

PLAN NACIONAL DE SUSTITUCIÓN DE LEÑA

**Y OTROS COMBUSTIBLES DE USO INEFICIENTE Y ALTAMENTE
CONTAMINANTE PARA LA COCCIÓN DOMÉSTICA DE ALIMENTOS**

Tomo I: Documento de Formulación del Plan

Documento de consulta

REPÚBLICA DE COLOMBIA
Ministerio de Minas y Energía



SUBDIRECCIÓN DE HIDROCARBUROS

Bogotá D.C – Colombia
Noviembre 2022

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	3
1. ESTRATEGIA	6
1.1. Visión	6
1.2. Pilares	6
1.3. Objetivos	6
2. CARACTERIZACIÓN REGIONAL	8
2.1. Contexto Internacional	8
2.2. Regionalización - Uso de energéticos para la cocción de alimentos en Colombia	9
2.2.1. Uso de CIAC para cocinar a nivel departamental	13
2.2.2. Uso de CIAC para cocinar en las zonas rurales	16
2.3. Caracterización integral de la problemática asociada al uso de CIAC	18
3. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA SUSTITUCIÓN DE CIAC	21
3.1. Gas Natural	21
3.1.2. Opción 2. Red virtual de gas natural comprimido GNC	22
3.1.3. Opción 3. Red virtual de gas natural licuado	23
3.2. Gas Licuado de Petróleo GLP	23
3.2.1. Opción 1. Red virtual de gas licuado de petróleo	24
3.2.2. Opción 2. Gas licuado por cilindro	24
3.3. Biogás	25
3.3.1. Opción 1. Red de biogás comunitario	25
3.3.2. Opción 2: Soluciones individuales de biogás	26
3.4. Energía Eléctrica	26
3.4.1. Opción 1: Estufa de inducción	26
3.4.2. Opción 2: Estufa eléctrica convencional	27
3.5. Leña con uso eficiente.	27
3.5.1. Opción 10: Estufas ecoeficientes de leña	27
4. ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LAS ALTERNATIVAS DE SUSTITUCIÓN	29
4.1. Análisis técnico sectorial de las alternativas	29
4.1.1. Alternativa GLP	29
4.1.2. Alternativa Gas Natural	31
4.1.3. Alternativa Biogás	32
4.1.4. Alternativa Energía Eléctrica	33

5.	METAS DE SUSTITUCIÓN DE CIAC Y HORIZONTES DEL PLAN	36
5.1.	Línea base y agrupación de hogares	36
5.2.	Definición de horizontes y metas del plan	42
5.2.1.	Horizonte a corto plazo (año 2026)	45
5.2.2.	Horizonte a mediano plazo (año 2030)	48
5.2.3.	Horizonte a largo plazo (año 2050)	51
6.	ACCIONES ESTRATÉGICAS Y PLAN DE ACCIÓN	54
6.1.	Acciones estratégicas Pilar 1	55
6.2.	Acciones estratégicas Pilar 2	57
6.3.	Acciones estratégicas Pilar 3	58
6.4.	Acciones estratégicas Pilar 4	59
6.5.	Mapa de actores y aliados estratégicos para la implementación del PNSL.	60
6.5.1	Actores sectoriales	61
6.5.2	Aliados estratégicos intersectoriales	62
7.	PRINCIPALES IMPACTOS ESPERADOS	64
7.1.	Reducción en el uso de leña para la cocción en los hogares	65
7.2.	Emisiones de GEI evitadas por cocción en los hogares	66
	CONCLUSIONES	70
	FUENTES DE CONSULTA	72
	LISTA DE SIGLAS	76
	LISTA DE TABLAS	77
	LISTA DE GRÁFICAS	78
	LISTA DE FIGURAS	79

PLAN NACIONAL DE SUSTITUCIÓN DE LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE USO INEFICIENTE Y ALTAMENTE CONTAMINANTE PARA LA COCCIÓN DOMÉSTICA DE ALIMENTOS

Introducción

La Unidad de Planeación Minero Energética – UPME debe contribuir con el aporte del sector energético a la economía y a la sociedad en un marco de sostenibilidad, y fomentar el uso eficiente, el ahorro y la conservación de la energía. En este contexto ha construido el **Plan Nacional de Sustitución de Leña (PNSL) para la cocción doméstica**, que incluye la sustitución de otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes empleados para la cocción de alimentos.

Este plan es de carácter indicativo y pretende brindar elementos técnicos para orientar la actuación del sector energético para avanzar en la sustitución del uso de combustibles altamente contaminantes utilizados para la cocción de alimentos en los hogares colombianos, con énfasis en aquellos localizados en las zonas rurales del país.

El plan analiza el uso ineficiente de energéticos para la cocción doméstica que son considerados altamente nocivos para la salud pública y para la calidad del aire, en función de las emisiones de contaminantes criterio y de gases de efecto invernadero, respectivamente. En este orden de ideas, específicamente se busca lograr la sustitución progresiva de leña, madera, carbón de leña, carbón mineral, petróleo, gasolina, kerosene, alcohol y materiales de desecho¹.

Por practicidad y claridad, los energéticos que se busca sustituir se denominan Combustibles de uso Ineficiente y Altamente Contaminantes (CIAC) en el presente documento.

El marco estratégico y las acciones planteadas en este documento para la sustitución de combustibles de uso ineficiente en la cocción de alimentos responde a compromisos nacionales e internacionales consignados en diversos instrumentos normativos y de política pública, entre los cuales se destacan los relacionados en la Tabla 1.

En esta primera versión del documento la UPME pone a comentarios la propuesta metodológica y conceptual para el análisis del consumo y la sustitución de leña. Este documento aún no tiene el alcance de determinar de manera taxativa quién y cómo sustituirá su consumo de CIAC por energéticos más eficientes. Se trata, en esta primera etapa, de plantear una forma estructurada que permita identificar las alternativas de más eficientes de sustitución, a través de una herramienta de análisis multidimensional.

¹ Estos combustibles han sido señalados como altamente contaminantes para la cocción doméstica de alimentos en la Resolución 40342 de 2021 emitida por el Ministerio de Minas y Energía, y guardan consonancia con las denominaciones incorporadas en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida que practica anualmente el DANE.

Tabla 1. Compromisos nacionales e internacionales en relación con la sustitución de energéticos contaminantes para la cocción de alimentos.

Instrumento	Compromiso	Horizonte / Meta
Acuerdo de París, NDC Colombia actualizada – 2020 y Ley 2169 de 2022 (Ley de Acción Climática)	Reducción del 51% de las emisiones de GEI proyectadas a 2030.	Sustitución de un millón de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes durante el periodo 2021 a 2030, logrando así una reducción esperada de 2,29 Mt CO ₂ eq.
Objetivos de Desarrollo Sostenible	ODS 3, Salud y bienestar – Mediante la reducción de exposición a emisiones contaminantes nocivas para la salud	3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo
	ODS 7, energía asequible y no contaminante – Transición hacia tecnologías limpias para la cocción de alimentos	7.1 A 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.
	ODS 13, Acción por el clima – Se mitiga la emisión de GEI por degradación del bosque	13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana
	ODS 15, Vida de ecosistemas terrestres – Mejora la gestión sostenible de los bosques coadyuvando a detener la pérdida de biodiversidad	15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica
Ley 2128 de 2021- La cual promueve el abastecimiento, continuidad, confiabilidad y cobertura del gas combustible en el país	Establece el programa de sustitución de leña, carbón, residuos, kerosene, gasolina y alcohol por gas combustible para la cocción de alimentos, posibilitando el subsidio, financiación o cofinanciación de cada usuario al servicio público de gas combustible.	El programa tendrá una duración de hasta 10 años y estará a cargo del Minenergía y financiado con recursos del PGN
Plan Energético Nacional 2020-2050	Disminuir el consumo per cápita de leña, como una de las acciones para mejorar la eficiencia en el consumo energético	Disminuir el consumo de leña, estimado en 132 ton/mil habitantes (DANE, 2020) Para 2050 se tiene potencial de llegar a niveles de 36 a 70 ton/mil habitantes.
PAI PROURE 2022-2030	Sustitución de leña para cocción por GLP o energía eléctrica en el sector rural	Sustitución en 405.000 hogares promedio año de estufas con leña a

Instrumento	Compromiso	Horizonte / Meta
		estufas de leña mejoradas, GLP o energía eléctrica.

Fuente: UPME, 2022

En este contexto, para el planteamiento de los horizontes de análisis y de la ejecución de las acciones estratégicas aquí contenidas se considera un periodo comprendido entre los años 2022 a 2050, dividido en cuatro (4) plazos:

- Inmediato, hasta diciembre de 2023;
- Corto plazo hasta diciembre de 2026, coincidiendo con el periodo de ejecución del nuevo Plan Nacional de Desarrollo;
- Mediano plazo, hasta diciembre de 2030, fecha prevista para honrar los compromisos del Acuerdo de París (reducción de emisiones en 51% y cero deforestación), así como con las metas contempladas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible - Agenda 2030; y
- Largo plazo, hasta el año 2050, coincidiendo con el periodo contemplado en la estrategia Carbono Neutral a 2050.

El plan ha sido elaborado aplicando la metodología de enfoque territorial desarrollada por la UPME², por lo que plantea un análisis integral de las causas y de las externalidades asociadas al consumo cotidiano de la leña y de otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminante a nivel departamental, y de las acciones a desarrollar para sustituir y desincentivar su utilización en las diversas regiones del país.

Para facilitar la lectura y consulta, el plan se ha estructurado en tres tomos así:

- Tomo I: Documento de Formulación
- Tomo II: Diagnóstico con Enfoque Territorial
- Tomo III: Anexos del Plan

Este documento corresponde al Tomo I y está compuesto por siete capítulos correspondientes a: i) Estrategia; ii) Caracterización regional; iii) Presentación de alternativas para la sustitución de CIAC; iv) Análisis de viabilidad para las alternativas de sustitución; v) Metas de sustitución de CIAC y horizontes del plan; vi) Acciones estratégicas y plan de acción; y vii) Resultados esperados.

² El enfoque territorial en la planeación sectorial parte de reconocer la complejidad y la diversidad de las regiones donde opera el sector, lo que lleva a mejorar la comprensión de lo local y la capacidad de la entidad para planear en lógica de aumentar la incidencia del sector en el desarrollo en todas las escalas.

1. ESTRATEGIA

1.1. Visión

A 2030, Colombia se constituirá como 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, incorporando alternativas innovadoras, tecnológica y financieramente viables, sostenibles ambiental y socialmente, y que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población nacional, bajo un enfoque territorial. A 2050 todos los hogares del país contarán con una alternativa energética limpia y eficiente para la cocción de alimentos.

1.2. Pilares

Los siguientes pilares constituyen las bases principales de las propuestas planteadas en este plan:

1. Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción de alimentos.
2. Mitigación de emisiones contaminantes y adaptación al cambio climático.
3. Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos
4. Protección de la salud, tiempo libre para otras actividades y transformación cultural, para la sustitución de CIAC por energéticos limpios y de uso eficiente en la cocción doméstica de alimentos, atendiendo las particularidades regionales con enfoque diferencial.

1.3. Objetivos

Los objetivos del Plan hacen referencia a acciones que permitirán el cumplimiento de cada uno de los pilares propuestos, así como la visión. Estos se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Objetivos del Plan

Pilares	Objetivos
Pilar 1: Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción de alimentos	<p>1.1 Proponer una metodología que permita identificar soluciones más eficientes para la sustitución del uso de CIAC, atendiendo a la visión y las particularidades territoriales.</p> <p>1.2 Promover el aprovechamiento de las potencialidades energéticas territoriales para sustitución de CIAC en la cocción doméstica de alimentos.</p> <p>1.3 Plantear estrategias financieras para el acceso sostenible a combustibles limpios para la cocción doméstica de alimentos.</p>
Pilar 2: Mitigación de emisiones y adaptación al	2.1 Contribuir al cumplimiento de los compromisos nacionales de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero,

Pilares	Objetivos
cambio climático	<p>contabilizando la reducción de emisiones resultado de la sustitución del uso de CIAC para cocinar.</p> <p>2.2. Implementar mecanismos de articulación interinstitucional para desincentivar la deforestación derivada del uso de leña y carbón de leña como combustibles para la cocción de alimentos.</p> <p>2.3 Impulsar la economía circular en cuanto a la transformación y aprovechamiento de residuos con potencial energético y su utilización como combustible para la cocción de alimentos.</p>
Pilar 3: Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos	<p>3.1 Desarrollar estrategias para estimular tanto la producción de energéticos limpios, como el desarrollo de tecnologías eficientes usadas para la cocción de alimentos.</p> <p>3.2 Incentivar la innovación del mercado de tecnologías y energéticos para cocinar, por medio de instrumentos financieros y tributarios (innovaciones en relación con el aprovechamiento de combustibles limpios y el uso de artefactos más eficientes para cocinar).</p> <p>3.3 Estructurar un sistema de monitoreo sobre el uso de CIAC que permita efectuar seguimiento al proceso de sustitución y que brinde información útil para la formulación de proyectos de ampliación de cobertura de combustibles limpios para cocinar y para el acompañamiento a los usuarios en la adopción de las nuevas tecnologías.</p>
Pilar 4: Protección de la salud, tiempo libre para otras actividades y transformación cultural, para la sustitución de CIAC por energéticos limpios y de uso eficiente en la cocción doméstica de alimentos, atendiendo las particularidades regionales con enfoque diferencial.	<p>4.1 Articular esfuerzos intersectoriales que favorezcan el acceso sostenible a energéticos de uso eficiente para la cocción de alimentos, por parte de comunidades y grupos considerados más vulnerables (con énfasis en mujeres y niños), reconociendo las particularidades sociales, económicas y culturales propias de cada región del país.</p> <p>4.2 Alinear esfuerzos entre los sectores de energía, ambiente y salud para prevenir la incidencia de morbilidad y mortalidad asociada al uso de leña y otros CIAC en la cocción doméstica de alimentos.</p> <p>4.3 Proponer estrategias bajo un enfoque diferencial, para desencadenar la transformación en las prácticas culturales de la población, respecto a las externalidades negativas que conlleva el uso CIAC para la cocción doméstica de alimentos y los beneficios al sustituir por energéticos limpios y de uso eficiente.</p>

Fuente: UPME, 2022

2. CARACTERIZACIÓN REGIONAL

Esta sección contiene el análisis regional del uso de CIAC para cocción doméstica de alimentos, con especial énfasis en los hogares localizados en las zonas rurales y centros poblados del país. Su elaboración responde a las directrices de la metodología desarrollada por la UPME para incorporar el enfoque territorial en la formulación de los planes misionales a su cargo³, por lo que su lectura debe complementarse con el Tomo II de este plan que contiene el diagnóstico con enfoque territorial a través del análisis de las dimensiones sectorial, ambiental, socio cultural, económica y político institucional.

2.1. Contexto Internacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS 2022)⁴ considera los siguientes combustibles y tecnologías como limpios para la salud en el punto de uso y se clasifican como limpios para las emisiones domésticas de material particulado y monóxido de carbono: energía solar, electricidad, biogás, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP) y combustibles alcohólicos, incluido el etanol.

De acuerdo con la edición 2022 del informe de seguimiento efectuado por la Agencia Internacional de Energía y otras entidades al ODS 7.1.1: Acceso universal a la cocción limpia,⁵ para finales del año 2020 cerca de 2.4 miles de millones de personas a nivel global continuaban cocinando con combustibles que son perjudiciales para la salud y para el medio ambiente. Lo anterior a pesar de que cerca de 65 países manifestaron en la COP 26⁶ haber ya incluido objetivos relacionados con la energía doméstica o la cocina limpia en sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés).

En la región de América Latina y el Caribe el reporte estima que aproximadamente 77,1 millones de personas continuaban cocinando con combustibles altamente contaminantes, de los cuales cerca del 64% corresponde a población localizada en las zonas rurales. Lo anterior como consecuencia, entre otros aspectos, de la gran disparidad en los niveles de cobertura de acceso a combustibles más limpios, que en promedio alcanza el 61% de los territorios rurales de la misma región, tal como se presenta en la Gráfica 1.

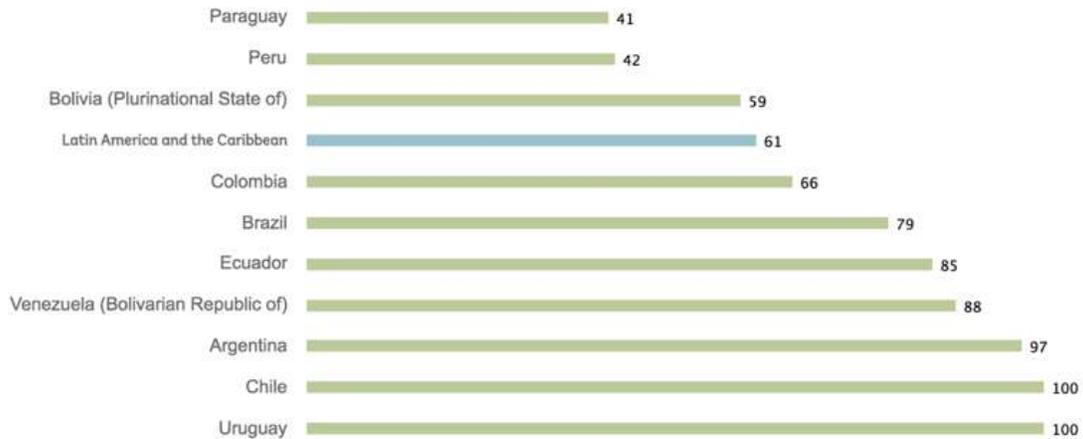
³ La metodología para la incorporación del enfoque territorial en la planeación sectorial construida por la UPME consta de las siguientes fases: regionalización, caracterización, prospectiva, formulación, comunicación y evaluación.

⁴ <https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean> Último acceso: agosto 21 de 2022.

⁵ IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. 2022. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. World Bank, Washington DC. © World Bank. Consultado desde: <https://trackingsdg7.esmap.org/>

⁶ Cumbre de Cambio Climático de la ONU de 2021, COP26

Gráfica 1. Porcentaje de área rural con cobertura de combustibles limpios para cocinar



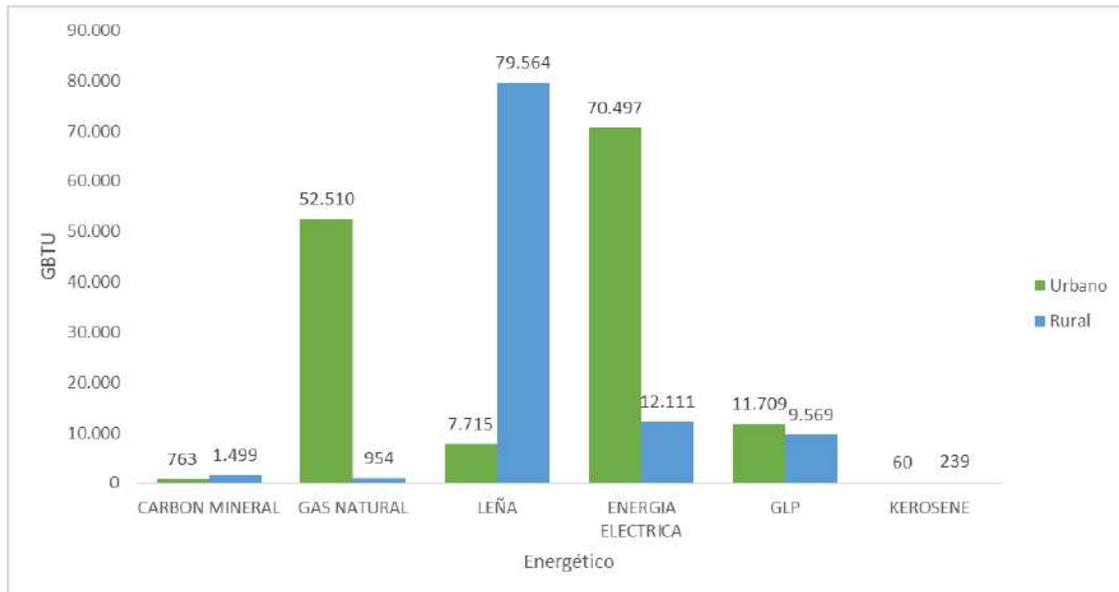
Fuente: IEA 2022⁷

2.2. Regionalización - Uso de energéticos para la cocción de alimentos en Colombia

Según cifras de Balance Energético Colombiano (UPME 2022) sobre el consumo energético total de los hogares, la leña continúa siendo el principal energético consumido en el sector residencial rural. En la Gráfica 2, se puede observar la masificación del uso de la energía eléctrica y del gas natural en las zonas urbanas del país, situación que difiere sustancialmente en las zonas rurales donde la energía eléctrica ocupa el segundo lugar superado ampliamente por el consumo de leña; en tercer lugar aparece el consumo de GLP distribuido por cilindros, el cual supera el uso de gas natural que aún mantiene una presencia marginal en las zonas rurales del país.

⁷ [https://trackingsdg7.esmap.org/results?p=Access to Clean Cooking&i=Population without access to clean cooking fuels and technologies, millions of people \(Total\)](https://trackingsdg7.esmap.org/results?p=Access to Clean Cooking&i=Population without access to clean cooking fuels and technologies, millions of people (Total)). Ultimo acceso: agosto 21 de 2022

Gráfica 2. Consumo final de energía en el sector residencial (2021)



Fuente: Balance Energético Colombiano -BECO, UPME 2022

En relación con el uso de combustibles para la cocción doméstica en Colombia, vale anotar que el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, realiza anualmente la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) con el propósito de obtener información que permita analizar y realizar comparaciones de las condiciones socioeconómicas de los hogares, las cuales posibiliten hacer seguimiento a las variables necesarias para el diseño e implementación de políticas públicas (DANE, 2022). En relación con el uso de combustibles para cocción doméstica, dicha encuesta incluye el módulo “Uso de energéticos del hogar” y la sección “Preparación de alimentos y combustible utilizado”, a partir de lo cual es posible determinar el consumo de combustibles para cocción doméstica de alimentos a nivel departamental, discriminado de acuerdo con las siguientes fuentes energéticas:

- Gas natural conectado a red pública.
- Gas propano/GLP (en cilindro o pipeta)
- Electricidad.
- Leña, madera
- Carbón mineral.
- Carbón de leña.
- Material de desecho.
- Petróleo, gasolina, kerosene, alcohol, cocinol.

La información recopilada por el DANE en la ECV, se presenta por departamento y se desagrega en dos categorías: hogares en cabeceras municipales y hogares en centros poblados y rural disperso. Con respecto al Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa

Catalina, la muestra de información se presenta en su totalidad en el grupo de hogares en cabecera municipal.

En armonía con las directrices emanadas desde la Organización Mundial de la Salud sobre calidad de aire (OMS 2021)⁸, contaminación intramural y uso de combustibles domésticos (OMS 2014)⁹, así como en coherencia con lo señalado en la Resolución 40342 de 2021 del Ministerio de Minas y Energía¹⁰, para efectos del presente documento, partiendo del listado utilizado en la ECV, se establece una agrupación de combustibles catalogados como de uso ineficiente y altamente contaminante (**en adelante CIAC**) utilizados para la cocción doméstica de alimentos en Colombia, el cual está compuesto por los siguientes energéticos: i). leña y madera; ii). carbón mineral; iii). carbón de leña; iv). material de desecho; v). petróleo, gasolina, kerosene, alcohol y cocinol.

Según los cálculos efectuados a partir de los resultados de la ECV correspondiente al año 2021, el uso de CIAC para cocción doméstica de alimentos es significativo, puesto que satisface las necesidades de energía para cocinar en aproximadamente 1'691.000 hogares¹¹, los cuales corresponden a cerca del 10.03% de los cerca de 16'856.000 hogares que cocinan en Colombia.

En cuanto al uso de combustibles considerados limpios, el 20,9% de los hogares que cocinan en el país lo hacen con GLP, el 66,8% lo hacen con gas natural conectado a la red pública y el 2,3% con electricidad, como se observa en la Gráfica 3.

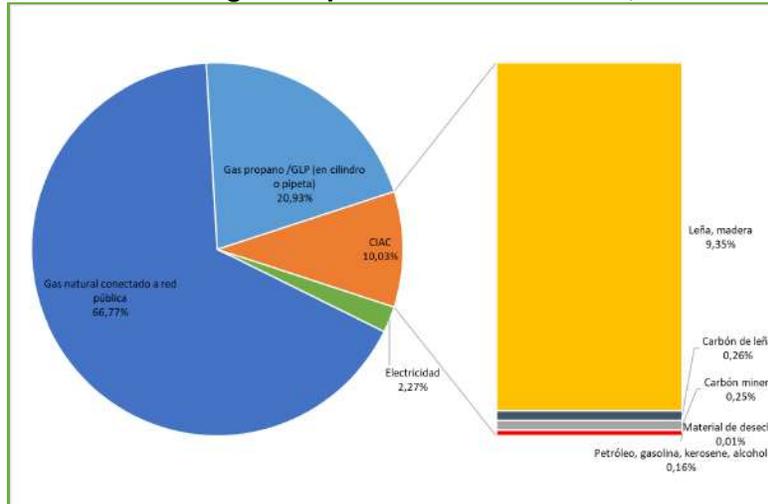
⁸ WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

⁹ Organización Mundial de la Salud. (2014). Directrices de la OMS sobre la calidad del aire de interiores: quema de combustibles en los hogares: resumen de orientación. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/144310>

¹⁰ Por la cual se establecen los parámetros para el desarrollo del Programa Piloto de Sustitución de combustibles altamente contaminantes, la entrega de los subsidios de GLP en cilindros a los beneficiarios del Programa y se dictan otras disposiciones.

¹¹ De acuerdo con los resultados de la Encuesta de Calidad de Vida efectuada por el DANE en el año 2021, en Colombia se estima un total de 17'068.100 hogares, de los cuales se estima que 16'855.863 cocinan los alimentos que consume.

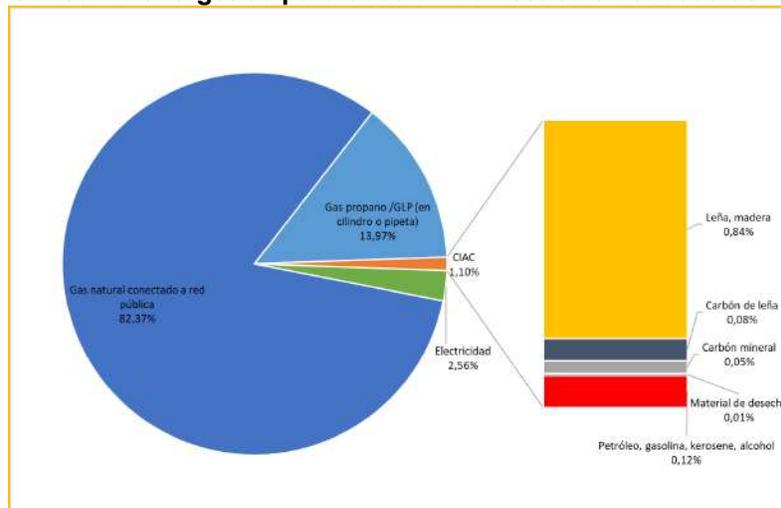
Gráfica 3. Uso de energéticos para cocción doméstica, a nivel nacional



Fuente: Elaborado a partir de ECV del DANE, 2021

En relación con el uso de energéticos para cocinar en los cerca de 12'996.000 hogares urbanos que cocinan en el país, según la ECV del año 2021, principalmente se usa gas natural conectado a la red pública (82,4% de los hogares), GLP (14%) y energía eléctrica (2,6%). El 1,1% de los hogares, alrededor de 144.000, usan CIAC como combustible principal para la cocción doméstica de alimentos (ver Gráfica 4 y Anexo 6 para mayor detalle).

Gráfica 4. Consumo energético para cocción doméstica en cabeceras municipales

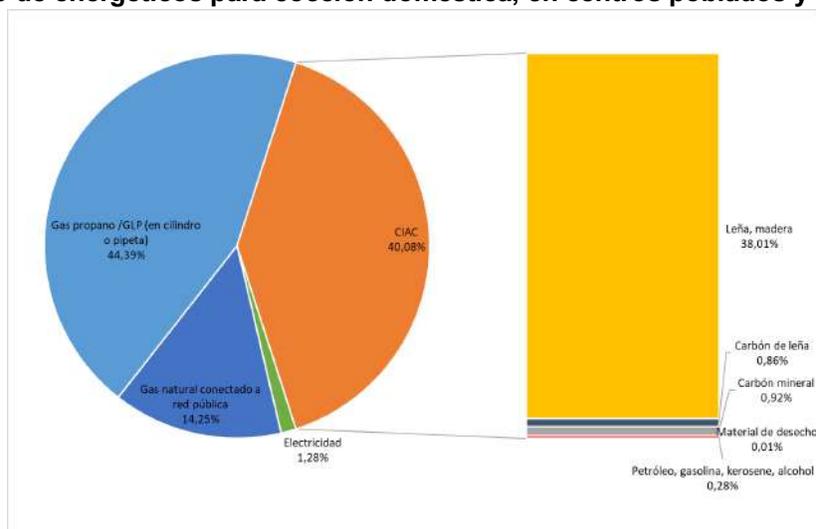


Fuente: Elaborado a partir de ECV del DANE, 2021

En cuanto al consumo energético para la cocción doméstica de alimentos correspondiente a los cerca de 3'860.000 hogares que están ubicados en centros poblados y en el rural

disperso, el principal combustible utilizado es el GLP o gas propano (en pipeta o cilindro) con el 44,4%, seguido de los CIAC con 40,09% (consumido en cerca de 1'547.000 de hogares) y gas natural conectado a la red pública con el 14,3%. A su vez el combustible de uso ineficiente y altamente contaminante más utilizado en las zonas rurales del país es la leña o madera, consumido en aproximadamente el 38% de los hogares ubicados en centros poblados o en zonas rurales dispersas del territorio nacional (ver Gráfica 5).

Gráfica 5. Uso de energéticos para cocción doméstica, en centros poblados y rural disperso



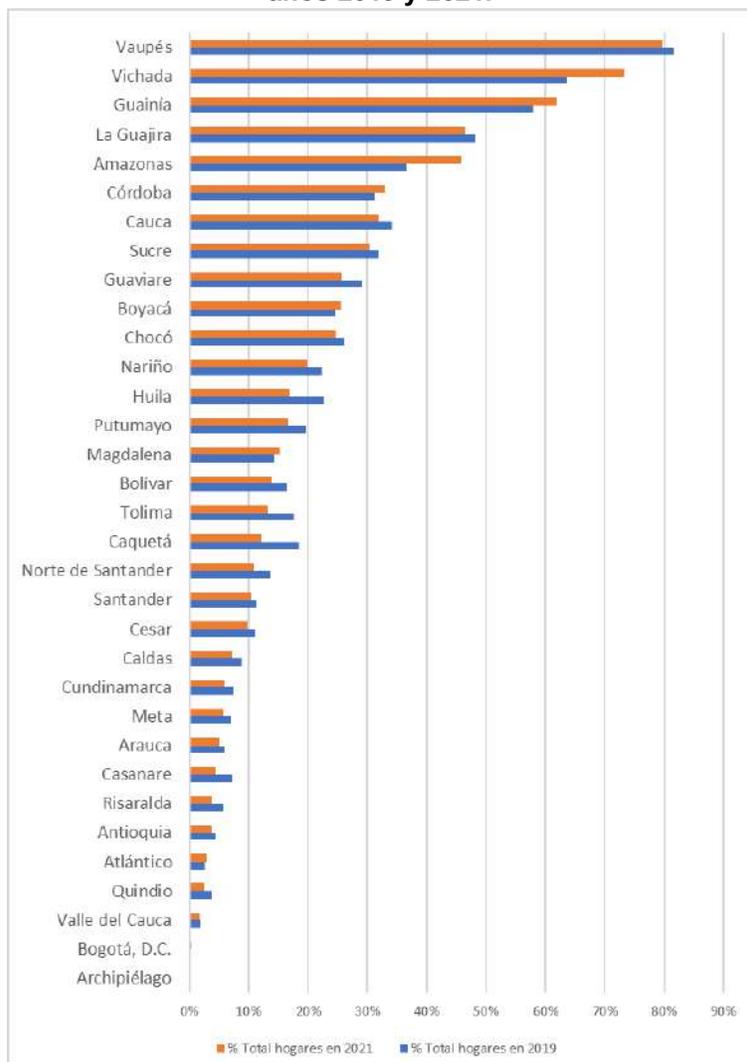
Fuente: Elaborado a partir de ECV del DANE, 2021

A partir del análisis de los datos de la encuesta de calidad de vida, es posible concluir que a nivel nacional los energéticos que predominan para la cocción de alimentos son el gas natural conectado a la red pública, el GLP y los combustibles CIAC, especialmente la leña. Por una parte, el gas combustible es altamente utilizado en hogares ubicados en las cabeceras municipales mientras que, en las zonas rurales sin cobertura, predomina el uso de GLP en cilindros, leña, carbón mineral y de leña, entre otros. En el Tomo II de este plan se detalla el porcentaje de cada energético empleado para cocinar en los hogares colombianos desagregado por departamento.

2.2.1. Uso de CIAC para cocinar a nivel departamental

A partir de los datos registrados en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida para los años 2019 (antes de pandemia) y 2021 (post pandemia), en la Gráfica 6, se presenta un comparativo del porcentaje del total de hogares por departamento que utilizaron combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes (CIAC) para la cocción doméstica de alimentos durante dichos años.

Gráfica 6. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021.

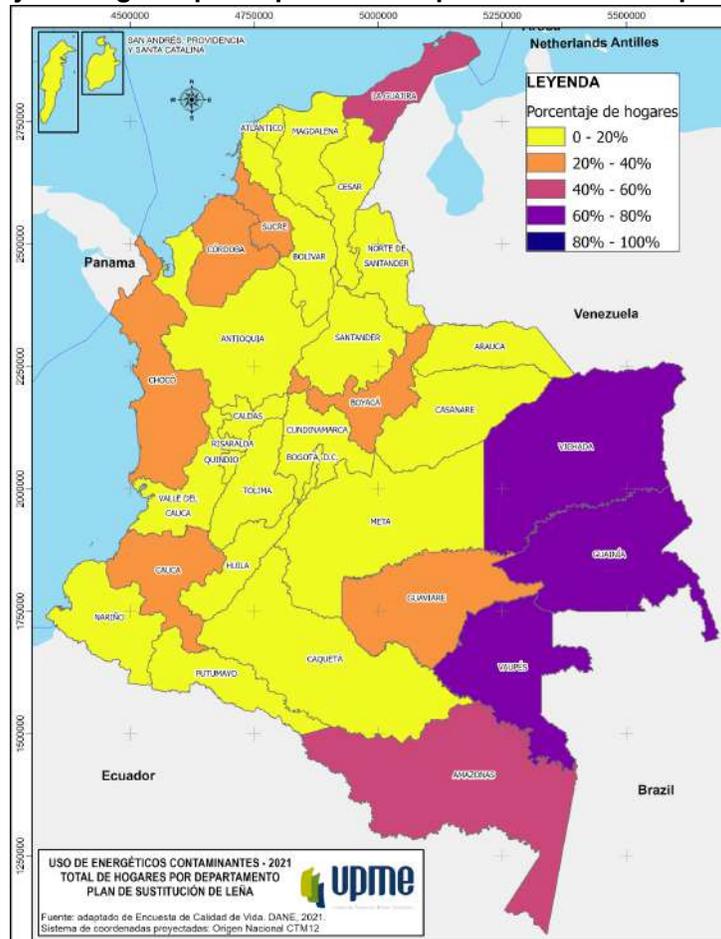


Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE, 2019 y 2021

Se observa que, en proporción al total de hogares por departamento, aquellos localizados en los departamentos de Vaupés, Vichada, Guainía, La Guajira y Amazonas, son los que más usaron CIAC, tanto en 2019 como en 2021, con porcentajes que van desde el 45% de los hogares en Amazonas (2021), hasta el 80% en Vaupés (2021). Principalmente, en estos departamentos la cocción de alimentos se realiza utilizando leña, madera y carbón de leña. Es importante mencionar que Vaupés no hace uso de gas combustible para la cocción doméstica, mientras que en el Vichada y Guainía hay bajo uso de dicho energético. En lo que respecta a los hogares pertenecientes a este grupo de departamentos, luego de la pandemia se evidenció un aumento del consumo de CIAC para cocinar en los departamentos de Vichada con un incremento cercano al 10% de los hogares, Guainía aumentando en cerca del 4% y en Amazonas donde aumentó cerca del 9%; el panorama

de consumo de CIAC para cocinar en los hogares de los departamentos de Vaupés y La Guajira fue similar antes y después de la pandemia del Covid 19.

Figura 1. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en 2021



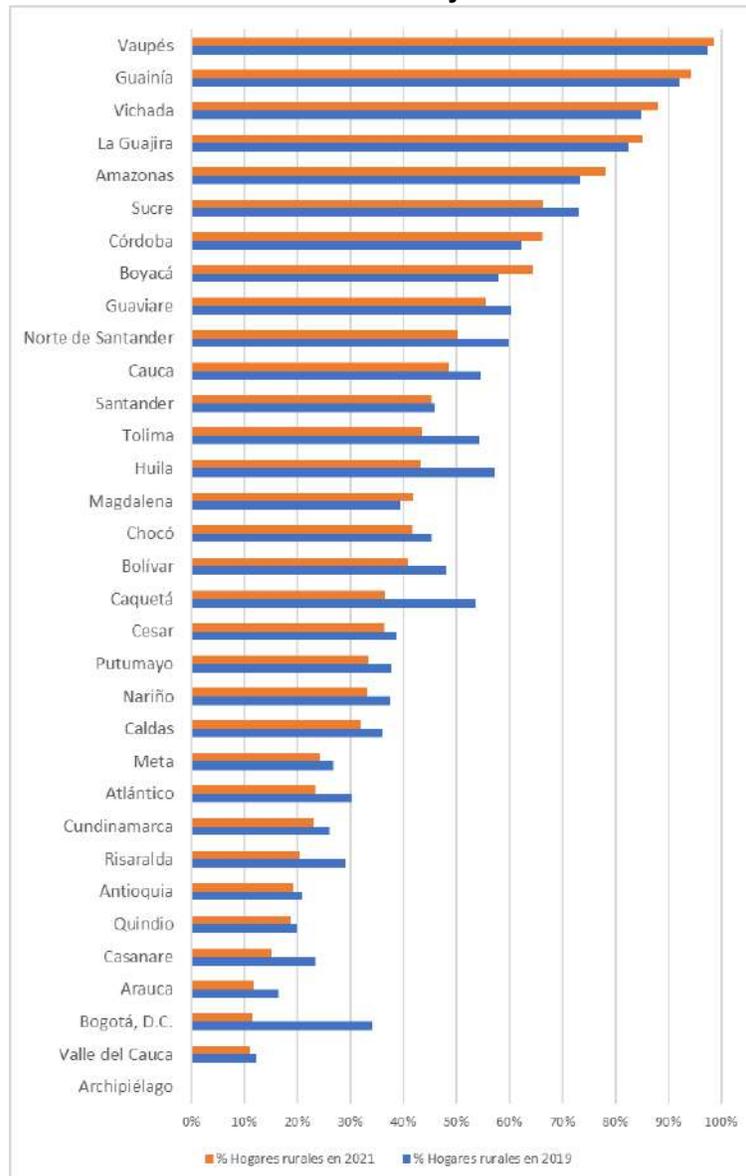
Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE 2021

Para el año 2021, otros departamentos como Córdoba, Cauca, Sucre, Guaviare, Boyacá y Chocó, registraron consumos importantes de CIAC para la cocción doméstica, en un rango que oscila entre el 25% y 33% de los hogares de cada departamento. En el resto de departamentos del país, según se muestra en la Figura 1, el porcentaje de hogares que continuaron utilizando CIAC para cocinar es inferior al 20%. En este caso, la particularidad a señalar es que varios de estos departamentos tienen alta densidad de hogares, lo cual se traduce en mayores volúmenes de consumo de combustibles de uso ineficiente, principalmente de leña, respecto de otros departamentos del país.

2.2.2. Uso de CIAC para cocinar en las zonas rurales

El uso ineficiente y altamente contaminante de combustibles para cocinar es una problemática que se percibe con mayor intensidad en los centros poblados y en las zonas rurales dispersas del país, tal como se aprecia en la Gráfica 7.

Gráfica 7. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021.

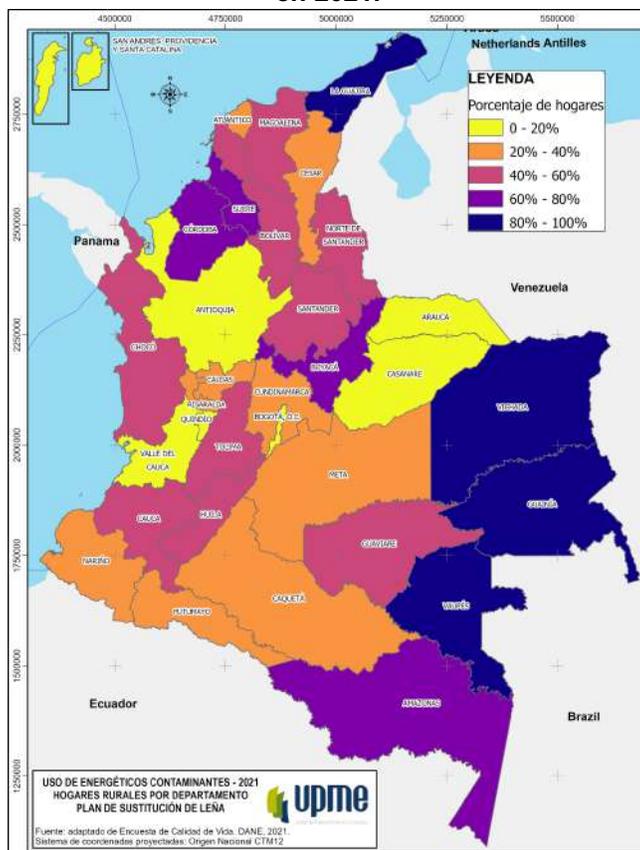


Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE, 2019 y 2021

De acuerdo con los datos de la ECV para los años 2019 y 2021, se evidencia que en las zonas rurales de los departamentos de Vaupés, Guainía, Vichada y La Guajira se

registraron los mayores porcentajes de hogares que utilizaron CIAC para cocinar, con niveles que en el año 2021 oscilaron entre el 85,2% y el 98,5% de los hogares rurales de dichos departamentos. Para este grupo de departamentos se observa también que el porcentaje de hogares rurales que hicieron uso de CIAC para cocinar se incrementó levemente luego de la pandemia del Covid 19, con aumentos que van desde el 1% (Vaupés) hasta el 4,6% (Amazonas).

Figura 2. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en 2021.



Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE, 2021

Para el año 2021, en los hogares rurales de otros departamentos como Amazonas, Sucre, Córdoba y Boyacá, se registró un alto porcentaje de consumo de CIAC para la cocción doméstica, en un rango que oscila entre el 64% y el 78% de los hogares rurales de cada departamento, con variaciones leves de entre el 4,2% y el 6,5% en ambos sentidos luego de la pandemia.

En los departamentos de Guaviare, Norte de Santander, Cauca, Santander, Tolima, Huila, Magdalena, Chocó y Bolívar, el porcentaje de hogares rurales que cocinaron con CIAC en el año 2021 se mantuvo en niveles moderadamente altos, que oscilaron entre el 40,8% y el 55,5% del total de hogares rurales de tales departamentos, ver Figura 2. Sin embargo, al

contrastar las cifras del 2021 con las del 2019, se observa que después de la pandemia el porcentaje de hogares que cocinaba con CIAC disminuyó notablemente en estos departamentos, especialmente en Huila, con una reducción del 14%, Tolima con un decrecimiento del 11% y Norte de Santander con una disminución del 9,6%.

En los demás departamentos del país, el porcentaje de hogares rurales que utilizaron CIAC para cocinar durante el año 2021 se mantuvo en un rango de entre el 11,1% (Valle del Cauca) y el 36,7% (Caquetá). Se resalta la evidente disminución en el porcentaje de hogares rurales que utilizaban combustibles contaminantes para cocinar en este último grupo de departamentos respecto del registrado en el año 2019 (antes de la pandemia), especialmente en la zona rural del Distrito Capital con una reducción del 22,6% y en los departamentos de Caquetá y Risaralda, con disminuciones del 16,6% y del 8,8% en el porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar. El detalle del consumo de combustibles para cocinar a nivel departamental puede ser consultado en el Tomo II de este Plan.

2.3. Caracterización integral de la problemática asociada al uso de CIAC

Conocer y entender las diferencias territoriales en el proceso de planeación sectorial se traduce en mejores planes, que contribuyen a la competitividad y al desarrollo integral de sus habitantes, reducen la incertidumbre y fomentan la gobernanza y el crecimiento económico, además de promover las potencialidades de los territorios (UPME, 2021)¹².

Bajo esta premisa se introduce la presente sección, la cual es desarrollada con mayor profundidad en el Tomo II del plan, buscando comprender desde diferentes dimensiones (sectorial, ambiental, sociocultural, económica y político institucional) las particularidades territoriales que conlleva el uso de CIAC para la cocción doméstica de alimentos y las externalidades derivadas de dicho consumo para los habitantes en las diversas regiones del país.

En este contexto se ha definido el problema central como el uso ineficiente de fuentes energéticas para la cocción doméstica de alimentos, que se traduce en externalidades negativas ambientales, sociales y económicas para la población colombiana.

A continuación, se mencionan las principales causas identificadas que conllevan al uso ineficiente de energéticos contaminantes para cocción de alimentos en los hogares colombianos, las cuales serán desarrolladas a profundidad en el Tomo II de este documento:

- Condiciones de pobreza multidimensional en hogares de centros poblados y de ruralidad dispersa, considerando aspectos como el acceso a servicios públicos y sociales, la informalidad laboral y la posibilidad de tener vivienda digna.
- Las familias que conforman los hogares rurales sufren las afectaciones por el uso ineficiente de los energéticos contaminantes, sin embargo, no han interiorizado los

¹² UPME y JA&A (2021) Metodología general aplicable a los planes formulados por la UPME para incorporar en ellos el enfoque territorial- Guía Práctica. Producto del contrato de consultoría 069 de 2021 suscrito entre UPME y Jaime Arteaga y Asociados.

costos y consecuencias para su salud y para el ambiente, producto de dicha actividad.

- Existe déficit en la cobertura del servicio para acceder a gas natural y GLP. Además, existen zonas del país que, a pesar de contar con dicha cobertura, registran hogares que usan energéticos contaminantes para la cocción; esto se traduce en una baja cobertura real del servicio de gas combustible.
- Las prácticas culturales asociadas al uso de CIAC para cocinar, como es el caso de la leña, lo cual hace parte de las costumbres ancestrales de la población.

Además, hay otras causas que motivan indirectamente el uso ineficiente de energéticos contaminantes para la cocción doméstica:

- La leña es un energético de fácil acceso en las zonas rurales, al cual se puede acceder por ministerio de ley.
- Existen fallas en la legislación y control ambiental, en relación con la comercialización de leña y carbón de leña.
- Persisten diferencias entre el costo privado y costo social del energético ineficiente que inducen a los hogares rurales a continuar utilizando leña, pues a pesar de las consecuencias nocivas de su uso, el costo que perciben es muy bajo frente al costo privado que implicaría el uso de otras opciones más eficientes.
- Bajo nivel de desarrollo de alternativas no convencionales para la cocción, que sean eficientes energéticamente y que además sean competitivas en lo económico para su transporte y consumo en zonas apartadas.
- Limitaciones en la financiación y acceso a nuevas tecnologías eficientes energéticamente, para cocinar en zonas rurales del país.
- Bajos ingresos de la población en zonas rurales, relacionado con trabajos mal remunerados, desempleo e informalidad laboral.
- Hasta la fecha se ha carecido de un plan que articule política, financiera e institucionalmente estrategias integrales para la sustitución de los energéticos ineficientes usados para la cocción de alimentos.

Por otra parte, el uso de CIAC genera externalidades negativas en la calidad de vida de las personas y en el medio natural, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Afectaciones a la salud de las personas más vulnerables, por la emisión de contaminantes criterio y la contaminación intramural. Son las mujeres, adultos mayores y niños quienes tradicionalmente se encargan de cocinar.
- Emisión de gases de efecto invernadero y contribución al calentamiento global, producto del uso ineficiente de los energéticos.
- Deterioro progresivo de los entornos naturales en zonas rurales, por la extracción de leña.
- Limitación en el progreso familiar, pues los miembros del hogar dedican más tiempo a la recolección de los CIAC y a la cocción de los alimentos.

En el Tomo II se encuentra el diagnóstico con enfoque territorial realizado en el marco de la formulación del presente plan. Dicho diagnóstico desarrolla las dimensiones: sociocultural, económica, político institucional, ambiental y sectorial.

3. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA SUSTITUCIÓN DE CIAC

El propósito de esta sección es presentar las opciones tanto energéticas como tecnológicas que se contemplan como alternativas para sustituir el uso de leña u otros CIAC utilizados para la cocción doméstica de alimentos.

Como alternativas energéticas se proponen los combustibles considerados como limpios para cocinar por la Organización Mundial de la Salud (OMS 2022)¹³ en función de las bajas emisiones domésticas de material particulado y monóxido de carbón, y que cuentan con infraestructura de abastecimiento disponible o factible de desarrollarse en las diversas regiones del país. En este sentido las alternativas energéticas consideradas en el presente Plan son el Gas Natural (GN), el Gas Licuado de Petróleo (GLP), la Energía Electricidad (EE) y el Biogás.

No obstante lo anterior, en atención a las condiciones tanto culturales y de baja capacidad de pago de la población, como a la dificultad de llevar la infraestructura energética a los hogares localizados en zonas dispersas del país, este plan también considera la alternativa de las estufas mejoradas de leña como una opción transitoria, en línea con los programas de sustitución de fogones tradicionales por estufas ecoeficientes que lidera el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cumplimiento tanto de los compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (NDC 2020), así como de lo dispuesto en la Ley 2169 de 2022 (Ley de Acción Climática)¹⁴.

A continuación, se ilustran las alternativas energéticas consideradas con sus respectivas variaciones en cuanto a infraestructura de distribución (para el caso del gas combustible) o tecnología de utilización al emplearse para cocinar (para el caso de la energía eléctrica).

3.1. Gas Natural

El gas natural se presenta como un energético candidato a sustituir el uso ineficiente de leña y otros CIAC para cocinar, pues contribuye a la reducción de externalidades ambientales y sociales asociadas al deterioro de la salud humana, además de ser costo eficiente frente a otras opciones. El reto para llegar con gas natural a las zonas rurales cercanas y dispersas tiene que ver con la ampliación de la cobertura potencial del servicio, para lo cual se requieren condiciones técnicas y de contexto social que permitan su expansión.

A continuación, se presentan las tres opciones tecnológicas disponibles para ampliar la cobertura de gas natural en el país.

¹³ <https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean>

¹⁴ Sustitución de un millón de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes durante el periodo 2021 a 2030, logrando así una reducción esperada de 2,29 Mt CO2 eq.

3.1.1. Opción 1. Red física de ductos de gas natural

Figura 3. Red física de ductos de gas natural

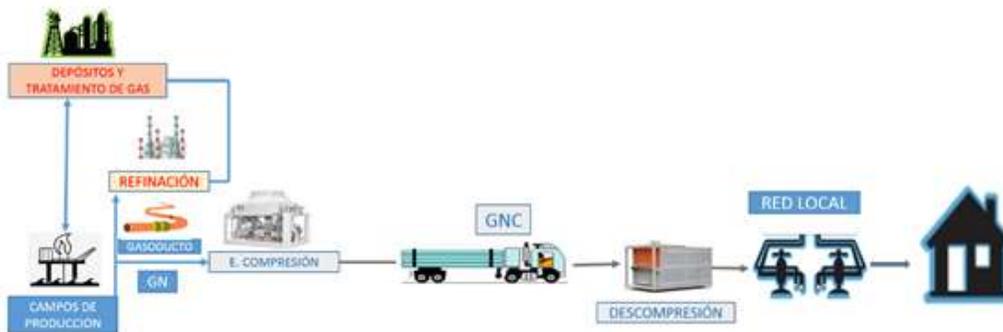


Fuente: UPME, 2021

Mediante esta opción se considera el suministro a través de tubería desde un gasoducto troncal o desde poblaciones que ya disponen de gas natural.

3.1.2. Opción 2. Red virtual de gas natural comprimido GNC

Figura 4. Red virtual de gas comprimido



Fuente: UPME, 2021

Esta opción considera a su vez tres posibilidades:

- (a) Desde poblaciones que ya disponen de gas natural por ducto hacia otras nuevas, mediante gas comprimido GNC. Los costos para esta opción comprenden los relativos al abastecimiento por ducto hasta la primera población sin incluir comercialización ni distribución; luego se le adicionan los costos de compresión y almacenamiento, los costos de transporte del gas comprimido, la descompresión y los costos de comercialización en la población final.
- (b) Desde poblaciones que ya disponen de gas natural comprimido hacia otras nuevas mediante gas comprimido. Los costos para esta opción comprenden los relativos al abastecimiento de gas comprimido hasta la primera población sin incluir comercialización ni distribución, más aquellos entre la primera y segunda población.

- (c) Desde un nodo del gasoducto troncal hacia la población nueva mediante gas comprimido. Los costos para esta opción contienen los relativos a llevar gas natural hasta el nodo, más aquellos entre el nodo y la nueva población.

3.1.3. Opción 3. Red virtual de gas natural licuado

Figura 5. Red virtual de gas natural licuado



Fuente: UPME, 2021

Esta opción considera a su vez tres posibilidades:

- (a) Desde campos no conectados donde con unidades de micro licuefacción se licúa el gas producido y se lleva mediante cisternas a poblaciones donde se regasifica y se distribuye a los usuarios. Los costos para esta opción contienen los relativos a la licuefacción, transporte y regasificación sin incluir distribución y los costos de comercialización en la población final.
- (b) Desde terminales donde se pueda abastecer GNL en cisternas y transporte a poblaciones donde se regasifica y se distribuye a los usuarios. Los costos para esta opción contienen los relativos al abastecimiento de GNL, transporte y regasificación sin incluir distribución y los costos de comercialización en la población final.
- (c) Desde un nodo del gasoducto troncal, donde con unidades de micro licuefacción se licúa el gas producido y se lleva mediante cisternas a poblaciones donde se regasifica y se distribuye a los usuarios. Los costos para esta opción comprenden los relativos a la licuefacción, transporte y regasificación sin incluir distribución y los costos de comercialización en la población final.

3.2. Gas Licuado de Petróleo GLP

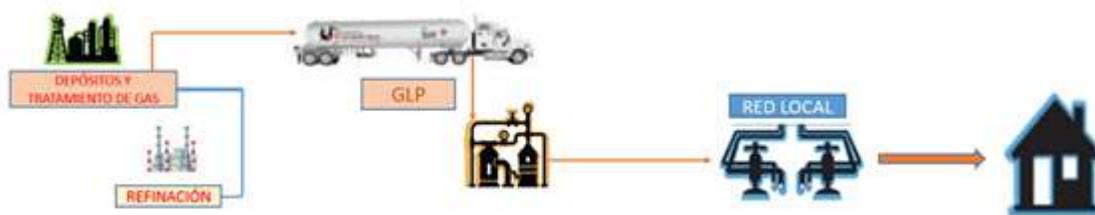
El gas licuado de petróleo (GLP) es un energético que se presenta como alternativa para la sustitución de la leña y otros combustibles ineficientes en Colombia. Este combustible actualmente se transporta parcialmente por poliductos, para el producido de la Refinería de Barrancabermeja, y por carretera en los demás casos como ocurre con el gas proveniente de la refinería de Cartagena y los campos de Cusiana y Cupiagua.

Cuando no hay transporte carretero viable, el GLP debe transportarse por vía fluvial o incluso aérea, como en el caso de Mitú y otras poblaciones aisladas. Luego, si bien la cobertura es total en el país, en algunas zonas los costos de transporte encarecen el producto. Puede decirse entonces que el suministro, comercialización y distribución del GLP es una actividad organizada, con un sistema comercial sólido y con una multiplicidad de agentes de distribución y comercialización que llega a todos los departamentos del país (Contrato UPME 031 de 2019).

Para la distribución del GLP a los hogares existen dos opciones, por redes o por cilindros, tal como se describe a continuación.

3.2.1. Opción 1. Red virtual de gas licuado de petróleo

Figura 6. Red virtual de gas licuado de petróleo

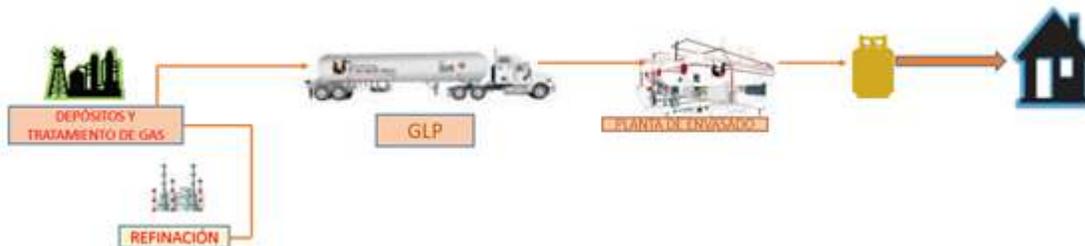


Fuente: UPME, 2021

Mediante esta opción, el GLP es transportado desde una planta de abasto por carrotanque hasta un centro de almacenamiento y distribuido a las viviendas a través de redes.

3.2.2. Opción 2. Gas licuado por cilindro

Figura 7. Gas licuado por cilindro



Fuente: UPME, 2021

Esta opción corresponde al surtido tradicional del GLP, el cual es transportado utilizando carrotanques desde los depósitos de tratamiento de gas hasta las plantas de envasado y distribuido posteriormente a los usuarios por medio de vehículos repartidores, empleando cilindros o bombonas.

3.3. Biogás

El biogás, que es una fuente de energía renovable que procede de la transformación de residuos orgánicos en energía en forma de gases, representa una alternativa innovadora y con gran potencial en Colombia. El biogás usado para la cocción de alimentos en una estufa eficiente, con las adecuaciones y filtros pertinentes, no genera externalidades asociadas a la contaminación ambiental o a la salud humana.

Se plantean dos opciones para la producción y el abastecimiento del biogás con destino a la cocción doméstica de alimentos, como son las redes de biogás comunitario y las soluciones individuales de biogás.

3.3.1. Opción 1. Red de biogás comunitario

Figura 8. Red de biogás comunitario



Fuente: UPME, 2021

La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables, ya que además del combustible producido, se genera un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo.

El Biogás producido puede beneficiar a comunidades localizadas en los entornos de las plantas productoras, a las cuales puede llegar a partir de redes locales físicas o virtuales.

3.3.2. Opción 2: Soluciones individuales de biogás

Figura 9. Soluciones individuales de biogás



Si las unidades familiares que cuentan con la generación suficiente de biomasa residual de acuerdo con sus actividades agropecuarias, pueden generar con estos sustratos el biogás necesario para sus necesidades energéticas.

3.4. Energía Eléctrica

La energía eléctrica, mediante el uso de tecnologías para la cocción de alimentos, es una alternativa viable y competente frente a otras alternativas para la sustitución del uso de leña u otros CIAC.

A continuación, se presentan dos opciones tecnológicas para la cocción de alimentos, en función de la alternativa tecnológica (tipo de estufa) a utilizar.

3.4.1. Opción 1: Estufa de inducción

Figura 10. Estufa de inducción



Fuente: UPME, 2021

Una estufa de inducción es una cocina vitrocerámica que funciona con electricidad y que es considerada como altamente eficiente dado a que aprovecha la energía mucho más que cualquier otro tipo de estufa, ya que calienta directamente los recipientes por inducción en vez de calentar la propia estufa. La cocina de inducción genera un fenómeno de inducción electromagnética y calienta directamente el recipiente en un solo paso, por lo que es mucho más eficiente. Los recipientes deben ser de material ferromagnético (Sociedad Cubana de Física, 2016).

3.4.2. Opción 2: Estufa eléctrica convencional

En las cocinas eléctricas convencionales los alimentos se cocinan sobre placas metálicas de hierro fundido que en su interior llevan una resistencia de diferente tamaño y potencia. Uno de sus puntos a favor es la diversidad de utensilios que pueden usarse en este tipo de cocinas. No obstante, sus niveles de eficiencia energética son notablemente inferiores a los registrados con el uso de estufas de inducción eléctrica.

Figura 11. Estufa eléctrica convencional



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Cocina_el%C3%A9ctrica

3.5. Leña con uso eficiente.

Las estufas mejoradas representan una alternativa de sustitución para aquellos hogares de difícil acceso, donde la implementación de otro método o tecnología de cocción es inviable y donde las condiciones de acceso sean restringidas. De esta manera, se garantiza que hogares que no han tenido la posibilidad de cambiar su energético de cocción, leña, puedan hacer uso de ésta de manera más eficiente.

3.5.1. Opción 10: Estufas ecoeficientes de leña

A nivel mundial, la implementación de estufas mejoradas viene acompañada del diseño de tecnologías que se adecúan a las circunstancias y a los métodos de cocción de los alimentos. El éxito de las estufas mejoradas viene ligado a las preferencias de cocción y de los hábitos alimenticios de las diferentes comunidades, respetando sus tradiciones.

Figura 12. Estufa Ecoeficiente



Fuente: UPME, 2022.

Actualmente se encuentra aprobada la norma técnica NTC 6358, que establece los requisitos y métodos de ensayo para evaluar la seguridad, eficiencia energética y el control de emisiones contaminantes de las estufas para cocción de alimentos que emplean biomasa (materia orgánica como la madera o excedentes agrícolas), en el que se espera se tengan en cuenta las necesidades de cada región respecto al método de cocción, las condiciones climáticas y los aspectos culturales y de género de las diferentes comunidades.

4. ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LAS ALTERNATIVAS DE SUSTITUCIÓN

En el presente capítulo se presenta un análisis regionalizado de la viabilidad técnica de las diferentes opciones consideradas para sustituir el uso de CIAC en la cocción doméstica de alimentos. Para este propósito, se plantea una evaluación multicriterio (EMC) a escala departamental, que tiene en cuenta tanto la intensidad en el consumo de combustibles contaminantes, como las condiciones de infraestructura actual y proyectada que permitirían la ampliación de la cobertura de energéticos alternativos para cocinar en las zonas rurales de los diversos departamentos del país.

La aplicación del método de EMC provee pistas sobre la mejor alternativa de sustitución de CIAC, a partir de la evaluación de criterios inherentes a cada opción energética, representándolos con variables que a su vez se alimentan con información secundaria disponible. En este propósito, se requirió poner en práctica la siguiente ruta metodológica (Gómez y Barredo, 2005; Pérez et al., 2013): i). Definir la pregunta general de la EMC; ii). Definir preguntas y objetivos específicos del análisis; iii). Planteamiento de los criterios; iv). Definición de variables y datos; v). Identificación de requerimientos informáticos; vi). Ponderación y normalización de las variables, vii). Diseño del modelo cartográfico para representación espacial; viii). Reporte de resultados; y ix). Retroalimentación de la EMC. En el Anexo 1 se explican en detalle los pasos metodológicos de la evaluación multicriterio.

Como producto de la EMC, se obtiene una orientación de carácter indicativo a escala departamental con respecto a la viabilidad técnica de las alternativas señaladas para la sustitución de los CIAC, esto es, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GN), biogás y energía eléctrica. Este análisis y sus resultados contribuyen, junto a otros insumos, al planteamiento de los escenarios y metas para la sustitución, expuestos en el siguiente capítulo de este documento.

4.1 Análisis técnico sectorial de las alternativas

4.1.1. Alternativa GLP

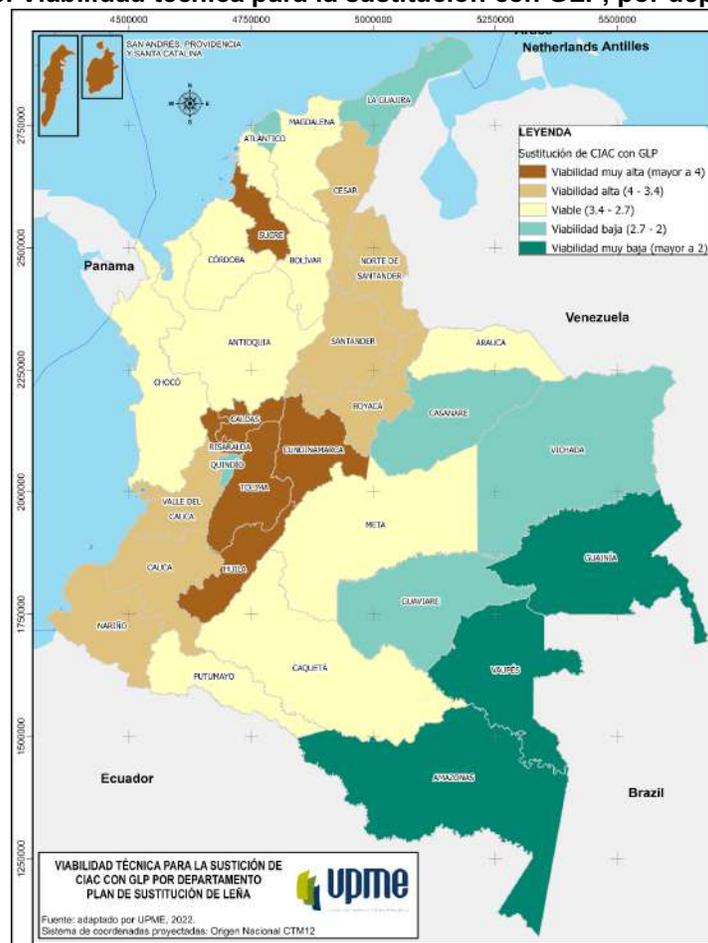
Evaluar la viabilidad del GLP para sustituir el uso de CIAC para cocinar en los hogares rurales, implica contestar a la pregunta: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con GLP los CIAC usados para cocinar? En el desarrollo metodológico de la EMC por parte del equipo técnico de la UPME, se establecieron los siguientes criterios determinantes para la expansión de cobertura del GLP a las zonas rurales: i). Presencia de distribuidores de GLP en zonas rurales; ii). Presencia de vías de transporte para el acceso; iii). Densidad de hogares rurales; iv). Presencia de plantas de abastecimiento; v). Uso de CIAC en zonas rurales; y vi). Cobertura de gas combustible en zona rural. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2A.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (ver Figura 13), normalizados y contrastados según la escala de viabilidad definida en el modelo de decisión (ver anexo 3), el GLP se presenta como una alternativa con alta viabilidad técnica para sustituir el uso de

CIAC para la cocción de alimentos en departamentos como Sucre, el Archipiélago y en la mayoría de los departamentos localizados en la Región Andina, especialmente en Cundinamarca, Risaralda, Quindío, Caldas, Tolima y Huila. Dichos departamentos cuentan con infraestructura y presencia de prestadores que facilitan la ampliación de cobertura del servicio. En este mismo sentido resulta también favorable la existencia de plantas de abastecimiento de GLP en la zona central del país.

En contraposición, el resultado de la evaluación evidencia que las regiones de la Amazonia y Orinoquia actualmente tienen un nivel bajo de viabilidad técnica para la ampliación de cobertura de GLP, por lo cual resulta necesario revisar el potencial de otras alternativas energéticas para la sustitución del uso de CIAC para cocinar, o en su defecto poner en marcha una estrategia territorial que desarrolle la infraestructura necesaria para facilitar el abastecimiento del GLP.

Figura 13. Viabilidad técnica para la sustitución con GLP, por departamento



Fuente: UPME, 2022

4.1.2. Alternativa Gas Natural

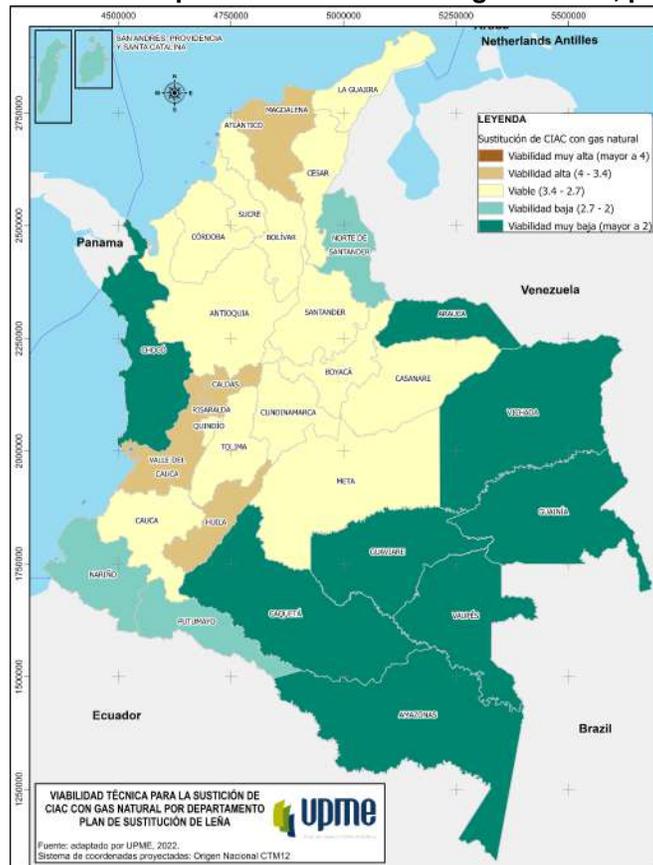
Para el caso del análisis de la viabilidad del gas natural como sustituto en el uso de CIAC para cocinar en los hogares rurales, la pregunta a responder es: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con gas natural los CIAC usados para cocinar?

En este sentido el equipo técnico de la UPME utilizó los siguientes criterios para evaluar dicha viabilidad: i). Presencia de operadores en zonas rurales; ii). Presencia de vías de transporte; iii). Densidad de hogares rurales; iv). Presencia de Citygate; v). Uso de CIAC en zonas rurales; y vi). Cobertura de gas combustible en zona rural. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2B.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (ver Figura 14), normalizados y contrastados según la escala de viabilidad definida en el modelo de decisión (ver Anexo 3), el gas natural resulta una alternativa con alta viabilidad para sustituir el uso ineficiente de energéticos para la cocción en departamentos como Atlántico, Magdalena, Huila, Caldas, Risaralda y Valle del Cauca. La viabilidad técnica en estos departamentos se atribuye a infraestructura existente y presencia de Citygate, lo cual posibilita la expansión de cobertura del servicio en zonas rurales.

Los departamentos del suroriente y Chocó en la Región Pacífica, muestran una baja viabilidad técnica para la sustitución de CIAC por gas natural. Allí en el corto y mediano plazo se requerirá contemplar otras alternativas energéticas o en su defecto desarrollar una estrategia a largo plazo que considere particularidades territoriales en torno a limitantes y restricciones frente a la ampliación de cobertura del GN. Teniendo en cuenta los criterios y datos utilizados en la evaluación de la viabilidad técnica para la sustitución con gas natural en hogares rurales, es importante señalar que en ningún departamento se presenta viabilidad muy alta; lo anterior es una señal indicativa tanto de las limitaciones en términos de costos de llevar gas natural a zonas rurales, en relación con otras alternativas como el GLP o el biogás, así como del reto que tiene el país en materia de infraestructura para la expansión de cobertura de las redes de dicho combustible.

Figura 14. Viabilidad técnica para la sustitución con gas natural, por departamento.



Fuente: UPME, 2022

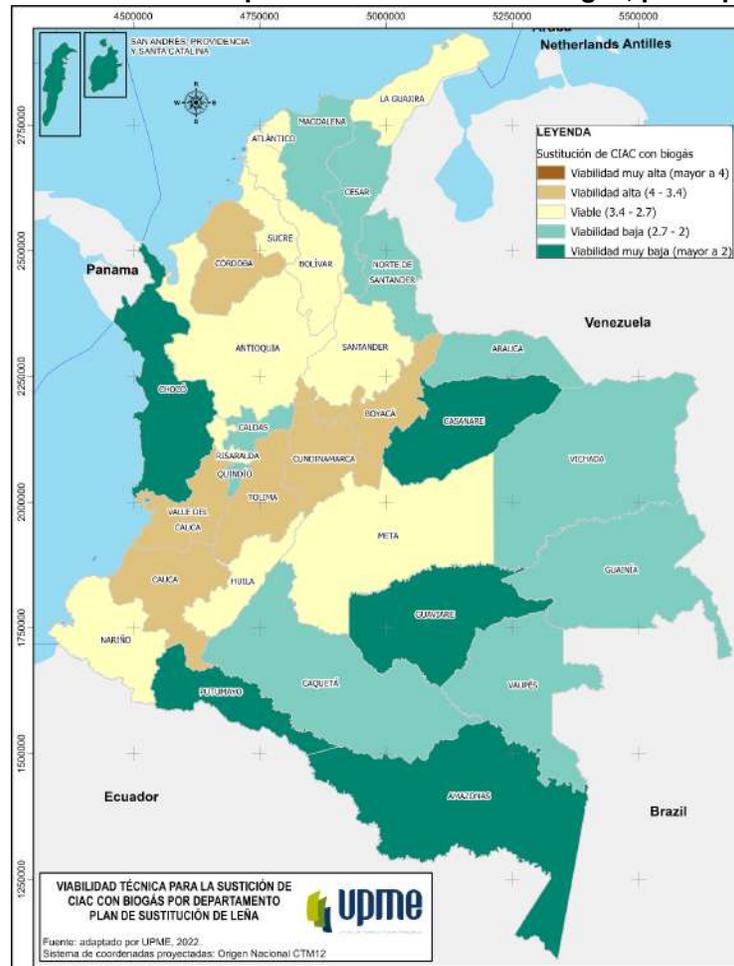
4.1.3. Alternativa Biogás

Evaluar la viabilidad del biogás para sustituir el uso de CIAC para cocinar en los hogares rurales, implica contestar a la pregunta: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con biogás los CIAC usados para cocinar? En el desarrollo metodológico de la EMC realizado por el equipo técnico de la UPME, se establecen los siguientes criterios para determinar la viabilidad departamental del uso del biogás como combustible para cocinar: i). Oferta actual de proyectos que producen biogás en el departamento; ii). Potencial de generación de biomasa residual en el departamento; iii). Densidad de hogares rurales; iv). Presencia de proyectos comunitarios de biogás; y v). Uso de CIAC en zonas rurales. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2C.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (ver Figura 15), categorizados según la escala el modelo de decisión presentados en el Anexo 3, el biogás es una alternativa que no ha logrado consolidarse aún, pues en la mayoría de los departamentos del país se encuentra en un rango entre media, baja y muy baja. No obstante, en departamentos como Boyacá, Cundinamarca, Tolima, Valle del Cauca y Cauca, la

aplicación de los criterios antes descritos permiten entrever una viabilidad técnica alta para la generación de biogás, gracias a la presencia de iniciativas o proyectos existentes, impulsados por empresas consolidadas en el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias que producen allí biomasa residual. En el norte, el departamento de Córdoba presenta una viabilidad muy interesante, que particularmente se atribuye a las grandes cantidades de biomasa residual producida desde el sector pecuario.

Figura 15. Viabilidad técnica para la sustitución con biogás, por departamento.



Fuente: UPME, 2022

4.1.4. Alternativa Energía Eléctrica

El plan indicativo de expansión de cobertura de energía eléctrica (PIEC) señala las zonas de país en las que se proyecta ampliar la cobertura eléctrica, ya sea conectándose al

Sistema Interconectado Nacional (SIN), o por medio de soluciones no interconectadas a través de microrredes locales o soluciones individuales.¹⁵

En este contexto, dado los niveles de potencia requerida y alto consumo energético de las estufas eléctricas convencionales, que conllevan a altos costos en términos de la capacidad a instalar en las soluciones locales e individuales, bajo las tecnologías actuales se considera que la sustitución del uso de CIAC para cocinar por energía eléctrica debe enfocarse en aquellas zonas ya conectadas o proyectadas a conectar al SIN.

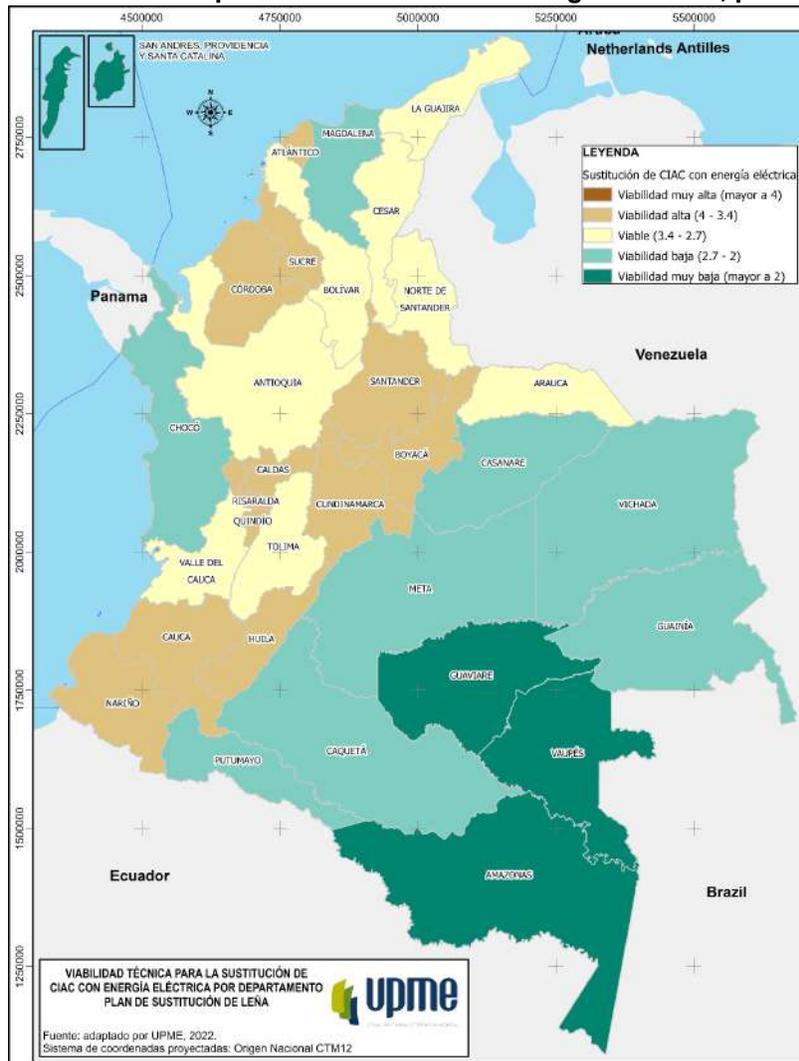
Evaluar el potencial de la energía eléctrica para sustituir los CIAC usados para cocinar en los hogares rurales, implica contestar a la pregunta: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con energía eléctrica los CIAC usados para cocinar? Este análisis demanda considerar los siguientes criterios: i). Densidad de hogares rurales; ii). Uso CIAC en zonas rurales por departamento; y iii). Tipo de solución de expansión de cobertura con energía eléctrica. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2D.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (ver Figura 16), categorizados según la escala del modelo de decisión presentado en el Anexo 3 de este documento, se observa que la energía eléctrica es una alternativa real a tener en cuenta para la sustitución de CIAC, con gran viabilidad técnica en varias regiones del país. Principalmente, la mayoría de los departamentos de la Región Andina muestran viabilidad alta, gracias a que la mayor parte de sus zonas rurales se encuentran conectadas o previstas a conectar al SIN. Además, otra razón del gran potencial en estos departamentos se atribuye a las cifras más altas del país en cuanto a la densidad de hogares en zonas rurales. En el norte, el departamento de Atlántico también presenta viabilidad alta, mientras que hacia el sur occidente, se encuentra igualmente un grupo de departamentos atractivos para la sustitución con energía eléctrica; estos departamentos son Huila, Cauca y Nariño.

Los departamentos de Vaupés, Guaviare, Amazonas y el archipiélago de San Andrés Islas, bajo las condiciones tecnológicas y de infraestructura actuales, presentan un bajo potencial para sustituir con energía eléctrica el uso de CIAC para cocinar. No obstante, en el mediano y largo plazo sería conveniente analizar de nuevo esta alternativa, bajo la perspectiva de soluciones individuales con nuevas tecnologías de mayor costo eficiencia y el desarrollo de infraestructura regional que facilite el aprovechamiento de la biomasa y de la energía solar como fuentes para la generación eléctrica.

¹⁵ UPME, 2022. Documento de Análisis del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica PIEC 2019-2023.

Figura 16. Viabilidad técnica para la sustitución con energía eléctrica, por departamento.



Fuente: UPME, 2022

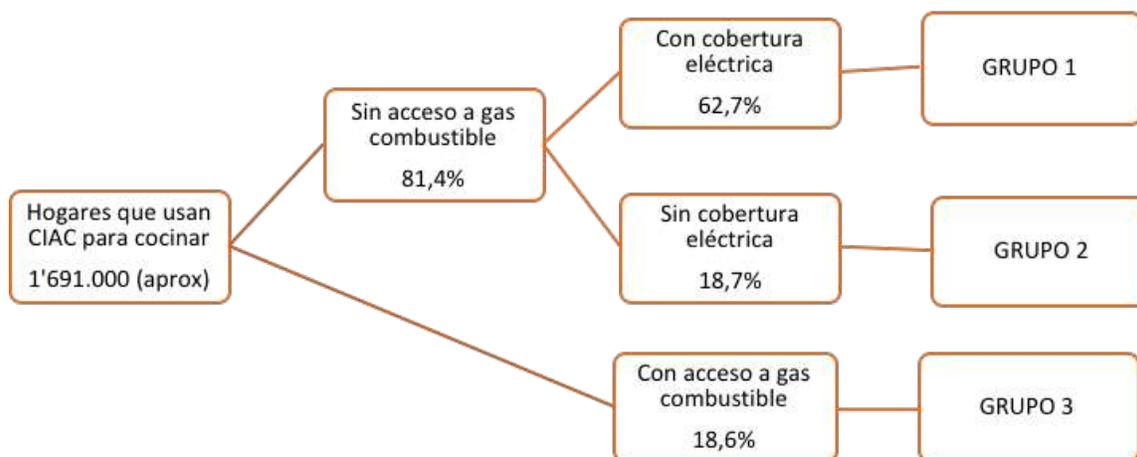
5. METAS DE SUSTITUCIÓN DE CIAC Y HORIZONTES DEL PLAN

Esta sección tiene como objetivo plantear las metas para la sustitución progresiva del uso de CIAC para la cocción doméstica de alimentos para tres grupos de hogares, establecidos en virtud de sus posibilidades de acceso a energéticos alternativos y considerando horizontes temporales de corto, mediano y largo plazo. En primera instancia, se establece una línea base y se define una agrupación de los hogares CIAC a partir de sus posibilidades de acceso a otros energéticos alternativos. Posteriormente, a se proponen los horizontes temporales y las metas generales de tipo indicativo para cada periodo, atendiendo a la agrupación de hogares definida.

5.1. Línea base y agrupación de hogares

Se tomó como base la información reportada por el DANE en la ENCV 2021, según la cual un estimado de 1'691.000 hogares colombianos consumen combustibles ineficientes y altamente contaminantes (CIAC) para la cocción doméstica de alimentos. A partir de dicha estimación, se procedió a establecer tres agrupaciones de hogares de acuerdo con su acceso, tanto a gas combustible como a energía eléctrica, como se ilustra en la Gráfica 8.

Gráfica 8. Clasificación de hogares que cocinan con CIAC



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

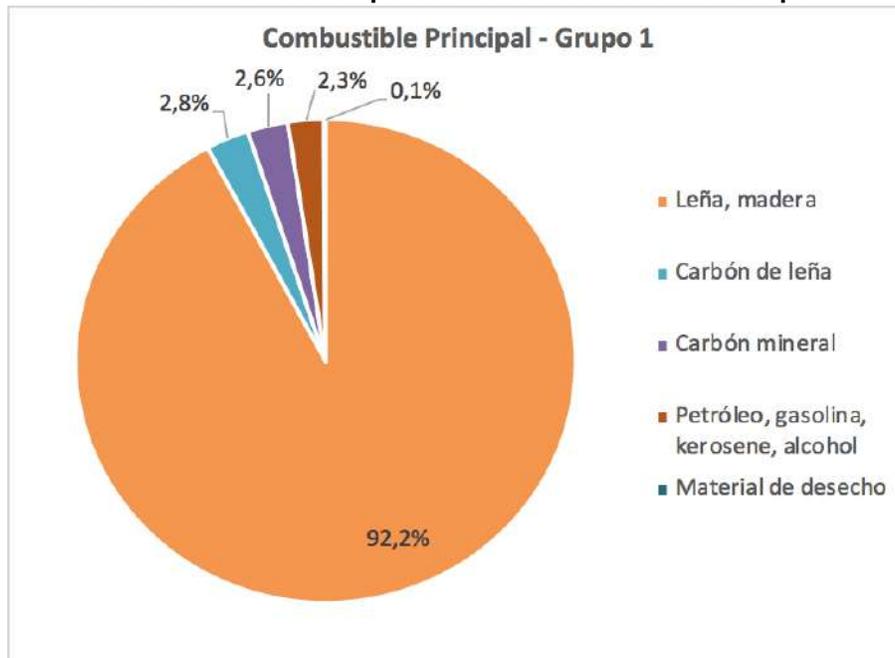
5.1.1. Grupo 1

Compuesto por los hogares que consumen únicamente combustibles de uso ineficiente y altamente contaminante para la cocción de alimentos, pero dado que cuentan con servicio de energía eléctrica, resulta razonable asumir que en el mediano o largo plazo será viable que dichos hogares puedan ser dotados también con la infraestructura requerida para el suministro de gas combustible, ya sea por red o por cilindro.

Para el Grupo 1 se plantea que la sustitución de fogones podría abarcar todas las alternativas tecnológicas y opciones energéticas contempladas en este plan: gas natural,

gas licuado de petróleo, biogás y energía eléctrica. De este grupo hacen parte un estimado de 1'061.00 hogares¹⁶, de los cuales cerca de 978.000 (92.2%) cocinan con leña o madera y cerca de 83.000 (7.8%) cocinan con otro tipo de combustible de uso ineficiente y altamente contaminante. Ver Gráfica 9.

Gráfica 9. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 1

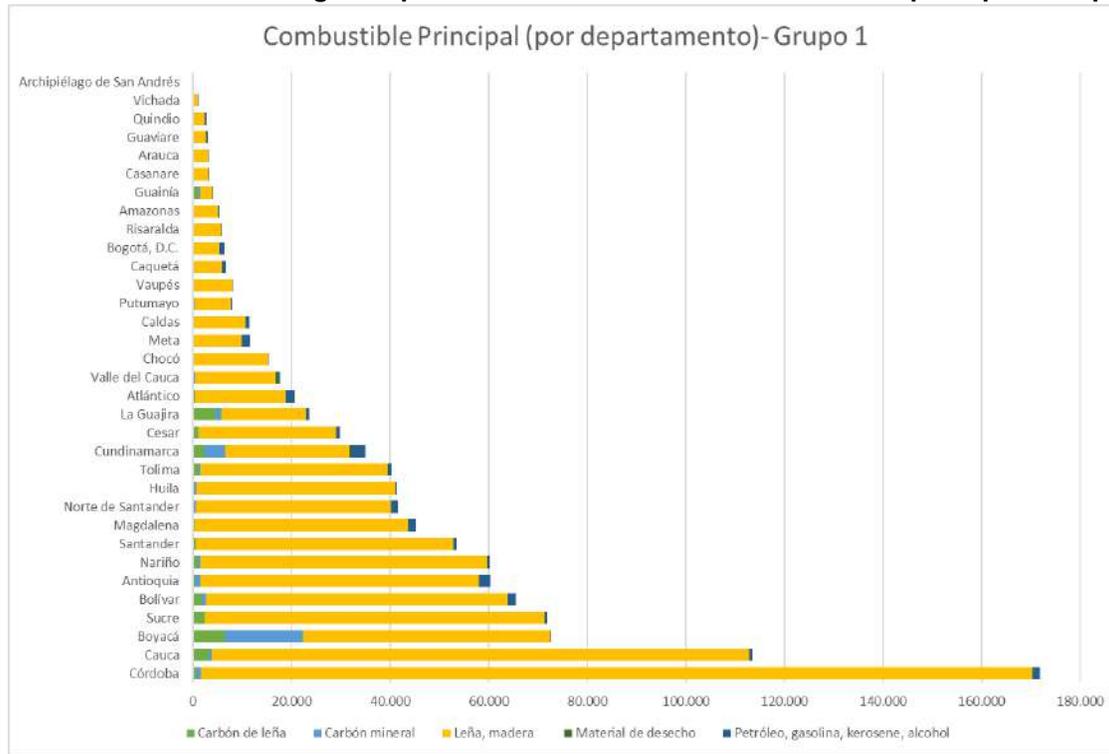


Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

En cuanto a la distribución de los hogares correspondientes a este grupo, sobresalen los departamentos de Córdoba con cerca de 172.000 hogares y Cauca con un estimado de 113.000 hogares, tal como se muestra en la Gráfica 10. La leña es el energético predominante en todos los departamentos, aunque se destaca el consumo de carbón mineral y carbón de leña en el departamento de Boyacá con aproximadamente 16.000 y 6.000 hogares respectivamente, lo cual representa el 30.8% de los hogares del Grupo 1 en este departamento. También, se resalta el uso ineficiente de carbón mineral y carbón de leña para cocción doméstica en los departamentos de Cundinamarca y La Guajira, donde el uso de otros CIAC, diferentes a la leña alcanza el 28.1% y el 27%, respectivamente (DANE, ECV 2021).

¹⁶ Forma de cálculo: utilizando la ENCV 2021, se estableció el universo de hogares que consumen solo combustibles de uso ineficiente para cocinar y que cuentan con cobertura de energía eléctrica

Gráfica 10. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 1



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

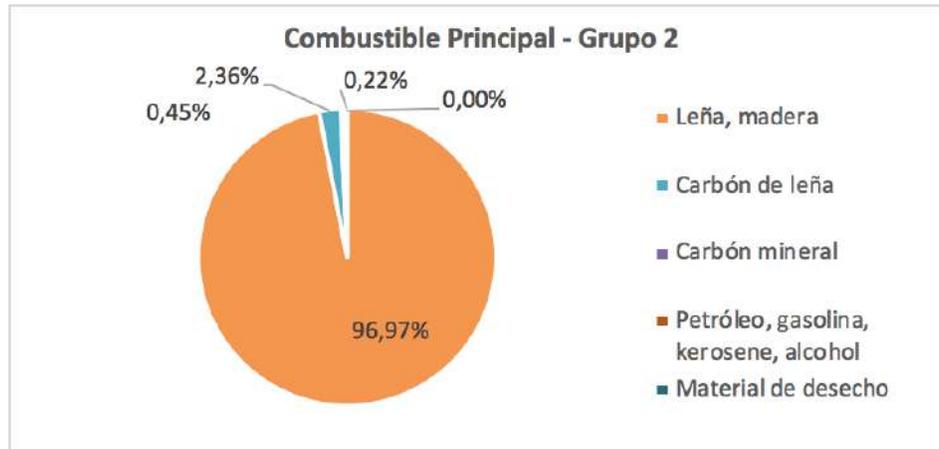
5.1.2. Grupo 2

Corresponde a los hogares localizados en zonas rurales dispersas que, de acuerdo con la ECV (DANE 2021), utilizan solo leña u otros CIAC para cocinar, que actualmente no cuentan con cobertura de energía eléctrica y para los cuales, dadas las limitaciones de infraestructura y los altos costos de conexión, en el corto y mediano plazo no se tienen previsto conectarlos al SIN. Para estos hogares las alternativas energéticas viables corresponden a microrredes y a soluciones individuales.

De este grupo hacen parte un estimado de 316.000 hogares, de los cuales cerca del 97% cocinan con leña o madera y el 3% restante cocinan con otro tipo de combustible de uso ineficiente y altamente contaminante. Ver Gráfica 11.

Las alternativas previstas para la sustitución gradual del uso de CIAC en estos hogares son las estufas ecoeficientes, en el corto y mediano plazo, así como el biogás y la energía eléctrica en el largo plazo.

Gráfica 11. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 2

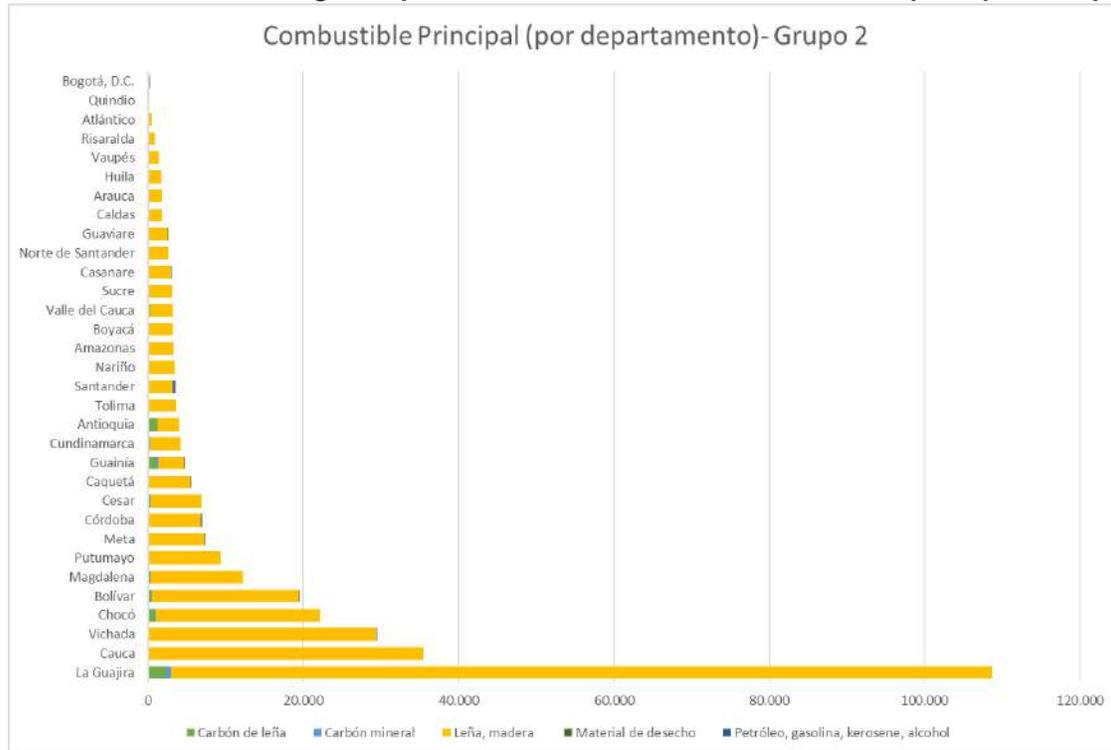


Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

En relación con la distribución de los hogares correspondientes a este grupo, sobresale de lejos el departamento de La Guajira con un estimado de 109.000 hogares (34% del total de hogares del Grupo 2), seguido por los departamentos de Cauca con cerca de 35.000 hogares, Vichada con un aproximado de 29.000 hogares y Chocó con un estimado de 20.000 hogares. Ver Gráfica 12.

En relación con la utilización por tipo de CIAC, la leña constituye el energético predominante en todos los departamentos. No obstante, se destaca el consumo de carbón de leña en los departamentos de La Guajira con un aproximado cercano a los 2.000 hogares, así como Antioquia y Guainía, con cerca de 1.000 hogares por departamento (DANE, ECV 2021).

Gráfica 12. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 2



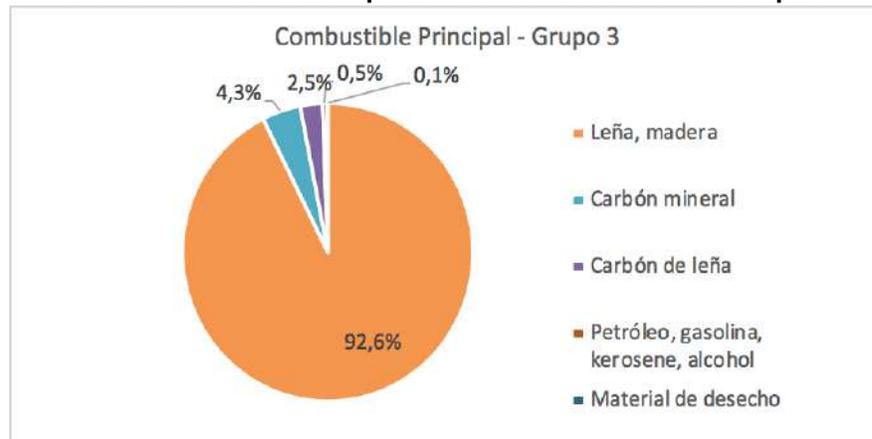
Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

5.1.3. Grupo 3

Este grupo está compuesto por los hogares que combinan el consumo de combustibles altamente contaminantes para la cocción de alimentos con las otras alternativas consideradas en el plan, como el gas natural, el gas licuado de petróleo y la energía eléctrica. Estos hogares cuentan con la infraestructura que les permite cocinar con energía eléctrica o gas natural o gas licuado de petróleo.

La estrategia a seguir para desincentivar el uso de leña y otros CIAC en los hogares del grupo 3, y a su vez para fortalecer la tendencia al uso eficiente de otros energéticos, debe estar enfocada en concientizar a la población sobre las implicaciones que conlleva el uso de CIAC en términos de uso del tiempo, degradación ambiental, afectaciones a su salud y eficiencia energética, promoviendo una transformación cultural hacia el uso de energéticos limpios. Estas acciones deberán acompañarse de mecanismos financieros que hagan asequible los energéticos a las comunidades de menores recursos, así como de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que reduzcan los costos y mejoren la eficiencia en el uso de energéticos como el biogás y la energía eléctrica.

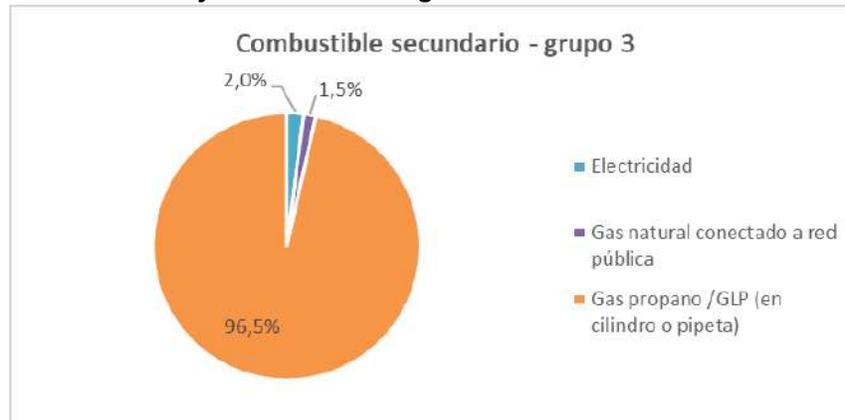
Gráfica 13. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 3



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

Del Grupo 3 hacen parte un estimado de 314.000 hogares que utilizan CIAC como energético principal, siendo la leña empleada en el 92,6% de los hogares y otros combustibles de uso ineficiente en el 7,4% restante. Es de anotar que el 94% de los hogares del Grupo 3 cuentan con servicio de energía eléctrica. En cuanto a la utilización de energéticos alternativos para la cocción de alimentos por parte de los hogares del Grupo 3, de acuerdo con la ECV (DANE 2021), el 96,5% de los hogares utilizan GLP como combustible secundario, mientras que el 1,5% utiliza gas natural y el 2% consume energía eléctrica como energético alternativo en la cocción de sus alimentos. Ver Gráfica 14.

Gráfica 14. Porcentaje de uso de energéticos alternativos eficientes - Grupo 3

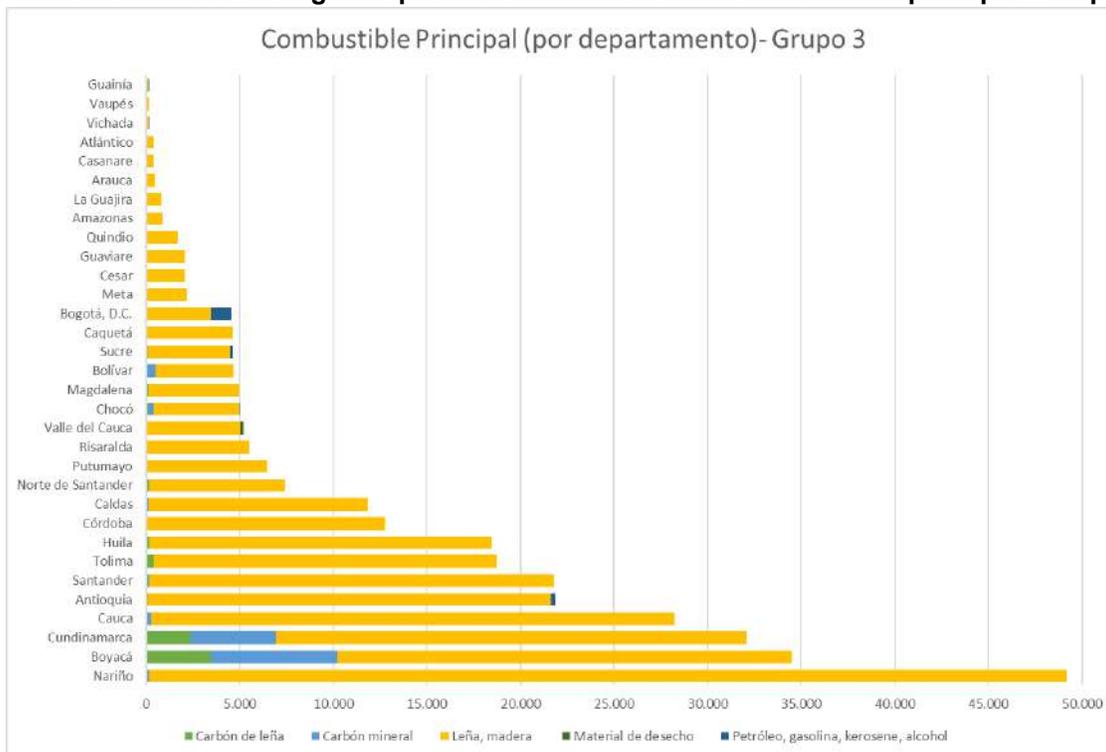


Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

En relación con la distribución de los hogares correspondientes al Grupo 3, que siguen utilizando CIAC como energético principal para cocinar, pero que ya cuentan con estufas de gas combustible o energía eléctrica como alternativa, se destaca el departamento de Nariño con cerca del 15,7% del total nacional para el Grupo 3, seguido por los

departamentos de Boyacá con el 11%, Cundinamarca con cerca del 10,2% y Cauca con el 8,9% de los hogares. Ver Gráfica 15.

Gráfica 15. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 3



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022

Con respecto al tipo de CIAC utilizado para cocinar en los hogares del Grupo 3 a nivel departamental predomina también el uso de leña y madera, pero se destaca el empleo de carbón mineral y carbón de leña en Boyacá, siendo usados en cerca del 29.6% del Grupo 3 para dicho departamento, y en Cundinamarca donde es utilizado por cerca del 21.6% de los hogares del Grupo 3 pertenecientes a dicho departamento. Para el caso de Bogotá D.C., se destaca que un poco más de 1.000 usuarios estarían alternando el uso de gas combustible o energía eléctrica con petróleo, gasolina, kerosene o alcohol (DANE, ECV 2021).

5.2. Definición de horizontes y metas del plan

Este plan tiene como propósito definir una ruta integral para avanzar de manera progresiva en la sustitución del uso de leña y otros CIAC utilizados para cocinar en el territorio colombiano. Con la implementación de dicha ruta, se busca que todos los hogares del país cuenten con una alternativa energética limpia y asequible, que les permita sustituir de manera gradual y voluntaria el uso de energéticos considerados altamente contaminantes para cocinar.

En este sentido, en primera instancia se propone como meta principal que los cerca de 1'377.000 hogares que con base en la ECV se estima tienen la leña u otros CIAC como única opción energética para cocinar, puedan contar con una alternativa limpia y eficiente, como el gas natural, el gas licuado de petróleo, el biogás o la energía eléctrica.

Como meta complementaria, se pretende articular la ejecución de un plan estratégico orientado a promover la sustitución sostenible en el tiempo del uso de leña y CIAC para cocinar, con acciones dirigidas a los cerca de 1'691.000 hogares que continúan cocinando con este tipo de combustibles.

Estas metas deberán ser alcanzadas por fases en cuatro (4) plazos definidos así:

- Inmediato, hasta diciembre de 2023, plazo en el cual se espera poner en marcha el plan estratégico y alcanzar victorias tempranas en términos de coordinación interinstitucional y del desarrollo de insumos requeridos para impulsar la sustitución de CIAC en regiones priorizadas del país.
- Corto plazo hasta diciembre de 2026, coincidiendo con el periodo de ejecución del nuevo Plan Nacional de Desarrollo;
- Mediano plazo, hasta diciembre de 2030, fecha prevista para honrar los compromisos del Acuerdo de París (reducción de emisiones en 51% y cero deforestación), así como con las metas contempladas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible - Agenda 2030; y
- Largo plazo, hasta el año 2050, coincidiendo con el periodo contemplado en la Estrategia Carbono Neutral a 2050.

Teniendo en cuenta los horizontes definidos, se espera que en el corto plazo (año 2026) se logre llevar una alternativa energética limpia para cocinar a aproximadamente 159.000 hogares, equivalentes al 11,6% de los hogares que hoy solo cuentan con la opción de leña u otros CIAC para cocinar; en el mediano plazo (año 2030) se pretende dotar con la alternativa energética a un estimado de 381.000 hogares adicionales (27,7%) y en el largo plazo (año 2050) a los cerca de 836.000 hogares restantes (60,7%).

Para que el proceso de sustitución sea sostenible en el tiempo, el acceso a las alternativas energéticas debe complementarse con una estrategia de acompañamiento a los hogares beneficiados, que incorpore acciones en temas técnicos, culturales, financieros y tecnológicos que promuevan el uso permanente del energético limpio para cocinar. En este sentido el plan estratégico incluye un conjunto de acciones orientadas a dicho acompañamiento, las cuales deberán ejecutarse de manera gradual dirigiéndose a los hogares que vayan accediendo a las opciones energéticas para cocinar. En este orden de ideas se espera focalizar el acompañamiento en 13% de los hogares CIAC al corto plazo, al 30% en el mediano plazo y el 57% restante en el largo plazo, alcanzando así el 100% de los hogares en los tres grupos de la línea base.

Lo anterior constituye las metas para el plan y su velocidad de implementación, tal y como se muestra en la Tabla 3, lo cual se ajusta considerando particularidades territoriales en cada departamento.

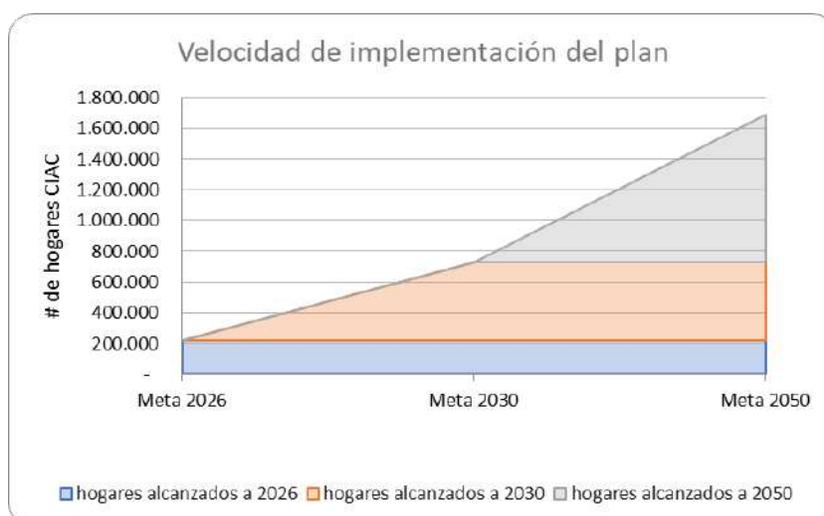
Tabla 3. Metas por número de hogares en los horizontes.

	Horizontes		
	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050
Número estimado de hogares CIAC con alternativa energética limpia para cocinar. Meta: 1.377.000	159.000 (11,6%)	381.000 (27,7%)	836.000 (60,7%)
Número estimado de hogares CIAC alcanzados con la estrategia de acompañamiento técnica, económica y cultural. Meta: 1.691.000	222.000 (13,1%)	507.000 (30%)	962.000 (56,9%)

Fuente: UPME (2022).

Como se observa en la Gráfica 16, se espera que el plan alcance progresivamente a los hogares de los tres grupos, llegando al total nacional establecido en la línea base. Este proceso incluye de manera articulada el trabajo en los frentes de transformación cultural e innovación tecnológica para el uso de energéticos para la cocción doméstica de alimentos, de manera que cada hogar sustituya el uso ineficiente de energéticos con conciencia sobre el costo beneficio que esto implica para la calidad de vida familiar y para el ambiente.

Gráfica 16. Velocidad de implementación del plan.



Fuente: UPME (2022).

5.2.1. Horizonte a corto plazo (año 2026)

Para el corto plazo se espera una alineación entre las acciones estratégicas definidas en este plan y las que establezca el Plan Nacional de Desarrollo (PND) correspondiente al periodo de gobierno 2022 - 2026, particularmente en lo relacionado con lo señalado en el documento Bases del PND como *“Transición energética segura, confiable y eficiente para alcanzar carbono neutralidad y consolidar territorios resilientes al clima”* (DNP 2022).¹⁷

Por lo anterior, resulta necesario realizar ingentes esfuerzos de articulación institucional que permitan la puesta en marcha de las acciones definidas en este plan, en especial en lo relacionado con el desarrollo de estrategias financieras para ampliar la cobertura y garantizar el acceso sostenible a combustibles limpios para cocinar en las zonas rurales del país (ver capítulo 6 de este documento).

Durante este horizonte, teniendo en cuenta los resultados del análisis de viabilidad presentado en el capítulo anterior, se espera llegar con soluciones energéticas limpias para cocinar a un total aproximado de 159.000 hogares CIAC, pertenecientes al Grupo 1 antes mencionado, distribuido en las alternativas que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Proyección 2023 - 2026 para sustitución de CIAC en el Grupo 1.

Horizonte al 2026	Conexión a red de Gas Natural	GLP por red y por cilindro	Estufa eléctrica de inducción o convencional	Biogás
% de hogares (sobre un estimado de 159.000)	5,0%	76,5%	11,0%	7,5%

Fuente: UPME (2022).

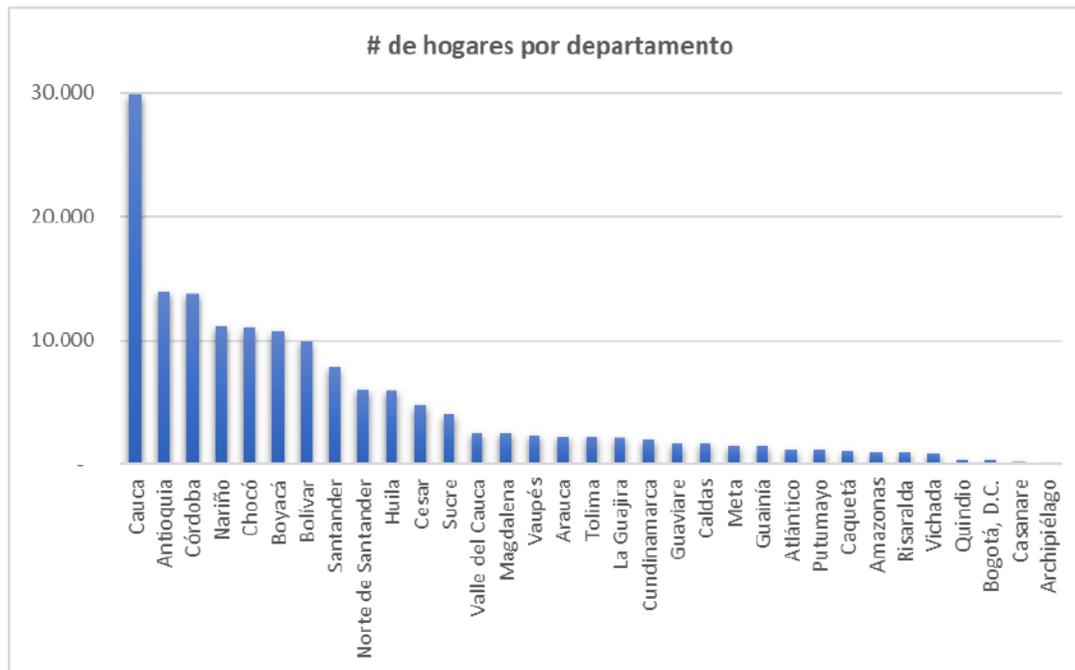
Para determinar esta meta se tuvo en cuenta el resultado del análisis de viabilidad técnica realizados por departamento (ver Capítulo 4 de este documento), así como la revisión de proyectos aprobados en los últimos dos años para la ampliación de cobertura de GLP y gas natural, además de las recomendaciones del estudio de ampliación de los subsidios al GLP por cilindros efectuado por la UPME en el año 2022 (contrato C-108 de 2022, UPME /Valjer Energy).

Es así que en el corto plazo el proceso de sustitución deberá concentrarse con mayor vigor en el departamento de Cauca, donde se espera que al año 2026 se beneficie a un estimado de 30.000 hogares. En un segundo nivel, deberán enfocarse los esfuerzos en los departamentos de Antioquia, Córdoba, Nariño, Chocó y Boyacá, donde se espera que

¹⁷ DNP 2022, Colombia Potencia Mundial de la Vida. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.

la sustitución en el uso de CIAC para cocinar beneficie a un estimado de entre 10.000 y 15.000 hogares por departamento. La distribución nacional para el logro de esta meta se presenta en la siguiente Gráfica.

Gráfica 17. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - corto plazo.



Fuente: Cálculos UPME 2022

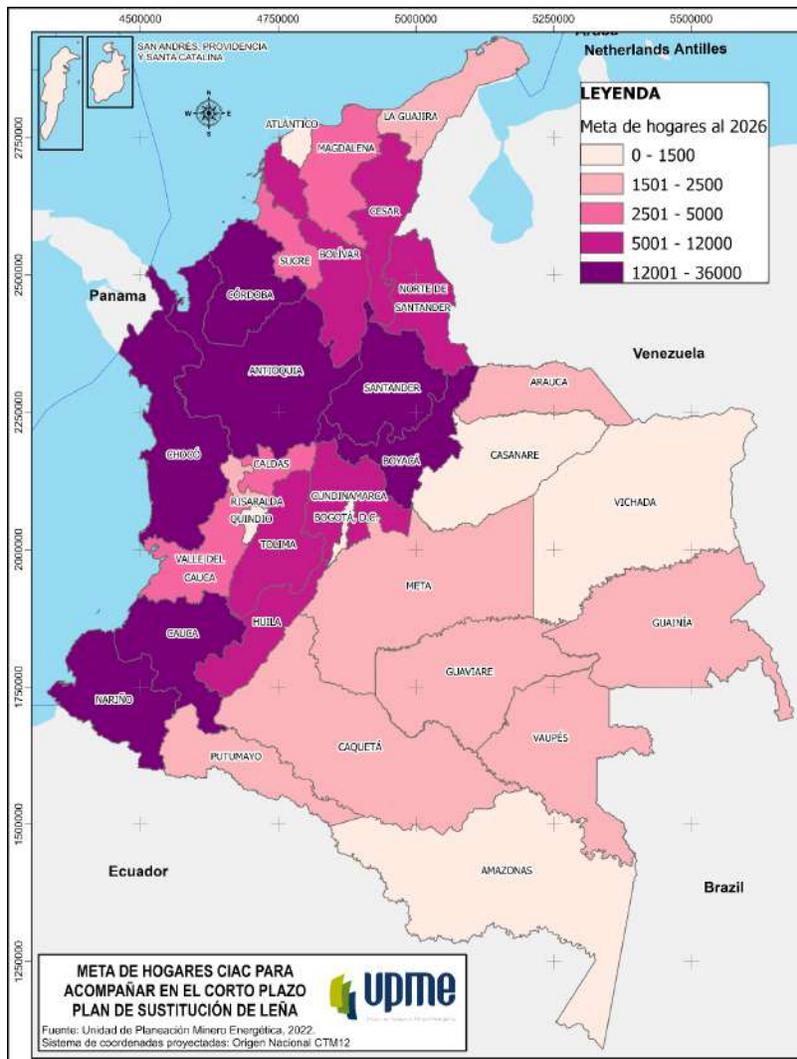
Por otro lado, en lo concerniente al Grupo 2, referente a los hogares localizados en las zonas más dispersas del país, la estrategia que se plantea para el corto plazo (año 2026) consiste en alinear esfuerzos con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para avanzar en la meta país establecida en la Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática), consistentemente en sustituir al año 2030 un millón de fogones de leña por estufas ecoeficientes. No obstante, de manera paralela se plantea avanzar en acciones estratégicas de investigación, innovación tecnológica y desarrollo regulatorio que viabilicen las soluciones individuales para cocinar, especialmente aquellas basadas en biogás y energía eléctrica.

Para el Grupo 3, hogares que ya cuentan con cobertura de gas combustible, la estrategia en el corto plazo (año 2026) deberá centrarse en el acompañamiento del Estado a los hogares que, aun teniendo una alternativa energética más limpia, continúan cocinando con leña u otros CIAC. En este sentido, se espera llegar a tales hogares con instrumentos económicos, capacitación y acompañamiento técnico, así como con transformación educativa y cultural en torno a las afectaciones a los miembros del hogar y sobre las externalidades derivadas de la cocción tradicional con leña u otros CIAC. Estas mismas

acciones de acompañamiento deberán extenderse paulatinamente a los hogares del Grupo 1 que vayan siendo beneficiados con el acceso a los combustibles limpios para cocinar.

En términos concretos, se espera que la estrategia de acompañamiento durante el corto plazo se extienda a un estimado de 222.000 hogares, distribuidos regionalmente como se aprecia en la Figura 17.

Figura 17. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento.



Fuente: UPME (2022).

Como se observa en la Figura 17, la estrategia de acompañamiento se estima que aborde a más de 12.000 hogares en cada uno de los departamentos de Antioquia, Chocó y Santander, entre otros.

5.2.2. Horizonte a mediano plazo (año 2030)

Para el horizonte a mediano plazo proyectado al año 2030, la sustitución del uso de CIAC para cocinar debe aportar a los esfuerzos del país al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible pactados para el mismo año, en particular en lo que tiene que ver con:

- ODS 3, Salud y bienestar – Mediante la reducción de exposición a emisiones contaminantes nocivas para la salud, con lo cual se espera aportar al cumplimiento de la meta relacionada con el número de muertes y enfermedades.
- ODS 7, energía asequible y no contaminante – Transición hacia tecnologías limpias para la cocción de alimentos, dado que se espera lograr el acceso sostenible a combustibles limpios para cocinar a cerca de 540.000 nuevos hogares entre los años 2023 a 2030.
- ODS 13, Acción por el clima – Se mitiga la emisión de GEI por degradación del bosque; con la sustitución proyectada del uso de leña y CIAC para cocinar al año 2030 se espera una reducción de emisiones estimada en 37,4 millones de toneladas de CO2 equivalente, para el total del periodo comprendido entre los años 2023 a 2050.
- ODS 15, Vida de ecosistemas terrestres – Mejora la gestión sostenible de los bosques coadyuvando a detener la pérdida de biodiversidad; la reducción en el uso de leña para cocinar disminuirá la presión antrópica ejercida sobre los bosques naturales, particularmente sobre aquellos localizados en las zonas de influencia de centros poblados del país.

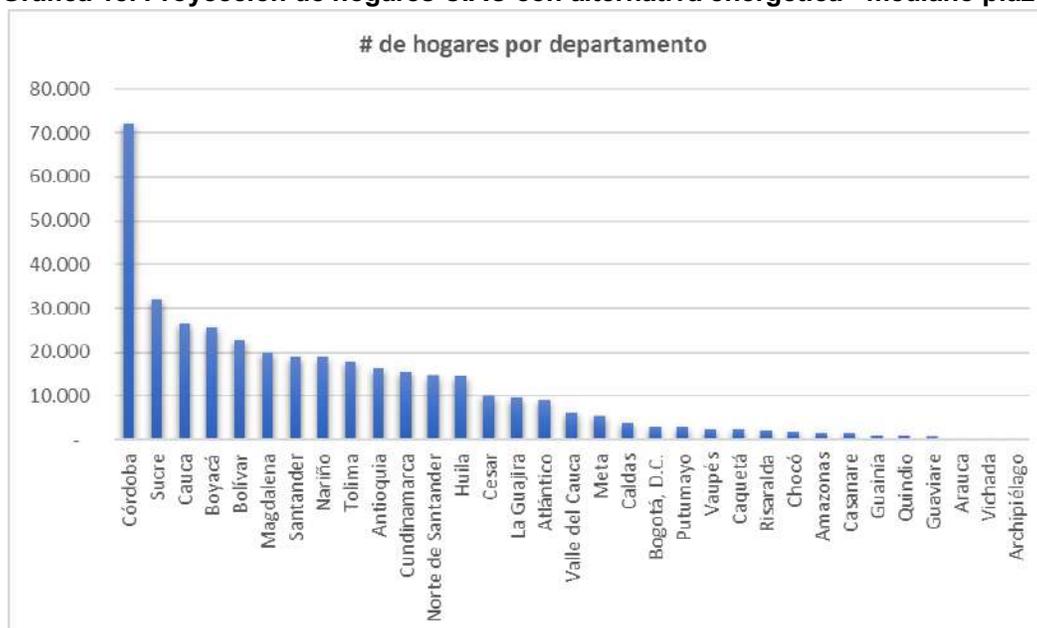
En relación con el Grupo 1 previamente definido, referido a hogares con viabilidad técnica para sustituir el uso de CIAC por cualquiera de las alternativas previstas (GLP, gas natural, biogás o energía eléctrica), durante el periodo 2027 a 2030 se espera avanzar llevando combustibles limpios para cocinar a un estimado de 381.000 nuevos hogares, que sumados a los previstos para el periodo 2023 a 2026 alcanzarían un agregado estimado en 540.000 hogares con acceso a cualquiera de los combustibles mencionados. Los nuevos hogares serán beneficiados bajo la distribución que se indica en la Tabla 5.

Tabla 5. Proyección 2027- 2030 de las alternativas para sustitución en el Grupo 1.

Horizonte al 2030	Conexión a red de Gas Natural	GLP por red y por cilindro	Estufa eléctrica de inducción o convencional	Biogás
% hogares (sobre un estimado de 381.000)	50,8%	37,6%	6,9%	4,7%

Fuente: UPME (2022).

La distribución de esta meta se presenta acorde con los resultados de análisis de viabilidad técnica realizado por departamento, que evalúa elementos de infraestructura sectorial, vías de acceso y distribución poblacional, entre otros aspectos. En este sentido, se espera que durante los años 2030 a 2050 la sustitución de CIAC se desarrolle con mayor fuerza en el departamento de Córdoba, donde se espera beneficiar a un estimado de 70.000 hogares, así como en los departamentos de Sucre, Cauca, Boyacá y Bolívar donde se espera beneficiar a un estimado de entre 20.000 y 30.000 hogares por departamento. La distribución departamental total para el logro de esta meta de sustitución del uso de CIAC para cocinar se presenta en la Gráfica 18.

Gráfica 18. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - mediano plazo.


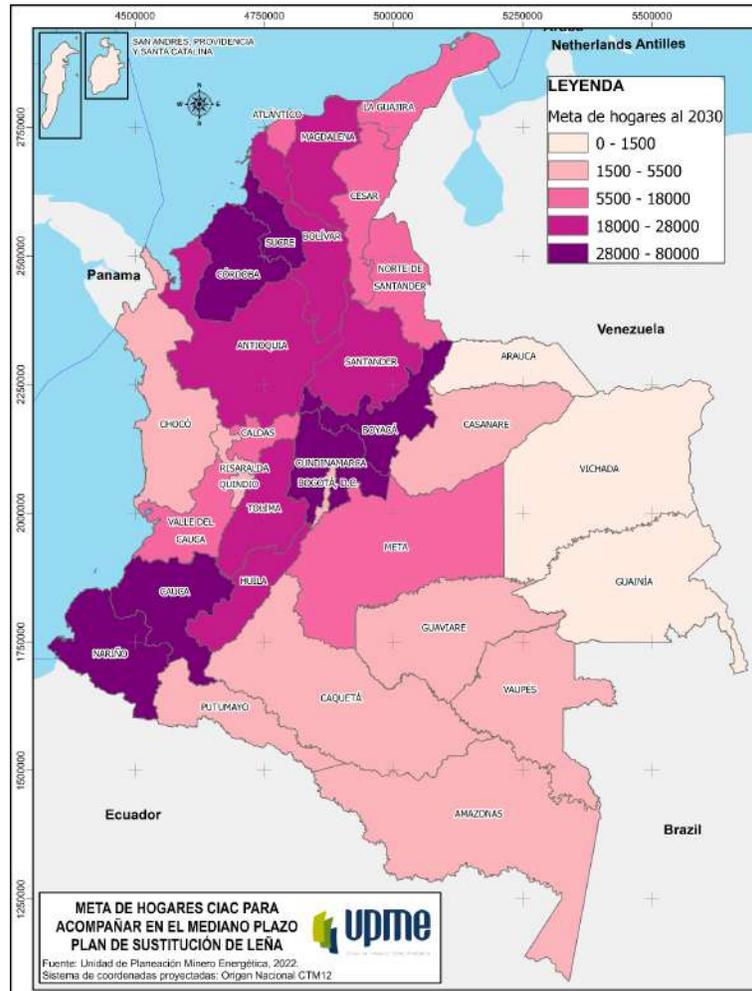
Fuente: UPME (2022).

Para el Grupo 2, referente a los hogares dispersos de difícil acceso, la estrategia que se plantea entre los años 2027 a 2030 consiste en continuar alineando esfuerzos con el

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para avanzar en la meta país establecida en la Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática) de sustituir al año 2030 un millón de fogones de leña por estufas ecoeficientes. No obstante, de manera paralela se plantea continuar avanzando en acciones estratégicas de investigación, innovación tecnológica y desarrollo regulatorio que viabilicen las soluciones individuales para cocinar, especialmente aquellas basadas en biogás y energía eléctrica.

En lo atinente al Grupo 3, compuesto por hogares que ya cuentan con cobertura de gas combustible, la estrategia a desarrollar durante los años 2027 a 2030 deberá fortalecerse concentrándose en el acompañamiento del Estado a los hogares que aun teniendo una alternativa energética limpia, continúan cocinando con leña u otros CIAC. En este sentido se espera fortalecer la estrategia de capacitación y acompañamiento técnico y transformación educativa y cultural en torno a las afectaciones a los miembros del hogar y sobre las externalidades derivadas de la cocción tradicional con leña u otros CIAC. Estas mismas acciones de acompañamiento deberán extenderse paulatinamente a los hogares del Grupo 1 que vayan siendo beneficiados con el acceso a los combustibles limpios para cocinar. Se espera que la estrategia de acompañamiento durante los años 2027 a 2030 alcance a un estimado de 507.000 hogares, distribuidos regionalmente tal como se presenta en la Figura 18.

Figura 18. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento



Fuente: UPME (2022).

En el mediano plazo los departamentos que requerirán un mayor acompañamiento en el proceso de sustitución de CIAC para cocinar serán Cauca, Nariño, Boyacá, Cundinamarca, Sucre y Córdoba, pues en cada uno de éstos se estima que el número de hogares a beneficiar con el proceso de sustitución será superior a los 28.000 por departamento.

5.2.3. Horizonte a largo plazo (año 2050)

Durante los años 2030 a 2050, las acciones orientadas a la sustitución del uso de leña y otros CIAC para cocinar estarán alineadas con la estrategia 2050 para alcanzar la carbono-neutralidad y mitigar los efectos del cambio climático en Colombia. En este sentido, se espera avanzar en la sustitución del uso de CIAC tanto en los hogares de Grupo 1 como para los hogares del Grupo 2 previamente definidos.

En relación con el Grupo 1, hogares con viabilidad técnica para sustituir el uso de CIAC por GLP, gas natural, biogás o energía eléctrica, durante el periodo 2030 a 2050 se espera llegar a los cerca de 521.000 hogares restantes, cubriendo así en los tres horizontes la totalidad de hogares CIAC del Grupo 1.

Para los cerca de 316.000 hogares del Grupo 2, estimados a partir de la ECV (DANE 2021), localizados en zonas más dispersas y con difícil acceso en términos de infraestructura energética, durante los años 2030 a 2050 el sector energético debe concentrar sus esfuerzos en llevar microrredes y soluciones individuales viables técnica y económicamente, que constituyan una alternativa real al uso de la leña para cocinar. En este sentido, se espera que los esfuerzos realizados durante los tres horizontes de ejecución del presente plan se concreten en nuevas alternativas tecnológicas que reduzcan los costos y permitan masificar el uso de soluciones energéticas individuales para cocinar, basadas tanto en biogás como en energía eléctrica.

En términos concretos, entre los años 2030 y 2050 se pretende llegar con una alternativa energética para cocinar a un total estimado de 836.000 hogares, correspondientes a los grupos 1 y 2, bajo la distribución que se presenta en la Tabla 6.

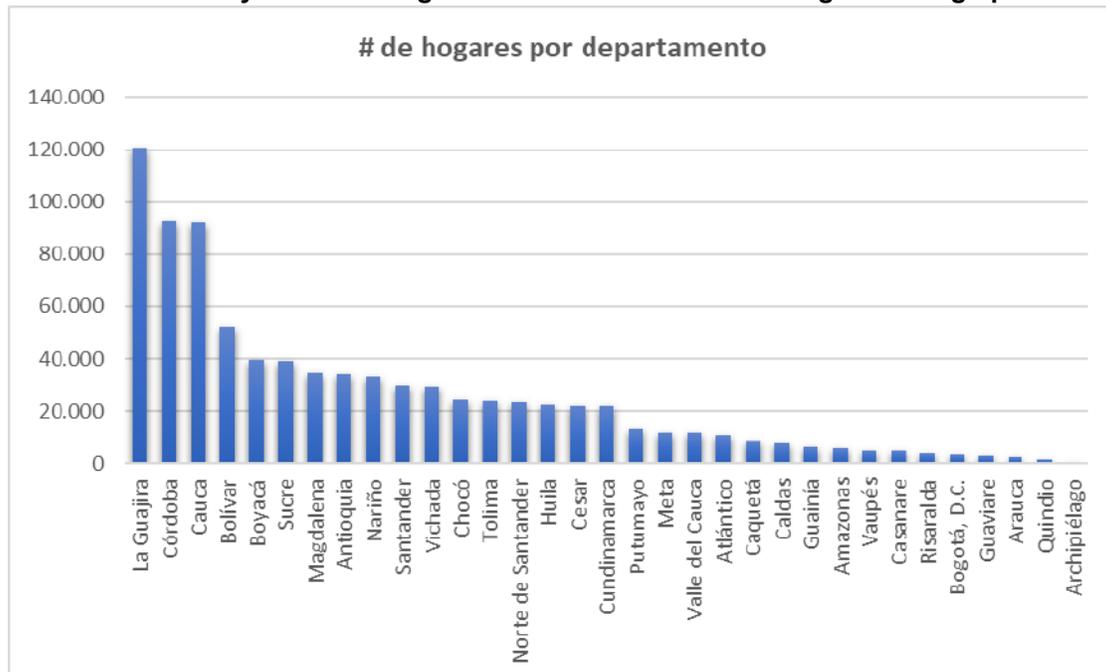
Tabla 6. Proyección 2031- 2050 de las alternativas para sustitución Grupos 1 y 2.

Horizonte al 2050	Conexión a red de Gas Natural	GLP en red y por cilindro	Estufa eléctrica de inducción o convencional	Biogás
% de hogares (sobre un estimado de 836.000)	24,2%	29,3%	32,4%	14,1%

Fuente: UPME (2022).

Como se puede apreciar, en el largo plazo se espera contar con nuevas alternativas tecnológicas que viabilicen el uso de biogás y de las estufas eléctricas como sustituto del uso de leña en las zonas más dispersas del país, particularmente en el departamento de la Guajira, donde se espera llegar a un estimado de 120.000 hogares principalmente con soluciones a partir de energía fotovoltaicas. Se destacan también los departamentos de Córdoba y Cauca, donde además del biogás, se espera llegar con gas combustible para beneficiar a un estimado de 90.000 hogares por departamento. La distribución nacional para el logro de esta meta se presenta en la Gráfica 19.

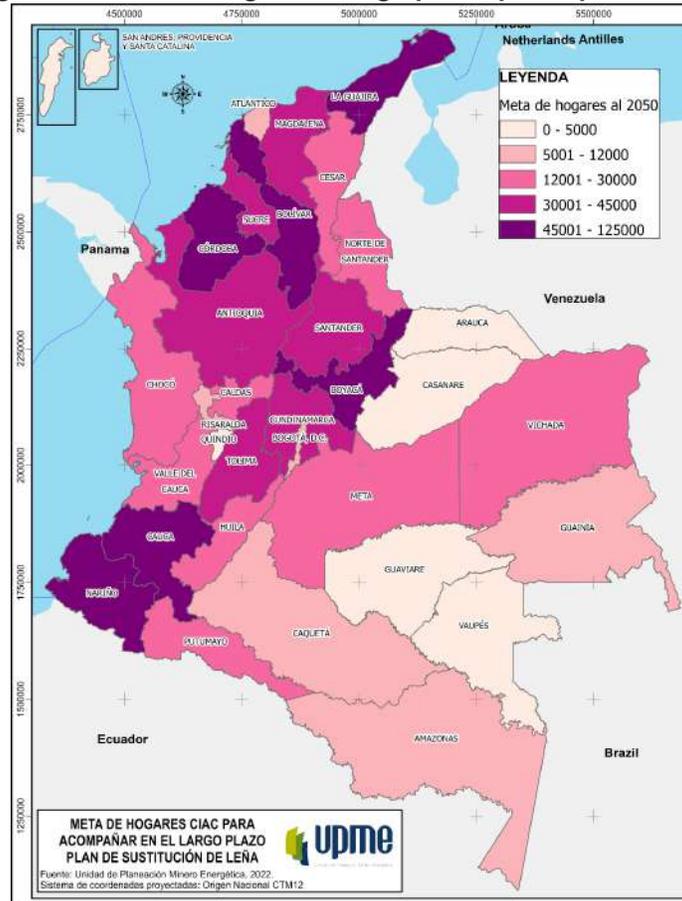
Gráfica 19. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - largo plazo.



Fuente: UPME (2022).

En relación con el acompañamiento por parte del Estado para fomentar la sustitución progresiva del uso de CIAC, se espera que en el horizonte 2031 - 2050 se llegue a un estimado de 962.000 hogares restantes, para así cubrir los cerca de 1'691.000 hogares que de acuerdo con la ECV (DANE 2021) se estima que consumen CIAC, agrupados en las tres categorías definidas en la línea base. La distribución regional del acompañamiento a realizar se presenta en la figura 19.

Figura 19. Meta de hogares a largo plazo, por departamento.



Fuente: UPME (2022).

Como se puede observar, en el largo plazo la estrategia de acompañamiento a la sustitución de CIAC deberá concentrarse en departamentos como Nariño, Cauca, Boyacá, Bolívar, Córdoba y la Guajira, donde se espera acompañar a un estimado de entre 45.000 y 125.000 hogares por departamento.

6. ACCIONES ESTRATÉGICAS Y PLAN DE ACCIÓN

El presente capítulo integra los pilares, objetivos y acciones estratégicas que componen el plan de acción para alcanzar la visión propuesta, consistente en que a 2030 Colombia se constituya como referente internacional en la aplicación de una ruta integral para la sustitución del uso de leña y otros CIAC utilizados para cocinar, en beneficio de la calidad de vida de la población nacional, y en que a 2050 todos los hogares del país cuenten con una alternativa energética limpia y eficiente para la cocción de alimentos.

En este propósito, se han definido cuatro pilares que constituyen las áreas estratégicas de acción de la política pública para la sustitución del uso de CIAC para cocinar en el territorio nacional (ver Figura 20), los cuales guardan consonancia con los pilares establecidos en el Plan Energético Nacional 2020 - 2050, elaborado desde la UPME, con posibles vías para alcanzar la transformación energética que habilita el desarrollo económico del país (UPME, 2021).

Figura 20. Pilares para la sustitución de leña y otros CIAC utilizados para cocinar



Fuente: UPME (2022)

Cada pilar se desagrega en objetivos y acciones estratégicas que fueron el resultado de diversos espacios de construcción colectiva, que tuvieron lugar en varias regiones del país entre los años 2019 y 2022, con la participación de instituciones del orden nacional, regional y local, así como de empresas del sector energético, representantes de la academia y de comunidades locales. Particularmente se retroalimentó una versión consolidada del plan de acción en el taller multi-actor desarrollado en el municipio de Pasto (Nariño), en noviembre de 2022.

A continuación, se presentan los objetivos y acciones estratégicas propuestas para cada pilar; en el **Anexo 5** se encuentra una matriz con un mayor detalle.

6.1. Acciones estratégicas Pilar 1

El primer pilar está orientado en el mejoramiento de la cobertura y de las condiciones de acceso a los energéticos limpios para cocinar. Se parte de la necesidad de que cada territorio reconozca sus potencialidades energéticas, como punto de partida para la selección de alternativas seguras y confiables para sustituir el uso de CIAC en la cocción de alimentos, y a que dicha selección tenga en cuenta, además, el análisis de las condiciones de infraestructura sectorial y de los aspectos socioculturales, económicos, ambientales y de capacidad financiera necesarios para el desarrollo de proyectos, con opciones viables y sostenibles para la sustitución de combustibles considerados altamente contaminantes para cocinar. En la Tabla 7 se presentan los objetivos y acciones estratégicas planteadas para el primer pilar.

Tabla 7. Objetivos y acciones estratégicas del Pilar 1

Pilar 1: Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
1.1 Proponer una metodología que permita identificar soluciones más eficientes para la sustitución del uso de CIAC, atendiendo a la visión y las particularidades territoriales.	<p>1.1.1 Formular y validar una metodología para la priorización de alternativas viables de sustitución de CIAC para cocinar, orientada a soluciones en territorios rurales de nivel municipal.</p> <p>1.1.2 Diseñar y poner a disposición del país una herramienta informática que facilite el análisis costo beneficio de potenciales proyectos orientados a la sustitución del uso de leña y otros CIAC para cocinar.</p>
1.2 Promover el aprovechamiento de las potencialidades energéticas territoriales para sustitución de CIAC en la cocción doméstica de alimentos.	<p>1.2.1 Caracterización del uso de leña y otros CIAC para cocinar y diagnóstico del potencial energético para su sustitución en regiones priorizadas del país (incluye el abordaje de condicionantes ambientales, sociales, económicos y político institucionales para impulsar el aprovechamiento de combustibles alternativos a los CIAC), así como para identificar barreras en la ampliación de cobertura y en el acceso a energéticos limpios para cocinar.</p> <p>1.2.2 Diseñar y poner en marcha una estrategia de acompañamiento técnico dirigida a las empresas distribuidoras y/o comercializadoras tanto de gas combustible como de energía eléctrica, para promover alternativas de ampliación de cobertura del servicio a los municipios con mayores niveles de uso de CIAC, así como para acompañar la estructuración de proyectos piloto para sustitución de CIAC a nivel municipal.</p>
1.3 Plantear estrategias financieras para el acceso sostenible a combustibles limpios para la cocción doméstica de alimentos.	<p>1.3.1 Identificación de posibles fuentes de financiación para la sustitución de CIAC, que incluyan la ampliación de la cobertura de energéticos limpios, instalaciones internas y estufas en los hogares, fomento del consumo eficiente de energéticos limpios, así como para financiar otras estrategias ambientales y socioculturales complementarias para impulsar la sustitución de manera sostenible.</p> <p>1.3.2 Desarrollo de una caja de herramientas orientada a facilitar el acceso a información sobre fuentes de financiamiento, estructuración de proyectos y gestión interinstitucional para la sustitución de CIAC.</p> <p>1.3.3. Desarrollar la reglamentación requerida y los mecanismos necesarios para la ampliación de los subsidios al GLP por cilindros, en el marco del artículo 6 de la Ley 2128 de 2021, así como las herramientas establecidas para apoyar la financiación de las conexiones internas a gas combustibles, en el marco del Programa de Sustitución de Leña, Carbón y Residuos por Gas Combustible definido en el artículo 7 de la misma Ley.</p> <p>1.3.4 Promover y reglamentar fuentes de financiación y</p>

Pilar 1: Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
	aspectos técnicos necesarios para el fomento al aprovechamiento del biogás como combustible para la sustitución de CIAC para cocinar.

Fuente: UPME 2022

6.2. Acciones estratégicas Pilar 2

En alineación con los compromisos nacionales de reducción del 51% de las emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y de alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, en el segundo pilar se plantean acciones estratégicas orientadas a la reducción de la deforestación asociada al uso de la leña para cocinar, a la promoción de la economía circular y a la eficiencia energética, así como a la contabilización de las reducciones de emisiones de CO2 derivadas de la sustitución en el uso de la leña y otros combustible altamente contaminantes para cocinar. Los objetivos y metas asociados al segundo pilar se observan en la Tabla 8.

Tabla 8. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 2

Pilar 2: Mitigación de emisiones contaminantes y adaptación al cambio climático	
Objetivos	Acciones
2.1 Contribuir al cumplimiento de los compromisos nacionales de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, contabilizando la reducción de emisiones resultado de la sustitución del uso de CIAC para cocinar.	2.1.1 Fortalecer las herramientas metodológicas, la capacidad técnica y la infraestructura disponible para la medición, reporte y verificación de las reducciones de emisiones y beneficios múltiples como resultado de la sustitución del uso de CIAC para cocinar. 2.1.2 Establecer líneas base regionales y seguimientos periódicos a las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes críticos asociados al uso de CIAC para cocinar
2.2. Implementar mecanismos de articulación interinstitucional para desincentivar la deforestación derivada del uso de leña y carbón de leña como combustibles para la cocción de alimentos.	2.2.1 Establecer una ruta de trabajo articulada con las entidades del SINA, buscando incorporar y priorizar la sustitución gradual del uso de leña y carbón de leña en aquellas zonas con amenaza por la deforestación antrópica.
2.3 Impulsar la economía circular en cuanto a la transformación y aprovechamiento de residuos con potencial energético y su utilización	2.3.1 Acompañar la estructuración de proyectos piloto para el aprovechamiento de biogás como combustible para cocinar.

Pilar 2: Mitigación de emisiones contaminantes y adaptación al cambio climático	
Objetivos	Acciones
como combustible para la cocción de alimentos.	2.3.2 Acompañar los desarrollos reglamentarios y fomentar los avances tecnológicos requeridos para el aprovechamiento de bioenergía generada en los rellenos sanitarios, plantas de aprovechamiento de aguas residuales, plantas de procesamiento industrial y demás fuentes de residuos con potencial valor energético.

Fuente: UPME (2022).

6.3. Acciones estratégicas Pilar 3

El tercer pilar está orientado a mejorar la viabilidad técnica y económica de las alternativas energéticas limpias para cocinar en las diferentes regiones del país. En este sentido, se busca contribuir en la producción, transferencia y uso de nuevas tecnologías y conocimiento para promover soluciones tecnológicas innovadoras, particularmente en lo relacionado con el aprovechamiento del biogás y la energía eléctrica fotovoltaica. Estas acciones estratégicas están enfocadas en propiciar rutas para fomentar la investigación, innovación y desarrollo conjunto, que lleven a la implementación de tecnologías viables y sostenibles en las realidades de los territorios. Los objetivos y metas del tercer pilar se observan en la Tabla 9.

Tabla 9. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 3

Pilar 3: Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
3.1 Desarrollar estrategias para estimular tanto la producción de energéticos limpios, como el desarrollo de tecnologías eficientes usados para la cocción de alimentos	3.1.1 Fortalecer y articular líneas de investigación orientadas al aprovechamiento sostenible tanto de las potencialidades energéticas de los territorios, como de nuevas posibilidades tecnológicas para el uso eficiente de energéticos limpios para cocinar. 3.1.2 Promover la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento y uso final de energéticos para la sustitución de CIAC.
3.2 Incentivar la innovación del mercado de tecnologías y energéticos para cocinar, por medio de instrumentos financieros y tributarios (innovaciones en relación con el aprovechamiento de combustibles limpios y el uso de artefactos más eficientes para cocinar).	3.2.1 Promoción de alianzas estratégicas público privadas para masificar el uso de nuevas tecnologías en el aprovechamiento y transporte de energéticos limpios.

Pilar 3: Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
	3.2.2 Incentivar la producción o importación de artefactos para cocinar que hagan uso de energéticos limpios o más eficientes.
3.3 Estructurar un sistema de monitoreo sobre el uso de CIAC que permita efectuar seguimiento al proceso de sustitución y que brinde información útil para la formulación de proyectos de ampliación de cobertura de combustibles limpios para cocinar y para el acompañamiento a los usuarios en la adopción de las nuevas tecnologías.	3.3.1 Diseño y puesta en marcha de sistema de monitoreo sobre el uso de CIAC en el país. 3.3.2 Desarrollar una estrategia para el acompañamiento en la adopción de nuevas tecnologías dirigidas a los usuarios objeto de la sustitución.

Fuente: UPME (2022).

6.4. Acciones estratégicas Pilar 4

El cuarto pilar está enfocado en la articulación interinstitucional y en el desencadenamiento de un cambio cultural en cuanto a la percepción que tienen las comunidades rurales sobre las consecuencias derivadas del uso de leña y otros CIAC para cocinar. En este sentido se propone el desarrollo de acciones estratégicas orientadas a la protección de la salud y a la transformación cultural con enfoque diferencial de género y étnico, a fin de contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de los hogares en Colombia y en particular de las mujeres y niños, reconociendo la diversidad étnica y cultural de los grupos poblacionales sujetos de programas de sustitución.

En consecuencia, una concepción holística del proceso de sustitución de combustibles de uso ineficiente para cocinar implica contemplar una intervención integral a la política pública desde los diferentes sectores que convergen en las soluciones que demanda la sustitución, focalizada en la población más vulnerable por condiciones de pobreza y bajo principios de coordinación, concurrencia y subsidiaridad. En este sentido se plantean acciones y alianzas estratégicas con los sectores con competencias y funciones en temas de interés compartido como eficiencia energética, mitigación del cambio climático, protección de la salud, medio ambiente, acceso a vivienda digna y desarrollo rural integral, entre otros. En la Tabla 10 se presentan los objetivos y metas de las acciones estratégicas propuestas con ocasión del cuarto pilar.

Tabla 10. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 4

Pilar 4: Protección de la salud, tiempo libre para otras actividades y transformación cultural, para la sustitución de CIAC por energéticos limpios y de uso eficiente en la cocción doméstica de alimentos, atendiendo las particularidades regionales con enfoque diferencial.	
Objetivos	Acciones
4.1 Articular esfuerzos intersectoriales que favorezcan el acceso sostenible a energéticos de uso eficiente para la cocción de alimentos, por parte de comunidades y grupos considerados más vulnerables (con énfasis en mujeres y niños), reconociendo las particularidades sociales, económicas y culturales propias de cada región del país.	4.1.1 Mapeo de actores institucionales intersectoriales y conformación de una mesa técnica para promover la sustitución del uso de CIAC para cocinar. 4.1.2 Definición de instancia y mecanismos operativos (secretaría de la mesa técnica), formulación del plan operativo de la mesa técnica y puesta en marcha de una ruta de gestión orientada a la articulación interinstitucional para la sustitución de CIAC. 4.1.3 Formular un documento de política pública (CONPES) orientado a la sustitución del uso de CIAC para la cocción de alimentos
4.2 Alinear esfuerzos entre los sectores de energía, ambiente y salud para prevenir la incidencia de morbilidad y mortalidad asociada al uso de leña y otros CIAC en la cocción doméstica de alimentos.	4.2.1 Identificar y ejecutar acciones conjuntas desde el quehacer misional de las entidades de los sectores salud, ambiente y minero energético, para promover la sustitución sostenible del uso de CIAC y posicionar su incorporación en los planes de acción de las entidades correspondientes.
4.3 Proponer estrategias bajo un enfoque diferencial, para desencadenar la transformación en las prácticas culturales de la población, respecto a las externalidades negativas que conlleva el uso CIAC para la cocción doméstica de alimentos y los beneficios al sustituir por energéticos limpios y de uso eficiente.	4.3.1 Identificar y ejecutar acciones conjuntas desde el quehacer misional para alinear esfuerzos entre las instituciones de los sectores de energía, educación y cultura, orientados a desencadenar la transformación cultural de la población, respecto a las prácticas del uso eficiente de energéticos para la cocción doméstica de alimentos.

Fuente: UPME (2022).

6.5. Mapa de actores y aliados estratégicos para la implementación del PNSL.

Las entidades que configuran el mapa de actores sectoriales e intersectoriales estratégicos para la implementación integral y efectiva del Plan Nacional de Sustitución de Leña y de otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminante para la cocción doméstica de alimentos, han sido identificadas en relación con los pilares rectores del plan.

En este contexto, y teniendo en cuenta que el PNSL representa una propuesta del sector energético colombiano para avanzar en una ruta integral para la sustitución del uso de CIAC

para cocinar, en primera instancia se presenta un listado de entidades sectoriales que, dadas sus competencias, estarían encargadas de liderar la implementación de las acciones de política pública aquí propuestas.

En segunda instancia, se presenta un listado de posibles aliados estratégicos, compuesto por entidades de otros sectores, que en virtud de sus funciones y competencias, es factible establecer alianzas estratégicas, para llevar a los hogares del país que aún consumen leña, alternativas de acceso sostenible a energéticos de uso eficiente y seguros para la salud, con enfoque diferencial de género y étnico.

El presente capítulo integra los pilares, objetivos y acciones estratégicas que componen el plan de acción para alcanzar la visión propuesta, consistente en que a 2030 Colombia se constituya como referente internacional en la aplicación de una ruta integral para la sustitución del uso de leña y otros CIAC utilizados para cocinar, en beneficio de la calidad de vida de la población nacional, y en que a 2050 todos los hogares del país cuenten con una alternativa energética limpia y eficiente para la cocción de alimentos.

En este propósito, se han definido cuatro pilares que constituyen las áreas estratégicas de acción de la política pública para la sustitución del uso de CIAC para cocinar en el territorio nacional, los cuales guardan consonancia con los pilares establecidos en el Plan Energético Nacional 2020 - 2050, elaborado desde la UPME, con posibles vías para alcanzar la transformación energética que habilita el desarrollo económico del país (UPME, 2021).

6.5.1 Actores sectoriales

La aplicación de la ruta integral con los pilares, objetivos y acciones propuestas para la sustitución de los CIAC por combustibles limpios para cocinar como el GLP, el gas natural, la energía eléctrica y el biogás debe estar liderada desde las instituciones del sector energético encargadas de la formulación y ejecución de la política pública. En este sentido se identifican las siguientes instituciones:

- **Ministerio de Minas y Energía - Minenergía:** Como entidad rectora del sector, encargada de orientar el uso y la regulación de los recursos energéticos del país y de garantizar su abastecimiento.
- **Unidad de Planeación Minero Energética - UPME:** Como entidad responsable de la planeación sectorial, formulando en este caso el Plan Nacional de Sustitución de Leña y otros CIAC para cocinar, encargada de administrar la información del sector, apoyar la realización de estudios que soportan la formulación de política sectorial y de evaluar los proyectos candidatos a los fondos de apoyo financiero para los sectores de energía eléctrica y gas combustible.
- **El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas - IPSE:** Como entidad responsable de proveer soluciones efectivas para el suministro de energía de manera sostenible en zonas no interconectadas del país.

- **El Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía - FENOGE:** Encargado de financiar, gestionar y ejecutar planes, programas y proyectos orientados a mejorar la eficiencia energética y el uso de fuentes no convencionales de energía en el país.
- **Gremios y empresas productoras, transportadoras, distribuidoras y comercializadoras de gas combustible en Colombia:** Encargadas del desarrollo de proyectos orientados a la expansión de cobertura y a la prestación del servicio público en los diversos municipios del país.
- **Gremios y empresas generadoras, distribuidoras y comercializadoras de energía eléctrica:** Responsables de ejecutar proyectos de expansión de cobertura de energía eléctrica y de la prestación del servicio en los municipios del país.

6.5.2 Aliados estratégicos intersectoriales

Los actores intersectoriales identificados como aliados estratégicos para la construcción de sinergias y posibles alianzas institucionales en procura de una implementación integral y efectiva del Plan de Sustitución de Leña se alinean en el objetivo común de mejorar la calidad de vida de los hogares que consumen leña, bajo los principios de coordinación, concurrencia y subsidiariedad. Entre estas entidades se encuentran las relacionadas con los sectores de salud, ambiente, vivienda, agricultura, educación y cultura, las cuales se relacionan a continuación.

- **Departamento Nacional de Planeación - DNP:** Le corresponde liderar la formulación del Plan Nacional de Desarrollo; analiza los subsidios a los servicios públicos y evalúa los requerimientos de inversión pública con miras a determinar el Presupuesto Nacional. De igual manera armoniza los planes sectoriales con el Plan Nacional de Desarrollo y lidera en conjunto con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC el Catastro Multipropósito.
- **Ministerio de Salud - Minsalud:** Siendo el mejoramiento en las condiciones de salud de las familias afectadas por el consumo de leña, el pilar y eje de la estrategia para la sustitución de leña a largo plazo, es fundamental la participación del Minsalud en las etapas siguientes del programa en temas como la concientización de los impactos del consumo de leña en la salud de las familias, en particular de las mujeres y los niños.
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente:** Como entidad responsable de administrar los recursos naturales a lo largo del territorio nacional, liderar la lucha contra la deforestación e impulsar el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones y de carbono neutralidad del país. El Minambiente resulta un aliado estratégico para incentivar el aprovechamiento de la biomasa y la producción de biogás, así como para el recambio de fogones de leña por estufas ecoeficientes, en cumplimiento de las metas establecidas por la Ley 2169 de 2021.

- **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - Minvivienda:** Como responsable de liderar los programas de vivienda rural, en las cuales se deben incorporar elementos de diseño orientados al uso eficiente de la energía; además como responsable de incorporar elementos de economía circular y aprovechamiento energético de los residuos sólidos municipales y de las aguas servidas.
- **Ministerio de Agricultura:** Como responsable de la ejecución de acciones orientadas al aprovechamiento del biogás derivado de la biomasa residual de los procesos agroindustriales, en cumplimiento de la Ley 2169 de 2021.
- **Ministerio de Trabajo y SENA:** La sustitución del uso de CIAC para cocinar debe acompañarse de un ejercicio educativo y formativo para el diseño e instalación de soluciones energéticas en temas como Estufas Eficientes, Biogás y Energías Renovables, orientadas a atender las necesidades de cocción de alimentos y calefacción de las viviendas.
- **Ministerio de Educación:** Aliado estratégico para promover cambios culturales respecto del uso eficiente de la energía desde la formación escolar.
- **Agencia de Renovación del Territorio:** Como entidad responsable de coordinar la intervención de entidades nacionales y territoriales en zonas rurales más afectadas por el conflicto y priorizadas por el Gobierno nacional, a través de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial.
- **Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones:** Su participación se considera clave para la transformación cultural y tecnológica que conlleva la implementación del PNSL.
- **Autoridades Ambientales Regionales:** En cumplimiento de sus funciones de administración de los recursos naturales en territorio, controlar la deforestación, promover la descontaminación ambiental y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Alcaldías y Gobernaciones:** Responsables de la gestión de recursos y de la estructuración de proyectos de ampliación de cobertura energética en sus territorios.

7. PRINCIPALES IMPACTOS ESPERADOS

Este capítulo describe algunos de los principales impactos que se aspira alcanzar sobre el bienestar de los hogares rurales con la implementación del PNSL. Tal como se manifestó en el Capítulo 5 de este documento, se visualiza que al año 2050 todos los hogares rurales del país cuenten con una alternativa para sustituir la utilización de CIAC en la cocción doméstica de sus alimentos, lo cual implica alcanzar la meta de dotar con una opción energética limpia para cocinar a los aproximadamente 1'377.000 hogares que, de acuerdo con la ECV (DANE 2021), se estima que tienen la leña u otro CIAC como única fuente energética para cocinar. Dicha meta se alcanzaría de manera progresiva, llegando al 11,6% de los hogares mencionados al año 2026, al 39,3% en el año 2030 y al 100% en el año 2050.

Los análisis indicativos de viabilidad realizados con información secundaria de nivel departamental, evidencian que, bajo las condiciones actuales, resulta apropiado proyectar a 2050 la sustitución con redes de gas natural en cerca del 29,3% de los hogares antes señalados, con gas licuado de petróleo en cerca del 37%, energía eléctrica en aproximadamente el 22,9% y biogás en cerca del 10,8% de los hogares que actualmente solo cuentan con leña u otro energético altamente contaminante para cocinar, tal como se muestra en la figura 20.

Gráfica 20. Alternativas para los hogares con la implementación del plan.

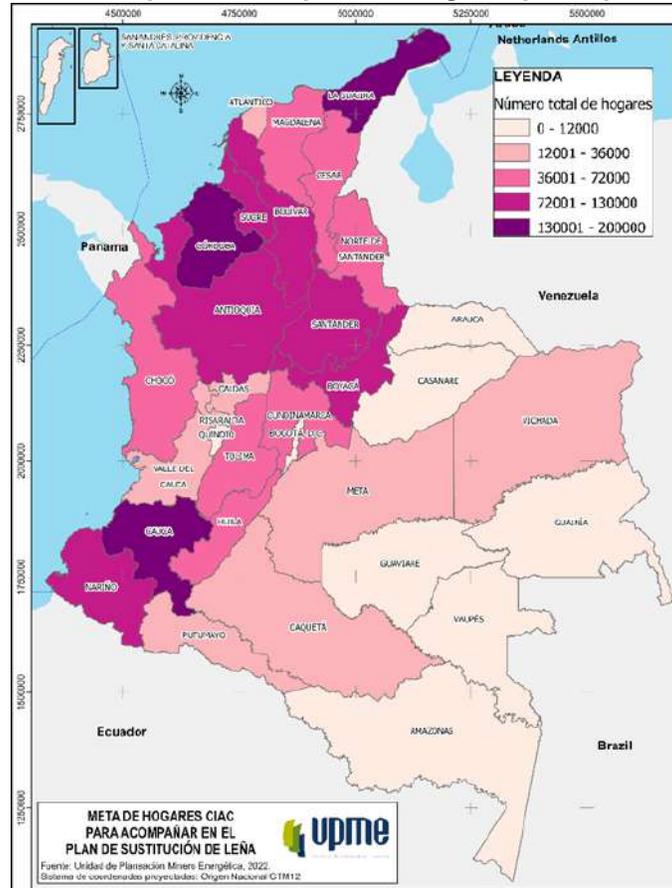


Fuente: UPME (2022).

De manera paralela, se espera que con la ejecución del plan de acción propuesto en el Capítulo 6 de este documento, se logre llegar a los cerca de 1'691.000 hogares que actualmente utilizan leña u otros CIAC como energético principal o secundario para cocinar (ECV, DANE 2021), y que se localizan en todo el territorio nacional. El acompañamiento se realizaría de manera focalizada en aquellas zonas del país en las cuales se registra mayor

intensidad en el uso de combustibles ineficientes (ver Figura 21), de manera progresiva en la medida que vayan contando con la alternativa energéticamente limpia para cocinar.

Figura 21. Acompañamiento para los hogares por departamento.



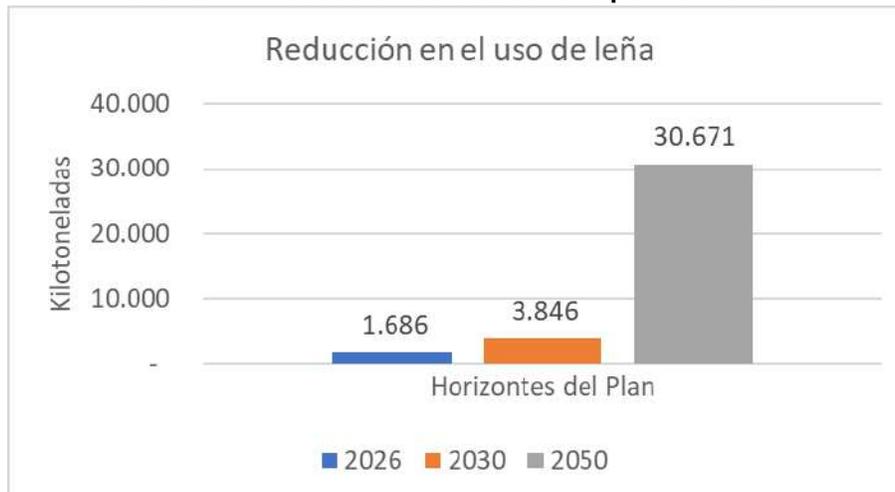
Fuente: UPME (2022).

Se espera que en el año 2026 se logre acompañar en el proceso de sustitución al 13% de los hogares CIAC, al 2030 alcanzar el 40% y al año 2050 lograr el 100%. A continuación, se describen algunos impactos esperados del proceso de sustitución de leña y otros CIAC en la cocción doméstica de alimentos.

7.1. Reducción en el uso de leña para la cocción en los hogares

Con la implementación del plan, para el año 2026 se espera reducir el consumo nacional de leña para la cocción doméstica de alimentos hasta en 1,7 millones de toneladas; entre 2027 y 2030 hasta en 3,9 millones; y entre 2031 y 2050 hasta en 30,7 millones. En total, al 2050 se espera dejar de quemar hasta 36,2 millones de toneladas de leña. Ver Gráfica 25.

Gráfica 21. Reducción del uso de leña por horizonte.



Fuente: UPME (2022).

7.2. Emisiones de GEI evitadas por cocción en los hogares

Con la implementación del plan, al año 2026 se espera evitar emisiones de CO₂eq generadas en la cocción doméstica de alimentos hasta en 4,1 millones de toneladas; entre el 2027 y el 2030 hasta en 5,5 millones; y entre el 2031 y 2050 hasta en 27,7 millones. En total, al 2050 se espera evitar emisiones de CO₂eq hasta en 37,4 millones de toneladas. Ver Gráfica 26.

Gráfica 22. Emisiones evitadas por horizonte.

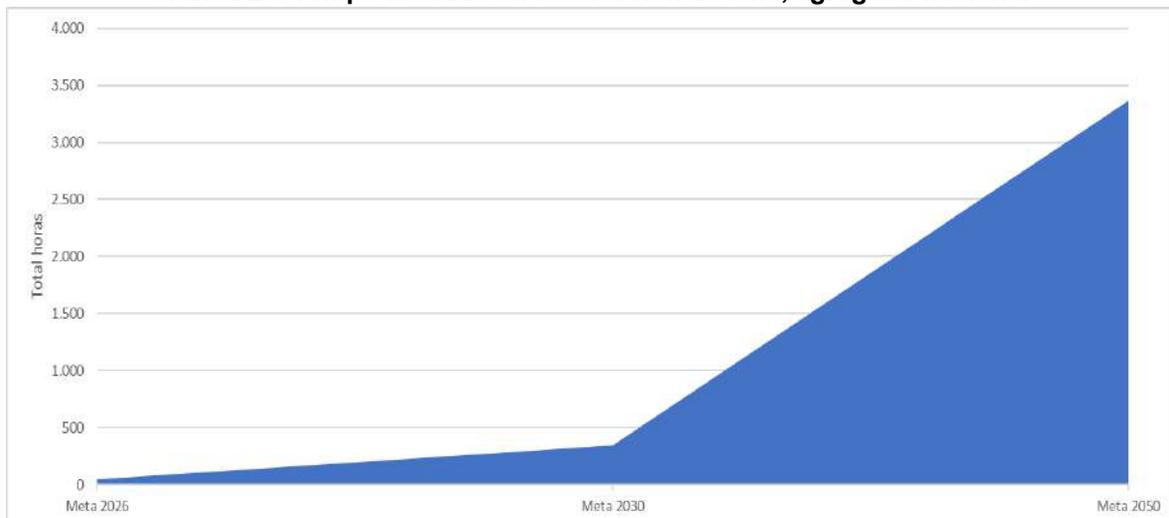


Fuente: UPME (2022).

7.3. Ahorros en tiempos de recolección de leña

Tal como se describe en el Tomo II de este plan, en promedio los hogares rurales que utilizan leña para cocinar destinan 14 horas mensuales a su recolección, tiempo que representa un costo de oportunidad en términos de dedicación a otras actividades productivas o de ocio o de cuidado del hogar. En cifras agregadas se estima que con la sustitución del uso de leña para cocinar, de manera progresiva los hogares podrían liberar un promedio de hasta 120 millones de horas al año para otras actividades.

Gráfica 23. Tempo liberado en recolección de leña, agregado nacional



Fuente: UPME (2022).

7.4. Valoración económica de los beneficios por sustitución de CIAC

La sustitución en el uso de leña y otros CIAC para cocinar se traduce, entre otros, en los impactos señalados en los puntos anteriores, los cuales a su vez se reflejan en la reducción de las externalidades negativas que representa para la población el uso ineficiente y altamente contaminante de combustibles para cocinar. La reducción de dicho tipo de externalidades se puede cuantificar desde el punto de vista económico, sobre lo cual a continuación se presentan unas estimaciones preliminares.

En primera instancia, con la sustitución progresiva de energéticos limpios para cocinar se estima que se dejarán de consumir cerca de 36,2 millones de toneladas de leña entre los años 2023 a 2050, lo cual equivale a un promedio de 1,29 millones de toneladas de leña al año. Un cálculo grueso, asumiendo un rendimiento de 400 toneladas de madera por hectárea, indica que anualmente equivaldría a deforestar un equivalente cercano a las 3.200 hectáreas anuales de bosque, lo cual a su vez representa un beneficio para la

sociedad de cerca de \$ 11 mil millones de pesos¹⁸, representado en la conservación de servicios ecosistémicos como captura de CO₂, retención de nutrientes, control de erosión y sedimentos y regulación hídrica (entre otros). Ver anexo 4 para mayor detalle.

El segundo beneficio para la sociedad de la sustitución del uso de leña y otros CIAC para cocinar, tiene que ver con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, medida en términos de toneladas equivalentes de CO₂. Como se mencionó anteriormente, se espera evitar emisiones de CO₂eq hasta en 37,4 millones de toneladas entre los años 2023 a 2050, lo cual estimado económicamente a partir del valor por tonelada equivalente fijado para Colombia en \$17.211 COP/ tonelada de CO₂¹⁹ que regula el impuesto al carbono, equivale a un valor anual de alrededor de \$150 mil millones de pesos.

En términos de liberación del tiempo, como se mencionó anteriormente, bajo un escenario optimista se estima que con la implementación del plan en Colombia los hogares que utilizan leña dispongan de 14 horas mensuales para actividades productivas, lo que significa un ingreso mensual estimado de \$70.000 pesos; haciendo un análisis de posibilidades de uso productivo del tiempo, esto implicaría un costo de oportunidad representado en un ingreso máximo aproximado de \$600.000 mil millones anuales para la totalidad de hogares que implementen la sustitución del uso de la leña para cocinar.²⁰

Finalmente, el uso de leña para cocción está asociada al incremento de la morbilidad de la población, especialmente por infecciones agudas en el tracto respiratorio como también al desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas, en particular con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en menores de 5 años y en mujeres adultas mayores de 30 años. También se asocia a la incidencia en Enfermedad Obstructiva Pulmonar Crónica (EPOC) en mujeres mayores de 30 años. En este contexto, se estima que anualmente se enferman alrededor de 341.000 niños menores de 5 años y cerca de 453.000 mujeres adultas mayores de 30 años por el uso de leña en Colombia, con un valor económico que se ha estimado en cerca de \$164.000 millones de pesos anuales (ver Anexo 4 para mayor detalle)

De acuerdo con las cifras mencionadas en los párrafos anteriores, se estima que la sustitución en el uso de leña y otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes para la cocción doméstica de alimentos podría representar anualmente para el país un beneficio aproximado de \$925 mil millones de pesos, representados en ahorro en costos por reducción de externalidades, tal como se resume en la siguiente tabla (ver Anexo 4 para mayor detalle)

¹⁸ Valor calculado a partir de la herramienta de ACB de la UPME “Contrato UPME 071 de 2021” Viable S.A.S

¹⁹ \$17.211 \$COP/tonelada de CO₂ Impuesto al carbono Colombia (Ley 1819 de 2016) Resolución 000019 de 2022 DIAN.

²⁰ Para este cálculo se asume que el tiempo dedicado a la recolección de leña representa un costo de oportunidad para los hogares, el cual puede ser utilizado hasta en un 100% en el desarrollo de otras actividades productivas remuneradas tomando como referencia el valor del jornal en zonas rurales del país de aproximadamente \$40.000 por día - año 2022.

Tabla 11. Beneficios económicos anuales estimados por la sustitución de leña y otros CIAC

Beneficio económico por la sustitución de CIAC	Valor Estimado (Millones de pesos anuales)
Conservación de servicios ecosistémicos por reducción de la deforestación	\$11.000
Reducción de emisiones equivalentes de CO2 por quema de CIAC	\$150.000
Ahorro en tiempos de recolección de leña	\$600.000
Potencial ahorro en costos de morbilidad asociada a la cocción con leña	\$164.000
TOTAL ANUAL	\$925.000

Fuente: UPME (2022).

Las cifras presentadas representan un argumento relevante para impulsar la puesta en marcha de las acciones estratégicas presentadas en este plan, puesto que los impactos de su implementación beneficiarán directamente a la población menos favorecida localizada principalmente en las zonas rurales del país, tal como se evidencia en el diagnóstico con enfoque territorial contenido en el Tomo II del plan.

CONCLUSIONES

Los análisis efectuados a partir de la encuesta de calidad de vida (DANE, 2021) permiten estimar que alrededor del 10% de los hogares del país usan leña u otro CIAC para cocinar alimentos, lo cual corresponde a cerca de 1,6 millones de hogares, de los cuales el 92% se ubican en zonas rurales. Aproximadamente 1,4 millones de hogares cuentan únicamente con un CIAC para cocinar. Los departamentos en donde se registra mayor consumo de estos combustibles para cocinar son Córdoba, Cauca, Nariño y La Guajira. Así mismo, los departamentos que registran un mayor porcentaje de hogares que cocinan con estos combustibles son Vaupés, Guainía, Vichada, La Guajira y Amazonas.

El uso de CIAC para cocinar alimentos en los hogares colombianos se asocia principalmente a condiciones de pobreza multidimensional, especialmente en las zonas rurales, a bajos niveles de cobertura para el acceso a gas combustible, a prácticas culturales y a la disparidad entre los costos privados percibidos por los hogares en relación con el valor de la leña y el costo social que representan las externalidades derivadas del uso de CIAC, especialmente con respecto al deterioro de la salud, tiempo invertido en la recolección de leña y degradación ambiental.

Las alternativas energéticas viables para la sustitución de CIAC en Colombia son el gas natural, el gas licuado de petróleo, la energía eléctrica, el biogás y las estufas ecoeficientes. De acuerdo con los análisis de viabilidad técnica efectuados, para el 1,4 millones de hogares que no cuentan con combustible alternativo a los CIAC, el gas natural representa una alternativa proyectada para el 29,3% de los hogares, el gas licuado de petróleo para el 37,1%, la energía eléctrica para el 22,9% y el biogás para el 10,8%. Las estufas ecoeficientes son una alternativa de transición, factible para cerca de 315.000 hogares, localizados en las zonas más dispersas del país.

Para que la sustitución de CIAC en los hogares sea exitosa, resulta indispensable realizar un esfuerzo para el acompañamiento y educación durante el proceso por parte del Estado y el sector privado. En este sentido, se requiere de un ejercicio de coordinación interinstitucional que integre esfuerzos desde los sectores educación, salud, trabajo, ambiente, agropecuario y minero energético, así como desde diferentes niveles de gobierno (nacional, departamental y municipal). Igualmente, los gremios empresariales juegan un papel relevante, dado que son dinamizadores positivos para la sustitución del uso de CIAC.

La investigación y desarrollo es clave para la transferencia y promoción de soluciones tecnológicas innovadoras, viables técnica y económicamente para cocinar en los hogares, según las distintas realidades de los territorios, particularmente en lo relacionado con el aprovechamiento del biogás y la energía eléctrica como alternativa para la cocción doméstica.

La sustitución del uso de CIAC se alinea con los compromisos nacionales de reducción del 51% de las emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y de alcanzar la carbono-neutralidad al año 2050. En este sentido, se requieren acciones estratégicas orientadas a la reducción de la deforestación asociada al uso de la leña para cocinar, a la promoción de

la economía circular y a la eficiencia energética, así como a la contabilización de las reducciones de emisiones contaminantes derivadas de la sustitución de CIAC.

Con la implementación del Plan Nacional de Sustitución de Leña se espera disminuir las externalidades asociadas al consumo ineficiente de energéticos altamente contaminantes, con lo cual se valoran beneficios potenciales cercanos a los 925.000 millones de pesos, al año 2022, representados en aspectos asociados a la conservación de los servicios ecosistémicos, reducción de emisiones contaminantes, ahorro en tiempos de recolección de leña y potenciales costos asociados a la morbilidad derivada del uso de leña y otros CIAC para cocinar.

Los anexos del presente documento contienen el desarrollo de la metodología empleada para comparar alternativas. La UPME invita al público interesado a presentar sus comentarios y retroalimentación con respecto a la metodología y los resultados con el fin de analizarlos e incorporarlos en una nueva versión de este documento.

Hasta el momento, la UPME viene recolectando información complementaria que permita llegar a un mayor nivel de detalle que el actual, particularmente en lo relacionado con la caracterización del consumo de leña. Toda información relevante que remita el público interesado será considerada para el avance de los objetivos del Plan Nacional de Sustitución de Leña y su eventual implementación.

FUENTES DE CONSULTA

- Banco Mundial (2015), The state of the global clean and improved cooking sector, technical report. Disponible en:
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/385081467992479462/pdf/96499-ESM-P127219-PUBLIC-Box391453B-ESMAP-State-of-Globa-Clean-Improved-Cooking-sector-Optimized.pdf>
- Banco Mundial (2011), Disponible en:
<http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/documents/Household%20Cookstoves-web.pdf>
- Congreso de la República de Colombia 2016, Ley 1819 de 2016. Disponible en:
Ley 1819 de 2016 - Gestor Normativo - Función Pública (funcionpublica.gov.co)
- Cortés, Alejandra, & Ridley, Ian. 2013, Efectos de la combustión a leña en la calidad del aire intradomiciliario: La ciudad de Temuco como caso de estudio. Revista INVI, 28(78), 257-271. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582013000200008>
- DANE 2022, Cuentas Departamentales. Disponible en:
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2015/Bol_PIB_dptal_2020preliminar.pdf. Consultado septiembre 14 de 2022
- DANE 2021, Encuesta de calidad de vida. Disponible en:
Encuesta nacional de calidad de vida (ECV) 2019 (dane.gov.co)
- DANE 2022, Encuesta de calidad de vida 2021. Disponible en:
Encuesta nacional de calidad de vida (ECV) 2021 (dane.gov.co)
- DANE 2019, Necesidades Básicas Insatisfechas. Disponible en:
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- DANE 2018, Necesidades Básicas Insatisfechas. Disponible en:
Necesidades básicas insatisfechas (NBI) (dane.gov.co)
- DANE 2019, Pobreza Multidimensional. Disponible en:
Pobreza multidimensional 2019 (dane.gov.co)
- DNP 2018, Actualización de la tasa de rendimiento del capital en Colombia bajo la metodología de Harberger.
- DNP 2022, Colombia Potencia Mundial de la Vida. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.

- DNP 2015, Economía del cuidado: revisión de literatura, hechos estilizados y políticas de cuidado.
- DPN (2022), Presupuesto de regalías. Disponible en:
<https://www.dnp.gov.co/Paginas/Presupuesto-de-regalias-2021-2022-incrementa-recursos-a-zonas-productoras-poblacion-pobre-educacion-ambiente-ciencia-tecnol.aspx>
- Elena Golub, Irina Klytchnikova, Gerardo Sanchez-Martinez, Juan Carlos Belausteguigoitia Mario Molina, Banco Mundial 2014, Environmental Health Costs in Colombia: Changes from 2002 to 2010.
- IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. 2022. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. World Bank, Washington DC. © World Bank.
- Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud, Carga de Enfermedad Ambiental (2018), Décimo Informe Técnico Especial. Bogotá, D.C.
- Isaac, S.R. y Nair, M.A (2006) Litter dynamics of six multipurpose trees in a home garden in Southern Kerala, India. Journal of Agroforestry System, 67: 203-213.
- Luzardo, A. (2014). Captura y secuestro de CO2. Recuperado el 26 de julio de 2016, de:
https://imgmarine.files.wordpress.com/2014/01/a_captura-y-secuestro-de-co2.pdf
- Ministerio de Ambiente (2015) Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción de leña.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 690 de 2021. Organización Mundial de la Salud. (2014).
- OMS (2021), Definición de combustibles y tecnologías limpias. Disponible en:
<https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean> Ultimo acceso: agosto 21 de 2022.
- OMS (2014), Directrices sobre la calidad del aire de interiores. Disponible en:
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/144310>
- ONU, Manish A. Desai, Sumi Mehta, Kirk R. Smith (2004) Indoor smoke from solid fuels: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels, Environmental Burden of Disease Series, No. 4
- ONU (2021), Progreso Energético Global. Disponible en:

[https://trackingsdg7.esmap.org/results?p=Access_to_Clean_Cooking&i=Population_without_access_to_clean_cooking_fuels_and_technologies,_millions_of_people_\(Total\)](https://trackingsdg7.esmap.org/results?p=Access_to_Clean_Cooking&i=Population_without_access_to_clean_cooking_fuels_and_technologies,_millions_of_people_(Total))). Último acceso: agosto 21 de 2022

- Ordoñez Caicedo, Carlos. El gran libro de la cocina colombiana. Tomo 9. Ministerio de Cultura Colombia. Pág. 23.
- Pinzón Cárdenas, V. (2019). Medición de la exposición a material particulado, monóxido de carbono y Black Carbon por combustión doméstica de leña en la vereda Los Soches, Usme.
- Ramírez, Correa, et al. (2007) “Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de Piedras Blancas, Antioquia”
- Resolución 000009 de 2020 DIAN
- Resolución 1196 del 2009 de la CAR
- Sociedad Cubana de Física (2016). Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física. Plaza de la Revolución, Cuba: DESOFT
- UPME. (2021). Guía de uso de la herramienta metodología de Análisis Costo-Beneficio aplicada a los planes sectoriales del sector minero energético. Bogotá: UPME.
- UPME, (2022). Documento de Análisis del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica PIEC 2019-2023.
- UPME (2019), Estudio para formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia.
- UPME (2021), Metodología general aplicable a los planes formulados por la UPME para incorporar en ellos el enfoque territorial- Guía Práctica. Producto del contrato de consultoría 069 de 2021 suscrito entre UPME y Jaime Arteaga y Asociados.
- WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- World Health Organization (2022). Household air pollution and health. Consultado en julio de 2022 en: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.
- World Health Organization. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre:

actualización mundial 2005 (No. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02). Organización Mundial de la Salud.

- XM, «Parámetros Técnicos del SIN,» [En línea]. Available: <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>. [Último acceso: 16 octubre 2022]
- Zambrano Bohórquez, D. L. (2017). Concentración de material particulado por combustión de leña en la zona rural del municipio de Santa Sofía, Boyacá.

LISTA DE SIGLAS

ART:	Agencia de Renovación del Territorio
BECO:	Balance Energético Colombiano
CIAC:	Combustibles de uso Ineficiente y Altamente Contaminantes
CO ₂ :	Dióxido de Carbono
CONPES:	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP:	Departamento Nacional de Planeación
ECV:	Encuesta Nacional de Calidad de Vida
EE:	Energía Electricidad
EMC:	Evaluación Multicriterio
FENOGE:	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
GEI:	Gases Efecto Invernadero
GLP:	Gas Licuado de Petróleo
GN:	Gas Natural
GNC:	Gas Natural Comprimido
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IPSE:	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las
MADS:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MME:	Ministerio de Minas y Energía
MVCT:	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
NTC:	Norma Técnica
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PAI PROURE	Plan de Acción Indicativo - Programa de Uso Racional y Eficiente de la
PDET:	Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial
PIEC:	Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica
PND:	Plan Nacional de Desarrollo
PNSL:	Plan Nacional de Sustitución de Leña
SENA:	Servicio Nacional de Aprendizaje
SIN:	Sistema Interconectado Nacional
UPME:	Unidad de Planeación Minero-Energética
VIP:	Vivienda de Interés Prioritario
VIS:	Vivienda de Interés Social
ZNI:	Zonas No Interconectadas

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Compromisos nacionales e internacionales en relación con la sustitución de energéticos contaminantes para la cocción de alimentos.

Tabla 2. Objetivos del Plan.

Tabla 3. Metas por número de hogares en los horizontes.

Tabla 4. Proyección 2023 - 2026 para sustitución de CIAC en el Grupo 1.

Tabla 5. Proyección 2027- 2030 de las alternativas para sustitución en el Grupo 1.

Tabla 6. Proyección 2031- 2050 de las alternativas para sustitución Grupos 1 y 2.

Tabla 7. Objetivos y acciones estratégicas del Pilar 1.

Tabla 8. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 2.

Tabla 9. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 3.

Tabla 10. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 4.

Tabla 11. Beneficios económicos anuales estimados por la sustitución de leña y otros CIAC.

LISTA DE GRÁFICAS

- Gráfica 1. Porcentaje de área rural con cobertura de combustibles limpios para cocinar.
- Gráfica 2. Consumo final de energía en el sector residencial (2021).
- Gráfica 3. Uso de energéticos para cocción doméstica, a nivel nacional.
- Gráfica 4. Consumo energético para cocción doméstica en cabeceras municipales.
- Gráfica 5. Uso de energéticos para cocción doméstica, en centros poblados y rural disperso.
- Gráfica 6. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021.
- Gráfica 7. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021.
- Gráfica 8. Clasificación de hogares que cocinan con CIAC.
- Gráfica 9. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 1.
- Gráfica 10. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 1.
- Gráfica 11. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 2.
- Gráfica 12. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 2.
- Gráfica 13. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 3.
- Gráfica 14. Porcentaje de uso de energéticos alternativos eficientes - Grupo 3.
- Gráfica 15. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 3.
- Gráfica 16. Velocidad de implementación del plan.
- Gráfica 17. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - corto plazo.
- Gráfica 18. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - mediano plazo.
- Gráfica 19. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - largo plazo.
- Gráfica 20. Alternativas para los hogares con la implementación del plan.
- Gráfica 21. Reducción del uso de leña por horizonte.
- Gráfica 22. Emisiones evitadas por horizonte.
- Gráfica 23. Tiempo liberado en recolección de leña, agregado nacional.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en 2021.
- Figura 2. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC en 2021.
- Figura 3. Red física de ductos de gas natural.
- Figura 4. Red virtual de gas comprimido.
- Figura 5. Red virtual de gas natural licuado.
- Figura 6. Red virtual de gas licuado de petróleo.
- Figura 7. Gas licuado por cilindro.
- Figura 8. Red de biogás comunitario.
- Figura 9. Soluciones individuales de biogás.
- Figura 10. Estufa de inducción.
- Figura 11. Estufa eléctrica convencional.
- Figura 13. Viabilidad técnica para la sustitución con GLP, por departamento.
- Figura 14. Viabilidad técnica para la sustitución con gas natural, por departamento.
- Figura 15. Viabilidad técnica para la sustitución con biogás, por departamento.
- Figura 16. Viabilidad técnica para la sustitución con energía eléctrica, por departamento.
- Figura 17. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento.
- Figura 18. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento
- Figura 19. Meta de hogares a largo plazo, por departamento.
- Figura 20. Pilares para la sustitución de leña y otros CIAC utilizados para cocinar.
- Figura 21. Acompañamiento para los hogares por departamento.