

Plan Estratégico de **Eficiencia Energética**

Plan Energético Nacional 2025-2055





© UPME

Av. Calle 26 # 69 D-91 Torre 1 - Piso 9

Bogotá - Colombia

Tel.: +57 6012220601

upme.gov.co

Ministro de Minas y Energía

Edwin Palma Egea

Director General (E) UPME

Manuel Peña Suárez

Subdirectora de Demanda

Jessica Arias Gaviria

Colaboradores UPME

Olga Victoria González González

Asesores externos (Eficiencia Energética)

Bolívar Andrés Monroy Matallana

Erika Johanna Flórez Chala

Elkin Eduardo Ramírez Prieto

Agradecimientos

Laura Flechas Mejía

David Fernando Romero Quete

Equipo de comunicaciones UPME

Asesora de comunicaciones

Linda Cárdenas Ramírez

Diagramación y diseño

Diego Peñaranda

Contenido

1.	VISIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	4
2.	CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	6
3.	CONTEXTO NACIONAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	9
4.	APUESTAS ESTRATÉGICAS	15
	Apuesta estratégica 1. Construcción Sostenible.....	15
	Apuesta estratégica 2. Etiquetado energético	17
	Apuesta estratégica 3. Medición inteligente.....	19
	Apuesta estratégica 4. Medidas de automatización y control en sistemas de iluminación	21
	Apuesta estratégica 5. Submedición, control en procesos industriales, comerciales y servicio	23
	Apuesta estratégica 6. Distritos térmicos o energéticos	24
	Apuesta estratégica 7. Climatización y refrigeración eficiente.....	25
	Apuesta estratégica 8. Implementación SGEn.....	27
	Apuesta estratégica 9. Auditorías energéticas en todos los sectores	29
	Apuesta estratégica 10. Mejoras generalizadas en calor directo para los sectores residencial y terciario	32
	Apuesta estratégica 11. Buenas prácticas operacionales calor directo e indirecto	36
	Apuesta estratégica 12. Sustitución de combustibles fósiles en procesos de calor indirecto e indirecto	38
	Apuestas estratégicas de Eficiencia Energética del Sector Transporte.....	41
	Alineadas con las apuestas del PE de Movilidad Sostenible	41
5.	MAPEO DE ACTORES INVOLUCRADOS	42
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1. VISIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética es el principal pilar para una transición energética justa, pues no solo representa la transformación en la forma en que se consume la energía de forma cada vez más consciente, si no que articula otros ejes fundamentales para el camino a la carbono neutralidad. Por estas y otras razones, La CEPAL la denomina “el primer combustible de la transición energética global”¹

En línea con estas tendencias mundiales, la eficiencia energética debe posicionarse como uno de los pilares de la transición energética en Colombia y, en ese sentido, aportar a la sostenibilidad del sistema energético colombiano y a los compromisos climáticos del país. El Plan Energético Nacional (PEN) 2024-2054 reconoce el rol prioritario de la eficiencia para la transformación del sector energético colombiano, partiendo de los avances logrados a través de la política actual, articulada a través del Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PAI-PROURE), e identificando los retos persistentes para la aceleración en su implementación.

Es por esto que el plan estratégico de Eficiencia Energética puede entenderse como el plan prioritario del presente PEN 2024-2054, pues las apuestas planteadas aquí se articulan y dan lineamientos para los demás planes:

- La eficiencia energética habilita la **diversificación energética**, por medio de la electrificación de usos finales a partir de fuentes renovables.
- La eficiencia energética promueve la **movilidad sostenible**, basada no solo en electromovilidad, si no en sistemas de transporte público masivo como eje central
- La eficiencia energética aporta de forma directa a la competitividad y la **industrialización**, al reducir costos directos de los procesos productivos y promover nuevas industrias sostenibles.
- La eficiencia energética jalona la **innovación**, tanto en la adopción de nuevas tecnologías, como en procesos productivos, modelos de negocio de gestión de la energía, apropiación social de buenas prácticas de uso eficiente de la energía, entre otras.

Este plan estratégico aborda la necesidad de ampliar la ambición en metas y en implementación de las acciones y medidas de eficiencia energética propuestas por el actual PAI-PROURE 2022-2030, así como proponer metas para un horizonte de tiempo más amplio. En este sentido, se requiere la redefinición de las apuestas para los sectores (de consumo final) residencial, comercial, industrial, transporte, agropecuario, y

¹ CEPAL, Eficiencia Energética en la Transición Sostenible e Inclusiva de América Latina y el Caribe: Progresos y Políticas. Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/estudio_eficiencia_energetica_alc_cepal.pdf

de los procesos de transformación (Oferta/Hidrocarburos, minería, termoeléctricas/tecnologías de generación), de tal manera que, la adquisición de tecnologías eficientes, la implementación de buenas prácticas, la sustitución de combustibles fósiles y la digitalización, fundamenten los escenarios del Plan Energético Nacional - PEN que permitan que el país reduzca su consumo energético entre el 21% y el 24% en comparación de la línea base de consumo 2024-2054, traduciéndose en cerca de 3.500PJ de energía ahorrada, para producir igual o más bienes y servicios, aportando a la seguridad energética, aumento de la productividad y competitividad y a la protección al medio ambiente; y contribuyendo a una procesos sostenido de transformación energética del país.

Para cumplir con esta visión, en este plan estratégico se proponen una serie de apuestas alineadas con las tendencias internacionales, que motiven procesos de renovación tecnológica, buenas prácticas de operación y sustitución de energéticos; atendiendo a los siguientes criterios alineados a los del PAI PROURE (UPME, 2021):

- Lograr abastecimiento energético eficiente y asequible.
- Competitividad de la economía colombiana y a la protección al consumidor..
- Uso de la energía de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.
- Conocimiento e innovación..

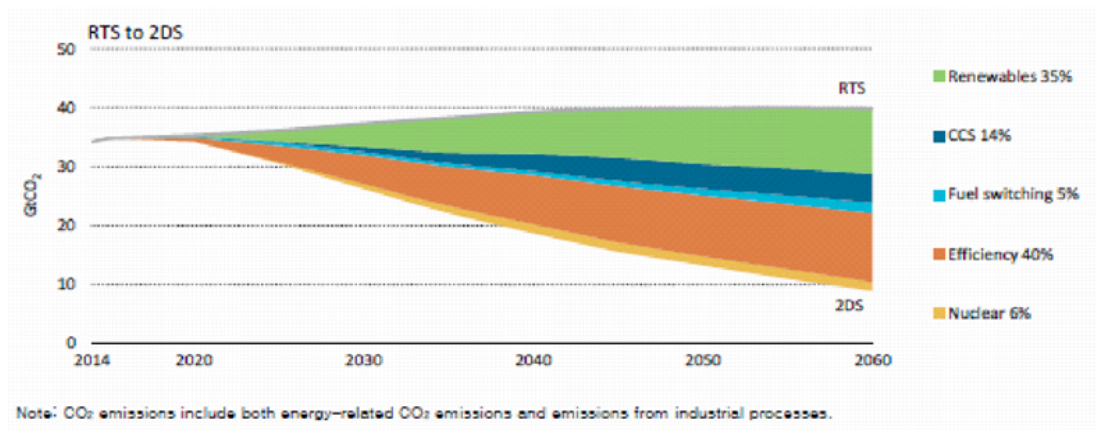
Frente a estos desafíos las apuestas estarían encaminadas a:

- **Movilidad sostenible tecnologías de cero y bajas emisiones en el sector transporte:** El sector transporte es un sector clave y con grandes oportunidades en materia de transformación energética, sustitución de combustibles fósiles a energéticos de mayor eficiencia, así como en oportunidades en prácticas de conducción eficiente, estrategias de renovación de la flota, acompañadas de cambios modales y la implementación de etiquetado energético de vehículos.
- **Buenas prácticas operacionales:** La operación adecuada de los equipos, su mantenimiento, la actualización de componentes, sistemas de control-automatización y la capacitación del personal, junto a otras estrategias de respuesta a la demanda son acciones que permiten con inversiones bajas hacer un mejor uso de la energía. Derivando en un impacto directo en la competitividad de las empresas.
- **Digitalización:** Gracias a la transformación mundial hacia fuentes de energía renovables o fuentes de energía no convencional (FNCER), en su mayoría de carácter intermitente han cobrado mayor importancia los procesos de digitalización, ya que esta se convierte es una herramienta fundamental para apoyar los procesos de eficiencia energética, acompañándolos de otros servicios como carga flexible, y programas específicos de respuesta de la demanda, la digitalización facilita el cambio hacia un usuario informado hacia un prosumidor.

- **Etiquetado energético y estándares mínimos:** Ampliar el alcance de los estándares mínimos de eficiencia energética es necesario para promover las tecnologías de mayor eficiencia energética, este tipo de acciones sumado al desarrollo de instrumentos políticos promoverán la innovación y la adopción de tecnologías que sean catalizadores de un mejor uso de la energía.
- **Climatización y refrigeración:** Se espera que para 2050 la energía usada para sistemas de climatización y refrigeración pueda triplicarse, con este escenario se plantea el uso de estos equipos y sistemas de manera sostenible, y adoptar medidas que promuevan equipos de alta eficiencia energética, refrigerantes de bajo impacto ambiental y la integración con medias pasivas, esto en el marco de un Plan Nacional de Innovación y Tecnología - PNIT para el sector de climatización y refrigeración, que permita al país implementar acciones y metodologías para promover este escenario.
- **Construcción sostenible:** La promoción de las acciones de construcción sostenible son esenciales para la consolidación de las estrategias de neto cero carbono. Para 2054, se espera que las nuevas edificaciones sean de bajo impacto ambiental y/o neto cero en carbono, así mismo para todas las edificaciones existe información relativa al consumo de energía y agua que permita la adopción de etiquetado energético de las edificaciones.
- **Calor directo e indirecto:** La optimización, aumento de eficiencia y sustitución de energéticos en procesos esenciales para las edificaciones y las industrias relacionadas el uso de energéticos para calor directo e indirecto, son necesarios para la consolidación de acciones de la carbono neutralidad del país. Se estima que gran parte de las acciones están motivadas a la promoción de equipos y sistemas de optimización, así como la electrificación de los procesos de calor.

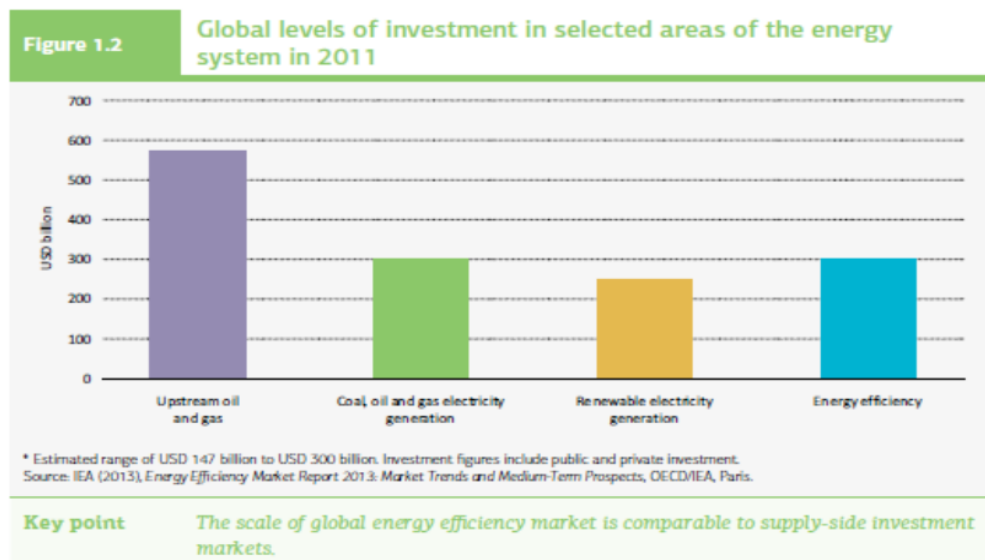
2. CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética, junto con el aumento de las energías renovables a nivel mundial, son pilares fundamentales de la transición energética que busca satisfacer las crecientes necesidades energéticas y cumplir con las metas de reducción de emisiones de GEI, de una forma fundamentalmente distinta a la de los últimos 25 años (Ver gráfica 2-1).

Gráfica 2-1. Reducción de emisiones CO₂ por área tecnológica

Fuente: IEA, 2017

En 2013, la IEA realizó un análisis de inversiones en eficiencia energética, de sus países miembros durante el período 1974 a 2010 y mostró un mercado global anual de energía, con productos y servicios de eficiencia por un valor de USD 300 mil millones en 2011 (Ver Gráfico 2-2), muy por debajo de las inversiones agregadas de Upstream oil and gas y de la generación de energía eléctrica, como se muestra a continuación, haciendo que la eficiencia energética sea considerada el "primer combustible".

Gráfica 2-2. Niveles de inversión a nivel global en el sistema energético

Fuente: IEA, 2017

De esta manera, la eficiencia energética es un factor importante para desacoplar el consumo de energía del desarrollo económico, sin embargo, el impacto positivo de las políticas de eficiencia está siendo superado por las actividades económicas de rápido crecimiento en los países emergentes que impulsan la demanda de energía (IEA, Energy Efficiency 2018 - Analysis and outlooks to 2040).

Recientemente, el "World Energy Outlook 2023" de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), menciona que la mejora en la intensidad energética global se desaceleró al 1.3% en 2023, en comparación con el 2.0% registrado en 2022. Esta desaceleración se atribuye a un incremento del 1.7% en la demanda global de energía, impulsada por el crecimiento económico en regiones emergentes y la recuperación tras la pandemia de COVID-19.

A pesar de las ambiciones planteadas, los lentos avances en materia de descarbonización, en la COP28, celebrada en Dubái en diciembre de 2023, casi 200 países acordaron duplicar la tasa anual de mejora en eficiencia energética para 2030, elevándose del 2% al 4%. Este compromiso forma parte del "Compromiso Global sobre Energías Renovables y Eficiencia Energética", impulsado por la Comisión Europea y respaldado por 123 países, con el objetivo de acelerar la transición hacia sistemas energéticos descarbonizados y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Diversos países y regiones han implementado políticas y regulaciones para promover la eficiencia energética. Además, diferentes entidades internacionales han desarrollado estudios que evidencian los impactos de desarrollar acciones sobre la eficiencia energética, identificando los siguientes aspectos comunes:

- La Agencia Internacional de Energía (IEA) en su informe *Energy Efficiency 2023* plantea **duplicar la tasa de mejora en eficiencia energética hacia 2030. Esto permitiría reducir hasta un tercio del costo de las facturas energéticas y la mitad de las emisiones de CO₂** ~~ed~~ Las acciones clave incluyen inversión en redes inteligentes, modernización de edificios, electrificación del transporte, eficiencia industrial, mejora en sistemas de climatización, y un cambio en el comportamiento de los consumidores. Estos esfuerzos deben considerar una perspectiva de resiliencia y adaptación, reforzada tras la pandemia (Energy Efficiency and COVID-19 Recovery).
- El informe *Tracking Clean Energy Progress 2023* destaca la necesidad de **adaptar las estrategias a contextos regionales y sectoriales**, siendo la industria, el transporte y los edificios (con un 30% del consumo energético global) los sectores prioritarios. La capacidad económica de cada país influye en su capacidad de adoptar nuevas tecnologías y políticas.
- Los compromisos internacionales ambientales y para contrarrestar los efectos del cambio climático, **han facilitado los procesos de desarrollo, innovación, evaluación y comercialización de tecnologías** y estrategias cuyo nivel de madurez tecnológica ha incrementado en los últimos años. Desde el informe *Energy Technology Perspectives 2023 IEA (2023c)* las tecnologías como bombas de calor, cocina por inducción, aislamientos avanzados, monitoreo y control, gestión avanzada de energía entre otras que permitan la mejora en desempeño y el uso de energía residual. Sin embargo, hay una necesidad de mejorar la cadena de suministro de estas tecnologías y el conocimiento de las personas sobre las mismas para su correcto uso.
- El desarrollo de marcos normativos es fundamental. La Unión Europea ha formalizado compromisos ambiciosos mediante la Directiva de Eficiencia

Energética (EU/2023/1791), mientras que EE. UU. impulsa incentivos con el *Inflation Reduction Act*.

- Mejorar la eficiencia energética no implica frenar el crecimiento económico. Según la IEA (2022) e IRENA (2023), estas inversiones reducen costos operativos, generan empleo y podrían contribuir hasta en un 40% al logro de los objetivos climáticos globales.

A pesar de los avances en políticas y tecnologías, persisten desafíos importantes en la implementación global de estrategias de eficiencia energética. Uno de los mayores retos es la necesidad de mejorar la cadena de suministro de tecnologías avanzadas y asegurar su accesibilidad en economías en desarrollo.

Asimismo, es clave fomentar un cambio en el comportamiento del consumidor para optimizar el uso de la energía. Lo que contrasta con los cambios que ya impone el impacto del cambio climático con nuevos desafíos, como el aumento de la demanda de climatización y refrigeración en regiones con temperaturas elevadas, lo que obliga a reforzar la resiliencia energética.

En conclusión, la eficiencia energética se posiciona como una estrategia clave en la transición hacia un futuro energético sostenible. La implementación de políticas robustas, el desarrollo tecnológico y la concienciación social son fundamentales para superar los desafíos actuales y maximizar los beneficios económicos y ambientales a nivel global.

3. CONTEXTO NACIONAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Energía útil en Colombia

En Colombia, la eficiencia energética tiene un potencial significativo. De acuerdo con el Balance de Energía Útil (BEU) realizado por la UPME en 2018, la eficiencia energética puede significar una reducción de costos de entre 6,600 y 11,000 millones de USD al año, según se alcance la mejor tecnología disponible (BAT por sus siglas en inglés) a nivel nacional e internacional respectivamente; lo que contribuye a, mejorar la productividad y competitividad nacional, la calidad de vida de la población, y la reducción de GEI.

En Colombia, la energía útil es apenas el 31 % de la final, es decir, la ineficiencia en el consumo es del 69 %. La adopción de las mejores tecnologías a nivel nacional e internacional reduciría el consumo de energía entre un 38 % y un 62 % manteniendo o aumentando los mismos niveles de producción y confort. A continuación se presenta por sector la energía útil potencial y los costos de la ineficiencia.

Tabla 3-1. Resumen eficiencia energética por sector

Energía Util (2018)	BAT actual	BAT internacional	Medidas PAI PROURE 2022-2030
Sector Transporte			
24%	39%	66%	Sustitución de vehículos con combustibles fósiles por eléctricos e híbridos Transporte ferreo Conducción inteligente
Sector Residencial			
18%	69%	81%	Sustitución cocción leña Mejoras generalizadas en cocción Iluminación LED Construcción sostenible Distritos térmicos AMI
Sector Industrial			
55%	74%	83%	BPO SGEn Optimización de la combustión Motores de eficiencia A Refrigeración y climatización GWP <100 Submedición, automatización y control
Sector Terciario			
34%	66%	79%	Iluminación LED Refrigeración y climatización eficiente y con GWP<100 Construcción sostenible Distritos Térmicos AMI

Fuente: BEU (2018), PAI-PROURE 2022-2030

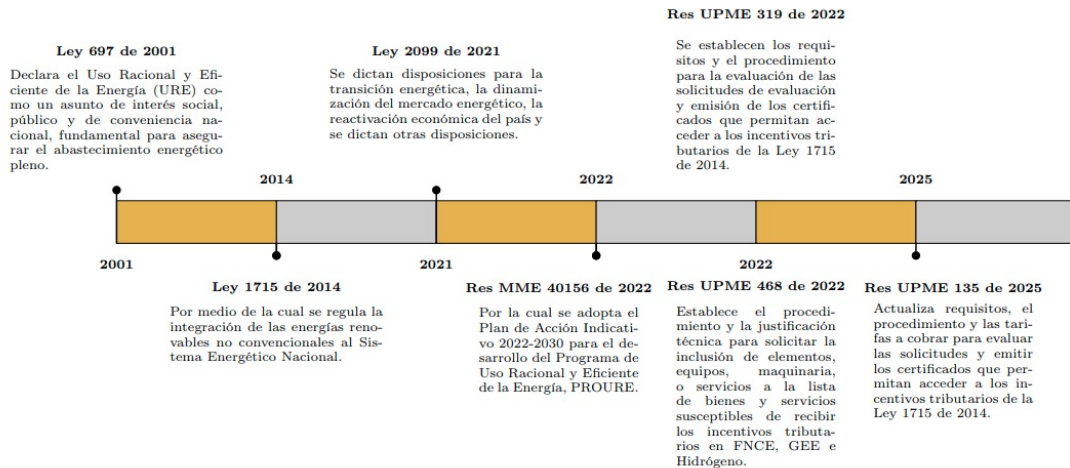
Marco normativo en constante evolución

Frente a los desafíos del país en la materia, la UPME ha adelantado múltiples esfuerzos para realizar las caracterizaciones del consumo energético en los principales sectores de la economía, contando así con los estudios de caracterización energética para: códigos CIU del 19 al 31, residencial (2012), industria manufacturera (2018) , terciario con una primera versión (2019) y actualizado durante el 2023. Así mismo en el año 2023 se realizó la primera caracterización del consumo energético para el sector agro industrial que se complementa con el estudio para proponer la medidas aplicables en materia de eficiencia energética en este sector.

A la fecha, el país cuenta con referentes de política y normatividad que impulsan la Eficiencia Energética, EE, desde las Leyes 697 de 2001, 1715 de 2014 y 2099 de 2021, hasta los Planes de Acción Indicativos (PAI) del PROURE. Simultáneamente, en el país también estaban sucediendo otros avances para la formulación de los procesos de transición energética, entre ellos la expedición del CONPES 4075 Transición energética en el 2022, dentro de los objetivos específicos establecidos: “OE 2. Establecer y desarrollar estrategias y acciones para mejorar el conocimiento y la innovación asociados a la transición energética aplicada en los sectores de tal forma que se promueva el

despliegue de nuevas tecnologías más eficientes y limpias”² con esto se crean habilitadores clave para procesos de transformación tecnológica.

Gráfico 3-1. Marco normativo en eficiencia energética



Estas iniciativas en materia legislativa y de política destacan que el uso eficiente de la energía tiene un rol esencial en las estrategias enfocadas TEJ y sientan el camino para que acciones que ya estaban adelantando desde el 2001, en especial la formulación de los diferentes programas indicativos de eficiencia, cobren un papel más relevante como herramienta de concreción y fundamentan la formulación de diferentes programas.

De esta manera se han formulados tres Planes, el primero para el período 2010-2015, que se enfocó en establecer las bases para políticas de eficiencia energética en sectores como residencial, industrial, transporte y público, posteriormente, el Plan 2017-2022, con el que se actualizaron los lineamientos incorporando nuevas metas y tecnologías y finalmente, el Plan vigente, formulado por UPME y adoptado por el MME, mediante resolución 40156 de 2022, para el período 2022 y 2030, el cual incluye además de los sectores de consumo prioritario, como el transporte, residencial e industrial, los sectores de la oferta y transformación de energía.

Metas y necesidad de actualización

La meta indicativa definida en el PAI PROURE 2022-2030 fue de 1,688 PJ para el periodo 2022-2030, lo cual significa una reducción del 10% frente a un escenario tendencial. Colombia podría ahorrar 1 año de su consumo energético y sus costos asociados. La distribución del aporte a dicha meta se distribuyó de la siguiente manera:

² CONPES 40 75 de 2022 Política de Transición Energética. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4075.pdf>

Tabla 3-2. Metas PAI-PROURE

Sectores	PJ	MTonCO ₂ eq
Residencial	523,07	8,24
Transporte	673,33	50,33
Terciario	131,71	6,25
Industrial	256,36	14,12
Termoeléctrico	25,46	1,89
Edificaciones	38,08	1,75
Hidrocarburos	27,67	1,66
Minería	11,46	0,77
Almacenamiento	1,05	0,00
Distritos térmicos	0,35	0,01
Total	1.688	85

Fuente: Resolución MME 40156 de 2022 - PAI-PROURE 2022-2030

En cuanto a las emisiones de CO₂, la simulación del PAI-PROURE arroja un potencial de 85.02 MT CO₂ evitadas en el periodo analizado. Lo anterior, equivale a una reducción estimada del 22% para las emisiones estimadas en el año 2030 en el escenario tendencial; contribuyendo así, al cumplimiento de los ODS, a las metas ambientales, al aumento de productividad y competitividad de la economía y a mejorar la calidad de vida de toda la población del país.

El actual PAI PROURE incluyó, nuevas estrategias y tendencias en transporte, construcción sostenible y distritos térmicos, entre otros; considerando, la evolución tecnológica, los retos de implementación y el aporte a la mitigación del cambio climático y aplicando una evaluación beneficio costo en tres niveles (el privado, el sistema energético y la sociedad), internalizando externalidades y costos difíciles de cuantificar, que llevó a determinar, como parte de los instrumentos para su implementación, las medidas y acciones objeto de incentivos tributarios de las leyes 1715 de 2014 y 2099 de 2021.

Avances en incentivos

A partir de las leyes de incentivos tributarios mencionadas, la UPME expidió la resolución 135 de 2025 (Modificatoria de la RES UPME 319 de 2022): "Por la cual se establecen los requisitos, el procedimiento y las tarifas a cobrar para evaluar las solicitudes y emitir los certificados que permitan acceder a los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014".

En el marco de este procedimiento, se han expedido 2.156 certificados favorables entre el 2022 y 2025 (corte abril), de las cuales, el 59% corresponden a proyectos de construcción sostenible, el 22% a transporte y el 12% a terciario. Estos proyectos han permitido aportar con un ahorro de 89,15 PJ lo que representa un aporte del 5,28% a las metas indicativas del PAI PROURE y de reducción de 89 Mt CO₂ (equivalente a 8,65% de la meta en emisiones planteada). De acuerdo a la información de inversión, reportada por los solicitantes, estos proyectos representan inversiones por 2,8 billones de pesos y unos beneficios fiscales de hasta 1,3 billones de pesos.

La aplicación de éstos incentivos ha permitido a la UPME contar con información de las tendencias tecnológicas que se implementan en el país, sus costos y barreras que enfrentan los usuarios en los procesos de renovación tecnológica e identificar avances y necesidades en materia de reglamentación técnica.

Algunos programas estratégicos

EEI-Colombia

Entre 2016 y 2019, la UPME, junto con la ONUDI y con financiación del GEF, ejecutó el Proyecto **EEI-Colombia** para promover la eficiencia energética en la industria colombiana. La iniciativa fortaleció normas técnicas, creó capacidades e impulsó la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn) y estrategias de optimización de procesos.

Bajo un enfoque de colaboración entre industria, academia y Estado, se atendieron más de 180 industrias (cerámica, alimentos, bebidas, metalurgia, textiles y productos químicos, entre otras) en 7 regiones del país y se capacitaron más de 200 técnicos; logrando reducciones de consumo energético entre 6% y 8% mediante buenas prácticas operativas de bajo costo. En total, se lograron ahorros energéticos de 1.287 TJ/año, lo que representó cerca del 5% del cumplimiento de la meta nacional del sector industrial del PROURE 2017-2022.

PEVI

El Programa PEVI, desarrollado por UPME y ONUDI, bajo el enfoque **Industria-Academia-Estado**, ha promovido la eficiencia energética en 51 industrias de Atlántico, Santander y Valle del Cauca, mediante la creación de centros regionales y capacitación en Sistemas de Gestión de la Energía (ISO 50001). Participaron tres universidades aliadas y se realizaron 65 jornadas de formación con trabajadores y estudiantes. Se identificaron ahorros potenciales de 346 TJ/año y reducciones de 18.522 tCO₂/año en emisiones.

PEECES

El Programa de Eficiencia Energética Carbide Eficiente, - PEECES, tuvo como objetivo sustituir neveras de usuarios residenciales de estratos 1 y 2, en tres de los siete departamentos de dicha región, Atlántico, Bolívar y Córdoba. A través del Programa se sustituyeron cerca de 28.000 neveras. El ahorro energético logrado es cercano a 33 millones de kWh anuales logrando una reducción de emisiones de CO₂ de 6300 ton CO₂/año.

Retos que se mantienen

Las perspectivas en eficiencia energética en Colombia incluyen el impulso a tecnologías limpias y buenas prácticas en sectores clave como transporte, industria, construcción y residencial. Se promueve la movilidad sostenible, la migración a vehículos eléctricos, híbridos e impulsados por hidrógeno, así como la modernización de flotas y el uso de tecnologías de conducción inteligente. Esto busca reducir emisiones, mejorar la calidad del aire y disminuir tiempos de desplazamiento mediante el cambio modal hacia transporte público y alternativo.

De la aplicación de estas iniciativas y los avances alcanzados en materia de eficiencia energética se mantienen los siguientes retos y oportunidades:

Transversales

- Diseño bioclimático y construcción sostenible
- Tecnologías eficientes en climatización y refrigeración
- Respuesta de la demanda.

Sector transporte

- Recambio vehicular a flota de cero y bajas emisiones
- Modernización de flotas
- Conducción inteligente
- Cambio modal

Sector residencial

- Reemplazo tecnológico y las mejoras en cocción con leña
- la refrigeración y la necesidad de acondicionamiento de espacios, orientan sobre las acciones a adelantar en materia de eficiencia energética.

Sector industrial

- Sustituir fuentes energéticas para generar calor y vapor
- Acelerar la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía
- Avanzar en digitalización y respuesta de la demanda.

Todo esto se complementa con estrategias de formación, socialización y difusión para lograr un cambio estructural en los patrones de consumo energético.

4. APUESTAS ESTRATÉGICAS

Apuesta estratégica 1. Construcción Sostenible

Se aplican herramientas para el diseño bioclimático y la implementación de medidas pasivas en todas edificaciones nuevas de los sectores terciario y residencial; logrando consumos eficientes, principalmente asociados a climatización e iluminación.

La eficiencia energética en edificaciones comienza desde su diseño y construcción, con estrategias como iluminación y ventilación natural, uso de materiales eficientes e integración de energías renovables. A nivel global, el consumo energético en edificios aumentará un 30% en 2022, representando el 26% de las emisiones, según la IEA.

En Colombia, el consumo eléctrico proyectado al 2052 para el sector terciario y residencial es de 114 y 113 PJ respectivamente, con crecimientos anuales del 2%³ y 1%. Además, la construcción de viviendas y edificaciones no residenciales ha crecido sostenidamente:

De acuerdo a las cifras del DANE⁴, el área aprobada para vivienda (Licencia de construcción ELIC) ha crecido en promedio 6,5% en Colombia entre el 2019 y 2024, mientras que en número de unidades aprobadas para vivienda, el crecimiento promedio para el mismo periodo ha sido del 7,6%. Por su parte, en destinos no habitacionales el área promedio aprobada ha crecido en promedio el 13% entre enero de 2020 y diciembre de 2024.

La construcción sostenible ha ganado terreno CCCS (2024): entre 2021 y 2023, el 22% de las edificaciones residenciales se certificaron bajo estándares sostenibles, frente al 1,3% entre 2017 y 2020. En edificaciones comerciales, el 16% del total se ha certificado desde 2013,

Corto plazo 2030

La implementación inicia en 2025 con una transición gradual. Desde ese año, **todos los nuevos usuarios del sector terciario** deberán aplicar diseño bioclimático y medidas pasivas.

A partir de 2026, el **50% de los grandes establecimientos comerciales existentes a 2006** deberán adoptar estas medidas. Los **usuarios oficiales existentes** a 2006 y 2007 aplicarán acciones en 2025 y 2026 respectivamente, y los de 2011 lo harán desde 2027.

Para **pequeños consumidores comerciales y oficiales** existentes entre 2006 y 2011, las medidas de construcción sostenible se aplicarán de forma progresiva entre **2025 y 2030**.

Mediano plazo 2030 -2040

El total de las edificaciones nuevas en sector residencial y terciario continúan construyendo con condiciones de diseño bioclimático y arquitectónico.

En el mediano plazo continúa la transformación de las edificaciones existentes para establecimientos comerciales y edificaciones de uso oficial, logrando que los usuarios existentes para los años 2012 y 2017 apliquen acondicionamiento de fachadas que incluyan condiciones de diseño bioclimático.

³ UPME-PEN 2022-2052.Datos Escenario Actualización. Disponible en: <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN-2052.aspx>

⁴ DANE. Estadísticas de Licencias de Construcción (ELIC), informe de marzo de 2025. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>

destacando oficinas y locales comerciales. La implementación de acciones de construcción sostenible, supone la construcción de edificaciones nuevas en los sectores terciario y residencial con criterios de diseño bioclimático, además de la transformación progresiva en edificaciones existentes, con modificaciones constructivas que permiten cambios en los consumos energéticos, especialmente en usos asociados con iluminación y climatización. Dentro de las medidas pasivas se considera la instalación de vidrios con propiedades que permiten mejores condiciones de confort, uso de materiales eficientes en fachada (p.e. ventanas y muros con características adecuadas de transmisión térmica), relación de ventana pared, diseños de sombreado natural que permiten aprovechar la iluminación y ventilación natural; teniendo en cuenta las condiciones de confort deseables de acuerdo a la ubicación y zonas climáticas.	Largo plazo 2040- 2050 El total de edificaciones nuevas en los sectores residencial y terciario, se construyen con condiciones de diseño bioclimático, medidas pasivas y activas, que incluyen mejoras en materiales y mejora de estándares de innovación tecnológica y de diseño dada la evolución propia de las actividades. Se logra la reconfiguración de fachadas, sombreado y control de iluminación en edificios comerciales y oficiales existentes con corte entre el 2017-2025, lo que se materializa en la totalidad de la transformación en edificaciones existentes.. Habilitadores: • Implementación acelerada de esquemas de certificación en procesos constructivos. • Diseño de programas de construcción para viviendas VIS y VIP con criterios de diseño bioclimático y con certificaciones en construcción sostenible. • Programa de capacitación y difusión que contribuyan a mejores usos y cambios de patrones de consumo. • Programas de educación técnicos y profesionales dirigidos a construcción con mejores prácticas, diseño y uso de materiales de menor consumo energético. Metas: Corto plazo: 38,08 PJ de ahorro en sectores residencial y terciario a 2030 Mediano plazo: Mantener un ahorro promedio anual de hasta 7PJ, frente a los consumo en iluminación, acondicionamiento de espacios en los sectores residencial y terciario. Largo plazo: Duplicar la meta de ahorro en el consumo final de energía estimada para el corto plazo, sobre los consumos en iluminación y acondicionamiento de espacios en los sectores residencial y terciario.
--	--

Apuesta estratégica 2. Etiquetado energético	
Se define una hoja de ruta de etiquetado energético para edificaciones y equipos de uso final de la energía, incluyendo nuevos equipos y la actualización constante de estándares mínimos de desempeño.	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
Los esquemas de etiquetado energético son herramientas clave para fomentar el uso eficiente de la energía, enfocándose principalmente en electrodomésticos, vehículos, edificaciones y equipos industriales. A nivel internacional, programas como Energy Star han establecido un lenguaje común para ayudar a fabricantes y consumidores a tomar decisiones informadas sobre productos eficientes, abarcando una amplia gama de equipos residenciales y comerciales. Según la IEA (2018), estos programas pueden reducir el consumo total de energía hasta un 15%, impulsar la economía local y el empleo, disminuir los costos para los consumidores, ofrecer un retorno de inversión de 4 a 1, y reducir emisiones de CO₂. Para ser efectivos, estos programas requieren normas técnicas claras (como los MEPS por sus siglas en inglés). Países como México y Brasil ya cuentan con marcos normativos sólidos en este ámbito. En Colombia, el RETIQ (Resolución 41012 de 2015) regula el etiquetado energético de varios equipos como refrigeradores, aires acondicionados, lavadoras y calentadores. Una evaluación del Ministerio de Energía (2024) reveló que el programa ha evitado más de 3 millones de toneladas de CO₂ y generado ahorros energéticos superiores a 19 mil millones de pesos. Los principales retos identificados, son: ampliar la oferta de equipos eficientes en el mercado, fomentar decisiones de compra basadas en la eficiencia energética, más allá del precio o la marca y definir nuevos estándares de	Corto (2024-2030) • Ampliar el alcance de la normativa de eficiencia energética y el RETIQ a bombas, compresores de aire, inversores de frecuencia, televisores, ventiladores, equipos para calentamiento de agua. • Definir el esquema de etiquetado energético en edificaciones. Mediano plazo (2030 - 2040) • Ampliar el alcance de la normativa de eficiencia energética y el RETIQ a inversores de frecuencia, módulos fotovoltaicos, calderas y bomba de calor. • Implementar los esquemas de etiquetado energético y los estándares mínimos de desempeño energético para equipos y edificaciones con mayor impacto en los sectores residencial, terciario e industrial. Largo plazo (2050) • Ampliar el alcance de la normativa, los estándares de cumplimiento de eficiencia energética para los programas de etiquetado energético a equipos, y edificaciones, en concordancia con los estándares internacionales para los equipos y prácticas. Habilitadores: • Línea de fomento de crédito modernización plantas de producción. • Viviendas de interés social dotadas de equipos eficientes. • Esquemas de financiamiento para el reemplazo de equipos con nueva

desempeño energético que transformen el mercado. Promover la compra de equipos de mayor eficiencia y velar por estándares más rigurosos contribuye a la reducción de las ineficiencias, que en el caso del sector residencial pueden representar hasta 1,6 veces el consumo en energía útil, con 88 de PJ de ineficiencia frente a un consumo de energía útil de 55 PJ; en cuanto a los sectores terciario e industrial las ineficiencias son menores sin embargo con 0,8 veces frente al consumo en terciario (20 PJ en eficiencia frente a 25 PJ de energía útil) e industrial con 61 PJ de energía en ineficiencia frente a un consumo de energía útil de 193 PJ ⁵.	etiqueta de acuerdo a las características de cada sector. ● Renting de electrodomésticos ● Fomento al correcto posconsumo ● Acciones de educación, información y divulgación Metas: Corto plazo: Lograr la inclusión de nuevos equipos con etiqueta A permite un ahorro de hasta el 9% de ahorro de consumo en calentamiento de agua, 2% en fuerza motriz (ventilación) y 8% en consumo en TV. El esquema de etiquetado en edificaciones contribuye a alcanzar ahorros de hasta el 2% en los consumos en los usos asociados a iluminación y acondicionamiento de espacios en los sectores residencial y terciario. Mediano plazo: Mantener un recambio permanente por equipos de etiqueta A, con mejora permanente en los estándares, permite un ahorro de hasta el 17% de ahorro de consumo en calentamiento de agua y en consumo en TV y 3% en fuerza motriz (ventilación). Actualizar los estándares para el etiquetado en edificaciones contribuye a alcanzar ahorros de hasta el 2% en los consumos en los usos asociados a iluminación y acondicionamiento de espacios en los sectores residencial y terciario. El sistema de etiquetado energético en equipos de uso industrial contribuye en el 3% de ahorro de energía en usos asociados a fuerza motriz y calentamiento indirecto Largo plazo: Mantener un recambio permanente por equipos
---	---

⁵ UPME-BECO, 2021. Disponible en <https://public.tableau.com/app/profile/upme/viz/BecoSankeySectorial/Dashboard1>.

	de etiqueta A, con mejora permanente en los estándares, permite un ahorro de hasta el 15% de ahorro de consumo en calentamiento de agua y en consumo en TV y 3% en fuerza motriz y aire acondicionado. Actualizar los estándares para el etiquetado en edificaciones contribuye a alcanzar ahorros de hasta el 3% en los consumos en los usos asociados a iluminación y acondicionamiento de espacios en los sectores residencial y terciario. El sistema de etiquetado energético en equipos de uso industrial contribuye en el 3% de ahorro de energía en usos asociados a fuerza motriz y calentamiento indirecto.
--	--

Apuesta estratégica 3. Medición inteligente	
Masificar la instalación de infraestructura de medición avanzada AMI, como herramienta para la respuesta de la demanda y el uso eficiente de la energía.	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
La experiencia internacional y los análisis de tipo técnico, regulatorio y económico, evidencian que con la implementación de esta tecnología los usuarios finales pueden gestionar su consumo gracias a la información que reciben, los operadores de red pueden reducir sus pérdidas técnicas y costos operacionales, lo que se traduce en el mayor aprovechamiento de energía en la cadena valor de los energéticos. Este beneficio se potencia sí, el esquema es acompaña de las señales tarifarias adecuadas Con la implementación de esta infraestructura se obtienen impactos directos en el comportamiento de la red de transmisión, distribución, logrando una operación más eficiente del sistema eléctrico que entre otras cosas permite menores pérdidas técnicas y en el usuario final (residencial, comercial e industrial), al brindar información de los consumos individuales de los equipos, lo que junto a otras	Corto plazo: 2030 Llevar a cabo el ajuste de la regulación para acelerar la incorporación de AMI, así como el marco regulatorio de tarifas dinámicas para la habilitación de las estrategias de respuesta de la demanda. Establecer esquemas de precios horarios que contribuyan a un rol más activo de los usuarios finales. Proveer a los usuarios de condiciones técnicas y tecnológicas avanzadas de tal manera que se adopten las mejores prácticas internacionales para la adopción de AMI. Capacitar a usuarios finales en patrones de consumo que le permitan un uso eficiente de la energía, con especial énfasis en los usuarios residenciales.

variables, contribuyen a una mejor toma de decisión y cambios en los comportamientos de consumo. En Colombia, desde el año 2021 se publicó a comentarios la propuesta regulatoria para la implementación de AMI, para el cumplimiento de esquema de implementación definido por MME mediante la resolución 40072 de 2018, modificada por la Resolución MME 40483 de 2019, en las cuales se establece una meta de implementación de mínimo el 75% de usuarios pertenecientes a un mercado de comercialización en el SIN y una meta por la definir en ZNI, a cargo de la CREG. Esto representa una meta de al menos 12 millones de usuarios a 2030, de los cuales de acuerdo a cifras de Asocodis a diciembre de 2024 se han instalado cerca de 200.000 en cerca de cinco años de propuesta la meta, lo que ejemplifica el reto que supone la implementación de AMI. Lo que principalmente puede atribuirse a la necesidad de una expedición en firme de la propuesta regulatoria y la definición acerca del quién percibe el costo de inversión en el medidor, recordando que en la sentencia C-186 de 2022 la Corte juzgó la constitucionalidad del inciso segundo del artículo 56 de la Ley 2099 de 2021. Esa disposición prohibía que le fueran trasladados al usuario “los costos asociados a la adquisición, instalación, mantenimiento y reparación de los medidores inteligentes” a los que se refiere la Ley, haciendo necesaria la reformulación del esquema regulatorio propuesto por la CREG, reglamentación que no ha sido expedida.	Mediano plazo: Implementar el 100% de medidores bidireccionales en los sectores residencial, terciario e industrial en usuarios conectados al SIN. Proponer esquemas que garanticen la renovación permanente de los equipos, y la mejor tecnología disponible a nivel internacional, de tal manera que se mantengan las mejores prácticas internacionales para la operación de AMI. Largo plazo: 2050 Implementar el 100% de medidores bidireccionales en los sectores residencial, terciario e industrial, incluidas las ZNI. El usuario es un actor activo en el mercado energético colombiano, es un usuario informado, activo y responsable de sus consumos energéticos. Habilitadores Esquema regulatorios que clarifiquen la implementación del mecanismo, respondan a temas de índole jurídica y se definan los esquemas de inversión en AMI. Transformación de los esquemas de formación de precio hacia un esquema que fomente cambios en comportamiento de los usuarios Acceso a la mejor tecnología disponible, y a la infraestructura necesaria incluido la necesaria para la recolección, procesamiento de datos y acceso a conectividad Capacitación y sensibilización de los usuarios, en usos tecnológicos y en consumos eficientes y éticos de energía.
--	--

	Metas: Corto plazo: Se alcanza la meta establecida del 75% de usuarios en SIN y se inicia la implementación de AMI esquemas de comunidades energéticas, autogeneración, microrredes y otros programas adelantados con incidencia en ZNI. Se alcanzan reducciones de consumo en los sectores residencial, comercial e industrial, Y un ahorro asociado a la reducción de pérdidas en la transmisión de energía. Mediano plazo: Se alcanza la implementación del 100% de la infraestructura de medición avanzada en los sectores residencial, terciario y comercial conectados al SIN y se alcanza al menos el 50% de las metas definidas en los mercados de comercialización en ZNI. Largo plazo: Se alcanza la implementación del 100% de la infraestructura de medición avanzada en los sectores residencial, terciario y comercial conectados al SIN y se alcanza al menos el 100% de las metas definidas en los mercados de comercialización en ZNI.
--	---

Apuesta estratégica 4. Medidas de automatización y control en sistemas de iluminación

Se aplican medidas de automatización y control en sistemas de iluminación con tecnología LED en los sectores residencial, terciario e industrial y se modernizan los sistemas de alumbrado público.

Descripción

Recomendaciones para su implementación

El mercado colombiano ha adoptado rápidamente la tecnología LED, impulsado por políticas públicas que han facilitado la salida de tecnologías menos eficientes. Esta transformación ha reducido significativamente el consumo de energía en iluminación en el sector terciario, pasando de 20 PJ en 2024 a 10,97 PJ, lo que representa una disminución en su participación del 41% al 18%. Con esta nueva configuración tecnológica, las oportunidades en eficiencia energética se enfocan ahora en: • Renovación tecnológica continua. • Automatización y control inteligente del uso de la energía. Entre las soluciones destacadas están: • Dimmers, para ajustar la intensidad de la luz según la necesidad, reduciendo consumo sin afectar la calidad. • Sensores de ocupación "on-off" o inteligentes, que encienden y apagan luces automáticamente según la presencia de personas, mejorando el confort y reduciendo el uso innecesario. • Telegestión y control centralizado en alumbrado público, ajustando la iluminación según la hora o condiciones ambientales, junto con el uso de luminarias LED de alta eficiencia (≥ 150 lm/W). Estas medidas no solo mejoran el rendimiento energético, sino que permiten una implementación rápida, de bajo costo y con beneficios económicos claros para los usuarios.	Corto plazo: 2030 Culminar el proceso de renovación a luminarias LED de mayor eficiencia, con una implementación paulatina en el uso de actuadores, sensores y otros dispositivos, en especial asociado a consumos del sector residencial urbano, terciario e industrial. Mediano plazo: 2030 Se masifica el uso de sistemas de control y automatización, alcanzando las metas técnicas de ahorro identificadas en el año 2024, en todos los sectores de consumo. Largo plazo: 2050 El total de usuarios instala y usa en su máximo potencial técnico de manera que se cuente con el total de usuarios con sistemas de control y automatización de sistemas de iluminación. Metas Corto plazo: Se alcanzan ahorros de hasta el 11% en el uso de iluminación asociados a la instalación de dimerización de iluminación y reemplazo por LED 120 lum/Wn, en los sectores residencial, comercial e industrial. Se alcanzan ahorros de hasta XX PJ por la implementación de telegestión y control centralizado en el sistema de alumbrado público. Mediano plazo Se alcanzan ahorros de hasta el 7,12% respecto a la línea base consumo para este periodo, en el uso de iluminación asociados a la instalación de sistemas de iluminación y control DLCS, en los consumos de iluminación en los sectores residencial, comercial e industrial. Se alcanzan ahorros por la implementación de telegestión y control centralizado en el sistema de alumbrado público.
---	---

	Largo plazo La automatización de los sistemas de iluminación permite alcanzar ahorros en consumos de energía eléctrica en iluminación. La modernización y adecuada operación de los sistemas de alumbrado público lleva ahorros de energía frente a la línea base de consumo.
--	---

Apuesta estratégica 5. Submedición, control en procesos industriales, comerciales y servicio

Implementación de sistemas de submedición, control y automatización en procesos industriales, comerciales y oficiales en usos de fuerza motriz, calor directo e indirecto

Descripción	Recomendaciones para su implementación
En el sector industrial se identifican consumos de energéticos de 259 PJ de energéticos primarios: bagazo, carbón mineral, gas natural, leña y 86 PJ de energía en energéticos secundarios: energía eléctrica, auto y cogeneración, gas licuado, entre otros. De acuerdo al BEU, el sector registra cerca de 20% en ineficiencias y 16 en pérdidas de energía, estos últimos con grandes oportunidades en materia de eficiencia energética y sustitución. Por su parte, en el sector comercial, los consumos ascienden a 82 PJ de energía, en energéticos primarios principalmente gas natural y secundarios energía eléctrica y marginalmente GLP. La implementación y uso de dispositivos que permitan la recolección de datos para ajustar los equipos a la demanda real, son elementos esenciales para la reducción del consumo de energía. Los procesos de medición y submedición buscan el seguimiento detallado de una instalación completa o de elementos específicos, este tipo de medidas buscan	Corto plazo Las industrias y establecimientos de comercio aceleran la implementación de equipos de submedición, levantamiento de información de sus procesos y subprocesos e identifican potenciales de ahorros e implementan de manera progresiva la instalación de equipos de automatización. Mediano plazo En el mediano plazo, las industrias y establecimientos de comercio han logrado un nivel de implementación adecuado de los equipos y tecnologías, de tal manera que se logran de manera permanente e incluso incremental Largo plazo Los sectores han adoptado en su totalidad los procesos de control y automatización, logrando el aprovechamiento del ahorro máximo identificado para este tipo de medidas.

identificar patrones de consumo y uso, detectar anomalías e ineficiencias, y establecer medidas de ahorro de energía. Sumado a lo anterior, el uso de tecnologías digitales y de gestión de la información, basada en el internet de las cosas, machine learning, inteligencia artificial y big data y en general la modernización y automatización (Uso de robots, sensores IoT, gemelos digitales) del sector industrial y automatización de almacenes (robots, RFID, IoT), entrega rápida u optimización logística con uso de ruteo inteligente y monitoreo en tiempo real de entrega para algunas actividades del sector terciario apoya no solo mejoras en eficiencia sobre los usos básicos de los mismos energéticos, sino adicionalmente complementan una sustitución efectiva a otros energéticos de manera y contribuyen en ambos casos a la reducción de pérdidas energéticas.	Metas: Corto plazo Se alcanzan cerca 6% de los ahorros de la línea base de consumo en los diferentes energéticos y usos como resultado de la implementación de equipos de submedición, automatización y control; para el sector industrial en el 20% de las industrias existentes en el país, para el sector terciario estos ahorros dirigidos a usos en fuerza motriz. Mediano plazo La modernización permanente de los sectores industrial y terciario, y con ella el aprovechamiento de la tecnología para la automatización, control y monitoreo, se amplían a un mayor porcentaje de establecimiento ampliando el alcance de los ahorros. Largo plazo En el largo plazo se duplican los ahorros estimados, gracias a la implementación de las mejores tecnologías disponibles en materia de automatización, internet de las cosas, machine learning, inteligencia artificial y big data.
---	--

Apuesta estratégica 6. Distritos térmicos o energéticos	
Se implementan distritos térmicos o energéticos integrados con fuentes de energía renovable y en comunidades con efectos en los sectores residencial, comercial e industrial	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
Desde 2013, con el apoyo de la Secretaría de Estado para la Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) de Suiza, en conjunto con entidades colombianas como la Unidad Técnica de Ozono (UTO), la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y EPM, se desarrolló la primera etapa del proyecto “Distritos Térmicos en Colombia”. Esta etapa incluyó la construcción de un proyecto piloto, el	Corto plazo: Culminan de manera exitosa las iniciativas de cooperación, lo que permite contar con la hoja de ruta clara para la implementación de los DT, las lecciones aprendidas de los ya implementados y los potenciales de ahorro energético alcanzables. Lo anterior permite una implementación cada

fortalecimiento del marco regulatorio y el desarrollo de herramientas técnicas. A partir de 2020, los distritos térmicos se consolidaron como una estrategia para reducir el impacto ambiental del uso de sistemas de climatización. En la segunda fase del proyecto, se han desarrollado 26 proyectos en 10 ciudades del país. Ventajas identificadas: • Herramienta de planeación urbana sostenible (eficiencia energética, cambio climático, economía circular). • Estrategia para reorganizar y descongestionar energéticamente las ciudades. • Nuevo modelo de negocio para el sector productivo. Según UNEP (2019), el futuro de los distritos térmicos incluye la optimización de sistemas, uso de energía inteligente, y la incorporación de calefacción urbana. Integrando tecnologías de información y fuentes no convencionales de energía, se pueden lograr ahorros energéticos de hasta un 50%. Se proyecta que estos sistemas integren energías renovables y se masifique como centros de producción de agua caliente, fría y electricidad, complementando las necesidades de las comunidades y reduciendo la presión sobre el Sistema Interconectado Nacional (SIN).	vez más acelerada y obtención de los máximos potenciales de ahorro en los DT existentes. Mediano plazo: Se logra un adecuado nivel de articulación entre los organismos de planeación territorial, otros actores relevantes y las iniciativas identificadas de DT de tal manera que se facilite la implementación oportuna de los DT planeados. Largo plazo: El diseño de DT se articula y considera desde los POT, con el diseño de ciudades y territorios energéticos logrando el mayor aprovechamiento de los beneficios de esta iniciativa. Metas Corto (2024-2030) - Se consolidan nuevos distritos térmicos hasta 40 o se amplía el uso de los actuales en un 30% del total disponible. Mediano plazo (2030 - 2040) - Se desarrollan más de 50 proyectos de distritos energéticos que ofrecen servicios de energía térmica (calor o frío) y energía eléctrica. Largo plazo (2050) - Se desarrollan más de 60 proyectos de distritos energéticos que ofrecen servicios de energía térmica (calor o frío) y energía eléctrica
--	--

Apuesta estratégica 7. Climatización y refrigeración eficiente

Promover la adopción de tecnologías que permitan reducir la demanda de energía asociada al enfriamiento de espacios, control de temperatura en procesos y conservación de productos perecederos en sus usos en los sectores residencial, terciario (Comercial y oficial) e industrial.

Descripción

Recomendaciones para su implementación

El aumento del calor extremo ha incrementado el uso de sistemas de climatización y refrigeración, esenciales para el confort térmico y procesos industriales y comerciales. Se estima que para 2050 su uso se triplique, generando retos en la planificación energética. La IEA y la IFC proponen una hoja de ruta hacia emisiones casi nulas, que incluye: • Reducción de HFC (según la Enmienda de Kigali). • Uso de medidas pasivas y equipos de alta eficiencia. • Descarbonización de la red eléctrica. En Colombia, la región Andina, seguida por Orinoquía y Caribe, lideran el crecimiento en uso de aire acondicionado. El 86% de los hogares tiene al menos una nevera, con Bogotá, Antioquia y Valle a la cabeza. Entre 2022 y 2030, se proyecta un crecimiento anual en uso de refrigeración y climatización de entre 2% y 2.76% en sectores residencial, comercial e industrial. Para 2050, se espera que la demanda total alcance entre 110 y 122 PJ/año. Si bien en materia internacional, las acciones de eficiencia energética están orientadas en mayor medida a temas de climatización, en las caracterizaciones del sector residencial colombiano los equipos de refrigeración representan el 14% del consumo energético del sector frente al 2% que representan los usos en aire acondicionado y climatización. En línea con las acciones de eficiencia energética en materia de refrigeración, para el sector residencial se han diagnosticado un potencial de ahorro, principalmente relacionado con el aporte total que representa el uso de las neveras en los hogares, que representa entre el 40% y el 60% en la factura de la energía eléctrica mensual, con un consumo promedio entre el 90 y 143 kWh-mes, que varía en función de la zona climática. Particularmente para el sector residencial en Colombia se identifica un porcentaje de tenencia de equipos de refrigeración y congelación en el	Corto plazo: Como resultado de la entrada en vigencia de la resolución 40773, por la cual se establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas, complementado con las acciones relacionadas a las metas ambientales en el marco de la ratificación de la enmienda de Kigali, y la actualización del reglamento de etiquetado energético - RETIQ, las instalaciones y equipos de acondicionamiento de aire y refrigeración reducen el consumo de energía, así mismo se aplican buenas prácticas operativas y de mantenimiento Mediano plazo: Las personas están mejor informadas sobre las buenas prácticas operativas, mantenimiento, implementación de medidas pasivas, sumado a la información de consumo de energía, y les permite tomar decisiones que buscan reducir el consumo de energía, tanto en instalaciones y equipos nuevos, como en operación. Largo plazo: Las personas son conscientes de hacer un mejoramiento de las envolventes por medio de medidas pasivas y diseños bioclimáticos, eligen sistemas con bajo GWP o tecnologías sin sistemas de compresión de vapor, lo que resulta en una evolución tecnológica de equipos de alta eficiencia energética, que se complementan con medidas de almacenamiento de energía, bombas de calor e integración de FNCE, lo que resulta en equipos e instalaciones de bajo o neto cero en carbono. Metas Corto (2024-2030) - Optimización y/o sustitución de equipos de climatización y refrigeración con más de 20 años de operación considerando uso de refrigerantes de bajo GWP menos a 700 y mejor eficiencia disponible a nivel comercial, logrando
---	---

83,2% de los hogares colombianos⁶, con un promedio de años de antigüedad que varía entre los 7,4 y los 12,2 según la ubicación del hogar por zona climática y el estrato socioeconómico al que pertenece ese hogar⁷. En cuanto a la oferta de equipos, el 68,9% de las neveras de fabricación nacional corresponden a la máxima etiqueta eficiencia (categoría A), lo que permite identificar un potencial de mejora, tanto frente a los estándares vigentes como los que resulten de nuevos desarrollos tecnológicos que permitan apuntar a mayores eficiencias. La sustitución de las neveras a equipos con etiqueta A, busca realizar de manera efectiva el recambio tecnológico y la disposición final de equipos con vidas útiles largas con consumos de energía altamente ineficientes y que además implican la sustitución de refrigerantes con niveles de contaminación más altos.	una reducción entre 2-4% anual Mediano plazo (2030 - 2040) - Priorización e implementación de medidas pasivas en edificaciones y establecimientos comerciales nuevos y en operación, sumado a equipos de muy alta eficiencia energética que usan refrigerantes de menos de 100 GWP, logrando una reducción anual de consumo entre el 4 - 8% anual Largo plazo (2050) - Todas las instalaciones y equipos nuevos de refrigeración y climatización integran estrategias pasivas, uso de equipos de alta eficiencia energética con refrigerantes de menos de 30 GWP, así como integración con fuentes de energía renovable, logrando una reducción anual de consumo entre un 8-12% anual - La demanda total de energía para 2050 asociada al uso de climatización y refrigeración, será reducida a un 20% del escenario base sin la implementación de medidas.
--	---

Apuesta estratégica 8. Implementación SGE	
Implementación SGE en el sector industrial y terciario	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
El sector industrial en Colombia consume aproximadamente el 25% de la energía total del país, utilizando principalmente gas natural, carbón y electricidad. Por su parte, el sector terciario, que incluye servicios como comercio, educación y salud, también representa una	Corto plazo: Como resultado de las diferentes iniciativas y sensibilización de los potenciales beneficios y ahorros logrados con la implementación de SGE, se amplía el nivel de implementación de

⁶ DANE. Encuesta de calidad de vida 2018.

⁷ UPME-USAENE-CORPOEMA. Estudio estimación consumo de indispensable 2023

proporción significativa del consumo energético nacional (5.8%), sin embargo, su participación en el consumo de energía eléctrica es más significativa, alcanzando alrededor del 23.3% del total nacional. El Balance de Energía Útil (BEU) para Colombia revela que el potencial de eficiencia energética en la industria puede aumentar la energía útil entre un 31% y un 51% mediante la adopción de las mejores tecnologías disponibles (BAT). Además, el potencial de buenas prácticas (mantenimiento, reducción de fugas, mejor gestión, etc.) incrementa el potencial de referencia en un 4.5%. En el caso del sector terciario, el BEU identifica un considerable potencial de eficiencia energética. Actualmente, solo el 24% de la energía final consumida en este sector se convierte en energía útil. Esto sugiere que existe un margen significativo para mejorar la eficiencia energética mediante la adopción de tecnologías más avanzadas y prácticas operativas optimizadas. El Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PAI-PROURE) 2022-2030 estima un ahorro potencial de 256 PJ para el sector industrial, en donde la implementación de sistemas de gestión de la energía (SGE) es una de las principales áreas de mejora (21,68%). Las acciones asociadas incluyen el diseño e implementación de los SGEN bajo la norma NTC ISO 50001, el control operacional y la digitalización. Para el sector terciario, se estima un ahorro acumulado de 131 petajoules (PJ). Las principales medidas identificadas incluyen la implementación de medidas como la sustitución de sistemas de iluminación tradicionales por tecnología LED, la modernización de equipos de climatización y refrigeración, y la adopción de sistemas de gestión de energía basados en la norma ISO 50001. Además, la incorporación de sistemas de medición inteligente (AMI) y la capacitación del personal en prácticas operativas eficientes son estrategias clave para optimizar el consumo energético en el sector terciario. Dado que se proyecta que el sector terciario contribuirá con el 64% del Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia para 2050 y el sector	los procesos de certificación. Las universidades y empresas con experiencia en eficiencia energética consolidan la oferta para un mercado de asesoría en procesos de certificación en ISO 50001 y SGEN. Mediano plazo: Los esquemas de certificación en sistemas de gestión de energía se convierten en diferencial de marca, se asocian con un buen nombre y con industrias sostenibles. Se habilitan programas de educación no formal en universidades y centros de capacitación (SENA o privados), que capacitan y certifican gestores de energía para ampliar la oferta de personal capacitado en la operación de las industrias. La implementación del SGEN y certificación en ISO 50001, se consolidan como requisitos obligatorios para acceder a beneficios/incentivos de ley y exenciones energéticas y ambientales (por ejemplo exención de contribuciones en el esquema del FSSRI). Largo plazo: Los SGEN son ampliamente conocidos en el sector industrial, las industrias reconocen su importancia y aplican de manera sistemática procesos de certificación y recertificación. La implementación del SGEN y certificación en ISO 50001, se constituye en un requisito de operación en industrias intensivas en consumo energético. Metas Corto (2024-2030) Implementar SGE en al menos 200 empresas de los sectores industrial y terciario (equivalente a más o menos el 10% de las grandes y medianas empresas del país con mayor consumo energético). Tener una línea base nacional de consumo
--	---

industrial con aproximadamente con el 24%, la implementación de estrategias de eficiencia energética en estos sectores es esencial. Ambos sectores tienen un alto potencial para implementar medidas de eficiencia energética que reduzcan el consumo y las emisiones de gases de efecto invernadero. La adopción de sistemas de gestión de energía, como la norma ISO 50001, puede ser una herramienta eficaz para identificar oportunidades de ahorro y optimizar el uso de la energía en estos sectores.	energético sectorial (industrial y terciario) detallado para el diseño y monitoreo de SGE Mediano plazo (2030 - 2040) Capacitar al menos 2.500 profesionales en la implementación y auditoría de ISO 50001 o esquemas compatibles. Integrar los SGE a un Sistema de Información Energética Nacional y establecer un sistema de reportes anuales obligatorio para empresas con alto consumo (>1 GWh/año). Al menos 2.000 organizaciones con SGE implementado, incluyendo sectores como salud, comercio, hoteles, manufactura, construcción y educación. Largo plazo (2050) Alcanzar al menos el 85% de cobertura de SGE en empresas de alto y mediano consumo energético Incluir criterios obligatorios de SGE en todas las licitaciones públicas de infraestructura y servicios institucionales.
--	---

Apuesta estratégica 9. Auditorías energéticas en todos los sectores	
Auditorías energéticas en todos los sectores (Residencial, terciario e industria) e implementación de PEVI en el sector industrial (alianza Estado, Academia, Industria)	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
Una de las principales estrategias para fomentar la eficiencia energética en la industria es la auditoría energética, que permite identificar ineficiencias, proponer mejoras y estimar ahorros, inversiones y tiempos de retorno. Estas auditorías ayudan a optimizar el uso de energía sin afectar la calidad del producto, Las Auditorías Energéticas son una guía para la acción, enfocadas en la búsqueda de racionalizar y optimizar, por un lado, usos y consumos de	Corto plazo: El desarrollo de los PEVI se identifican y actualizan de manera permanente las oportunidades de eficiencia energética para el sector industrial, se construyen alianzas de doble vía entre las universidades, el Estado y el sector privado que aceleran la transformación del sector. En cuanto a las auditorías energéticas, se establecen las líneas base de consumo de los

energía, y por otro, procesos y procedimientos tecnológicos que involucren usos y consumos de energía. Es así, como norma internacional ISO 50002, especifica los requisitos de proceso para llevar a cabo una auditoría energética en relación con el desempeño energético. Ésta es aplicable a todo tipo de establecimientos y organizaciones y a todas las formas y usos de la energía. Esta Norma Internacional especifica los principios para llevar a cabo auditorías energéticas, los requisitos para los procesos comunes durante las auditorías energéticas y los entregables para las auditorías energéticas. En el marco de lo anterior, se ha diseñado el Programa de Evaluación Industrial – PEVI- como una estrategia de continuidad que permitiera promover las oportunidades de eficiencia energética en el sector industrial. Para ello, se estableció una vinculación triangular entre el entorno productivo (la Industria), el de conocimiento (la Academia) y el normativo y regulatorio (el Estado) para que a través de ONUDI y UPME se fortaleciera la capacidad técnica en las universidades que han desarrollado trabajos e investigaciones en el campo de la eficiencia energética, y que cuentan además con una relación activa con el sector industrial local de las regiones en que se encontraban ubicadas; a fin de propender por un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos utilizados en la industria y con ello contribuir a un mayor desarrollo sostenible de la pequeña y mediana empresa, para obtener una mayor productividad y competitividad empresarial bajo parámetros de responsabilidad social universitaria, empresarial y pública. La ejecución del PEVI ha permitido la instalación de tres centros PEVI en tres universidades del país: Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma de Occidente y Universidad Autónoma de Bucaramanga. Dichos centros PEVI han realizado intervenciones en un total de 51 industrias de diferentes sectores de manufactura de los subsectores fabricación alimentos, bebidas, metalúrgicos básicos, de sustancias y productos químicos, identificando potenciales de ahorro de energía equivalentes a 346 TJ/año con una reducción en emisiones de	establecimientos oficiales y de actividades públicas del total del país, se cumplen las metas de corto plazo establecidos en el artículo 237 de la Ley 2294 de 2023. En el sector industrial se intensifican las campañas de implementación de auditorías, se introducen esquemas de buen nombre y como estrategia de diferenciación de marca, que estimulan el desarrollo de estos procesos, el establecimiento de las líneas base consumo e iniciativas que culminan en procesos de certificación. Mediano plazo: Los centros PEVI se consolidan y son marco de referencia en el ámbito académico e industrial y permiten la incorporación de aspectos pertinentes para la eficiencia energética en los programas académicos, investigaciones desarrolladas por la Universidades. Se amplía el alcance del desarrollo de las auditorías, se normaliza la aplicación periódica de estos procesos de auditoría y se redefinen de manera constantes los planes que se adelantarán para cumplir con las metas identificadas con un plazo claro de implementación. Los procesos de auditoría y en especial los que se derivan en procesos de certificación, se consolidan como requisito para acceso a incentivos tributarios y a beneficios como el exenciones en el aporte a la contribución del esquema de subsidios FSSRI o similares. Largo plazo: Los centros PEVI se convierten en referentes para universidades e industrias, se amplían en todas la universidades del país, adquiriendo capacidad de replicabilidad. El total de entidades oficiales cuentan con certificación en cumplimiento en ISO 50002 y en línea con la implementación de SGEN, estos están incorporados en el manual de procesos y procedimiento de dichas entidades, Los procesos de auditoría y en especial los que se derivan en procesos de certificación, se
---	--

Gases Efecto Invernadero - GEI de 18.522 tCO₂/año.	reconocen como un diferencial de marca y buen nombre para empresas del sector industrial y una práctica común e incluso obligatoria para su funcionamiento.
	Metas Corto (2024-2030) Implementación de cinco nuevos centros PEVI. Formar y certificar al menos 1.200 auditores energéticos a nivel nacional, con cobertura en todas las regiones. Crear una base nacional de datos de consumo energético sectorial que permita priorizar sectores con mayor potencial de ahorro. Crear un registro público nacional de auditorías energéticas administrado por la UPME. EL 30% del sector oficial implementa auditorías energéticas, identificando planes y acciones puntuales en materia de eficiencia energética. (alternativa: 100% de las entidades públicas con consumo anual >100 MWh) El 50% sector industrial, realizan procesos de auditoría energética e implementan prácticas en materia Al menos el 20% de las industrias a nivel nacional establecen sus líneas bases de consumo, se capacitan y sensibilizan frente a las oportunidades de ahorro en sus costos como respuesta a la implementación de auditorías energéticas y procesos de certificación. Mediano plazo (2030 - 2040) Se logra aumentar la Implementación a treinta (30) centros PEVI. Establecer la obligatoriedad de auditorías energéticas cada 4 años para todos los consumidores con uso anual >1 GWh. El 50% de establecimientos del sector oficial implementan auditorías energéticas. El realizan procesos de auditoría energética e implementan procesos de certificación en

	empresas del sector industrial, y de manera obligatoria para acceder a beneficios tributarios y exenciones en materia de contribuciones en el esquema de FSSRI. alternativa: 3.000 empresas del sector productivo y terciario. Largo plazo (2050) Consolidar 50 centros PEVI El 100% de establecimiento del sector oficial oficiales y públicos implementan auditorías energéticas, identifica Las auditorías energéticas en el sector industrial se deben realizar de manera periódica como requisito obligatorio para la operación de las industrias (permisos o licencias de operación por ejemplo ambientales, urbanísticas, etc)
--	---

Apuesta estratégica 10. Mejoras generalizadas en calor directo para los sectores residencial y terciario

Mejoras generalizadas en los procesos de calor directo en los sectores residencial (urbano y rural) y terciario

Descripción	Recomendaciones para su implementación
Mejoras generalizadas en procesos de calor directo sector terciario (cocción) : sustitución de estufas a gas natural/GLP a energía eléctrica convencional y/o de inducción y mejoras en los quemadores para cocción con gas (GLP/GN). Según la más reciente caracterización del sector terciario el consumo energético en usos de calor directo se estima en 28 PJ de energía, de los cuales el 80% corresponde a gas natural y GLP. En cuanto al consumo de gas natural, de acuerdo con el consumo de gas natural reportado por el SUI, en 2021 el sector terciario consumió 410.035.790 m³, de los cuales 327.749.809m³ (79,9%) fueron consumidos por los establecimientos de alojamiento y servicios	Corto plazo: Se propone un reemplazo acelerado en los quemadores de estufas con gas natural, con especial énfasis en el sector terciario. Los usuarios de todos los sectores de consumo implementan acciones de reconversión tecnológica por equipos de mayor eficiencia, realizando sustituciones más cercanas a las vidas útiles técnicas de los equipos. Se realizan buenas prácticas de operación y mantenimiento a los equipos de uso final La mejora generalizada y progresiva en procesos de calor directo para el sector residencial urbano, inicia con la instalación en el muy corto plazo de

de comida, seguido de los de actividades recreativas y de esparcimiento (15,2%), lo cuales consumieron 62.247.802 m³.

En estos usos en particular se identifican oportunidades ambiciosas en materia de electrificación y renovación tecnológica entre ellas las medidas propuestas para este uso en el caso del gas natural y GLP, se refieren a la sustitución de cocción de gas por estufas de inducción y sustitución de hornos de gas por hornos eléctricos con recirculación de aire y control programable. En cambios progresivos que implican medidas de corto plazo como la optimización de quemadores, el reemplazo a equipos de mayor eficiencia ya disponibles en el mercado.

Cocción mejorada en el sector residencial urbano.

Sustitución de estufas de gas ineficientes por nuevas eficientes categoría A, sustitución de estufas a gas natural por energía eléctrica convencional y/o de inducción.

En el caso del sector residencial urbano, el 66% del consumo energético está destinado a procesos de cocción, principalmente con gas natural (66%), GLP (20,06%), leña (8,65%) y energía eléctrica el restante 5,27%.

De acuerdo a los energéticos las estufas en uso cuentan con eficiencias del 51% con gas natural y 53% con GLP, y en el caso de energía eléctrica con estufas convencionales del 70%. Y que de acuerdo a diferentes referentes estas eficiencias pueden aumentar a 63% para estufas de gas natural y GLP y en energía eléctrica hasta el 90% de eficiencia para el BAT internacional para estufas de inducción. Estos potenciales de eficiencia sustentan las oportunidades en materia de ahorro energético para este uso en el sector urbano.

Sustitución de estufas de leña en el sector rural

Sustituir fogones tradicionales por estufas a partir de GLP, GN, energía eléctrica, biogás y biometano.

estufas en gas natural de mayores eficiencias y una tendencia a la instalación estufas eléctricas convencionales y estufas de inducción.

Los hogares rurales, logran acceder a nuevos energéticos (GLP, gas natural, energía eléctrica y biogás), de manera constante, costo beneficioso y logran adoptar el uso de equipos de cocción de manera permanente y como parte de la cotidianidad.

Mediano plazo

El sector comercial, en especial los restaurantes y alojamientos, transforman sus cocinas con estufas y hornos eléctricos, acompañando con buenas prácticas de operación y mantenimiento, en respuesta a una acelerada transformación comercial, en el mercado nacional, la reducción de precios de las tecnologías que presentan menores tiempos de cocción.

En el sector urbano la dotación de las nuevas construcciones se realiza con estufas de energía eléctrica, de manera progresiva de estufas convencionales a estufas de inducción.

En los hogares urbanos existentes se realizan la conversión a estufas de energía eléctrica convencionales, y el uso de otros equipos para cocción eléctrica y marginalmente, la dotación y uso de estufas de inducción.

Gracias a procesos de democratización de la energía, acceso a proyectos de generación distribuida, a la concientización y capacitación de las comunidades y la transformación de la ruralidad, se intensifica el uso de energía en cocción.

Largo plazo:

El uso de equipos eléctricos, incluidos hornos y estufas de mayor eficiencia, acompañados de otros procesos de transformación del comportamiento de consumo en el sector terciario, permiten alcanzar ahorros sustanciales en procesos de calor directo.

En el sector urbano se normaliza el uso de estufas de inducción para todo tipo de estratos, ya se conoce y cuenta con las dotaciones

Alineado con la visión del Plan de Sustitución de Leña, formulado por la UPME, en la que se plantea que <i>Colombia se constituya en un referente internacional en la aplicación de una ruta integral para la sustitución del uso de leña y otros combustibles utilizados de manera ineficiente y altamente contaminante para la cocción de alimentos</i>⁸. Esta visión deja de manifiesto las problemáticas que pretenden resolverse con acciones encaminadas a la sustitución de leña, la principal de ellas, por su ineficiencia en la cocción, las limitantes para el acceso a energéticos menos contaminantes y los impactos en salud por emisiones en material particulado.	necesarias, aprovechando los desarrollos tecnológicos ya maduros para realizar un uso adecuado de los equipos de cada vez mayor eficiencia tecnológica. Los niveles de cobertura en energía eléctrica y los ya adquiridos hábitos en los hogares rurales permiten la sustitución y uso efectivo de los equipos de cocción, incluso con uso de otros aparatos para cocción eléctrica. En donde, se mantengan limitantes en el consumo de energía eléctrica, las comunidades se han afianzado en el uso de estufas con biogás y biometano, logrando una cadena de aprovechamiento de residuos.
En el caso colombiano, de acuerdo al Balance Energético Colombiano BECO (UPME, 2023) la leña continúa ocupando el puesto como el energético de mayor consumo en la ruralidad, representando el 97%⁹ del consumo de energéticos primarios. Según lo indicado en PNSL (UPME, 2023), la Encuesta de Calidad de Vida ECV realizada por el DANE en el 2021, la leña es el energético utilizado por aproximadamente 1.691.000 hogares, cerca del 10% del total de hogares del país. En particular en la ruralidad, se identifican 3,8 millones ubicados en centros poblados y en el sector rural disperso, en el que se mantiene el consumo de combustibles contaminantes, entre ellos la leña, en al menos el 40,09% de ellos. Con esto la sustitución de leña es principalmente una medida para la ruralidad colombiana. En cuanto a los energéticos alternativos para la sustitución, durante varios años y a través de diferentes instituciones se han adelantado acciones como el programa de sustitución de fogones tradicionales por estufas ecoeficientes liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS-y la transición a otros energéticos como gas natural, GLP, biogás y energía eléctrica. Con estos esfuerzos, el PNSL señala que en la ruralidad se cuenta con un consumo para cocción de GLP del 44,4% y de gas natural de red el 14,3%.	Metas Corto (2024-2030) Con la implementación de medidas de calor directo, se pudo identificar que los ahorros en energía totales para el sector terciario corresponden a 73,6 PJ, lo cual representa una reducción de aproximadamente 2.900.123,4 Ton CO₂. Mejoras generalizadas y progresiva en la cocción urbana, representa la sustitución de 114.000 estufas de leña a GLP a gas natural eficiente, 10 millones de estufas de gas de bajas eficiencias por nuevas eficientes en estratos 1-4, sustitución de 536,294.27 estufas a gas natural a energía eléctrica a inducción en estratos 5 y 6. Mediano plazo (2030 - 2040) Alcanzar ahorros de hasta el 30% sobre la línea base de consumos con cerca de 40 PJ de ahorro en los procesos de calor directo del sector terciario. Continúan los procesos de reemplazo logrando que se reduzcan a cero los consumos de leña y

⁸ UPME, 2023. Plan de Sustitución de Leña-Tomo I

⁹ UPME-BECO, 2023.

En línea con estas propuestas, el PAI PROURE 2022-2030, contempló ahorros asociados a estos procesos de sustitución de 277,4 PJ de energía, representando el 50% de las metas en eficiencia propuestas para el sector residencial y de las que se derivaron como recomendaciones: promover recambio de electrodomésticos y gasodomésticos a través de distribuidores y constructores, medidas del sector residencial con incentivos tributarios y particularmente para leña la recomendación es que la estrategia heterogénea y multidimensional. Las medidas implican la implementación en 810.000 hogares rurales.	GLP en el sector residencial urbano, la instalación de estufas de gas natural con la mejor eficiencia disponible en el mercado colombiano, disminuyendo la participación del consumo de gases combustibles al 40% del consumo total y el restante 60% en energía eléctrica gracias al avance a estufas con energía eléctrica convencional y marginalmente con estufas de inducción. En el sector rural se logra una sustitución del más del 90% de las estufas de leña, principalmente con usos en GLP (10%), gas natural (60%), biogás y biometano (10%) y energía eléctrica (20%). Largo plazo (2050) En el sector terciario se duplican los ahorros alcanzados en el corto plazo, el uso de equipos para cocción eléctrica se generaliza y se logran adoptar las mejoras tecnologías disponibles a nivel internacional. En el sector urbano se masifica la cocción con energía eléctrica, desplazando los consumos en gas natural y GLP, las estufas de inducción son de uso común en los hogares urbanos, para todos los estratos socioeconómicos, logrando que cerca del 80% del consumo se haya desplazado a energía eléctrica. La cocción con leña en el sector rural llega a cero en el 2050, logrando reemplazos a GLP (10%), biogás y biometano (10%), gas natural (40%) y energía eléctrica con una participación del 40%). En el sector rural se logra una sustitución del más del 90% de las estufas de leña, principalmente con usos en GLP (10%), gas natural (40%), biogás y biometano (10%) y energía eléctrica (40%).
---	--

Apuesta estratégica 11. Buenas prácticas operacionales calor directo e indirecto	
Buenas prácticas en la operación y mantenimiento en sistemas de fuerza motriz y aire comprimido, calor directo e indirecto en los sectores industrial y terciario.	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
El consumo energético industrial mundial sigue estando dominado por los combustibles fósiles, en particular el carbón, y representa aproximadamente una cuarta parte de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía. Este comportamiento no es ajeno al de la industria nacional, en donde el consumo final de energía representó 346 PJ para el año 2023 según lo publicado en el BECO, de los cuales el 28% corresponde a consumos de gas natural, seguido por el carbón mineral con el 24% y el 19% de bagazo y finalmente el 15% en energía eléctrica. En cuanto a los usos finales de energía más importantes en la industria Colombiana corresponden a calor indirecto con 152 PJ (44.%), calor directo con 148 PJ (correspondiente al 43%), seguido por fuerza motriz correspondiente a 34 PJ (10%) y refrigeración, iluminación y otros usos corresponden a 6 PJ (3%). Los retos en materia de buenas prácticas se concentran en diferentes estrategias para la optimización y mejores prácticas aplicadas de acuerdo a los subprocesos: en la compra, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de fuerza motriz, en procesos de generación de vapor, mejoramiento de aislamientos y la implementación de elementos para la recuperación de calor y la cogeneración, con impactos que varían en cada uso y energético, contribuyendo a reducir las emisiones y los costos. Las tendencias internacionales apuntan a la implementación de metodologías de mejora continua, enfoques operación dirigidas a la reducción de tiempos, y eliminación de desperdicios entre ellos operaciones o	Corto: 2030 La implementación de adecuados procesos de mantenimiento y cambios de equipos menores, de acuerdo al tipo de uso y equipo se realiza de manera masiva en los establecimientos de comercio y se define dentro de sus principales objetivos la eficiencia en usos de los diferentes energéticos. La implementación de buenas prácticas operacionales se podrían considerar ganancias tempranas, en donde la concientización de los consumo energéticos, es clave en el corto plazo. La implementación de estándares mínimos de rendimiento de eficiencia para motores eléctricos, contribuye a acelerar el proceso. Mediano plazo: Las buenas prácticas operacionales y de mantenimiento se implementan de manera complementaria, de acuerdo a los procesos de sustitución, recambio tecnológico y los procesos de automatización y control. De tal manera que garantiza la operación eficiente y de los equipos de cada vez mejores tecnologías desde su instalación, garantizando su correcto uso y con ello mejores consumos energéticos en su vida útil. Las industrias y los establecimientos comerciales capacitan a operarios y trabajadores en general, en metodologías y procesos innovadores, cuyo conocimiento se traslada a la operación y producción en las industrias. En el sector comercial, las buenas prácticas operativas(acompañadas de procesos de automatización y control referidas en la Apuesta 4) están dirigidas a la reducción de sobrestock y reducción de obsolescencia, manejo de

movimientos innecesarios, cuya implementación se traduce en reducciones de consumos de energía, en muchos casos como cobeneficios de medidas diseñadas para la optimización de la producción industrial. A continuación se resumen las BPO por uso identificadas para los sectores terciario e industrial: BPO en fuerza motriz: Energía eléctrica: Buenas prácticas operativas en la compra, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de fuerza motriz, del sistema de aire comprimido, control de fugas, variadores y automatización de on off, cascada (aire comprimido) y reducción de la presión de descarga del compresor (aire comprimido). BPO en calor directo: Energía eléctrica: Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción, mantenimiento y reposición de aislamientos. Otros energéticos: Optimización de quemadores, optimización de la combustión, aislamientos térmicos Internos y externos, control de fugas, recuperación de calor y precalentamiento del aire de combustión. BPO en calor indirecto: Control de la combustión, reducir la presión del vapor, reducir las pérdidas por hollín e incrustaciones, mejorar aislamientos, optimización de purga, Actualización de los aislamientos térmicos, aislamiento de válvulas, codos y demás accesorios, control de fugas, recuperación de condensados.	inventarios, efectividad en entregas. Largo plazo: 2050 En el sector comercial, se concreta la transformación hacia las ventas digitales, la cultura centrada en la innovación y mejora continua, logrando impactar los consumo energéticos del sector. En el sector industrial se logran alinear los procesos de sustitución hacia tecnologías y energéticos de mayor eficiencia, los procesos de automatización y las BPO, logrando la convergencia de ambos tipos de medidas contribuyan al alcance del mayor potencial de ahorro. En ambos sectores se incorporan cada vez más técnicos, profesionales con conocimiento y experiencia en metodologías innovadoras, conocimiento en nuevas tecnologías, gracias a la capacitación continua en estos temas. Metas Corto plazo: La implementación de BPO en procesos de fuerza motriz permite alcanzar ahorros de hasta un 20% promedio anual frente a los consumo de la línea base. La implementación de BPO en procesos de calor directo contribuye en ahorro promedio anuales de hasta 5% adicionales frente a las líneas base de cada uso energético. Implementar BPO y cambios menores identificados dentro de las actividades de mantenimiento en procesos de calor indirecto permite alcanzar ahorros de hasta el 9% con respecto a la línea base de consumo. Mediano plazo Lograr incrementar los ahorro promedio anuales en 5 puntos porcentajes de acuerdo a cada tipo de BPO en fuerza motriz. La implementación de BPO en procesos de calor
---	---

	directo se mantiene en el 5% en ahorro promedio anuales, de hasta frente a las líneas base de cada energético, ampliando el alcance en el nivel penetración de industrias Implementar BPO y cambios menores identificados dentro de las actividades de mantenimiento en procesos de calor indirecto permite alcanzar ahorros de hasta el 15% con respecto a la línea base de consumo, ampliando el alcance de la implementación en un número mayor de industrias. Largo plazo. La implementación de BPO en procesos de fuerza motriz permite duplicar las metas de ahorro propuestas para el corto plazo. La implementación de BPO en procesos de calor directo contribuye en ahorro promedio anuales de hasta 10% en usos energéticos alcanzando la implementación para atender el 100% de las industrias existentes. Implementar BPO y cambios menores identificados dentro de las actividades de mantenimiento en procesos de calor indirecto permite alcanzar ahorros de hasta el 20% con respecto a la línea base de consumo.
--	---

Apuesta estratégica 12. Sustitución de combustibles fósiles en procesos de calor indirecto e indirecto	
Sustitución de carbón por gas natural, bioenergía, energía eléctrica o hidrógeno verde (hidrógeno electrolítico) en calor indirecto y calor directo, en donde sea viable el cambio tecnológico	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
De acuerdo con la previsión de la Agencia Internacional de Energía se espera un aumento en la demanda mundial de energía eléctrica global, motivado entre otras razones por el	Corto plazo: Formular políticas más estrictas en temas ambientales, acelera los esfuerzos de corto plazo y define señales para nuevas industrias. Aceleración del mercado de carbono, sellos verdes y correcta valoración de las emisiones, con el incremento progresivo de precio de

creciente uso de energía eléctrica para la producción industrial¹⁰. Es ampliamente conocido que la industria es uno de los sectores más difíciles de descarbonizar, especialmente porque las tecnologías bajas en carbono para muchos procesos aún están en desarrollo o son demasiado costosas, los equipos industriales tienen una larga vida útil y se reemplazan con poca frecuencia. Por eso dentro de los retos para el sector industrial se encuentra la electrificación de los procesos de calor, específicamente en sectores donde se necesitan vapor; como la fabricación de acero, cemento y productos químicos reduciendo el uso de combustibles fósiles en la industria. De esta manera, procesos industriales de altas temperaturas no pueden descarbonizarse por completo con la tecnología comercial actual. Eso lo contempla el escenario de Cero emisiones de la EIA, en donde más de la mitad de las reducciones de emisiones de la industria pesada provienen de tecnologías que han demostrado su eficacia, pero que aún no están listas para comercializarse¹¹. En el caso colombiano se han identificado	carbono para habilitar de manera más acelerada estos mercados. Formación técnica y profesional en áreas asociadas a procesos de recambio tecnológico, procesos de innovación tecnológica. Mediano plazo Implementación de hoja de ruta de industrialización con herramientas de apoyo técnico e inversiones fuertes en la reconversión industrial Programas de reconversión tecnológica y disposición final de equipos y componentes, restricciones al retrofit y reemplazos menores de los equipos. Capacitación técnica y profesional en implementación y mantenimiento de tecnologías con electrificación. Coordinación entre esquemas de etiquetado, certificaciones y automatización y control en función de los procesos de reconversión tecnológica. Largo plazo Esquema prácticos y operativos para la disposición final de equipos. Esquema de etiquetado operativo y práctico de equipos industriales. Mercado consolidado y activo en mercado de carbono, sellos verdes y correcta valoración de las emisiones. Metas: Corto plazo: Sustitución de carbón en hornos de cementeras por biomasa en 8% desde el 2025, con un
---	--

¹⁰ EIA. Disponible en: <https://www.iea.org/news/growth-in-global-electricity-demand-is-set-to-accelerate-in-the-coming-years-as-power-hungry-sectors-expand>

¹¹ EIA, 2024. Disponible en <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

	crecimiento moderado. Se inician procesos de sustitución de carbón por biomasa en procesos de calor directo, con calentamiento a base de biocarbón para procesos industriales a gran escala con 5% desde 2025 con un crecimiento del 1% (Alimentos, metalúrgico,) Sustitución de carbón por biomasa en procesos de calor indirecto con calentamiento a base de biocarbón para procesos industriales a gran escala y sustitución de calderas en al menos el 5% de los consumos de carbón desde el 2025. Mediano plazo Sustitución de carbón en hornos de cementeras por biomasa en 16% desde el 2031, con un crecimiento de mayor aceleración. Uso de biomasa en nuevos procesos industriales: industrias de pulpa y papel con caldera de lecho fluidizado, logrando la reducción de consumo de carbón en un 5%. En las industrias química y petroquímica se implementan tecnologías como la electrólisis y hornos eléctricos para reducir el uso de carbón y gas natural en procesos industriales logrando ahorros de hasta 10 PJ acumulados. Electrificación de procesos de calor directo logrando reducción de hasta el 10% en el consumo de combustibles fósiles desde 2035, en actividades de textiles y cueros, alimentos, bebidas y tabaco, hierro y acero, maderas y productos de la madera, entre otros. Largo plazo Uso de biomasa en nuevos procesos industriales: industrias de pulpa y papel con caldera de lecho fluidizado, logrando la reducción de consumo de carbón hasta el 10%. Sustitución de carbón en hornos de cementeras por biomasa hasta el 28% desde el 2041, logrando llegar a cero en el consumo de carbón. En las industrias química y petroquímica se implementan tecnologías como la electrólisis y hornos eléctricos para reducir el uso de carbón y
--	---

	gas natural en procesos industriales logrando ahorros de hasta 18PJ acumulados. Electrificación de procesos de calor directo logrando reducción de hasta el 15% en el consumo de combustibles fósiles desde 2035, en actividades de textiles y cueros, alimentos, bebidas y tabaco, hierro y acero, maderas y productos de la madera, entre otros. Sustitución de fósiles por hidrógeno verde en procesos térmicos (industria) 5% - 10% demanda: hidrógeno electrolítico en producción de hierro y acero.
--	--

Apuestas estratégicas de Eficiencia Energética del Sector Transporte Alineadas con las apuestas del PE de Movilidad Sostenible	
	● Impulsar la sustitución de combustibles líquidos (Diesel y gasolina) en los diferentes segmentos del modo carretero por electricidad (Alineación con la apuesta 1: Impulsar la incorporación de nuevas tecnologías vehiculares de bajas y cero emisiones) ● Impulsar la sustitución de Diesel en el segmento carga del modo carretero por gas natural (Alineación con la apuesta 9: Promover el uso de combustibles gaseosos como el hidrógeno (H2), el GNV y el gas natural licuado (GNL) en el transporte pesado de carga) ● Impulsar la sustitución de combustibles fósiles en el segmento carga y pasajeros del modo férreo, por electricidad (Alineación con la apuesta 5: Impulsar la expansión y desarrollo del transporte público y transporte masivo con un enfoque intermodal y digital basado en el despliegue de sistemas eléctricos tipo metro, tranvía, tren ligero, cable aéreo y buses eléctricos (BRT). ● Impulsar un programa de etiquetado energético en vehículos nuevos en todos los segmentos del modo carretero (Alineación con la apuesta 3: Impulsar la mejora de la eficiencia energética vehicular del sector transporte carretero) ● Impulsar estrategias de planificación y conducción inteligente en todos los segmentos del modo carretero. (Alineación con la apuesta 4. Apuesta estratégica 4. Impulsar la mejora de la eficiencia energética operativa de las flotas de transporte de pasajeros y de carga).

5. MAPEO DE ACTORES INVOLUCRADOS

De las apuestas antes descritas se identifican diferentes roles que deben ser atendidos por agentes, instituciones de gobierno y sectores de la sociedad de tal manera que se logró la articulación necesaria para una implementación efectiva de las apuestas propuestas. Dentro de los roles clave se destacan:

- Diseños de políticas planes y normas
- Desarrollo del producto
- Recursos y fuentes de financiación
- Investigación, innovación y difusión
- Seguimiento y evaluación

De acuerdo con las funciones de las diferentes entidades o su papel dentro de cada uno de los sectores, las instituciones jugarán un papel relevante en cada uno de estos roles. Es así como en el rol de diseños de políticas planes y normas, en todas las apuestas se relaciona al MME, en coordinación con otros ministerios cabezas del sector y otras entidades con incidencia en la normatividad, ejecución o reglamentación

Sector residencial

De esta manera para las medidas propuestas en el sector residencial, se destaca el papel del Ministerio de Minas y Energía -MME- por el énfasis energético de las apuestas, pero adicionalmente destaca el rol del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-, en el diseño de políticas, planes y en este sentido, el MADS es clave en la formulación de tres de las cuatro medidas propuestas para el sector: sustitución de neveras por de etiqueta A, cocción urbana, y cocción rural. Este rol no es novedoso, ambas instituciones, han adelantado esfuerzos conjuntos e individuales que corroboran su papel en estas medidas. Este es el caso de la sustitución de neveras, el MME en su rol en la expedición de los reglamentos técnicos, la promoción y difusión del etiquetado ha adelantado esfuerzos importantes para su materialización. Desde el MADS se han adelantado programas puntuales para apoyar la sustitución de neveras como el Programa Nacional de Sustitución de Neveras, campañas como “Entrégala y Ahorra”, acompañados de Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos; estos esfuerzos seguirán siendo necesarios para el cumplimiento de las metas planteadas para esta apuesta.

De manera similar, en lo relacionado con cocción urbana, destacan adicional a MADS y MME, el papel clave del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, como formulador de programas y proyectos de desarrollo urbano, soluciones de vivienda y sostenibilidad, en lo relacionados con la apuesta, tiene asignadas unas funciones puntuales y pertinentes para la implementación de esta apuesta.

En cocción rural, históricamente el MME y MADS han realizado esfuerzos en el diseño, estudios e implementación de acciones en la sustitución de cocción de leña, entre ellos la Formulación del Plan Nacional de Sustitución de Leña (UPME, 2023), Plan Integral de Cambio Climático y la formulación de la NAMA de estufas mejoradas en Colombia (MADS, Fundación Natura, 2016), entre otros. Sin embargo, dados los conocidos efectos en salud asociados a la cocción rural en fogones de leña, se considera pertinente vincular

al Ministerio de Salud y Protección Social, de tal manera que se aborde la problemática desde un enfoque integral.

En relación con el desarrollo de producto, entendido esto, como la implementación puntual de las acciones que permiten materializar la apuesta, se destaca el papel de los fabricantes, productores, distribuidores; agremiaciones que los representan, así como de importadores o en otros casos constructores y desarrolladores. En el caso del sector residencial, se hace referencia a fabricantes, distribuidores, importadores de electrodomésticos, asociados con las apuestas de neveras, cocción urbana y en alguna medida cocción rural; e incluso en las medidas de etiquetado energético. En todos los casos, estos agentes tendrán un rol protagónico en la implementación final de la apuesta.

En cuanto a al acceso a recursos y fuentes de financiación, se identifican no sólo potenciales actores que ejercen funciones de financiación en proyectos relacionados con eficiencia energética, como FENOGÉ, fondos ambientales, bancos con líneas verdes de financiación sino otros agentes clave en el diseño de mecanismos que permitan acceder o mejorar las condiciones financieras para la implementación efectiva de las acciones que conlleva la implementación de una apuesta. En el caso del sector residencial, como parte de las recomendaciones en esta materia, se recomendó se el diseño de programa en conjunto con los comercializadores y distribuidores de energía eléctrica y gas e incluso constructores que a través del desarrollo de sus objetos sociales, faciliten el acceso a equipos eficientes o ejecuten programas de eficiencia energética.

Otro de los roles clave identificados es el de investigación, innovación y difusión, en este rol se identifica un papel fundamental la tríada Estado-Academia-Sector privado, lo que permite coordinar acciones de investigación e innovación y desarrollo con la aplicación práctica en el mercado. Si bien en el caso del sector residencial, se identifican mayores oportunidades relacionadas con la innovación en cocción rural, en menor medida que lo relacionado con la fabricación de equipos, se identifica también la necesidad de crear esquemas de difusión efectivos que permitan al usuario final como tomadores de decisiones, mayor y mejor información disponible y una sensibilización frente a la importancia de implementar acciones de eficiencia energética.

Tabla 5-1. Mapeo de actores involucrados en el Plan Estratégico de Eficiencia - Sector residencial



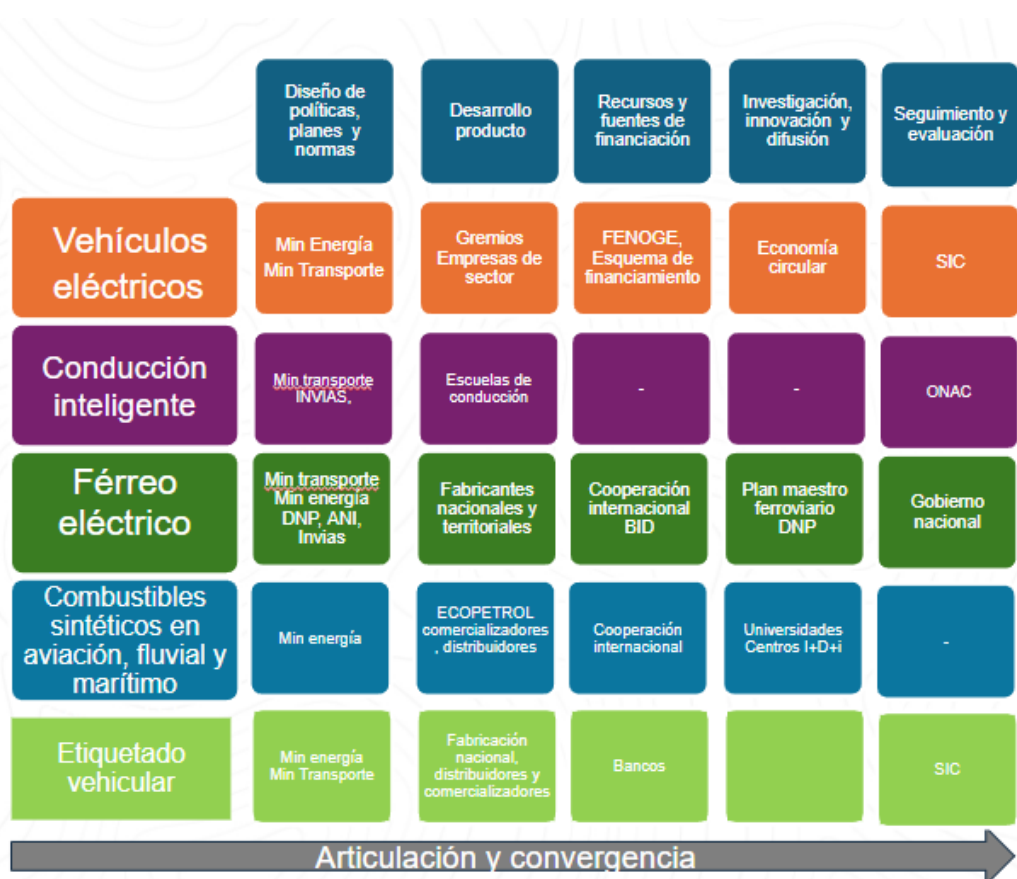
Para todos los sectores en el tema de seguimiento y evaluación se referencian las instituciones que de acuerdo con su misionalidad pueden hacer seguimiento y supervisión en las acciones particulares en el sector en donde se desarrolla la medida. En el caso del sector residencial, se trata de la SIC, la SSPD y se propone los MRV como mecanismo útil en el seguimiento en las apuestas de cocción rural.

Sector transporte

En el sector transporte, para el desarrollo de la política en la mayoría de las apuestas se identifica la necesidad de contar con la coordinación entre el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Transporte, además de otras entidades como INVIAS, DNP, la ANI, cuando se trate de temas de desarrollo de infraestructura como en las apuestas en transporte férreo.

Para lo que se denominó desarrollo del producto, se identifican entre los actores a los fabricantes o ensambladores, las empresas importadoras y comercializadoras. Así como a Ecopetrol como actor clave en la apuestas para el desarrollo de combustibles sintéticos, SAF, transporte fluvial y marítimo.

Tabla 5-2. Mapeo de actores involucrados en el Plan Estratégico de Eficiencia - Sector transporte



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BNDES (2024). Manual de critérios de eficiência energética para tecnologias de energia . Disponible en: https://tecnologias.programa-potencializee.com.br/files/manual_de_critérios_do_catalogo_de_tecnologias_2024.pdf

CCCS(2024). Estado de la construcción sostenible en Colombia disponible en https://www.cccs.org.co/wp-content/uploads/2024/07/Estado_de_la_Construccion_Sostenible_2024pdf.pdf

European Commission. (2024). State of Energy Efficiency in the EU. Disponible en https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/state-energy-efficiency-eu_en

IFC (2024). Cooler Finance, Mobilizing Investment for the Developing World's Sustainable Cooling Needs. Disponible en <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2024/mobilizing-investment-for-the-developing-world-s-sustainable-cooling-needs>

Min Energía (2024). ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO EX-POST. Disponible en https://www.minenergia.gov.co/documents/13108/AN%C3%81LISIS_DE_IMPACTO_NORMATIVO_EXPOST_RETIQ_2024.pdf

IFPRI (2009) CAMBIO CLIMÁTICO, El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Disponible en https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf

DNP (2016) Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/P%C3%A9rdida%20y%20desperdicio%20de%20alimentos%20en%20colombia.pdf>

OIT(2019). Trabajar en un planeta MÁS CALIENTE. El impacto del estrés térmico en la productividad laboral y el trabajo decente. Disponible en https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_768707.pdf

International Energy Agency (IEA). (2023a). Energy Efficiency 2023. Disponible en <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>

International Energy Agency (IEA). (2023b). Tracking Clean Energy Progress 2023. Disponible en <https://www.iea.org/reports/tracking-clean-energy-progress-2023>

International Energy Agency (IEA). (2023c). Energy Technology Perspectives 2023. Disponible en <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>

International Energy Agency (IEA). (2023b). World Energy Outlook 2023. Disponible en <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Perspectives for Energy Transitions 2023. Disponible en <https://www.irena.org/publications/2023/Mar/Perspectives-for-Energy-Transitions-2023>

International Energy Agency (IEA). (2022). Energy Efficiency Market Report 2022. Disponible en <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-market-report-2022>

International Energy Agency (IEA). (2020). Energy Efficiency and COVID-19 Recovery. Disponible en <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-and-covid-19>

International Energy Agency. IEA (2018) Achievements of energy efficiency appliance and equipment standards and labelling programmes [PDF]. Disponible en <https://iea.blob.core.windows.net/assets/996ea40e-e010-48c3-ab53-9b4f72ddc815/AchievementsofEnergyEfficiencyApplianceandEquipmentStandardsandLabellingProgrammes.pdf>

Gobierno de México. (n.d.). NAEWG [PDF]. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/97993/naewg.pdf>

Proyecto distritos térmicos Colombia (2023). Así avanza la implementación de DTs en Colombia: 26 proyectos en 10 ciudades. Disponible en <https://www.distritoenergetico.com/wp-content/uploads/2022/05/Infografia-proyectos-.pdf>

The Carbon Trust (2024.) Net Zero: A practical guide for cooling businesses. Disponible en <https://www.carbontrust.com/our-work-and-impact/guides-reports-and-tools/net-zero-a-practical-guide-for-cooling-businesses>

UK Impact (2023). Análisis de la demanda de enfriamiento y de su potencial de flexibilidad en Colombia
en https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Estudio_de_Demanda_de_Enfriamiento_VF.pdf

UPME (2024). Proyección de la demanda de energía eléctrica, potencia máxima y gas natural 2023 - 2037. Disponible en https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Proyecciones_de_Demanda_Final_v_31_01_2024.pdf

UNEP (2019) DISTRICT ENERGY IN CITIES

UNIDO (2018) MANUAL FOR INDUSTRIAL STEAM SYSTEMS ASSESSMENT AND OPTIMIZATION. Disponible en <https://www.industrialenergyaccelerator.org/general/manual-for-industrial-steam-systems-assessment-and-optimization/>

