

Aseguramiento y Control Metrológico Legal a las Estaciones de Carga para Vehículos Eléctricos en Cuba

Autora: M. Sc Mirta J. Navarro González.

Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología.

Consulado 206 e/ Ánimas y Trocadero. Centro Habana. La Habana

Correo electrónico: mirta@inimet.cu

Resumen

El auge de la movilidad eléctrica en Cuba, impulsado por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, ha llevado a la instalación de Estaciones de Carga para Vehículos Eléctricos (ECVE). Esta transición requiere el establecimiento de una Infraestructura Técnico-Normativa robusta que garantice la confiabilidad y equidad de las transacciones comerciales basadas en la medición de energía. Este trabajo presenta los resultados de un proyecto de investigación liderado por el Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET), cuyo objetivo principal es establecer el aseguramiento y control metrológico legal para las ECVE en el país. Los resultados clave incluyen el diagnóstico metrológico de las instalaciones existentes, la identificación de los patrones y métodos de medición necesarios, y la aprobación de Normas Cubanas (NC) fundamentales que sientan las bases para la regulación y verificación de estas estaciones.

Palabras clave: Metrología Legal, Estaciones de Carga para Vehículos Eléctricos (ECVE), Normas Cubanas, Vehículos Eléctricos, Aseguramiento Metrológico.

Abstract

The rise of electric mobility in Cuba, driven by the need to reduce greenhouse gas emissions, has led to the installation of Electric Vehicle Charging Stations (EVCS). This transition requires the establishment of a robust Technical-Normative Infrastructure to guarantee the reliability and fairness of commercial transactions based on energy measurement. This work presents the results of a research project led by the National Institute for Research in Metrology (INIMET), whose main objective is to establish the legal metrological assurance and control for EVCS in the country. Key results include the metrological diagnosis of existing installations, the identification of necessary measurement standards and methods, and the approval of Cuban Standards (NC) that lay the groundwork for the regulation and verification of these stations.

Keywords: Legal Metrology, Electric Vehicle Charging Stations (EVCS), Cuban Standards, Electric Vehicles, Metrological Assurance.

1. Introducción

La adopción de vehículos eléctricos (VE) es una estrategia clave para la disminución de la dependencia de combustibles fósiles y la mitigación del cambio climático. La implementación exitosa de esta tecnología depende de una infraestructura de recarga accesible y confiable. Una ECVE, o electrolinera, es una instalación que suministra energía eléctrica para recargar las baterías de los VE, funcionando como un punto de venta de energía.

Dado que la energía suministrada constituye una **transacción comercial** basada en una medición, es imperativo que estas mediciones sean **precisas y justas** para proteger tanto al consumidor como al proveedor. En este contexto, la **Metrología Legal** juega un papel crucial, asegurando la exactitud de los instrumentos de medición utilizados.

El **INIMET**, como Instituto Nacional de Metrología en Cuba, asumió la tarea de desarrollar el marco metrológico necesario para las ECVE. Este proyecto se originó a partir de un proyecto no asociado a programa (**PNAP**) que posteriormente fue presentado al programa sectorial de normalización, metrología, calidad y acreditación (**PSNMCA**) y fue aprobado por el bajo el título: "Aseguramiento y control metrológico legal a las estaciones de carga para los vehículos eléctricos".

2. Objetivos del Proyecto

El proyecto se estructuró en torno a los siguientes objetivos principales:

- 1 **Análisis del Estado del Arte:** Investigar la documentación técnico-normativa internacional sobre el control metrológico legal de las ECVE.
- 2 **Diagnóstico Metrológico Nacional:** Realizar un diagnóstico y análisis del estado de las mediciones en las ECVE instaladas en Cuba.
- 3 **Identificación de Requisitos:** Determinar los documentos técnicos normativos, métodos de medición y patrones necesarios para la verificación de las ECVE en el contexto cubano.
- 4 **Desarrollo Normativo:** Aprobar las Normas Cubanas (NC) esenciales para la regulación.
- 5 **Transferencia Tecnológica:** Establecer mecanismos para la transferencia de las bases científicas, tecnológicas y normativas a los laboratorios pertinentes.

3. Metodología

La metodología se basó en un enfoque integral que combinó la **revisión documental**, el **trabajo de campo** y el **desarrollo normativo**.

3.1. Revisión Documental y Normativa

Se realizó una exhaustiva revisión del estado del arte, incluyendo directrices de organismos internacionales como la **Organización Internacional de Metrología Legal (OIML)**, que proporciona recomendaciones clave para la metrología de las ECVE; tal como la Guía OIML G22 "Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE). Metrological and technical requirements. Metrological controls and performance tests: 2022" ^[1].

También se ha considerado los marcos regulatorios de regiones con mayor desarrollo en electromovilidad, como la **Unión Europea (UE)**, consultado documentos relacionados con el tema; tales como: UE 202009-52: 2014 "Metodología para la verificación e inspección de instalaciones eléctricas de baja tensión. Instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos" ^[2]; UE-EN 62196-1: 2015 "Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 1 Requisitos generales" ^[3].

Se ha logrado descargar gran cantidad de documentos y artículos que tratan el tema de las EC lo que ha permitido crear una biblioteca virtual con toda esa información, que servirá como base de consulta para la elaboración de las NC.

3.2 Intervalos de verificación de las EC

Se investigó sobre los intervalos de verificación periódica, los cuales varían entre 2 y 10 años dependiendo del uso y la estabilidad de los equipos, según la legislación nacional establecida en cada país; ejemplo Alemania y España establecen períodos entre 2 y 5 años; Canadá exige verificaciones periódicas cada 5 años y Estados Unidos recomienda verificaciones anuales o cada 2 años ^[4].

3.2. Diagnóstico Metrológico en Campo

Se llevó a cabo un levantamiento metrológico en diversas entidades cubanas que han instalado ECVE para uso interno. Este diagnóstico incluyó con:

- **Identificación y Ubicación:** Se contactó a choferes de VE y se identificaron empresas con ECVE instaladas (ETECSA, CEDAI, Aguas de La Habana).
- **Caracterización de Estaciones:** Se investigaron las características técnicas y metrológicas de las estaciones, incluyendo tipo de carga (lenta, semi-rápida, super-rápida), modelo, fabricante, tensión, corriente, potencia y tipo de conector.

En la tabla 1 se describen las características técnicas de las EC que se encuentran instaladas en las empresas visitadas.

Tabla 1: Resumen del Levantamiento Metrológico de ECVE en Cuba

No.	Empresa	Tipo de Carga	Modelo / Fabricante	Características técnicas
1	Aguas de La Habana (Santa Catalina)	Semi-rápida	CIRCUTOR (M2) / España	230 V, 32 A, 7,4 kW. Conectada a paneles solares.
2	ETECSA (Vento Camagüey) y	Semi-rápida	joinon / Gewiss (Italia)	400 V, 67 A, 22 kW. Conectada a paneles solares.
3	ETECSA (Buena Vista)	Semi-rápida y Super-rápida	joinon / Gewiss (Italia) y hypercharger HYC-150	Semi-rápida: 400 V, 22 kW. Super-rápida: 230-400 V, 125 A entrada, 250 A carga máx.
4	CEDAI	Lenta	Schneider Electric / Francia	32 A, 22 kW.

3.3. Instrumentos de medición

Sobre los instrumentos de medición se han identificado instrumentos para la comprobación de las características metrológicas de la ECVE e instrumentos para la

trazabilidad metrológica de las mediciones de energía que entregan las EC. A continuación en la tabla 2 se describen algunos de estos.

Tabla 2. Instrumentos de medición para la comprobación de las características metrológicas y la trazabilidad de las mediciones de energía entregada por las ECVE

No.	Modelo / Fabricante	Características metrológicas
1	Evlink EVA1SADS Francia	Tensión de entrada: 230 V (fase/neutro); 400 V (fase/fase) Frecuencia: 50 Hz Corriente máxima: 13 A
2	EV 500 Fabricante BEHA.AMPROBE	Up to 250 V (single phase system) / up to 430 V (three phase system), 50/60 Hz, max 10 A Tensión de entrada: 250 V (monofásico); 430 V (trifásico) Frecuencia: (50 ó 60) Hz Corriente máxima: 10 A
3	eMOB I-32.3 AC Fabricante: Meter Tes Equipment	Tensión (U_1 ; U_2 ; U_3 ; N): (46 a 300) V; clase de exactitud 0,1 % Corriente alterna (I_1 ; I_2 ; I_3): 1 mA a 32 A; clase de exactitud 0,1 %
4	eMOB I-200.1 DC Fabricante: Meter Tes Equipment	Tensión de corriente directa (U_1): (40 a 1000) V; clase de exactitud 0,05 % Corriente directa (I_1): (2 a 200) A; clase de exactitud 0,1 %

3.4. Desarrollo de la Infraestructura Normativa

La información recopilada servirá de base para el desarrollo de la infraestructura técnico-normativa, culminando en la aprobación de dos Normas Cubanas esenciales:

- **NC de Métodos y Medios de Verificación para las ECVE:** Establece los procedimientos y el equipamiento de referencia (patrones) necesarios para realizar la verificación metrológica de las estaciones.
- **NC de Requisitos técnicos para el diseño, construcción y modos de operación y explotación de las ECVE:** Define las especificaciones técnicas que deben cumplir las estaciones para garantizar su correcto funcionamiento y la integridad de sus mediciones.

4. Resultados y Discusión

El proyecto logrará establecer la base para el aseguramiento metrológico de las ECVE en Cuba, un resultado fundamental para la confianza en el mercado de la electromovilidad.

El proyecto tendrá **Resultados Clave**:

- **Infraestructura Técnico-Normativa Creada:** Se ha creado y será sometida a aprobación la infraestructura normativa necesaria, lo que permite al país ejercer el control metrológico legal sobre estas mediciones.
- **Diagnóstico y Caracterización:** Se ha caracterizado la incipiente red de ECVE en Cuba, identificando la diversidad de tecnologías (lenta, semi-rápida, super-rápida) y fabricantes (España, Italia, Francia), lo que subraya la necesidad de procedimientos de verificación flexibles y robustos.
- **Capacitación:** Se creará un curso de capacitación validado sobre aseguramiento y control metrológico legal, asegurando la transferencia de conocimiento a los técnicos y laboratorios de calibración o verificación.

Discusión:

La aprobación de las NC será el resultado más significativo, ya que transforma la necesidad metrológica en un requisito legal y técnico. Esto permite al INIMET y a las autoridades competentes (como la Oficina Nacional de Normalización, ONN) garantizar que las mediciones de energía en las ECVE sean trazables a los patrones nacionales y cumplan con los requisitos de exactitud.

El análisis de los factores que influyen en los intervalos de verificación (uso intensivo, ambiente operativo, tecnología) será crucial para la implementación de la NC. La experiencia internacional sugiere que los intervalos deben ser adaptados a las condiciones locales, y la NC cubana deberá reflejar la realidad operativa de las ECVE en el país.

5. Conclusiones

El proyecto de aseguramiento metrológico a las ECVE en Cuba ha sido exitoso en la creación de la **infraestructura técnico-normativa** necesaria para el control metrológico legal de las transacciones de energía eléctrica en el sector de la movilidad eléctrica. La aprobación de las dos Normas Cubanas y la capacitación del personal técnico son pasos decisivos que garantizan la **equidad en el comercio** y la **confianza del consumidor** en la nascente red de electrolineras del país.

6. Agradecimientos

Se agradece el apoyo de las entidades involucradas en el diagnóstico metrológico, incluyendo Aguas de La Habana, ETECSA y CEDAI.

7. Referencias

[1] Guía OIML G22: 2021 “Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE). Metrological and technical requirements. Metrological controls and performance tests”.

[2] **Unión Europea**; UE 202009-52: 2014 “Metodología para la verificación e inspección de instalaciones eléctricas de baja tensión. Instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos”.

[3] **Unión Europea;** UE-EN 62196-1: 2015 “Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 1 Requisitos generales”

[4] NIST Handbook 44-2023 “Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices”, apartado 3.40 “Electric Vehicle Fueling Systems” (pág. 151).