Análisis del impacto técnico, económico y de valorización de la implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en propiedad horizontal en Bogotá.

Natalia Andrea Díaz Roa, Sara María Campo Rincón y Erika Liliana Rodríguez Hernández

Universidad EAN

Seminario de Investigación

Jaime Alberto Ochoa

04 de junio de 2026

Planteamiento del Problema

La transición hacia la movilidad eléctrica en Colombia se ha consolidado como una prioridad estratégica en políticas ambientales, energéticas y de sostenibilidad urbana, impulsada por metas nacionales como la incorporación de 600.000 vehículos eléctricos para 2030 (Tabares et al., 2021a). En ciudades como Bogotá, el crecimiento progresivo del parque automotor eléctrico plantea nuevos desafíos para la infraestructura residencial, especialmente en edificaciones bajo régimen de propiedad horizontal, donde la adecuación de redes eléctricas y la toma de decisiones administrativas requieren consensos, análisis técnicos y evaluación de riesgos.

El Edificio Terpel PH, ubicado en Bogotá, enfrenta la necesidad de modernizar su infraestructura para responder a esta nueva demanda de sus residentes. La eventual implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos representa una oportunidad de valorización del activo inmobiliario, mejora en el atractivo del conjunto y fortalecimiento de su competitividad frente a otras copropiedades. Sin embargo, dicha implementación también implica interrogantes relevantes en términos de viabilidad técnica, riesgos contractuales, sostenibilidad operativa y cumplimiento normativo. (Salinas et al., 2024)

Uno de los principales retos radica en garantizar que el sistema se adopte bajo un esquema “sin inversión para la administración”, donde los costos de instalación, operación y mantenimiento sean asumidos por el proveedor y trasladados exclusivamente a los usuarios del servicio. Este modelo, aunque atractivo financieramente, puede generar vulnerabilidades en el proceso de negociación contractual, tales como cláusulas desfavorables, asignación inadecuada de responsabilidades, riesgos asociados al mantenimiento de la infraestructura eléctrica y posibles contingencias jurídicas.

Adicionalmente, existe la necesidad de asegurar que el proceso de facturación del servicio de carga cumpla con la normativa vigente en Colombia en materia de facturación electrónica, garantizando transparencia, trazabilidad, individualización del consumo y debido proceso tributario, evitando que la copropiedad asuma responsabilidades fiscales que no le correspondan.

Por otra parte, la decisión de implementar esta infraestructura debe sustentarse en evidencia empírica sobre el nivel de satisfacción de usuarios en propiedades horizontales similares que ya operan estaciones de carga, con el fin de proyectar el impacto real en la experiencia de los residentes del Edificio Terpel PH.

En este contexto, surge el problema central de investigación: determinar si la implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en el Edificio Terpel PH, bajo

un esquema sin inversión para la administración, es técnica, financiera y normativamente viable, minimizando riesgos contractuales y garantizando satisfacción del usuario y cumplimiento regulatorio.

Pregunta de Investigación

¿Cuál es la viabilidad y el impacto de implementar infraestructura de carga para vehículos eléctricos en el Edificio Terpel PH de Bogotá, bajo un esquema de operación sin inversión para la administración, en términos de valorización del inmueble, seguridad eléctrica y eficiencia operativa?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la viabilidad técnica, operativa, financiera y normativa de implementar un sistema de estaciones de carga para vehículos eléctricos en el Edificio Terpel PH de Bogotá, bajo un esquema de operación “sin inversión para la administración”, a partir del análisis comparativo de datos recolectados en propiedades horizontales similares que ya cuentan con este servicio en funcionamiento.

Objetivos Específicos

1. Analizar el nivel de satisfacción de los usuarios del Edificio Terpel PH identificando variables críticas como disponibilidad del servicio, confiabilidad tecnológica, percepción de seguridad eléctrica, experiencia de uso y calidad del soporte técnico con el fin de proyectar el impacto esperado.
2. Identificar las vulnerabilidades jurídicas, técnicas y financieras presentes en los procesos de negociación entre administraciones de propiedad horizontal y proveedores de cargadores eléctricos en casos similares, determinando los riesgo s contractuales, operativos y reputacionales que podrían afectar al Edificio Terpel PH.
3. Evaluar los modelos contractuales implementados en otras copropiedades bajo el esquema “sin inversión para la administración”, verificando la adecuada asignación de responsabilidades, mantenimiento, garantías, seguros y cláusulas de terminación que minimicen riesgos para el Edificio Terpel PH.

4. Examinar el proceso de facturación del servicio de carga en propiedades comparables, garantizando que los esquemas aplicados cumplan con la regulación de facturación electrónica vigente en Colombia y permitan trazabilidad, transparencia y correcta individualización del consumo para el caso del Edificio Terpel PH.

5. Proponer un modelo integral de implementación para el Edificio Terpel PH, basado en evidencia empírica de experiencias similares, que articule satisfacción del usuario, mitigación de riesgos en la negociación y cumplimiento normativo en el proceso de facturación.

Justificación

La transición hacia la movilidad eléctrica en Colombia ha sido impulsada por un marco normativo que promueve el uso de tecnologías sostenibles y la reducción de emisiones contaminantes. En este contexto, la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos en edificaciones residenciales no solo responde a una tendencia de mercado, sino a una transformación estructural respaldada por la legislación nacional.

La promoción del uso de vehículos eléctricos en el país se encuentra formalmente establecida en la Ley 1964 de 2019, la cual contempla incentivos y medidas orientadas a fomentar su adopción como estrategia de sostenibilidad ambiental y modernización del transporte (Congreso de la República de Colombia, 2019). El crecimiento progresivo del parque automotor eléctrico genera una demanda directa de infraestructura de carga en entornos residenciales, particularmente en ciudades como Bogotá, donde predomina el régimen de propiedad horizontal.

Desde el punto de vista técnico, la instalación de estaciones de carga debe cumplir con los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el cual regula las condiciones de seguridad en instalaciones eléctricas en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2022). Este reglamento exige que cualquier adecuación o ampliación de redes eléctricas garantice la protección de las personas, los bienes y la infraestructura. En consecuencia, la implementación formal y profesional de estaciones de carga resulta

fundamental para evitar sobrecargas, conexiones informales o riesgos eléctricos que puedan comprometer la red interna del edificio.

Por su parte, el régimen de propiedad horizontal en Colombia está regulado por la Ley 675 de 2001, la cual define las competencias de la asamblea general y la administración frente al uso y adecuación de bienes comunes (Congreso de la República de Colombia, 2001). En este marco, la instalación de infraestructura eléctrica en zonas comunes requiere análisis técnico, aprobación administrativa y claridad en el modelo de operación, especialmente cuando se trata de esquemas que no impliquen inversión directa por parte de la copropiedad.

En el caso del Edificio Terpel PH en Bogotá, la evaluación de un esquema de operación sin inversión para la administración adquiere relevancia jurídica y financiera, ya que permite armonizar la modernización tecnológica con la responsabilidad en el manejo de los recursos comunes. Este modelo facilita el acceso al servicio únicamente a los usuarios interesados, evitando cargas económicas colectivas y alineándose con los principios de equidad y sostenibilidad administrativa establecidos en la normativa vigente.

Adicionalmente, la disponibilidad de infraestructura de carga puede incidir positivamente en la valorización del inmueble, al convertirse en un atributo diferenciador en el mercado inmobiliario, especialmente en un entorno urbano donde la sostenibilidad y la movilidad eléctrica adquieren cada vez mayor relevancia.

Finalmente, la presente investigación se justifica metodológicamente al sustentarse en el análisis de datos recolectados en propiedades horizontales similares que ya cuentan con el servicio en funcionamiento, lo que permitirá establecer comparaciones objetivas y reducir la incertidumbre en la toma de decisiones.

En síntesis, el estudio no solo responde a una necesidad operativa del Edificio Terpel PH, sino que se enmarca en una transformación normativa, técnica y urbana que exige soluciones estructuradas, seguras y financieramente sostenibles para las propiedades horizontales en Bogotá.

Marco Teórico

1. Movilidad eléctrica y transición energética urbana

1.1. Fundamentos de la movilidad eléctrica

La movilidad eléctrica forma parte de la transición energética global hacia la descarbonización, en línea con los objetivos del Acuerdo de París, estudios como el de la International Energy Agency (2021) estiman que el sector transporte debe reducir sus emisiones en aproximadamente un 60–70% al año 2050 para alcanzar la neutralidad de carbono. (International Energy Agency, 2021) Internacionalmente, el parque automotor eléctrico creció un 35% en 2023, impulsado por subsidios y avances en baterías (Reincisol, 2024; ACOFI Papers, 2025b).

1.2. Infraestructura de recarga como habilitador del ecosistema eléctrico

La infraestructura de carga es crítica para la adopción de EV, ya que resuelve la "ansiedad por rango"; incluye cargadores Nivel 1 (120V, lento), Nivel 2 (240V, residencial) y DC rápidos (hasta 350kW). Modelos operativos involucran redes inteligentes (V2G) para optimizar demanda y integración renovable.

La infraestructura de carga constituye un elemento fundamental para la adopción y expansión de los vehículos eléctricos (EV), ya que contribuye a mitigar la denominada “ansiedad por autonomía” o *range anxiety*, entendida como la preocupación de los usuarios frente a la posibilidad de agotar la batería antes de encontrar un punto de recarga. Esta infraestructura comprende diferentes niveles de carga, entre los que se destacan los cargadores Nivel 1 (120V, de carga lenta), Nivel 2 (240V, comúnmente utilizados en entornos

residenciales y comerciales) y los cargadores rápidos de corriente directa (DC), capaces de alcanzar potencias de hasta 350 kW, permitiendo tiempos de recarga significativamente menores. De igual manera, los modelos operativos actuales incorporan el uso de redes eléctricas inteligentes, integrando tecnologías como Vehicle-to-Grid (V2G), que posibilitan la interacción bidireccional entre los vehículos y la red eléctrica para optimizar la gestión de la demanda energética y favorecer la integración de fuentes renovables. En este contexto, diversos estudios señalan que el desarrollo de la infraestructura de carga debe avanzar de manera paralela al crecimiento del mercado de vehículos eléctricos. Por ello, la presente investigación se orienta a analizar esta relación en la ciudad de Bogotá, particularmente frente al incremento en la oferta y comercialización de vehículos eléctricos y la disponibilidad de puntos de carga, evidenciando una posible brecha entre la expansión del parque automotor eléctrico y la infraestructura necesaria para soportar dicha demanda. (Antonio Gabriel Castillo Medina et al., 2024)

1.3. Contexto colombiano y regulación nacional

En Colombia, políticas como la Ley 1964/2019 incentivan EV con exenciones tributarias, apuntando a 600.000 unidades para 2030; Bogotá, con alta densidad en propiedad horizontal, enfrenta retos en carga residencial. (Congreso de la República de Colombia, 2019)

En el contexto colombiano, el desarrollo de la movilidad eléctrica ha sido impulsado por diferentes políticas públicas orientadas a promover la transición hacia tecnologías de transporte más sostenibles. Entre estas iniciativas se destaca la Ley 1964 de 2019, la cual establece incentivos para la adopción de vehículos eléctricos mediante beneficios como exenciones tributarias, descuentos en el impuesto vehicular y tarifas preferenciales en el registro, entre otros mecanismos orientados a estimular su comercialización y uso. Estas medidas se alinean con las metas nacionales de movilidad sostenible, que proyectan alcanzar aproximadamente 600.000 vehículos eléctricos para el año 2030. No obstante, el crecimiento del parque

automotor eléctrico plantea desafíos importantes en términos de infraestructura de carga. En particular, en la ciudad de Bogotá, donde una proporción significativa de la población reside en propiedad horizontal, se presentan retos asociados a la instalación de puntos de carga en espacios residenciales compartidos. Si bien los incentivos actuales están principalmente dirigidos a promover la adquisición de vehículos eléctricos, no existe aún un marco regulatorio suficientemente desarrollado que incentive o facilite de manera específica a las copropiedades la adecuación de espacios para la instalación de infraestructura de carga, lo que puede limitar la adopción de soluciones de recarga domiciliaria y evidenciar la necesidad de fortalecer la regulación y los mecanismos de incentivo para este tipo de infraestructura. (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2023)

2. Propiedad horizontal como sistema organizacional y económico

2.1. Naturaleza jurídica de la propiedad horizontal en Colombia

En Colombia, la propiedad horizontal se encuentra regulada por la Ley 675 de 2001, la cual establece el marco jurídico para la organización y administración de los edificios y conjuntos sometidos a este régimen. Esta normativa define la propiedad horizontal como una forma especial de dominio en la que coexisten bienes de propiedad privada —como apartamentos, locales u oficinas— y bienes de propiedad común, destinados al uso y disfrute de todos los copropietarios. Para la gestión y toma de decisiones dentro de este sistema, la ley establece una estructura organizacional compuesta principalmente por la asamblea general de copropietarios, considerada el máximo órgano de decisión; el consejo de administración, encargado de orientar y supervisar la gestión administrativa; y el administrador, responsable de la ejecución de las decisiones adoptadas y de la administración cotidiana del conjunto o edificio. Este esquema organizacional permite regular la convivencia, la gestión de los bienes comunes y la toma de decisiones colectivas que afectan la infraestructura y los servicios del inmueble. (Congreso de la República de Colombia, 2001)

En este contexto, la estructura organizacional definida por la Ley 675 de 2001 también incide directamente en la posibilidad de implementar nuevas infraestructuras dentro de los conjuntos residenciales, como es el caso de los puntos de carga para vehículos eléctricos. Debido a que los parqueaderos, redes eléctricas internas y demás áreas comunes pueden estar sujetos a decisiones colectivas, la instalación de infraestructura de carga suele requerir la aprobación de la asamblea general de copropietarios o del consejo de administración, dependiendo de la naturaleza de la intervención. Esto implica que la adopción de soluciones de movilidad eléctrica en contextos de propiedad horizontal no depende únicamente de la intención individual de los propietarios de vehículos eléctricos, sino también de los procesos de gobernanza interna, la disponibilidad de recursos comunes y las decisiones colectivas que regulan el uso y adecuación de los espacios compartidos.

2.2. Gestión administrativa y sostenibilidad financiera en PH

La gestión incluye presupuestos anuales para servicios comunes, contratación de proveedores vía licitación y mitigación de riesgos financieros colectivos.

La gestión administrativa en los inmuebles sometidos al régimen de propiedad horizontal comprende los procesos orientados a garantizar el funcionamiento, mantenimiento y sostenibilidad de los bienes y servicios comunes. De acuerdo con la Ley 675 de 2001, esta gestión se desarrolla mediante la planificación y ejecución de presupuestos anuales, que permiten cubrir gastos operativos y asegurar la adecuada administración de los recursos colectivos.

En este contexto, la administración y el consejo de administración tienen la responsabilidad de optimizar el uso de los recursos financieros, promoviendo procesos de contratación eficientes y proyectando inversiones que contribuyan al mantenimiento y valorización del activo inmobiliario. Asimismo, una gestión financiera adecuada permite

impulsar proyectos de modernización orientados a mejorar la eficiencia de los servicios del edificio y a incorporar soluciones alineadas con criterios de sostenibilidad ambiental y actualización tecnológica, aspectos que adquieren creciente relevancia en el desarrollo y competitividad de las edificaciones residenciales. (Levinson & West, 2018)

2.3. Innovación tecnológica en copropiedades

La literatura destaca resistencia organizacional en PH por conflictos de intereses, pero adopción exitosa vía consensos en tecnologías como paneles solares.

La incorporación de innovaciones tecnológicas en inmuebles sometidos al régimen de propiedad horizontal puede enfrentar resistencia organizacional, debido a la diversidad de intereses entre copropietarios y a las implicaciones económicas de este tipo de inversiones. No obstante, la literatura señala que estos proyectos pueden implementarse con éxito cuando se logran consensos entre los órganos de administración y la asamblea de copropietarios, especialmente cuando se evidencian beneficios económicos, operativos o ambientales.

En este sentido, tecnologías como paneles solares, sistemas de eficiencia energética y soluciones asociadas a movilidad sostenible, como la infraestructura de carga para vehículos eléctricos, representan oportunidades de modernización para las copropiedades, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental, la eficiencia en el uso de recursos y la valorización del activo inmobiliario.

3. Dimensión técnica de la implementación de estaciones de carga

3.1. Requerimientos eléctricos y capacidad instalada

Requiere análisis de carga para transformadores (e.g., 50-100kVA por estación Nivel 2), balanceo de fases y acometidas seguras para evitar sobrecargas. La implementación de

estaciones de carga para vehículos eléctricos en edificaciones residenciales requiere evaluar previamente la capacidad eléctrica disponible del inmueble. Para ello, es necesario realizar una revisión técnica de la infraestructura eléctrica existente, particularmente del transformador que abastece la copropiedad, con el fin de determinar si cuenta con la capacidad suficiente para soportar la demanda adicional generada por los cargadores eléctricos sin afectar la operación normal del edificio. (Zhou et al., 2020)

Este análisis incluye la evaluación de la demanda máxima instalada, el factor de carga del transformador y la capacidad disponible del sistema, así como aspectos técnicos como el balanceo de fases, la adecuación de acometidas eléctricas y la implementación de sistemas de protección que garanticen la seguridad de la red interna. En caso de que el transformador no disponga de la capacidad suficiente, es necesario gestionar el aval o concepto técnico de la empresa comercializadora de energía para evaluar alternativas como el cambio o ampliación del transformador, asegurando que la infraestructura eléctrica pueda soportar tanto la operación habitual de la copropiedad como la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos.

De esta manera, la evaluación técnica previa se convierte en un elemento fundamental para garantizar la seguridad, confiabilidad y sostenibilidad del sistema eléctrico, así como la correcta integración de la infraestructura de carga dentro de las copropiedades. (Prina et al., 2019)

3.2. Seguridad eléctrica y normativas técnicas aplicables

El RETIE exige protecciones diferenciales y grounding; normas ICONTEC e IEC 61851 complementan para EV, priorizando percepción de seguridad en residentes. (EL MINISTRO DE MINAS Y ENERGÍA, 2024)

3.3. Confiabilidad tecnológica y mantenimiento

Conceptos como MTBF (>10.000h) y mantenimiento preventivo aseguran >95% disponibilidad, reduciendo downtime vía contratos SLA.

La operación de estaciones de carga para vehículos eléctricos requiere garantizar altos niveles de confiabilidad tecnológica y disponibilidad del servicio. Para ello, se utilizan indicadores técnicos como el MTBF (Mean Time Between Failures), que mide el tiempo promedio entre fallas de un equipo y que, en sistemas de carga eléctrica, suele superar las 10.000 horas de operación.

Adicionalmente, la implementación de programas de mantenimiento preventivo permite asegurar niveles de disponibilidad superiores al 95 %, reduciendo los tiempos de inactividad (downtime) y garantizando la continuidad del servicio. Estos procesos suelen complementarse con contratos de nivel de servicio (SLA) con los proveedores de la infraestructura, los cuales establecen tiempos de respuesta, soporte técnico y condiciones de mantenimiento que aseguran el adecuado funcionamiento de las estaciones de carga a lo largo del tiempo.

4. Modelo económico y financiero de estaciones de carga en PH

4.1. Estructuras de costos y modelos de negocio

CAPEX (instalación ~USD 5.000/unidad) vs OPEX (mantenimiento 5-10%); modelos incluyen revenue sharing (20-30% a PH) o "zero CAPEX" por proveedores.

La implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en copropiedades implica considerar tanto los costos de inversión inicial (CAPEX) como los costos operativos (OPEX) asociados a su instalación, operación y mantenimiento. No obstante, en los últimos años han surgido modelos de negocio que permiten implementar esta infraestructura sin requerir inversiones directas por parte de las copropiedades.

Uno de estos esquemas es el modelo de comodato, mediante el cual el proveedor de la tecnología asume la inversión inicial, incluyendo la instalación de los equipos, adecuaciones técnicas, operación y mantenimiento de las estaciones de carga. Bajo este modelo, la copropiedad facilita el uso del espacio físico necesario para la instalación de la infraestructura, mientras que el proveedor gestiona la operación del servicio y la actualización tecnológica de los equipos.

Como contraprestación, la copropiedad recibe una retribución económica basada en un porcentaje del valor del kilovatio (kWh) consumido por los usuarios, lo que le permite generar ingresos adicionales a partir del uso de sus espacios comunes, sin asumir riesgos financieros ni costos de inversión. Este tipo de modelo busca equilibrar los beneficios entre las partes, promoviendo la adopción de infraestructura para movilidad eléctrica y contribuyendo a la modernización y valorización de los activos inmobiliarios.

4.2. Evaluación de viabilidad financiera

Indicadores: TIR >15%, VPN positivo a 5 años, payback <4 años para esquemas sin inversión inicial. La evaluación de viabilidad financiera de proyectos de infraestructura de carga para vehículos eléctricos se realiza mediante indicadores como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) y el periodo de recuperación de la inversión (payback). En términos generales, la literatura especializada considera viables los proyectos que presentan TIR superiores al 15 %, VPN positivo en horizontes de evaluación de aproximadamente cinco años y periodos de recuperación inferiores a cuatro años. (Hardman, 2019)

En modelos implementados bajo esquemas de comodato, donde el proveedor asume la inversión inicial, la copropiedad no incurre en costos de instalación ni operación. En este caso, la evaluación financiera se centra en los ingresos derivados del consumo de energía por parte de los usuarios de los cargadores, así como en los beneficios indirectos asociados a la modernización y valorización del activo inmobiliario.

De manera general, los ingresos para la copropiedad pueden estimarse mediante la siguiente relación:

Ingreso PH = (kWh consumidos × tarifa por kWh) × porcentaje acordado para la copropiedad

Donde:

- kWh consumidos: energía total utilizada por los vehículos en los cargadores.
- Tarifa por kWh: precio cobrado al usuario por el servicio de carga.
- Porcentaje para la copropiedad: participación acordada contractualmente con el proveedor del servicio.

Bajo este enfoque, la viabilidad financiera del modelo depende principalmente de factores como la demanda de carga de los residentes, el crecimiento del parque de vehículos eléctricos y las condiciones contractuales del acuerdo con el proveedor, lo que permite a la copropiedad generar ingresos adicionales sin asumir riesgos financieros asociados a la inversión inicial o al mantenimiento de la infraestructura. (Levinson & West, 2018)

4.3. Impacto en valorización inmobiliaria

Infraestructura EV eleva precios 5-10% vía certificaciones verdes (LEED), atrayendo compradores millennials. (Funke et al., 2019). La incorporación de infraestructura para la carga de vehículos eléctricos en edificaciones sometidas al régimen de propiedad horizontal puede generar efectos positivos en la valorización del activo inmobiliario. Diversos estudios señalan que la integración de tecnologías asociadas a movilidad sostenible y eficiencia energética contribuye a incrementar el valor de los inmuebles, en algunos casos entre 5 % y 10 %, especialmente cuando estas iniciativas se relacionan con estándares de sostenibilidad y certificaciones ambientales como LEED certification. (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2023)

Además del impacto económico directo, este tipo de infraestructura fortalece la reputación y competitividad del inmueble, posicionándolo como un edificio moderno y alineado con tendencias de sostenibilidad ambiental. En el caso de edificios corporativos o de oficinas, la disponibilidad de estaciones de carga puede convertirse en un factor diferenciador que atraiga empresas, arrendatarios y compradores interesados en espacios que integren soluciones tecnológicas y ambientales. (Levinson & West, 2018)

En este sentido, la adopción de infraestructura de carga para vehículos eléctricos no solo representa una mejora en los servicios ofrecidos por la copropiedad, sino también una estrategia de modernización del inmueble, capaz de incrementar su atractivo en el mercado inmobiliario y favorecer la demanda de espacios por parte de organizaciones y usuarios que priorizan criterios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

5. Satisfacción del usuario y experiencia de servicio

5.1. Teorías de calidad del servicio

La calidad del servicio constituye un factor clave para evaluar la aceptación y uso de nuevas infraestructuras tecnológicas. En este sentido, uno de los modelos más utilizados en la literatura es el modelo SERVQUAL, desarrollado por A. Parasuraman, Valarie A. Zeithaml y Leonard L. Berry, el cual permite medir la brecha entre las expectativas de los usuarios y la percepción real del servicio recibido. (Yeh, 2007)

Este modelo evalúa dimensiones como elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía, las cuales pueden aplicarse al análisis de servicios asociados a infraestructura de carga para vehículos eléctricos. En el contexto de las copropiedades, estos factores se reflejan en aspectos como la disponibilidad y estado de los cargadores, la confiabilidad del sistema, la facilidad de uso de la plataforma de carga y la atención ante fallas o requerimientos técnicos. (Yeh, 2007)

De esta manera, la aplicación de modelos de calidad del servicio permite analizar la satisfacción de los usuarios de vehículos eléctricos, identificando oportunidades de mejora en la operación de las estaciones de carga y contribuyendo a fortalecer la experiencia del usuario dentro de las instalaciones de la copropiedad.

5.2. Variables críticas en estaciones de carga

En la prestación del servicio de carga para vehículos eléctricos, existen variables operativas que influyen directamente en la satisfacción del usuario y la calidad percibida del servicio. Entre los factores más relevantes se encuentra la disponibilidad de las estaciones de carga, la cual idealmente debe superar niveles cercanos al 99 % de operación, garantizando que los usuarios puedan acceder al servicio de manera continua y confiable. (Burnham et al., 2017)

Asimismo, la experiencia del usuario se ve influenciada por la existencia de plataformas tecnológicas o aplicaciones móviles intuitivas, que permitan localizar estaciones disponibles, iniciar o finalizar procesos de carga y monitorear el consumo energético de manera sencilla. De igual forma, aspectos como la claridad en los sistemas de facturación, la transparencia en las tarifas de carga y la disponibilidad de soporte técnico permanente (24/7) constituyen elementos clave para asegurar una experiencia de servicio eficiente y confiable. (Barter et al., 2012)

En el contexto de las copropiedades, la adecuada gestión de estas variables contribuye no solo a mejorar la satisfacción de los usuarios de vehículos eléctricos, sino también a fortalecer la percepción de modernización y calidad de los servicios ofrecidos por el inmueble.

5.3. Satisfacción como predictor de aceptación tecnológica

TAM explica adopción vía utilidad percibida y facilidad; en colectivos, ampliada por normas sociales.

La adopción de nuevas tecnologías por parte de los usuarios puede explicarse a través de modelos teóricos de aceptación tecnológica, entre los que destaca el Technology Acceptance Model (TAM) propuesto por Fred D. Davis. Este modelo plantea que la intención de uso de una tecnología depende principalmente de dos factores: la utilidad percibida, entendida como el grado en que una persona considera que la tecnología mejora su desempeño o experiencia, y la facilidad de uso percibida, relacionada con el nivel de esfuerzo requerido para utilizarla. (Yeh, 2007)

En el caso de las estaciones de carga para vehículos eléctricos, estos factores se reflejan en aspectos como la conveniencia del acceso a los cargadores, la confiabilidad del sistema y la simplicidad de las plataformas tecnológicas utilizadas para la gestión del servicio. Asimismo, en contextos colectivos como las copropiedades, la aceptación tecnológica también

puede verse influenciada por normas sociales y percepciones compartidas entre los usuarios, tales como la valoración de prácticas sostenibles, la modernización de la infraestructura del edificio y la adopción de soluciones asociadas a la movilidad eléctrica. (Barter et al., 2012)

En este sentido, la satisfacción del usuario con el servicio de carga puede convertirse en un factor determinante para la aceptación y uso continuo de esta tecnología, favoreciendo su integración dentro de las dinámicas cotidianas de los residentes o usuarios del inmueble.

6. Riesgos jurídicos, técnicos y financieros en la negociación

6.1. Teoría de gestión de riesgos contractuales

Identifica riesgos operativos (fallos), contractuales (incumplimientos) y reputacionales vía matrices ISO 31000. La implementación de infraestructura tecnológica en copropiedades, como las estaciones de carga para vehículos eléctricos, requiere la identificación y gestión de riesgos asociados a su instalación y operación. En este contexto, la gestión de riesgos contractuales permite anticipar posibles contingencias y establecer mecanismos de mitigación dentro de los acuerdos entre las partes. Modelos como los propuestos por la International Organization for Standardization a través de la ISO 31000 plantean la utilización de matrices de riesgos para identificar, evaluar y controlar los diferentes tipos de riesgos presentes en proyectos de infraestructura y servicios. (Al-Khazaleh et al., 2024)

En el caso de las estaciones de carga en propiedad horizontal, pueden identificarse riesgos técnicos, asociados principalmente a la capacidad del sistema eléctrico del inmueble. Una instalación sin la debida revisión de la capacidad del transformador o de la red interna podría generar sobrecargas, fallas eléctricas o afectaciones al suministro del edificio, por lo que resulta fundamental realizar estudios técnicos previos y garantizar programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.

Asimismo, se presentan riesgos contractuales, relacionados con el posible incumplimiento de las obligaciones asumidas por el proveedor del servicio, particularmente en modelos de implementación bajo contrato de comodato, donde el proveedor instala, opera y mantiene la infraestructura. A pesar de que la inversión y operación recaen sobre el proveedor, la copropiedad continúa siendo tercero responsable por el uso de las áreas comunes, por lo que el contrato debe establecer claramente responsabilidades, condiciones de operación y mecanismos de control.

Finalmente, también pueden existir riesgos reputacionales y financieros, especialmente si fallas técnicas o deficiencias en el servicio afectan la percepción del inmueble por parte de residentes o usuarios. Por esta razón, resulta recomendable que los acuerdos contractuales contemplen pólizas de seguros sobre los equipos, pólizas de responsabilidad civil y garantías de operación, con el fin de proteger a la copropiedad frente a eventuales daños, accidentes o contingencias derivadas de la operación de las estaciones de carga. (Tuo et al., 2024)

6.2. Vulnerabilidades en contratos entre PH y proveedores

Cláusulas clave: responsabilidad limitada, seguros RC y garantías de 5 años. En los acuerdos establecidos entre copropiedades y proveedores de infraestructura tecnológica, como las estaciones de carga para vehículos eléctricos, pueden presentarse vulnerabilidades contractuales si no se definen de manera clara las responsabilidades y condiciones de operación del servicio. Estas situaciones son particularmente relevantes en esquemas de comodato, donde el proveedor instala, opera y mantiene los equipos, mientras que la copropiedad facilita el uso de los espacios comunes para su instalación. (Coloma, 2001)

Una de las principales vulnerabilidades se relaciona con la delimitación de responsabilidades frente a fallas técnicas o incidentes eléctricos, especialmente cuando la infraestructura se conecta a la red interna del edificio. Por esta razón, resulta fundamental que los contratos incluyan cláusulas de responsabilidad claramente definidas, que establezcan los alcances de la responsabilidad del proveedor frente a daños en equipos, afectaciones al sistema eléctrico o incidentes derivados de la operación de los cargadores.

Asimismo, es recomendable que estos acuerdos contemplen la exigencia de pólizas de responsabilidad civil (RC) que cubran posibles daños a terceros, a la infraestructura del edificio o a los usuarios del servicio. Estas pólizas constituyen un mecanismo de protección para la copropiedad, considerando que, aunque no sea propietaria de los equipos, sigue siendo responsable por el uso de las áreas comunes donde se instala la infraestructura.

Finalmente, otro elemento clave para mitigar vulnerabilidades contractuales es la inclusión de garantías técnicas sobre los equipos y su operación, las cuales suelen establecer periodos mínimos de cobertura —por ejemplo, garantías de cinco años— que aseguren el mantenimiento, la actualización tecnológica y el correcto funcionamiento de las estaciones de carga durante la vigencia del contrato. De esta manera, la adecuada estructuración de las cláusulas contractuales contribuye a reducir riesgos operativos, técnicos y jurídicos para la copropiedad. (Coloma, 2001)

6.3. Asimetrías de información y negociación

Teoría de agencia mitiga con auditorías independientes ante información asimétrica. En los procesos de negociación entre copropiedades y proveedores de infraestructura tecnológica pueden presentarse asimetrías de información, situación en la cual una de las partes dispone de mayor conocimiento técnico, operativo o financiero que la otra. En el caso de la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos, esta situación suele presentarse debido a

que los proveedores poseen mayor información sobre aspectos como capacidad de los equipos, costos de operación, proyecciones de consumo energético y mantenimiento de la infraestructura.

Desde la perspectiva de la teoría de agencia, este tipo de desequilibrios puede generar riesgos en la toma de decisiones y en la gestión del contrato, especialmente cuando la copropiedad depende de la información suministrada por el proveedor para evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto. En este sentido, la literatura sugiere implementar mecanismos de control y transparencia que permitan reducir dichas asimetrías y fortalecer la confianza entre las partes. (Wei et al., 2020)

Entre estos mecanismos se destacan la realización de auditorías técnicas independientes, la verificación de la capacidad eléctrica del inmueble, la revisión de los sistemas de medición del consumo energético y la transparencia en los procesos de facturación asociados al uso de los cargadores eléctricos. Estas medidas permiten garantizar que la copropiedad cuente con información confiable para la toma de decisiones y para la supervisión de la operación del servicio.

De esta manera, la reducción de las asimetrías de información contribuye a establecer relaciones contractuales más equilibradas, favoreciendo negociaciones más transparentes y una adecuada gestión de los riesgos técnicos, financieros y operativos asociados a la implementación de infraestructura de carga en propiedad horizontal

7. Modelos contractuales “sin inversión para la administración”

7.1. Estructuras contractuales comparadas

Concesión (proveedor opera), comodato (préstamo espacio) o arrendamiento, favoreciendo zero CAPEX. (International Energy Agency, 2021)

La implementación de infraestructura para la carga de vehículos eléctricos en copropiedades ha dado lugar a diferentes modelos contractuales que permiten desarrollar estos proyectos sin requerir inversión directa por parte de la administración o de la copropiedad. Estos esquemas buscan facilitar la adopción de tecnologías asociadas a movilidad sostenible mediante la participación de proveedores especializados que asumen los costos de instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura.(Ai et al., 2018)

Entre las estructuras contractuales más utilizadas se encuentra el modelo de concesión, en el cual el proveedor instala y opera las estaciones de carga durante un periodo determinado, recuperando su inversión a través de la prestación del servicio a los usuarios. Bajo este esquema, el proveedor asume la gestión técnica y operativa de la infraestructura, mientras que la copropiedad autoriza el uso del espacio para su instalación.

Otro modelo frecuente es el contrato de comodato, mediante el cual la copropiedad concede el uso de un espacio dentro de las áreas comunes para la instalación de los equipos, mientras que el proveedor asume la inversión, operación, mantenimiento y actualización tecnológica de las estaciones de carga. En este caso, la copropiedad puede recibir una retribución económica basada en un porcentaje del consumo energético generado por los usuarios, sin asumir costos de inversión inicial. (Andrenacci & Valentini, 2023)

Finalmente, también puede contemplarse el modelo de arrendamiento, donde el proveedor paga un canon fijo por el uso del espacio destinado a la instalación de la infraestructura, independientemente del volumen de consumo de energía.

En conjunto, estos esquemas contractuales responden a modelos conocidos como “zero CAPEX”, en los cuales la copropiedad no realiza inversión inicial, pero puede beneficiarse

de la modernización de su infraestructura, la valorización del inmueble y la generación de ingresos derivados del uso de los cargadores eléctricos

7.2. Asignación de responsabilidades y garantías

Proveedor asume mantenimiento/seguros; PH cede espacio sin riesgos civiles. En los modelos contractuales basados en comodato para la instalación de estaciones de carga de vehículos eléctricos en copropiedades, resulta fundamental definir claramente la asignación de responsabilidades entre el proveedor del servicio y la propiedad horizontal. En este esquema, el proveedor asume la inversión inicial, así como las obligaciones relacionadas con la instalación, operación, mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, garantizando la disponibilidad y el adecuado funcionamiento de la infraestructura de carga. (Olabi et al., 2021)

Asimismo, el proveedor debe asumir la contratación de pólizas de seguros y responsabilidad civil, que cubran posibles daños a los equipos, a la infraestructura del edificio o a terceros derivados de la operación del sistema de carga. Estas garantías buscan proteger a la copropiedad frente a eventuales contingencias técnicas o accidentes asociados al uso de los cargadores eléctricos.

Por su parte, la copropiedad otorga el uso del espacio dentro de las áreas comunes para la instalación de la infraestructura, sin asumir responsabilidades directas sobre la operación técnica de los equipos. No obstante, el contrato debe establecer mecanismos que limiten los riesgos civiles para la copropiedad, asegurando que cualquier incidente derivado del funcionamiento de las estaciones de carga sea cubierto por las pólizas y garantías del proveedor.

Adicionalmente, el acuerdo contractual puede contemplar obligaciones relacionadas con la gestión ambiental y la disposición final de residuos tecnológicos, garantizando que los

componentes eléctricos o electrónicos derivados del mantenimiento o reemplazo de equipos sean manejados por gestores autorizados. De esta manera, la adecuada asignación de responsabilidades y garantías permite reducir riesgos operativos, jurídicos y ambientales para la copropiedad, asegurando la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

7.3. Cláusulas críticas y mecanismos de terminación

Terminación por incumplimiento, arbitraje vía CCB y penalidades 1-2% mensual. En los contratos establecidos entre copropiedades y proveedores para la instalación y operación de estaciones de carga para vehículos eléctricos, resulta fundamental definir cláusulas contractuales claras que regulen las condiciones de cumplimiento, las causales de terminación y los mecanismos de resolución de conflictos. Estas disposiciones permiten proteger los intereses de las partes y garantizar la adecuada ejecución del proyecto durante la vigencia del contrato. (Zhao & Lee, 2022)

Una de las cláusulas más relevantes corresponde a la terminación por incumplimiento, la cual puede activarse cuando alguna de las partes no cumple con las obligaciones contractuales previamente establecidas. En el caso del proveedor, esto puede incluir fallas reiteradas en la operación del servicio, incumplimiento en los programas de mantenimiento, ausencia de pólizas vigentes o incumplimiento de las obligaciones técnicas y normativas aplicables a la instalación eléctrica. En este sentido, el contrato debe exigir el cumplimiento de las disposiciones técnicas establecidas en el RETIE, así como otras normas aplicables en materia de seguridad eléctrica.

Asimismo, el contrato puede contemplar cláusulas relacionadas con la protección de datos personales y confidencialidad, considerando que la operación de las estaciones de carga puede implicar el manejo de información de los usuarios, transacciones de consumo energético

y datos asociados a plataformas tecnológicas. En estos casos, es necesario garantizar el cumplimiento de las disposiciones sobre protección de datos personales (habeas data) y la confidencialidad de la información generada durante la prestación del servicio.

En cuanto a los mecanismos de resolución de controversias, los contratos pueden establecer procedimientos de arbitraje o conciliación, como los administrados por la Cámara de Comercio de Bogotá, con el fin de resolver posibles conflictos entre las partes de manera especializada y eficiente. Adicionalmente, pueden contemplarse cláusulas de penalidades económicas por incumplimiento, que suelen establecer sanciones equivalentes a entre 1 % y 2 % mensual sobre los valores contractuales, con el objetivo de incentivar el cumplimiento oportuno de las obligaciones pactadas. (Coloma, 2001)

En conjunto, la inclusión de estas cláusulas críticas contribuye a fortalecer la seguridad jurídica del contrato, reducir riesgos operativos y garantizar que la implementación de la infraestructura de carga se realice bajo criterios de cumplimiento normativo, transparencia y responsabilidad entre las partes.

8. Facturación del servicio de carga y cumplimiento normativo

8.1. Marco normativo de facturación electrónica en Colombia

Resoluciones DIAN 000042/2020 exigen XML validado, RUT y serialización para servicios. (DIAN, 2020) La prestación del servicio de carga para vehículos eléctricos implica la realización de transacciones comerciales entre el proveedor del servicio y los usuarios, por lo que debe cumplir con las disposiciones fiscales establecidas para la facturación en Colombia. En este sentido, la normativa vigente exige la implementación de facturación electrónica, la cual permite registrar, validar y reportar las operaciones comerciales ante la autoridad tributaria de manera digital.

De acuerdo con la Resolución 000042 de 2020 emitida por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, los proveedores de bienes y servicios deben generar facturas electrónicas en formato XML, las cuales deben ser validadas previamente por la DIAN antes de su expedición al cliente. Este proceso incluye la identificación del emisor mediante el Registro Único Tributario (RUT), la numeración autorizada o serialización de la factura, y el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos para la generación, transmisión y almacenamiento de la información. (DIAN, 2020)

En el caso de los servicios asociados a estaciones de carga para vehículos eléctricos, el proveedor encargado de la operación de la infraestructura debe garantizar que el proceso de facturación del consumo energético realizado por los usuarios se encuentre alineado con estas disposiciones normativas. Esto implica que las plataformas tecnológicas utilizadas para gestionar el servicio de carga deben integrarse con los sistemas de facturación electrónica autorizados, asegurando la correcta emisión de comprobantes fiscales y la transparencia en el cobro del servicio.

De esta manera, el cumplimiento del marco normativo de facturación electrónica no solo garantiza la legalidad de las transacciones comerciales, sino que también contribuye a fortalecer la confianza de los usuarios y la trazabilidad de los consumos asociados al servicio de carga dentro de la copropiedad.

8.2. Individualización del consumo en propiedad horizontal

Submedidores inteligentes aseguran trazabilidad por usuario, integrados a facturación electrónica. (Z. Zhang et al., 2026)

En proyectos de infraestructura de carga para vehículos eléctricos dentro de copropiedades, resulta fundamental garantizar la individualización del consumo energético de cada usuario, con el fin de asegurar transparencia en la facturación del servicio y una adecuada

asignación de los costos asociados al uso de la energía. Para ello, es común la implementación de submedidores inteligentes, los cuales permiten registrar con precisión el consumo de energía (kWh) utilizado por cada estación de carga o por cada usuario que accede al servicio.

Estos dispositivos facilitan la trazabilidad del consumo energético, permitiendo identificar el uso individual de los cargadores, monitorear la demanda eléctrica y generar información confiable para los procesos de facturación. En el contexto de las estaciones de carga, los submedidores suelen integrarse con plataformas digitales o aplicaciones de gestión, que registran el inicio y finalización de cada sesión de carga, así como el consumo total de energía asociado a cada usuario. (Shahriar et al., 2021)

Adicionalmente, estos sistemas pueden integrarse con los procesos de facturación electrónica exigidos por la normativa colombiana, permitiendo que el consumo registrado se utilice como base para la generación automática de las facturas correspondientes. De esta manera, la individualización del consumo mediante tecnologías de medición inteligente no solo mejora la transparencia y precisión en la facturación del servicio, sino que también contribuye a una gestión energética más eficiente dentro de la copropiedad y fortalece la confianza de los usuarios en el sistema de carga. (X. Zhang et al., 2018)

8.3. Transparencia financiera y control administrativo

Reportes mensuales y conciliación evitan disputas fiscales en PH.

En la prestación del servicio de carga para vehículos eléctricos dentro de copropiedades, la transparencia financiera y el control administrativo son elementos fundamentales para garantizar la correcta gestión de los ingresos y consumos asociados al servicio. Para ello, es recomendable que el proveedor del sistema de carga genere reportes periódicos de operación y facturación, los cuales permitan a la administración de la propiedad

horizontal verificar la información relacionada con el consumo energético, el número de sesiones de carga realizadas y los valores facturados a los usuarios. (Habib et al., 2015)

En este contexto, la elaboración de reportes mensuales detallados facilita el seguimiento del desempeño del servicio y permite a la administración realizar procesos de conciliación financiera entre los consumos registrados por los sistemas de medición y los valores facturados por el proveedor. Este mecanismo contribuye a asegurar la consistencia de la información, así como la correcta liquidación de los ingresos que correspondan a la copropiedad en virtud de los acuerdos contractuales establecidos. (Liu et al., 2021)

De esta manera, la implementación de mecanismos de control y conciliación periódica permite reducir posibles disputas administrativas o fiscales, fortalecer la transparencia en la gestión del servicio y garantizar una adecuada supervisión por parte de la administración de la propiedad horizontal. Asimismo, estos procesos contribuyen a generar confianza entre las partes involucradas y a asegurar la correcta gestión financiera del proyecto dentro del inmueble.

9. Integración conceptual para el modelo propuesto

9.1. Articulación entre satisfacción, viabilidad y mitigación de riesgos

Dimensiones convergen: técnica habilita contrato, que eleva UX y valor, asegurando sostenibilidad.

El modelo propuesto para la implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en copropiedades se fundamenta en la integración de tres dimensiones clave: la viabilidad técnica, la sostenibilidad económica y la satisfacción del usuario, las cuales, en conjunto, permiten garantizar la estabilidad y permanencia del proyecto en el tiempo. Estas

dimensiones no actúan de manera aislada, sino que se articulan para construir un esquema operativo y contractual que responda a las necesidades de la copropiedad, los usuarios y el proveedor del servicio.

En primer lugar, la dimensión técnica se relaciona con la evaluación de la capacidad eléctrica del inmueble, el cumplimiento de las normas de seguridad y la confiabilidad de la infraestructura instalada. Este componente permite asegurar que la implementación de los cargadores eléctricos sea viable desde el punto de vista operativo y que no genere riesgos para la red interna del edificio ni para sus usuarios. (Rivero, 2014)

En segundo lugar, la dimensión económica y contractual se materializa a través de modelos como el comodato, en los cuales el proveedor asume la inversión, instalación y operación de la infraestructura, mientras que la copropiedad facilita el espacio y recibe una participación económica derivada del consumo energético. Este esquema permite desarrollar el proyecto bajo un modelo de “zero CAPEX”, reduciendo los riesgos financieros para la copropiedad y favoreciendo la valorización del activo inmobiliario.

Finalmente, la dimensión de satisfacción del usuario se relaciona con la calidad del servicio ofrecido, la disponibilidad de las estaciones de carga, la facilidad de uso de las plataformas tecnológicas y la transparencia en los procesos de facturación. Estos factores influyen directamente en la aceptación y uso continuo de la infraestructura por parte de los usuarios.

En este sentido, la articulación de estas dimensiones permite estructurar un modelo en el cual la solidez técnica habilita la implementación contractual del proyecto, mientras que la calidad del servicio y la adecuada gestión de riesgos contribuyen a mejorar la experiencia del usuario y a fortalecer el valor del inmueble, asegurando así la sostenibilidad operativa, financiera y reputacional de la iniciativa dentro de la copropiedad.

9.2. Marco conceptual integrador

En el marco de la presente investigación, se propone un modelo conceptual integrador que permite comprender la relación entre los distintos factores que intervienen en la implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en copropiedades. Este enfoque busca analizar cómo los elementos técnicos, contractuales, operativos y económicos se articulan para generar valor tanto para la propiedad horizontal como para los usuarios del servicio.

El modelo parte de la infraestructura técnica, la cual constituye la base del sistema y comprende aspectos como la capacidad eléctrica del inmueble, la instalación de cargadores y el cumplimiento de las normas de seguridad aplicables. Este componente técnico permite habilitar la siguiente dimensión del modelo, correspondiente al modelo contractual, en el que se definen las condiciones de implementación del proyecto, particularmente mediante esquemas como el contrato de comodato, que facilitan la instalación de la infraestructura sin requerir inversión inicial por parte de la copropiedad. (Reimann & Männel, 2008)

A partir de esta estructura técnica y contractual, se desarrolla la experiencia del usuario, la cual depende de factores como la disponibilidad de las estaciones de carga, la facilidad de uso de las plataformas tecnológicas, la transparencia en la facturación y la confiabilidad del servicio. Una experiencia positiva del usuario favorece la aceptación y uso continuo de la infraestructura.

Como resultado de estos elementos, el modelo plantea que la implementación de estaciones de carga puede contribuir a la valorización del activo inmobiliario, fortaleciendo la reputación del inmueble y haciéndolo más atractivo para arrendatarios o compradores interesados en espacios modernos y alineados con criterios de sostenibilidad ambiental. Finalmente, estos factores convergen en la sostenibilidad financiera del proyecto, al generar ingresos adicionales para la copropiedad, optimizar el uso de los espacios comunes y promover la adopción de soluciones asociadas a la movilidad eléctrica.

De esta manera, el marco conceptual integrador permite analizar la interacción entre las diferentes dimensiones del proyecto, proporcionando una estructura analítica que orienta el desarrollo de la investigación y facilita la comprensión de los factores que influyen en la viabilidad y aceptación de la infraestructura de carga en entornos de propiedad horizontal.

9.3. Fundamento teórico del modelo integral de implementación

El modelo integral de implementación propuesto en esta investigación se fundamenta en la articulación de diferentes enfoques teóricos que permiten analizar de manera estructurada la viabilidad, aceptación y sostenibilidad de la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en entornos de propiedad horizontal. En particular, el modelo se sustenta en la integración de tres marcos conceptuales relevantes: el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), las teorías de calidad del servicio como SERVQUAL y los enfoques de gestión de riesgos organizacionales y contractuales.

En primer lugar, el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) permite explicar los factores que influyen en la adopción de nuevas tecnologías por parte de los usuarios, especialmente a partir de variables como la utilidad percibida y la facilidad de uso. En el contexto de esta investigación, este enfoque resulta pertinente para comprender cómo la disponibilidad de infraestructura de carga puede ser aceptada y utilizada por los residentes o usuarios de la copropiedad. (*Technology Acceptance Model - an Overview | ScienceDirect Topics*, n.d.)

En segundo lugar, el modelo SERVQUAL aporta un marco analítico para evaluar la calidad del servicio ofrecido en las estaciones de carga, considerando dimensiones como la confiabilidad del sistema, la disponibilidad de la infraestructura, la claridad en los procesos de facturación y el soporte técnico. Estos elementos inciden directamente en la experiencia del usuario y en su nivel de satisfacción con el servicio.

Finalmente, la gestión de riesgos proporciona herramientas para identificar, evaluar y mitigar posibles riesgos técnicos, jurídicos y financieros asociados a la implementación del proyecto, tales como fallas en la infraestructura eléctrica, incumplimientos contractuales o responsabilidades derivadas de la operación del sistema dentro de la copropiedad.

La integración de estos enfoques teóricos permite sustentar el modelo integral de implementación propuesto en la investigación, el cual busca demostrar la viabilidad de desarrollar esquemas escalables de infraestructura de carga en propiedades horizontales colombianas. De esta manera, el modelo no solo aporta una base conceptual para el análisis del proyecto, sino que también ofrece una estructura que puede orientar la toma de decisiones en procesos de adopción de tecnologías asociadas a la movilidad eléctrica en entornos inmobiliarios colectivos.

Diseño Metodológico

1. Enfoque, Alcance y Diseño de la Investigación

El enfoque de esta investigación es principalmente cuantitativo, con apoyo documental, dado que el análisis se fundamenta en la aplicación de una encuesta estructurada a usuarios vinculados con el Edificio Terpel PH y en la revisión de referentes técnicos, normativos y contractuales asociados a la implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en propiedad horizontal. Este enfoque permite analizar, a partir de datos numéricos, la percepción de necesidad, nivel de aceptación, hábitos de recarga, disposición a pagar y barreras asociadas a la adopción de infraestructura de carga dentro del edificio.

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que permite caracterizar las percepciones y condiciones actuales de los usuarios frente a la posible implementación de estaciones de carga. Asimismo, incluye un componente analítico, en la medida en que los resultados de la encuesta se interpretan a la luz de variables como viabilidad técnica, conveniencia económica, satisfacción del usuario, valorización percibida y pertinencia del modelo de operación sin inversión para la administración.

El diseño es no experimental y transversal. Es no experimental porque no se manipulan variables ni se interviene directamente la infraestructura eléctrica del edificio durante el desarrollo del estudio. Es transversal porque la información se recolecta en un momento específico, permitiendo obtener una aproximación actual sobre la percepción de los usuarios frente al proyecto. En este sentido, la investigación se configura como un estudio de caso aplicado al Edificio Terpel PH, orientado a evaluar la viabilidad preliminar de implementar estaciones de carga para vehículos eléctricos bajo un esquema de operación sostenible, seguro y financieramente conveniente.

2. Variables de la Investigación

La variable dependiente principal corresponde a la viabilidad percibida de implementar estaciones de carga para vehículos eléctricos en el Edificio Terpel PH. Esta variable se entiende como la valoración integral que hacen los usuarios sobre la necesidad, conveniencia, aceptación y posible impacto de la infraestructura de carga dentro del edificio.

Desde el punto de vista conceptual, la viabilidad percibida se relaciona con el grado en que los usuarios consideran que la instalación de cargadores eléctricos puede responder a una

necesidad actual o futura, mejorar la experiencia de uso del inmueble, aportar a la valorización del edificio y desarrollarse bajo condiciones técnicas, económicas y administrativas adecuadas.

Operacionalmente, esta variable se analiza a partir de l os resultados obtenidos en la encuesta aplicada, utilizando indicadores como necesidad de cargadores, importancia de la infraestructura, disposición a pagar, tenencia de vehículo eléctrico o híbrido enchufable, lugar habitual de recarga, tiempo de permanencia del vehículo en el edificio y satisfacción con las alternativas actuales de carga.

Las variables independientes consideradas en la investigación son las siguientes:

Variable	**Definición conceptual**	**Definición operacional**	**Indicadores medibles**
Necesidad de infraestructura de carga	Nivel en que los usuarios perciben la instalación de cargadores como una solución necesaria para el edificio.	Calificación otorgada por los participantes en escala de 1 a 5.	Promedio de necesidad de cargadores; porcentaje de usuarios con vehículo eléctrico o híbrido enchufable.
Importancia de la infraestructura	Valor que los usuarios asignan a la existencia de estaciones de carga como atributo del edificio.	Calificación promedio sobre la importancia de contar con infraestructura de carga.	Promedio de importancia de la infraestructura; percepción de valor para el edificio.
Disposición a pagar	Grado de aceptación de los usuarios frente a asumir costos asociados al uso del servicio de carga.	Calificación promedio en escala de 1 a 5 sobre la intención de pago.	Promedio de disposición a pagar; relación entre necesidad percibida y aceptación de costos.

Hábitos de recarga	Lugares y condiciones en las cuales los usuarios realizan o preferirían realizar la carga de sus vehículos.	Distribución porcentual de los lugares habituales o preferidos de recarga.	Recarga en casa/apartamento, estaciones públicas, trabajo o centros comerciales.
Permanencia del vehículo	Tiempo durante el cual los vehículos permanecen estacionados en el edificio.	Distribución porcentual de rangos de permanencia por jornada.	Menos de 4 horas, entre 4 y 8 horas, más de 8 horas.
Satisfacción con la experiencia actual de carga	Nivel de satisfacción frente a las alternativas de carga disponibles actualmente, públicas o privadas.	Calificación promedio de diferentes aspectos del servicio actual.	Disponibilidad de puntos, fiabilidad, costo, velocidad de carga y soporte técnico.
Barreras para la adopción de vehículos eléctricos	Factores que limitan o dificultan la adquisición y uso de vehículos eléctricos por parte de los usuarios.	Distribución porcentual de las principales barreras identificadas.	Costo inicial alto, falta de infraestructura, autonomía limitada, variedad de modelos y mantenimiento.

Estas variables permiten relacionar la percepción de los usuarios con las dimensiones centrales del proyecto: experiencia de uso, necesidad de infraestructura, sostenibilidad económica, condiciones de operación y pertinencia del modelo Zero CAPEX.

3. Población y Muestra / Participantes

La población objetivo de la investigación está conformada por usuarios vinculados con el Edificio Terpel PH en Bogotá, incluyendo propietarios, arrendatarios, empleados u otros

usuarios que tienen relación directa con el inmueble y que pueden verse afectados o beneficiados por la eventual implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos.

A diferencia del planteamiento inicial, la investigación no incluyó usuarios de otras propiedades horizontales, administradores de otros edificios ni expertos externos. La recolección de información se concentró exclusivamente en el Edificio Terpel PH, con el fin de obtener una lectura específica del contexto real del edificio y de las necesidades de sus usuarios.

La muestra fue de tipo no probabilístico por conveniencia, debido a que participaron las personas que tuvieron acceso al instrumento y aceptaron responder la encuesta. El tamaño de la muestra fue de 82 participantes. Esta muestra permite identificar tendencias relevantes sobre la percepción del proyecto, aunque no busca representar estadísticamente a todas las propiedades horizontales de Bogotá.

Los criterios de inclusión considerados fueron: estar vinculado al Edificio Terpel PH como propietario, arrendatario, empleado u otro usuario; aceptar voluntariamente participar en la encuesta; y responder las preguntas relacionadas con percepción, hábitos de recarga, disposición a pagar y experiencia frente a la infraestructura de carga. Como criterios de exclusión se consideraron respuestas incompletas o inconsistentes que no permitieran su análisis dentro de los resultados.

4. Métodos e Instrumentos de Recolección de Información

El método principal de recolección de información fue la encuesta estructurada, aplicada a usuarios del Edificio Terpel PH. Este instrumento permitió obtener datos cuantitativos sobre la percepción de necesidad, importancia de la infraestructura, tenencia de vehículo eléctrico o híbrido enchufable, hábitos de recarga, tiempo de permanencia del vehículo, disposición a pagar y satisfacción con la experiencia actual de carga.

La encuesta incluyó preguntas cerradas de selección múltiple y preguntas tipo escala Likert de 1 a 5, con el propósito de medir el nivel de acuerdo, importancia, satisfacción o disposición frente a diferentes aspectos del proyecto. Este tipo de instrumento facilita la organización de los datos, el cálculo de porcentajes y promedios, así como la construcción de gráficas para el análisis de resultados.

Entre los aspectos abordados en el instrumento se incluyeron preguntas relacionadas con el vínculo del participante con el edificio, la tenencia de vehículo eléctrico o híbrido

enchufable, el lugar habitual de recarga, las principales barreras para adoptar vehículos eléctricos, la percepción de necesidad de cargadores, la importancia de contar con infraestructura de carga, la disposición a pagar por el servicio y la satisfacción frente a alternativas actuales de carga.

Adicionalmente, se utilizó análisis documental como fuente complementaria. Este análisis permitió revisar referentes normativos, técnicos y contractuales relacionados con la movilidad eléctrica, el régimen de propiedad horizontal, el cumplimiento del RETIE, la facturación electrónica, los modelos de operación sin inversión para la administración y las responsabilidades que deben establecerse entre la copropiedad y el proveedor del servicio.

De esta manera, la encuesta permitió conocer la percepción de los usuarios del edificio, mientras que el análisis documental aportó el marco necesario para interpretar los resultados desde una perspectiva técnica, económica, jurídica y normativa.

5. Validez y Confiabilidad

Para fortalecer la validez de la investigación, el instrumento de encuesta fue estructurado de acuerdo con las variables centrales del estudio y con los objetivos propuestos. Las preguntas se orientaron a medir aspectos directamente relacionados con la viabilidad de implementar estaciones de carga en el Edificio Terpel PH, evitando incluir dimensiones que no pudieran ser respondidas por los participantes.

La validez de contenido se apoyó en la coherencia entre el problema de investigación, los objetivos, las variables y las preguntas incluidas en la encuesta. De esta forma, los resultados obtenidos permiten analizar la percepción de los usuarios frente al proyecto y relacionarla con las dimensiones técnicas, económicas, operativas y de experiencia del usuario desarrolladas en el marco teórico.

En cuanto a la confiabilidad, se procuró que las preguntas fueran claras, directas y comprensibles para los participantes, con opciones de respuesta homogéneas que facilitaran su interpretación. El uso de escalas tipo Likert permitió comparar los resultados entre diferentes dimensiones, especialmente en aspectos como necesidad de cargadores, importancia de la infraestructura, disposición a pagar y satisfacción con la experiencia de carga.

La investigación reconoce que, al tratarse de una muestra no probabilística y concentrada exclusivamente en el Edificio Terpel PH, los resultados no pueden generalizarse a todas las propiedades horizontales de Bogotá. Sin embargo, sí ofrecen información válida para comprender el caso específico del edificio y orientar una decisión interna basada en evidencia.

6. Coherencia Metodológica

La coherencia metodológica de la investigación se evidencia en la relación entre el problema planteado, los objetivos, las variables y el instrumento aplicado. El problema de investigación se centra en determinar la viabilidad e impacto de implementar estaciones de carga para vehículos eléctricos en el Edificio Terpel PH, bajo un esquema de operación sin inversión para la administración. En consecuencia, la encuesta se orientó a conocer la percepción de los usuarios directamente vinculados con el edificio, quienes constituyen los posibles beneficiarios o afectados por la implementación del servicio.

El enfoque cuantitativo con apoyo documental resulta pertinente, ya que permite combinar la medición de percepciones y hábitos de los usuarios con el análisis de condiciones normativas, técnicas y contractuales necesarias para la implementación. De esta manera, el estudio no se limita a describir el interés de los participantes, sino que interpreta los resultados dentro de un marco más amplio de viabilidad operativa y administrativa.

El diseño transversal también es coherente con el propósito del estudio, debido a que permite obtener una lectura actual del nivel de aceptación y necesidad frente al proyecto. Esta información puede servir como insumo inicial para que la administración, el consejo de administración o la asamblea del Edificio Terpel PH evalúen la pertinencia de avanzar hacia estudios técnicos más detallados o hacia una fase de negociación con posibles proveedores.

En síntesis, el diseño metodológico permite responder al objetivo general de la investigación desde el caso específico del Edificio Terpel PH, reconociendo tanto el valor de los datos recolectados como las limitaciones propias de una muestra no probabilística y localizada.

7. Marco de Referencia y Soporte Académico

El soporte metodológico de la investigación se fundamenta en los aportes de Hernández Sampieri et al. (2014), quienes plantean la importancia de seleccionar enfoques y diseños coherentes con el problema de investigación, los objetivos y el tipo de datos disponibles. En

este caso, el uso de una encuesta estructurada resulta adecuado para describir percepciones, actitudes y tendencias dentro de una población específica.

Asimismo, Creswell y Creswell (2018) señalan que los estudios no experimentales y transversales son útiles cuando se busca analizar un fenómeno en su contexto natural, sin intervención directa sobre las variables. Esta perspectiva es pertinente para el presente estudio, dado que la investigación analiza la percepción de los usuarios del Edificio Terpel PH frente a una posible implementación futura, sin modificar las condiciones actuales de la infraestructura.

Desde el punto de vista técnico y contextual, el estudio se apoya en literatura sobre movilidad eléctrica, infraestructura de carga, modelos Zero CAPEX, propiedad horizontal, seguridad eléctrica y valorización inmobiliaria. Estos referentes permiten interpretar los resultados de la encuesta dentro de un marco más amplio, relacionado con la transición hacia la movilidad sostenible y los retos que enfrentan las edificaciones residenciales y corporativas en Bogotá.

Por último, la revisión de referentes normativos como la Ley 675 de 2001, la Ley 1964 de 2019, el RETIE y la regulación sobre facturación electrónica permite contextualizar el análisis de viabilidad, considerando que la implementación de estaciones de carga no depende únicamente del interés de los usuarios, sino también del cumplimiento técnico, jurídico, contractual y administrativo que debe garantizarse en una propiedad horizontal.

Consideraciones éticas

Para el desarrollo de esta investigación se tuvieron en cuenta principios éticos relacionados con el manejo responsable de la información, la confidencialidad de los datos y el respeto por los participantes. Al tratarse de un estudio aplicado al contexto de propiedad horizontal, en el cual pueden intervenir residentes, propietarios, arrendatarios, administradores y expertos, resulta necesario garantizar que la información recolectada sea utilizada únicamente con fines académicos y de análisis investigativo.

La participación de las personas consultadas debe ser voluntaria, por lo que antes de responder encuestas o participar en entrevistas se debe informar de manera clara el propósito del estudio, el tipo de información solicitada y el uso que se dará a los resultados. De igual forma, los participantes deben tener la posibilidad de no responder alguna pregunta o retirarse del proceso si así lo consideran conveniente, sin que esto genere ningún tipo de consecuencia.

En relación con la protección de datos personales, la investigación debe evitar la publicación de información que permita identificar directamente a los participantes. Por esta razón, los resultados se presentan de manera general y agregada, sin mencionar nombres, apartamentos, datos de contacto, placas de vehículos u otra información sensible. Este aspecto es especialmente importante porque el estudio aborda temas asociados al uso de vehículos eléctricos, hábitos de recarga, disposición de pago y percepción frente a decisiones administrativas del edificio.

También se debe tener reserva frente a la información técnica, jurídica o financiera que pueda estar relacionada con el Edificio Terpel PH o con posibles proveedores del servicio de carga. En caso de analizar propuestas comerciales, condiciones contractuales, modelos de facturación o documentos técnicos, estos deben ser tratados con prudencia, evitando divulgar información que pueda afectar procesos de negociación o generar interpretaciones incompletas por parte de terceros.

Desde el punto de vista ético, la investigación no busca favorecer un proveedor específico ni imponer una decisión sobre la implementación de estaciones de carga. Su finalidad es aportar elementos de análisis que permitan valorar la viabilidad del proyecto desde una perspectiva técnica, económica, normativa y administrativa. En este sentido, el estudio debe mantener una postura objetiva, basada en los datos recolectados y en el análisis de experiencias comparables.

Finalmente, es importante reconocer que la instalación de cargadores eléctricos en una propiedad horizontal puede generar diferentes posiciones entre los residentes. Algunos usuarios pueden percibir el proyecto como una necesidad inmediata, mientras que otros pueden considerarlo un servicio que beneficia solo a una parte de la comunidad. Por esta razón, el análisis debe considerar el principio de equidad, procurando que las posibles recomendaciones no impliquen cargas económicas injustificadas para quienes no hacen uso del servicio y que, al mismo tiempo, permitan avanzar hacia una modernización responsable de la infraestructura del edificio.

Resultados preliminares o plan de análisis de resultados

A partir de la encuesta aplicada a los participantes vinculados con el Edificio Terpel PH, se obtuvieron resultados que permiten identificar una tendencia favorable frente a la posible implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos. La información recolectada aporta elementos iniciales para analizar la viabilidad del proyecto desde la percepción de los

usuarios, sus hábitos de recarga, las barreras asociadas a la adopción de vehículos eléctricos y el nivel de satisfacción frente a la infraestructura actualmente disponible.

En primer lugar, los resultados muestran que el 52% de los participantes manifiesta contar con vehículo eléctrico o híbrido enchufable, mientras que el 48% indica no tenerlo actualmente. Como se observa en la Figura 1, esta distribución evidencia que existe una demanda real dentro del edificio, dado que más de la mitad de los encuestados ya hace parte del grupo potencial de usuarios directos del servicio. Este hallazgo resulta relevante porque permite comprender que la necesidad de estaciones de carga no corresponde únicamente a una proyección futura, sino a una condición presente que puede incidir en la toma de decisiones de la copropiedad.

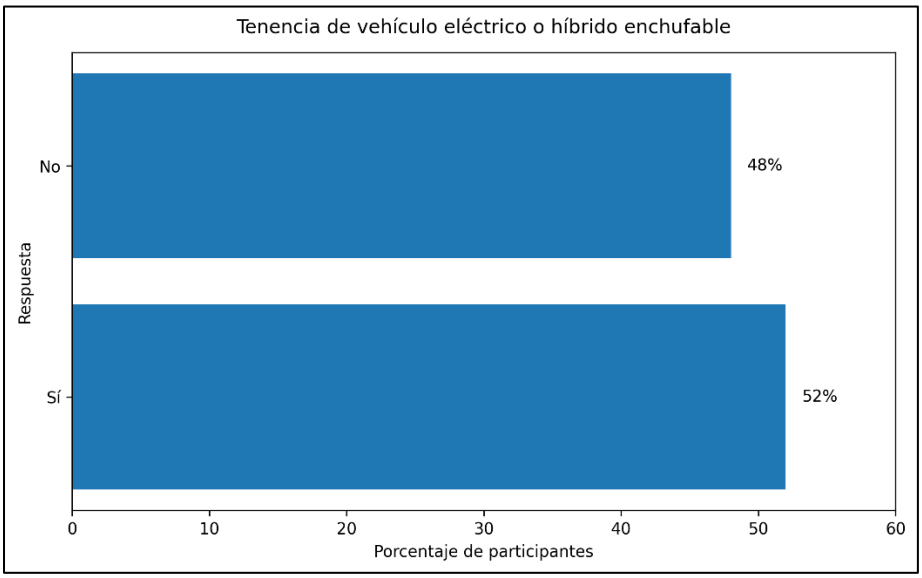


Figure 1. Tenencia de vehículo eléctrico o híbrido enchufable.

Nota. Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a residentes del Edificio Terpel PH (n = 82).

De igual manera, los resultados relacionados con la percepción de viabilidad muestran una valoración positiva frente al proyecto. La necesidad de cargadores obtuvo una puntuación promedio de 4.1 sobre 5, mientras que la importancia de contar con infraestructura de carga se ubicó en 4.0 sobre 5. Estos valores reflejan que los participantes reconocen la instalación de cargadores como una mejora necesaria y pertinente para el edificio. Sin embargo, la disposición a pagar obtuvo una calificación promedio de 3.3 sobre 5, lo cual indica una

aceptación moderada frente a la posibilidad de asumir costos adicionales por el servicio. Esta relación se presenta en la Figura 2.

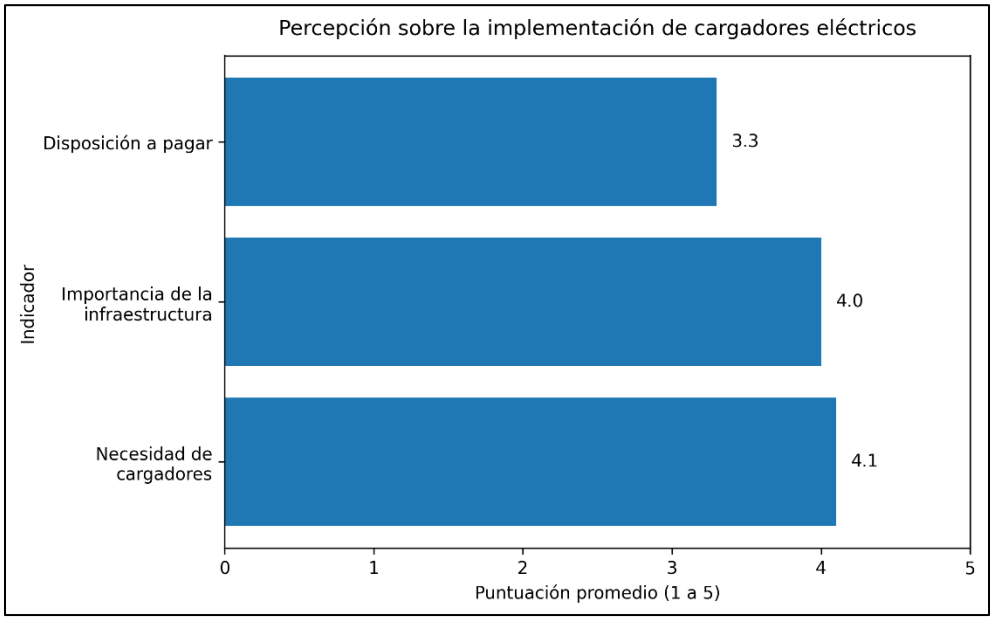


Figure 2. Percepción sobre la implementación de cargadores eléctricos.

La diferencia entre la alta percepción de necesidad y la disposición moderada a pagar resulta importante para el análisis económico del proyecto. Aunque los participantes reconocen la importancia de la infraestructura, no necesariamente muestran la misma intensidad frente a la posibilidad de asumir directamente los costos de implementación. Por esta razón, los resultados preliminares respaldan la pertinencia de evaluar un modelo de operación sin inversión para la administración, en el cual el proveedor asuma los costos de instalación, operación y mantenimiento, mientras que los usuarios del servicio cubren el consumo generado.

En cuanto a las barreras para la adopción de vehículos eléctricos, los resultados indican que el principal obstáculo es el costo inicial alto del vehículo, con el 40% de las respuestas. En segundo lugar, aparece la falta de infraestructura de carga, con el 30%. En menor proporción se identifican la autonomía limitada, con el 15%; la poca variedad de modelos, con el 10%; y el mantenimiento, con el 5%. Como se muestra en la Figura 3, la falta de infraestructura representa una barrera significativa para los participantes, lo cual permite inferir que la instalación de cargadores en el edificio podría contribuir a reducir una de las limitaciones más relevantes para la adopción de movilidad eléctrica.

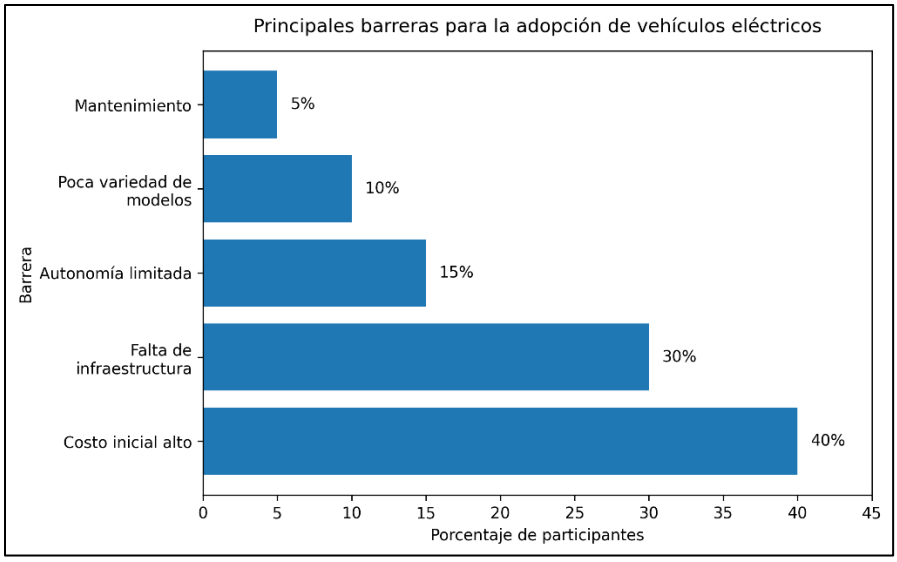


Figure 3. Principales barreras para la adopción de vehículos eléctricos.

Respecto a los hábitos de recarga, se encontró que el 65% de los participantes recarga o preferiría recargar su vehículo en casa o apartamento. En contraste, el 20% señala las estaciones públicas como lugar habitual de recarga, el 10% indica el lugar de trabajo y el 5% los centros comerciales. De acuerdo con la Figura 4, la recarga residencial aparece como la alternativa predominante, lo que refuerza la necesidad de contar con soluciones de carga dentro de la propiedad horizontal. Este resultado es coherente con las dinámicas propias de los edificios residenciales, donde los vehículos suelen permanecer estacionados durante periodos prolongados.

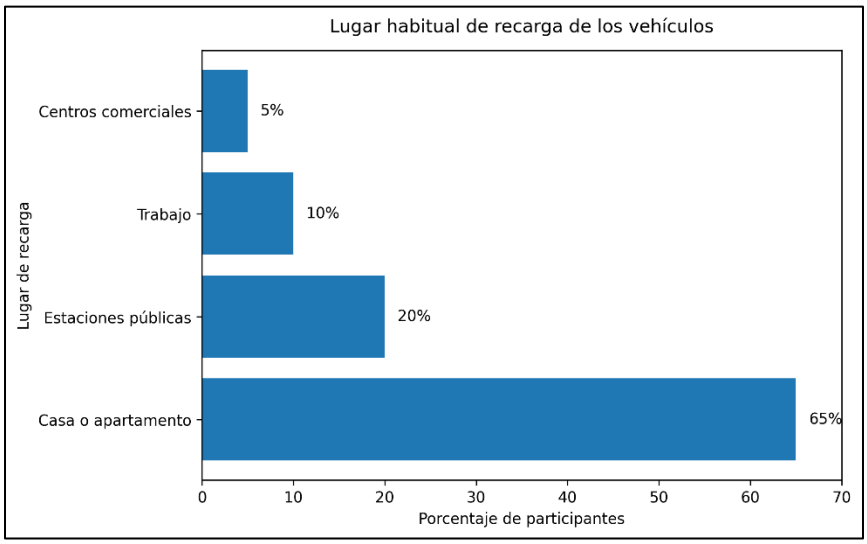


Figure 4. Lugar habitual de recarga de los vehículos.

En relación con el tiempo de permanencia de los vehículos en el edificio, los resultados muestran que el 55% permanece estacionado por más de ocho horas, el 30% entre cuatro y ocho horas y el 15% menos de cuatro horas. Como se observa en la Figura 5, más de la mitad de los vehículos permanece estacionada durante jornadas prolongadas, condición que favorece la implementación de cargadores residenciales de carga lenta o semilenta. Este comportamiento resulta relevante desde el punto de vista técnico, ya que permite proyectar esquemas de carga nocturna o durante horarios de baja rotación, reduciendo la presión sobre la infraestructura y facilitando una operación más organizada del servicio.

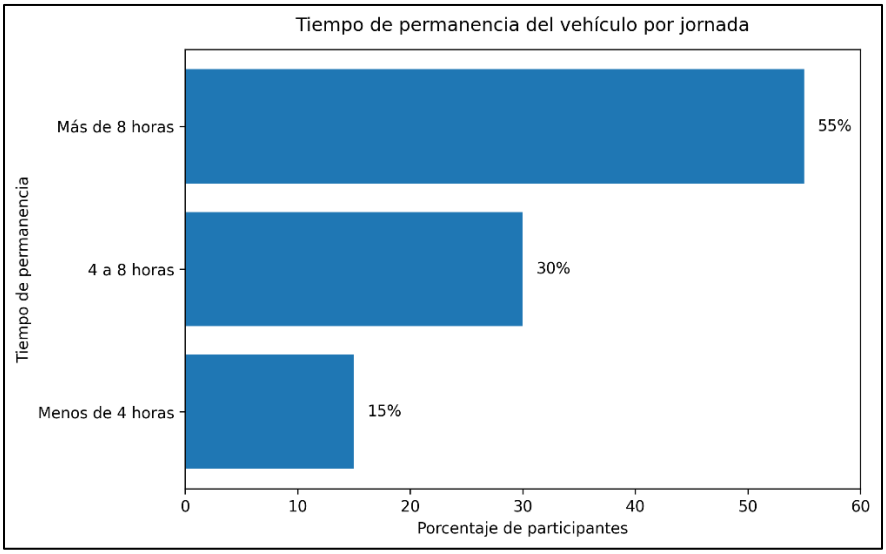


Figure 5. Tiempo de permanencia del vehículo por jornada.

Finalmente, la satisfacción con la experiencia de carga actual presenta resultados moderados o bajos en diferentes aspectos evaluados. La disponibilidad de puntos de carga obtuvo una calificación de 2.5 sobre 5, la velocidad de carga 2.8, la fiabilidad de los cargadores 3.0, el soporte técnico 3.2 y el costo de la recarga 3.5. Como se presenta en la Figura 6, los aspectos con menor valoración corresponden a la disponibilidad y velocidad de carga, lo cual evidencia una percepción de insuficiencia frente a la infraestructura existente fuera del edificio.

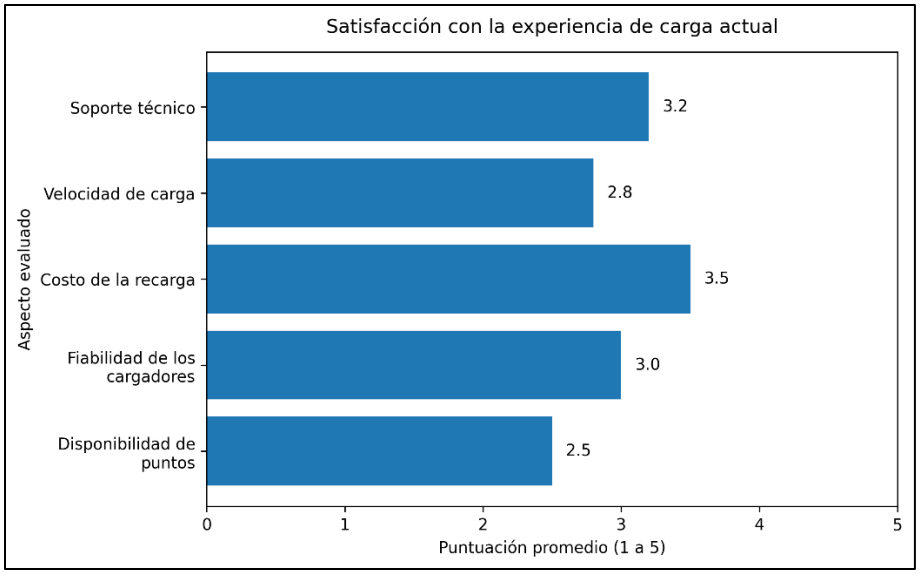


Figure 6. Satisfacción con la experiencia de carga actual.

Nota. La escala de respuesta corresponde a valores entre 1 y 5, donde 1 representa la menor satisfacción y 5 la mayor. Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a residentes del Edificio Terpel PH (n = 82).

Estos resultados permiten señalar que la implementación de estaciones de carga dentro del Edificio Terpel PH podría mejorar la experiencia de los usuarios, especialmente si el sistema garantiza disponibilidad, facilidad de uso, soporte técnico y transparencia en la facturación. La baja satisfacción frente a la infraestructura actual refuerza la importancia de contar con una alternativa interna que responda de manera más directa a las necesidades de los residentes y usuarios del edificio.

En términos generales, los resultados preliminares evidencian tres aspectos relevantes para la investigación. Primero, existe una demanda actual y potencial de infraestructura de carga, sustentada en la proporción de participantes que ya cuentan con vehículo eléctrico o híbrido enchufable. Segundo, la percepción de necesidad e importancia del proyecto es alta, aunque la disposición a pagar es moderada, lo que orienta el análisis hacia esquemas de implementación sin inversión directa para la administración. Tercero, los hábitos de recarga y el tiempo de permanencia de los vehículos hacen viable considerar soluciones residenciales, siempre que estas se encuentren respaldadas por estudios técnicos, cumplimiento normativo, medición individualizada del consumo y condiciones contractuales claras.

De esta manera, los hallazgos iniciales respaldan la continuidad del análisis técnico, económico, jurídico y operativo del proyecto. La evidencia recolectada permite afirmar que la

instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en el Edificio Terpel PH no solo responde a una necesidad funcional de los usuarios, sino que también puede constituir una oportunidad de modernización, valorización y fortalecimiento de la sostenibilidad del inmueble.

Conclusiones preliminares

De acuerdo con los resultados iniciales y con el desarrollo del documento de investigación, puede señalarse que la implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en el Edificio Terpel PH presenta condiciones favorables, siempre que se realice bajo un modelo técnico, contractual y financiero adecuado. La existencia de usuarios que ya cuentan con vehículos eléctricos o híbridos enchufables permite afirmar que el proyecto responde a una necesidad actual y no únicamente a una posibilidad futura.

La percepción de necesidad y de importancia de la infraestructura es alta entre los participantes, lo que evidencia que los cargadores eléctricos son vistos como un servicio relevante para el edificio. Este resultado se relaciona con la transformación de las dinámicas de movilidad en Bogotá y con la necesidad de que las propiedades horizontales empiecen a adaptarse a nuevas formas de uso energético y transporte sostenible.

Sin embargo, la disposición a pagar no presenta el mismo nivel de intensidad que la percepción de necesidad. Esto permite concluir que, aunque existe interés por contar con el servicio, los usuarios podrían mostrar resistencia si la implementación implica costos elevados o una inversión directa por parte de la copropiedad. Por esta razón, el esquema Zero CAPEX aparece como una alternativa pertinente, ya que permite desarrollar el proyecto sin afectar de manera significativa el presupuesto de la administración ni generar cargas económicas colectivas.

Desde la perspectiva técnica, la viabilidad del proyecto debe estar condicionada a la revisión previa de la infraestructura eléctrica del edificio. La instalación de estaciones de carga no debe realizarse sin verificar la capacidad del transformador, las condiciones de las acometidas, la protección de los circuitos y el cumplimiento de las normas técnicas aplicables. Este aspecto es fundamental para evitar riesgos eléctricos y garantizar que el servicio funcione de manera segura y estable.

En el ámbito jurídico y contractual, se evidencia la necesidad de establecer acuerdos claros con el proveedor. El contrato debe definir quién asume la instalación, el mantenimiento, la operación, las garantías, los seguros, la atención de fallas y la responsabilidad ante posibles

incidentes. De no existir claridad en estos puntos, la copropiedad podría quedar expuesta a riesgos técnicos, financieros o legales que afectarían la sostenibilidad del proyecto.

Los resultados también permiten concluir que un sistema interno de carga podría mejorar la experiencia de los usuarios, especialmente si se compara con la baja satisfacción reportada frente a la disponibilidad y velocidad de las alternativas actuales. No obstante, para que esta mejora se materialice, el servicio debe contar con soporte técnico, plataforma de uso sencilla, facturación transparente y medición individualizada del consumo.

En términos generales, la implementación de estaciones de carga puede contribuir a la valorización del Edificio Terpel PH, al fortalecer su imagen como una copropiedad moderna, sostenible y preparada para las nuevas necesidades de movilidad. No obstante, este impacto dependerá de que el proyecto se ejecute de manera ordenada, con estudios previos, respaldo contractual y mecanismos de control administrativo.

Recomendaciones

Se recomienda que el Edificio Terpel PH avance inicialmente en una evaluación técnica de su infraestructura eléctrica, con el fin de determinar si cuenta con la capacidad necesaria para soportar la instalación de estaciones de carga. Esta revisión debe incluir el estado del transformador, la demanda actual del edificio, la capacidad disponible, las acometidas, los sistemas de protección y los requerimientos establecidos por el RETIE.

También se recomienda priorizar un modelo de implementación sin inversión para la administración, en el cual el proveedor asuma los costos de instalación, operación, mantenimiento y actualización tecnológica. Este esquema resulta coherente con los resultados obtenidos, debido a que existe una alta percepción de necesidad, pero una disposición moderada a asumir costos adicionales.

Antes de seleccionar un proveedor, se recomienda solicitar varias propuestas y compararlas no solo por el costo del servicio, sino también por las garantías ofrecidas, la experiencia en propiedad horizontal, los tiempos de respuesta, las condiciones de mantenimiento, la plataforma de facturación, la disponibilidad del servicio y las pólizas de responsabilidad civil. Esta comparación permitirá reducir asimetrías de información y fortalecer la capacidad de negociación de la copropiedad.

Desde el punto de vista jurídico, se recomienda que cualquier contrato sea revisado previamente por un profesional con conocimiento en propiedad horizontal y contratación de servicios tecnológicos. El documento debe incluir cláusulas claras sobre responsabilidades, garantías, seguros, penalidades, causales de terminación, manejo de datos personales, cumplimiento normativo y mecanismos de solución de controversias.

En materia de facturación, se recomienda que el proveedor sea el responsable directo de emitir la factura electrónica al usuario final, cumpliendo con los requisitos exigidos por la DIAN. De esta manera, se evita que la propiedad horizontal asuma obligaciones tributarias que no le corresponden y se garantiza mayor transparencia en el cobro del servicio.

Asimismo, se recomienda implementar sistemas de medición individualizada del consumo, de manera que cada usuario pague únicamente por la energía utilizada. Esta medida es fundamental para evitar conflictos entre residentes, asegurar la trazabilidad del consumo y mantener un principio de equidad dentro de la copropiedad.

Se recomienda que el proveedor entregue reportes periódicos a la administración, en los cuales se incluyan datos sobre consumo total, número de usuarios, sesiones de carga, ingresos generados, fallas presentadas, tiempos de indisponibilidad y actividades de mantenimiento. Estos reportes permitirán realizar seguimiento al funcionamiento del sistema y tomar decisiones con base en información verificable.

Finalmente, se sugiere iniciar con una fase piloto o una implementación gradual, en lugar de instalar un número elevado de cargadores desde el comienzo. Esta estrategia permitiría observar la demanda real, evaluar la satisfacción de los usuarios, identificar posibles ajustes técnicos y definir si es necesario ampliar la infraestructura en etapas posteriores.

Referencias

Antonio Gabriel Castillo Medina, M., Esteban Fernando López Espinel, M., Giovanny Vinicio Pineda Silva, M., & Jorge Andrés Rodas Buenaño, M. (2024). *Examining the transition to electric mobility: impact of charging infrastructure on the adoption of plug-in electric vehicles*. https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/4065/3973

Congreso de la República de Colombia. (2001). *Ley 675 de 2001: Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal. Diario Oficial No. 44.509.* https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4163

Congreso de la República de Colombia. (2019). *Ley 1964 de 2019: Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.179.* https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=90328

EL MINISTRO DE MINAS Y ENERGÍA. (2024). *Resolución 40304 del 2 de julio de 2025 RETIE*.

Funke, S. Á., Sprei, F., Gnann, T., & Plötz, P. (2019). How much charging infrastructure do electric vehicles need? A review of the evidence and international comparison. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *77*, 224–242. https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.10.024

Hardman, S. (2019). Understanding the impact of reoccurring and non-financial incentives on plug-in electric vehicle adoption – A review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *119*, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.11.002

International Energy Agency. (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. https://doi.org/10.1787/c8328405-en

Levinson, R. S., & West, T. H. (2018). Impact of public electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *64*, 158–177. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.10.006

Maldonado, Y. A. M., Acevedo, C., Jerez, E., Sarmiento, C., De La Rosa, M., & Ospino, A. (2021). Transition of electric mobility in colombia: Technical and economic evaluation of scenarios for the integration of e-taxis in bucaramanga. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *11*(4), 461–469. https://doi.org/10.32479/ijeep.11084

Ministerio de Minas y Energía. (2022). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). República de Colombia.* https://www.minenergia.gov.co

Prina, M. G., Lionetti, M., Manzolini, G., Sparber, W., & Moser, D. (2019). Transition pathways optimization methodology through EnergyPLAN software for long-term energy planning. *Applied Energy*, *235*, 356–368. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.099

Salinas, L., Cedeño, J., Ibarra, G., & Ibarra, 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

Tabares, E. M., Andrés, C., Toro, R., Andrés, D., Londoño, C., Emilio, S., & Mejía, R. (2021). *ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL MERCADO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN COLOMBIA*. https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1970/1652

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2023). *Movilidad eléctrica en Colombia: avances y perspectiva*. https://www.upme.gov.co/

Yeh, S. (2007). An empirical analysis on the adoption of alternative fuel vehicles: The case of natural gas vehicles. *Energy Policy*, *35*(11), 5865–5875. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.06.012

Ai, S., Chakravorty, A., & Rong, C. (2018). Household EV charging demand prediction using machine and ensemble learning. *Proceedings - 2nd IEEE International Conference on Energy Internet, ICEI 2018*, 163–168. https://doi.org/10.1109/ICEI.2018.00037

Al-Khazaleh, S., Badwan, N., Qubbaj, I., & Almashaqbeh, M. (2024). Level of financial disclosures for listed insurance companies using ISO 31000: empirical evidence from Jordan and Palestine. *Asian Review of Accounting*, *33*(2), 386–407. https://doi.org/10.1108/ARA-05-2024-0151

Andrenacci, N., & Valentini, M. P. (2023). A Literature Review on the Charging Behaviour of Private Electric Vehicles. *Applied Sciences (Switzerland)*, *13*(23). https://doi.org/10.3390/app132312877

Antonio Gabriel Castillo Medina, M., Esteban Fernando López Espinel, M., Giovanny Vinicio Pineda Silva, M., & Jorge Andrés Rodas Buenaño, M. (2024). *Examining the transition to electric mobility: impact of charging infrastructure on the adoption of plug-in electric vehicles*.

https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/4065/3973

Barter, G. E., Reichmuth, D., Westbrook, J., Malczynski, L. A., West, T. H., Manley, D. K., Guzman, K. D., & Edwards, D. M. (2012). Parametric analysis of technology and policy tradeoffs for conventional and electric light-duty vehicles. *Energy Policy*, *46*, 473–488. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.013

Burnham, A., Dufek, E. J., Stephens, T., Francfort, J., Michelbacher, C., Carlson, R. B., Zhang, J., Vijayagopal, R., Dias, F., Mohanpurkar, M., Scoffield, D., Hardy, K., Shirk, M., Hovsapian, R., Ahmed, S., Bloom, I., Jansen, A. N., Keyser, M., Kreuzer, C., … Tanim, T. R. (2017). Enabling fast charging – Infrastructure and economic considerations. *Journal of Power Sources*, *367*, 237–249. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.06.079

Coloma, G. (2001). An economic analysis of horizontal property. *International Review of Law and Economics*, *21*(3), 343–354. https://doi.org/10.1016/S0144-8188(01)00064-3

Congreso de la República de Colombia. (2001). *Ley 675 de 2001: Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal. Diario Oficial No. 44.509.* https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4163

Congreso de la República de Colombia. (2019). *Ley 1964 de 2019: Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.179.* https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=90328

DIAN. (2020). *RESOLUCIÓN NÚMERO 000042*.

EL MINISTRO DE MINAS Y ENERGÍA. (2024). *Resolución 40304 del 2 de julio de 2025 RETIE*.

Funke, S. Á., Sprei, F., Gnann, T., & Plötz, P. (2019). How much charging infrastructure do electric vehicles need? A review of the evidence and international comparison. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *77*, 224–242. https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.10.024

Habib, S., Kamran, M., & Rashid, U. (2015). Impact analysis of vehicle-to-grid technology and charging strategies of electric vehicles on distribution networks - A review. *Journal of Power Sources*, *277*, 205–214. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.12.020

Hardman, S. (2019). Understanding the impact of reoccurring and non-financial incentives on plug-in electric vehicle adoption – A review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *119*, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.11.002

International Energy Agency. (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. https://doi.org/10.1787/c8328405-en

Levinson, R. S., & West, T. H. (2018). Impact of public electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *64*, 158–177. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.10.006

Liu, D., Wang, W., Wang, L., Jia, H., & Shi, M. (2021). Dynamic Pricing Strategy of Electric Vehicle Aggregators Based on DDPG Reinforcement Learning Algorithm. *IEEE Access*, *9*, 21556–21566. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3055517

Maldonado, Y. A. M., Acevedo, C., Jerez, E., Sarmiento, C., De La Rosa, M., & Ospino, A. (2021). Transition of electric mobility in colombia: Technical and economic evaluation of scenarios for the integration of e-taxis in bucaramanga. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *11*(4), 461–469. https://doi.org/10.32479/ijeep.11084

Ministerio de Minas y Energía. (2022). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). República de Colombia.* https://www.minenergia.gov.co

Olabi, A. G., Onumaegbu, C., Wilberforce, T., Ramadan, M., Abdelkareem, M. A., & Al – Alami, A. H. (2021). Critical review of energy storage systems. *Energy*, *214*. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118987

Prina, M. G., Lionetti, M., Manzolini, G., Sparber, W., & Moser, D. (2019). Transition pathways optimization methodology through EnergyPLAN software for long-term energy planning. *Applied Energy*, *235*, 356–368. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.099

Reimann, W., & Männel, R. (2008). Influence of vehicle electrical energy on fuel consumption. *ATZelektronik worldwide*, *3*(1), 4–9. https://doi.org/10.1007/bf03242147

Rivero, A. Á. L. (2014). De sistema mecánico a sistema tecnológico complejo El caso de los automóviles. *Contaduría y Administración*, *59*(2), 11–39. https://doi.org/10.1016/s0186-1042(14)71253-7

Salinas, L., Cedeño, J., Ibarra, G., & Ibarra, 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

Shahriar, S., Al-Ali, A. R., Osman, A. H., Dhou, S., & Nijim, M. (2021). Prediction of EV charging behavior using machine learning. *IEEE Access*, *9*, 111576–111586. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3103119

Tabares, E. M., Andrés, C., Toro, R., Andrés, D., Londoño, C., Emilio, S., & Mejía, R. (2021). *ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL MERCADO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN COLOMBIA*. https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1970/1652

Technology Acceptance Model - an overview | ScienceDirect Topics. (s/f). Recuperado el 23 de marzo de 2026, de https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/technology-acceptance-model

Tuo, L., Rezaee, Z., & Gao, L. (2024). Is there a tradeoff between management earnings forecasts and sustainability reporting? *Global Finance Journal*, *59*. https://doi.org/10.1016/j.gfj.2023.100908

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2023). *Movilidad eléctrica en Colombia: avances y perspectiva*. https://www.upme.gov.co/

Wei, W., Zhang, Z., Liu, P., Wang, Z., & Xue, L. (2020). Analyzing Charging Behavior of Electric City Buses in Typical Chinese Cities. *IEEE Access*, *8*, 4466–4474. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2963258

Yeh, S. (2007). An empirical analysis on the adoption of alternative fuel vehicles: The case of natural gas vehicles. *Energy Policy*, *35*(11), 5865–5875. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.06.012

Zhang, X., Gao, F., Gong, X., Wang, Z., & Liu, Y. (2018). *Comparison of Climate Change Impact Between Power System of Electric Vehicles and Internal Combustion Engine Vehicles*. 739–747. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0158-2_75

Zhang, Z., Peng, P., Wang, Z., Lin, N., & Wang, Z. (2026). A charging start time prediction method for electric vehicles based on improved SVM and RF. *Journal of Energy Storage*, *152*, 120457. https://doi.org/10.1016/j.est.2026.120457

Zhao, Z., & Lee, C. K. M. (2022). Dynamic Pricing for EV Charging Stations: A Deep Reinforcement Learning Approach. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, *8*(2), 2456–2468. https://doi.org/10.1109/TTE.2021.3139674

Zhou, K., Cheng, L., Wen, L., Lu, X., & Ding, T. (2020). A coordinated charging scheduling method for electric vehicles considering different charging demands. *Energy*, *213*. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118882