

¿Está preparada Nicaragua para una transición sostenible hacia la movilidad eléctrica?

IS NICARAGUA READY FOR A SUSTAINABLE TRANSITION TO ELECTRIC MOBILITY?

Alina Olivas Barreda *

alinaoliba20@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0008-0965-2941>

*Estudiante de la Maestría en Transiciones Energéticas, Universidad Nacional de Rosario-Argentina

doi: <https://doi.org/10.62407/g8tnw17>

Recibido: 23/05/26 | Aceptado: 23/06/26

Palabras clave:

*Movilidad eléctrica,
incentivos fiscales,
seguridad jurídica*

Resumen

El transporte es una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que la electromovilidad constituye una estrategia clave para mitigar el cambio climático. Este ensayo evalúa la situación actual de la movilidad eléctrica en Nicaragua bajo un enfoque cualitativo, documental y comparado, analizando sus impactos y desafíos desde una perspectiva tecnológica, socioeconómica, de sostenibilidad y jurídica. El país cuenta con condiciones altamente competitivas, con una matriz eléctrica anual del 83% de fuentes renovables, maximizando el beneficio ambiental de la transición. No obstante, la eficacia de las medidas de fomento contenidas en la Ley N.º 1111 requiere complementarse con el desarrollo reglamentario y técnico derivado de las atribuciones regulatorias que la misma norma confiere. El estudio identifica oportunidades de fortalecimiento normativo prioritarias en el establecimiento de las disposiciones secundarias para los centros de carga y la comercialización de energía a terceros, las reglas de interoperabilidad técnica y la planificación para las flotas del sector público y el transporte colectivo. Al contrastar estos elementos con las tendencias del derecho comparado en la región, se concluye que la certidumbre jurídica y la previsibilidad, constituyen las herramientas esenciales para garantizar la estandarización operativa, otorgar claridad procedimental a los administrados y estructurar un escenario de inversión a largo plazo. Finalmente, se recomienda la formalización legal de la Estrategia Nacional y el desarrollo de normativa técnica secundaria adaptada a la realidad del sector eléctrico nacional.



Olivas Barreda, A. (2026) ¿Está preparada Nicaragua para una transición sostenible hacia la movilidad eléctrica? *Revista de Estudios Socioambientales Gaia*, 2(2). <https://doi.org/10.62407/g8tnw17>

Keywords:

*Electric mobility,
fiscal incentives, legal
certainty.*

Abstract

Transportation is one of the main sources of greenhouse gas emissions; therefore, electric mobility constitutes a key strategy for mitigating climate change. This essay evaluates the current state of electric mobility in Nicaragua through a qualitative, documentary, and comparative approach, analyzing its impacts and challenges from technological, socioeconomic, sustainability, and legal perspectives. The country possesses highly competitive conditions, with an electricity matrix that annually derives 83% of its generation from renewable sources, thereby maximizing the environmental benefits of the transition. Nevertheless, the effectiveness of the promotion measures established under Law No. 1111 requires further support through the regulatory and technical development arising from the regulatory powers conferred by the law itself. The study identifies priority opportunities for regulatory strengthening, particularly in the establishment of secondary provisions governing charging centers and the commercialization of electricity to third parties, technical interoperability rules, and planning mechanisms for public-sector fleets and collective transportation. By contrasting these elements with trends observed in comparative law across the region, the study concludes that legal certainty and predictability constitute essential tools for ensuring operational standardization, providing procedural clarity for stakeholders, and creating a stable framework for long-term investment. Finally, the study recommends the legal formalization of the National Strategy and the development of secondary technical regulations adapted to the realities of the national electricity sector.

1. Introducción

El cambio climático es uno de los mayores desafíos de política global en la actualidad. Si se mantienen las tendencias actuales, se estima que, para finales de siglo, el incremento de la temperatura terrestre llegará a 3°C por encima de los niveles preindustriales (Beltrán et al., 2024). En el sexto Informe de Evaluación, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), subraya la importancia del sector transporte para la mitigación de la crisis ambiental. Los estudios de escenarios globales que respaldan el

informe, confirman que la reducción de las emisiones de esta industria, es una acción indispensable para alcanzar los objetivos climáticos internacionales (IPCC, 2022).

Ogunkunbi y Meszaros (2023), señalan que el transporte consume una cuarta parte de la energía final mundial y genera el 40% de las emisiones globales en todos los sectores de uso final. El 90% de estas emisiones provienen de combustibles derivados del petróleo. El sector está creciendo a un ritmo mayor que la mayoría de los demás y se proyecta que sus emisiones se dupliquen para 2050 (Creutzig et al., 2015). En este contexto, la movilidad eléctrica emerge

como una solución clara para combatir la contaminación del aire y el calentamiento global (Colmenar et al., 2015). A nivel mundial, es una tendencia en aumento; muchos países han implementado políticas para reducir las emisiones, impulsando un nuevo paradigma en la industria automotriz que se centra en el desarrollo de vehículos eléctricos que no dependen intensivamente de combustibles fósiles (Michelena et al., 2023).

En Nicaragua, la movilidad eléctrica ha iniciado un proceso de desarrollo gradual, vinculado estrechamente con la matriz energética nacional, que cuenta con una alta participación de fuentes renovables. Esto permite que la demanda eléctrica generada por el transporte, sea cubierta principalmente con energía limpia, potenciando los beneficios ambientales de esta transición (Olivas, 2025). En los últimos años, se ha desplegado una red inicial de estaciones de recarga en puntos estratégicos que continúa en constante expansión, cada uno de estos alimentados por energía solar; sin embargo, su distribución sigue concentrada en zonas urbanas.

Pese a estos avances, persisten desafíos estructurales que inciden en el desarrollo sostenible y equitativo de la electromovilidad. Desde la perspectiva del Derecho, la configuración del marco regulatorio secundario es un factor clave para consolidar la seguridad jurídica y previsibilidad, elementos esenciales para fortalecer la certidumbre de los operadores

y de los diversos actores dentro este marco emergente.

Ante esta realidad, se vuelve pertinente analizar el alcance y la complementariedad de la respuesta normativa actual frente al proceso de transición. Puesto que el diseño jurídico sectorial se encuentra en etapa inicial, la promulgación de la Ley N.º 1111 y sus incentivos fiscales, constituyen un avance significativo, cuya plena operatividad técnica requiere del desarrollo de los reglamentos previsto en el ordenamiento. Por lo tanto, esta investigación se justifica como un estudio técnico-jurídico orientado a definir las precisiones normativas idóneas en el contexto local.

En este contexto, el presente estudio tiene como propósito evaluar la situación actual de la movilidad eléctrica en Nicaragua, a través de un análisis documental y comparativo que aborde sus avances y desafíos desde una perspectiva tecnológica, socioeconómica, de sostenibilidad y jurídica. El objetivo es ofrecer un diagnóstico cualitativo integral y sobre la base de la seguridad jurídica y la eficacia operativa, formular recomendaciones que orienten una transición sostenible, alineado con los compromisos climáticos internacionales y la realidad del ordenamiento jurídico nacional.

Este ensayo se organiza de la siguiente manera: tras esta sección introductoria, en la sección 2 se presentan los antecedentes históricos y apuntes

sobre el estado del arte de la electromovilidad a nivel global y regional. En la sección 3 se aborda la dimensión internacional y los compromisos de Estado asumidos por el país. Posteriormente, en la sección 4 se analiza el marco regulatorio y las políticas públicas sectoriales en Nicaragua, dando paso a la sección 5, donde se examinan los marcos regulatorios de movilidad eléctrica de Costa Rica, Panamá, Salvador y Cuba, desde la perspectiva del derecho comparado. La sección 6 evalúa de forma cualitativa los impactos socioeconómicos, tecnológicos y de sostenibilidad en el contexto nacional. Finalmente, en la sección 7 se profundiza en los desafíos normativos y la seguridad jurídica en la electromovilidad local, para cerrar en la sección 8 y 9 con las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

2. Antecedentes

La historia de la movilidad eléctrica se remonta a finales del siglo XIX, cuando los vehículos eléctricos superaban en popularidad y en ventas a los de gasolina en Estado Unidos (Frías & Román, 2020), representando el 28% del parque vehicular entre 1897 y 1900. Sin embargo, su auge fue breve, pues el desarrollo del motor de combustión y la producción de masa, provocaron su declive, el cual comenzó en la segunda década del siglo XX (Un-Noor et al., 2017).

Tras un breve resurgimiento en los años 90 en California, que impulsó la tecnología

híbrida de Toyota (Helmerts & Marx, 2012), la electromovilidad ha experimentado un crecimiento global exponencial. Las ventas mundiales pasaron de 4 millones de unidades en 2018 (BNEF, 2018) a 10.2 millones en 2022, equivalente al 14% total mundial (IEA, 2023); para 2023, circulaban alrededor de 40 millones de vehículos eléctricos, de los cuales el 53% en China, el 28 % en Europa, 12% en EE. UU y 7% en el resto del mundo (OLADE, 2024).

En América Latina y el Caribe el avance es más heterogéneo y lento. Aunque en 2022 las 50,000 unidades vendidas representaban apenas el 0.15% global (Michelena et al., 2023) para el primer semestre del año 2024, la flota de vehículos livianos ascendió a 249,079 unidades (OLADE, 2024), destacando a Brasil como el líder con más de 125,000 unidades (IEA, 2025). No obstante, la región enfrenta desafíos únicos marcados por la incertidumbre normativa, la falta de estandarización y la indefinición de competencias institucionales (SuM4All, 2022)

En Nicaragua, la movilidad eléctrica es aún incipiente, aunque en los últimos años se han dado los primeros pasos hacia su inserción; en el año 2022 se habilitaron los primeros 67 puntos de carga en el país, con la particularidad de funcionar totalmente con energía solar (ENATREL, 2022). Un hito importante en este proceso, fue la reforma a la Ley de Estabilidad Energética, mediante la cual se incorporaron

disposiciones específicas para la movilidad eléctrica y la creación de infraestructura de recarga, marcando así el inicio de un marco regulatorio nacional para este sector (Mobility Portal Latinoamérica, 2023)

Esta realidad local se alinea con los diagnósticos regionales; al respecto, el libro Blanco de la Movilidad Eléctrica para América Latina y el Caribe (OLADE, 2025) señala que la gobernanza institucional, la claridad en las reglas de mercado y los reglamentos técnicos de interoperabilidad son pilares habilitadores indispensables para la inversión privada. Esta postura es respaldada por Martínez-Gómez y Espinoza (2024), quienes concluyen que el éxito en la atracción de inversiones dentro de la región responde a marcos técnicos que eliminan la discrecionalidad administrativa, mientras que Viscidi (2021) atribuye el liderazgo de Costa Rica por su temprana definición jurídica, identificando los vacíos normativos como el principal freno para el resto de Centroamérica, por encima de las barreras de entrada que la política fiscal no logra subsanar por sí sola (FUNDA, 2024).

Bajo la óptica de la teoría general del Derecho, la calidad y sostenibilidad de esta transición energética, depende directamente de su claridad normativa. Al respecto, Lon Fuller (1964) sostuvo que la “moralidad interna” del ordenamiento, exige que las leyes sean

comprensibles; de lo contrario, el sistema falla en su función de guiar la conducta. En sintonía con ese planteamiento, la literatura jurídica liderada por Joseph Raz (1979) ha enfatizado que la virtud primordial del Rule of Law es la previsibilidad, señalando que los actores sociales deben poder conocer de antemano las reglas para planificar sus acciones con certeza.

La revisión de los antecedentes evidencia que la investigación sobre movilidad eléctrica ha evolucionado desde los datos estadísticos globales hacia el análisis de sus implicaciones jurídicas. Al situar este balance en el contexto de Nicaragua, perspectivas actuales como las de (Meza, 2024), vincula la electrificación del transporte directamente con la soberanía energética, trasladando el debate desde el fomento fiscal hacia la urgencia de robustecer las capacidades y competencias técnica de la gestión pública para asegurar la viabilidad operativa de esta transición energética.

3. Dimensión internacional y compromisos de Estado

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992) y el Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015a) constituyen los principales compromisos internacionales asumidos por Nicaragua para estabilizar las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI). Bajo este marco, la transición hacia la movilidad eléctrica en el

país no responde únicamente a un cambio de paradigma tecnológico, sino que constituye la ejecución de un imperativo jurídico internacional de descarbonización que, en el contexto centroamericano, exigen garantizar estándares mínimos de seguridad y acceso equitativo para los ciudadanos (Méndez, 2023).

Asimismo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, proporcionan un marco integral de referencia. Mientras que el ODS 7 promueve acceso a energía asequible y limpia y el ODS 11 apuesta por el desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles, el ODS 13 exige la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático. En materia de transporte, las convergencias de estos objetivos se traducen de forma práctica en la electrificación de flotas, el despliegue de redes de recarga alimentadas por fuentes renovables y la promoción de modos de movilidad no contaminantes (Naciones Unidas, 2015b)

En el plano económico y de desarrollo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) destaca que las políticas de energías limpias no solo benefician al medioambiente, sino que también estimulan la innovación industrial, la creación de empleos y la competitividad (OECD, 2011). Este marco internacional define metas ambiciosas que exigen a nivel nacional la adopción de medidas regulatorias, tecnológicas y financieras para

transformar el sistema de transporte, incluido el público.

4. Marco regulatorio y políticas públicas de la movilidad eléctrica en Nicaragua.

Estos compromisos internacionales encuentran respaldo directo en el ordenamiento Constitucional nicaragüense. En sus artículos 54 y 102; la Constitución Política reconoce explícitamente el derecho de los ciudadanos a habitar a un ambiente saludable, así como la obligación del Estado de preservar, conservar y rescatar los recursos naturales. Para ello, confiere el poder público la facultad de dictar las políticas de planificación económica orientadas al desarrollo sostenible del país (Asamblea Nacional, 2025).

En este contexto, el impulso a la movilidad eléctrica en Nicaragua, se ha materializado principalmente a través de instrumentos normativos de carácter fiscal y técnico.

El hito más significativo lo constituye la Ley N.º 1111 “Ley de Reforma y Adiciones a la Ley N.º 554, Ley de Estabilidad Energética” (2022), la cual introdujo exoneraciones del Derecho Arancelario de la Importación (DAI), el impuesto Selectivo al Consumo (ISC) y el impuesto al Valor Agregado (IVA) para vehículos eléctricos, estaciones de carga y repuestos, con el objetivo de estimular su incorporación al mercado nacional.

Figura N° 1.

Exoneraciones de vehículos eléctricos

Valor CIF	DAI	ISC	IVA
De US \$1.00 a US \$30,000.00	100%	100%	100%
De US \$30,000.01 hasta US \$45,000.00	100%	75%	50%
De US \$45,000.01 hasta US \$60,000.00	50%	50%	0%
De US \$60,000.01 en adelante	0%	0%	0%

Fuente:(Ley N°1111. Ley de Reforma y Adiciones a la Ley N°554, Ley de Estabilidad Energética 2022)

Para facilitar la comprensión de este andamiaje, en la figura 1 se detallan los incentivos fiscales y las tarifas contempladas en la normativa.

De forma complementaria, el Acuerdo Ministerial N.º 011-2022 del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, estableció los procedimientos y requisitos técnicos para acceder a estos incentivos, consolidando así un marco normativo favorable a la adopción de tecnologías más limpias (MHCP, 2022).

4.1 Políticas Públicas que orientan la movilidad eléctrica en Nicaragua

En el plano de las políticas públicas orientadas a operativizar los compromisos climáticos, Nicaragua ha mostrado avances graduales a través de diversos instrumentos de planificación sectorial. La manifestación primordial de esta política estatal se plasma en la segunda actualización de la Contribución

Nacional Determinada (GRUN, 2025), la cual establece la hoja de ruta climática oficial del país. Esta planificación proyecta la ejecución de 57 proyectos de generación renovable destinados a transformar estructuralmente la matriz energética nacional, posicionando formalmente a la movilidad eléctrica como un eje estratégico fundamental para la descarbonización del sector transporte.

En consonancia con esta visión global, los esfuerzos a nivel nacional iniciaron su articulación técnica mediante la Política Nacional de Cambio Climático, presentada ante la Asamblea Nacional en 2022, la cual incorporó los primeros lineamientos generales dirigidos a promover la transición hacia un modelo de transporte bajo en emisiones (El 19 Digital, 2022).

Posteriormente, en noviembre de 2020 se conformó la Mesa Nacional de Movilidad Eléctrica, liderada por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP), con participación del Ministerio de Energía y Minas (MEM), el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), cuyo objetivo principal fue coordinar las acciones de transición en el marco del proyecto regional del Fondo Verde del Clima (MOVE, 2020).

Finalmente, en 2022 se presentó un borrador de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica

con acompañamiento técnico internacional (Mobility Portal Latinoamérica, 2023).

El hecho de que este instrumento se encuentre en una fase de revisión y validación previa a su publicación oficial refleja que la planificación estratégica en esta materia sigue un proceso de construcción y maduración institucional. Esta evolución progresiva de las políticas públicas subraya la pertinencia de desarrollar de forma sucesiva los marcos normativos que permitan dotar de viabilidad operativa a los objetivos de sostenibilidad trazados por el Estado.

5. Marcos regulatorios regionales de movilidad eléctrica desde la perspectiva del derecho comparado

Examinar las experiencias de Costa Rica, Panamá y El Salvador, países con condiciones socioeconómicas y energéticas similares, permite extraer lecciones sobre los avances, desafíos y marcos jurídicos que han favorecido el desarrollo de la movilidad eléctrica en la región, aplicables al contexto nicaragüense.

Asimismo, se considera el caso de Cuba que pese a enfrentar un prolongado bloqueo económico, ha logrado avances en la adopción de vehículos eléctricos ligeros y transporte colectivo (Reuters, 2024), constituyéndose en un ejemplo de planificación estatal y resiliencia. Estos casos ofrecen lecciones valiosas para fortalecer el marco jurídico e institucional de la movilidad eléctrica en Nicaragua.

– Costa Rica

Se ha consolidado como un referente regional en movilidad eléctrica mediante la implementación de la Ley N.º 9518 “Incentivos y promoción para el transporte eléctrico” (Costa Rica, 2018). Este cuerpo normativo establece un marco regulatorio integral que no solo otorga exoneraciones fiscales a los vehículos eléctricos, sino que también mandata la incorporación obligatoria de unidades cero emisiones en las flotas de las instituciones públicas.

Asimismo, la legislación regula la autorización para la instalación de centros de carga, la comercialización del servicio de recarga para cualquier persona física o jurídica, y los mecanismos de financiamiento para la promoción del transporte eléctrico, un andamiaje que se complementa con un robusto catálogo de incentivos económicos, operativos y de facilidades de circulación dirigidos a dinamizar el ecosistema en su totalidad.

Esta normativa se complementa con el Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030 (MINAE, 2019a) y el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, que fijan como meta que el 85% de la flota pública y el 95% de la privada sean eléctricas al 2050 (MINAE, 2019b). Estas medidas han impulsado un crecimiento sostenido en la adopción de vehículos eléctricos: en 2023 se registraron 5,692 unidades, con proyecciones de superar los 10,000 en 2024 (Solorzano, 2025).

Asimismo, el ordenamiento costarricense

cuenta con un procedimiento administrativo formalmente establecido para la aplicación práctica de este beneficio. El Estado dispone de una guía detallada de pasos institucionales orientada a que los usuarios gestionen la exoneración del impuesto a la propiedad ante el Ministerio de Hacienda, asegurando la viabilidad del trámite y la certeza jurídica de los administrados (ASOMOVE, 2018)

Adicionalmente, el modelo regulatorio costarricense cuenta con mecanismos de fijación tarifaria de oficio emitidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). Muestra de ello es la existencia de resoluciones específicas de la Intendencia de Energía, como la RE-0020-IE-2023, mediante las cuales el Estado establece de forma técnica las tarifas aplicables en los centros de recarga rápida por tiempo de uso, garantizando la certeza de costos dentro del mercado energético (ARESEP, 2023)

– Panamá

Recientemente se ha incorporado un marco legal para impulsar la movilidad eléctrica mediante la Ley N.º 295 “Que incentiva la Movilidad Eléctrica en el Transporte Terrestre” (2022), la cual establece incentivos fiscales y mandata la incorporación progresiva de vehículos eléctricos en las flotas públicas y de transporte colectivo.

Este andamiaje jurídico se complementa

con el Decreto Ejecutivo N.º 51 (2023) que reglamenta las competencias institucionales de fiscalización, y con las disposiciones normativas de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) para regular el mercado del servicio de recarga comercial.

Estructuralmente, el modelo destaca por intentar subsanar los vacíos normativos en torno al ciclo de vida de la tecnología; de este modo, el Artículo 12 de dicho Decreto Ejecutivo obliga expresamente al Ministerio de Ambiente a establecer directrices para regular la obsolescencia, el reciclaje y la segunda vida de las baterías de ion-litio, orientándolas hacia el almacenamiento de energías renovables.

Este marco jurídico se complementa con la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (Secretaría de Energía, 2019), la cual fija metas de electrificación del 10 % al 2025, 25 % al 2027 y 40 % al 2030 para las flotas estatales, y de 10 %, 20 % y 33 % en iguales plazos para el transporte público. Asimismo, la estrategia adopta un enfoque integral de política pública al promover el fortalecimiento institucional, el desarrollo de infraestructura de recarga, la creación de mecanismos de financiamiento e incentivos, la adecuación del marco regulatorio y la capacitación de actores clave, con el propósito de facilitar una transición ordenada hacia sistemas de transporte más sostenibles y de bajas emisiones.

– El Salvador

El Salvador, por su parte, cuenta con un marco normativo vigente a través de la Ley de Fomento e Incentivos para la Importación y Uso de Medios de Transporte Eléctricos e Híbridos (2021), la cual establece un agresivo régimen de exoneraciones fiscales y amplía la facultad de promover e instalar infraestructura de recarga pública y privada bajo la regulación técnica de la SIGET.

Al igual que en Panamá, el ordenamiento jurídico salvadoreño mandata expresamente al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales a emitir el reglamento y las directrices para la adecuada y efectiva disposición final de las baterías usadas. Adicionalmente, el país ha validado este ecosistema mediante proyectos pilotos como la entrega de motocicletas eléctricas a alcaldías del Área Metropolitana de San Salvador, con el apoyo del PNUD y el GEF, orientados a fomentar la movilidad sostenible, demostrar ahorros en combustible y promover la adopción pública de estos vehículos (PNUD, 2023).

– Cuba

A pesar del prolongado bloqueo económico y las limitaciones financieras, Cuba ha iniciado esfuerzos hacia la movilidad eléctrica mediante proyectos piloto y la incorporación progresiva de vehículos eléctricos en flotas estatales y transporte público.

Aunque no existe una ley específica, sí cuenta con una estrategia nacional de movilidad eléctrica que establece lineamientos para infraestructura, promoción de vehículos eléctricos y metas de adopción (IPS, 2022).

Se destacan iniciativas locales como triciclos eléctricos en La Habana y estaciones de carga solar, apoyadas por organismos internacionales; el país ha fijado la meta de que el 15 % del parque vehicular sea eléctrico para 2035, mostrando que la planificación estatal y la resiliencia permiten avanzar hacia una movilidad más sostenible (Cuba Herald, 2025).

5.1 Análisis comparado y su aplicación al fortalecimiento de la movilidad eléctrica en Nicaragua

El análisis comparado evidencia que los países de la región que han logrado avances en movilidad eléctrica no se han limitado a establecer incentivos tributarios para la adquisición de vehículos eléctricos, sino que han construido ecosistemas regulatorios integrales que combinan planificación estratégica, metas vinculantes, regulación técnica e instrumentos de gestión ambiental. Desde esta perspectiva, la experiencia regional ofrece importantes lecciones para fortalecer del marco jurídico nicaragüense.

La Ley N.º 1111 “Ley de Reforma y Adiciones a la Ley N.º 554, Ley de Estabilidad Energética”

constituye un avance significativo al reducir las barreras económicas de acceso mediante exoneraciones fiscales. No obstante, el estudio comparado demuestra que los incentivos económicos por sí solos, son insuficientes para garantizar una transformación estructural del sector transporte.

Los casos de Costa Rica y Panamá muestran que la incorporación de objetivos obligatorios de electrificación para las flotas estatales y el transporte público generan señales regulatorias claras y predecibles para los inversionistas, promueve economías de escala y acelera la creación de mercados especializados. En consecuencia, Nicaragua podría fortalecer su marco normativo mediante la adopción de metas progresivas de electrificación para las instituciones públicas y sistemas de transporte colectivo, vinculadas a mecanismos de seguimiento y evaluación periódica.

Asimismo, la experiencia costarricense pone de relieve la importancia de complementar los incentivos legales con procedimientos administrativos claros y accesibles.

La existencia de guías institucionales específicas para la aplicación de beneficios fiscales y de mecanismos tarifarios regulados para la recarga eléctrica contribuye a reducir la incertidumbre jurídica y facilita la adopción de nuevas tecnologías. En este sentido, la evolución del marco regulatorio ofrece

oportunidades para consolidar disposiciones secundarias que fortalezcan la claridad de los procedimientos, la estandarización técnica y la tutela de los derechos de los usuarios del sistema.

Por otra parte, Panamá y El Salvador evidencian una tendencia regulatoria emergente en América Latina: la incorporación del principio de responsabilidad ambiental a lo largo del ciclo de vida de los vehículos eléctricos, incluyendo la gestión de baterías de ion-litio.

Esta aproximación resulta relevante para Nicaragua, donde el marco jurídico ambiental ya contempla el manejo de residuos peligrosos, pero no desarrolla disposiciones específicas aplicables a los residuos derivados de la movilidad eléctrica. En este contexto, y en el marco de las competencias de MARENA, el desarrollo de lineamientos técnicos específicos podría fortalecer la gestión integral de estos residuos.

Desde una perspectiva de gobernanza, las experiencias analizadas demuestran que la planificación estratégica constituye un elemento indispensable para coordinar la actuación de las instituciones públicas y orientar las inversiones privadas. Costa Rica, Panamá y Cuba han desarrollado instrumentos de planificación con metas, cronogramas y responsabilidades institucionales definidas, lo que ha permitido alinear las políticas de transporte, energía y medio ambiente.

En el caso de Nicaragua, si bien no se cuenta con una estrategia nacional específica de movilidad eléctrica formalmente adoptada como instrumento único y vinculante, existen esfuerzos dispersos y lineamientos sectoriales que abordan la materia. En este sentido, su fortalecimiento mediante mecanismos formales de planificación, seguimiento y actualización podría contribuir a dotar al sector de mayor coherencia institucional, estabilidad regulatoria y previsibilidad.

Finalmente, la experiencia cubana aporta una reflexión particularmente relevante para el contexto nicaragüense: el avance de la movilidad eléctrica no depende exclusivamente de la disponibilidad de recursos económicos, sino también de la capacidad institucional para diseñar políticas públicas coherentes y de largo plazo.

Este aspecto adquiere especial importancia considerando que Nicaragua posee una ventaja comparativa significativa derivada de su matriz eléctrica predominantemente renovable (82%-83% según el CNDC, 2026). En consecuencia, el desafío principal ya no radica únicamente en promover la adquisición de vehículos eléctricos, sino en construir un marco regulatorio integral que articule incentivos, planificación, regulación técnica, protección ambiental y seguridad jurídica, garantizando que la movilidad eléctrica contribuya efectivamente a una transición energética sostenible y justa.

6. Impactos de la movilidad eléctrica en Nicaragua

– Socioeconómicos

La electrificación del transporte genera importantes beneficios socioeconómicos a nivel global y regional. Aunque los vehículos eléctricos presentan costos de adquisición superiores a los convencionales, los ahorros acumulados en combustibles y mantenimiento, juntos con los beneficios ambientales y sanitarios, favorecen su viabilidad económica a largo plazo (Briceno et al., 2023).

En Nicaragua, operar un vehículo eléctrico cuesta aproximadamente 3.24 dólares por cada 100 km, frente a 10.19 dólares de un vehículo de combustión interna, lo que representa un ahorro significativo para los usuarios (TN8, 2024). A nivel macroeconómico, esta transición puede contribuir a disminuir la factura petrolera y fortalecer la soberanía energética mediante un mayor aprovechamiento de la electricidad de producción nacional.

Asimismo, la expansión de la movilidad eléctrica tiene el potencial de atraer inversiones y generar nuevas oportunidades económicas. La existencia de infraestructura de carga operativa y de un marco regulatorio favorable, puede incentivar a empresas de los sectores automotriz, energético y tecnológico a establecer operaciones promoviendo la

innovación, la transferencia tecnológica y fortalecimiento de capacidades locales (Souza et al., 2024).

De igual forma, la adopción de vehículos eléctricos, puede impulsar la creación de empleos especializados en mantenimiento, instalación de estaciones de carga, gestión energética y desarrollo de software relacionado con la movilidad inteligente (Sánchez, 2021). Tecnológicos. La movilidad eléctrica impulsa la modernización de la red y la incorporación de tecnologías innovadoras como estaciones de carga, sistemas inteligentes de gestión de la demanda y almacenamiento.

Al respecto, aunque registros previos documentaron poco más de 67 puntos de cargas a nivel nacional, concentrados principalmente en áreas urbanas (TN8, 2024), observaciones in situ recientes confirman una dinámica de expansión continua mediante la instalación progresiva de nuevos centros de carga. Este crecimiento paulatino de la infraestructura física, apoya el proceso de descentralización necesaria para mitigar las asimetrías geográficas y facilitar de forma gradual la masificación del uso de vehículos eléctricos en el territorio nacional. Este escenario resalta tanto los avances tecnológicos como los retos pendientes en la consolidación de la infraestructura y el fortalecimiento de las capacidades técnicas locales.

– Sostenibilidad

Desde una perspectiva ambiental, la movilidad eléctrica constituye una herramienta clave para la mitigación del cambio climático y mejorar la calidad del aire al reducir las emisiones de CO₂ y otros contaminantes asociados al transporte terrestre (De La A et al., 2024). En Nicaragua, su implementación adquiere especial relevancia debido a que el sector transporte representó aproximadamente el 30 % del consumo final de energía del país en 2022 (Olivas, 2025) por lo que la sustitución progresiva de combustibles fósiles por electricidad, puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones y al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad.

A nivel global, la movilidad eléctrica mantiene una tendencia de crecimiento sostenido. La Agencia Internacional de Energía (IEA), estima que los vehículos eléctricos representaron alrededor del 20 % de las ventas mundiales de automóviles en 2024 y proyecta que esta participación podría alcanzar cerca del 50 % para 2035. Esta expansión contribuiría a reducir de manera significativa la demanda de petróleo y las emisiones asociadas al sector transporte, fortaleciendo los esfuerzos internacionales de descarbonización (IEA, 2024).

En el caso nicaragüense, estos beneficios ambientales de la movilidad eléctrica, se potencian debido a que gran parte de la

generación eléctrica proviene de fuentes renovables. Mientras que en años anteriores las fuentes limpias rondaban el 70% (ENATREL, 2023); actualmente el Sistema de Interconectado Nacional (SIN) opera de manera sostenida con una matriz de generación donde la participación renovable se consolida entre el 82% y el 83% promedio anual (CNDC, 2026).

Un aspecto relevante, es que las estaciones de carga locales ya integran sistemas fotovoltaicos (Ramírez et al., 2024), optimizando el recurso al permitir el abastecimiento vehicular durante las horas de mayor radiación solar. Esta sinergia no solo mitiga de forma directa las emisiones del transporte y contribuye a equilibrar la curva de demanda de la red eléctrica, sino que favorece la descarbonización progresiva del propio sistema energético, impulsando una transición sostenible.

7. Desafíos Integrales de Regulación y Seguridad Jurídica en la Electromovilidad

La transición hacia la movilidad eléctrica en Nicaragua enfrenta desafíos estructurales que dificultan su consolidación como estrategia de descarbonización del sector transporte. Aunque el país cuenta con condiciones favorables, como una matriz de generación eléctrica mayoritariamente renovable, persisten barreras legales, económicas y técnicas que limitan su avance.

Desde la perspectiva dogmática, la seguridad jurídica, entendida como la certeza del derecho y la previsibilidad de su aplicación, se erige como eje cardinal del Estado de Derecho (Rodríguez-Arana, 2007). Este principio exige que las normas sean lo suficientemente precisas para que los actores sociales puedan anticipar las consecuencias de sus actos (Vargas-Chaves, 2026).

Sin embargo, en el contexto nacional, la regulación de la movilidad eléctrica se encuentra principalmente contenida en disposiciones de carácter fiscal, centradas en incentivos tributarios de naturaleza temporal y sujetos a esquemas taxativos, lo que evidencia un desarrollo normativo limitado y no sistemático del sector.

La normativa vigente reconoce la figura de los centros de recarga y habilita su operación y comercialización de energía eléctrica para vehículos eléctricos, asignando al Ministerio de Energía y Minas (MEM) la facultad de regular su autorización e instalación.

No obstante, su desarrollo se centra principalmente en el reconocimiento y habilitación institucional de esta actividad y es necesario afinar un régimen técnico integral que regule de manera detallada la planificación, expansión y estandarización de la infraestructura de recarga como componente del sistema de movilidad eléctrica.

Esto incide en el funcionamiento del mercado, especialmente en la incerteza respecto del

régimen tarifario aplicable a la recarga pública y la ausencia de una regulación precisa sobre los sujetos autorizados para comercializar el servicio de carga.

El fortalecimiento de la articulación entre la planificación del sistema eléctrico y las reglas del sector transporte incidirá en la coherencia del marco institucional, incrementará la resiliencia del sistema y promoverá un avance efectivo hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Collaço & Meza, 2023). En este contexto, es importante promover una gestión más coordinada de la transición hacia la movilidad eléctrica y reducir márgenes de discrecionalidad en la gestión sectorial.

En esa misma línea, Michelena, Iannuzzi y Barafani (2023) señalan que la ausencia de una política integral de movilidad eléctrica dificulta la planificación a largo plazo y limita la atracción de inversiones. Esta falta de desarrollo regulatorio frena la definición de estándares técnicos de seguridad y reduce la viabilidad de establecer programas de financiamiento accesibles para consumidores y empresas, lo que incide en el proceso de consolidación de un mercado sostenible y eficiente. A estas barreras legales se suman factores económicos, como el alto costo de adquisición de los vehículos eléctricos y la escasez de opciones de financiamiento verde (Briceno et al., 2023). Además, la aceptación pública enfrenta desafíos de sensibilización;

a pesar de que la conciencia ambiental va en aumento, persiste un escepticismo significativo respecto a la viabilidad tecnológica. Factores como la “ansiedad por la autonomía” (la preocupación por la distancia que un vehículo puede recorrer con una sola carga) y la percepción de que estos vehículos son caros o poco prácticos, constituyen barreras importantes para su adopción (Okot et al., 2021)

Adicionalmente, la falta de información precisa y accesible sobre la movilidad eléctrica y la infraestructura de carga, limita la disposición de los consumidores a realizar la transición, ya que muchos desconocen tanto los beneficios de los vehículos eléctricos como la ubicación y disponibilidad de estaciones de recarga (Perrotti & Sánchez, 2011). Estos desafíos subrayan la necesidad de un enfoque integral y coordinado para la implementación de una transición efectiva hacia la movilidad eléctrica en Nicaragua, que incluya esfuerzos concertados en financiamiento, regulación y sensibilización pública.

Como reflejo adaptativo ante estas dinámicas regulatorias y comerciales, las tendencias actuales de consumo en el país muestran un comportamiento particular. Aunque en las vías nacionales ya es notable la circulación de vehículos con tecnologías más limpias, se percibe una preferencia inicial hacia los modelos híbridos no enchufables. Esta tecnología representa una alternativa intermedia y accesible para los usuarios, quienes logran optimizar el

consumo de combustible de forma inmediata mientras el marco operativo continúa su proceso de consolidación gradual a nivel nacional.

Conclusiones

Nicaragua dispone de condiciones estructurales que favorecen la transición hacia la movilidad eléctrica, destacándose su elevada participación de fuentes renovables en la generación de electricidad y la ausencia de reservas probadas de combustibles fósiles. Estas características convierten a la electrificación del transporte en una alternativa viable para avanzar simultáneamente en los objetivos de descarbonización, sostenibilidad y seguridad energética del país (Cantarero, 2019) (Meza et al., 2017).

La movilidad eléctrica debe entenderse como una transformación sistémica más que como un simple cambio tecnológico. Su consolidación requiere la articulación de políticas públicas, marcos regulatorios, infraestructura, financiamiento, capacidades institucionales y participación del sector privado, configurando un ecosistema que permita acelerar su adopción de manera ordenada y sostenible.

La transición hacia la movilidad eléctrica representa una oportunidad estratégica (i.e., soberanía energética) para Nicaragua, con potencial para generar beneficios ambientales, económicos y energéticos de largo plazo. No obstante, el aprovechamiento de estas

oportunidades dependerá de la capacidad del país para fortalecer la seguridad regulatoria, coordinar a los actores relevantes y desarrollar una visión de largo plazo que garantice la implementación efectiva de esta transformación.

Referencias

- ARESEP. (2023). *Resolución RE-0020-IE-2023: Fijación tarifaria de oficio aplicable en los centros de recarga rápida para vehículos eléctricos (T-VE) por tiempo de uso (Expediente ET-109-2022)*. La Gaceta, (54).
- Acuerdo Ministerial No. 011-2022. (2022). Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP). *La Gaceta, Diario Oficial*.
- ASOMOVE. (2018). *Pasos para la exoneración del impuesto a la propiedad a vehículos eléctricos nuevos*. Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica
- Beltrán, C., Rivas, M. E., & Calatayud, A. (2024). *Transporte y cambio climático en América Latina y el Caribe: Brechas de conocimiento y prioridades de investigación*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- BNEF. (2018, 30 de septiembre). *Cumulative Global EV Sales Hit 4 Million*. BloombergNEF
- Briceño, C., Qiao, W., & Foster, V. (2023). *The Economics of Electric Vehicles for*

Passenger Transportation. World Bank.

47.2015.1079277

Cantarero, M. M. V. (2019). Decarbonizing the transport sector: The promethean responsibility of Nicaragua. *Journal of Environmental Management*, 245, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.109>

CMNUCC. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Organización de las Naciones Unidas (ONU).

CNDC. (2026). *Informes de Operación Mensual y Estadísticas del Sistema Interconectado Nacional*. Centro Nacional de Despacho de Carga. Managua, Nicaragua.

Collaço, F., & Meza, C. (2023). *Considerations on Energy Planning Evolution, Energy Transition, and Sustainable Development Goals: Keynotes from Nicaragua*. Springer.

Colmenar, A., Borge, D., Collado, E., & Castro, M. (2015). *Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes*. Editorial UNED.

Constitución Política de la República de Nicaragua. (2025). *La Gaceta, Diario Oficial*.

Creutzig, F., Jochem, P., Edelenbosch, O. Y., Mattauch, L., van Vuuren, D. P., McCollum, D., & Minx, J. (2015). Transport: A roadblock to climate change mitigation? *Transport Reviews*, 35(6), 911–918. <https://doi.org/10.1080/014416>

Cuba Herald. (2025, 27 de abril). Cuba se sube al carro eléctrico en un país donde los apagones son el combustible oficial. Cuba Herald

De La A, L. D. R., García Cedeño, J. A., Maldonado Ibarra, G. E., & Valdez Ibarra, J. J. (2024). Desafíos y oportunidades en la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe. *Reincisol*, 3(6), 984–1007. [https://doi.org/10.59282/reincisol.v3\(6\)984-1007](https://doi.org/10.59282/reincisol.v3(6)984-1007)

Decreto Ejecutivo N.o 51 de 15 de junio de 2023, que reglamenta la Ley 295 de 25 de abril de 2022, que incentiva la movilidad eléctrica en el transporte terrestre. (2023). *Gaceta Oficial de la República de Panamá*.

El 19 Digital. (2022, 23 de febrero). Conozca la Política Nacional de Acción ante el Cambio Climático. El 19 Digital

ENATREL. (2022). *Gobierno de Nicaragua inaugura puestos de carga para vehículos eléctricos*. Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica

ENATREL. (2023). *Portal institucional*. Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica

Enel. (2016). *La movilidad eléctrica y sus ventajas*. Enel Américas

Frías, P., & Román, J. (2020). *Vehículo eléctrico: Situación actual y perspectivas*

- futuras*. Universidad Pontificia Comillas.
- Fuller, L. L. (1964). *The morality of law*. Yale University Press.
- FUNDA. (2024). *Políticas de transición a la electromovilidad en países de ingresos medios: Política productiva*. Fundación para el Desarrollo Agropecuario.
- GRUN. (2025). *Contribución Nacionalmente Determinada de Nicaragua (NDC)*. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional.
- Helmers, E., & Marx, P. (2012). Electric cars: Technical characteristics and environmental impacts. *Environmental Sciences Europe*, 24(1), Artículo 14. <http://www.enveurope.com/content/24/1/14>
- IEA. (2023). *Global EV Data Explorer*. International Energy Agency
- IEA. (2024). *Global EV Outlook 2024: Moving towards increased affordability*. International Energy Agency.
- IEA. (2025). *Global EV Outlook 2025: Expanding sales in diverse markets*. International Energy Agency.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- IPS. (2022, 17 de marzo). Movilidad eléctrica se abre paso en Cuba. Inter Press Service Cuba
- Ley de Fomento e Incentivos para la Importación y Uso de Medios de Transporte Eléctricos e Híbridos (Decreto Legislativo N.o 738). (2021, 20 de mayo). *Diario Oficial de la República de El Salvador*, Tomo 431, N.o 95.
- Ley N.o 295 de 25 de abril de 2022, que incentiva la movilidad eléctrica en el transporte terrestre. (2022). *Gaceta Oficial Digital N.o 29523-A*. República de Panamá.
- Ley N.o 9518: Incentivos y promoción para el transporte eléctrico. (2018). *La Gaceta*, N.o 25. República de Costa Rica.
- Ley N°. 1111: Ley de Reforma y Adiciones a la Ley N° 554, Ley de Estabilidad Energética. (2022). *La Gaceta, Diario Oficial*. Asamblea Nacional de Nicaragua.
- Martínez-Gómez, J., & Espinoza, V. S. (2024). Challenges and opportunities for electric vehicle charging stations in Latin America. *World Electric Vehicle Journal*, 15(12), Artículo 583. <https://doi.org/10.3390/wevj15120583>
- Méndez, J. C. (2023). Cambio climático y derechos humanos: Una revisión a los compromisos internacionales y avances derivados del Acuerdo de París en Centroamérica 2015-2022. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 34(2), 251–272. <https://doi.org/10.15359/rldh.34-2.11>
- Meza, C. (2024). Construyendo y defendiendo

- la soberanía energética de Nicaragua. *Revista Soberanía*, 12, 61–72.
- Meza, C., Amado, N. B., & Sauer, I. L. (2017). Transforming the Nicaraguan energy mix towards 100% renewable. *Energy Procedia*, 138, 494–499. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.234>
- Michelena, G., Iannuzzi, P., & Barafani, M. (2023). *Hacia una integración sostenible: El potencial de la electromovilidad en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- MINAE. (2019a). *Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030*. Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. <https://repositorio.mopt.go.cr/items/33dcae8e-f9ff-40fb-ac5c-d78647c32625>
- MINAE. (2019b). *Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050*. Gobierno de Costa Rica. <https://cambioclimatico.minae.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf>
- Mobility Portal Latinoamérica. (2023, 10 de enero). ¿Nicaragua avanza en materia de movilidad eléctrica en 2023? Mobility Portal Latinoamérica
- MOVE. (2020, 27 de noviembre). Conforman Mesa Nacional para impulsar movilidad eléctrica en Nicaragua. Mobility Portal Latinoamérica
- Naciones Unidas. (2015a). *Acuerdo de París*. Organización de las Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. (2015b). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Organización de las Naciones Unidas.
- OECD. (2011). *Green Growth and Transport*. OECD Publishing / International Transport Forum.
- Okot, T., Solis, C., & Valverde, F. (2021). *Potential of renewable energy production: An assessment of Costa Rica's decarbonization plan*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5159869>
- OLADE. (2024). *Movilidad eléctrica en América Latina y el Caribe: Monitoreando la electromovilidad*. Organización Latinoamericana de Energía.
- OLADE. (2025). *Libro blanco de la movilidad sostenible en América Latina y el Caribe 2025*. Organización Latinoamericana de Energía.
- Olivas, A. (2025). Evolución y desafíos del sector energético de Nicaragua. *Revista de Estudios Socioambientales - Gaia*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.62407/masa1351>
- ONU. (2018). *Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe y oportunidades para la colaboración regional*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Perrotti, D. E., & Sánchez, R. J. (2011). *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica

- p>para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Ramírez, J., Sompietro, J., Suryasa, W., Hidalgo, L., Gracia, X., & Chere, B. (2024). Optimal scheduling of renewable energy resources in energy management systems using hybrid genetic algorithm and particle swarm optimization. *Acta Innovations*, 52, 15–28.
- Raz, J. (1979). The rule of law and its virtue. En J. Raz (Ed.), *The authority of law: Essays on law and morality* (pp. 195–211). Oxford University Press.
- Reuters. (2024, 19 de julio). Havana's roads change as Cubans adopt electric bikes, vehicles. Reuters
- Rodríguez-Arana, J. (2007). Principio de seguridad jurídica y técnica normativa. *Revista de Derecho Administrativo*, 3, 251–268. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/16325>
- Salazar, J., García, M., & Carrión, D. (2020). Recarga de vehículos eléctricos mediante una optimización entera mixta con participación de respuesta de la demanda. *Revista de I+D Tecnológico*, 16(2), 45–56. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
- Sánchez, J. (2021, 10 de agosto). *Minerales críticos en las Américas: Propuestas para fortalecer las cadenas de suministro* [Presentación de conferencia]. Foro de Minería y Desarrollo Sostenible de las Américas 2021 IGF-BID-CAMMA, CEPAL.
- Secretaría de Energía. (2019). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de Panamá*. Gobierno de la República de Panamá.
- Solórzano, K. (2025). Impacto fiscal de la movilidad eléctrica en Costa Rica. *Semanario Universidad*.
- Souza, R., González-Quíñonez, L. A., Reyna-Tenorio, L. J., Salgado-Ortiz, P. J., & Chere-Quíñonez, B. F. (2024). Renewable energy development and employment in Ecuador's rural sector: An economic impact analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(1), 464–479. <https://doi.org/10.32479/ijeep.15297>
- SuM4All. (2022). *Electromobility and renewable electricity: Developing infrastructure for synergies*. Sustainable Mobility for All.
- TN8. (2024, 26 de mayo). Nicaragua impulsa la movilidad eléctrica con grandes inversiones estratégicas. TN8
- Trashorras, J. (2019). *Vehículos eléctricos*. Editorial Paraninfo.
- Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M. N., & Hossain, E. (2017). A comprehensive study of key electric vehicle (EV) components, technologies,

challenges, impacts, and future direction of development. *Preprints*, 2017050090. <https://doi.org/10.20944/preprints201705.0090.v1>

Vargas-Chaves, I. (2026). Seguridad jurídica y derecho supranacional: Una relectura desde el Estado de Derecho Global. *Revista do Curso de Direito do UNIFOR*, 17(1), 1–15. <https://revistas.uniformg.edu.br/cursodireitouniformg/article/view/2185>

Viscidi, L. (2021). *Electric Mobility in Central America*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), División de Energía.

ANEXOS

Glosario

El avance hacia la descarbonización del sector transporte introduce una terminología técnica y regulatoria nueva en el panorama académico nacional. A fin de evitar ambigüedades interpretativas y asegurar el rigor analítico del ensayo, este apartado introductorio provee las definiciones conceptuales que sustentan el debate sobre el despliegue de la movilidad eléctrica y la gestión de sus componentes.

Descarbonización: Proceso mediante el cual los países, organizaciones e individuos buscan reducir su huella de carbono y avanzar hacia una economía baja en emisiones, contribuyendo a la mitigación del cambio climático (ONU, 2018).

Movilidad Eléctrica: Es un concepto que hace referencia al uso de vehículos que utilizan electricidad para alimentar todo o parte de su motor, proporcionando una alternativa más sostenible a los combustibles fósiles. Consiste en la integración de nuevas tecnologías para desplazarse. Esta se ha convertido en uno de los principales objetivos en el mundo para mitigar el daño al medio ambiente y reducir los efectos del cambio climático (Enel, 2016).

Vehículo Eléctrico: Es impulsado por uno o más motores eléctricos que utilizan la energía eléctrica almacenada en baterías recargables y la transforman en energía mecánica. A diferencia de los vehículos de combustión interna, que funcionan quemando combustible, un vehículo eléctrico obtiene la tracción de los motores eléctricos. Esta energía se almacena en baterías recargables, las cuales la suministran al vehículo durante su desplazamiento (Trashorras, 2019).

Vehículo 100% eléctrico (BEV): Estos vehículos dependen exclusivamente de la energía almacenada en sus baterías, por lo que su autonomía depende de su capacidad (Un-Noor et al., 2017).

Híbrido eléctrico no enchufable (HEV): Este tipo de vehículo combina un motor de combustión con uno de propulsión eléctrico. Puede operar de forma totalmente eléctrica o utilizar el motor eléctrico como apoyo, según el fabricante. El motor de combustión interna puede cargar las baterías y los HEV también pueden recuperar energía mediante el frenado regenerativo (Trashorras, 2019)

Híbrido enchufable (PHEV): Combina un motor de combustión con una batería y un motor eléctrico. A diferencia de los híbridos no enchufables, disponen de baterías de

mayor capacidad que se tienen que cargar conectándolas a la red eléctrica (Trashorras, 2019)

Vehículo Eléctrico de Autonomía Extendida (EREV): Tiene un motor de combustión que no sirve para impulsar el coche, sino que se utiliza como generador cuando la carga de las baterías se acaba. Suelen ser enchufables o no a la red eléctrica (Un-Noor et al., 2017).

Vehículo con pila de combustible de hidrógeno (FCEV): únicamente tienen motores eléctricos y la energía no la obtiene de unas baterías, sino de una pila de combustible que utiliza hidrógeno (Un-Noor et al., 2017).

Batería Eléctrica: Se refiere a un almacenador electroquímico que transforma energía química en eléctrica mediante reacciones reversibles. El voltaje o tensión de las baterías se mide en voltios, mientras que su capacidad de carga, es decir, la cantidad de electricidad que pueden almacenar y, posteriormente, suministrar al tiempo que se descargan, se mide en amperios por hora. La capacidad de carga de una batería va disminuyendo en función de su antigüedad y uso (Trashorras, 2019).

Centro de Carga: Infraestructura de suministro o comercialización de energía eléctrica para la recarga de las baterías de vehículos eléctricos

o vehículos híbrido-enchufables. En castellano también se le conoce como “electrolinera” (ONU, 2018).

Recarga Convencional: Utiliza un nivel de voltaje convencional, es decir un voltaje de 240 voltios y 16 amperes de corrientes, entregando en ese punto una potencia aproximada de 3.8 kW. Con este nivel de potencia, la batería se demora en cargar en un tiempo aproximado de 8 horas (Salazar et al., 2020).

Recarga semi-rápida: Aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de 4 horas aproximadamente. El nivel de potencia aproximado es de 7.7KW (Salazar et al., 2020).

Recarga Rápida: Utiliza un nivel de corriente eléctrica más alta que las anteriores, tiene como objetivo entregar la energía en corriente continua, obteniendo una potencia de salida aproximada de 50 kW. Con este nivel de potencia, la batería se carga un 60% en un tiempo aproximado de 15 minutos (Salazar et al., 2020),.