



**VALIDACIÓN DE UNA HOJA DE RUTA SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA
MIPYMES QUE PROYECTEN ACCIONES EN ECONOMÍA CIRCULAR**

LORENA CATALINA BARBOSA VENEGAS

CLEYSSON YAMID PADILLA CORTÉS

FREDERICK ALEXANDER ZARBET

Universidad Ean

Facultad de ingeniería

Maestría en gerencia de proyectos

Bogotá, Colombia

3/05/2026

**VALIDACIÓN DE UNA HOJA DE RUTA SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA
MIPYMES QUE PROYECTEN ACCIONES EN ECONOMÍA CIRCULAR**

LORENA CATALINA BARBOSA VENEGAS

CLEYSSON YAMID PADILLA CORTÉS

FREDERICK ALEXANDER ZARBET

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Gerencia de Proyectos

Director (a):

JOSE ALEJANDRO MARTINEZ SEPULVEDA

Modalidad:

Consultoría Profesional

Universidad Ean

Facultad de ingeniería

Maestría en gerencia de proyectos

Bogotá, Colombia

3/05/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá DC, 3/05/2026

A todos aquellos que entienden que el
tiempo es el recurso más valioso,
y que cada día representa una
oportunidad para transformar ideas en
realidad.

Carpe diem

“Aprovecha el día, no confíes en el
mañana”

Horacio, Odas (I, 11)

"Quien planta árboles sabiendo que nunca
se sentará bajo su sombra, ha comenzado
a comprender el sentido de la vida"

Tagore, Rabindranath.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por brindarnos la vida, la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar este proceso académico y personal, guiándonos en cada etapa de este proyecto.

Expresamos un especial agradecimiento a José Alejandro Martínez Sepúlveda, su compromiso, así como su disposición para acompañarnos en la experiencia académica en España, fueron fundamentales para fortalecer nuestra visión, enriquecer el análisis y avanzar de manera significativa en la construcción de este proyecto.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación permanente, que fueron pilares esenciales para afrontar los retos y mantenernos firmes en el cumplimiento de este objetivo.

Finalmente, agradecemos a la Universidad EAN, por brindarnos la formación académica, los espacios de aprendizaje y las herramientas necesarias para el desarrollo de este trabajo, contribuyendo a nuestra formación profesional y personal.

Resumen

El presente trabajo de grado aborda la validación de una hoja de ruta de eficiencia energética orientada a MiPymes colombianas que proyectan acciones en economía circular. Como antecedente, se toma el modelo de la hoja de ruta previamente desarrollado para PH Plásticos Hogar S.A.S. (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025). El objetivo del estudio fue evaluar la viabilidad técnica, económica y organizacional de dicha hoja de ruta mediante su aplicación en empresas del sector, particularmente en Agencia Droí S.A.S. La metodología adoptada corresponde a una consultoría profesional con enfoque descriptivo-exploratorio, utilizando un muestreo no probabilístico de 15 MiPymes, instrumentos de encuesta tipo Likert, entrevistas y análisis de consumo energético. Asimismo, se desarrolló una prueba de concepto (PoC) para validar la aplicabilidad del modelo.

Los resultados evidencian un bajo nivel de madurez en eficiencia energética (promedio 1.71/5), con limitaciones en gobernanza, medición y capacidades técnicas, pero con alta disposición a implementar mejoras. La hoja de ruta fue ajustada incorporando fases progresivas, indicadores de seguimiento y estrategias de implementación gradual. Se concluye que el modelo es viable y adaptable en MiPymes del sector servicios, siempre que se adapte a su nivel de madurez organizacional, priorizando capacidades habilitadoras antes de inversiones tecnológicas.

Palabras clave: Eficiencia energética, economía circular, MiPymes, sostenibilidad, hoja de ruta, energía renovable, gestión energética.

Abstract

This thesis addresses the validation of an energy efficiency roadmap for Colombian SMEs planning circular economy initiatives. As background, it uses the model developed for PH Plásticos Hogar S.A.S. The objective of the study was to evaluate the technical, economic, and organizational feasibility of this roadmap through its application in companies within the sector, particularly Agencia Droi S.A.S. The methodology adopted was a professional consultancy with a descriptive-exploratory approach, using a non-probabilistic sample of 15 SMEs, Likert-type survey instruments, interviews, and energy consumption analysis. A proof of concept (PoC) was also developed to validate the model's applicability.

The results reveal a low level of maturity in energy efficiency (average 1.71/5), with limitations in governance, measurement, and technical capabilities, but with a high willingness to implement improvements. The roadmap was adjusted to incorporate progressive phases, monitoring indicators, and gradual implementation strategies. It is concluded that the model is viable and adaptable within service sector SMEs, provided it is adapted to their level of organizational maturity, prioritizing enabling capabilities over technological investments.

Keywords: Energy efficiency, circular economy, SMEs, sustainability, roadmap, renewable energy, energy management.

Contenido

Lista de ilustraciones.....	14
Lista de tablas	16
Introducción	17
Objetivos.....	20
<i>Objetivo general.....</i>	<i>20</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>20</i>
Justificación	22
Marco Institucional.....	25
Marco Contextual y Conceptual	27
<i>Marco conceptual</i>	<i>27</i>
<i>Marco contextual</i>	<i>34</i>
Diseño Metodológico de la Consultoría.....	37
<i>Evaluación de la hoja de ruta propuesta:</i>	<i>38</i>
<i>Procesamiento de datos</i>	<i>43</i>
<i>Cálculo de puntajes</i>	<i>44</i>
Resultados y Análisis de los resultados	46
<i>Fortalezas.....</i>	<i>57</i>

<i>Oportunidades de Mejora</i>	<i>58</i>
<i>Resultados de la prueba de concepto</i>	<i>60</i>
Hoja de Ruta Mejorada	65
<i>Indicadores de seguimiento sugeridos</i>	<i>73</i>
Conclusiones y Recomendaciones	76
<i>Conclusiones</i>	<i>76</i>
<i>Recomendaciones</i>	<i>77</i>
Referencias	80
ANEXOS	85
<i>Anexo A: Encuesta para captura de información</i>	<i>85</i>
<i>Anexo B: Prueba de concepto para la validación de la hoja de ruta de transición sostenible en Agencia Droí S.A.S.</i>	<i>88</i>
<i>Anexo C: resultados de la encuesta por pregunta</i>	<i>106</i>

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 <i>Madurez por Empresa y Dimensión</i>	48
Ilustración 2 <i>Promedio Grupal por Dimensión</i>	51
Ilustración 3 <i>Perfil Radar: Top 3, Bottom 3 y Promedio Grupal</i>	53
Ilustración 4 <i>Ranking de Madurez Global</i>	54
Ilustración 5 <i>Área Administrativa</i>	93
Ilustración 6 <i>Área de Recepción</i>	93
Ilustración 7 <i>Área de Soporte</i>	93
Ilustración 8 <i>Servidores</i>	93
Ilustración 9 <i>Área de gerencia</i>	94
Ilustración 10 <i>Área de desarrollo de software</i>	94
Ilustración 11 <i>Pantalla led publicitaria</i>	94
Ilustración 12 <i>Letrero Led</i>	96
Ilustración 13 <i>Computadores Comerciales</i>	96
Ilustración 14 <i>Computadores Técnicos</i>	97
Ilustración 15 <i>Mueble de cafetería</i>	97
Ilustración 16 <i>Paneles Solares Instalados</i>	98
Ilustración 17 <i>Baterías e Inversor</i>	98
Ilustración 18 <i>Caneca Principal de Desechos</i>	100
Ilustración 19 <i>Bodega de Almacenamiento de Desechos Electrónicos</i>	100
Ilustración 20 <i>Área Asignada para Elementos Tecnológicos para Desecho</i>	100
Ilustración 21 <i>Equipos Remanufacturados de Segunda Mano para su Venta</i>	100
Ilustración 22 <i>Indicadores Clave SI/NO</i>	106

Ilustración 23 *Grafica ¿Está alineada su estrategia con la Estrategia Nacional de Economía*

Circular (ENEC)? 108

Ilustración 24 *Grafica de resultados ¿La alta dirección apoya la adopción de eficiencia energética*

y circularidad como ejes de gestión? 109

Lista de tablas

Tabla 1	Puntajes individuales por dimensión	47
Tabla 2	Clasificación de empresas por Índice de Madurez Global y Segmento	56
Tabla 3	Distribución de la Muestra por Segmento de Madurez.....	56
Tabla 4	Elementos validados de la hoja de ruta original mediante la prueba de concepto.....	60
Tabla 5	Análisis PESTEL Aplicado a Agencia Droí S.A.S.	61
Tabla 6	Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter – Agencia Droí S.A.S.	62
Tabla 7	Matriz FODA – Agencia Droí S.A.S.	63
Tabla 8	Resultados de adaptabilidad	64
Tabla 9	Estructura Mejorada	68
Tabla 10	Proyectos Recomendados Implementación Tecnológica	72
Tabla 11		74
Tabla 12	Consumo de Energía Eléctrica – Sede Villavicencio (2025–2026).....	90
Tabla 13	Consumo de Energía Eléctrica – Sede Bogotá (2025–2026)	90
Tabla 14	Activos electrónicos sede Villavicencio – Meta	92
Tabla 15	Activos Electrónicos Sede Bogotá DC.....	96
Tabla 16	Hoja de Ruta para la Transición Sostenible – Agencia Droí S.A.S. (2026–2028)	101
Tabla 17	Marco Sugerido de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) para Sostenibilidad.....	104
Tabla 18	Escala Likert.....	107
Tabla 19	Alineación con la estrategia nacional de la economía circular	108
Tabla 20	Apoyo de la dirección en la eficiencia energética y circularidad	109

Introducción

El presente trabajo de consultoría profesional se enmarca en el campo de la eficiencia energética y la economía circular aplicada a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes) colombianas, área de conocimiento alineada con la línea de investigación EREE (Energías Renovables y Eficiencia Energética) del grupo INDEVOS de la Universidad EAN. La relevancia de este campo radica en la urgencia de transformar los modelos productivos hacia sistemas más sostenibles que permitan reducir emisiones de gases de efecto invernadero, optimizar el uso de recursos energéticos y fortalecer la competitividad empresarial en mercados cada vez más exigentes en términos de sostenibilidad ambiental.

En Colombia, las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) enfrentan múltiples desafíos al desarrollar o implementar planes de eficiencia energética, problemáticas que van desde barreras financieras estructurales hasta limitaciones técnicas y de conocimiento, además de la falta de un marco estratégico claro u hoja de ruta para llevar a cabo dichos planes de manera exitosa. Entre las principales barreras identificadas se encuentran: barreras financieras, como los altos costos iniciales de inversión y la dificultad de acceso a financiamiento (Valencia y otros, 2018, págs. 11-13); barreras de conocimiento, evidenciadas en la falta de conocimiento técnico del empresario acerca de prácticas y tecnologías que ayuden a reducir y optimizar el consumo de energía; barreras tecnológicas, relacionadas con la falta de disponibilidad de equipos eficientes localmente; barreras regulatorias, manifestadas en la ausencia de políticas incentivadoras específicas; barreras organizacionales, donde propietarios con roles múltiples no logran visualizar estratégicamente las necesidades de cambio energético; y barreras técnicas,

como instalaciones eléctricas, de gas u otras fuentes peligrosas que impiden implementar mejoras (Rengifo Caicedo, Sergio, 2024).

Este contexto crítico, sumado a la presión internacional derivada de los compromisos climáticos del Acuerdo de París y las exigencias de los mercados europeos sobre estándares de sostenibilidad, genera una oportunidad y una urgencia simultánea para que las MiPymes colombianas del sector de economía circular adopten estrategias efectivas de eficiencia energética (umweltbundesamt, 2025). No obstante, la ausencia de herramientas metodológicas validadas y adaptadas a la realidad operativa, financiera y cultural de estas empresas representa una limitación importante para su implementación exitosa.

Ante este panorama, el presente trabajo de consultoría busca responder la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes) colombianas pueden adoptar eficazmente prácticas de eficiencia energética que impulsen tanto su sostenibilidad, así como su competitividad en el mercado sobre la base de la economía circular?

Para abordar esta pregunta, el estudio parte de la necesidad de validar y complementar la hoja de ruta desarrollada previamente para PH Plásticos Hogar S.A.S., la cual propone un modelo escalonado de implementación de estrategias de eficiencia energética fundamentado en bases de economía circular. La consultoría profesional desarrollada permitió contrastar la aplicabilidad de dicho modelo mediante una prueba de concepto (PoC) en empresas MiPymes con características organizacionales similares, evaluar su viabilidad técnica, económica y comportamental, e integrar aprendizajes de buenas prácticas internacionales observadas en el ecosistema empresarial de Mataró, España, para fortalecer la propuesta metodológica.

El documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se presentan los objetivos, el general y los específicos que orientan el alcance del estudio; posteriormente, se desarrolla la justificación que fundamenta la relevancia académica, empresarial y social del proyecto. A continuación, se expone el marco institucional de las entidades vinculadas (MinCIT e iNNpulsa Colombia), seguido del marco conceptual y contextual, que articula los fundamentos teóricos sobre eficiencia energética, el principio EE1st, la economía circular y el ecosistema normativo colombiano. Luego se presenta el diseño metodológico de la consultoría, que describe el enfoque de validación en cinco dimensiones críticas, los instrumentos utilizados y el plan de trabajo desarrollado. Posteriormente, se expone el diagnóstico organizacional, que incluye el procesamiento de datos recopilados mediante encuestas, entrevistas y la visita técnica internacional, así como el análisis de resultados obtenidos. En la sección de resultados de la solución, se presentan las mejoras, ajustes y complementos realizados a la hoja de ruta original, evidenciando el valor agregado de la consultoría. Finalmente, se formulan las conclusiones y recomendaciones derivadas del proceso de validación, orientadas a facilitar la adaptabilidad del modelo para su implementación en otras MiPymes del sector de economía circular en Colombia.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica, económica y organizacional de la hoja de ruta sobre eficiencia energética y economía circular desarrollada originalmente para PH Plásticos Hogar S.A.S., con el fin de determinar su potencial de adaptabilidad en diferentes tipos de MiPymes.

Objetivos específicos

El proceso de validación de la hoja de ruta se estructura a partir de los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la aplicabilidad del modelo de diagnóstico propuesto en la hoja de ruta de referencia (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025), mediante la evaluación del nivel de madurez energética y circular en cinco dimensiones críticas dentro de una muestra de quince (15) MiPymes colombianas.
- Validar la transferencia metodológica de la hoja de ruta mediante el desarrollo de una prueba de concepto (PoC) en una empresa seleccionada que proyecten acciones en economía circular.
- Establecer las condiciones de aceptabilidad de la propuesta estratégica, a partir del análisis de la disposición organizacional y el interés de los empresarios frente a alternativas de eficiencia energética.

- Formular la versión adaptada y optimizada de la hoja de ruta, integrando la evaluación de la viabilidad técnica, económica y organizacional derivada del análisis del sector y la retroalimentación de los participantes.

Justificación

La presente consultoría profesional surge de la necesidad de fortalecer, validar y verificar la efectividad de la hoja de ruta previamente propuesta para PH Plásticos Hogar S.A.S. (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025) desarrollada para mejorar la eficiencia energética de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) en Colombia, especialmente en los sectores manufactureros de plásticos, donde el consumo energético y la gestión de residuos son desafíos críticos. Según el Balance Energético Colombiano (UPME, 2021), el sector industrial concentra aproximadamente 304,5 PJ del consumo energético nacional, siendo los sectores de manufactura intensiva (entre ellos el plástico) los de mayor participación proporcional.

Este proyecto de validación es fundamental ya que aborda los siguientes pilares estratégicos:

Optimización de un modelo de negocios: En este sector, el poder de negociación de los clientes es alto, además una realidad latente es la amenaza de productos sustitutos como los bioplásticos, cuyo mercado en Latinoamérica alcanzó 910 millones de dólares en 2025 y se proyecta a 2.020 millones de dólares en 2033 (IMARC Group, s.f.), con una tasa de crecimiento anual del 8.83%. Al validar la hoja de ruta, se busca asegurar que las estrategias de eficiencia energética y economía circular generen un valor agregado tangible para el cliente final y reduzcan costos. Según (RevistaEntoRnos, 2025) Colombia Productiva (2025), las MiPymes que implementaron medidas de eficiencia energética lograron una reducción promedio del 23,8% en el consumo de energía y del 25% en sus costos energéticos, con ahorros anuales

promedio de hasta \$60 millones de pesos. La verificación de la hoja de ruta permite ratificar si las optimizaciones en sostenibilidad - como el incremento del porcentaje de material reciclado del 40 % al 65 % (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025) - pueden ser comunicadas de forma eficaz y verificable para reforzar la posición competitiva de la empresa.

- **Crear un modelo fácilmente adaptable a cualquier contexto**

organizacional: Validar la hoja de ruta desarrollada para PH Plásticos Hogar S.A.S. (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025) permite generar un marco de referencia verificable para Latinoamérica y otras MiPymes que deseen una producción más sostenible. Las MiPymes representan más del 99% del tejido empresarial y generan cerca del 60% del empleo formal en Latinoamérica (Mesa, Mipymes sostenibles: su importancia, desafíos y la ruta para avanzar, 2024), lo que convierte cualquier guía práctica adaptable en un instrumento de alto impacto sectorial. Documentar la implementación, el monitoreo y los resultados de las estrategias estará alineado con marcos internacionales como la ISO 14001, la ISO 50001 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) y el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura).

- **Impacto Social y Organizacional:** La validación de esta hoja de ruta trasciende lo ambiental y económico para generar impactos tangibles en las dimensiones social y organizacional. Al reducir el consumo energético y los costos operativos, las MiPymes tienen recursos que pueden dirigirse a mejorar

las condiciones laborales, capacitar al talento humano y fortalecer su manejo y control del cambio. Integrar practicas sostenibles fortalece la competitividad, mejora las condiciones laborales y contribuye a los objetivos sociales y ambientales de las organizaciones (Mesa, Consejo Colombiano de Seguridad, 2024). A nivel organizacional, contar con una hoja de ruta validada facilita la toma de decisiones gerenciales basada en evidencia, mejora la gestión del cambio interno y posiciona a la empresa frente a exigencias regulatorias y de mercado cada vez más estrictas en materia de sostenibilidad. Asimismo, (Vanegas & Botero, 2012) Identificaron que la ausencia de información contextualizada, los altos costos iniciales y la falta de incentivos son las principales barreras para la eficiencia energética en microempresas colombianas, barreras que una hoja de ruta validada y documentada contribuye directamente a eliminar.

Validar este proyecto no solo es una necesidad económica y ambiental, sino también una oportunidad estratégica para que las MiPymes circulares fortalezcan su sostenibilidad, su innovación y su rol en la transición hacia una economía baja en carbono, generando simultáneamente valor social, competitividad organizacional y un referente replicable para en Colombia y la región.

Marco Institucional

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT)

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT) es un organismo del Gobierno de Colombia encargado de formular, coordinar y ejecutar las políticas nacionales en los ámbitos de comercio, industria y turismo, con el propósito de promover la competitividad, la productividad y el desarrollo económico del país (Gobierno de Colombia, 2025)

Misión

“El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo promueve el desarrollo económico y el crecimiento empresarial, impulsa el comercio, la industria y el turismo, con el fin de mejorar la competitividad y sostenibilidad de los bienes y servicios que producen los colombianos” (Gobierno de Colombia, 2025).

Visión

El MinCIT proyecta consolidarse como una entidad que lidere la transformación productiva y comercial del país, fortaleciendo empresas altamente competitivas, innovadoras y sostenibles, capaces de participar con éxito en mercados nacionales e internacionales (Gobierno de Colombia, 2025).

iNNpulsa Colombia

iNNpulsa Colombia es la agencia de emprendimiento e innovación del Estado, adscrita al MinCIT. Su objetivo principal es fortalecer el ecosistema emprendedor e innovador del país, apoyar a los emprendimientos con alto potencial de crecimiento y promover la innovación empresarial y tecnológica como motor de la productividad y la sostenibilidad (iNNpulsa Colombia, 2025)

Misión

“Impulsamos el cierre de brechas tecnológicas y el desarrollo de soluciones digitales, el fortalecimiento de las industrias de alta tecnología y la consolidación de modelos de crecimiento sostenible para emprendimientos e innovación en Colombia” (iNNpulsa Colombia, 2025).

Visión

La entidad proyecta generar impactos significativos en la transformación productiva del país, facilitando que los emprendimientos innovadores escalen y tengan incidencia regional, contribuyendo al desarrollo sostenible, equitativo y competitivo de Colombia (iNNpulsa Colombia, 2025).

Marco Contextual y Conceptual

Marco conceptual

Desde hace mucho tiempo, la economía lineal ha sido un modelo dominante, centrándose en la extracción, producción, consumo y desecho de productos. Sin embargo, este modelo ha resultado insostenible, causando daños en el medio ambiente y generando agotamiento a los recursos naturales. Por ello, en las últimas décadas, han surgido nuevos enfoques que intentan impulsar un desarrollo más sostenible.

Uno de los pilares fundamentales que integra el desarrollo sostenible es la eficiencia energética, la cual consiste en optimizar el uso de la energía para mejorar la productividad de los recursos sin sacrificar la calidad de vida. Es decir, no se trata de dejar de usar la energía que necesitamos en el día a día, sino hacerlo de forma consciente y responsable.

EE1st: Eficiencia Energética Primero

La validación y estructuración de una hoja de ruta adecuada para las MIPYMES colombianas en economía circular se fundamenta en el principio de "La Eficiencia Energética Primero" (**EE1st**), el cual establece un criterio prioritario de decisión. Este principio postula que, para satisfacer las necesidades energéticas al tiempo que se avanza hacia una producción más limpia y circular, se deben considerar y priorizar sistemáticamente las inversiones en medidas de eficiencia en el lado de la demanda (como el ahorro energético en los procesos productivos) y de la oferta, siempre que estas representen una alternativa más costo-efectiva que la simple expansión de la infraestructura energética. Esta aproximación es crucial para las MIPYMES, ya que permite maximizar los beneficios económicos y ambientales, alineando la reducción de costos operativos con la disminución de la huella de carbono. Como eje central

conceptual, para la validación de dicha hoja de ruta se adopta la definición de Tim Mandel, que articula el EE1st como "un principio de decisión para la planificación, inversión y formulación de políticas relacionadas con la energía dentro de unos límites del sistema dados. Prioriza los recursos de la demanda y la eficiencia del lado de la oferta siempre que estos sean más rentables para cumplir con los objetivos de la decisión que los recursos predeterminados del lado de la oferta" (Mandel y otros, 2022). Así, la hoja de ruta operacionalizará este principio, guiando a las empresas a evaluar primero las oportunidades de eficiencia como la solución más inteligente y sostenible para su competitividad en el marco de la economía circular.

Economía Circular

Otro de los conceptos para tener en cuenta es la economía circular (ONU Naciones Unidas, 2021), la cual se fundamenta en los principios de ecología industrial, conceptos de eficiencia energética y factores de políticas públicas locales y regionales. Los tres principios fundamentales establecidos por Ellen MacArthur Foundation guían la transición sistémica como: Eliminar residuos y contaminación mediante el diseño generativo, circular productos y materiales manteniéndolos en uso el mayor tiempo posible y regenerando la naturaleza devolviendo los nutrientes a los ecosistemas.

Regulación legal

Colombia tiene estructurado un marco regulatorio multinivel para incentivar planes de eficiencia energética, economía circular, y energías limpias a nivel empresarial que incluye:

Ley 1715 de 2014: Fundamento Legal de la Transición Energética

La Ley 1715 de 2014 "Integración de las Energías Renovables No Convencionales al Sistema Energético Nacional" constituye el marco legal fundamental para promover Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y gestión eficiente de la energía en Colombia. La ley declara estas actividades como asuntos de utilidad pública e interés social fundamental, reconociendo que son esenciales para la diversificación del abastecimiento energético, la competitividad económica nacional y la protección ambiental (CONGRESO DE COLOMBIA, 2014).

Incentivos tributarios y arancelarios disponibles:

- Deducción del 50% de la inversión en impuesto sobre la renta para proyectos de FNCE y gestión eficiente de energía (Artículo 11).
- Exclusión de IVA a equipos y servicios nacionales o importados destinados a proyectos de FNCE y gestión eficiente de la energía (Artículo 12).
- Exención de aranceles en la importación de equipos para proyectos de FNCE y gestión eficiente de la energía (Artículo 13).
- Depreciación acelerada de activos (hasta 33.33% anual) utilizados en generación con FNCE o gestión eficiente de energía (Artículo 14).

Estos incentivos resultan particularmente relevantes para MiPymes que buscan implementar sistemas solares fotovoltaicos, motores de alta eficiencia, iluminación LED industrial y sistemas de automatización energética (Estudio legal hernandez, 2021).

Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) 2019-2030

La ENEC define la economía circular como "sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Este marco estratégico posiciona explícitamente la eficiencia energética como componente integral de la circularidad empresarial, creando un nexo formal entre ambos objetivos de política pública.

La ENEC se fundamenta en tres principios adoptados de la Ellen MacArthur Foundation:

- Eliminar residuos y contaminación mediante diseño generativo: Rediseñar productos y procesos para que no generen residuos desde su origen.
- Mantener productos y materiales en uso: Extender la vida útil máxima de recursos mediante reparación, reutilización, remanufactura y reciclaje.
- Regenerar la naturaleza: Devolver nutrientes a ecosistemas y restaurar capital natural.

Plan Energético Nacional (PEN) 2020-2050

El PEN establece una visión prospectiva de largo plazo para la transformación energética colombiana. Un hallazgo crítico documentado en el plan es que solo el 31% de la energía se aprovecha eficientemente, mientras que el 69% se pierde (UPME Unidad de Planeación Minero Energética, 2020). Este diagnóstico evidencia un potencial transformador de la eficiencia energética como recurso estratégico disponible inmediatamente, sin requerir expansión de capacidad de generación.

El PEN prioriza:

- Diversificación de la matriz energética hacia fuentes renovables, incluyendo solar fotovoltaica y eólica.
- Reducción de pérdidas en sistemas de transmisión y distribución (40% de oportunidad identificada).
- Adopción de tecnologías de eficiencia en sectores estratégicos: manufactura, edificios, transporte.
- Integración de demanda flexible, sistemas inteligentes de medición (AMI) y respuesta de la demanda.

Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE) 2022-2030

El PROURE es el instrumento operativo clave para ejecutar objetivos de eficiencia energética nacional, con visión de "reducir la brecha tecnológica en el uso de la energía mediante la adopción de medidas, dispositivos y equipos costo-eficientes" (UPME Unidad de Planeación Minero Energética, 2022).

Metas cuantificadas del PROURE 2022-2030:

- Abastecimiento: Reducir el crecimiento anual del consumo de energía de 2.38% a 0.35%, acumulando 1,688 petajulios (PJ) de ahorro en el período.
- Competitividad: Evitar inversión equivalente a un año completo de consumo energético nacional mediante eficiencia.
- Mitigación climática: Evitar la emisión de 85 millones de toneladas de CO₂ equivalente, contribuyendo al 22% de la reducción de emisiones comprometida para 2030.

- Metas sectoriales específicas: Transporte (-3.71%), residencial (-2.89%), industrial (-1.41%), terciario/comercial (-0.72%).

El PROURE también identifica explícitamente qué acciones califican para recibir incentivos tributarios conforme a la Ley 1715 de 2014, estableciendo un vínculo directo entre medidas de eficiencia energética y beneficios fiscales.

Hoja de Ruta de Transición Energética Justa (TEJ) 2025

La Hoja de Ruta TEJ, lanzada en 2025, define trayectorias de descarbonización para formular escenarios que orienten políticas públicas anticipando sus impactos en reindustrialización, eficiencia energética, justicia social, ambiental y superación del extractivismo. La TEJ plantea tres escenarios:

- Tendencial: Refleja la inercia del sistema actual.
- Medidas en implementación: Considera políticas vigentes hasta junio de 2022.
- TEJ Completa: Incluye acciones adicionales para cumplir compromisos climáticos de Colombia 2050.

Un aspecto crítico de la TEJ es que requiere quintuplicar la capacidad instalada actual en fuentes no convencionales, priorizando cadenas de valor y tecnologías que garanticen confiabilidad y flexibilidad en la red, reduciendo la dependencia de hidroenergía frente a fluctuaciones climáticas (Ministerio de minas y energía, 2024). Este objetivo abre oportunidades para MiPymes en autogeneración distribuida.

Programa Colombia Solar (Decreto 972 de 2025)

El Gobierno de Colombia lanzó en 2025 el Programa Colombia Solar como política pública para promover autogeneración solar en estratos 1, 2 y 3 como alternativa al

esquema de subsidios existentes. Este decreto representa un cambio de paradigma al vincular eficiencia energética, energías renovables, inclusión social y asequibilidad energética en una única política.

El decreto también ordena a la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) reglamentar mecanismos para garantizar un consumo básico de subsistencia con autogeneración solar, especialmente en zonas no interconectadas (ZNI), reduciendo la vulnerabilidad energética (Ministerio de Minas y Energía, 2025).

Normativas Complementarias de Gestión Ambiental

ISO 50001 (Gestión Energética) y ISO 14001 (Gestión Ambiental) son certificaciones internacionales aplicables en Colombia para estructurar sistemas formales de eficiencia energética y gestión ambiental respectivamente:

- ISO 50001 se centra exclusivamente en la gestión energética y proporciona un marco de requisitos que permite a las organizaciones usar datos para entender mejor el consumo energético e identificar oportunidades de mejora continua. Está diseñada para ser compatible con ISO 9001 e ISO 14001 (ISO, 2018).
- ISO 14001 implementa un sistema de gestión ambiental que ayuda a las empresas a reducir impactos ambientales, incluyendo emisiones de GEI, generación de residuos y contaminación (ISO, 2015).

Ambas normas se complementan para empresas de economía circular, permitiendo una gestión integral de eficiencia energética y circularidad.

Marco contextual

PH Plásticos Hogar S.A.S., empresa del sector manufacturero dedicada a la producción de productos plásticos mediante procesos de valorización de residuos postconsumo, enfrenta desafíos críticos de eficiencia energética que impactan directamente su competitividad y sostenibilidad operativa. Con un consumo energético anual significativo y un modelo de negocio centrado en economía circular, el análisis realizado en el trabajo de grado previo identificó ineficiencias estructurales en el uso de energía eléctrica y térmica, pérdidas significativas en sistemas productivos (superiores al promedio nacional del 31% de aprovechamiento eficiente), y barreras financieras/tecnológicas que limitan la implementación de medidas costo-efectivas, constituyendo así el caso base para la validación y replicación de la hoja de ruta estratégica en otras MiPymes del sector.

Esta problemática organizacional se inscribe en un contexto global de emergencia climática crítica al que se enfrenta el mundo y que exige acciones inmediatas. El uso eficiente de la energía disponible y la transición energética hacia fuentes renovables es fundamental y cubre aproximadamente el 55% de las emisiones globales, pero resulta insuficiente para cumplir efectivamente los compromisos del Acuerdo de París. El 45% restante de las emisiones proviene de los sectores productivos y de consumo (textiles, alimentos, químicos, plásticos), lo que requiere una transformación profunda en los modelos de producción, uso y disposición de productos (ONU Naciones Unidas, 2021).

En este escenario, la **economía circular** emerge como la respuesta estratégica. Es un sistema que no solo reduce la contaminación, sino que también elimina casi por completo (hasta un 99%) los desechos y las emisiones de algunas industrias al tener como principio la implementación de "sistemas de producción y consumo que promuevan

la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas" (Foundation, 2021). Esta definición, adoptada del marco de Ellen MacArthur Foundation, posiciona la eficiencia energética como componente integral de la circularidad empresarial.

La Unión Europea ha posicionado la economía circular en el centro de su estrategia para optimizar recursos y reducir su huella de carbono, tanto a nivel de desechos como de consumo energético, generando presión significativa sobre países de América Latina y el Caribe, cuyos principales mercados se encuentran en Europa. Para mantener competitividad, estos países deben ajustar sus modelos de producción conforme a los estándares europeos de sostenibilidad y eficiencia energética, creando una oportunidad y a la vez una urgencia para las MiPymes colombianas. (Rengifo Caicedo, Sergio, 2024)

Realidad de las MiPymes en Economía Circular

Colombia ha desarrollado un ecosistema normativo robusto que articula objetivos climáticos, sostenibilidad empresarial y eficiencia energética. El Departamento Nacional de Planeación (DNP) estableció en 2021 la ambiciosa meta de reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un 51% para 2030 (DNP Departamento Nacional de Planeación, 2021).

Sin embargo, existe una profunda contradicción entre estos objetivos y la estructura económica del país. Colombia mantiene un modelo predominantemente extractivo, “donde el 92% del comercio se basa en materias primas, lo que limita la inversión en industrias basadas en la reutilización” (Cárdenas, 2022). Esta situación se refleja en la baja productividad de las MIPYMES, que aportan solo el 25% del PIB, en contraste con el 56% en la Unión Europea.

A pesar de este panorama, el tejido empresarial de las MIPYMES muestra un potencial innovador significativo. En el sector de la economía circular se han identificado empresas medianas pioneras como:

- **Bioestibas:** Una compañía que transforma 6,000 toneladas de desechos agrícolas en estibas ecológicas, evitando la tala de 27,000 árboles anualmente.
- **Atica:** Especializada en la gestión integral de residuos, que ha logrado transformar más de 8,000 toneladas de residuos al año para la fabricación de plásticos dentro de un modelo circular.

Junto a ellas, emergen pequeñas empresas y startups altamente innovadoras como **My Ecobox** (tecnología de vending reverso), **Residua Biocircular** (bioconversión de residuos con insectos), **REUSALO** (reutilización de empaques de cartón) y **BioCycles SAS** (compostaje y biotecnología).

Estos casos demuestran que la innovación circular es una realidad tangible en el país. No obstante, su capacidad de escalar y replicarse se ve severamente limitada por las barreras estructurales que enfrentan, creando una brecha entre el potencial innovador y el impacto macroeconómico.

Diseño Metodológico de la Consultoría

El presente trabajo de grado, enmarcado en la metodología de consultoría profesional de la Universidad EAN y complementado con la opción de misión académica internacional desarrollada en Mataró, España, se llevó a cabo durante un periodo académico de un semestre (18 semanas). Este se fundamenta en el trabajo de grado previo titulado “Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico”, desarrollado para la empresa PH Plásticos Hogar S.A.S.

Dicho trabajo de grado propuso una hoja de ruta estructurada orientada a la implementación de estrategias de eficiencia energética y economía circular en empresas del sector manufacturero, con el propósito de optimizar el consumo energético, reducir costos operativos y fortalecer la sostenibilidad empresarial.

En este contexto, el presente trabajo tiene como finalidad validar dicha hoja de ruta en un entorno empresarial diferente, específicamente en una microempresa del sector servicios tecnológicos como lo es Agencia Droí S.A.S., con el fin de analizar su viabilidad técnica, económica y organizacional, así como su capacidad de adaptación a modelos operativos no productivos.

Dado que el objetivo central de esta investigación es la validación del modelo propuesto, a continuación se presenta el diseño metodológico de la consultoría, el cual contempla un enfoque descriptivo-exploratorio basado en la aplicación de una prueba de concepto (PoC), la recolección de información mediante encuestas, entrevistas y análisis de consumo energético, así como la evaluación de la organización a través de dimensiones críticas como viabilidad contextual, coherencia técnica, alineación teórica, capacidad de medición y sostenibilidad comportamental.

Evaluación de la hoja de ruta propuesta:

La aplicabilidad de la hoja de ruta de eficiencia energética propuesta será evaluada abordándola desde 5 dimensiones críticas: Viabilidad Contextual, Coherencia Técnica, Alineación Teórica, Medibilidad y Monitoreo, y Sostenibilidad Comportamental.

Para cada una de estas dimensiones se definieron criterios de evaluación, entendidos como los componentes o condiciones mínimas necesarias que deben existir (en cierta medida) dentro de las organizaciones que deseen implementar la hoja de ruta; dichos criterios fueron identificados a partir del análisis riguroso de la hoja de ruta desarrollada en el trabajo de grado previo para PH Plásticos Hogar S.A.S. (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025), tomando como referencia las características organizacionales, técnicas y contextuales que hacen posible, o limitan su implementación en dicha empresa.

A continuación, se presentan las cinco dimensiones con sus respectivos criterios de evaluación; posteriormente, se describe el instrumento de captura de información (una encuesta estructurada aplicada a directivos de MiPymes que deseen implementar acciones para eficiencia energética en sus organizaciones) diseñado para operacionalizar dicha evaluación de manera sistemática y replicable, y que se encuentra en el anexo A.

1. Viabilidad Contextual

Evalúa si las condiciones del entorno permiten implementar la hoja de ruta.

Criterios a evaluar:

- Marco Regulatorio Aplicable: Cumplimiento Ley 2232/2022, elegibilidad programas FENOGE/ECOS/Colombia Productiva, potencial certificaciones ISO 14001/50001 (FENOGE, s.f.).
- Capacidad Financiera: Facturación energética >\$300,000/mes, capacidad inversión \$2-35 millones según intervención, acceso crédito verde, margen para ROI 2-5 años (Bancolombia, 2019).
- Madurez Organizacional: mayor a 3 años operación formal, mínimo 4 empleados directos, personal técnico disponible, apertura gerencial al cambio (Lizcano y otros, 2025).

2. Coherencia Técnica

Evalúa si las características técnicas permiten aplicar las fases de la hoja de ruta.

Criterios a evaluar:

- Línea Base Energética: Consumo anual documentado, intensidad energética por unidad, comparación benchmark sectorial, identificación fuentes principales consumo.
- Estado Infraestructura Física: Antigüedad equipos menor a 10 años óptimo, estado instalaciones eléctricas, espacio techo para sistemas solares, capacidad upgrades tecnológicos.
- Grado Circularidad Actual: porcentaje de residuos reciclados ($\geq 40\%$ base aceptable), porcentaje de materiales reciclados en proceso productivo, sistemas separación/clasificación residuos, estrategias 9R Framework aplicadas (Ortiz-de-Montellán & Meer, 2022).

3. Alineación Teórica

Evalúa coherencia entre estrategias propuestas y fundamentos teóricos eficiencia energética y economía circular.

Criterios a evaluar:

- Aplicación Principio EE1st: Priorización demanda sobre oferta, evaluación costo-eficiencia perspectiva social, consideración recursos demanda (eficiencia uso final, respuesta demanda, suficiencia), integración eficiencia lado oferta (Mandel y otros, 2022).
- Integración Economía Circular: Aplicación 3 principios Ellen MacArthur (capital natural, optimización recursos, eficacia sistemas), diferenciación procesos vs impactos circulares, alineación estrategias 9R, sinergias eficiencia energética-circularidad (Foundation, 2021).

4. Medibilidad y Monitoreo

Evalúa capacidad de medir progreso y validar efectividad.

Criterios a evaluar:

- Indicadores Proceso vs Impacto: KPIs proceso (% implementación fases, inversión realizada, personal capacitado), KPIs impacto (reducción kWh, reducción tCO₂e, ahorro COP), separación clara actividad-resultado, alineación framework OCDE-UNECE (OCDE, 2024).
- Capacidad Medición Baseline: Registros históricos consumo energético (mínimo 12 meses), documentación generación residuos por tipo, datos producción para intensidades energéticas, sistemas captura datos.

- Viabilidad Monitoreo Continuo: Capacidad técnica y económica para instalación de sistemas de monitoreo, personal para gestión datos y análisis, infraestructura IT digitalización (Industria 4.0), frecuencia reporte propuesta.

5. Sostenibilidad Comportamental

Evalúa factores humanos y culturales para éxito sostenido.

Criterios a evaluar:

- Conocimiento y Capacitación: porcentaje de personal con conocimiento básico eficiencia energética, programas capacitación previos, disposición gerencia invertir formación, identificación brechas conocimiento.
- Motivaciones y Cambio Cultural: Motivaciones intrínsecas empresa (económicas, ambientales, reputacionales), historial iniciativas sostenibilidad previas, alineación valores corporativos, mecanismos incentivos personal.
- Gobernanza y Liderazgo: Compromiso visible alta dirección, estructura de gobernanza para eficiencia energética y economía circular (comité, responsable), mecanismos de participación stakeholders, supervisión y rendición cuentas.
- Rendición cuentas.

Para la evaluación de la hoja de ruta propuesta en el trabajo de grado previo para PH Plásticos Hogar S.A.S. (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025), se utilizó un instrumento de recolección de información. Dicho instrumento consistió en una encuesta estructurada con escala tipo Likert, orientada a medir el nivel de madurez y percepción de las

empresas frente a la implementación de prácticas de eficiencia energética y sostenibilidad.

Con el propósito de estructurar el análisis de resultados de manera coherente con las cinco dimensiones de evaluación definidas, cada sección de la encuesta fue asociada a la dimensión —o dimensiones— que alimenta de forma directa. De esta manera, las respuestas obtenidas en la Sección 1 (Contexto organizacional y gobernanza) y la Sección 4 (Viabilidad económico-financiera) nutren la dimensión de Viabilidad Contextual, aportando información sobre la madurez organizacional, el apoyo directivo, la capacidad financiera y el acceso a instrumentos de financiamiento verde disponibles en el entorno de cada empresa. Las Secciones 2 (Capacidades técnicas y de conocimiento), 3 (Diagnóstico y portafolio de medidas) y 5 (Tecnología y entorno de mercado) convergen en la dimensión de Coherencia Técnica, revelando el estado de la infraestructura energética, la línea base de consumo y el acceso a tecnologías eficientes en el mercado. Por su parte, la Sección 3 también alimenta la dimensión de Alineación Teórica, en la medida en que permite evaluar el grado de aplicación del principio EE1st y la integración de prácticas de economía circular en los procesos internos de la organización. La Sección 6 (Monitoreo, reporte y mejora continua) corresponde de manera directa a la dimensión de Medibilidad y Monitoreo, evaluando la existencia de indicadores, sistemas de medición y capacidad instalada para el seguimiento continuo del desempeño energético. Finalmente, las Secciones 1 y 2, junto con la Sección 7 (Resultados y compromiso futuro), alimentan la dimensión de Sostenibilidad Comportamental, explorando el liderazgo, la cultura organizacional, la disposición al cambio y el nivel de compromiso de la alta dirección frente a la implementación sostenida de la hoja de ruta.

Como parte del proceso de validación, se desarrolló una prueba de concepto (PoC), mediante la cual se aplicaron de manera práctica los lineamientos de la hoja de ruta propuesta, permitiendo evaluar su aplicabilidad real en un entorno empresarial del sector servicios que se complementó con la recolección de información mediante visitas técnicas y observación directa en la empresa objeto de estudio (Agencia Droi S.A.S.), lo cual permitió validar en campo el comportamiento del consumo energético, la infraestructura tecnológica y las prácticas operativas relacionadas con el uso de energía.

Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos en la presente investigación se desarrollará bajo un enfoque mixto de carácter exploratorio-descriptivo, que integra técnicas cuantitativas y cualitativas de manera complementaria (Medina & Hurtado, et al., 2023). El componente cuantitativo se sustenta en la aplicación de una escala de tipo Likert con valores de 1 a 5, instrumento que corresponde a un nivel de medición ordinal y permite la recolección sistémica de datos numéricos por dimensión (Hamui-Sutton, 2013) El componente cualitativo se apoya en un muestreo no probabilístico por conveniencia aplicado a una muestra de quince (15) MiPymes colombianas, orientado a explorar y describir el estado actual de las organizaciones frente a las dimensiones críticas de la hoja de ruta, identificando tendencias y hallazgos contextuales que orienten la validación de la hoja de ruta. Es importante precisar que este estudio no busca representatividad estadística ni realiza tratamiento estadístico de datos; su propósito no es generalizar resultados a una población, sino explorar y describir el estado actual de las organizaciones frente a las dimensiones críticas de la hoja de ruta, identificando patrones, tendencias y hallazgos cualitativos que orienten su validación y posterior complementación.

La información reflejará el grado de implementación de prácticas de eficiencia energética dentro de cada organización, desde la ausencia total de gestión energética (1) hasta un nivel altamente avanzado (5). Los puntajes que se obtengan serán sistematizados mediante promedios por dimensión y perfiles de madurez individuales y agregados, permitiendo clasificar a las empresas participantes en niveles de desarrollo organizacional frente a la hoja de ruta propuesta.

Cálculo de puntajes

Con el fin de traducir las respuestas obtenidas en la encuesta a puntajes comparables entre empresas y dimensiones, se aplicará el siguiente esquema de codificación uniforme: las respuestas dicotómicas se convierten a valores numéricos asignando 5 a las respuestas afirmativas (Sí) y 1 a las respuestas negativas (No), mientras que las preguntas formuladas en escala Likert de 1 a 5 se incorporan con su valor directo. Este esquema garantiza que todas las respuestas operen sobre una misma escala ordinal de 1 a 5, donde 1 representa ausencia total de la condición evaluada y 5 representa implementación plena.

A partir de esta codificación, el puntaje de cada empresa en cada dimensión D_k se calcula como el promedio aritmético simple de las n_k preguntas asignadas a dicha dimensión:

$$\bar{D}_k = \frac{1}{n_k} \sum_{j=1}^{n_k} x_j$$

Donde x_j es el valor codificado de la pregunta j perteneciente a la dimensión k , y n_k es el número total de preguntas que componen esa dimensión. El número de preguntas por dimensión fue: Viabilidad Contextual ($n = 7$), Coherencia Técnica ($n = 10$),

Alineación Teórica ($n = 3$), Medibilidad y Monitoreo ($n = 2$) y Sostenibilidad

Comportamental ($n = 7$).

Finalmente, el Índice de Madurez Global (IMG) de cada empresa se obtuvo como el promedio aritmético de sus cinco puntajes dimensionales:

$$IMG_i = \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 \bar{D}_{k,i}$$

Donde $\bar{D}_{k,i}$ es el puntaje de la empresa i en la dimensión k . Este índice refleja el nivel de preparación organizacional general de la empresa frente a los requisitos de la hoja de ruta.

Resultados y Análisis de los resultados

La aplicación del instrumento se realizó a un total de 15 empresas (MiPymes), seleccionadas mediante muestreo no probabilístico, con el fin de obtener información representativa sobre el contexto organizacional y su capacidad de adopción de estrategias sostenibles.

Los resultados se interpretan a la luz de los enfoques de madurez organizacional, eficiencia energética y economía circular, considerando que la implementación de una hoja de ruta no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino también de las capacidades internas de medición, gobernanza, conocimiento técnico y disposición al cambio. Esta perspectiva es coherente con los sistemas de gestión energética, los cuales requieren línea base, indicadores, seguimiento y mejora continua para garantizar resultados verificables (UPME Unidad de Planeación Minero Energética, 2020).

Asimismo, el principio *Energy Efficiency First* plantea priorizar medidas de eficiencia y gestión de la demanda antes de inversiones en nueva infraestructura energética (Mandel y otros, 2022).

Al realizar la evaluación de dicho instrumento desarrollado para revisar la aplicabilidad de la hoja de ruta de eficiencia energética a través de las 5 dimensiones críticas se encuentran los siguientes resultados:

Resultados individuales por empresa

La siguiente tabla presenta los puntajes obtenidos por cada una de las quince (15) MiPymes participantes en las cinco dimensiones de evaluación, así como su Índice de Madurez Global:

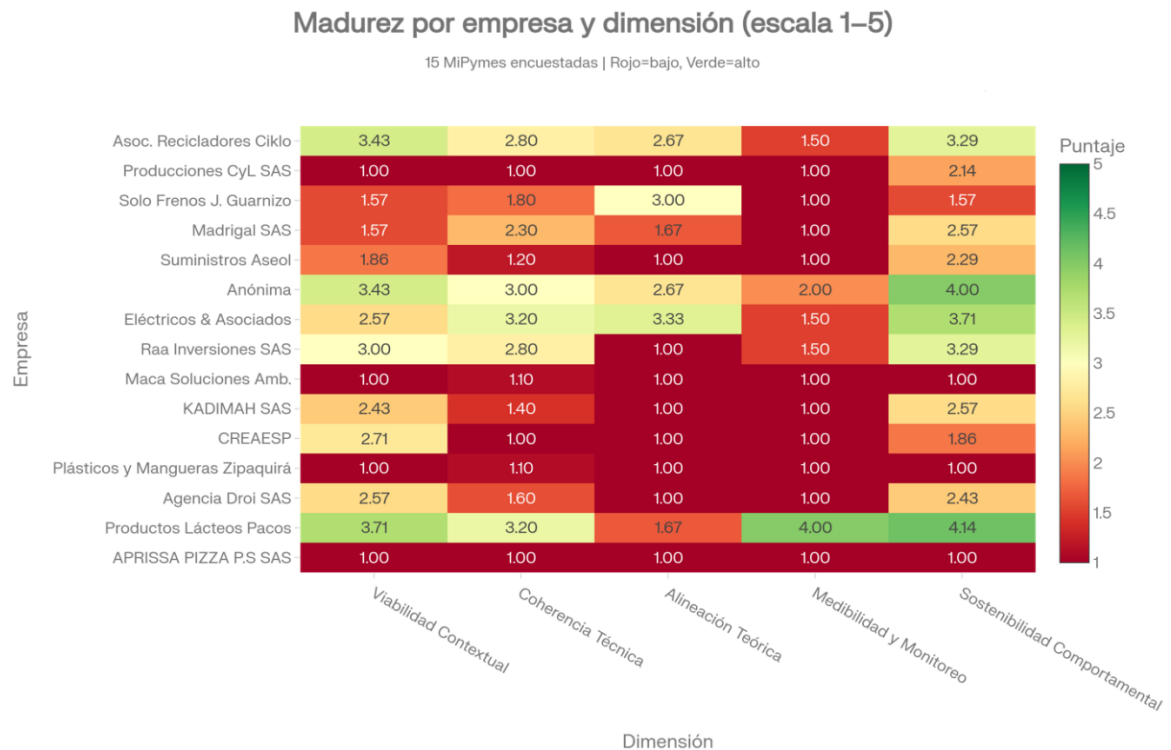
Resultados por empresa: Puntajes individuales por dimensión

Tabla 1*Puntajes individuales por dimensión*

Empresa	Viabilidad Contextual	Coher. Técnica	Alin. Teórica	Medib. y Monit.	Sost. Comport.	Madurez Global
Productos Lácteos Pacos	3.71	3.20	1.67	4.00	4.14	3.34
Anónima	3.43	3.00	2.67	2.00	4.00	3.02
Eléctricos & Asociados	2.57	3.20	3.33	1.50	3.71	2.86
Asoc. Recicladores Ciklo	3.43	2.80	2.67	1.50	3.29	2.74
Raa Inversiones SAS	3.00	2.80	1.00	1.50	3.29	2.32
Madrigal SAS	1.57	2.30	1.67	1.00	2.57	1.82
Solo Frenos J. Guarnizo	1.57	1.80	3.00	1.00	1.57	1.79
Agencia Droï SAS	2.57	1.60	1.00	1.00	2.43	1.72
KADIMAH SAS	2.43	1.40	1.00	1.00	2.57	1.68
CREAESP	2.71	1.00	1.00	1.00	1.86	1.51
Suministros Aseol	1.86	1.20	1.00	1.00	2.29	1.47
Producciones CyL SAS	1.00	1.00	1.00	1.00	2.14	1.23
Maca Soluciones Amb.	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.02
Plásticos y Mangueras Zipaquirá	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.02
APRISSA PIZZA P.S SAS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

El mapa de calor muestra de forma visual la distribución completa de madurez en todas las combinaciones empresa-dimensión:

Madurez por Empresa y Dimensión



Nota. Elaboración propia con base en los resultados del instrumento aplicado a 15 MiPymes.

Como se observa en la Ilustración 1, la madurez de las empresas no es homogénea entre dimensiones. Las mayores debilidades se concentran en medibilidad y monitoreo, así como en alineación teórica, lo que evidencia que muchas MiPymes aún no cuentan con sistemas básicos de seguimiento energético ni con apropiación conceptual de los principios que sustentan la hoja de ruta. Esta situación explica por qué la implementación directa del modelo original no resulta viable para todas las empresas, ya que antes de ejecutar inversiones se requiere construir capacidades mínimas de gestión, medición y gobernanza.

Análisis global por dimensión

El promedio grupal de las quince empresas en cada dimensión revela que ninguna dimensión supera el umbral mínimo de viabilidad establecido en 3.0, lo que confirma un estado de madurez energética incipiente en el conjunto de la muestra. Los promedios por dimensión fueron los siguientes: Viabilidad Contextual (2.19), Coherencia Técnica (1.90), Alineación Teórica (1.60), Medibilidad y Monitoreo (1.37) y Sostenibilidad Comportamental (2.46), arrojando un Índice de Madurez Global promedio de 1.90/5.

La dimensión de Medibilidad y Monitoreo (1.37/5) es la más crítica del conjunto. Con excepción de Productos Lácteos Pacos, ninguna empresa reporta el uso sistemático de indicadores de desempeño energético ni rutinas formales de revisión y ajuste de estrategias, lo que representa la barrera estructural más severa para la implementación sostenida de la hoja de ruta, dado que sin capacidad de medición no es posible verificar avances ni tomar decisiones basadas en datos.

Esta brecha puede explicarse por la baja formalización de procesos internos en las MiPymes, donde la gestión energética suele depender de decisiones reactivas frente al costo de la factura y no de sistemas estructurados de medición. Este comportamiento coincide con lo expuesto por estudios previos sobre barreras operativas en empresas de menor escala (Lizcano y otros, 2025), donde se demuestra que la multifuncionalidad de los cargos y la urgencia del flujo de caja diario desplazan la inversión en infraestructuras de monitoreo de datos. La implicación directa es que, sin línea base energética, las empresas no pueden estimar ahorros, priorizar inversiones ni demostrar impactos, lo cual limita la aplicabilidad inmediata de la hoja de ruta. Esta situación coincide con los principios de ISO 50001, que establece la medición, el seguimiento y la mejora continua como componentes esenciales de un sistema de gestión energética (ISO, 2018).

La Alineación Teórica (1.60/5) revela un desconocimiento generalizado del principio *Energy Efficiency First* (EE1st), definido en la literatura como un criterio estratégico esencial para la planificación, inversión y formulación de políticas energéticas (Mandel y otros, 2022) y de la lógica de priorización de inversiones que sustenta la hoja de ruta. Solo Eléctricos & Asociados SAS (3.33) y Solo Frenos Jairo Guarnizo & Cía Ltda. (3.00) alcanzan puntajes aceptables en esta dimensión, lo que sugiere que una intervención de sensibilización y formación conceptual debería preceder a cualquier proceso de implementación en la mayoría de las empresas.

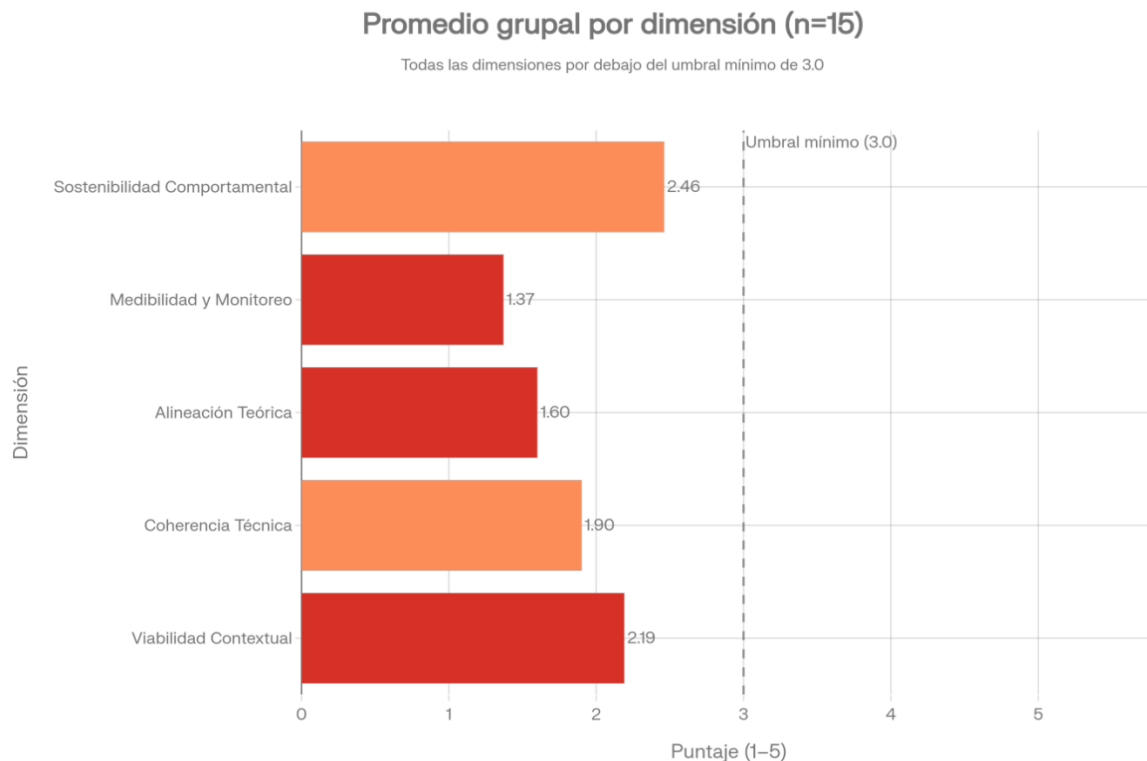
El bajo puntaje en Alineación Teórica indica que la hoja de ruta requiere un componente pedagógico inicial. La falta de comprensión del principio EE1st y de los marcos de economía circular puede generar decisiones orientadas primero a la compra de tecnología, como paneles solares o equipos eficientes, sin agotar previamente acciones de bajo costo relacionadas con hábitos, medición, mantenimiento y optimización

operativa. Esto contradice la lógica del principio *Energy Efficiency First*, el cual propone priorizar medidas de eficiencia del lado de la demanda cuando estas resultan más costo-efectivas que inversiones en expansión o generación energética (Mandel y otros, 2022).

La Sostenibilidad Comportamental (2.46/5) es la dimensión con mejor desempeño relativo, impulsada principalmente por la alta disposición declarada a participar en pilotos (Q24) y a comprometerse con metas de reducción del 10% en consumo energético (Q25), aspectos en los que diez de las quince empresas respondieron afirmativamente. Este hallazgo es estratégicamente relevante: aunque las capacidades técnicas y los sistemas formales son escasos, existe una voluntad organizacional que puede ser aprovechada como punto de entrada para la implementación gradual de la hoja de ruta.

Ilustración 2

Promedio Grupal por Dimensión



Nota. Elaboración propia con base en los resultados del instrumento aplicado a 15 MiPymes.

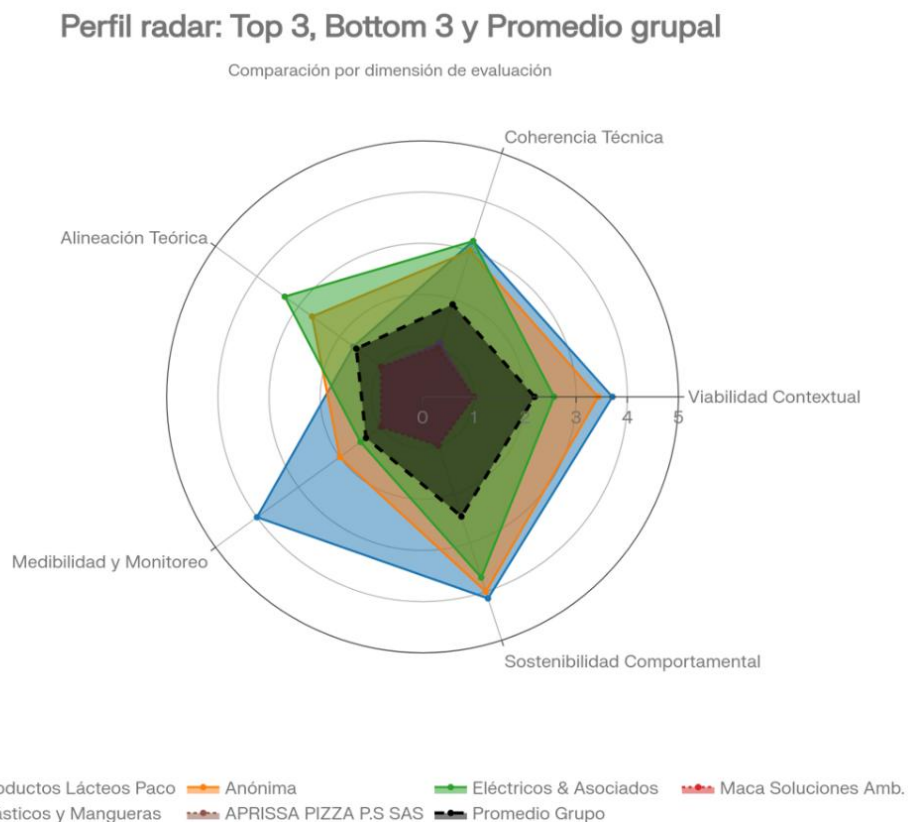
La Ilustración 2 nos permite evidenciar que ninguna dimensión supera el umbral de 3.0, que es un mínimo de viabilidad. Esto implica que la hoja de ruta no debe iniciar con soluciones tecnológicas avanzadas, sino con fases habilitadoras de diagnóstico, formación, asignación de responsables y construcción de indicadores. En términos prácticos, el resultado sugiere que el modelo original debe reorganizar su secuencia de implementación para que las empresas con baja madurez puedan avanzar progresivamente.

Ranking de madurez global y perfil comparativo

Solo 3 de 15 empresas superan el puntaje de 2.5, y ninguna supera el umbral de 3.0 plenamente, lo que confirma un bajo nivel de madurez energética generalizado en la muestra:

Ilustración 3

Perfil Radar: Top 3, Bottom 3 y Promedio Grupal



Nota. Elaboración propia con base en los resultados del instrumento aplicado a 15 MiPymes.

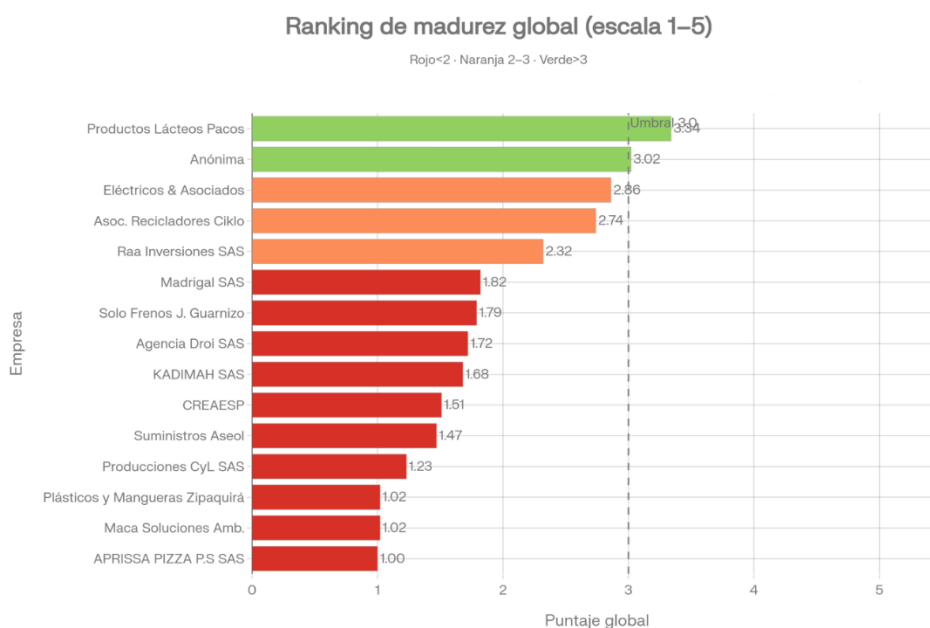
Como se evidencia en la ilustración 3, el perfil radar evidencia que las empresas con mejor desempeño no necesariamente presentan fortalezas en todas las dimensiones, sino que combinan disposición directiva, mayor coherencia técnica y algún nivel de medición. Por el contrario, las empresas de menor madurez presentan debilidades simultáneas en todas las dimensiones, lo que indica que no basta con recomendar

tecnologías o inversiones. Para este grupo, la hoja de ruta debe iniciar con sensibilización, diagnóstico básico, asignación de responsables y capacitación. Esta diferencia confirma la necesidad de una hoja de ruta segmentada por niveles de madurez.

El radar comparativo entre las 3 mejores y las 3 de menor puntaje evidencia la brecha estructural: mientras las empresas líderes muestran fortaleza en Sostenibilidad Comportamental y Coherencia Técnica, las de menor madurez obtienen puntajes mínimos en todas las dimensiones sin excepción:

Ilustración 4

Ranking de Madurez Global



Nota. Elaboración propia con base en los resultados del instrumento aplicado a 15 MiPymes.

En la Ilustración 4, el ranking de madurez global evidencia una concentración mayoritaria de empresas por debajo del umbral mínimo de viabilidad establecido en 3.0.

Solo Productos Lácteos Pacos SAS y la empresa anónima superan dicho umbral, mientras que Eléctricos & Asociados SAS y la Asociación de Recicladores Familia Ciklo ESP se aproximan a niveles aceptables de madurez. Este comportamiento confirma que la mayoría de las MiPymes evaluadas aún no cuenta con condiciones suficientes para implementar de manera directa una hoja de ruta de eficiencia energética y economía circular en su versión original.

Segmentación por nivel de madurez

A partir del Índice de Madurez Global, las quince empresas pueden agruparse en tres segmentos que orientan la estrategia de implementación diferenciada:

Segmento **Avanzado** ($IMG \geq 2.5$): Las 4 empresas de este segmento presentan condiciones suficientes para avanzar en la implementación de la hoja de ruta con ajustes menores, particularmente en las dimensiones de Alineación Teórica y Medibilidad y Monitoreo, que constituyen sus brechas más significativas.

Segmento **En Desarrollo** ($1.5 \leq IMG < 2.5$): Las 6 empresas de este segmento requieren una fase previa de fortalecimiento de capacidades habilitadoras, en particular gobernanza energética, medición y formación técnica antes de poder avanzar hacia las fases operativas de la hoja de ruta.

Segmento **Nivel Inicial** ($IMG < 1.5$): Las 5 empresas de este segmento no cuentan con las condiciones mínimas para implementar la hoja de ruta sin una intervención estructural profunda que abarque todas las dimensiones evaluadas. No obstante, la disposición comportamental positiva de algunas de ellas sugiere que intervenciones de sensibilización podrían movilizar avances en el mediano plazo.

Tabla 2*Clasificación de empresas por Índice de Madurez Global y Segmento*

#	Empresa	IMG	Segmento
1	Productos Lácteos Pacos SAS	3.34	Avanzado
2	Empresa Anónima	3.02	Avanzado
3	Eléctricos & Asociados SAS	2.86	Avanzado
4	Asoc. Recicladores Familia Ciklo ESP	2.74	Avanzado
5	Raa Inversiones SAS	2.32	En Desarrollo
6	Madrigal SAS	1.82	En Desarrollo
7	Solo Frenos Jairo Guarnizo & Cía Ltda.	1.79	En Desarrollo
8	Agencia Droï SAS	1.72	En Desarrollo
9	KADIMAH SAS	1.68	En Desarrollo
10	CREAESP	1.51	En Desarrollo
11	Suministros Institucionales Aseol	1.47	Nivel Inicial
12	Producciones CyL SAS	1.23	Nivel Inicial
13	Maca Soluciones Ambientales	1.02	Nivel Inicial
14	Plásticos y Mangueras Zipaquirá	1.02	Nivel Inicial
15	APRISSA PIZZA P.S SAS	1.00	Nivel Inicial

Tabla 3*Distribución de la Muestra por Segmento de Madurez*

Segmento	Rango IMG	Nº Empresas	% de la muestra
Avanzado	≥ 2.5	4	26.7%
En Desarrollo	1.5 – 2.49	6	40.0%
Nivel Inicial	< 1.5	5	33.3%

Es importante precisar que, dado el carácter no probabilístico de la muestra, los resultados no tienen pretensión de generalización estadística al universo de MiPymes colombianas; no obstante, proveen evidencia empírica suficiente para validar

cualitativamente la pertinencia, estructura y aplicabilidad de la hoja de ruta de eficiencia energética diseñada para empresas que quieren operar en contextos de economía circular.

Fortalezas

Los resultados del instrumento aplicado a las quince (15) MiPymes participantes revelan, a pesar del bajo nivel de madurez general (IMG promedio 1.90/5), un conjunto de fortalezas que constituyen la base sobre la cual puede estructurarse la implementación gradual de la hoja de ruta. La dimensión de Sostenibilidad Comportamental, con el promedio más alto del grupo (2.46/5), refleja una disposición organizacional significativa: el 67% de las empresas manifestó interés en participar en un proyecto piloto controlado en los próximos seis meses, y un porcentaje equivalente declaró voluntad de comprometerse con metas de reducción del 10% en consumo energético, lo que demuestra que la voluntad de cambio existe, aunque aún no esté respaldada por capacidades técnicas formales.

En el segmento de mayor madurez, las cuatro empresas con Índice de Madurez Global igual o superior a 2.5 —Productos Lácteos Pacos SAS (3.34), empresa anónima (3.02), Eléctricos & Asociados SAS (2.86) y Asoc. Recicladores Familia Ciklo ESP (2.74)— presentan condiciones organizacionales suficientes para avanzar directamente en las fases operativas de la hoja de ruta, con ajustes focalizados en Alineación Teórica y Medibilidad y Monitoreo. En particular, Productos Lácteos Pacos SAS se destaca como el único caso con una Medibilidad y Monitoreo sólida (4.00/5), lo que lo posiciona como empresa de referencia para el resto de la muestra. Adicionalmente, el 67% de las empresas ya aplica alguna estrategia 9R en su operación, aunque de manera informal, lo

que representa un punto de entrada favorable para la formalización de prácticas de economía circular dentro de la hoja de ruta.

Oportunidades de Mejora

Las brechas identificadas a través de las cinco dimensiones de evaluación se traducen directamente en los módulos que debe abordar y reforzar la hoja de ruta. A continuación, se clasifican por prioridad de intervención, tomando como base los puntajes obtenidos por la muestra en cada dimensión:

Prioridad **Alta** — Medibilidad y Monitoreo (1.37/5) y Sostenibilidad Comportamental — Gobernanza:

La dimensión de Medibilidad y Monitoreo obtuvo el puntaje más bajo de todas (1.37/5), lo que refleja que, con excepción de Productos Lácteos Pacos, ninguna empresa cuenta con indicadores formales de desempeño energético ni rutinas estructuradas de seguimiento. Esto se complementa con el hallazgo de que el 93% de las empresas no tiene un responsable formal de gestión energética, brecha que la hoja de ruta debe atender mediante la definición explícita de roles, funciones y procedimientos mínimos de gestión como primer paso. Adicionalmente, el 60% de las empresas carece de registros históricos de consumo suficientes para diseñar metas o medir impactos; por ello, la fase inicial de la hoja de ruta debe contemplar obligatoriamente el levantamiento de una línea base energética. La formación en eficiencia energética es igualmente prioritaria y debe ser transversal a todas las fases de la hoja de ruta, dado que la dimensión de Coherencia Técnica (1.90/5) reveló brechas significativas en conocimiento técnico y capacidad de diagnóstico.

Prioridad **Media** — Alineación Teórica (1.60/5) y Viabilidad Contextual (2.19/5):

La Alineación Teórica (1.60/5) evidencia un desconocimiento generalizado del principio EE1st y de los marcos normativos de eficiencia energética: el 73% de las empresas se ubica en los niveles más bajos de alineación regulatoria. La hoja de ruta debe incorporar un módulo de orientación normativa que conecte a las empresas con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), la Ley 1715 de 2014 y los programas FENOGE, reduciendo la brecha entre la política pública disponible y su apropiación por parte de las MiPymes. En paralelo, la baja Viabilidad Contextual (2.19/5) indica que la mayoría de las empresas no aplica el principio EE1st ni cuenta con un portafolio priorizado de medidas; se propone incorporar metodologías simples de priorización por costo/beneficio/ROI que permitan a las MiPymes tomar decisiones de inversión más fundamentadas y accesibles.

Prioridad a **Mediano y Largo Plazo** — Coherencia Técnica (1.90/5) y escalamiento digital:

Con solo 2 empresas monitoreando digitalmente su consumo energético, existe una oportunidad concreta para incorporar herramientas de bajo costo —medidores inteligentes, plataformas IoT básicas— como parte de las fases intermedias de implementación tecnológica de la hoja de ruta. Adicionalmente, la hoja de ruta deberá contemplar ciclos de mejora continua con indicadores de desempeño energético sencillos y medibles, dado que solo 4 empresas tienen rutinas formales de seguimiento. Se propone también incluir orientación sobre el acceso a planes de financiamiento verde disponibles en Colombia (líneas BANCOLDEX, FENOGE, convocatorias iNNpulsa), frente lo cual la muestra mostró un nivel de madurez bajo, con promedio de 1.73/5 en los criterios de acceso a financiación.

Resultados de la prueba de concepto**Tabla 4***Elementos validados de la hoja de ruta original mediante la prueba de concepto.*

Elemento de la hoja de ruta original	Resultado de validación	Funcionó / No funcionó	Ajuste propuesto
Diagnóstico energético inicial	Permitió identificar consumos, activos críticos y ausencia de línea base en varias empresas.	Funcionó parcialmente	Mantenerlo, pero convertirlo en fase obligatoria inicial.
Monitoreo energético	La mayoría de empresas no cuenta con medición digital ni KPIs.	No funcionó como punto de partida	Crear una fase previa de medición básica y línea base.
Energía solar fotovoltaica	En Agencia Droï aplica como respaldo parcial y no como sustitución total del consumo.	Funcionó parcialmente	Evaluar primero retorno, área disponible y perfil de carga.
Economía circular	En Droï ya existen prácticas informales de reutilización y recuperación de equipos.	Funcionó	Formalizar procesos, trazabilidad y gestión de residuos tecnológicos.
KPIs de sostenibilidad	Los KPIs originales requieren adaptación por sector.	Funcionó con ajustes	Adaptar indicadores a servicios: kWh/cliente, kWh/transacción, reutilización de equipos.
Secuencia de implementación	No todas las empresas tienen madurez para iniciar por inversiones.	No funcionó completamente	Reordenar la hoja de ruta por niveles de madurez.

La prueba de concepto permitió establecer que la hoja de ruta no debe asumirse como un esquema directamente transferible, sino como un marco adaptable. Los elementos asociados al diagnóstico, la economía circular y la definición de indicadores fueron

validados positivamente; sin embargo, los componentes relacionados con monitoreo avanzado, inversión tecnológica y energía solar requieren condiciones previas de madurez, capacidad financiera y disponibilidad técnica. En el caso de Agencia Droï S.A.S, encontramos que:

- El consumo energético es bajo comparado con industria
- La energía no es el núcleo del proceso productivo
- La economía circular se centra en activos tecnológicos

Asimismo, podemos concluir el nivel organización lo siguiente:

Tabla 5

Análisis PESTEL Aplicado a Agencia Droï S.A.S.

Factor	Variable	Análisis	Impacto	Nivel
Político	Políticas energéticas	Existencia de incentivos para energías renovables (Ley 1715 de 2014)	Facilita adopción de energía solar	Medio
	Programas de innovación	Apoyo estatal a transformación digital (MinCIT, iNNpulsa)	Favorece crecimiento empresarial	Alto
Económico	Costos operativos	Incremento en tarifas de energía eléctrica	Afecta estructura de costos	Medio
	Crecimiento sector TI	Alta demanda de soluciones digitales	Genera oportunidades de expansión	Alto
Social	Cultura ambiental	Baja exigencia de sostenibilidad por clientes	No impulsa cambios internos	Bajo
	Digitalización	Alta adopción de tecnología por empresas	Aumenta demanda de servicios	Alto
Tecnológico	Infraestructura TI	Dependencia de servidores y equipos	Incrementa consumo energético	Alto

	Innovación	Rápida obsolescencia tecnológica	Necesidad constante de actualización	Alto
Ambiental	Residuos electrónicos	Generación de RAEE (equipos tecnológicos)	Impacto ambiental indirecto	Medio
	Huella energética	Consumo eléctrico constante	Oportunidad de optimización	Medio
Legal	Regulación ambiental	Normativa aún poco exigente en RAEE para MiPymes	Baja presión regulatoria	Bajo
	Normas ISO	Existencia de estándares (ISO 14001, ISO 50001)	Posible ventaja competitiva	Medio

El análisis evidencia que el entorno de la empresa está dominado por factores tecnológicos y económicos, con baja presión ambiental o regulatoria.

Tabla 6

Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter – Agencia Droí S.A.S.

Fuerza	Nivel de intensidad	Análisis	Impacto
Poder de negociación de los clientes	Alto	Los clientes tienen múltiples alternativas de software POS y son sensibles al precio	Alta presión en precios
Poder de negociación de los proveedores	Bajo	La empresa desarrolla su propio software, reduciendo dependencia externa	Bajo impacto
Amenaza de nuevos entrantes	Alta	Barreras de entrada relativamente bajas en desarrollo de software	Incremento de competencia
Amenaza de productos sustitutos	Alta	Existen múltiples soluciones similares (SaaS, POS, ERP)	Reducción de diferenciación
Rivalidad entre competidores existentes	Alta	Mercado saturado con múltiples oferentes tecnológicos	Alta competencia

Se identifica un entorno altamente competitivo, con baja diferenciación y alta sensibilidad al precio.

Tabla 7

Matriz FODA – Agencia Droj S.A.S.

Fortalezas	Debilidades
• Base instalada de aproximadamente 650 clientes activos • Ingresos recurrentes por suscripción (~\$40 millones mensuales) • Capacidad de desarrollo de software propio (Gesadmin) • Prácticas de reutilización tecnológica (economía circular informal)	• Sistema solar subdimensionado frente al consumo total • Ausencia de gestión formal de residuos • Dependencia energética de la red eléctrica • Infraestructura distribuida en varios pisos
Estructura organizacional flexible	Falta de medición detallada del consumo por área
Oportunidades	Amenazas
• Optimización del consumo energético • Formalización de prácticas de economía circular • Implementación de indicadores de sostenibilidad • Diferenciación competitiva mediante sostenibilidad • Acceso a incentivos energéticos (Ley 1715)	• Alta competencia en el sector tecnológico • Sensibilidad de clientes al precio • Rápida obsolescencia tecnológica • Incremento de costos operativos • Baja diferenciación en el mercado

El principal hallazgo es que la empresa presenta:

- Fortalezas en operación y base de clientes
- Debilidades en gestión energética estructurada
- Oportunidades en formalización de sostenibilidad

Tabla 8*Resultados de adaptabilidad*

Dimensión	Resultado de adaptabilidad
Técnica	Alta
Económica	Media
Organizacional	Alta

A partir de los resultados obtenidos, la hoja de ruta fue complementada y ajustada, incorporando mejoras en dos aspectos fundamentales:

- La definición de acciones estratégicas adaptadas al contexto de MiPymes del sector servicios
- El fortalecimiento del sistema de medición, mediante la incorporación de indicadores (KPIs) más precisos, medibles y alineados con la capacidad operativa de la organización.

Todo esto bajo la premisa del principio **EE1st**, implementando primero todos aquellos ajustes que no requieren de presupuesto, infraestructura o equipo adicional pero que optimizan el consumo energético dentro de la organización.

Los resultados evidencian que la hoja de ruta propuesta para PH Plásticos Hogar S.A.S. cuenta con potencial de adaptación a otras MiPymes, pero requiere ajustes según el nivel de madurez organizacional, las capacidades de medición, la disponibilidad financiera y el tipo de operación de cada empresa.

Ahora bien, como fortaleza principal, se identifica una disposición favorable hacia la implementación de pilotos y metas de reducción energética, lo cual constituye una base comportamental positiva para iniciar procesos de cambio. Asimismo, algunas empresas

ya aplican prácticas de economía circular de manera informal, lo que facilita su formalización dentro de la hoja de ruta.

En cambio, en las debilidades, destacan la ausencia de responsables formales de gestión energética, la falta de sistemas de medición, el bajo conocimiento del principio EE1st y la limitada estructuración de proyectos con criterios de costo-beneficio. Estas brechas explican por qué la hoja de ruta no puede implementarse de forma uniforme, sino que debe organizarse en fases progresivas.

En consecuencia, la principal oportunidad de mejora consiste en transformar la hoja de ruta original en un modelo escalonado por niveles de madurez: inicial, en desarrollo y avanzado. De esta manera, las empresas con baja madurez podrán iniciar por acciones habilitadoras de bajo costo, mientras que las organizaciones con mayor preparación podrán avanzar hacia tecnologías de monitoreo, eficiencia energética, energía solar y certificaciones ambientales.

Hoja de Ruta Mejorada

Con base a todo lo anterior, se propone una hoja de ruta mejorando la propuesta original del documento de consultoría ajustada a los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a 15 MiPymes y de la prueba de concepto aplicada a la empresa DROI S.A. Según los resultados de la encuesta, mostró una madurez promedio de 1.9 sobre 5 en eficiencia energética y economía circular, con debilidades concentradas en gobernanza, medición, auditoría, capacitación y estructuración de proyectos. En ese contexto, la hoja de ruta para PH Plásticos Hogar S.A.S. debe priorizar una secuencia de implementación gradual, iniciando por capacidades habilitadoras antes de avanzar hacia inversiones tecnológicas y energías renovables.

La propuesta original del documento se enfocaba principalmente en diagnóstico, análisis de mejora, formulación de estrategias y validación de viabilidad, además de contemplar medidas como monitoreo energético, plan de economía circular y evaluación de paneles solares. Sin embargo, los resultados de la encuesta muestran que, en las MiPymes, el principal cuello de botella no es solo tecnológico, sino también organizacional, ya que solo 1 de 15 empresas tienen responsabilidad formal en gestión energética, solo 2 cuentan con medición digital y solo 4 han realizado auditoría energética integral en los últimos 24 meses.

Por ello, la hoja de ruta mejorada incorpora cinco ajustes estructurales los cuales los definimos por una fase cero de diagnóstico, donde cada organización puede responder las preguntas presentadas en el primer instrumento (encuesta) y como resultado se tendrá una clasificación del nivel de madurez que sitúa a la empresa dentro de uno de los tres perfiles. Luego de la clasificación de madurez, se define el primer ajuste estructural con la capacitación de directivos y gobernanza; segundo, una fase temprana de línea base y medición; tercero, una priorización de acciones de bajo costo y rápida implementación; cuarto, una etapa posterior de formulación de portafolio y financiamiento; y quinto, una fase de escalamiento tecnológico donde la energía solar fotovoltaica deja de ser el punto de partida y pasa a ser una medida de madurez intermedia o avanzada.

Esta hoja de ruta mejorada está basada bajo cinco principios los cuales deben ser progresivos, porque la mayoría de las empresas encuestadas se ubican en niveles iniciales de madurez. Debe ser medible, porque la ausencia de datos históricos y la medición limita la toma de decisiones. Debe ser financieramente viable, porque el acceso a líneas verdes y a instrumentos como FENOGE (El Fondo de Energías No

Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía) aún es incipiente en este tipo de empresas con madurez baja. Debe articular eficiencia energética con economía circular, ya que la propuesta original de PH Plásticos integra ambos frentes y la encuesta confirma que muchas empresas sí aplican prácticas 9R aunque sin formalización. Finalmente, debe orientarse a resultados verificables, mediante metas operativas semestrales e indicadores simples.

Tabla 9*Estructura Mejorada*

Fase	Horizonte	Objetivo central	Resultado esperado
Fase 0. Clasificación del nivel de Madurez	Semana 1-2	Diagnosticar y ubicar a la empresa en un perfil de madurez	Perfil asignado (Inicial, En desarrollo o Avanzado) y ruta personalizada
Fase 1. Alineación Organizacional y gobernanza	Mes 0-1	Asegurar compromiso gerencial y responsables	Acta de compromiso, líder designado, metas iniciales.
Fase 2. Línea base energética y circular	Mes 1-2	Organizar información y medir consumos, residuos y procesos críticos.	Diagnóstico base con indicadores y mapa de pérdidas.
Fase 3. Acciones operativas de rápida ejecución	Mes 2-4	Implementar mejoras sin CAPEX alto.	Ahorros tempranos, Ecodiseño y disciplina operativa.
Fase 4. Proyectos priorizados y caso financiero	Mes 4-6	Seleccionar proyectos por impacto y factibilidad	Portafolio priorizado con costo-beneficio
Fase 5. Implementación tecnológica gradual	Mes 6-12	Ejecutar inversiones priorizadas	Reducción sostenida del consumo y mejora operativa.
Fase 6. Escalamiento, circularidad y certificación	Mes 12-18	Consolidar mejora continua y acceso a incentivos	Sistema de gestión fortalecido y hoja de expansión.

Fase 0. Clasificación del nivel de madurez en eficiencia energética

Es indispensable conocer el punto de partida de la empresa. Esta fase aplica un diagnóstico estandarizado basado en las 5 dimensiones evaluadas.

Nota Metodológica: Dado que el muestreo es no probabilístico por conveniencia, los rangos son de carácter orientativo y pueden ajustarse según el sector o el tamaño de la empresa. La clasificación busca orientar la ruta de intervención, no comparar estadísticamente entre organizaciones.

Perfil de la empresa según el diagnóstico:

Una vez calculado el puntaje, la empresa se ubica en el perfil correspondiente y recibe la ruta de intervención diferenciada que se describe a continuación:

- Perfil Inicial (puntaje 1.00 – 1.49): La empresa no cuenta con política formal de economía circular, no tiene responsable designado de energía, carece de datos históricos de consumo, no ha realizado auditorías y sus prácticas de eficiencia son esporádicas e informales.
- Perfil En Desarrollo (puntaje 1.50 – 2.49): La empresa tiene prácticas parciales de eficiencia o circularidad, puede tener algún nivel de seguimiento de consumo y ha identificado oportunidades de mejora, pero no ha estructurado proyectos, no tiene portafolio priorizado y su capacitación directiva es limitada.
- Perfil Avanzado (puntaje 2.50 – 5.00): La empresa cuenta con medición activa de consumo, ha realizado auditorías energéticas, tiene al menos un líder de energía identificado, aplica estrategias 9R con cierto nivel de formalización y ha evaluado o accedido a financiamiento verde.

Fase 1. Alineación Organizacional y gobernanza

Los resultados de la encuesta indica que el mayor vacío en las MiPymes está en la estructura de gestión: solo 27% cuenta con política formal de economía circular y solo una empresa tiene responsable o comité de energía. En el caso de PH Plásticos, esto implica que antes de lanzar proyectos técnicos conviene formalizar el patrocinio de la alta dirección, nombrar un líder de eficiencia energética, definir un comité mínimo y adoptar una política breve que articule eficiencia energética, circularidad y competitividad.

Se recomienda:

- Emitir acta gerencial de compromiso con la hoja de ruta y con una meta preliminar de reducción de 10% a 15% en 12 a 18 meses.
- Designar un responsable interno de energía y circularidad, aunque inicialmente no sea un cargo exclusivo.
- Definir tres indicadores de control mensual: consumo total de energía, consumo por unidad producida y porcentaje de reincorporación de material reciclado.

Fase 2. Línea base energética y circular

La propuesta original identificó consumos altos, ausencia de monitoreo y baja reincorporación de residuos en PH Plásticos. La encuesta refuerza esta prioridad, ya que solo 6 de 15 empresas tenían 12 meses de información de consumo y solo 2 contaban con medición digital. Por tanto, el siguiente paso debe ser construir una línea base operativa y no pasar de inmediato a inversiones mayores.

Se recomienda:

- Consolidar 12 meses de facturas eléctricas, registros de producción, turnos y paradas de planta.
- Caracterizar pérdidas de material y residuos por proceso para vincular energía con desperdicio productivo.
- Definir una línea base de intensidad energética, por ejemplo kWh por kilogramo producido o por lote fabricado.

Fase 3. Acciones operativas de rápida ejecución

La encuesta muestra que muchas empresas aún no han estructurado proyectos, pero sí manifiestan disposición a ejecutar pilotos y metas de ahorro. Esto sugiere que la hoja de ruta debe incluir un bloque de victorias tempranas de bajo costo, orientado a generar resultados visibles, credibilidad interna y disciplina de operación antes de comprometer recursos significativos.

Se recomienda:

- Programar mantenimiento preventivo en motores, resistencias, sistemas de aire comprimido y sistemas de enfriamiento.
- Sustituir iluminación ineficiente por LED donde el retorno sea corto.
- Capacitar a operarios y mandos medios en hábitos energéticos, ya que la encuesta mostró baja formación reciente en el tema.

Fase 4. Proyectos priorizados y caso financiero

Uno de los hallazgos críticos de la encuesta es que solo una empresa tenía un portafolio priorizado de proyectos y solo dos habían evaluado opciones de financiamiento. Por esa razón, la hoja de ruta mejorada incorpora una fase explícita de estructuración técnico-financiera antes de ejecutar proyectos de mayor inversión, incluyendo soluciones de energía renovable.

Se recomienda:

- Construir una matriz de priorización con criterios de impacto energético, facilidad de implementación, costo, riesgo y aporte a circularidad.
- Calcular ahorro estimado, CAPEX, OPEX, payback simple y riesgos operativos de cada iniciativa.

- Incluir proyectos típicos: modernización de equipos críticos, variadores de velocidad, control térmico, mejora del sistema de aire comprimido, submedición permanente y energía solar fotovoltaica.
- Evaluar líneas de financiación verde, incentivos y convocatorias disponibles en Colombia.

Fase 5. Implementación tecnológica gradual

En la versión original, el sistema solar fotovoltaico de 10 kW ocupaba un lugar central dentro de la solución. La mejora propuesta no descarta esta medida, pero la reubica después de haber consolidado la línea base, el control operacional y la priorización financiera, porque en empresas de madurez baja la tecnología sin sistema de gestión puede reducir su efectividad.

Se recomienda realizar proyectos según su prioridad:

Tabla 10

Proyectos Recomendados Implementación Tecnológica

Prioridad	Proyecto	Condición para ejecutar	Resultado esperado
Alta	Medición y tablero de control	Línea base consolidada	Control y seguimiento de consumos
Alta	Mejoras operativas y mantenimiento energético	Procedimientos definidos	Ahorro de corto plazo
Media	Optimización de equipos y motores	Análisis de carga y uso	Menor consumo específico
Media	Aprovechamiento de calor o mejoras térmicas	Identificación de pérdidas	Mayor eficiencia del proceso
Media-Alta	Solar fotovoltaica 10 kW o capacidad ajustada	Caso financiero validado, estructura eléctrica apta	Reducción del consumo de red y señal de sostenibilidad

Nota: Información tomada de Base Eficiencia Energética PH Plásticos

Fase 6. Escalamiento, circularidad y certificación

La hoja de ruta original integraba economía circular y reincorporación de residuos, aspecto que debe mantenerse y fortalecerse. La encuesta muestra que el 67% de las empresas ya aplica alguna estrategia 9R pero sin formalización ni seguimiento, por lo que el escalamiento debe consolidar la relación entre eficiencia energética, productividad y circularidad.

Se recomienda:

- Fijar meta progresiva de reincorporación de residuos internos, con control por referencia o familia de producto.
- Incorporar criterios de ecodiseño, reducción de scrap y aprovechamiento de material recuperado.
- Estandarizar revisiones semestrales del plan, dado que en la encuesta pocas empresas tenían rutinas formales de revisión estratégica, con solo 4 de 15
- Evaluar preparación para sistemas de gestión como ISO 50001 o ISO 14001 en una etapa posterior.

Indicadores de seguimiento sugeridos

La hoja de ruta mejorada debe quedar amarrada a un tablero simple de seguimiento. Esto responde a la evidencia de baja madurez en revisión periódica, auditoría y medición en la muestra encuestada, con promedios entre 1.33 y 1.53 sobre 5 en esas dimensiones.

Tabla 11*Indicadores de medición*

Indicador	Fórmula sugerida	Frecuencia	Meta inicial
Consumo total	kWh/mes	Mensual	Reducir tendencia base
Intensidad energética	kWh/kg producido o kWh/lote	Mensual	Reducir 5% en 6 meses
Cobertura de medición	% equipos críticos medidos	Mensual	80% en 6 meses
Reincorporación de material	kg reciclado interno / kg residuo generado	Mensual	Aumentar progresivamente
Cumplimiento de acciones	Acciones ejecutadas / programadas	Mensual	>85%
Ahorro económico	COP ahorrados frente a línea base	Trimestral	Evidenciar payback
Capacitación	% personal crítico formado	Trimestral	100% personal clave

La propuesta de un mecanismo formal de validación de la hoja de ruta mejorada constituye, en sí misma, el objeto de estudio de un nuevo trabajo de investigación o consultoría de alcance independiente. Validar empíricamente que esta versión produce mejores resultados que la hoja de ruta original requeriría, como mínimo: seleccionar una muestra de organizaciones dispuestas a implementar el modelo durante un período suficiente, definir métricas de línea base previas a la intervención, ejecutar las fases propuestas en condiciones controladas y medir los resultados frente a indicadores históricos de cada empresa. Este proceso implica una inversión de tiempo, recursos y acompañamiento organizacional que excede los límites temporales y el alcance definido para el presente trabajo, cuyo propósito fue evaluar la aplicabilidad y adaptabilidad de la hoja de ruta de referencia en el contexto de las MiPymes colombianas, con el objetivo de plantear un modelo lo suficientemente flexible para ser adoptado con ajustes mínimos según cada contexto organizacional, facilitando así una implementación inmediata sin

requerir una intervención previa de alto costo o complejidad. La hoja de ruta mejorada presentada en esta sección es, por tanto, el principal entregable y aporte de esta consultoría: una propuesta metodológica estructurada, fundamentada en evidencia diagnóstica, que no pretende haber sido implementada en ninguna organización, sino ofrecer a cualquier MiPyme interesada una ruta de acción clara, progresiva y adaptable, cuyo proceso de validación empírica se plantea como una línea de investigación prioritaria para trabajos posteriores en el marco de la línea EREE del grupo INDEVOS de la Universidad EAN.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Una vez realizada la consultoría académica, donde se responde al problema de investigación planteado y se fundamentan en los resultados obtenidos durante el proceso de validación, se concluye que la hoja de ruta de eficiencia energética es viable, pero requiere adaptación al nivel de madurez organizacional de las MiPymes. Ya que el análisis evidenció que las empresas evaluadas presentan un nivel de madurez promedio de 1.71 sobre 5, lo que indica un estado inicial en la gestión energética. En este contexto, se concluye que la hoja de ruta es técnicamente aplicable, pero su implementación no puede realizarse de forma estándar, sino que debe estructurarse en fases progresivas que prioricen el desarrollo de capacidades organizacionales antes de inversiones tecnológicas. Esto responde directamente al problema planteado, evidenciando que la principal barrera no es tecnológica, sino organizacional.

Adicionalmente, con la prueba de concepto (PoC) se demostró que el modelo es aplicable en empresas del sector servicios, ampliando su alcance más allá del sector manufacturero. La validación realizada en nuestra organización de prueba Agencia Droi S.A.S. permitió comprobar que, aunque la hoja de ruta fue diseñada originalmente para el sector plástico, sus principios son transferibles a modelos operativos basados en servicios digitales. Se identificó que los mayores consumos energéticos se concentran en infraestructura tecnológica (servidores, equipos de cómputo y sistemas auxiliares), lo cual confirma la pertinencia del modelo en sectores no productivos físicos.

En contraste con la principal brecha identificada en las MiPymes, la ausencia de estructuras de gobernanza energética y sistemas de medición evidencian que el 93% de las empresas no cuenta con un responsable energético, y que solo una minoría dispone

de información histórica o sistemas de monitoreo. Esto impide establecer líneas base, definir metas y medir resultados, lo cual limita significativamente la implementación de estrategias de eficiencia energética. Por tanto, se concluye que cualquier modelo debe iniciar con la formalización de roles, la recopilación de datos y la estructuración de indicadores.

Un punto a favor es que existe una alta disposición empresarial para implementar estrategias de eficiencia energética, lo que representa una oportunidad estratégica. A pesar de las limitaciones técnicas y organizacionales, el estudio evidenció que aproximadamente el 67% de las empresas estaría dispuesto a participar en pilotos de eficiencia energética y a comprometerse con metas de reducción de consumo. Esto demuestra que el principal reto no es la resistencia al cambio, sino la falta de conocimiento, estructura y acompañamiento técnico, lo cual valida la necesidad de una hoja de ruta como herramienta de orientación.

Se concluye que la hoja de ruta propuesta fue fortalecida mediante la incorporación de mejoras en su estructura estratégica y sistema de medición. Como resultado del proceso de validación, se concluye que la hoja de ruta original fue enriquecida mediante la inclusión de acciones específicas adaptadas al contexto de MiPymes del sector servicios, así como la definición de indicadores (KPIs) más claros, medibles y alineados con la capacidad operativa de las organizaciones. Esto permite aumentar su aplicabilidad, facilitar su seguimiento y mejorar su potencial de adaptabilidad en otros contextos empresariales y organizacionales.

Recomendaciones

La presente investigación aporta elementos que permiten enriquecer el campo teórico de los modelos de madurez organizacional aplicados a la eficiencia energética en

contextos de economía circular para MiPymes. Si bien existen modelos consolidados como el ISO 50001 y el modelo Prado-MMGP para gestión de proyectos, estos han sido concebidos principalmente para grandes organizaciones con infraestructura de gestión desarrollada. El instrumento de diagnóstico de 5 dimensiones validado empíricamente en esta investigación (alineación con la ENEC, estrategia 9R, apoyo directivo, capacidades técnicas, capacitación, auditoría, portafolio, financiamiento, tecnología y cumplimiento normativo) constituye una propuesta teórica adaptada a la escala y realidad operativa de las MiPymes colombianas.

Desde la perspectiva de aplicación, el principal resultado de esta investigación es la hoja de ruta mejorada y diferenciada por perfil de madurez, que introduce una Fase A de clasificación como punto de entrada obligatorio antes de cualquier intervención.

Se sugiere proponer la hoja de ruta en un grupo de MiPymes de diferentes sectores, con seguimiento a 12 y 24 meses, para medir la variación real en consumo energético, intensidad energética, costos operativos y reincorporación de residuos antes y después de la intervención.

Adicionalmente se recomienda aplicar el instrumento de diagnóstico en muestras más amplias (50 o más MiPymes de distintos sectores económicos en Colombia), con el fin de validar estadísticamente los rangos de clasificación y explorar si los cortes son consistentes entre sectores o si se requieren rangos específicos por tipo de industria.

Además, se sugiere la implementación de una herramienta digital de autodiagnóstico que permita a cualquier MiPyme calcular su puntaje de madurez, identificar su perfil y recibir automáticamente las acciones prioritarias de su ruta diferenciada, reduciendo la barrera de acceso a este tipo de instrumentos.

Una mejora futura significativa es la incorporación de un módulo de análisis financiero integrado a la hoja de ruta, con plantillas de cálculo de ROI y valor presente neto (VPN) para los proyectos típicos del sector, de modo que la empresa pueda construir su caso de negocio sin requerir consultoría externa especializada.

Finalmente, para la política pública, se recomienda trabajar en el fortalecimiento y divulgación del marco normativo sobre eficiencia energética y economía circular con su respectiva implementación, a través de los organismos encargados para que las empresas accedan realmente a estos beneficios.

El presente trabajo tuvo como alcance evaluar la aplicabilidad y adaptabilidad de una hoja de ruta de eficiencia energética previamente desarrollada, contrastándola con la realidad organizacional de una muestra de MiPymes colombianas para derivar un modelo mejorado, flexible y de adopción accesible. Es importante precisar que esta validación es de naturaleza diagnóstica y propositiva: no midió impactos operativos en organizaciones reales ni ejecutó fases de implementación, sino que identificó las condiciones que hacen viable la hoja de ruta, las brechas que la limitan y los ajustes que permiten a cualquier empresa adoptarla con una intervención ajustada a su propio contexto. Lejos de ser una restricción, esta delimitación define con precisión el aporte del trabajo: sentar una base metodológica sólida, construida sobre evidencia empírica, que reduce la distancia entre el diagnóstico organizacional y la acción concreta. Queda abierta, como proyección natural de este esfuerzo, la tarea de someter el modelo propuesto a una implementación real y sostenida en el tiempo, proceso que permitirá contrastar su efectividad y enriquecer aún más una propuesta que hoy se entrega lista para ser adoptada.

Referencias

Agencia Droi SAS. (s.f.). Nuestra Empresa. <https://droi.com.co/nuestra-empresa/>

Bancolombia. (2019).

<https://www.bancolombia.com/negocios/actualizate/sostenibilidad/alternativas-eficiencia-energetica-pymes>

Cárdenas, D. G. (2022). *Estado del Arte de la Economía Circular, un estudio comparativo entre España, Chile y Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/50382/1/dgsalamancac.pdf>

CONGRESO DE COLOMBIA. (2014). www.funcionpublica.gov.co.

www.funcionpublica.gov.co.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>

DNP Departamento Nacional de Planeación. (2021). *Estrategia de reactivación y repotenciación económica sostenible y resiliente*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia_Reactivacion_Sostenible.pdf

Estudio legal hernandez. (2021). *Asociación Nacional de Empresarios de Colombia*.

www.andi.com.co. <https://www.andi.com.co/Uploads/CARTILLA-INCENTIVOS-TRIBUTARIOS-ENERGI%CC%81A-RENOVABLE.pdf>

FENOGE, F. d. (s.f.). <https://fenoge.gov.co/minenergia-anuncia-ampliacion-del-programa-colombia-solar-para-las-economias-populares-para-beneficiar-a-cerca-de-mil-negocios-del-pais/>

Foundation, E. M. (Dirección). (2021). *Completing the picture - How the circular economy tackles climate change* [Película].

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/clima/vision-general>

Gobierno de Colombia. (25 de 09 de 2025). *Ministerio de Comercio, Industria y Turismo*. Misión, Visión, Objetivos y Normas que rigen la entidad.

<https://www.mincit.gov.co/ministerio/organizacion/mision-vision-objetivos-normas>

Hamui-Sutton, A. (2013). *Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica*. Scielo.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400006

IMARC Group. (s.f.). *www.imarcgroup.com*. Panorama del mercado de los bioplásticos en América Latina. <https://www.imarcgroup.com/report/es/latin-america-bioplastics-market>

iNNpulsa Colombia. (25 de 09 de 2025). Nosotros.

<https://www.innpulsacolombia.com/nosotros/>

ISO. (2015). *ISO: the International Organization for Standardization*. www.iso.org.

<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en>

ISO. (2018). *ISO: the International Organization for Standardization*. www.iso.org.

<https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100400.pdf>

Lizcano, F. A., Galvis, D. L., Manjarrez, O. A., & Devoz, H. d. (2025). Gestión energética en MIPYMES de Bogotá – Colombia: desafíos y oportunidades bajo el marco de políticas gubernamentales.

Mandel, T., Pató, Z., Broc, J.-S., & Eichhammer, W. (2022). Conceptualising the energy efficiency first principle: insights from theory and practice. *Energy Efficiency*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12053-022-10053-w>

Matoma, A. (01 de 04 de 2026). Entrevista verbal en sede. (F. Zarbet, Entrevistador)

Medina, M., & Hurtado, D. (Julio de 2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Editorial Inudi.

<https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/download/118/160/189?inline=1>

Mesa, J. (2024). *Consejo Colombiano de Seguridad*. <https://publicaciones.ccs.org.co/>.
<https://publicaciones.ccs.org.co/pys/article/view/73/31>

Mesa, J. (Diciembre de 2024). *Mipymes sostenibles: su importancia, desafíos y la ruta para avanzar*. <https://publicaciones.ccs.org.co/>.
<https://publicaciones.ccs.org.co/pys/article/view/73/31>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Minambiente*.
www.minambiente.gov.co. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/>

Ministerio de minas y energía. (2024). *Minenergia.gov.co*. Ministerio de minas y energía.
[https://minenergia.gov.co/documents/13272/Hoja de ruta transicion energetica j
usta TEJ 2025.pdf](https://minenergia.gov.co/documents/13272/Hoja_de_ruta_transicion_energetica_justa_TEJ_2025.pdf)

Ministerio de Minas y Energía. (2025). *www.minenergia.gov.co*. Ministerio de Minas y
Energía. [https://www.minenergia.gov.co/documents/13280/2025-02-
28 Decreto Colombia Solar.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/13280/2025-02-28-Decreto-Colombia-Solar.pdf)

OCDE. (2024). *OCDE*.
[https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/06/monitorin
g-progress-towards-a-resource-efficient-and-circular-
economy_f50297ce/3b644b83-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/06/monitoring-progress-towards-a-resource-efficient-and-circular-economy_f50297ce/3b644b83-en.pdf)

- ONU Naciones Unidas. (2021). *ONU Naciones Unidas*. La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>
- Ortiz-de-Montellán, C. G.-S., & Meer, Y. v. (2022). A Theoretical Framework for Circular Processes and Circular Impacts Through a Comprehensive Review of Indicators. *Global Journal of Flexible Systems Management*.
- PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico. (2025). *Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico*. Bogotá.
- Rengifo Caicedo, Sergio. (2024). CECODES. [cecodes.org.co. https://cecodes.org.co/wp-content/uploads/2025/05/Hoja_de_Ruta_Economia-Circular.pdf](https://cecodes.org.co/wp-content/uploads/2025/05/Hoja_de_Ruta_Economia-Circular.pdf)
- RevistaEntoRnos. (6 de Agosto de 2025). *Mipymes del país logran reducir su huella de carbono y ahorrar hasta \$60 millones anuales*. <https://revistaentornos.com/>.
<https://revistaentornos.com/mipymes-del-pais-logran-reducir-su-huella-de-carbono-y-ahorrar-hasta-60-millones-anuales/>
- Umwelt Bundesamt. (15 de Abril de 2025). *The 1.5°C goal of the Paris agreement*.
<https://www.umweltbundesamt.de/>.
<https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/the-15degc-goal-of-the-paris-agreement#>
- umweltbundesamt. (2025). *umweltbundesamt*. <https://www.umweltbundesamt.de>.
<https://www.uba.de/n114877en>
- UPME. (septiembre de 2021). *UPME*. Balance Energético Colombiano.
https://docs.upme.gov.co/2024/11/Resultados_2021_28_9_22.pdf

UPME Unidad de Planeación Minero Energética. (2020). *UPME*. www.upme.gov.co.

https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf

UPME Unidad de Planeación Minero Energética. (2022). *Plan de acción indicativo*

PROURE. Bogotá: UPME.

https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento_PROURE_2022-2030_v4.pdf

Valencia, A., Hernandez, C., Celis, L., Monsalvo, M., & Caro, M. (2018).

distritoenergetico. <https://www.distritoenergetico.com/>.

<https://distritoenergetico.com/wp-content/uploads/2018/10/Analisis-de-Bareras-Documento-Final.pdf>

Vanegas, J., & Botero, S. (Diciembre de 2012). *Eficiencia energética en microempresas*

de Medellín: un estudio de valoración de barreras. <https://revistas.udea.edu.co/>.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia/article/view/14772/129>

ANEXOS

Anexo A: Encuesta para captura de información

Contexto y alineación estratégica

- ¿Su empresa tiene una política formal de economía circular vigente? (Sí/No)
- ¿Está alineada su estrategia con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)? (Escala 1-5)
- ¿Aplica alguna estrategia 9R (reducir, reusar, reciclar, etc.) en la operación principal? (Sí/No)
- ¿La alta dirección apoya la adopción de eficiencia energética y circularidad como ejes de gestión? (Escala 1-5)
- ¿Existen objetivos claros y documentados en materia de sostenibilidad energética y circular? (Sí/No)

Línea base energética y digitalización

- ¿Cuenta con 12 meses o más de información detallada de consumo de energía (eléctrica y/o térmica)? (Sí/No)
- ¿Dispone de submedición o monitoreo digitalizado para procesos/productos clave? (Sí/No)
- ¿Tiene sistemas automáticos (IoT, SCADA, BMS, otro) para seguimiento energético? (Escala 1-5)
- ¿La información sobre consumo de energía por área/proceso es confiable y se actualiza periódicamente? (Escala 1-5)
- ¿Se han establecido metas cuantificadas de reducción del consumo energético? (Sí/No)

Organización, capacidades y gobernanza

- ¿Existe un responsable o comité formal para gestión energética? (Sí/No)
- ¿Ha recibido el equipo directivo/capacitación específica sobre economía circular y eficiencia energética en los últimos 2 años? (Sí/No)
- ¿Cuenta con roles y dedicaciones definidas para proyectos de eficiencia energética? (Escala 1-5)
- ¿La empresa tiene capacidad interna para el análisis de datos energéticos y toma de decisiones? (Escala 1-5)

Diagnóstico y portafolio de medidas

- ¿Se ha realizado una auditoría energética integral en los últimos 24 meses? (Sí/No)
- ¿Existe un portafolio priorizado de proyectos de eficiencia energética según costo/beneficio/ROI? (Sí/No)
- ¿Aplica el principio "Energy Efficiency First" prioritariamente frente a expansión convencional de infraestructura? (Escala 1-5)

Viabilidad económica-financiera

- ¿Ha accedido o evaluado oportunidades de financiamiento (FENOGE, líneas verdes, incentivos)? (Sí/No)
- ¿Puede financiar (con recursos propios o externos) una primera fase piloto sin afectar la operación? (Escala 1-5)

Tecnología y entorno de mercado

- ¿La empresa tiene acceso a tecnologías eficientes y proveedores confiables localmente? (Escala 1-5)

- ¿El sistema eléctrico y las instalaciones cumplen normas y están preparados para nuevas tecnologías? (Sí/No)

Monitoreo, reporte y mejora continua

- ¿Usa indicadores de desempeño energético y circularidad en el seguimiento de la gestión? (Escala 1-5)
- ¿Cuenta con rutinas de revisión y ajuste de estrategias (MRV) al menos semestralmente? (Sí/No)

Resultados y compromiso futuro

- ¿La empresa está dispuesta a realizar un piloto controlado en los próximos 6 meses si el diagnóstico es favorable? (Sí/No)
- ¿La dirección se compromete con una meta de reducción de consumo energético de al menos 10% en 12-18 meses? (Sí/No)

Anexo B: Prueba de concepto para la validación de la hoja de ruta de transición sostenible en Agencia Droí S.A.S.

La prueba de concepto tiene como finalidad validar la *“Hoja de Ruta Sugerida para la Transición Sostenible (2025-2027)”*, propuesta en el caso de estudio de **PH Plásticos Hogar S.A.S.**, en el contexto de MiPyMEs en este caso del sector de servicios tecnológicos, con el propósito de evaluar su aplicabilidad en diferentes entornos organizacionales (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025).

Para ello, se selecciona como caso de validación la empresa **Agencia Droí S.A.S.**, con el fin de analizar la viabilidad técnica, económica y organizacional de implementar estrategias de eficiencia energética y economía circular en un entorno no manufacturero.

Caracterización de la empresa objeto de estudio

Información general

La empresa Agencia Droí S.A.S. es una microempresa del sector tecnológico ubicada en la ciudad de Bogotá D.C y con sede en la ciudad de Villavicencio, Colombia, dedicada al desarrollo de software, servicios digitales y soluciones POS, con una base aproximada de 650 clientes activos (Agencia Droí SAS, s.f.)

La organización desarrolla sus operaciones en dos sedes. La sede de Bogotá D.C. cuenta con un espacio de un solo nivel y un área aproximada de 50 m², mientras que la sede de Villavicencio dispone de una infraestructura de tres niveles con un área total de 300 m², información obtenida a partir de **visita de campo y observación directa de las instalaciones**.

En cuanto a su estructura organizacional, la empresa cuenta con una planta de personal de 15 colaboradores, distribuidos de la siguiente manera: 12 empleados en la ciudad de Villavicencio, organizados en las áreas administrativa (4), comercial (2), soporte técnico (3) y desarrollo (3); y 3 empleados en la ciudad de Bogotá D.C., correspondientes a un asesor comercial, un técnico y el gerente de la sede (Matoma, 2026)

La empresa opera bajo una jornada laboral de 44 horas semanales, con una distribución de funciones acorde a su modelo de negocio basado en servicios tecnológicos.

Modelo operativo

A diferencia del caso base (sector plástico), la empresa no cuenta con procesos productivos físicos, sino con una operación basada en servicios digitales. Por ello, se define como unidad de análisis productivo:

- Ventas mensuales de licencias y servicios un promedio de \$90.000.000 COP
- Transacciones mensuales procesadas en servidores de 100.000 procesos
- Al rededor de 40 implementaciones mensuales de nuevos clientes

Diagnóstico energético

Consumo energético

Se realiza una recopilación de información de servicio público energético donde se evidencia siguiente consumo en las sedes:

Tabla 12*Consumo de Energía Eléctrica – Sede Villavicencio (2025–2026)*

SEDE CRA 43 15 45			
Mes	Periodo facturado	Consumo (kWh)	Valor factura (COP)
Abril 2025	11-03-2025 / 08-04-2025	862	\$1.040.430
Mayo 2025	09-04-2025 / 09-05-2025	773	\$886.290
Junio 2025	10-05-2025 / 09-06-2025	669	\$741.670
Julio 2025	10-06-2025 / 09-07-2025	748	\$885.800
Agosto 2025	10-07-2025 / 08-08-2025	752	\$852.970
Septiembre 2025	09-08-2025 / 08-09-2025	636	\$771.750
Octubre 2025	09-09-2025 / 09-10-2025	711	\$841.420
Noviembre 2025	10-10-2025 / 08-11-2025	616	\$768.480
Diciembre 2025	09-11-2025 / 11-12-2025	822	\$1.008.990
Enero 2026	12-12-2025 / 10-01-2026	800	\$959.510
Febrero 2026	11-01-2026 / 09-02-2026	792	\$923.780
Marzo 2026	10-02-2026 / 11-03-2026	748	\$797.500

En la ciudad de Bogotá DC se presenta el siguiente consumo:

Tabla 13*Consumo de Energía Eléctrica – Sede Bogotá (2025–2026)*

Mes	Periodo facturado	Consumo (kWh)	Valor factura (COP)
Marzo 2025	15 FEB – 17 MAR 2025	534	\$ 601.440
Abril 2025	18 MAR – 15 ABR 2025	499	\$ 578.150
Mayo 2025	16 ABR – 15 MAY 2025	476	\$ 535.540
Junio 2025	16 MAY – 16 JUN 2025	508	\$ 547.460
Julio 2025	17 JUN – 16 JUL 2025	455	\$ 522.700
Agosto 2025	17 JUL – 15 AGO 2025	236	\$ 281.350
Septiembre 2025	17 AGO – 15 SEP 2025	330	\$ 393.413
Octubre 2025	17 SEP – 17 OCT 2025	393	\$ 445.140

Noviembre 2025	18 OCT – 18 NOV 2025	425	\$ 480.270
Diciembre 2025	19 NOV – 18 DIC 2025	422	\$ 464.600
Enero 2026	19 DIC - 19 ENE/2026	371	\$ 416.170
Febrero 2026	20 ENE - 17 FEB/2026	411	\$ 437.040

El análisis de las facturas de energía eléctrica correspondientes al periodo 2025-2026 en Villavicencio permitió determinar:

- Consumo promedio mensual: **744 kWh**
- Consumo anual estimado: **8.933 kWh**

La empresa se cuenta en los siguientes activos electrónicos:

Tabla 14

Activos electrónicos sede Villavicencio – Meta

Activo electrónico	Can.	kW	Horas uso por día	Días al mes	Consumo mensual (kWh)	Observación
Pantalla publicidad	1	1.3	4	30	156	Hora pico
Computadores comerciales	2	0.2	8	22	70.4	Operación
Computador control acceso	1	0.2	8	30	48	Seguridad
Letrero LED	1	0.1	8	30	24	Publicidad
Círculos LED	4	0.05	8	30	48	Branding
Extractor recepción	1	0.8	8	22	140.8	Alto consumo
Impresora láser	1	0.5	1	22	11	Picos
Extractor administración	1	0.4	8	22	70.4	Ventilación
Computadores administración	3	0.2	8	22	105.6	Oficina
Impresoras POS	3	0.05	8	22	26.4	Baja carga
Computador Mafe	1	0.2	8	8	12.8	2 veces/semana
Extractor soporte	1	0.8	8	22	140.8	Alto consumo
Computadores soporte	3	0.2	8	22	105.6	Soporte
Portátil SENA	1	0.065	8	8	4.16	Bajo uso
Extractor descanso	1	0.8	1	22	17.6	Bajo uso
Servidor	1	0.5	24	30	360	24/7
Nevera	1	0.15	24	30	108	Ciclos
Licuada	1	0.3	0.1	15	0.45	Bajo impacto
Microondas	1	1.2	0.5	30	18	Uso diario
Computadores desarrollo	3	0.2	8	22	105.6	Desarrollo
Ventiladores	2	0.075	8	22	26.4	Clima
Aire acondicionado	1	0.9	2	4	7.2	Bajo uso

Videobeam	1	0.3	1	4	1.2	Ocasional
Computadores gerencia	2	0.2	8	22	70.4	Oficina
Iluminación general	-	0.3	2	30	18	Estimado
Tomas/cargadore	-	0.2	4	30	24	Usuarios

Ilustración 5

Área Administrativa

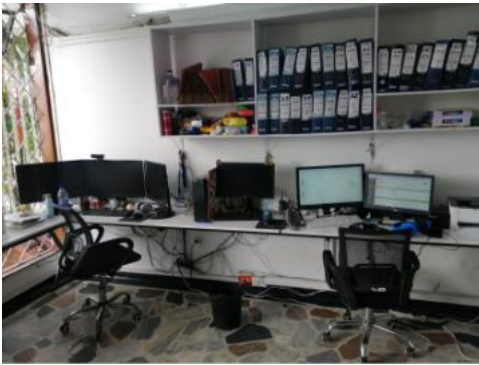


Ilustración 6

Área de Recepción



Ilustración 7

Área de Soporte

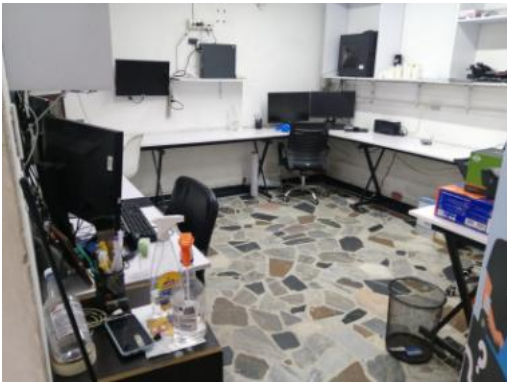


Ilustración 8

Servidores



Ilustración 9

Área de gerencia



Ilustración 10

Área de desarrollo de software

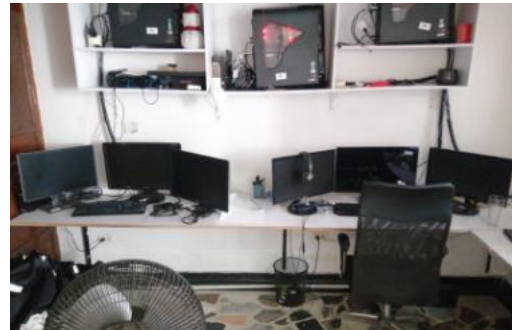


Ilustración 11

Pantalla led publicitaria



Ahora bien, el consumo se encuentra asociado principalmente a:

- Letreros y pantallas publicitaria
- Equipos de cómputo (operación administrativa y técnica)
- Servidores en operación continua (24/7)
- Sistemas de ventilación y extracción
- Iluminación
- Equipos auxiliares

Considerando que los equipos no operan al 100% de su potencia nominal todo el tiempo y en una suma de cargas el estimado teórico de 1.746 kWh mes lo que significa que el consumo adicional es remplazado por la energía solar y a los ciclos de uso.

Por otro lado, en el análisis de las facturas de energía eléctrica correspondientes al periodo 2025-2026 en Bogota DC. permitió determinar:

- Consumo promedio mensual: 422 kWh/mes
- Consumo anual estimado: 5.064 **kWh**

Que se distribuyen en los activos electrónicos de la empresa se basan en los siguientes activos electrónicos:

Tabla 15*Activos Electrónicos Sede Bogotá DC*

Activo electrónico	Can.	kWh	Horas	Días	Mes (kWh)	Observación
Pantalla LED publicidad	1	1.3	8	24	249.6	Alto consumo
Computadores comerciales	2	0.2	8	22	70.4	Operación
Computador técnico	1	0.2	8	22	35.2	Uso diario
Computadores exhibición	3	0.2	8	22	105.6	Uso continuo
Letrero LED	1	0.1	8	30	24	Publicidad
Microondas	1	1.2	0.05	24	1.44	Uso real bajo
Hervidora de agua	1	1.5	0.10	24	3.6	Uso puntual
Vitrinas LED	2	0.05	8	24	19.2	Bajo consumo
Iluminación interior	1	0.1	8	24	19.2	LED eficiente
Impresora láser	1	0.3	0.5	22	3.3	Intermitente
Cámaras de seguridad	1	0.1	24	30	72	Consumo continuo

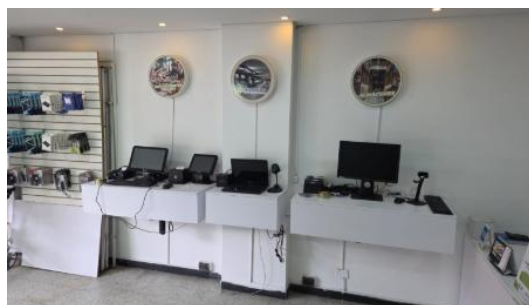
Ilustración 12*Letrero Led***Ilustración 13***Computadores Comerciales*

Ilustración 14

Computadores Técnicos

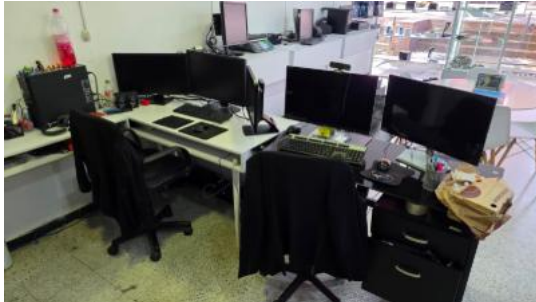


Ilustración 15

Mueble de cafetería



El consumo energético de la sede Bogotá D.C. se concentra principalmente en equipos de exhibición y cómputo, destacándose la pantalla LED como el principal punto de consumo. Esto evidencia oportunidades de optimización energética mediante control de horarios y sustitución por tecnologías más eficientes.

Sistema fotovoltaico implementado

La empresa cuenta con un sistema de generación fotovoltaica en la sede de Villavicencio instalado en noviembre de 2024, compuesto por:

- 8 paneles solares de 570 W
- 4 baterías GEL de 300 Ah
- Capacidad aproximada: 4,56 kWp
- Inversión: \$16.281.300 COP

Ilustración 16

Paneles Solares Instalados



Ilustración 17

Baterías e Inversor



No obstante, el sistema presenta las siguientes características operativas:

- Generación promedio: 400–800 W en día.
- Cobertura parcial (primer piso)
- Uso principal: respaldo energético

Lo anterior evidencia que el sistema no está dimensionado para sustituir una proporción significativa del consumo total, sino para garantizar continuidad operativa.

Diagnóstico de economía circular

Identificación de flujos de residuos

Se identificaron los siguientes flujos principales:

- Equipos electrónicos (computadores, monitores, impresoras)

- Materiales reciclables (cartón, plástico)
- Consumibles (papel, toners)

Prácticas actuales

La empresa presenta prácticas alineadas con el modelo de economía circular, tales como:

- Reacondicionamiento de equipos (3 de cada 5)
- Reutilización de componentes
- Canibalización de partes electrónicas

Estas prácticas corresponden a estrategias de las 9R, particularmente:

- Reutilizar (R3)
- Restaurar (R5)

Sin embargo, no existe un sistema formal de gestión de residuos ni separación en la fuente, muchos desechos no se encuentran organizados y disponen en ambas sedes bodegas donde van almacenando los equipos a desechar, el cual no tiene una cadena de custodia si no que es enviado a vertedero por medio de servicios informales.

Ilustración 18

Caneca Principal de Desechos



Ilustración 19

*Bodega de Almacenamiento de Desechos
Electrónicos*



Ilustración 20

*Área Asignada para Elementos
Tecnológicos para Desecho*



Ilustración 21

*Equipos Remanufacturados de Segunda
Mano para su Venta*



Análisis estratégico**Tabla 16***Hoja de Ruta para la Transición Sostenible – Agencia Droí S.A.S. (2026–2028)*

Fase	Eje Estratégico	Acciones Específicas	Responsable Sugerido	Indicadores de Seguimiento (KPIs)	Nivel de Inversión
Corto Plazo (0–6 meses)	Gestión energética	Implementar monitoreo del consumo eléctrico por áreas (servidor, oficinas, equipos)	Gerencia / Soporte TI	Consumo mensual (kWh), consumo por cliente (kWh/cliente)	Bajo
	Eficiencia operativa	Configurar modos de ahorro energético en computadores y equipos	Soporte TI	Reducción del consumo (%)	Bajo
	Economía circular	Formalizar procesos de reutilización y reacondicionamiento de equipos tecnológicos	Gerencia / Operaciones	% de equipos reutilizados, % de equipos desechados	Bajo
	Gestión de residuos	Implementar separación básica de residuos (cartón, plástico, RAEE)	Administración	% residuos separados	Bajo
	Cultura organizacional	Capacitación en sostenibilidad y eficiencia energética	Gerencia	Número de capacitaciones realizadas	Bajo
Mediano Plazo (6–18 meses)	Energía renovable	Evaluar optimización o ampliación del sistema solar existente	Gerencia / Técnico externo	% cobertura energética solar	Medio

Largo Plazo (18–36 meses)	Eficiencia energética	Sustituir equipos de alto consumo (extractores, ventilación) por equipos eficientes	Gerencia	Reducción del consumo energético (%)	Medio
	Economía circular	Establecer alianzas con gestores autorizados de residuos electrónicos (RAEE)	Administración	% residuos gestionados formalmente	Bajo
	Gestión de indicadores	Implementar sistema de medición de KPIs energéticos y ambientales	Gerencia	Número de KPIs implementados	Bajo
	Digitalización sostenible	Reducir uso de papel mediante digitalización de procesos	Administración	Reducción consumo papel (%)	Bajo
	Infraestructura energética	Evaluar cambio de sede o ampliación estructural del sistema solar	Gerencia	% reducción consumo red eléctrica	Alto
	Certificación ambiental	Implementar sistema de gestión ambiental (ISO 14001)	Gerencia / Consultor externo	Certificación obtenida	Medio
	Estrategia sostenible	Integrar sostenibilidad como parte del modelo de negocio	Dirección estratégica	Número de iniciativas sostenibles implementadas	Bajo
	Economía circular avanzada	Implementar modelo estructurado de recuperación y reutilización tecnológica	Operaciones	% de recuperación de equipos	Medio

Innovación sostenible	Desarrollo de soluciones tecnológicas sostenibles para clientes	Área de desarrollo	Nuevos productos sostenibles	Medio
--------------------------	---	-----------------------	---------------------------------	-------

Nota: *Adaptada de* (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025) p36.

Evaluación de la hoja de ruta

Corto plazo

Alta viabilidad en:

- medición energética
- optimización de equipos
- gestión básica de residuos

Mediano plazo

Viabilidad media en:

- ampliación del sistema solar (limitado por área y arrendamiento)
- formalización de economía circular

Largo plazo

Viabilidad parcial en:

- certificaciones (ISO 14001, ISO 50001)
- estrategias avanzadas industriales

Indicadores de desempeño (KPIs)

En el proceso de medición se indica en el **Marco de Seguimiento y Medición (KPIs)**, *Para asegurar que las estrategias implementadas generen los resultados esperados y permitan una mejora continua, se sugiere adoptar un tablero de control con los siguientes indicadores clave de desempeño.* (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025). Por lo cual adaptamos al criterio los mismos KPI ajustándolo al sector servicios:

Tabla 17

Marco Sugerido de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) para Sostenibilidad

Dimensión	KPI	Fórmula	Meta Año 1	Meta Año 2
Energética	Consumo energético total	$\sum$ kWh facturados mensualmente	Reducir 10% ($\approx$ 670 kWh/mes)	Reducir 20% ($\approx$ 595 kWh/mes)
	Consumo energético por cliente	kWh total / número de clientes	Reducir a 1.0 kWh/cliente	Reducir a 0.9 kWh/cliente
	Consumo energético por ingreso	kWh / ingresos mensuales	Reducir 10%	Reducir 20%
	Cobertura de energía solar	$(\text{kWh solar} / \text{kWh total}) \times 100$	Alcanzar 20%	Alcanzar 30%
	Consumo energético del servidor	$\text{kWh servidor} / \text{kWh total} \times 100$	Reducir a 45%	Reducir a 40%
Circularidad	Tasa de reutilización de equipos	$(\text{Equipos reutilizados} / \text{total equipos}) \times 100$	85%	90%
	Tasa de desecho tecnológico	$(\text{Equipos desechados} / \text{total equipos}) \times 100$	15%	10%
	Aprovechamiento de componentes	$(\text{Partes reutilizadas} / \text{total componentes}) \times 100$	Medición inicial + mejora 10%	Mejora 20%

	Gestión de residuos electrónicos (RAEE)	(Residuos gestionados / total residuos) ×100	50%	100%
	Separación de residuos básicos	(Residuos separados / total residuos) ×100	60%	90%
Financiera	Costo energético sobre ingresos	(Costo energía / ingresos) ×100	Reducir 10%	Reducir 15%
	Ahorro por eficiencia energética	(Costo base – costo actual)	Ahorro 10%	Ahorro 20%
	Retorno inversión energética (ROI básico)	(Ahorro generado / inversión) ×100	Medición inicial	ROI positivo
	Reducción de costos operativos	(Costos antes – costos después)	Reducir 5%	Reducir 10%
	Inversión en sostenibilidad	Inversión anual en mejoras	Definir línea base	Incremento estratégico

Nota. *adaptado de* (PH Plásticos Hogar S.A.S.: Exploración integral de tecnologías de eficiencia energética en la producción de plástico, 2025)

Energía

- Consumo por cliente: 1,14 kWh/cliente
- Consumo por ingreso: 8,2 kWh por millón de COP

Circularidad

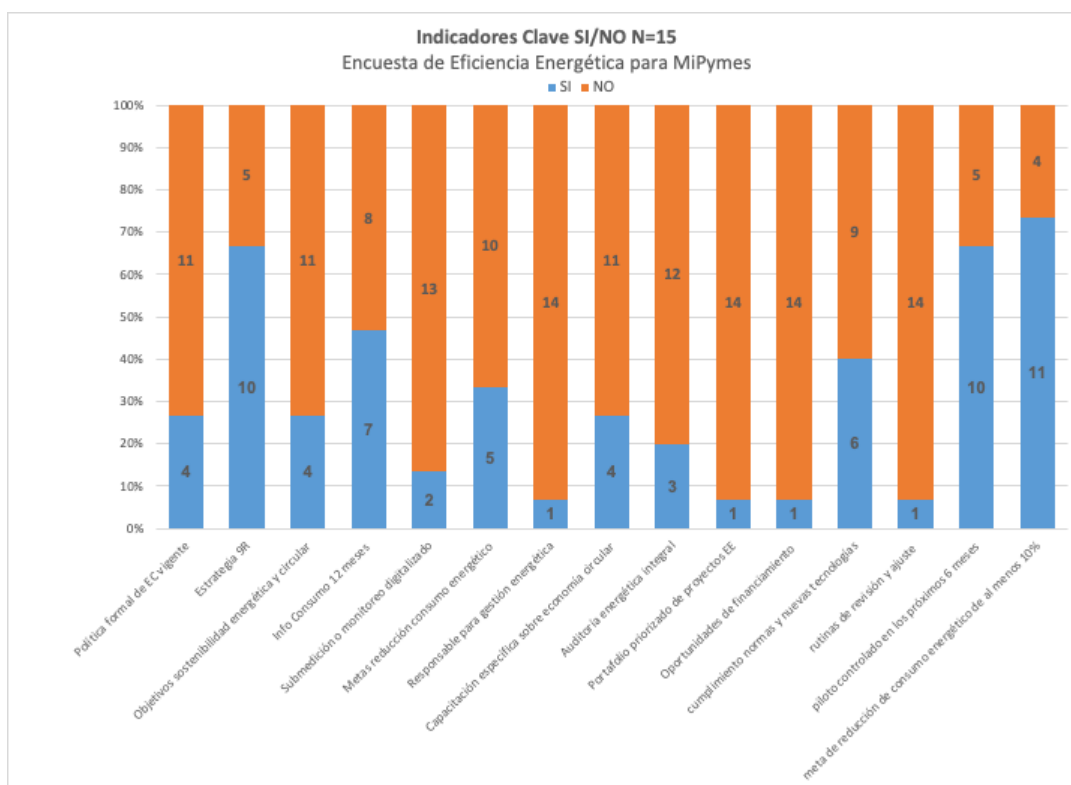
- Reaprovechamiento de equipos: 80%
- Desecho: 20%

Anexo C: resultados de la encuesta por pregunta

A continuación, las respuestas en los indicadores SI/NO

Ilustración 22

Indicadores Clave SI/NO



Nota. Elaboración propia a partir de *Encuesta eficiencia Energética*

El 40% de las empresas encuestadas manifestaron que no había apoyo por parte de la alta dirección para la adopción de eficiencia energética y circularidad como ejes de gestión. De las 15 empresas participantes, el 73% indican que no tienen una política formal de economía circular frente a un 27% que si lo tiene.

Solo 1 empresa cuenta con un responsable o comité formal de gestión energética, lo que indica que no hay delegación de roles y responsabilidades para la toma de decisiones y desarrollo de nuevas estrategias sobre eficiencia energética.

6 empresas ya tienen información de consumo energético de los últimos 12 meses (base para auditar). Aunque solo 2 empresas cuentan con medición o monitoreo digitalizado, lo que nos indica la falta de información para generar base de datos e históricos de consumo energético.

10 empresas (67%) están dispuestas a realizar un piloto en los próximos 6 meses y 10 empresas (67%) se comprometerían con una meta de reducción del 10% en 12–18 meses.

La encuesta incluyó 10 preguntas con escala Likert de 1 a 5, distribuidas en las dimensiones clave de eficiencia energética y economía circular. Cada escala tenía la siguiente equivalencia semántica:

Tabla 18

Escala Likert

Valor	Descripción
1	No existe / muy bajo / no implementado
2	Existe, pero muy limitado
3	Parcialmente implementado
4	Muy avanzado
5	Totalmente implementado / pleno

A la pregunta ¿Está alineada su estrategia con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)? Se definió lo siguiente:

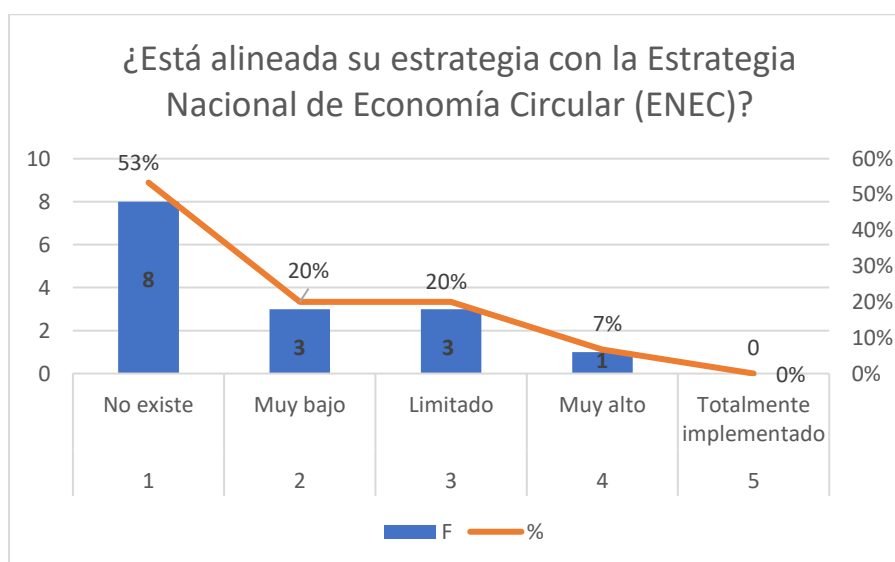
Tabla 19*Alineación con la estrategia nacional de la economía circular*

Valor	Descripción	F	Fr	%
1	No existe	8	0,5	53%
2	Muy bajo	3	0,2	20%
3	Limitado	3	0,2	20%
4	Muy alto	1	0,1	7%
5	Totalmente implementado	0	0,0	0%
Grand Total		15	1	100%

Ilustración 23

Grafica ¿Está alineada su estrategia con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)?

(ENEC)?



Esta pregunta está enfocada a conocer si las organizaciones están alineadas con la estrategia Nacional de economía circular donde podemos observar que en más del 50% de las MiPymes encuestadas contestaron que es inexistente, un 40% respondieron que es muy bajo o limitado y solo un 7% de las empresas encuestadas indicaron que si lo implementan.

¿La alta dirección apoya la adopción de eficiencia energética y circularidad como ejes de gestión?

Tabla 20

Apoyo de la dirección en la eficiencia energética y circularidad

Valor	Descripción	F	Fr	%
1	No existe	6	0,4	40%
2	Muy bajo	1	0,1	7%
3	Limitado	3	0,2	20%
4	Muy alto	3	0,2	20%
5	Totalmente implementado	2	0,1	13%
Grand Total		15	1	100%

Ilustración 24

Grafica de resultados ¿La alta dirección apoya la adopción de eficiencia energética y circularidad como ejes de gestión?

