución y apoyo de los siguientes equipos:

## **Centro de Recursos Naturales, Energía y Desarrollo (CRECE)**

- José Sosa
- Matías Sacco
- Enrique Buzarquis
- Daniel Ríos
- Jazmín Suárez Pérez
- María del Mar Scavone
- Marta Sosa

## **CTN61**

### ***Coordinadores***

- Ing. Luis D. Fleitas Brizuela, Titular por INTN
- Ing. Sergio G. Villalba Ríos, Suplente por INTN
- Ing. Tamatiá R. Colmán Aveiro, Titular por PTI-PY
- Dr. Gustavo A. Riveros Godoy, Suplente por PTI-PY
- Ing. Mario E. López Acosta. Suplente por PTI-PY

### ***Entidades integrantes***

- Organismo Nacional de Normalización (ONN) del INTN
- Parque Tecnológico Itaipu Paraguay (PTI-PY)
- ITAIPU Binacional
- Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
- Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
- Viceministerio de Minas y Energía (VMME)
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)
- Cámara de Distribuidores de Automotores y Maquinarias (CADAM)
- Universidad Nacional del Este (UNE)
- Universidad Católica Alto Paraná (UCAP)

# ABREVIATURAS

## **ABNT**

Asociación Brasileña de Normas Técnicas

## **CEM**

Clean Energy Ministerial

## **CEN**

Comité Européen de Normalisation

## **CENELEC**

Comité Européen de Normalisation Électro-technique

## **COPANT**

Comisión Panamericana de Normas Técnicas

## **COP21**

21ª Conferencia de las Partes

## **CTN 61**

Comité Técnico de Normalización 61  
Comité Técnico Nacional 61

## **DIN**

Instituto Alemán de Estandarización

## **EN**

Estándares Europeos

## **EVI**

Electric Vehicle Initiative

## **IEC**

International Electrotechnical Committee

## **IEA**

Agencia Internacional de Energía

## **INTN**

Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología

## **IRENA**

International Renewable Energy Agency

## **ISO**

International Organization for Standardization

## **IVA**

Impuesto al Valor Agregado

## **NBR**

Normas Brasileñas

## **ODS**

Objetivos de Desarrollo Sostenible

## **ONN**

Organismo Nacional de Normalización

## **PEN 2040**

Política Energética Nacional 2040

## **PND 2030**

Plan Nacional de Desarrollo 2030

## **SAE**

Sociedad de Ingenieros Automotrices

## **SAC**

Standardization Administration of China

## **SDO**

Organizaciones de Desarrollo de Estándares

## **TBT**

Barreras Técnicas al Comercio

## **UE**

Unión Europea

## **WTO**

Organización Mundial del Comercio

## LISTA DE GRÁFICOS





## LISTA DE TABLAS



# CONTENIDO

# 1

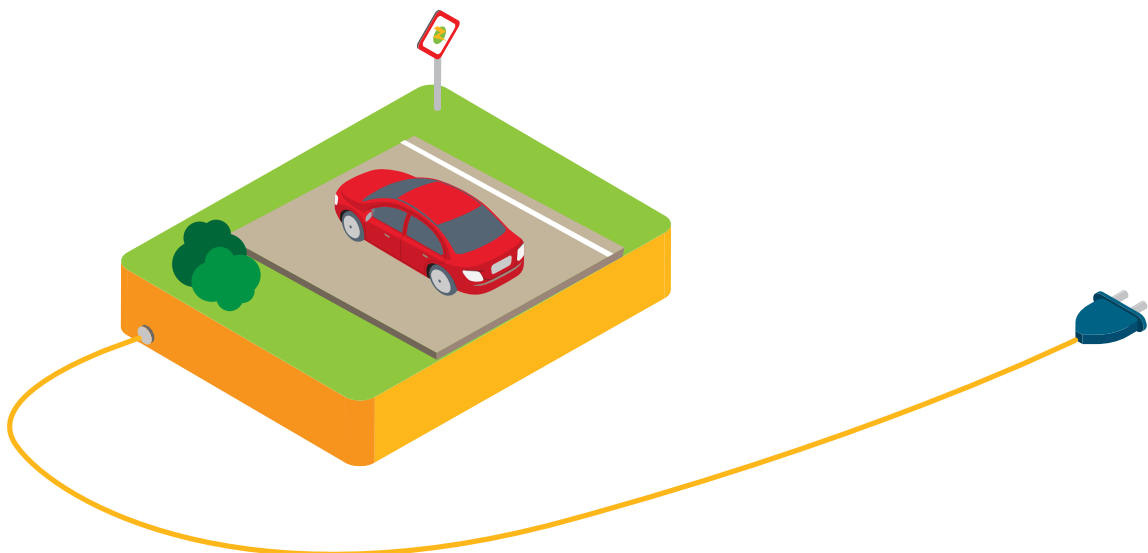
## Introducción

El transporte representa aproximadamente el 24% de las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Rivas et al. 2019), lo que equivale al 14% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (Wang and Ge 2019). El sector transporte es responsable por más de un tercio de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la región (Rivas et al. 2019). Adicionalmente, según informes de ONU Medio Ambiente, la flota de automóviles de la región tiene la tasa de crecimiento más rápida del mundo. Se prevé que para el año 2050 la cantidad de vehículos de América Latina supere los 200 millones de unidades, bajo este escenario la tasa de crecimiento se triplicará en los próximos 25 años (ONU Medio Ambiente 2018).

Mientras gran parte del mundo sigue dependiendo en gran medida de combustible fósiles, **Latinoamérica posee una matriz eléctrica significativamente menos contaminante que otras regiones**. De acuerdo con reportes de la Agencia Nacional de las Energías Renovables (IRENA), la región de América Latina y el Caribe cuenta con más de una cuarta parte de la energía primaria proveniente de energías renovables, el doble del promedio mundial, esto es clave para promover la movilidad sustentable y la descarbonización del sector transporte.

La transición del sector, traería grandes beneficios sociales, como la reducción de los costos asociados al impacto en la salud y el ecosistema (Biresselioglu et al. 2018), esto hace que la electromovilidad represente una gran oportunidad para los países de la región.

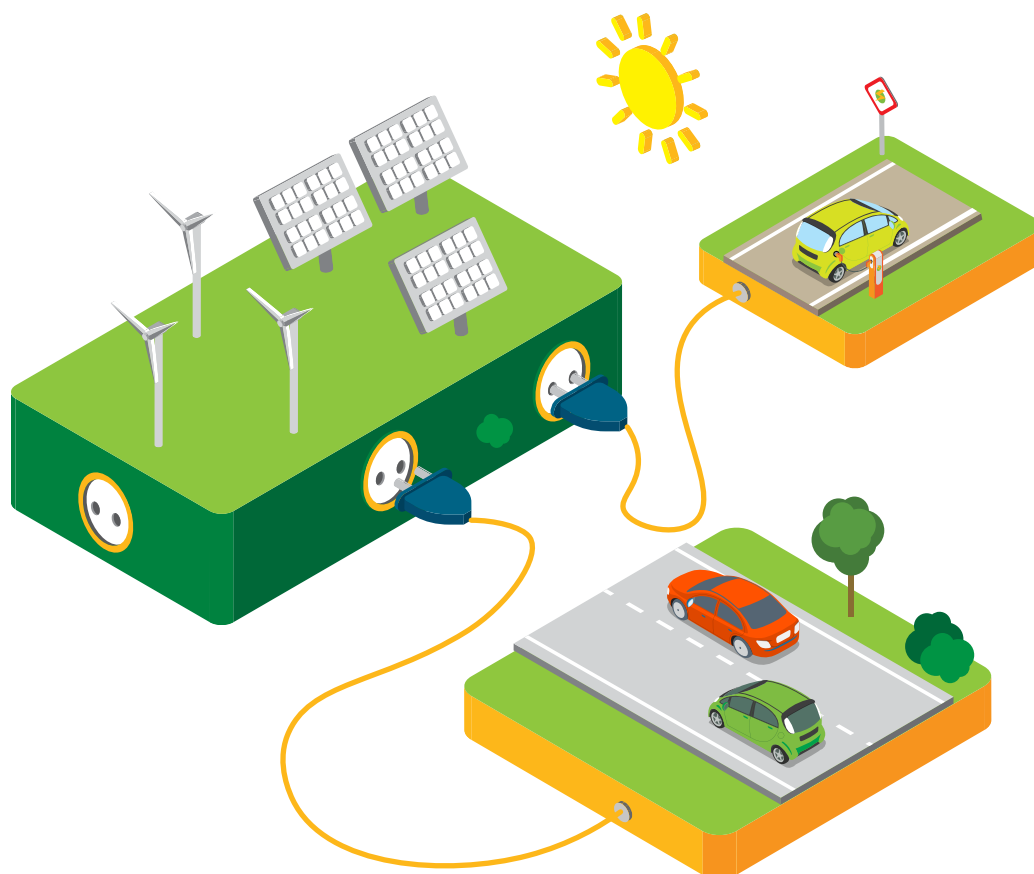
De modo a acelerar la obtención de estos beneficios ambientales y sociales, con miras a cumplir con las metas de desarrollo sostenible para el 2030, varios países de la región están comenzando a llevar a cabo iniciativas que impulsan la movilidad eléctrica y al mismo tiempo están trabajando en entornos normativos y regulatorios más propicios.



Los procesos de estandarización en el sector de la movilidad eléctrica son esenciales para fortalecer el mercado regional para la difusión de productos y servicios de este sector y asegurar la interoperabilidad y la conectividad a nivel regional. En ese sentido, **esta guía tiene por objeto ofrecer una visión general de las actividades de estandarización en el campo de la movilidad eléctrica tomando como caso de estudio específicamente a Paraguay.** Además, pretende servir como referencia para los tomadores de decisiones en los procesos hacia la estandarización de la movilidad eléctrica.

Paraguay, es un país con condiciones propicias para el fomento de la movilidad eléctrica. Su matriz de generación es renovable casi en un cien por ciento, el país cuenta con grandes excedentes de energía eléctrica y la tarifa de la electricidad es una de las más asequibles en la región, cabe destacar que el precio a variado muy poco a lo largo de los años en contraste con los precios fluctuantes del petróleo.

Este documento pretende exponer los aspectos claves para la estandarización de la movilidad eléctrica en el país, revisando el contexto mundial, regional, y luego delineando recomendaciones a través de una guía para los actores de Paraguay pertenecientes a los sectores de transporte, energía y áreas transversales a la Electromovilidad. La guía propone recomendaciones respecto a una estructura de gobernanza que acompañe al proceso de estandarización, las etapas de priorización de emisión de normas, y un marco conceptual de la Electromovilidad que a su vez clasifica a las normas internacionales existentes según las dimensiones que regule el vehículo (A), la infraestructura de carga (B) y el servicio de soporte (C) y los ejes temáticos a los que se refiera (1) tipos de conectores, la comunicación (2), la topología de carga (3), y la seguridad (4).



# 2 Marco Normativo Internacional

En la actualidad utilizamos y consumimos productos que se fabrican siguiendo una serie de estándares y protocolos que pasamos por alto debido a la cotidianeidad de los mismos. Un ejemplo de estos estándares son las instalaciones eléctricas residenciales cuyo diseño y dimensionamiento se proyecta teniendo como base normas técnicas elaboradas y aprobadas para su uso en cada país. Otro ejemplo es el de los protocolos de comunicación inherentes a los servicios de telefonía móvil que utilizamos día a día y que se han vuelto parte fundamental de la vida cotidiana. En los años noventa, cuando la comunicación digital tuvo que ser estandarizada, la comunidad global se unió para diseñar un protocolo estándar común, colaborando en los grupos de trabajo de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Los estándares deben estar sujetos a revisiones periódicas razonables que permitan su actualización a medida que surjan nuevos avances. La elaboración y revisión de los estándares se deben desarrollar siguiendo una serie de procesos participativos que involucren a todas las partes interesadas, en el seno de espacios que concentren a todos los representantes relevantes a nivel internacional, así como recomiendan el Instituto Alemán de Estandarización (DIN) y la Comisión Alemana de Tecnologías Eléctricas, Electrónicas y de la Información de la DIN, la DKE (DIN 2018).



## 2.1 Organizaciones Internacionales de Normalización

El desarrollo de los estándares no está directamente bajo el control del gobierno en la mayoría de los países, sino que lo facilitan las Organizaciones de Desarrollo de Estándares (SDO) acreditadas, quienes ayudan a desarrollar estándares donde existe una necesidad identificada por los reguladores, académicos, de la industria o expresada por el público en cuestión. Algunos de los SDO más relevantes incluyen la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la IEC, que operan a nivel internacional. También están los SDO trabajando en contextos más especializados, de los cuales quizás el más relevante es la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), una organización centrada principalmente en estándares relacionados con la industria automotriz.

En el mencionado contexto, las organizaciones internacionales de normalización en el desarrollo de estándares hacen uso de procedimientos bien establecidos, así como las sugeridas por la DIN y DKE. Bajo ese principio, la mayoría de los estándares se desarrollan utilizando un enfoque con base en el consenso, donde las partes interesadas y los expertos de la industria, el gobierno, la academia y el público informado, llegan a un acuerdo sobre los niveles y procedimientos de desempeño aceptables (Koch 2016). Más aún, la Organización Mundial del Comercio (cuyas siglas en inglés son WTO)<sup>1</sup> defiende la eliminación de las Barreras Técnicas al Comercio (cuyas siglas en inglés son TBT), estas surgen principalmente de las diferencias en términos de las especificaciones que localmente cada país establece para la producción o procedimiento de un determinado servicio que al diferir entre cada país se convierte en una barrera para el comercio debido a los requerimientos técnicos divergentes entre ambos países. La WTO exige que los reguladores nacionales tomen las normas internacionales como base para sus requisitos legales y leyes comerciales (WTO 2019).

Las normas internacionales se rigen bajo el principio de establecer reglas técnicas a nivel global para apoyar el desarrollo del comercio internacional y el intercambio de bienes y servicios, de tal manera que faciliten e incentiven las exportaciones al mercado global, influyendo de la misma manera en las importaciones. Por lo tanto, hay una situación ganadora en ambos lados, tanto en la importación como en la exportación, para aquellos países que siguen estándares universales respecto a ciertos productos y servicios. En ese sentido, la WTO respalda el uso de estándares internacionales en lugar de regulaciones regionales y nacionales, que podrían representar una barrera para el libre comercio mundial.

Revisando el contexto global respecto a la aceptación de las normativas internacionales, es posible aseverar que la IEC e ISO son las organizaciones por excelencia referentes en temas de estandarización (Koch 2016). En ese sentido, en la Unión Europea (UE) se considera que las normativas desarrolladas por ISO e IEC tienen prioridad y deben ser adoptadas por los Estándares Europeos (EN) en lo posible sin ningún tipo de modificaciones y, si hubiere necesidad, con cambios mínimos debidamente justificados. En Asia, países como Japón, China, Corea o India, con fuerte posicionamiento en el desarrollo de estándares nacionales también hacen uso de normas internacionales y

<sup>1</sup>Paraguay es miembro de la WTO desde 1995 y ha ratificado los acuerdos relacionados al TBT (WTO 2017).



colaboran activamente en los grupos de trabajo de ISO e IEC. En Oceanía y en África los estándares de ISO e IEC también son los predominantes.

En el continente americano, Estados Unidos y Canadá, a diferencia de los países Europeos, no tienen estrictos niveles de exigencia con respecto a la adopción de normativas desarrolladas por ISO e IEC, sin embargo, estos conviven con los estándares nacionales y, en algunos casos, queda a criterio del usuario el estándar que regirá su elección de compra del servicio o producto en cuestión. Por otro lado, en América del Sur y Central los estándares predominantemente utilizados son aquellos elaborados por ISO e IEC con la salvedad de que en algunos casos dependiendo en la influencia industrial también se adoptan estándares norteamericanos. Por lo general, los países del Mercosur utilizan principalmente estándares basados en lo desarrollado por ISO e IEC. En líneas generales, se destacan la adopción de normas internacional elaboradas principalmente por ISO e IEC; esta es una tendencia en la mayoría de los países, y su adopción presenta ventajas que facilitan el libre comercio.



## Sector Transporte: Movilidad Eléctrica

En lo que respecta a la industria de transporte, se requiere la aplicación de estándares apropiados particularmente para la Movilidad Eléctrica. El ingreso de vehículos eléctricos al mercado global se encuentra en sus etapas iniciales con excepción de Noruega o China en los cuales ya tienen una participación más notable. En ese sentido, para promover la masificación de la electromovilidad de forma global no sólo es necesario sincronizar esfuerzos para investigación y desarrollo de estas tecnologías sino también preparar los estándares apropiados que puedan ser utilizados como referencias para las regulaciones y legislaciones tanto de carácter nacional como internacional que se anticipen a las presiones del mercado.

Existen diversos actores que se encuentran trabajando en el marco normativo de la movilidad eléctrica y es importante tener identificado a aquellos con mayor relevancia para el inicio de los estudios en el país. Estas actividades, han resultado en una serie de estándares disponibles a la fecha, y que difieren en ciertos aspectos. En ese sentido, ISO e IEC han trabajado conjuntamente desde marzo del año 2011 sobre temas relacionado a la electromovilidad procurando lograr una mínima armonización entre las normas existentes.

De modo a avanzar en estas especificaciones de forma multidisciplinaria respecto a los vehículos eléctricos, la ISO es la institución a cargo de la revisión y estandarización de todos los aspectos relacionados a la mecánica automotriz y la IEC define los estándares referentes a la ingeniería eléctrica y la seguridad. También existen otros organismos como la SAE que ahonda temas transversales. En la siguiente sección se presenta una breve descripción de estas organizaciones internacionales y también aquellas instituciones locales de Paraguay que cumplen un rol en el proceso de estandarización y normalización de la movilidad eléctrica.

El grupo de trabajo que han conformado ISO e IEC, lo integran el Comité Técnico 22 y el Comité Técnico 69 respectivamente. Los aspectos relacionados a la ingeniería automotriz son atendidos por el sub comité 37 del Comité Técnico 22 de la ISO (ISO / TC 22 / SC 37), y aquellos relacionados a la ingeniería eléctrica de los vehículos eléctricos es revisado por el Comité Técnico 69 de IEC (IEC / TC 69). Las actividades realizadas en el marco de esta cooperación no se limitan a la movilidad particular o de vehículos livianos, sino que se extiende a todo tipo de transportes terrestres.

Por lo general, los trabajos realizados por ambas organizaciones son utilizados como documentos referenciales en la UE y revisados por el Comité Européen de Normalisation (CEN) y el Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (CENELEC). Así mismo es considerado en una serie de otros países que no pertenecen a la UE y que participan como miembros activos en el desarrollo de normativas teniendo en cuenta la compatibilidad de las especificaciones en el plano internacional.

Sin embargo, en Norte América, los principales trabajos que se llevan a cabo en materia de estándares relacionados a la movilidad eléctrica son realizados por la SAE, estos tratan temas generales de la ingeniería automotriz. Los países que atienden las recomendaciones de esta organización son principalmente Estados Unidos, Canadá y Japón.

China, siendo el mayor mercado de Electromovilidad a nivel global, cuenta con estándares propios que son elaborados por la "Standardization Administration of China (SAC)" denominados GB revisando no solo las dimensiones del vehículo sino también cuestiones relacionadas a la infraestructura.

**A nivel regional, cada país cuenta con su propia institución encargada del desarrollo de normativas.** Ver Anexo.

- Organismos Regionales de Normalización de América Latina y el Caribe (ALC). A su vez, estos organismos son miembros de aquellos organismos internacionales de normalización y cuentan con la posibilidad de sugerir nuevas normas o contribuir en los comités técnicos que elaboran normas. En su mayor parte, estos organismos nacionales de normalización adoptan aquellas normas recomendadas y desarrolladas por los organismos internacionales adicionando variaciones según requiera el



contexto nacional o desarrollan normas en función a una agregación de normas de múltiples entes internacionales. Por ejemplo, la norma paraguaya para instalaciones eléctricas de baja tensión (NP 2 028 96) fue elaborada a partir de la IEC 60364 y de la ABNT NBR 5410 (de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas).

El Organismo Nacional de Normalización (ONN) de Paraguay es un órgano dependiente del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN), creado mediante Resolución INTN N.º 755/2011, y cuyas funciones son asignadas a través de la Ley 2575/2005 de la reforma de la carta orgánica del Instituto Nacional de Tecnología y Normalización. Este organismo tiene como Política de Calidad “Elaborar, promover y difundir normas que sean útiles a la comunidad con énfasis en aquellos sectores priorizados por las políticas públicas y con participación activa de los sectores involucrados acorde a los criterios internacionales establecidos y reconocidos” (INTN 2020). Algunas de las funciones del ONN se citan a continuación:

- a) Planificar, promover y coordinar la elaboración de las Normas Técnicas Paraguayas de uso voluntario para su homologación y edición oficial por resolución del Director General. Ejemplos de normas voluntarias: NP 39 002 01 - Carrocerías de ómnibus urbanos; NP 39 004 03, NP 39 013 17, NP 39 014 17 - Inspección Técnica Vehicular para diferentes categorías de vehículos.
- b) Proponer a solicitud del Poder Ejecutivo en los campos que considere necesario Normas Paraguayas, como documentos base de Reglamentos Técnicos de aplicación obligatoria. Ejemplos de normas obligatorias: NP 2 007 88 - Cables de energía de aislamiento extruido; PNA-NM 247-1 - Cables aislados con policloruro de vinilo; NP 21 042 03 - Recipientes para extintores portátiles de incendio.
- c) Promover y desarrollar los mecanismos de formulación y difusión de las Normas Técnicas.

Además, a través del ONN, el INTN es representante oficial de Paraguay y cuenta con membresías ante Organismos de Normalización Internacional y Regional. Por un lado, a nivel internacional es miembro correspondiente de la ISO, además es miembro afiliado del IEC. Por otro lado, a nivel regional es miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y miembro fundador pleno de la Asociación Mercosur de Normalización (AMN).



# 3 Reseña de la Movilidad Eléctrica y de las Normas Técnicas Asociadas

## Perspectiva Global, Regional y el Caso de Paraguay

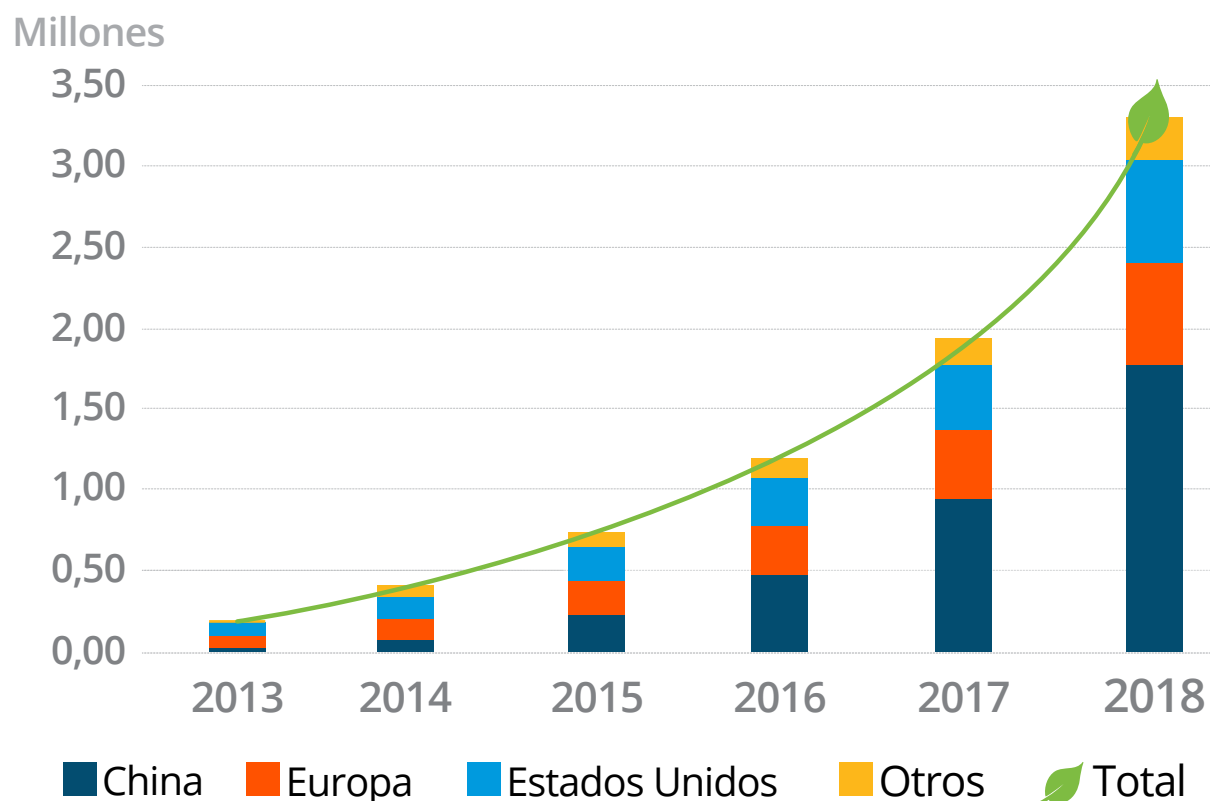
### 3.1 La Situación Global

En el año 2017, se dio inicio a la campaña EV30@30 que fija una meta colectiva para lograr incrementar al 30% la participación de los vehículos eléctricos en el mercado (incluyendo automóviles, buses, camiones) con la finalidad de poder ayudar a cumplir las metas del Acuerdo de París (IEA 2017). Esta campaña es promovida por la Electric Vehicles Initiative (EVI): un foro de políticas integrado por varios Ministerios de Energía de las principales economías del mundo que se lanzó bajo el Clean Energy Ministerial (CEM), y dedicado a acelerar la introducción y adopción de vehículos eléctricos en todo el mundo. Trece países participan actualmente en EVI: Canadá, Francia, Japón, Noruega, Chile, Alemania, Países Bajos, Suecia, China, India, Nueva Zelanda, Reino Unido y Finlandia (IEA 2019b).

Según reportes de la Agencia Internacional de Energía (cuyas siglas en inglés son IEA), las ventas de vehículos eléctricos en el mundo han incrementado considerablemente desde al año 2013 (base), tanto es así que, en el año 2018, las ventas a nivel global incrementaron en 68% con respecto al año base, un crecimiento casi exponencial y más del doble necesario para lograr un escenario de desarrollo sostenible para el 2030 (IEA 2019c). Se estima que hoy día existen más de 3,29 millones de vehículos repartidos en China, Europa, Estados Unidos y otros países del mundo. **Ver Gráfico 1.**



**Gráfico 1: Venta Global de Vehículos Eléctricos de Batería en Países Seleccionados, años 2013-2018. Fuente: (IEA 2019c).**



Las ventas globales de vehículos eléctricos en el 2018 totalizaban 1,34 millones de unidades, de los cuales más de 820.000 unidades corresponden a China posicionándose con el mercado más grande a nivel global, seguido de Estados Unidos (240.000) y Europa (210.000). Sin embargo, los países nórdicos continúan teniendo las mayores participaciones por ventas del mercado siendo Noruega de entre ellos con el mayor porcentaje (46%) (IEA 2019c; Rivas et al. 2019).

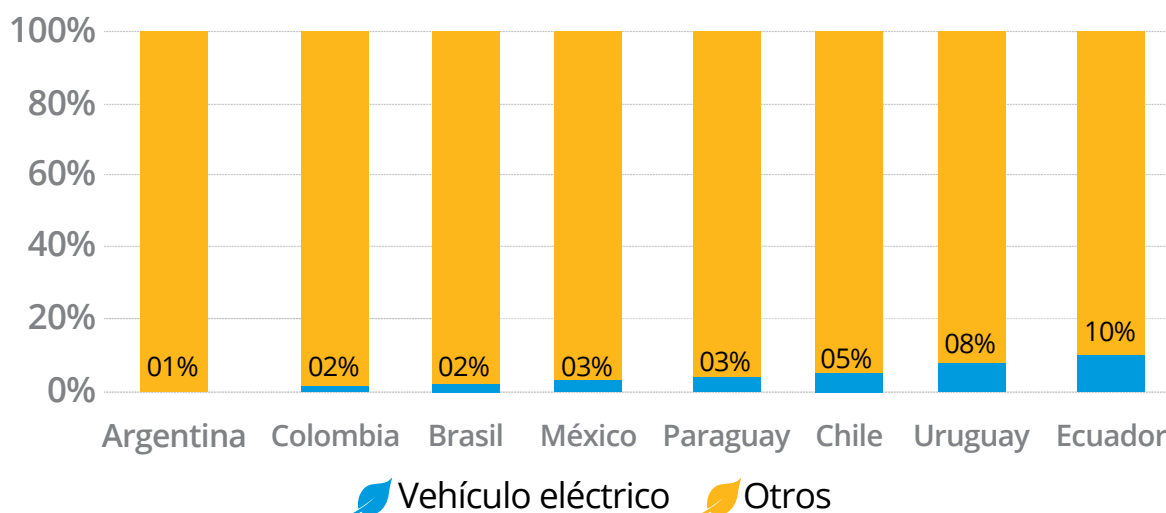
Tanto Europa como Estados Unidos han apostado por la tecnología de la movilidad eléctrica desde que recobró relevancia en estas últimas décadas, en la mayoría de los casos debido al conceso que existe acerca de la importancia de la descarbonización del sector transporte, en otros casos debido a la necesidad de innovar para ofrecer nuevas alternativas a los potenciales usuarios. Actualmente, existen nuevos jugadores que se suman como promotores de la tecnología como China e India (IEA 2019c). En líneas generales, todos estos países están llevando a cabo acciones que favorezcan el desarrollo de la movilidad eléctrica y todo su ecosistema con políticas públicas variadas como los incentivos fiscales o las regulaciones relacionadas a la economía de los combustibles. Sin embargo, todos han encontrado que la importancia de disponer de normativas técnicas que garantice los requerimientos mínimos son indispensables para el amplio desarrollo de la Electromovilidad, países de la Unión Europea, Canadá, China, India, Japón y Estados Unidos han adoptado regulaciones que hacen referencias a estándares técnicos abarcando temas claves como por ejemplo la carga o las baterías, no obstante, los niveles de exigencia del cumplimiento de estos varía entre cada país pudiendo en algunos casos ser mandatorios (IEA 2019a, 2019c).

## 3.2 La Situación Regional: América Latina y el Caribe (ALC)

ALC es responsable por la mayor proporción de emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita a nivel mundial (Rivas et al. 2019), lo que impacta negativamente en la salud y el ambiente. No obstante, la región posee grandes ventajas para descarbonizar el sector transporte por medio de la transición tecnológica hacia la movilidad eléctrica, con base en una matriz de generación altamente renovable. Según estimaciones, ALC tiene el potencial para alcanzar el 80% de participación de la generación de energía renovable para todo el continente. Esta meta se podría lograr para el año 2030 por medio de una alta integración de los sistemas de transmisión regionales (Paredes 2017).

Sin embargo, un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), sugiere que la Electromovilidad aún se encuentra en estado incipiente en la región. No obstante, los países de ALC están progresando en diferentes áreas, incluyendo la estandarización e interoperabilidad, la circulación y confiabilidad, e incentivos para la promoción de compras, entre otros incentivos (Rivas et al. 2019). Estas acciones que están siendo promovidas en la región, según previsiones, permitirán el ingreso de 170.850 nuevas unidades de vehículos eléctricos (híbridos y a batería), lo que favorecerá al desarrollo del mercado de la movilidad eléctrica (Isla et al. 2019). En el **Gráfico 2**, se muestra la previsión de los porcentajes de ventas de vehículos eléctricos sobre el total del mercado para el año 2025 en países seleccionados de ALC.

**Gráfico 2:** – Previsión de la comercialización de vehículos eléctricos para países seleccionados de latino américa, 2025 (%). Fuente: Elaborado con base en (Isla et al. 2019)



En materia normativa, a nivel MERCOSUR, los países que presentan mayores avances en el desarrollo de estándares referidos a movilidad eléctrica son Uruguay y Brasil. Ver **Tabla 8** - Normas para vehículos eléctricos en Brasil y Uruguay. Brasil, a través de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT), ha trabajado bastante en materia de estandarización e interoperabilidad en su conjunto de Normas Brasileñas (NBR) y, a la fecha, cuenta con nueve



normativas técnicas para vehículos eléctricos de la familia ABNT NBR: siete con base en IEC, una ISO y una con base en SAE. Le siguen Uruguay y Paraguay que cuentan con dos normativas vigentes; ambos países han desarrollado sus normativas con base en los estándares de IEC. Estas acciones constituyen avances significativos para la región ya que uno de los requisitos fundamentales para el amplio despliegue de la movilidad eléctrica es contar con estándares industriales consensuados. La falta de estos es una barrera para el despliegue de esta tecnología (Voegel 2019). Al no existir estándares definidos, los fabricantes y concesionarias de vehículos eléctricos no cuentan con la seguridad de un marco normativo o legal que proteja las inversiones en nuevas instalaciones, tanto de producción como de infraestructura de carga, que sean destinadas para cubrir una demanda proyectada. Por ende, las normas son una precondition para que se establezca una oferta de vehículos que sigan una línea definida por los entes normativos y la infraestructura de carga correspondiente. Al mismo tiempo, esta falta de estándares es un detrimento para el desarrollo de la propia demanda de estos vehículos. Por ejemplo, la inexistencia de estándares para la tecnología de carga puede conllevar a una menor demanda ya que se realizarán menos inversiones en la instalación de puntos de carga y, por lo tanto, esto tendrá consecuencias directas en la percepción del usuario en cuanto a la seguridad de poder realizar la carga de su vehículo. Adicionalmente, el establecimiento de un estándar regulador, y el cumplimiento de este por parte de la industria, le asegura al consumidor final de la confiabilidad de la tecnología bajo los criterios definidos en el mismo.

## 3.3 El Caso de Paraguay



Paraguay cuenta con dos atributos ideales que podrían permitir aprovechar al máximo las bondades que ofrece la electromovilidad y que la vuelve especialmente interesante para su despliegue en el país: el excedente energético generado por la **hidroelectricidad**, y, por otro lado, el **precio competitivo de la tarifa de energía eléctrica** (Gómez Gélvez et al. 2016; Isla et al. 2019).

### 3.3.1 Los Avances del País

La Electromovilidad es vista como una posible estrategia que puede adoptar el país para hacer uso de los excedentes de producción eléctrica renovable, que hoy es volcada a la exportación, y como resultado disminuir la cantidad de importación de combustibles fósiles. De hecho, tanto el Plan Nacional de Desarrollo 2030 (PND 2030) (STP 2014) y la Política Energética Nacional 2040 (PEN 2040) consideran a la movilidad eléctrica de entre sus dimensiones para alcanzar los objetivos de desarrollo del país. Tanto es así, que en la PEN 2040 se fijan metas relacionadas a la movilidad eléctrica, una de ellas para el reemplazo de los vehículos de entes públicos por vehículos eléctricos (10% corto plazo, 20% mediano plazo y 50% largo plazo) (VMME 2016). Además, en el PND 2030, en su estrategia de valoración del capital ambiental, se propone como objetivo, aumentar en 60% el consumo de energías renovables y reducir en 20% el consumo de combustible fósil.

A nivel internacional, Paraguay firmó el Acuerdo de París en la 21ª Conferencia de las Partes (COP21) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático llevado a cabo en París (Francia), realizado en diciembre de 2015. El acuerdo busca "mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y seguir esforzándose por limitar el aumento de la temperatura a 1,5°C, reconociendo que esto reduciría significativamente los riesgos e impactos del cambio climático. En este sentido Paraguay ha suscrito en el año 2015 sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional por sus siglas en inglés (NDC). Para cumplir con estos compromisos, Paraguay se propone una reducción de las emisiones de CO2 en un 20% (LLamosas et al. 2018).

Paraguay también adoptó los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como parte integral del Programa 2030 para el Desarrollo Sostenible. A través de su anuencia a la Agenda 2030, 193 países se comprometieron a unirse a los esfuerzos globales para alcanzar los ODS, y de internalizarlos en sus países de manera transversal.

Existen varios avances que se han registrado hasta el momento para impulsar la Electromovilidad y su ecosistema. Desde el sector privado, con respecto a la infraestructura se ha impulsado la instalación de puntos de cargas públicos de los cuales 11 se encuentran en Asunción, siendo sólo uno de estos de carga rápida (50kWh DC) y los demás de carga lenta (7 kWh) (Isla





Foto: FPTI-PY y EFE 2019

et al. 2019). En la Ciudad de San Bernardino, departamento de Cordillera, existe otro punto de carga lenta (LLamosas et al. 2018). Además, las empresas estatales hidroeléctricas, Itaipú y Yacyreta, han impulsado la creación del “Anillo Energético” de modo a establecer corredores “verdes” con puntos de carga para vehículos eléctricos que conectarán a las tres principales ciudades del país. El primer tramo fue ejecutado por Itaipu y el Parque Tecnológico de Itaipu de Paraguay (PTI- PY) y conecta la capital del país, Asunción, con Ciudad del Este— este tramo cuenta con cuatro puntos de cargar cada 70 km. El proyecto que está siendo impulsado por Yacyretá cubrirá el tramo Asunción a Encarnación con diez estaciones de carga instalados a lo largo de los 370 kilómetros entre ambas ciudades (LLamosas et al. 2018)—este proyecto fue licitado a finales del 2019 y aún se encuentra en desarrollo (Entidad Binacional Yacyreta 2019).

A nivel de políticas públicas de Paraguay, como ya se mencionó, el PND 2030 y la PEN 2040 contemplan a la movilidad eléctrica. Teniendo como marco estos objetivos, en un proceso participativo que fue impulsado por el BID y la FIA, se ha desarrollado una “Agenda para la Transición Tecnología hacia la Electromovilidad” con actores del sector público y privado en el seno de la Mesa Intersectorial de Electromovilidad (de aquí en adelante la Mesa). Esta agenda está estructurada en cinco ejes fundamentales bajo una visión común de fomentar la adopción de vehículos eléctricos y 21 líneas estratégicas que permitirán la consecución de los objetivos.

Los miembros de la Mesa determinaron que, de las 21 líneas estratégicas, son tres las que actualmente tiene mayor prioridad para el contexto nacional lo que no implica que las restantes no tengan igual importancia: (i) Legislar las regulaciones y estándares referidas a movilidad eléctrica; (ii) Implementación de estándares para el sector transporte; y (iii) Establecimiento de estándares que garanticen la interoperabilidad del sistema. Las mismas hacen referencia a la necesidad de contar con normativas técnicas con respecto a la movilidad.

Con respecto a incentivos a la importación, desde 2012, en Paraguay entró en vigor una Ley de Incentivo a la Importación de Vehículos Eléctricos, modificada en 2014 (5183/2014). La ley introduce un incentivo a la importación de vehículos eléctricos, incluyendo a vehículos híbridos, a través de una exoneración del arancel de importación, y al Impuesto al Valor Agregado (IVA) a la importación para el mercado nacional de vehículos eléctricos e híbridos nuevos. La Ley tiene vigencia por diez años contados a partir de la promulgación (hasta el 22 de mayo de 2024). Estos hechos que fueron mencionados se constituyen como avances interesantes para instituir la movilidad eléctrica en Paraguay.



### 3.3.2 El Comité Técnico Nacional 61

El Comité Técnico de Normalización 61 (CTN 61) de “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid” es integrado por profesionales de sector, del Parque Tecnológico Itaipú (FPTI), el Instituto Nacional de Tecnología y Normalización, así como miembros del Ministerio de Industria y Comercio, y otros actores del sector público y privado.

El CTN 61 es el actor principal que promovió la realización de las Normas Paraguayas de movilidad eléctrica que ya se encuentran vigentes: la ISO 8713 de vocabulario de vehículos eléctricos, y la IEC 61851 de conectividad para vehículos eléctricos. Actualmente el comité previendo la masificación de la movilidad eléctrica, para que su inclusión en el mercado paraguayo se realice de manera segura y exitosa se encuentra en proceso de revisión de normativas para garantizar la interoperabilidad de los sistemas de carga a través de la familia IEC 62196.

La primera norma propuesta por el comité fue la ISO 8713 que establece el vocabulario referente a “vehículos de carretera propulsados (impulsados) por electricidad y está vigente como Norma Paraguaya desde marzo del 2017.

La Norma Paraguaya IEC 61851 entró en vigor en abril de 2018. Los tópicos que trata la norma incluyen términos y definiciones, requisitos generales, valor nominal de la tensión de alimentación, interfaz y requisito del sistema general, protección contra descarga eléctrica, conexión entre la alimentación y el vehículo, requisitos específicos de conexión de entrada, conector, enchufe y toma de corriente, cable de carga.

Por medio de la creación del Comité Técnico de Normalización 61 (CTN 61), integrado por representantes de segmentos relevantes de los sectores de transporte y energía, Paraguay ya cuenta con la plataforma institucional para impulsar los procesos hacia la estandarización de la movilidad eléctrica en el país.





### 3.3.3 Particularidades del Mercado

En Paraguay, el sector transporte es responsable por el 94% de las emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> provenientes de derivados de petróleo (Rivas et al. 2019). La transición tecnológica del sector transporte hacia la Electromovilidad es una alternativa, la cual con los incentivos adecuados podría ser económicamente viable para la descarbonización del sector transporte nacional, dado que el precio de la electricidad (residencial) es altamente competitiva: de aproximadamente 0,16 dólares PPP por kWh, en contraste con el precio de la gasolina que ronda los 3,48 dólares PPP por litro. Con base en esos datos, se calcula que el ahorro al utilizar electricidad en lugar de combustibles fósiles en el Paraguay sería superior al 90% (Gómez Gélvez et al. 2016).

En cuanto al mercado de la Electromovilidad en el país, actualmente, la flota de vehículos eléctricos (incluyendo híbridos y a batería) supera las 548 unidades. El país cuenta con la presencia de una concesionaria que importa vehículos eléctricos cero kilómetro a batería de China, además, existen otras empresas que ofrecen servicios y asesoramiento en materia de movilidad eléctrica (LLamosas et al. 2018). Por tanto, se puede asegurar que la tecnología ya ha captado la atención de los emprendedores en el país, lo que podría apalancar el desarrollo del mercado. Incluso, previsiones conservadoras sugirieron que para el año 2025 aproximadamente el 3% de las ventas de vehículos (900 unidades) será de unidades eléctricas. Sin embargo, si se consideran escenarios más optimistas donde el gobierno lleva a cabo un paquete de acciones para fomentar la transición y cumplir con las metas propuestas en el marco del cambio climático y la reducción del uso de combustibles fósiles para el año 2030, se podría incrementar la flota de vehículos eléctricos a las 137.013 unidades (LLamosas et al. 2018) – un aumento significativo con respecto a los valores actuales.



Foto: radionacional.gov.py

En Paraguay la Industria Automotriz no está ampliamente desarrollada como en otros países de la región, por lo que la demanda de vehículos, autopartes y otros componentes asociados son en gran porcentaje importados. El **Gráfico 3** muestra cómo ha evolucionado el porcentaje de importaciones de vehículos 0 km con respecto a cada país de origen desde el año 2012 hasta el año 2018. Esto cobra relevancia a la hora definir cuáles estándares técnicos deben ser evaluados para incorporar al conjunto de normas nacionales, ya que en corto o mediano plazo es poco factible la instalación de la Industria Automotriz en el país. No obstante, un estudio sugiere que en Paraguay se podría desarrollar la Industria de la Movilidad Eléctrica a largo plazo en alianza con Bolivia (Sauer et al. 2015). En su mayoría los países listados en el gráfico utilizan estándares internacionales como los de IEC, ISO y SAE, como se ha mencionado en apartados previos.



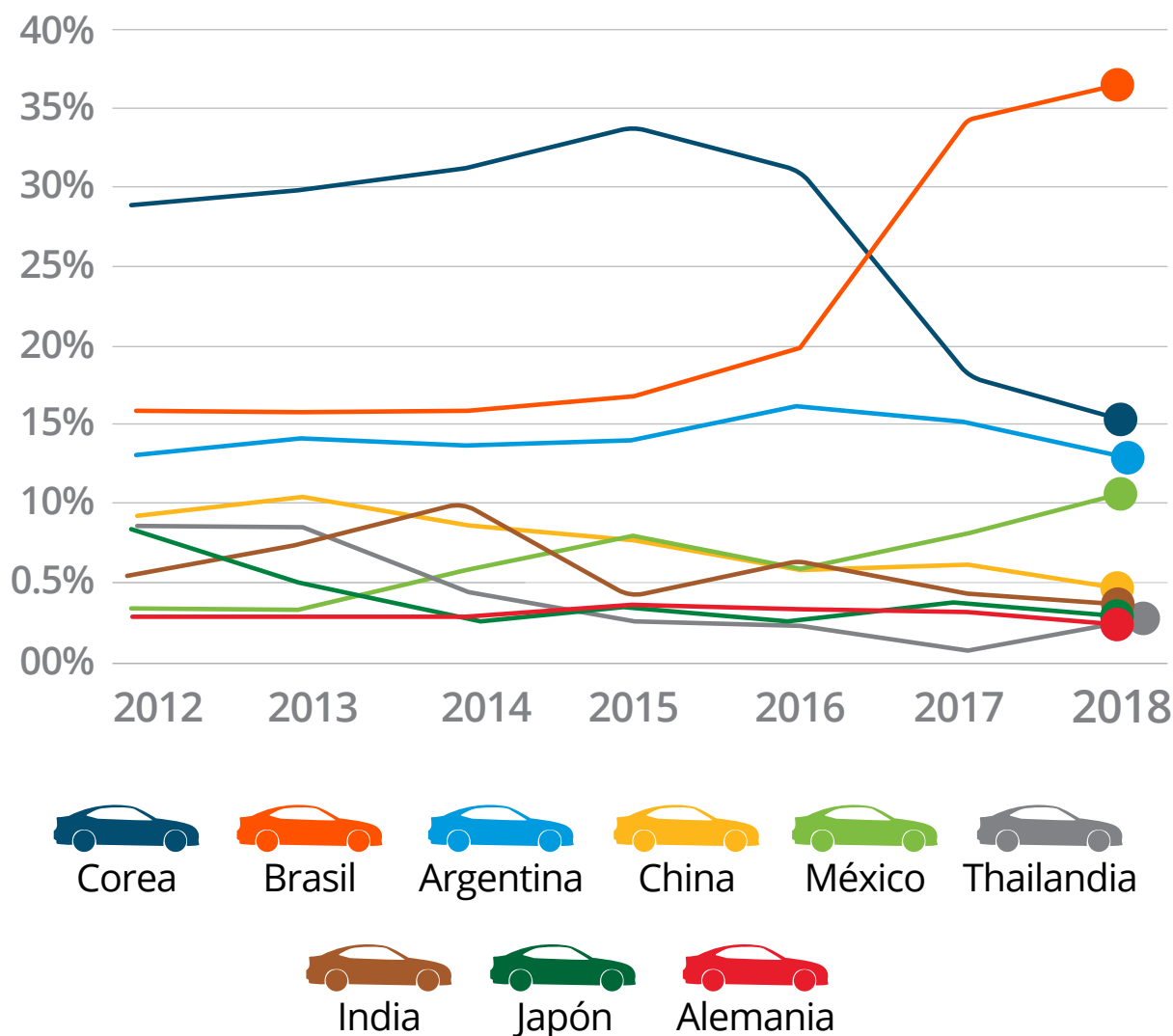
Foto: Agustín Acosta y LN, 2019



Foto: Itaipu y Agencia IP, 2019

Atendiendo a las particularidades del mercado y la necesidades presentes y futuras del país, en las siguientes secciones de este documento se presenta una guía que atiende a los aspectos claves para el ecosistema de la movilidad eléctrica en cuanto al desarrollo de la estandarización de la tecnología y sus componentes asociados.

**Gráfico 3: Importaciones de Vehículos 0 km por país de origen en el periodo 2012 a 2018. Fuente: Elaborado con base en (CADAM 2019).**





# 4 Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica en Paraguay

## 4.1 Metodología

### 4.1.1 Estructura de Gobernanza<sup>3</sup>

La movilidad eléctrica está formada por un conjunto de dimensiones que integran al vehículo, la infraestructura de carga, la batería, los servicios técnicos de estos y también la seguridad y la experiencia del usuario. Es esencial que los tomadores de decisiones que acompañan a la masificación de la Electromovilidad en la región tengan en cuenta las interrelaciones e interfaces entre estos dominios, las áreas sub temáticas de cada uno y las exigencias que se están implementando alrededor del mundo y que aseguran que la confiabilidad de la tecnología no se vea comprometida.

En el camino de la transición tecnológica hacia la movilidad eléctrica, y atendiendo a lo anteriormente expuesto, con el fin de articular acciones para el desarrollo de normativas técnicas específicas para el sector, inicialmente, es recomendable la creación de un “Comité Coordinador para la Estandarización de la Electromovilidad” que agrupe a las partes interesadas del desarrollo de esta tecnología en el país como la academia, industria, los distintos niveles de gobierno (nacional, subnacional y local), y organizaciones profesionales.



<sup>3</sup>Elaborado con base a la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica ONU-MOVE  
Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica en Paraguay  
“Guía para la estandarización de la Movilidad Eléctrica en Paraguay” 18

Estos deberán ser identificados por medio de un mapeo de actores para otorgar la mayor representatividad a las decisiones que puedan ser tomadas en el seno del comité. Organizaciones como la ISO (Organización Internacional de Normalización) y la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) recomiendan este tipo de comités particularmente para el desarrollo de normas voluntarias (Gallego and Gutiérrez 2016) que anteceden y sirven de base a regulaciones más estrictas exigidas por la ley. Seguido a esto, la creación de grupos de trabajo en ejes claves para el despliegue de la tecnología como: Vehículo, Infraestructura, y Servicio de Soporte. Sin embargo, el Comité puede realizar la selección de los grupos de trabajo que considere apropiados para el contexto e interés preponderante y canalizar a través de los mismos la generación de insumos específicos.

Las funciones que tendrá a su cargo el Comité van desde la coordinación de los grupos de trabajo, hasta la revisión y posterior aprobación de los productos generados en esos espacios. Además, la mediación de disputas que pudieran surgir en torno al desarrollo o estudio de los documentos de estándares.

El número de participantes de los grupos de trabajo será determinado en función de las prioridades y experiencias necesarias, y sus integrantes serán sugeridos por el comité coordinador, pudiendo cualquier interesado solicitar su inclusión que será estudiada y aprobada por el comité. Se recomienda que las personas seleccionadas tengan un conocimiento amplio y experiencia específica sobre la temática del grupo en el que van a colaborar.

**Cada grupo de trabajo debe seleccionar internamente y bajo aprobación del comité coordinador dimensiones para su estudio dentro del eje temático del mismo pudiendo ser:**

- Vehículo:** Baterías, Componentes y Accesorios, Interfaz gráfica del usuario.
- Infraestructura:** Sistemas de Carga, Comunicación e Interconectividad, Buenas Prácticas en la Instalación.
- Servicio de Soporte:** Capacitación y Entrenamiento del personal, y recomendaciones prácticas para su seguridad.



Estas dimensiones son sugeridas y podrán, o, no ser seleccionadas en función a las necesidades del país. Sin embargo, son dimensiones identificadas como críticas para el desarrollo de la Electromovilidad. Como ejemplos en la región, Uruguay se encuentra trabajando en materia de estandarización sobre movilidad eléctrica con el Comité Técnico Especializado de Normalización sobre “vehículos eléctricos”, y Brasil a través de dos espacios diferenciados el Comité Brasileño Automotriz (ABNT/CB-005) y el Comité Brasileño de Electricidad (ABNT/CB-003).

El Paraguay por su parte, ha dado un paso importante con respecto a la estructura de gobernanza para la estandarización de la movilidad eléctrica. En ese sentido, el CTN 61 cumple con esta estructura arriba mencionada y ha logrado congrega a los distintos actores nacionales a fin de alcanzar una alta representatividad en el seno del comité. De entre los avances de este organismo, se destaca el desarrollo de las primeras dos normativas para vehículos eléctricos, mencionadas en el apartado 3.3.2 de este documento. La primera de estas ofreció un importante soporte para la implementación de la ley de incentivos para la importación de vehículos eléctricos en Paraguay.

#### 4.1.2 Etapas para la Priorización de Estudio de Normativas

En este apartado, se presenta las **cuatro etapas** que fueron definidas exclusivamente para este trabajo y que permitirán tener una **visión general acerca de los requerimientos del mercado de la Electromovilidad**. Cada etapa está asociada a un punto de partida (año), los mismos fueron establecidos con base en recomendaciones, diagnósticos de la situación actual y proyecciones sobre el despliegue de la Electromovilidad en el mundo, la región y el Paraguay.

A nivel mundial ha quedado demostrado que los procesos de implementación de la Electromovilidad comprenden el establecimiento de un conjunto de objetivos, políticas de fomento y estándares técnicos y normativas. Concretamente, a nivel internacional por lo general estos inician con programas de adquisición de vehículos promovidos por el estado, para estimular la demanda de vehículos eléctricos y permitir una penetración inicial. La adopción de estándares facilita, tanto la instalación de infraestructura de carga de acceso público (que sigue a estos programas de adquisición impulsados por los gobiernos) como la interoperabilidad de los sistemas de carga.





Estas acciones se encuadran dentro de la **primera etapa**, a la que clasificamos como **“Preparación del Mercado”** (punto de partida año 2018). Esta etapa consiste en la conformación de marcos normativos de fomento de la Electromovilidad, incluyendo: las normas, estándares técnicos, e incentivos fiscales y económicos a la oferta y la demanda. Actualmente, el mercado global se encuentra en esta etapa, aunque existen países que ya han pasado a las siguientes. En esta fase, un anticipado desarrollo de los requerimientos regulatorios y normativos es un prerequisite indispensable para fomentar la adopción de la tecnología.

La primera etapa debe priorizar la coordinación entre los organismos nacionales de normalización y los reguladores para garantizar que las normas y reglamentos para este mercado de rápido crecimiento se pueda desarrollar con base en un sustento técnico referencial adecuado. Al mismo tiempo, es importante que se formen grupos de trabajo transnacionales e intersectoriales para propiciar un ambiente de interacción y cooperación. Una vez que existe la base para la plena cooperación y participación, los Organismos de Desarrollo de Estándares nacionales para vehículos eléctricos deben participar con ISO e IEC para armonizar los estándares regionales y nacionales. Esto garantizará que el despliegue de la Electromovilidad que se produce en países de todo el mundo no genere riesgos debido a la incompatibilidad o falta de consenso en términos normativos entre un territorio y otro.

Finalmente, se debe establecer un conjunto armonizado de estándares de seguridad y pruebas que sirva como referencia a los fabricantes y a las agencias de evaluación de conformidad. Esos esfuerzos deberían estimular el establecimiento de proyectos que demuestren la confiabilidad de la movilidad eléctrica y la aceptación del cliente. En este sentido, para la estandarización, una etapa fundamental es la creación de mecanismos para la verificación de las normativas, a través de la implementación de sistemas de evaluación de conformidad por medio de “Laboratorios de Certificación” (punto de partida año 2025).

La **segunda etapa**, a la que definimos como **“Despegue del Mercado”** (punto de partida año 2027), es una fase de adaptación, en la cual se espera que la estabilización del mercado ocurra. Dentro de la misma la aceptación de los vehículos eléctricos y los modelos de integración de la red por parte de los consumidores aún no es concretada, sin embargo, el precio de compra de la tecnología es equiparable a la de los vehículos a combustión interna. Se prevé sobre todo la introducción de la movilidad eléctrica al mercado, de manera sistemática, con medidas más agresivas de instalación de infraestructura



regional. Para este propósito, también las flotas de la administración pública desempeñan un papel estratégico en generar un estímulo a la difusión de los beneficios de la tecnología y crecimiento de la flota eléctrica.

Las medidas dirigidas a objetivos promueven el rápido aumento en el número de vehículos eléctricos en el mercado. Esto desbloqueará economías de escala en todos los sectores de la industria y fortalecerá la competitividad internacional. El conjunto de acciones llevadas a cabo genera un ambiente propicio para el desarrollo de la tecnología permitiendo alcanzar la **tercera etapa**: la **“Masificación de la Electromovilidad”** (punto de partida año 2030).

### 4.1.3 Criterios de Evaluación de Normativas según el impacto

Los grupos de trabajo deben formular sus estudios haciendo especial atención a dos segmentos que influyen o vinculan a la movilidad eléctrica: desde un enfoque micro, deben analizar a la tecnología en función al usuario, y desde un punto de vista macro deben fomentar prácticas que estimulen el crecimiento sostenible y seguro del mercado.

Para el usuario, los criterios mínimos que se deben considerar son la interoperabilidad y armonización de los sistemas de modo a que tenga completa confianza en el uso de la tecnología, y los requisitos técnicos mínimos generales que van desde la calidad hasta la seguridad.

Para el mercado, se debe prever la masificación de la Electromovilidad, un proceso que van estrechamente ligado a la industrialización de la tecnología en la región.

Los criterios expuestos deben ser considerados tomando en cuenta una dimensión horizontal que afecta a todos los segmentos: la sustentabilidad ambiental, que implica poder controlar los impactos negativos o externalidades de la Electromovilidad sobre el medio ambiente. La gestión de las baterías se presenta como una acción clave en este sentido.



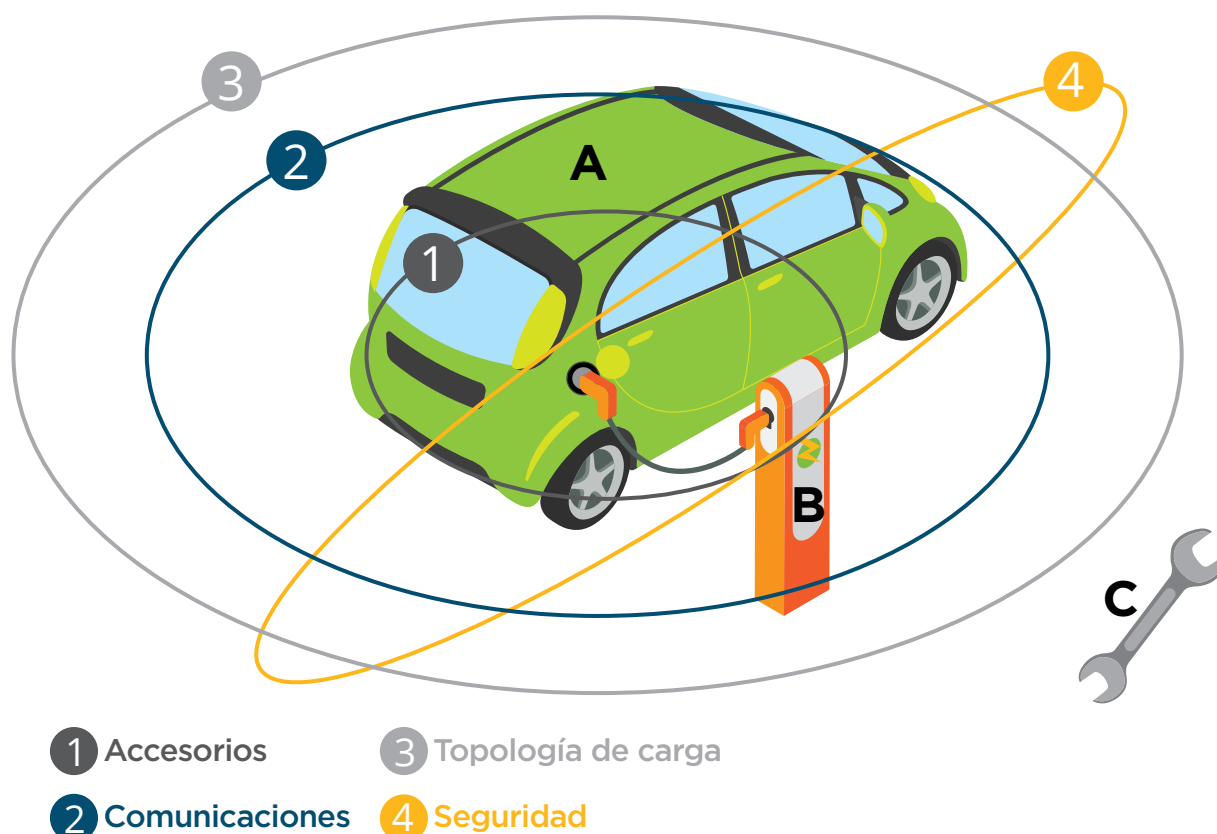


## 4.2 Normativas por Ejes

Las dimensiones claves que se recomiendan considerar a la hora de establecer o evaluar normativas y estándares para la Electromovilidad se muestran en el **Gráfico 4**. A nivel macro, el **vehículo como un todo (A)**, la **infraestructura de carga (B)** y el **servicio de soporte (C)**. Cada una de estas dimensiones, a su vez, poseen ejes temáticos que están estrechamente interrelacionados por los accesorios (1), la comunicación (2), la topología de carga (3), por último y no menos importante la seguridad (4).

Primeramente, los **accesorios (1)** incluyen las **tomas corrientes** de las estaciones de carga y los **conectores de los vehículos**, estos están definidos a partir de los modos de carga, que determinan las dimensiones de compatibilidad e interoperabilidad para los accesorios. La **comunicación (2)** implica la **interfaz entre el vehículo, la estación de carga y la red**, en donde se definen los requerimientos de protocolos de comunicaciones, las capas para las conexiones de datos, y el control para la carga. Seguidamente, la **topología de carga (3)** define la **forma de carga según la estación**, entre las cuales están la carga inalámbrica, sistemas de suministro de corriente alterna o continua en estaciones, y los sistemas conductivos en carretera. Finalmente, la **seguridad (4)** abarca las **protecciones contra choques eléctricos a personas**, contra corto circuito, el **grado de protección por niveles de entorno o envolventes**, y los requerimientos de **seguridad de la conexión externa para la carga**.

**Gráfico 4:** Ecosistema de la movilidad eléctrica. Fuente: Elaboración propia con base en (Richter and DIN).



Cada punto descripto se encuentra determinado por normas, que involucren las interacciones de los cuatro ejes temáticos mencionados con el vehículo, la infraestructura de carga y el servicio de soporte. Esto es importante conocer dado que una misma norma puede tocar varios puntos relacionados a varias dimensiones y ejes temáticos. Sin embargo, también existen normas enfocadas en puntos bien específicos que conciernen a una sola dimensión y eje como se expone más adelante. Las siguientes secciones detallarán a profundidad todas las dimensiones mencionadas arriba, ya que estas inciden de forma directa en el entorno de la Electromovilidad (Richter y DIN).

#### 4.2.1 El Vehículo

El vehículo eléctrico es un **sistema complejo compuesto de múltiples dimensiones** como las baterías, el sistema eléctrico ya sean motores, cableado, o sus varios componentes y accesorios asociados, que corresponden a la ingeniería eléctrica. También, la interfaz de usuario es una parte esencial que permite complementar la experiencia del usuario en el uso del vehículo. En la **Tabla 1** se muestran las normativas recomendadas a este eje que permitirán guiar los estudios para la estandarización de la movilidad eléctrica en Paraguay.



**Tabla 1: Priorización de Normativas para los Vehículos Eléctricos en función al plazo indicado para estudio. Fuente: Elaboración Propia.**

Plazo	Norma	Descripción
<b>Preparación 2018</b>	Serie ISO 6469	Especificaciones de seguridad para vehículos eléctricos: almacenamiento de energía; seguridad operacional y eléctrica; y condiciones posteriores a una colisión.
	ISO 17409	Requerimientos de seguridad para la transferencia de potencia entre el vehículo y circuitos externos.
	Serie IEC 62196	Accesorios para carga conductiva: requisitos generales, y compatibilidad e interoperabilidad.
	IEC 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
	Serie IEC 61427	Requisitos generales y métodos de ensayos de baterías para almacenamiento de energía renovable conectada a la red o independiente
<b>Laboratorio 2025</b>	Serie IEC 62660	Ensayo de funcionamiento y confiabilidad de elementos secundarios de celdas de ion-litio para la propulsión de vehículos eléctricos.
	ISO 12405-4	Especificaciones de ensayos de rendimiento, confiabilidad y funcionalidad de sistemas de baterías de ion-litio para la propulsión de vehículos eléctricos.
	Serie ISO 21782	Especificaciones de ensayos para componentes de propulsión: condiciones generales, rendimiento del motor, inversor, y convertidor.
	IEC 61851-21-1	Requerimientos de compatibilidad electromagnética de sistemas de carga conductiva.
<b>Despegue 2027</b>	SAE J1634	Procedimiento de ensayo para consumo y rango de baterías de vehículos eléctricos.
<b>Despegue y Masificación</b>	ISO 16254	Metodología para las mediciones de sonidos emitidos por vehículos eléctricos.
	SAE J2974	Información técnica necesaria para el reciclaje de baterías automotrices.
	SAE J2984	Identificación de sistema de transporte de baterías según practicas recomendadas de reciclaje.
<b>Masificación 2030</b>	Serie ISO 6722	Dimensiones, métodos de ensayo y requisitos para cables con conductores de cobre, aluminio en vehículos.
	Serie ISO 19642	Guía de diseño, definiciones, métodos de ensayo, dimensiones de cables de uso automotriz.



#### 4.2.1.1 Las Baterías y Accesorios

El sistema de almacenamiento de energía de los vehículos eléctricos es uno de los componentes más importantes no sólo para el funcionamiento y seguridad del mismo, sino también por cuestiones ambientales, por ello se les debe prestar especial atención en lo que a estándares, normativas y regulaciones se refiere. En recientes estudios, se ha encontrado que, si bien el costo de las baterías se está reduciendo considerablemente comparado con años anteriores, sigue constituyendo un porcentaje importante del precio de adquisición del vehículo, alcanzando aproximadamente el 30% (LLamosas et al. 2018). Aparte de las baterías el vehículo eléctrico también está compuesto por un conjunto de piezas, accesorios y otros varios componentes. Este conjunto de partes que lo componen incluyendo la batería permite su correcto funcionamiento.

Dentro del conjunto de accesorios se incluyen diversas partes, tales como, el enchufe, las tomas de corriente, los conectores del vehículo, las fichas y el conjunto de cables para los vehículos eléctricos.

La estandarización de las baterías para los vehículos eléctricos presenta variados aspectos, incluyendo el desempeño, las dimensiones y la seguridad. En ese sentido, ISO e IEC actúan respectivamente a nivel de sistema y de celdas (van den Bossche et al. 2015).





## Preparación de Mercado

En la Preparación del Mercado es importante **definir aspectos relacionados a la operación de la batería (desempeño y eficiencia), la seguridad a grandes rasgos y la gestión de las mismas.**

La norma IEC 60529 [2] define la clasificación de los grados de protección proporcionados por los equipos eléctricos con voltajes nominales hasta 72,5 kV, esta ha sido clasificada como un estándar horizontal de acuerdo con la Guía IEC 104. La importancia de esta norma para las baterías subyace en la necesidad de que estas cuenten con un grado de protección que asegure su operación segura para todo tipo de condiciones adversas.

La serie ISO 6469 detalla especificaciones de seguridad sobre los vehículos de carretera con propulsión eléctrica tanto para las baterías como para los accesorios en generales, en su parte 1 considera el sistema de almacenamiento de energía recargable [34], en la parte 2 define aspectos de seguridad operacional del vehículo para la protección de personas dentro y fuera del mismo [35], en la parte 3 revisa temas de seguridad eléctrica en general [36] y en su parte 4 expone acerca de la seguridad eléctrica posterior a un accidente (choque) [37]. Complementando lo anterior, las partes 1 y 2 de esta norma tratan temas específicos relacionados a las baterías y la seguridad. Por otro lado, esta serie no se aplica a motocicletas y ciclomotores y tampoco proporciona información de seguridad integral para personal de primeros auxilios, servicios de emergencia, personal de mantenimiento y reparación. Esta serie de normas considera principalmente la seguridad respecto a la fuente de energía eléctrica.

Continuando en lo que respecta a la seguridad, en la etapa inicial, la ISO 17409: 2015 [33] especifica los requisitos de seguridad eléctrica para la conexión conductiva de vehículos de carretera propulsados eléctricamente a una fuente de alimentación eléctrica externa utilizando un enchufe o entrada de vehículo.

En lo que respecta a interoperabilidad, la serie IEC 62196 da especificaciones en cuanto a enchufes, tomas de corriente, conectores y fichas para la carga



conductiva de los vehículos eléctricos. En su primera parte [17], se especifican los requisitos generales, en la segunda, los requisitos de compatibilidad dimensional e intercambiabilidad de accesorios como clavijas y tubos de contacto en AC [18], la tercera y última parte [19] revisa los requisitos de compatibilidad dimensional e intercambiabilidad para las clavijas en DC y AC/DC, además de los acopladores para vehículos.

Las normas IEC 61427-1: 2013 [5] e IEC 61427-2: 2015 [6] hablan sobre el uso de baterías secundarias para el almacenamiento de energía renovable. La primera parte dedicada aplicaciones en generación fotovoltaica aislada de la red y la segunda para aplicaciones en escenarios de conexión a las redes eléctricas. Esta serie se presenta como una alternativa interesante para el estudio de la gestión de las baterías al final de su vida útil como parte de un vehículo eléctrico para darle unos años más de vida útil en tanto se pueda establecer un sistema de reciclaje adecuado.



## Laboratorio de Certificación

Para la instalación de un Laboratorio de Certificación **se deben considerar normativas que orienten e indiquen en cuanto los procedimientos de pruebas y evaluaciones.** En ese sentido, la serie IEC 62660 es un conjunto de normativas que contienen pruebas para evaluación de conformidad para baterías de celdas de litio en vehículos eléctricos. La parte 1 de la IEC 62660, habla sobre pruebas de rendimiento[25]; la parte 2 acerca de pruebas de fiabilidad y sobrecarga [26]; la parte 3, da requisitos de seguridad [27], y, por último, la parte 4, no es en sí una normativa, sino, un documento técnico referencial, y proporciona métodos de evaluación alternativos para la prueba interna de cortocircuito dadas en IEC 62660-3 [28]. Por otro lado, la norma ISO 12405 [29], en su parte 4, publicada en el año 2018 da las especificaciones de prueba de rendimiento para los paquetes y sistemas de baterías de iones de litio en vehículos de carretera con propulsión eléctrica. Este listado también corresponde los accesorios, puesto que dichas normativas también contemplan otros equipos del vehículo eléctrico.



## Despegue y Masificación

En la Preparación del Mercado es importante **definir aspectos relacionados a la operación de la batería (desempeño y eficiencia), la seguridad a grandes rasgos y la gestión de las mismas.**

La norma IEC 60529 [2] define la clasificación de los grados de protección proporcionados por los equipos eléctricos con voltajes nominales hasta 72,5 kV, esta ha sido clasificada como un estándar horizontal de acuerdo con la Guía IEC 104. La importancia de esta norma para las baterías subyace en la necesidad de que estas cuenten con un grado de protección que asegure su operación segura para todo tipo de condiciones adversas.

La serie ISO 6469 detalla especificaciones de seguridad sobre los vehículos de carretera con propulsión eléctrica tanto para las baterías como para los accesorios en generales, en su parte 1 considera el sistema de almacenamiento de energía recargable [34], en la parte 2 aspectos de seguridad operacional del vehículo para la protección de personas dentro y fuera del mismo [35], en la parte 3 revisa temas de seguridad eléctrica en general [36] y en su parte 4 acerca de la seguridad eléctrica posterior a un accidente (choque) [37]. Complementando lo anterior, las partes 1 y 2 de esta norma tratan temas específicos relacionados a las baterías y la seguridad. Por otro lado, esta serie no se aplica a motocicletas y ciclomotores y tampoco proporciona información de seguridad integral para personal de primeros auxilios, servicios de emergencia, personal de mantenimiento y reparación. Esta serie de normas considera principalmente la seguridad respecto a la fuente de energía eléctrica. En ese sentido, la etapa de preparación del mercado es una etapa indica para iniciar las discusiones en cuanto a estos temas.

Continuando en lo que respecta a la seguridad, en la etapa inicial, la ISO 17409: 2015 [33] especifica los requisitos de seguridad eléctrica para la conexión conductiva de vehículos de carretera propulsados eléctricamente a una fuente de alimentación eléctrica externa utilizando un enchufe o entrada de vehículo.



#### 4.2.1.2 La Interfaz de Usuario

Existen una gran cantidad de estándares a nivel mundial que detallan y definen lo necesario respecto a los símbolos gráficos que pueden ser observados dentro de un vehículo. Sin embargo, la mayoría no son normativas específicas para los vehículos eléctricos.

Debido a esto, se recomienda sean analizadas las normativas generales que por su naturaleza podrían ser aplicadas a los vehículos eléctricos.

Por un lado, la **IEC 60445** revisa los principios básicos y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, marcado e identificación. Esta se aplica para la identificación y el marcado de terminales de equipos eléctricos, como también proporciona reglas generales para el uso de ciertos colores o notaciones para identificar conductores con el objetivo de evitar ambigüedad.

Además, y aunque la siguiente normativa fue publicada en 1984, su estudio puede contribuir de manera a complementar aspectos no contemplados en otras normativas, para ello la **IEC TR 60784 [23]** define la instrumentación de vehículos eléctricos de carretera y el tipo de instrumentos y dispositivos de señalización que pueden ser instalados y como deben ser hechos.

Para el etiquetado de eficiencia energética se propone la revisión de la **SAE J1634 [39]** que da especificaciones sobre procedimientos de prueba de consumo de energía y autonomía del vehículo eléctrico.

Complementando a esto normativas de control y visualización a través de etiquetado, que describan los requerimientos necesarios para el lugar, la identificación, el color y la iluminación de los controles e indicadores del motor y componentes peligrosos de un vehículo eléctrico deberán ser diseñadas.

Dicho esto, se considera de suma importancia la elaboración de normativas y estándares para símbolos gráficos en vehículos eléctricos. Información como el estado de batería, fallas u operaciones del sistema deben ser desarrolladas a futuro. Esto es importante porque permitirá que cualquier conductor sin importar el idioma comprenda a grandes rasgos ciertos aspectos técnicos relacionados al vehículo eléctrico.





## 4.2.2 Infraestructura

Esta dimensión en términos de movilidad eléctrica generalmente engloba a todos los puntos que se enmarcan en la infraestructura de carga, incluyendo los conectores y acopladores de los cargadores, así como los cargadores propiamente dicho, sus modos de operación o algunos aspectos de las redes eléctricas. Los **sistemas de carga conductiva** hacen referencia a los conectores, cargadores, es decir a la infraestructura relacionada al suministro de energía para los vehículos, dimensiones que contempla la carga segura y de fácil acceso. Además, los requisitos claves que permiten asegurar la interoperabilidad de los vehículos eléctricos con la infraestructura de carga. En la **Tabla 2** se muestran las normativas relacionadas a este eje que permitirán guiar los estudios para la estandarización de la movilidad eléctrica en Paraguay.

**Tabla 2: Priorización de Normativas para la Infraestructura de Carga en función al plazo indicado para estudio.**

Sistema		Estaciones	Vehículos	Estación de carga-vehículo
Plazo				
Preparación	2018	Carga conductiva IEC 60364-7-722 IEC 61140 IEC 61851-1 IEC 61851-23 IEC 61851-24	Carga inalámbrica y accesorios de carga conductiva  IEC 61980-1 IEC 62196-1 IEC 62196-2 IEC 62196-3	Modo de carga, interfaz de comunicación y especificaciones  IEC 61439-7 IEC 62752:2016 ISO/PAS 19295 ISO 15118-1:2019
Laboratorio	2025	Compatibilidad electromagnética  IEC 61851-21-2		
Despegue	2027	Carga Inalámbrica  IEC 61980-2 IEC TS 61980-3	Sistema de cambio de baterías  IEC 62840-1 IEC 62840-2	Sistema de alimentación ininterrumpida IEC 62040-1  Interfaz de Comunicación ISO 15118 -2 al -8
Masificación	2030	Enrollamiento de cables  IEC 61316	Especificaciones eléctricas y ensayos de tensión  Serie ISO 21498	

#### 4.2.2.1 Los Sistemas de Carga

La **mayoría de las actividades de carga** de los vehículos eléctricos **particulares tienen lugar en las residencias de los propietarios**. Sin embargo, los usuarios y aquellos potenciales expresan un fuerte interés en la disponibilidad de infraestructura de carga pública, así mismo en estudios sugieren que esto es un factor determinante a la hora de adquirir un vehículo eléctrico (Gómez Gélvez et al. 2016; IEA 2019a).

Los Sistemas de Carga son importantes para suministrar energía a los vehículos eléctricos, y sus normativas deben ser desarrollada de manera razonable y proyectada con base en factores claves como la interoperabilidad y armonización, así como otros aspectos técnicos y de seguridad que van desde los tipos de conectores, hasta los modos de carga y las buenas prácticas en la ejecución de sus instalaciones eléctricas.

Para anticiparse al uso extensivo de los sistemas de carga inductiva, se desarrolló una serie de estándares que trata los temas referidos a los sistemas de transferencia de energía inalámbrica para los vehículos eléctricos. Es importante aclarar que la tecnología para cargas inalámbricas aún se encuentra en sus etapas iniciales.



### Preparación del Mercado y Laboratorio de Certificación

En la Preparación del Mercado se propone la revisión de las siguientes normas. Primeramente, la **IEC 61851-1: 2017** [10] que especifica los requisitos generales para los sistemas de carga conductiva de vehículos eléctricos. Los aspectos cubiertos en esta norma incluyen: las características y condiciones de funcionamiento del equipo de suministro del VE; la especificación de la conexión entre el equipo de suministro del VE y el VE y los requisitos de seguridad eléctrica para el equipo de suministro. Luego, la **IEC 61851-23: 2014** [12] trata aspectos de la estación de carga de CC. Por último, de esta misma serie, la **IEC 61851-21-2: 2018** [9] revisa los requisitos de los vehículos eléctricos para la conexión conductiva a un suministro de CA / CC, incluyendo los requisitos de compatibilidad electromagnética.



La IEC 61851-1:2017 [10] organiza la carga de los VE en cuatro modos, esta clasificación se da en función a la corriente de carga y la conexión, la cual se detalla en la sección 4.3.2. Específicamente para el modo 2 de carga, el cual consiste en un suministro AC desde una toma corriente convencional sin comunicación, con control piloto en el cable y una corriente máxima de 32 A, la IEC 62752 [50] revisa aspectos relacionados a los dispositivos de control y protección en el cable de los vehículos eléctricos. Así mismo se vuelve a incorporar la revisión de la serie IEC 62196 [17][18][19].

El desarrollo de la Electromovilidad traerá consigo nuevas alternativas tecnológicas para extensión de autonomía, como la carga inalámbrica cuyas generalidades y conceptos es revisada en la IEC 61980-1: 2015 [15].

En cuanto a las prácticas de montaje de equipos de conmutación y control para estaciones o puestos de distribución se cuenta con la IEC 61439-7: 2018 [8], la cual describe aplicaciones específicas como puertos deportivos, sitios para acampar, plazas y estaciones de carga de vehículos eléctricos.



## Despegue y Masificación de la Electromovilidad

Durante las etapas de despegue y masificación de la Electromovilidad, se propone la revisión de la de la tercera parte de la IEC 61980 [22] y de la serie ISO 21498 [47] que entraría en reemplazo de las ISO 19295 [45].

#### 4.2.2.2 La Comunicación

Los protocolos de comunicación dependen principalmente del tipo de conexión física que vincula al vehículo eléctrico con el punto de carga, que a su vez es propio de cada estándar. La comunicación en cuanto a la infraestructura de carga se vuelve cada vez más relevante al incrementar la velocidad de carga y a mayor complejidad de los equipos de suministro. Este, es un factor clave que se debe atender para la interoperabilidad y armonización.

Los estándares en materia de comunicación cuya aplicación es más expandida a nivel internacional son aquellos propuesto por SAE e ISO – IEC. Los últimos, incluso han trabajado conjuntamente en el marco del comité técnico ISO/TC 22/SC 3 – IEC/TC 69.

Por parte del comité ISO/IEC se tiene la familia de estándares ISO 15118 [30][31], que, en líneas generales, describe el protocolo de comunicación digital que un vehículo eléctrico y una estación de carga deben utilizar para recargar la batería del vehículo. Como parte del Sistema de Carga combinado (CCS), ISO 15118 cubre todos los casos de uso relacionados con la carga alrededor del mundo. Esto incluye aplicaciones de carga conductiva (CA y CC) e inalámbricas, además contempla el uso de pantógrafos que se utiliza para recargar vehículos pesados como autobuses. Así mismo, IEC 61851-1 [15] proporciona los requerimientos básicos para la comunicación digital entre el equipo de suministro, el vehículo eléctrico y el sistema de gestión. Sin embargo, la ISO 15118 en sus nueve capítulos cubre todos los aspectos relacionados a la comunicación de manera más extensiva incluyendo a los sistemas de comunicación del vehículo a la red (V2G).

Pasando al plano técnico, con respecto a los métodos de comunicación para carga rápida en DC, el más utilizado a nivel internacional es el protocolo PLC, mientras que CHAdeMO y GB/T utilizan el método CAN. Asimismo, en la mayoría de los casos a nivel internacional, el control piloto propio de los equipos de suministro utiliza monitoreo de detección de voltaje, excepto en China que utilizan detección de corriente.







## Preparación del Mercado

Las normativas propuestas para estudio en esta dimensión para la preparación del mercado incluye la IEC 61851-24 [14] y la ISO 15118 [30][31]. La primera, revisa aspectos de la comunicación digital estación de carga y un vehículo eléctrico para carga en CC. La segunda, define la comunicación del vehículo a la red (V2G) para la carga y descarga de vehículos eléctricos tratando su primera parte información general y definición de casos de uso. En complemento a esto se recomienda el estudio de la serie completa de la ISO 15118, para el despegue del mercado. En la etapa de despegue del mercado, también se recomienda revisar los requisitos de comunicación para carga inalámbrica.

### 4.2.2.3 La Instalación

Las buenas prácticas en la ejecución de obras de infraestructura son aspectos muy importantes a tener en cuenta para que la experiencia del usuario sea confiable a la hora de recargar sus vehículos. Estos procedimientos deben ser aplicados a instalaciones que albergan los equipos de suministro en diferentes espacios (públicos, residenciales, comerciales, industriales, electrolineras, etc.), atendiendo la seguridad de las personas, el correcto dimensionamiento de los equipos, entre otros factores como la tensión de operación o potencia requerida.

IEC ha publicado aproximadamente 43 estándares pertenecientes a la serie IEC 60364 [1] que atiende a las instalaciones eléctricas de baja tensión en variadas dimensiones, incluso, se cuenta con una parte que hace referencia a la movilidad eléctrica, esta es aquella cuyo contenido incluye los requisitos para instalaciones o ubicaciones especiales para el suministro a vehículos eléctricos.

Otro aspecto que debe ser considerado para las instalaciones es el grado de protección en general de los recintos que se contempla en el estándar IEC 60526 [2], la protección contra descargas eléctricas y aspectos comunes para la instalación y el equipamiento que se detalla en IEC 61140:2016 [3]. Además, a grandes rasgos es necesario revisar los conceptos iniciales para los sistemas de alimentación interrumpida que asistirán a estas instalaciones que se contemplan en IEC 62040-1:2017 [20].



### 4.2.3 Soporte Técnico

Los estándares referentes a servicios de soporte y mantenimiento especifican las normas necesarias mínimas en cuanto a la educación y capacitación del personal, sean estos aquellos que responden ante emergencias, o bien, en procesos de mantenimiento. Se deben desarrollar como mínimo los siguientes puntos: apagado de emergencia del vehículo, guías en caso de emergencia tanto como para la desconexión de carga o evacuaciones. Además de los entrenamientos y la capacitación correspondiente del capital humano.

**Tabla 3: Priorización de Normativas para el Servicio de Soporte en función al plazo indicado para estudio.**

Preparación	Laboratorio
2018	2025
SAE J2464 SAE J2969 SAE J2990	
A nivel internacional aún existen muchos trabajos en proceso en cuanto a esta dimensión.	

Las normas referentes a la educación y capacitación adquieren suma relevancia con vistas al objetivo de salvaguardar la integridad del usuario, el prestador de servicio de mantenimiento o del personal de emergencia del vehículo eléctrico.

La mayoría de los vehículos propulsados eléctricamente, durante eventos involuntarios o anormales (como un accidente automovilístico), los sistemas de seguridad del vehículo, incluida las protecciones eléctricas de alto voltaje, están diseñados para abrir circuito de alto voltaje, aislando la energía dentro de la batería y colocando el sistema de propulsión eléctrica en un modo no operativo. Estos sistemas brindan seguridad contra descargas eléctricas según sea necesario, así como propulsión involuntaria.

Asimismo, una de las normativas SAE proporciona un proceso de diagrama de flujo para evaluar problemas con el vehículo y la batería, así como también ofrece recomendaciones para la identificación del vehículo, la desactivación de alto voltaje y los elementos críticos. Las prácticas recomendadas para respuestas ante emergencias están dadas en SAE J2990 [44]. Las normas de seguridad para la gestión por parte del personal de los sistemas de baterías de los vehículos están dadas en SAE J2929 [41], y los procedimientos que debe seguir el para pruebas de seguridad se dan en la SAE J2464 [40].

## 4.3 Recomendaciones Adicionales

### 4.3.1 Generales

La tecnología utilizada para el desarrollo de las baterías está avanzado a grandes pasos, muchos esfuerzos se están invirtiendo para reducir variables como el costo de producción, peso y autonomía, y en esencia esto tiene el potencial de impulsar el despliegue de la movilidad a eléctrica a niveles sin precedentes. En ese sentido, uno de los desafíos para la estandarización con respecto a este componente constituye el acompañamiento al desarrollo de estas nuevas tecnologías por lo que es necesaria una constante evaluación para actualizar las normas existentes o bien trabajar en nuevos documentos.

Además, un factor que es inherente a la movilidad eléctrica y podría convertirse en un problema en el futuro cercano, es la gestión de las baterías al final de su vida útil, para lo cual, se deben generar soluciones para otorgarle una segunda vida, para otras aplicaciones como por ejemplo el de utilizarlas como almacenamiento de soporte para las redes eléctricas. Estas segundas aplicaciones necesitan medios para estimar con precisión el estado de utilidad de las baterías y su potencial vida útil en tal aplicación. Los parámetros del estado de las baterías deberán estar bien definidos en los estándares para permitir el uso de segunda vida, de lo contrario estas deberán ser gestionadas de otras maneras que generen el menor impacto ambiental posible. En ese sentido, el reciclaje se constituye como otra alternativa para la gestión de las baterías al término de su utilidad, además de contribuir con la economía circular, colabora en reducir el impacto ambiental, en tanto, los procesos deberán estar bien establecidos considerando aspectos que van desde el transporte, hasta almacenamiento, y posterior reciclaje de las baterías.

Otras dimensiones que no se deben descuidar son aquellas que atañen a los vehículos eléctricos livianos de dos y tres ruedas que pueden tener requerimientos diferentes a los vehículos de cuatro ruedas por ejemplo en términos de seguridad, para lo cual IEC se encuentra desarrollando una serie de normas de la familia IEC 61851. En adición a esto, temas relacionados a vehículos eléctricos para transportes de pasajeros que con el avance de la tecnología tendrán nuevos requerimientos en términos de seguridad, desempeño y operación.



El ecosistema de la movilidad eléctrica también se está desarrollando a gran medida. Los fabricantes, están en la constante búsqueda de nuevas alternativas para operaciones de carga de los vehículos eléctricos por ejemplo el recambio de batería que podría hacer una opción rápida a la extensión de autonomía, o, la carga inalámbrica para lo cual es necesario atender aspectos de seguridad que aún no están bien definidos dada la naturaleza del suministro de energía con relación a la exposición a los campos magnéticos en las cercanías de las bobinas inductivas.

Por último, el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes se está expandiendo alrededor del mundo, sus bondades para la gestión de los sistemas están captando el interés de los operadores de las redes. Aunque en Paraguay, su desarrollo aún es incipiente, prever la estandarización de aspectos claves como la comunicación entre el vehículo y las redes será necesario para aprovechar al máximo las ventajas de ambas tecnologías.

### 4.3.2 Interoperabilidad

En el campo de la interoperabilidad y compatibilidad, los enchufes, tomas y clavijas son parte fundamental, así como la comunicación en cuanto a las operaciones de carga. En estos términos, se deberán establecer los requerimientos mínimos para que los usuarios puedan disponer de la infraestructura adecuada para la carga de sus vehículos, con especial atención en la comunicación a medida que la carga se realice a niveles de potencia más elevados y tiempos más reducidos.

En (IEA 2019d) sostienen que es de imperante necesidad armonizar los estándares de carga para lograr el desarrollo masivo de la Electromovilidad, por lo que es importante la definición de las condiciones operativas de la carga sin olvidar los conectores y acoples, esto no solo permitirían asegurar la accesibilidad a los puntos de suministro sino también se reducirían drásticamente los riesgos de inversión para las partes interesadas. En ese sentido, (IEA 2019d) presenta una revisión de los estándares que existen a nivel internacional y que han sido especificados al año 2019 por 41 países. La **Tabla 4** resume los hallazgos citados anteriormente.

**Tabla 4:** Características de carga para vehículos eléctricos. Fuente: Elaboración propia con base en (IEA 2019d).

	Conexión Típica	Carga Lenta	Carga Rápida	
Nivel <sup>4</sup>	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
Corriente	AC	AC	AC Trifásica	DC
Potencia	≤3,7 kW	>3,7 kW & ≤ 22 kW	>22 kW & ≤ 43.5 kW	Actualmente < 400 kW

En línea con lo anterior, IEC 61851-1:2017 [10] organiza en cuatro modos las alternativas de carga para los vehículos eléctricos, lo que es especialmente conveniente para considerar porque permite discriminar los tipos de carga en función a los niveles y tipos de corriente. A continuación, se detallan brevemente cada uno de ellos:

### Modo 1

En el lado de suministro AC se utiliza un enchufe convencional sin comunicación, con la protección de un interruptor diferencial como requisito mínimo. La corriente máxima de servicio es de 16 A. Utilizado para largos periodo de carga (oficina y residencia).

### Modo 2

En el lado de suministro AC se utiliza un enchufe convencional sin comunicación, con control piloto en el cable o en el enchufe. Los requerimientos de seguridad se ajustan a los dados para el modo 1 para una corriente máxima de servicio de 32 A.

### Modo 3

En el lado de suministro AC, se encuentra permanentemente conectado un dispositivo dedicado que hace las veces de control piloto – protección y atiende la comunicación, y a través de una salida en el dispositivo alimenta al vehículo eléctrico con corrientes que van desde 32--63 A con tiempos de carga más cortos.

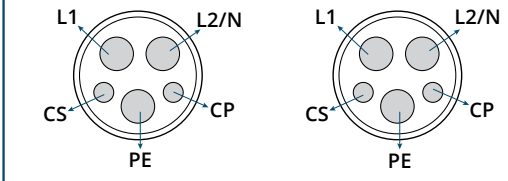
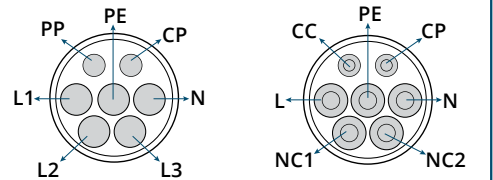
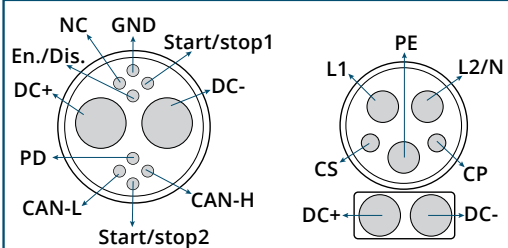
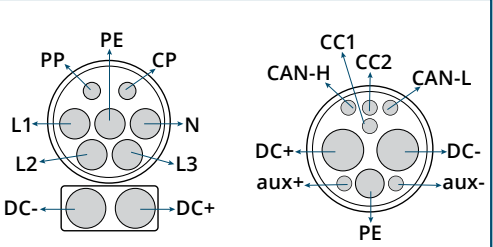
### Modo 4

En el lado de suministro AC, se conecta un dispositivo de carga que provee al vehículo de corriente en DC, con comunicación y protecciones pertinentes incluidas. Este modo corresponde a la carga rápida.

Además, IEC 61851-1:2017 [10], define tres tipos generales de conexión transversales a cada modo de carga: (i) Caso A que utiliza un cable y conector de suministro que esta fijos y forman parte del vehículo eléctrico, que se conecta directamente al punto de carga ya sea con un conector residencial o industrial, o para el equipo de carga, (ii) Caso B que utiliza enchufes bilaterales portátiles que puede tener dos variaciones una con un extremo para conexión a un enchufe industrial o domiciliario y otra con un extremo para conexión a un equipo de carga, (iii) Caso C que utiliza un cable permanentemente conectado al punto de carga.

Por último, ateniendo a la importación a nivel nacional dadas en el **Gráfico 3**, es importante considerar los diferentes tipos de conectores según su uso en cada región. En la **Tabla 5**, se muestra la estructura de los tipos de conectores por región, conteniendo información relacionada a la función de cada conductor que lo compone.

**Tabla 5: Estructura de conectores por región según el tipo corriente y estándar.**  
Fuente: Elaboración propia

Tipo de Corriente	Región			
	Japón	Norteamérica	Europa	China
AC				
Estándar	J1772 (Tipo 1)		IEC 62196 (Tipo 2)	GB/T
DC				
Estándar	CHAdeMo      CCS1		CCS2	GB/T

## 4.4 Sistema de Evaluación de Conformidad

Un sistema de infraestructura de calidad depende de la existencia de un marco institucional (público y privado) que proporcione evidencia aceptable de que los productos y servicios cumplen los requisitos definidos por entes técnicos legítimos (UNIDO 2017). Este sistema cuenta con varios componentes para su funcionamiento y uno de ellos es la Evaluación de Conformidad, que se define como la comprobación de que los productos, materiales, servicios, sistemas o personas están conformes con las especificaciones de una norma o reglamento técnico relevante (ensayos, certificaciones, inspecciones) (Finchelstein et al. 2016). La Evaluación de la Conformidad es un componente indispensable, se puede contar con una institución fuerte en materia de normalización, con un vasto catálogo de normas y regulaciones técnicas, pero, si no se dispone de espacios que permitan asegurar el cumplimiento de los requisitos previstos en estas, la existencia de estándares pasa a un plano sin relevancia para el mercado. En ese sentido, la evaluación de la conformidad se convierte en una herramienta indispensable para asistir en la certificación, en los ensayos y calibración y la inspección de los productos.



Para acompañar la creación de un sistema de infraestructura de calidad y guiar los pasos para la estandarización de la movilidad eléctrica es necesaria la creación de un Centro de Certificación para Vehículos Eléctricos, incluyendo necesariamente la capacidad e instalaciones para pruebas en las áreas de eficiencia, compatibilidad electromagnética, pruebas de batería y accesorios, sin dejar de lado la integración del VE con las redes inteligentes. Las funcionalidades de este centro no sólo tendrán la capacidad de realizar evaluaciones de conformidad sino también de generar conocimiento en el área de la Electromovilidad y su integración con las redes inteligentes para ser un precursor de la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico de la movilidad sustentable.

Para responder a estos requerimientos de capacidad, se propone que el Centro de Certificación sea compuesto por cuatro laboratorios que evaluarán (1) la compatibilidad electromagnética, (2) el vehículo y los procesos de carga en diferentes condiciones climáticas, (3) las baterías y componentes-accesorio del vehículo (específicamente de la ingeniería eléctrica del mismo), y, por último, (4) la interoperabilidad y redes inteligentes.



**Tabla 6: Instalación para un Centro de Certificación de Vehículos Eléctricos.**

Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética	Laboratorio de Condiciones Climáticas
<p>Se evalúan las perturbaciones electromagnéticas en el vehículo, las cuales pueden provenir de la estación de carga o fuentes externas. Así mismo, también se miden las perturbaciones originadas en el vehículo.</p> <p>El vehículo se somete a ensayos para establecer su inmunidad a perturbaciones: transitorias o de impulso, pulsos, y sobretensiones en la carga, e irradiaciones de onda electromagnéticas de radio frecuencia.</p> <p>En cuanto a perturbaciones creadas por el vehículo, se determinan: los armónicos en las líneas CA, fluctuaciones en la tensión de carga, perturbaciones de alta frecuencia en la carga CA y CC, así también en la red de telecomunicación, y perturbaciones de alta frecuencia irradiadas.</p> <p>Además, se ensayan los límites y establecen las condiciones de ensayos para las perturbaciones en alta y baja frecuencia de radio.</p>	<p>Se determinan experimentalmente la funcionalidad de los vehículos eléctricos. Esto incluye su eficiencia energética, alcance, entre otras variables que son resultados del uso y operación del mismo considerando diferentes condiciones climáticas y atmosféricas.</p> <p>Los ensayos sirven para determinar el cumplimiento de los requerimientos: de choque térmico cíclico; simulación de accidente, el cual consiste en colisión del vehículo, inmersión en agua o exposición a fuego; aislación eléctrica; distancias ante una fuga; protección contra corto circuito, sobrecarga, sobre descarga y sobrecalentamiento.</p> <p>Respecto al rendimiento del vehículo, al motor se le realizan mediciones de pérdidas totales y eficiencia, aumento de temperatura, curva y ondas de torque, y ensayos de resistencia de funcionamiento. Al inversor se le realizan prueba de pérdida, eficiencia, tasa de conversión y aumento de temperatura.</p> <p>La autonomía del vehículo se verifica con los parámetros de las baterías, que incluyen la capacidad, la capacidad residual, la tensión de corte, energía de carga y descarga, energía útil. Los ensayos pueden ser de un ciclo o de ciclos múltiples en carretera.</p>
Laboratorio de Baterías y Accesorios Asociados	Laboratorio de Interoperabilidad y Redes Inteligentes
<p>Se analizan a detalle las baterías, las celdas y sus componentes, lo cual abarca sus rendimientos, confiabilidad y seguridad.</p> <p>Los ensayos para las baterías abarcan la determinación de: energía y capacidad a temperatura ambiente de 23 grados Celsius; tasa de capacidad; energía y capacidad a diferentes temperaturas y tasas de descargas; potencia y resistencia interna; pérdida de estado de carga estando sin uso o en almacenamiento; potencia de arranque a altas temperaturas; eficiencia y eficiencia de carga rápida; y ciclo de vida.</p> <p>Las celdas son ensayadas con el fin de determinar sus características eléctricas de: potencia, densidad de potencia, y densidad regenerativa de potencia; respecto a su energía su capacidad, densidad, retención de carga; ciclo de vida; eficiencia.</p> <p>Además, ensayos de confiabilidad y seguridad que incluyen pruebas mecánicas de impacto y deformación, pruebas térmicas de resistencia a altas temperaturas, ciclos térmicos. Finalmente, ensayos eléctricos de sobrecarga y descarga forzada.</p>	<p>Se enfoca en la interoperabilidad y la integración de los VEs a las redes eléctricas inteligentes. Dicha operación depende de los protocolos y la arquitectura de comunicación.</p> <p>La comunicación durante el proceso de carga se verifica en las diferentes etapas de carga. La primera es la inicialización, la cual consiste en conectar el vehículo a la alimentación, donde se debe establecer la comunicación, intercambiar parámetros y comprobar la compatibilidad, para terminar con la preparación de la carga que es el bloqueo del conector, prueba de aislación y pre-carga.</p> <p>La segunda etapa es la transferencia de energía, la conexión interna en el vehículo se completa, se carga según la demanda definida y también consiste en la capacidad de supresión de corriente según comando. La última etapa que es para poder realizar la desconexión, se verifica que no exista corriente y el estado de los sistemas, se procede a desbloquear el conector y debe finalizar la comunicación.</p> <p>La interfaz de comunicación también debe comprobar los requerimientos de los usuarios, como confiabilidad, disponibilidad, manejo y reporte de errores, y protección de datos. Desde la perspectiva del operador de la estación de carga los requerimientos son la limitación de potencia de carga, autorización de servicio y la transferencia de energía desde el vehículo hacia la red. Además, las comunicaciones establecidas deben cumplir con los requerimientos de trazabilidad.</p>





# 5 Conclusiones

La estandarización de la movilidad eléctrica debe ser visto como un tema de alta relevancia para los gobiernos de países en vías de desarrollo en los cuales se requiere alta participación del estado en los procesos que aseguran la calidad de los productos existentes en el mercado.

A medida que la industria de vehículos eléctricos avanza, deben primar tres pilares fundamentales en las tecnologías que son adoptadas: la seguridad, la interoperabilidad y el desempeño. Estos tres pilares tienen al criterio ambiental como una base transversal que se constituye como un desafío común a cualquier desarrollo tecnológico.

Los estándares sobre seguridad garantizan entre otras cuestiones que se cumplan con los requerimientos mínimos para proteger la integridad de las personas, y el uso seguro del vehículo. En cuanto a los estándares que velan por la interoperabilidad, evidentemente se refiere a generar las garantías para que exista la máxima compatibilidad entre el vehículo y los cargadores, tanto en la conexión como en la comunicación. Los estándares sobre desempeño, en líneas generales, miden o especifican las condiciones de operación de las baterías. Sin embargo, otro componente importante del vehículo eléctricos son los motores eléctricos que también deben operar con altos niveles de eficiencia.

Adicionalmente, la WTO, sugiere al uso de estándares internacionales como una vía para reducir las barreras al libre comercio. Existen varios organismos de estandarización a nivel internacional cuyas normas pueden ser adoptadas, sin embargo, los más relevantes para un país mayormente importador de tecnología como Paraguay son ISO e IEC. Esto se debe a que a la elaboración de sus estándares no son definidos unilateralmente por una autoridad nacional, sino que se realizan en procesos consensuados en los que participan representantes de múltiples Países industrializados que desarrollan tecnología.

A nivel regional, la mayoría de los países latinoamericanos utilizan como base referencial los estándares de ISO e IEC, y en algunos casos en sectores bien específicos con mayor influencia de Norte América también de la SAE. Incluso, en el MERCOSUR, principalmente se utilizan los documentos de ISO e IEC, de hecho, así lo hace la AMN que forma parte de esta organización. Este contexto regional y la necesidad de asegurar la interoperabilidad con la mayoría del continente, refuerza la justificación de la adopción de normativas de ISO e IEC en Paraguay.



En algunos casos donde se encontraron brechas en materia de normativas por parte de ISO e IEC, como por ejemplo en el caso del reciclaje de las baterías, se identificaron alternativas que habían sido desarrolladas por la SAE. Cuando existen estos vacíos normativos por parte de organismos plurinacionales, la alternativa viable es la revisión de normas o estándares emitidos por otros organismos nacionales de normalización o entidades profesionales como SAE.





# 6

## Referencias

- [1] IEC 60364-7-722:2018 Low-voltage electrical installations - Part 7-722: Requirements for special installations or locations - Supplies for electric vehicles.
- [2] IEC 60529:1989+AMD1:1999+AMD2:2013 CSV - Consolidated version - Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).
- [3] IEC 61140:2016 RLV Redline version Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment.
- [4] Requirements for Light Electric Vehicles.
- [5] IEC 61427-1:2013 Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application.
- [6] IEC 61427-2:2015 Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 2: On-grid applications.
- [7] IEC 61316:1999 Industrial cable reels.
- [8] IEC 61439-7:2018 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 7: Assemblies for specific applications such as marinas, camping sites, market squares, electric vehicle charging station.
- [9] IEC 61851-21-1:2017 Electric vehicle conductive charging system - Part 21-1 Electric vehicle on-board charger EMC requirements for conductive connection to AC/DC supply.
- [10] IEC 61851-1:2017 Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements.
- [11] IEC 61851-21-2:2018 Electric vehicle conductive charging system - Part 21-2: Electric vehicle requirements for conductive connection to an AC/DC supply - EMC requirements for off board electric vehicle charging systems.
- [12] IEC 61851-23:2014 Electric vehicle conductive charging system - Part 23: DC electric vehicle charging station.
- [13] IEC TS 62840-1:2016 Electric vehicle battery swap system - Part 1: General and guidance.
- [14] IEC 61851-24:2014 Electric vehicle conductive charging system - Part 24: Digital communication between a d.c. VE charging station and an electric vehicle for control of d.c. charging.

- [15] IEC 61980-1:2015 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 1: General requirements.
- [16] IEC TS 61980-2:2019 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 2: Specific requirements for communication between electric road vehicle (VE) and infrastructure.
- [17] IEC 62196-1:2014 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 1: General requirements.
- [18] IEC 62196-2:2016 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories.
- [19] IEC 62196-3:2014 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers.
- [20] IEC 62040-1:2017 Uninterruptible power systems (UPS) - Part 1: Safety requirements.
- [21] IEC 62840-2:2016 Electric vehicle battery swap system - Part 2: Safety requirements.
- [22] IEC TS 61980-3:2019 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 3: Specific requirements for the magnetic field wireless power transfer systems.
- [23] IEC TR 60783:1984 Withdrawn Wiring and connectors for electric road vehicles.
- [24] ISO 15118-1:2019 Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 1: General information and use case definition.
- [25] IEC 62660-1:2018 Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles - Part 1: Performance testing.
- [26] IEC 62660-2:2018 Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles - Part 2: Reliability and abuse testing.
- [27] IEC 62660-3:2016 Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles - Part 3: Safety requirements.
- [28] IEC TR 62660-4:2017 Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles - Part 4: Candidate alternative test methods for the internal short circuit test of IEC 62660-3.
- [29] ISO 12405-4:2018 Electrically propelled road vehicles —Test specification for lithium-ion traction battery packs and systems — Part 4: Performance testing.
- [30] ISO 15118-1:2019 Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 1: General information and use case definition.

[31] ISO 15118 Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 2: Network and application protocol requirements - Part 3: Physical and data link layer requirements - Part 4: Network and application protocol conformance test - Part 5: Physical and data link layer conformance tests - Part 6: General information and use-case definition for wireless communication - Part 7: Network and application protocol requirements for wireless communication - Part 8: Physical layer and data link layer requirements for wireless communication.

[32] ISO 16254:2016 Acoustics — Measurement of sound emitted by road vehicles of category M and N at standstill and low speed operation — Engineering method.

[33] ISO 17409:2015 Electrically propelled road vehicles — Connection to an external electric power supply — Safety requirements.

[34] ISO 6469-1:2019 Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 1: Rechargeable energy storage system (RESS).

[35] ISO 6469-2:2018 Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 2: Vehicle operational safety.

[36] ISO 6469-3:2018 Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 3: Electrical safety.

[37] ISO 6469-4:2015 Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 4: Post crash electrical safety.

[38] IEC 62196-2:2016 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories.

[39] Battery Electric Vehicle Energy Consumption and Range Test Procedure J1634\_201707.

[40] Electric and Hybrid Electric Vehicle Rechargeable Energy Storage System (RESS) Safety and Abuse Testing J2464\_200911.

[41] Safety Standard for Electric and Hybrid Vehicle Propulsion Battery Systems Utilizing Lithium-based Rechargeable Cells J2929\_201302.

[42] Technical Information Report on Automotive Battery Recycling J2974\_201902.

[43] Identification of Transportation Battery Systems for Recycling Recommended Practice J2984\_201308.

[44] Hybrid and VE First and Second Responder Recommended Practice J2990\_201907.

[45] ISO/PAS 19295:2016 Electrically propelled road vehicles — Specification of voltage sub-classes for voltage class B.

[46] ISO 19642-1:2019 Road vehicles — Automotive cables — Part 1: Vocabulary and design guidelines.

[47] ISO/DIS 21498 Electrically propelled road vehicles — Electrical specifications and tests for voltage class B systems and components.

[48] ISO 21782-1:2019 Electrically propelled road vehicles — Test specification for electric propulsion components.

[49] ISO 6722-1:2011/COR 1:2012 Road vehicles — 60 V and 600 V single-core cables.

[50] IEC 62752:2016/AMD1:2018, Amendment 1 - In-cable control and protection device for mode 2 charging of electric road vehicles (IC-CPD).

# 7

## Fuentes de información utilizadas

Biresselioglu, Mehmet Efe; Demirbag Kaplan, Melike; Yilmaz, Barbara Katharina (2018): Electric mobility in Europe: A comprehensive review of motivators and barriers in decision making processes. In Transportation Research Part A: Policy and Practice 109, pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.tra.2018.01.017.

CADAM (2019): Estadísticas de Importación. Available online at <https://www.cadam.com.py/estadisticas>, checked on 1/22/2020.

DIN (2018): DIN 820-2:2018-09, Normungsarbeit\_ - Teil\_2: Gestaltung von Dokumenten (ISO/IEC-Direktiven\_ - Teil\_2:2016, modifiziert); Deutsche und Englische Fassung CEN/CENELEC-Geschäftsordnung\_ - Teil\_3:2017. DOI: 10.31030/2867774.

Entidad Binacional Yacyreta (2019): Licitación Pública N° 731 - Adquisición, provisión e instalación de 10 estaciones de cargas para vehículos eléctricos por Ruta N° 1. Available online at <https://www.eby.gov.py/index.php/11-licitaciones/9970-licitacion-publica-n-731-adquisicion-provision-e-instalacion-de-10-estaciones-de-cargas-para-vehiculos-electricos-por-ruta-n-1>, updated on 10/5/2020.000Z, checked on 10/5/2020.378Z.

Finchelstein, Diego; Hallak, Juan Carlos; Wersocky, Matías Ariel (2016): La infraestructura de calidad y competitividad en Argentina.

Gallego, Juan Miguel; Gutiérrez, Luis H. (2016): El Sistema Nacional de Calidad en Colombia: Un análisis cualitativo del desarrollo del sistema. Available online at <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15630/el-sistema-nacional-de-calidad-en-colombia-un-analisis-cualitativo-del-desarrollo>, checked on 1/26/2020.

Gómez Gélvez, Julian; Mojica, Carlos; Kaul, Veerender; Isla, Lorena (2016): The Incorporation of Electric Cars in Latin America.

IEA (2017): New CEM campaign aims for goal of 30% new electric vehicle sales by 2030 - News - IEA. Available online at <https://www.iea.org/news/new-cem-campaign-aims-for-goal-of-30-new-electric-vehicle-sales-by-2030>, checked on 1/14/2020.

IEA (2019a): Electric vehicles – Tracking Transport – Analysis. Available online at <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2019/electric-vehicles>, checked on 1/14/2020.

IEA (2019b): Electric Vehicles Initiative – Programmes. Available online at <https://www.iea.org/areas-of-work/programmes-and-partnerships/electric-vehicles-initiative>, checked on 1/14/2020.



IEA (2019c): Global EV Outlook 2019.

IEA (2019d): Global EV Outlook 2019. IEA. Paris. Available online at <https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>, updated on 9/23/2019, checked on 9/25/2019.

INTN (2020): Organismo Nacional de Normalización. Available online at <https://www.intn.gov.py/index.php/organismos/organismo-nacional-de-normalizacion>, checked on 1/25/2020.

Isla, Lorena; Singla, Martín; Rodríguez Porcel, Manuel; Granada, Isabel; Boltvinik, Jana; Pérez, Daniel et al. (2019): Análisis de tecnología, industria, y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe.

Koch, Hermann J. (2016): Practical guide to International Standardization for Electrical Engineers. Impact on Smart Grid and E-mobility markets.

LLamosas, Cecilia; Blanco, Gerardo; Fernández, Félix; Suárez, Jazmín; Sosa, José; Quintana, Marco; Ramírez, Matías (2018): Diagnóstico de la Movilidad Eléctrica en Paraguay. Línea de base preliminar para la transición Tecnológica.

ONU medio ambiente (2018): MOVILIDAD ELÉCTRICA. AVANCES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Y OPORTUNIDADES PARA LA COLABORACIÓN REGIONAL, checked on 3/4/2020.

Paredes, Juan Roberto (2017): La Red del Futuro. Desarrollo de una red eléctrica limpia y sostenible para América Latina.

Richter, Marcel; DIN: overview-emobility-standards-data. Available online at <https://www.din.de/blob/71592/8f14594082a9ec0dab86e7e6b1d0d4b0/overview-emobility-standards-data.pdf>, checked on 9/15/2019.

Rivas, María Eugenia; Suárez-Alemán, Ancor; Serebrisky, Tomás (2019): Stylized Urban Transportation Facts in Latin America and the Caribbean.

Sauer, Ildo L.; Escobar, Javier F.; da Silva, Mauro F.P.; Meza, Carlos G.; Centurion, Carlos; Goldemberg, José (2015): Bolivia and Paraguay: A beacon for sustainable electric mobility? In Renewable and Sustainable Energy Reviews 51, pp. 910–925. DOI: 10.1016/j.rser.2015.06.038.

STP (2014): Plan Nacional de Desarrollo 2030. Available online at [https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/decretos/Anexo%20Decreto%206.092-2016\(B\).pdf](https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/decretos/Anexo%20Decreto%206.092-2016(B).pdf), updated on 3/10/2020, checked on 3/10/2020.

UNIDO (2017): Infraestructura de calidad de las Américas. HOJA DE RUTA ESTRATÉGICA.

Van den Bossche, Peter; Omar, Noshin; Coosemans, Thierry; van Mierlo, Joeri (2015): Current Issues in EV Standardization.

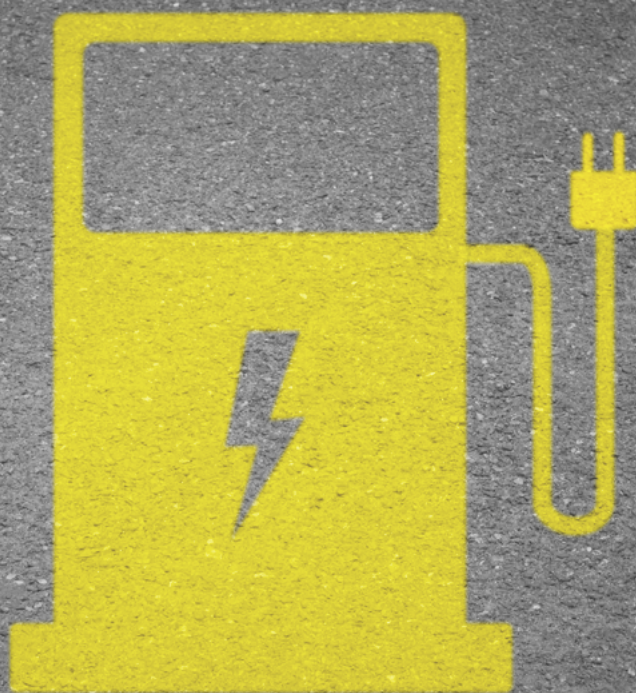
VMME (2016): Política Energética de la República del Paraguay 2040 (PEN 2040). DECRETO N° 6092/2016. Available online at [https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/decretos/Anexo%20Decreto%206.092-2016\(B\).pdf](https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/decretos/Anexo%20Decreto%206.092-2016(B).pdf).

Voegelé, Tom (2019): The Future of Transportation Services in Latin American and Caribbean Countries.

Wang, Shiyang; Ge, Mengpin (2019): Everything You Need to Know About the Fastest-Growing Source of Global Emissions: Transport | World Resources Institute. Available online at <https://www.wri.org/blog/2019/10/everything-you-need-know-about-fastest-growing-source-global-emissions-transport>, updated on 3/4/2020, checked on 3/4/2020.

WTO (2017): Paraguay - Member information. Available online at [https://www.wto.org/english/thewto\\_e/countries\\_e/paraguay\\_e.htm](https://www.wto.org/english/thewto_e/countries_e/paraguay_e.htm), updated on 7/7/2017, checked on 1/9/2020.

WTO (2019): What is the WTO? Available online at [https://www.wto.org/english/thewto\\_e/thewto\\_e.htm](https://www.wto.org/english/thewto_e/thewto_e.htm), updated on 9/30/2019, checked on 1/9/2020.



# 8

## Anexo

**Tabla 7: Organismos Regionales de Normalización (ALC).**

País	Organismo Nacional de Normalización	
Argentina	IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
Paraguay	INTN	Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología.
Brasil	ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Bahamas	BBSQ	Bahamas Bureau of Standards.
Belice	BZBS	Belize Bureau of Standards.
Haití	BHN	Bureau Haïtien de Normalisation.
Jamaica	BSJ	Bureau of Standards Jamaica.
Guatemala	COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Panamá	COPANIT	Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.
México	DGN	Dirección General de Normas.
Nicaragua	DNM	Dirección General de Normas.
Guyana	GNBS	Guyana National Bureau of Standards.
República Dominicana	INDOCAL	Insituto Dominicano para la Calidad.
Colombia	ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
Costa Rica	INTECO	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.
Perú	INACAL	Instituto Nacional de Calidad.
Chile	INN	Instituto Nacional de Normalización.
Uruguay	UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas.
Cuba	NC	Oficina Nacional de Normalización.
Honduras	OHN	Organismo Hondureño de Normalización.
El Salvador	OSN	Organismo Salvadoreño de Normalización.
Ecuador	INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización.
Surinam	SSB	Surinaams Standaarden Bureau.
Trinidad and Tobago	TTBS	Trinidad & Tobago Bureau of Standards.



**Tabla 8: Normas para vehículos eléctricos en Brasil y Uruguay.**

Uruguay		
UNIT-IEC 61851-1:2017	Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos – Parte 1: Requisitos generales.	IEC 61851-1:2017, MOD
UNIT 1234:2016	Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos - Fichas, tomacorrientes, conectores del vehículo y conexiones de entrada del vehículo - Formatos normalizados.	UNIT-IEC 61851-1 / IEC 62196-1
Brasil		
ABNT ISO/TR 8713:2015	Veículos rodoviários propelidos a eletricidade - Vocabulário.	ISO/TR 8713:2015
ABNT NBR 16567:2016	Veículos rodoviários híbridos elétricos leves - Medição de emissão de escapamento e consumo de combustível e energia - Métodos de ensaio.	SAE J1711:2010
ABNT NBR IEC 61851-1:2013	Sistema de recarga conductiva para vehículos eléctricos.	IEC 61851-1:2013
ABNT NBR IEC 61851-21:2013	Sistema de recarga conductiva para vehículos eléctricos.	IEC 61851-21:2013
ABNT NBR IEC 61851-22:2013	Sistema de recarga conductiva para vehículos eléctricos.	IEC 61851-22:2013
ABNT NBR IEC 62196-1:2013	Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículo eléctrico e Plugues fixos de veículos eléctricos — Recarga condutiva para veículos eléctricos.	IEC 62196-1:2013
ABNT NBR IEC 62196-2:2013	Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículo eléctrico e plugues fixos de veículo eléctrico — Recarga condutiva para veículo eléctrico.	IEC 62196-2:2013
ABNT NBR IEC 62660-1:2014	Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos eléctricos rodoviários.	IEC 62660-1:2014
ABNT NBR IEC 62660-2:2015	Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos eléctricos rodoviários.	IEC 62660-2:2015





**BID**

Banco Interamericano  
de Desarrollo