



Unidad de Planeación
Minero Energética



20
25

Plan Energético Nacional
2024-2054

Plan Estratégico de **Diversificación Energética**

Versión Preliminar



Ministro de Minas y Energía

Edwin Palma Egea

Director General (E) UPME

Manuel Peña Suárez

Subdirectora de Demanda

Jessica Arias Gaviria

Asesores externos (Diversificación Energética)

Sofía Delgado Ramos

Andrea Lache Muñoz

Cristian David Rodríguez Reyes

Agradecimientos

Laura Flechas Mejía

David Fernando Romero Quete

Héctor Hernando Herrera Florez

Equipo de comunicaciones UPME

Asesora de comunicaciones

Linda Cárdenas Ramírez

Diagramación y diseño

Diego Peñaranda

Versión preliminar

Mayo, 2025

Tabla de Contenido

1. VISIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO DE DIVERSIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	4
2. CONTEXTO INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LA DIVERSIFICACIÓN ENERGÉTICA.	5
3. APUESTAS ESTRATÉGICAS.....	11
4. MAPEO DE ACTORES INVOLUCRADOS.....	25
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. VISIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO DE DIVERSIFICACIÓN ENERGÉTICA

La diversificación energética ha cobrado gran relevancia en el discurso global como estrategia para que las economías alcancen los objetivos de seguridad energética y de emisiones netas de carbono cero en 2050. Históricamente, los combustibles fósiles han tenido una participación fundamental para el desarrollo de Colombia, como consecuencia de objetivos y decisiones que buscaron maximizar el aporte al PIB nacional. No obstante, es importante recalcar que se trata de fuentes no renovables, cuyo agotamiento es inevitable y, más allá de esta preocupación, se suma al panorama un factor aún más apremiante: la crisis climática, cuyas consecuencias ya se han hecho visibles desde hace varios años, afectando en distintos grados a personas, animales y ecosistemas.

Aunque se suele destacar que la matriz eléctrica de Colombia es altamente renovable —con más del 70% de composición hidroeléctrica—, esta representa solo una parte del total de la energía consumida. En 2023, más del 78% del volumen de la matriz energética primaria provino de petróleo, gas natural y carbón; mientras que la hidroenergía aportó apenas un 10% y el restante 12% se dividió entre bioenergía, otras energías renovables y el aprovechamiento de residuos¹ (UPME, 2024). Esta notable dependencia de los combustibles fósiles, junto con la vulnerabilidad inherente del sistema eléctrico ante la variabilidad del recurso hidráulico —especialmente en épocas de sequías cada vez más intensas—, evidencia que Colombia aún no cuenta con una matriz energética con alta participación de fuentes renovables no convencionales, diversificada y resiliente.

En este contexto, la transición hacia una matriz más diversificada y menos dependiente de fuentes fósiles se presenta como una estrategia clave para reducir emisiones, fortalecer la sostenibilidad y responder de manera responsable a los desafíos climáticos y ambientales actuales, en línea con los objetivos del CONPES 4075 de 2022 y con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, que priorizan la Transición Energética Justa y Territorial como un eje central para alcanzar la soberanía energética, la descarbonización y el bienestar colectivo.

El cambio climático es un fenómeno en el que los seres humanos ejercemos influencia y a la vez somos afectados, esto ha motivado a diversas naciones a establecer metas climáticas conjuntas para mitigar sus impactos. Dichas metas se enfocan, en su mayoría, en la reducción progresiva —y eventualmente total— de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Colombia, en particular, ha asumido compromisos climáticos en el marco del Acuerdo de París y sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), alineadas con la Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050), que traza la hoja de ruta hacia una economía

¹ Unidad de Planeación Minero Energética. (2024). *Balance Energético Colombiano – BECO 2023*. <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/BECO.aspx>

carbono-neutral y resiliente al clima, y que posiciona la diversificación energética como uno de los pilares para lograr dicha transformación estructural.

En concordancia con lo anterior, se busca abordar no sólo la dependencia de recursos finitos y el riesgo de desabastecimiento en eventos extremos, sino también la volatilidad de precios en épocas de escasez. Paralelamente, resulta indispensable analizar en detalle cada uno de los sectores en los que la energía desempeña un papel esencial, como el transporte —con sus desafíos particulares—, la cocción de alimentos mediante combustibles CIAC y la infraestructura necesaria para viabilizar la diversificación energética, entre otros.

Aunque Colombia cuenta con un notable potencial en fuentes renovables, la implementación efectiva de estas tecnologías exige considerar dimensiones complementarias como asegurar la seguridad energética, facilitar una transición ordenada para quienes dependen actualmente de la industria de los combustibles fósiles —mediante la generación de empleo, la innovación y el fortalecimiento de capacidades— y garantizar condiciones sociales y ambientales justas son elementos clave para el éxito del proceso.

En este contexto, el presente plan estratégico contempla un sistema energético diversificado, donde las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) desempeñan un papel protagónico. Esto se materializa a través de la integración de un importante volumen de energías renovables y de reducido impacto ambiental, la implementación de tecnologías innovadoras para la optimización del aprovechamiento de recursos tanto locales como nacionales, la promoción del desarrollo regional, la innovación y la participación ciudadana. Adicionalmente, este plan se articula como parte de un conjunto más amplio de planes que orientan el camino hacia una Transición Energética Justa en el marco del Plan Energético Nacional 2024-2054.

2. CONTEXTO INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LA DIVERSIFICACIÓN ENERGÉTICA

Para el año 2023, el 67 % de la energía primaria global seguía atada a los combustibles fósiles² (IEA, 2024), lo que subraya la urgencia de reducir drásticamente las emisiones y cumplir la meta de mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 1.5 °C. Organismos como el IPCC, la IEA y la IRENA insisten en la necesidad de transformar las matrices energéticas, y en la COP 28 varios países —incluido Colombia— se comprometieron a triplicar la capacidad instalada renovable a 2030³ (IRENA, 2024). IRENA proyecta que, para limitar el calentamiento global a menos de 1.5°C en 2050, las energías renovables deberían casi quintuplicarse, pasando de una participación del 16% en 2020 a un 77% en 2050⁴. Además, en 2024 el 92,5 % de las nuevas instalaciones a nivel mundial

² IEA (2024), *World Energy Outlook 2024*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>, License: CC BY 4.0

³ COP28. (2023). *Global Renewables and Energy Efficiency Pledge*. <https://www.cop28.com/en/global-renewables-and-energy-efficiency-pledge>

⁴ International Renewable Energy Agency. (2024). *World Energy Transitions Outlook 2024: 1.5°C pathway* (p. 38). https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Nov/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2024.pdf

correspondieron a fuentes limpias⁵ (IRENA, 2025), un indicador de que la diversificación es una tendencia irreversible.

En este sentido, se presenta una recopilación de las principales fuentes, reconociendo que la oferta y la demanda de energía han estado en constante evolución en respuesta a desafíos históricos —como el crecimiento económico, la búsqueda de autosuficiencia y, más recientemente, la necesidad de enfrentar la crisis climática—, entre otros factores. Vale la pena destacar que esta información se recopiló de manera detallada en el primer Catálogo Tecnológico Colombiano (MME, UPME, DEA, Emergente, 2025)⁶ para un entendimiento profundo de cada una de las tecnologías de generación y almacenamiento de energía.

La energía solar fotovoltaica, con 1.865 GW instalados globalmente⁷ (IRENA, 2025), aprovecha al máximo la irradiación de nuestro territorio: puede desplegarse sobre tejados, en proyectos productivos o en zonas remotas, sin embargo, demanda una superficie considerable y sistemas de respaldo que suavicen sus oscilaciones diarias. De manera complementaria, la eólica costa adentro aprovecha los vientos costeros y su relativamente baja huella de carbono facilita la convivencia con actividades agrícolas si se adoptan diseños que protegen la fauna y la flora. Un paso más allá, la eólica offshore extiende el potencial a alta mar: por una parte las turbinas fijas han alcanzado plena madurez, mientras que los modelos flotantes están en fase de demostración para liberar presión sobre el suelo y elevar aún más el factor de planta.

Cuando se precisa energía firme, la energía nuclear de agua a presión aporta bloques de producción continua y muy seguros, y los reactores modulares pequeños (SMR por sus siglas en inglés) prometen implementaciones más rápidas y flexibles, siempre bajo un marco regulatorio sólido y con un plan de gestión de residuos radiactivos eficiente. La geotermia, con factores de planta superiores al 80 % y un potencial cercano a 1,2 GW⁸ (SGC, 2024) en áreas termales como el Eje Cafetero y el suroccidente colombiano, ofrece otro respaldo constante que exige planificar con cuidado la reinyección de fluidos y cumplir procesos de permisos prolongados.

La versatilidad y la amplia disponibilidad territorial son atributos clave para atender necesidades energéticas en sectores difíciles de descarbonizar. En este contexto, la biomasa —en sus formas húmedas y secas— permite múltiples procesos de transformación (físicos, bioquímicos y termoquímicos) para la generación de electricidad, calor y producción de biocombustibles líquidos y gaseosos. Colombia cuenta con biomasa residual distribuida en toda su geografía, así como potencial para cultivos energéticos, siempre que estos no compitan con la producción de alimentos ni pongan en riesgo la seguridad alimentaria, lo que garantiza un suministro confiable y continuo que, además, fortalece la economía circular y el desarrollo regional.

⁵ International Renewable Energy Agency (2025), *Renewable capacity statistics 2025* (p. 3), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Mar/IRENA_DAT_RE_Capacity_Statistics_2025.pdf

⁶ Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (Marzo 2025). *Catálogo Tecnológico Colombiano*.
<https://www.upme.gov.co/simec/oferta-y-demanda/catalogo-de-tecnologias-de-generacion/>

⁷ International Renewable Energy Agency (2025), *Renewable capacity statistics 2025* (p. 3), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Mar/IRENA_DAT_RE_Capacity_Statistics_2025.pdf

⁸ Servicio Geológico Colombiano. (2024). *Sistema de Información Geotérmica – SIGT°* [Aplicación web].
<https://srvags.sgc.gov.co/jsviewer/SIGT/>

Por otra parte, la capacidad de gestionar la variabilidad de fuentes renovables intermitentes y de descarbonizar sectores donde la electrificación directa es limitada hace que el hidrógeno de bajas emisiones se pueda integrar al sector como un vector energético estratégico. Producido principalmente mediante electrólisis con energía solar o eólica, el hidrógeno permite almacenar y transportar energía limpia, facilitando su integración al sistema energético. Además, aporta significativamente a la reducción de emisiones en el transporte de carga, marítimo y aéreo mediante la producción de derivados como los e-combustibles y el SAF, así como la fabricación de insumos químicos industriales. De manera complementaria, existe un interesante potencial en la integración del hidrógeno con la bioenergía, ampliando aún más las soluciones sostenibles para múltiples sectores.

Es importante destacar que Colombia cuenta con los recursos y el potencial necesarios para desarrollar una cadena de suministro basada en fuentes renovables. Para ilustrar su magnitud, a continuación se presenta una tabla con el potencial estimado de algunas de las fuentes mencionadas⁹ (MinEnergía, 2023). Estos valores permiten visualizar las oportunidades de expansión en cada caso y sirven de referencia para orientar la planificación y priorización de proyectos:

Tabla 1-2. Potencial estimado de Fuentes No Convencionales de Energía Renovables para Colombia

FNCER	Categoría	Capacidad instalable (MW)
Geotermia	Hidrotermales volcánicos	1.170
Hidroeléctrico	PCH ¹⁰ 10-20 MW	4.786
	Hidroeléctricas menores 20-100 MW	8.113
	Hidroeléctricas mayores >100MW	43.129
Eólico	Costa adentro conectado a la red 100 MW	35.000
	Costa afuera fondo fijo	27.200
	Costa afuera fondo flotante	21.600
Solar	PV GD	20.000
	PV conectado a la red 100 MW	8.000.000

Más allá del enorme potencial de la generación fotovoltaica a diferentes escalas, sobresale de la anterior tabla que el recurso eólico —tanto costa adentro como costa afuera— supera la capacidad eléctrica instalada actual de Colombia (20.789 MW¹¹) (XM S.A. E.S.P., 2025), lo que evidencia las oportunidades únicas del territorio para desplegar nuevas tecnologías. Del mismo modo, el notable desarrollo de la generación distribuida apunta no solamente a la posibilidad de mejorar el acceso eléctrico de manera descentralizada, si no que permite

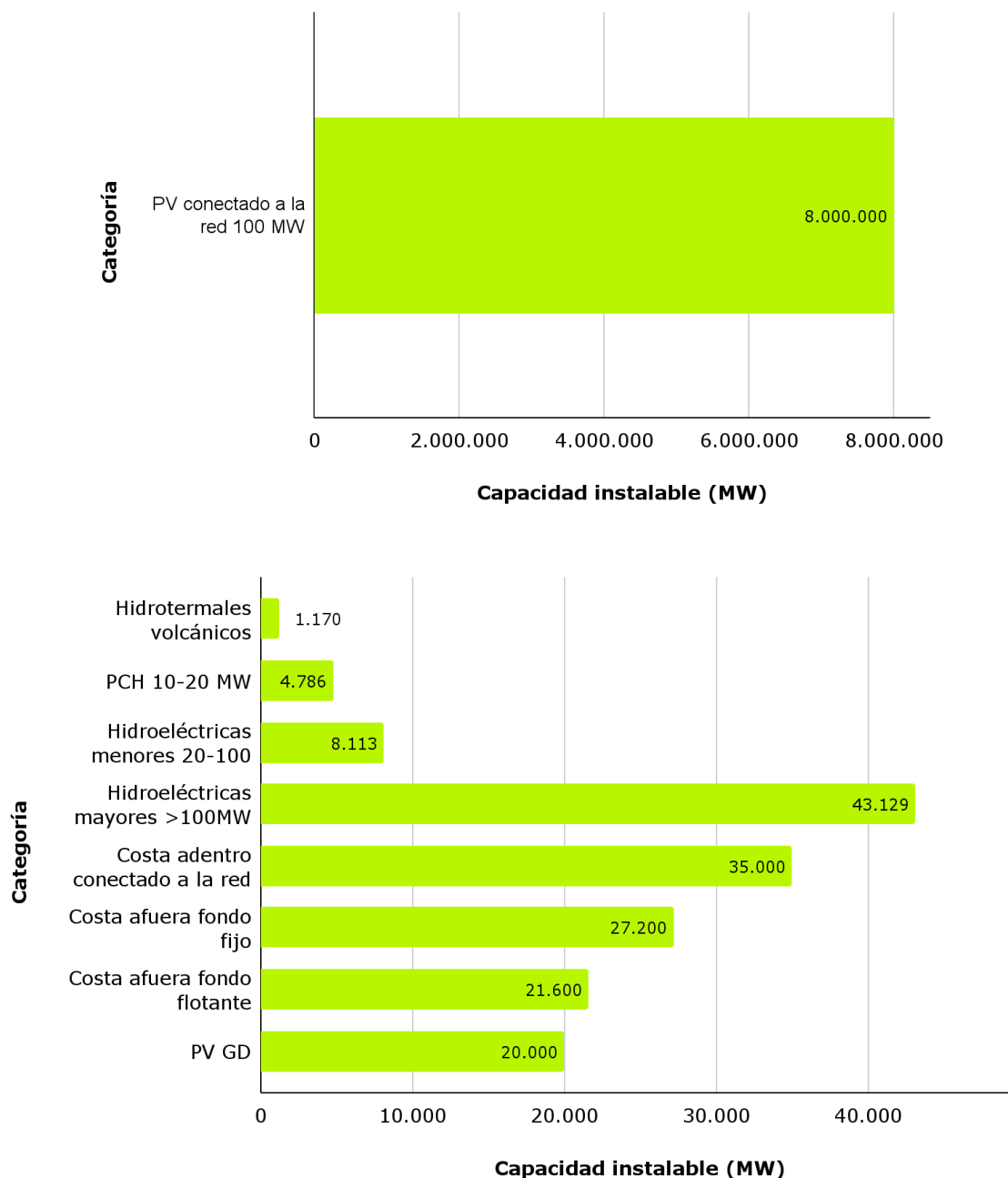
⁹ Ministerio de Minas y Energía. (2023). *Potencial energético subnacional y oportunidades de descarbonización en usos de energía*. *final*.
https://www.minenergia.gov.co/documents/10443/4._Potencial_energ%C3%A9tico_subnacional_y_oportunidades_de_descarbonizaci%C3%B3n_en_uso_zlqm9dM.pdf

¹⁰ A partir de información disponible. La definición más actualizada está dada en el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023, que modificó el numeral 10 del artículo 5o de la Ley 1715 de 2014, definiendo el concepto de Energía de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos Energía como la “obtenida a partir de cuerpos de agua de pequeña escala, instalada a filo de agua y de capacidad menor a los 50 MW”.

¹¹ XM. (2025, 20 de mayo). *Capacidad efectiva neta por tipo de generación*. Paratec.
<https://paratec.xm.com.co/reportes/capacidad-efectiva-neta-tipo-generacion>

además diversificar los actores del mercado eléctrico. El potencial solar a gran escala puede visualizarse en el Gráfico 1-2.a y el resto de los potenciales se pueden comparar en el Gráfico 1-2.b.

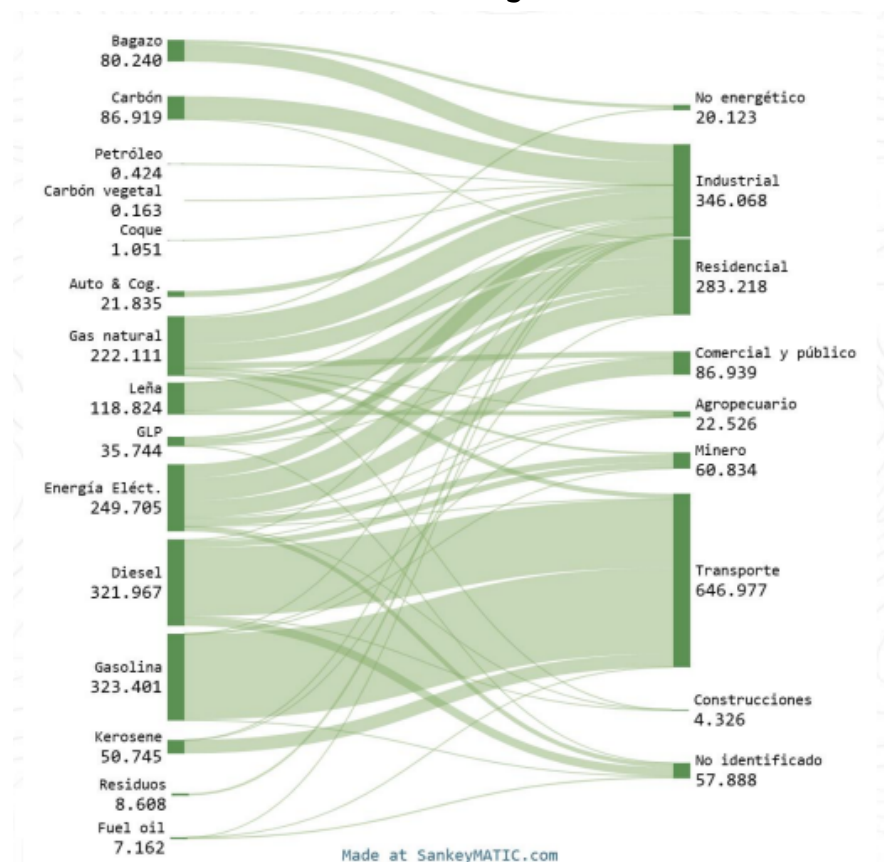
Gráfico 1-2. a y b Capacidad Instalable Fuentes No Convencionales de Energía Renovables para Colombia



Con una capacidad efectiva neta del SIN de aproximadamente 20,8 GW, el parque generador actual de Colombia queda ampliamente superado por el potencial renovable disponible: el recurso eólico suma más de 80 GW instalables entre costa adentro y fondo fijo y flotante; a ello se suman cerca de 56 GW de hidroelectricidad (PCH, medianas y grandes centrales), 1,17 GW de geotermia y casi 20 GW en proyectos solares de generación distribuida. De la gráfica anterior se aprecia que estas capacidades provienen de recursos renovables propios del territorio colombiano, frente a una canasta energética que

todavía depende en gran medida de combustibles fósiles (gráfico 2-2). Con este potencial, sería posible aumentar significativamente la oferta de electricidad para usos finales y avanzar con fuerza en la descarbonización.

Gráfico 2-2. Balance Energético Colombiano



Colombia ha logrado avances significativos en el desarrollo de energías renovables, respaldados por importantes iniciativas lideradas por la Ley 1715 de 2014, que ha enmarcado la política energética alrededor de las Fuentes No Convencionales de Energía – FNCE, incorporando el marco legal y los instrumentos para la promoción de dichas fuentes de energía, y a partir de la cual se han desencadenado otras leyes y documentos regulatorios, constituyendo un ecosistema jurídico con instrumentos tales como incentivos fiscales, tarifas preferenciales y mecanismos de acceso a financiamiento, proporcionando así seguridad y certidumbre a los diferentes actores del sector energético.

En paralelo, iniciativas como el Estallido 6GW, que busca acelerar la adopción de proyectos renovables en el corto plazo, así como las subastas de asignación de obligaciones de energía firme y de cargo por confiabilidad, han logrado despertar el interés inversionista al hacer de los proyectos más atractivos a la banca local e internacional. A la vez, se han intensificado las actividades de cooperación regional, creando sinergias orientadas a la integración de mercados y el intercambio de mejores prácticas para abordar los retos de la transición energética.

En consecuencia, resulta esencial la articulación de esfuerzos entre los sectores público, privado y académico para impulsar esta transición a través de acciones concretas, integrándose con iniciativas de países vecinos en un marco de cooperación regional.

3. APUESTAS ESTRATÉGICAS

En el contexto de la transición energética justa y el compromiso del país con una matriz energética más resiliente, sostenible y baja en emisiones, la diversificación energética se consolida como una prioridad estratégica. Este enfoque busca reducir la dependencia de fuentes convencionales, aprovechar de manera eficiente los recursos disponibles en las distintas regiones del país y fortalecer la seguridad energética en el largo plazo.

Las apuestas que se presentan a continuación están orientadas a habilitar la entrada masiva de FNCE a la matriz energética nacional. Esto se lograría mediante la integración de tecnologías complementarias y la superación de barreras operativas. Asimismo, se busca diversificar los actores del mercado energético, ampliar y complementar la oferta nacional impulsando el aprovechamiento de los recursos renovables, tecnologías emergentes y modelos innovadores de gestión. Con ello, se espera avanzar hacia una matriz más equilibrada, descentralizada y alineada con los objetivos climáticos y de desarrollo del país.

Cabe señalar que, desde este plan estratégico, las acciones recomendadas buscan fomentar el desarrollo de diversas fuentes energéticas que, si bien podrían estar en desventaja en el corto plazo con respecto a otras fuentes de energía, representan oportunidades significativas para la profundización de la transición energética. Además, se incluyen apuestas sobre aquellas fuentes para las que ya existen propuestas en desarrollo, y se prevé que en próximos planes puedan incorporarse nuevas iniciativas orientadas al resto de las fuentes emergentes.

Apuesta estratégica 1	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
Implementar sistemas de almacenamiento a gran escala como soporte a la generación de electricidad en zonas estratégicas, garantizando la estabilidad de la frecuencia ante variaciones en la generación con altos niveles de incertidumbre. Estas tecnologías ofrecen una alternativa segura para la integración de energías renovables al proporcionar flexibilidad en la gestión de	Inicio estimado de implementación
	Inicio en 2026
	Corto plazo (2–5 años) ● Adjudicar las obras pública para instalación de sistemas de almacenamiento mapeadas en la Misión Transmisión¹² (SAEB-001 a SAEB-005). ● Fortalecer marco regulatorio y fiscal: definición de incentivos, tarifas de “servicio de red” y garantías de compensación por servicios de frecuencia. ● Realizar la evaluación ambiental y social de las tecnologías de almacenamiento propuestas, con lineamientos claros para consultas comunitarias.

¹² Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2024). *Plan maestro de modernización y expansión de la infraestructura de transmisión eléctrica – Tomo I: Portafolio estratégico de obras para la modernización del sistema de transmisión nacional*. https://www1.upme.gov.co/siel/Plan_expansin_generacion_transmision/Plan_maestro_modernizacion_Tomo_1.pdf

la oferta y la demanda de electricidad.

- Capacitar al talento local en diseño, operación y mantenimiento de soluciones de almacenamiento mediante alianzas académicas y centros de innovación.

Mediano plazo (5–10 años)

- Integrar los primeros sistemas de almacenamiento de gran escala a la red, focalizados en nodos con variabilidad elevada.
- Desplegar modelos de negocio de “flexibilidad como servicio” que permitan a generadores y distribuidores remunerar el apoyo a la estabilidad de frecuencia y la gestión de picos de demanda.
- Fortalecer la industria local y el encadenamiento productivo, impulsando proveedores de células, inversores y sistemas de control en Colombia.

Largo plazo (10–20 años)

- Diversificar tecnologías de almacenamiento para ofrecer distintos tiempos de respaldo.
- Aplicar el almacenamiento en sectores de difícil electrificación (infraestructura crítica, zonas rurales aisladas, bombeo de agua para riego), mediante sistemas descentralizados y micro-redes híbridas.

Metas específicas

Infraestructura

- Desarrollar el total de obras relacionadas con los SAEB del Plan Maestro: Tomo I - Portafolio Estratégico de Obras para la Modernización del SIN de la Misión Transmisión (SAEB-001 a SAEB-005).
- Movilizar una inversión considerable mediante mecanismos de financiación público-privada.

Capital Humano

- Formar un mínimo de profesionales y técnicos especializados en tecnologías de almacenamiento y gestión de redes inteligentes.

Operación y Seguridad del Sistema

- Reducir los eventos de desvío de frecuencia durante picos de generación renovable para garantizar la estabilidad del SIN.
- Disminuir las interrupciones por desbalance oferta-demanda mediante la automatización de los servicios de carga/descarga de los sistemas de almacenamiento fortaleciendo la seguridad energética.

	Sostenibilidad ● Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector, sustituyendo el respaldo térmico convencional por almacenamiento eléctrico y térmico limpio.
Apuesta estratégica 2	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
Fomentar la integración de sistemas energéticos locales y fortalecer la autonomía de las comunidades en la implementación y gestión de soluciones energéticas, con el fin de construir un sistema energético nacional resiliente, diverso y participativo. Esta apuesta estratégica busca promover el empoderamiento de las comunidades sobre sus propios recursos, incluyendo el impulso a comunidades energéticas como modelos organizativos que permiten convertir los desafíos en oportunidades de desarrollo energético, económico y social. Para ello, resulta fundamental incorporar soluciones contextualizadas, en las que confluyen criterios técnicos y tecnológicos con los saberes, costumbres y prioridades de las comunidades, así como con la sostenibilidad ambiental.	Inicio estimado de implementación Inicio en 2025 Corto plazo (1-10 años) ● Cerrar brechas de acceso mediante el aumento de la cobertura energética de la población nacional, incorporando soluciones multi energéticas¹³. ● Promover la incorporación de 2.000 MW de capacidad en operación comercial de generación de energía eléctrica a partir de FNCE¹⁴, con una importante participación en áreas SIN y ZNI, mediante el fortalecimiento de las comunidades energéticas. ● Implementar proyectos multienergéticos a diferentes escalas en comunidades, entrelazando sistemas como la implementación de sistemas solares fotovoltaicos, la producción de hidrógeno de bajas emisiones, la producción de biometano a partir de residuos agrícolas, entre otros. ● Introducir modelos de comunidades energéticas urbanas, promoviendo la autogeneración y la participación en modelos de generación distribuida, empoderando colectividades en torno a las iniciativas de sostenibilidad. ● Integrar a la red comunidades energéticas que permitan el balance de excedentes entre comunidades cercanas y dar soporte a la red general en periodos de alta demanda, fortaleciendo la ciberseguridad y el control inteligente en todas las redes comunitarias. ● Fortalecer el marco normativo y regulatorio en relación con el desarrollo de comunidades energéticas, en búsqueda de la democratización de la energía mediante el empoderamiento ciudadano. ● Extender modelos de desarrollo alrededor de las comunidades energéticas a los principales centros de consumo en el país, mediante incentivos públicos y simplificación normativa. Fomentar cooperativas

¹³ El Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE) total nacional más reciente se encuentra ubicado en el 92.705%. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2025). Boletín Técnico Cálculo de Índice de Cobertura de Energía Eléctrica ICEE 2023. https://www1.upme.gov.co/siel/Documents/Informes_cobertura/Boletin_ICEE_2023.pdf

¹⁴ Según lo definido en las bases del Plan Nacional de Desarrollo (PND) para el periodo 2022 - 2026.

	energéticas y asociaciones de comunidades para compartir mejores prácticas. ● Integrar el conocimiento técnico y tecnológico con los saberes del territorio para facilitar el desarrollo de proyectos no solamente desde el punto de vista técnico, sino también ambiental y social. ● Formar al menos 1000 gestores energéticos locales y líderes comunitarios en el diseño y gestión de proyectos renovables, con el fin de empoderar a los actores locales en el desarrollo de comunidades energéticas a diferentes escalas. ● Integrar distintas herramientas de reporte de potenciales energéticos por fuente de energía (atlas solar, eólico, de biomasa, etc) para facilitar a las comunidades el acceso y entendimiento de dicha información que les permita contar con el criterio y autonomía para proponer comunidades energéticas acordes a los recursos energéticos disponibles. ● Establecer una hoja de ruta regionalizada para la masificación de ecosistemas energéticos en las diferentes regiones del país. ● Evaluar alternativas de sostenibilidad de los sistemas energéticos regionales y de las comunidades energéticas, como estrategia para impulsar el desarrollo de las economías locales. ● Adoptar plataformas de blockchain para facilitar transacciones de energía P2P interno-externas Mediano plazo (10-20 años) ● Masificar ecosistemas energéticos territoriales en el marco de las comunidades energéticas, maximizando el aprovechamiento de los recursos disponibles, a la vez que se democratiza el acceso a la energía en las diferentes zonas del país. ● Escalar los modelos de comunidades energéticas a localidades rurales y barrios urbanos, logrando su consolidación y empoderando colectivos ciudadanos en la generación y uso eficiente de la energía en su propio ecosistema¹⁵. ● Establecer comunidades energéticas como centros de innovación y empleo local continuados, fortaleciendo la economía rural y urbana sostenible, retornando los beneficios obtenidos a la comunidad mediante la mejora de infraestructuras locales y el empoderamiento de la comunidad.
--	--

¹⁵ La meta establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026 corresponde a la consolidación de 20.000 comunidades energéticas en el territorio nacional.

	Largo plazo (20-30 años) - Consolidar el acceso y la autosuficiencia energética en el territorio nacional, con enfoque en la mayoría de las regiones apartadas del SIN. Metas específicas Capacidad Instalada - Asegurar a comunidades rurales el acceso completo a soluciones híbridas autosuficientes en el 2054. - Empoderar las comunidades para el desarrollo y organización de comunidades energéticas desde la oferta y la demanda de energía, fomentando la penetración de energías renovables y soluciones de bajas emisiones. Capital humano - Formar capacidades técnicas y tecnológicas enfocadas al aprovechamiento de los potenciales energéticos en el territorio nacional. Resiliencia energética - Optimizar los recursos energéticos mediante alternativas limpias, potencializando el desarrollo económico de las regiones, a la vez que se aumenta la cobertura nacional. Inversiones en Infraestructura - Garantizar mecanismos de financiación para la promoción del desarrollo de comunidades energéticas en el contexto nacional. - Establecer los caminos regulatorios necesarios para contar con un esquema de mercado claro, que incentive el desarrollo de comunidades energéticas. Reducción de Emisiones del sector - Reducir el aporte de emisiones del sector energético como resultado de la incorporación de FNCE a los diferentes sectores de consumo, promoviendo el reemplazo de fuentes de origen fósil.
Apuesta estratégica 3	
Descripción	Recomendaciones para su implementación
Producir biometano a gran escala a partir de biomasa residual húmeda para su inyección en la red de gas	Inicio estimado de implementación Inicio en 2026

natural. Esto permitirá diversificar la oferta de gas para usos térmicos, industriales y de movilidad, reduciendo la dependencia de nuevos hallazgos de yacimientos. Además, transformará residuos disponibles en distintas regiones del país en una fuente de energía útil.

Corto plazo (1-10 años)

- Desarrollar y consolidar una regulación específica para la producción, inyección y comercialización de biometano. Alinear la regulación del gas natural con los estándares internacionales de calidad de biometano. Reglamentar el acceso de productores a la red.
- Desarrollar proyectos piloto en regiones con alta disponibilidad de biomasa (porcicultura, agroindustria, rellenos sanitarios). Establecer estándares de medición, control y certificación de calidad.
- Evaluar la pertinencia de crear incentivos fiscales (deducciones, exclusiones de IVA, aranceles reducidos para tecnología). Acceso a mecanismos de financiamiento climático y fondos públicos para innovación energética.
- Preparar los primeros esquemas de inyección a pequeña escala a redes existentes. Evaluar pertinencia de redes cortas para autoconsumo o abastecimiento local (gasoductos cortos, transporte virtual en cilindros).

Mediano plazo (10-20 años)

- Consolidar mecanismos de certificación y trazabilidad del biometano. Crear obligaciones de mezcla o cuotas mínimas de biometano en usos térmicos o transporte público.
- Establecer clústeres de producción en zonas agrícolas e industriales. Ampliar la capacidad de las plantas y optimizar procesos de upgrading.
- Fortalecer mecanismos de compra garantizada (PPA verdes), créditos blandos, y esquemas de pago por reducción de emisiones. Fomentar alianzas público-privadas.
- Ampliar redes de gas con infraestructura de inyección distribuida. Empezar integración con movilidad (vehículos GNV convertidos a biometano). Implementar sistemas de logística para residuos orgánicos.

Largo plazo (20-30 años)

- Establecer mercados secundarios de certificados de biometano. Estándares armonizados con mercados internacionales (UE, América Latina).
- Implementar redes inteligentes de gas verde. Incorporar otras rutas tecnológicas (power-to-methane). Fomentar innovación en co-digestión y uso de residuos complejos.
- Consolidar el biometano como un vector energético competitivo. Reducir la dependencia de subsidios y fomentar un mercado competitivo.
- Alcanzar cobertura nacional con redes de biometano interconectadas. Evaluar rutas para exportación (gasoductos, GNL verde).

	Metas específicas Infraestructura - Lograr que para 2050 el biometano cubra un porcentaje significativo de la demanda de gas en el país. (Verificar Tomo II). Resiliencia energética - Consolidar la producción del biometano como una industria con encadenamientos desde la producción de la biomasa hasta la comercialización del gas y aprovechamiento del digestato generado, que sea competitiva y aporte a la autonomía energética. Capital humano - Generar empleos con remuneraciones justas en zonas rurales, contribuyendo a reducir el desplazamiento hacia zonas urbanas. Sostenibilidad - Aportar a la valorización de residuos orgánicos húmedos, así como a la reducción de emisiones de metano y mitigación de impactos ambientales asociados a la generación de residuos.
--	---

Apuesta estratégica 4

Descripción	Recomendaciones para su implementación
Implementar el hidrógeno de bajas emisiones, como vector energético abarcando su producción, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y distribución, a partir de fuentes renovables (PCH, energía solar, energía eólica, biomasa, etc), extracción de hidrógeno natural o hidrógeno blanco, así como procesos convencionales a partir de combustibles fósiles que incorporen sistemas CCUS. El hidrógeno permite el almacenamiento y	Inicio estimado de implementación Inicio en 2027 Corto plazo (0-5 años) - Actualizar la estrategia del país frente al hidrógeno como energético, así como definir estándares de emisiones y procesos de certificación de origen. - Consolidar hubs de producción de hidrógeno en zonas estratégicas donde el potencial de generación de energía renovable permita cumplir los objetivos de país tanto de transición energética para atención de la demanda tradicional como para la producción de hidrógeno. - Implementar sistemas CCUS en la producción convencional de hidrógeno por reformado de gas natural (hidrógeno azul) para reducir la huella de carbono de los usos convencionales de dicho hidrógeno como estrategia de

transformación de energía renovable para su uso en sectores de difícil electrificación directa, lo que contribuye a la integración de estas fuentes en el sistema energético.¹⁶

transición a la producción de hidrógeno con menor huella de carbono.

- Evaluar la pertinencia de establecer mecanismos de integración de actores para fortalecer las capacidades técnicas de los proyectos posteriores a mayor escala.
- Contar con al menos 1 proyecto identificado para la explotación de hidrógeno natural.
- Establecer regulación que defina incentivos a la demanda del hidrógeno como energético.
- Promover la formación de capital humano en las distintas fases de la cadena del hidrógeno así como en los diversos procesos para su producción o extracción.
- Identificar y dar señales a la industria nacional sobre componentes o equipos requeridos para la cadena del hidrógeno que puedan ser fabricados localmente para reducir la vulnerabilidad del país frente a la variación de precios internacionales y a su vez fortalecer la industria local.
- Iniciar la exportación de hidrógeno de bajas emisiones a mercados con demanda.

Mediano plazo (5-20 años)

- Consolidar un esquema de aseguramiento de la calidad relacionado con la seguridad para transporte y almacenamiento del hidrógeno.
- Establecer un esquema de monitoreo, medición y compensación de impactos ambientales de los proyectos, con especial énfasis en el uso de agua.
- Desarrollar capacidades técnicas para la implementación de la industria del hidrógeno.

Largo plazo (10-30 años)

- Integrar al hidrógeno de bajas emisiones completamente a la matriz energética del país como sistema de almacenamiento y gestión de energía renovable en zonas rurales no interconectadas, para garantizar la seguridad energética en dichos territorios.
- Crear una demanda sostenible y escalable de hidrógeno de bajas emisiones (verde, azul o blanco) en Colombia en sectores como el transporte pesado, o en refinería a través de instrumentos financieros y normativos diseñados para tal fin.
- Otras acciones asociadas a la implementación están consideradas en el plan estratégico de infraestructura.

Metas específicas

¹⁶ En relación a los usos no energéticos del hidrógeno de bajas emisiones estos se abordan en el Plan Estratégico de Industrialización.

	Infraestructura ● Implementar una red nacional de hidrógeno para 2050, que incluya centros regionales (hubs) de producción, acondicionamiento, almacenamiento y distribución (hubs de hidrógeno), articulados con corredores logísticos y zonas con alta demanda energética. Regulación ● Contar con un marco normativo integral y plenamente implementado para el hidrógeno de bajas emisiones, incorporando estándares técnicos, criterios de sostenibilidad, mecanismos de certificación de origen y esquemas de incentivos que fomenten la inversión y la demanda. Resiliencia energética ● Incorporar al hidrógeno como medio de almacenamiento estacional en el sistema energético nacional, mediante la integración de proyectos piloto de almacenamiento de energía a gran escala, que respalden la variabilidad de fuentes renovables y refuercen la confiabilidad del sistema eléctrico. Capital humano ● Desarrollar las capacidades humanas para la implementación del hidrógeno, propiciando generación de empleos en distintos niveles y con condiciones justas. Sostenibilidad ● Reducir la intensidad de carbono en la producción de hidrógeno a menos de 1 kg de CO₂ equivalente por kg de hidrógeno, en línea con los objetivos de emisiones netas cero.
--	---

Apuesta estratégica 5

Descripción	Recomendaciones para su implementación
Incorporar la biomasa como una fuente energética clave para descarbonizar usos térmicos industriales de difícil electrificación, considerando la variedad de biomásas disponibles y los procesos termoquímicos y bioquímicos para su transformación. Esta	Inicio estimado de implementación Inicio 2026 Corto plazo (0-10 años) ● Establecer una regulación clara para el uso energético de biomasa residual en procesos industriales, diferenciando según tipo de biomasa (residual, cultivada, forestal) y que

iniciativa permitirá reducir emisiones en la industria, valorizar residuos y fomentar la producción de biomasa en regiones con potencial de desarrollo económico y social.

incluya criterios de sostenibilidad para la trazabilidad y certificación del origen.

- Establecer lineamientos para el manejo ambiental de la biomasa residual (control de emisiones, uso de cenizas, etc.).
- Identificar infraestructura asociada a los usos térmicos de combustibles fósiles que sea susceptible de acondicionamiento para ser utilizada en la transformación de la biomasa a energía térmica.
- Identificar territorios con alto potencial de producción de biomasa residual y establecer alianzas para el acopio, densificación y suministro a centrales de transformación cercanas a sitios de demanda de energía térmica.
- Identificar y solicitar mecanismos de financiación asociados a la acción climática.
- Diseñar programas de capacitación enfocados en población rural para desarrollar las capacidades humanas requeridas en las regiones para la operación logística y técnica de la transformación de la biomasa.

Mediano plazo (10-20 años)

- Formular metas graduales obligatorias de sustitución de combustibles fósiles por biomasa en sectores industriales intensivos en energía térmica, considerando tanto biomasa residual como biomasa de segunda generación que no vulnere la seguridad alimentaria.
- Establecer un sistema de certificación de carbono para proyectos industriales basados en biomasa.
- Generar empleos especializados en las distintas etapas de producción, gestión, transporte, transformación y uso de la biomasa, en las regiones en donde se tiene disponibilidad de dichas biomasa que aporte al desarrollo socio económico de las comunidades.

Largo plazo (20-30 años)

- Establecer encadenamientos entre productores de biomasa e industrias de gran demanda de energía térmica para garantizar la competitividad técnica y económica.
- Implementar sistemas de Captura de CO₂ biogénico en todas las plantas de transformación de biomasa de acuerdo con el esquema BECCS,

Metas específicas

Resiliencia energética

- Aumentar el porcentaje de sustitución del consumo de combustibles fósiles en procesos térmicos industriales por

	fuentes de energía derivadas de biomasa sostenible (residual, forestal y agrícola). Sostenibilidad ● Implementar un sistema nacional de trazabilidad, certificación y sostenibilidad del uso energético de biomasa, que garantice criterios sociales, ambientales y económicos para toda la cadena de valor. ● Reducir el porcentaje de emisiones de CO₂ asociadas al uso de energía térmica en la industria, mediante el uso de tecnologías eficientes de conversión de biomasa y sistemas de captura de carbono biogénico. Capital humano ● Generar empleos directos e indirectos en cadenas productivas de biomasa energética, con énfasis en zonas rurales de alto potencial, contribuyendo al desarrollo regional y reducción del desplazamiento poblacional.
--	---

Apuesta estratégica 6

Descripción	Recomendaciones para su implementación
Reconvertir estratégicamente las plantas termoeléctricas existentes aprovechando su infraestructura, activos y mano de obra calificada, para facilitar su transición hacia fuentes de energía sostenibles y/o servicios complementarios, a su vez reduciendo emisiones de carbono y generando oportunidades de desarrollo económico y social. Esta transformación permitirá aprovechar o reconvertir parte de la infraestructura de las plantas existentes en nuevas soluciones como generación renovable, instalación de compensadores síncronos, sistemas de almacenamiento de energía o dispositivos que aporten inercia al sistema. Además,	Inicio estimado de implementación Inicio en 2026 Corto plazo (1-4 años) ● Desarrollar una estrategia nacional para la reconversión de las plantas térmicas con generación a partir de combustibles fósiles (sólidos, líquidos y gas), incorporando una evaluación profunda de alternativas tecnológicas para la transición. ● Desarrollar pilotos para la evaluación de alternativas de reconversión en plantas de generación a partir de carbón. ● Diseñar e implementar instrumentos para incentivar la transición de termoeléctricas, que involucre la retención laboral y las compensaciones a los territorios. Largo plazo (10-20 años) ● Promover la transición total de las plantas termoeléctricas existentes mediante priorizando la sustitución de energéticos y el uso de activos para servicios complementarios, y complementando con la incorporación de medidas que permitan la mitigación de emisiones de efecto invernadero.

podría habilitar espacios o capacidades para nuevos desarrollos tecnológicos como pequeños reactores modulares (SMR) o centrales nucleares de última generación.	Metas específicas Capacidad Instalada • Eliminar la generación a carbón en el largo plazo (2050). Resiliencia energética • Optimizar la infraestructura existente mediante la flexibilización de la generación, en función de las necesidades del Sistema Interconectado Nacional. Inversiones en Infraestructura • Garantizar mecanismos de financiación en inversiones necesarias. Reducción de Emisiones del sector • Reducir en un porcentaje significativo el aporte de emisiones del SIN.
---	---

Apuesta estratégica 7

Descripción	Recomendaciones para su implementación
Impulsar el desarrollo integral de la geotermia en Colombia a través de la exploración y explotación de los recursos identificados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), promoviendo la participación del sector privado mediante convocatorias públicas y beneficios fiscales. Esta iniciativa, enmarcada en la Ley 2099 de 2021 y las normativas definidas por el Ministerio de Minas y Energía, fomentará la integración de los proyectos con las comunidades y sus actividades económicas. Así, se avanzará hacia una matriz energética más diversificada y sostenible, alineada con los esfuerzos de transición energética en el país.	Inicio estimado de implementación Inicio en 2027 Corto plazo (1-4 años) • Promover la identificación y licitación pública de zonas potenciales. • Evaluar los potenciales impactos ambientales y sociales por el desarrollo de proyectos en zonas con potencial geotérmico. • Desarrollar pilotos iniciales de exploración y explotación del recurso en nuevas zonas del país. • Promover la apropiación de conocimiento en tecnologías de generación y aprovechamiento del potencial geotérmico. • Llevar a cabo la reglamentación del Decreto MME 1598 de 2024 incorporando los lineamientos técnicos, operativos y administrativos para implementar el nuevo esquema de asignación de áreas, estableciendo un marco transitorio respecto a las solicitudes de asignación de áreas presentadas bajo el Decreto MME 1318 de 2022. • Publicar guías técnicas específicas para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos geotérmicos, así como guías sobre relacionamiento comunitario, incluyendo aspectos como consulta previa, participación comunitaria, beneficios compartidos y comunicación en proyectos geotérmicos.

- Afinar la regulación relacionada con la superposición con áreas de minería, en línea con los conceptos ya emitidos para la superposición con áreas de explotación de hidrocarburos.
- Establecer los lineamientos de evaluación ambiental para proyectos de geotermia que requieran reinyección de fluidos.
- Establecer los procedimientos unificados para la evaluación conjunta de proyectos por parte de MME, ANLA, ANH, UPME y CAR, según corresponda.
- Establecer un marco normativo para la coproducción geotérmica, definiendo los procedimientos técnicos, ambientales y mineros para la recuperación de minerales tales como litio, óxido de silicio, entre otros.
- Incorporar incentivos fiscales diferenciados y financieros al desarrollo de proyectos de geotermia, considerando los altos riesgos de inversión en las fases de exploración, con el fin de reducir la barrera de entrada a inversiones.
- Desarrollar guías técnicas para el monitoreo ambiental y sísmico por el desarrollo de proyectos de geotermia, incluyendo la evaluación de gases como H₂S, control de reinyección, y vigilancia sísmica inducida.
- Fomentar la inclusión de las zonas geotérmicas en los planes de ordenamiento territorial, con el fin de prevenir conflictos en los usos de suelo y facilitar la articulación con las autoridades locales para el desarrollo de proyectos.

Mediano plazo (5-15 años)

- Incorporar la generación geotérmica a las subastas de energía firme o de generación a largo plazo, con el fin de incorporar inercia al sistema con sistemas de generación renovable, a la vez que se mejora la bancabilidad de proyectos de geotermia.
- Promover el desarrollo de proyectos piloto y de escala comercial en las zonas de mayor potencial geotérmico identificado, una vez completadas de manera satisfactoria las exploraciones en campo, con especial énfasis en el Nevado del Ruiz, y campos como Tufiño - Chiles, Paipa - Iza, así como el potencial al sur del país como el identificado en los volcanes Galeras y Azufral.
- Evaluar nuevas áreas geotérmicas mediante una actualización de los atlas de potencial geotérmico, con base en la información recopilada en campo durante las actividades de exploración en campo.
- Desarrollar e integrar los primeros proyectos geotérmicos a la matriz energética nacional así como a ecosistemas que potencialicen las capacidades de las comunidades energéticas desarrolladas en las regiones aledañas al recurso.

- Ajustar el marco regulatorio en función de las lecciones aprendidas en el desarrollo de la tecnología, incorporando aspectos clave como códigos técnicos actualizados de perforación geotérmica, estándares de seguridad y salud ocupacional específicos, y normatividad ambiental detallada.
- Implementar metodologías claras de responsabilidad social, con el cumplimiento de acuerdos de consulta previa, la ejecución de planes de manejo social y ambiental, así como con la contribución al desarrollo de su zona de influencia.

Largo plazo (16-30 años)

- Expandir y desarrollar el potencial disponible a la matriz energética nacional, incorporando capacidad geotérmica al SIN, aportando capacidad de generación, así como inercia y el soporte de AGC.
- Integrar la energía geotérmica como solución en economías a escala con necesidades de energía térmica de difícil electrificación.

Metas específicas

Capacidad Instalada

- Materializar el potencial geotérmico estimado en proyectos de generación de energía eléctrica y térmica, fortaleciendo el sistema energético nacional.

Capital humano

- Consolidar un ecosistema nacional de talento técnico y profesional en geotermia, con centros de formación, así como alianzas con la industria, apuntando a la formación de capacidades técnicas y tecnológicas enfocadas al aprovechamiento de los potenciales geotérmicos en el territorio nacional.
- Promover la creación de empleos en el marco del desarrollo de proyectos de aprovechamiento del recurso geotérmico.

Resiliencia energética

- Incorporar inercia al sistema eléctrico colombiano mediante la generación de electricidad a partir de fuentes térmicas, ofreciendo una alternativa con bajas emisiones de GEI para la transición de las plantas termoeléctricas.

Seguridad energética

- Incorporar sistemas con factores de planta cercanos a la unidad, reduciendo la incertidumbre en la generación por la

	variabilidad en la disponibilidad del recurso renovable, así como regulación de frecuencia y soporte de AGC al SIN. ● Incorporar sistemas de generación de energía térmica para su aprovechamiento en sistemas con demanda de difícil electrificación. Inversiones en Infraestructura ● Garantizar mecanismos de financiación para la movilización de inversiones acumuladas en exploración, construcción y operación de proyectos, así como su infraestructura asociada. Reducción de Emisiones del sector ● Reducir el aporte de emisiones del sector energético como resultado de la reducción en la participación de fuentes con altos niveles de emisión de GEI.
--	--

4. MAPEO DE ACTORES INVOLUCRADOS

El mapeo de actores del Plan de Diversificación Energética permite identificar y caracterizar a los diferentes actores que juegan un papel clave en la formulación, implementación y seguimiento de las acciones orientadas a ampliar y transformar la matriz energética del país. Este ejercicio busca reconocer las capacidades, intereses, y roles de entidades públicas, privadas, comunitarias, académicas y de cooperación, con el fin de facilitar procesos de articulación, promover sinergias y fortalecer la gobernanza del plan. Al comprender quiénes son, qué hacen y cómo se relacionan estos actores, se generan insumos valiosos para una planificación más inclusiva, eficaz y alineada con los principios de la transición energética justa.

Tabla 4-1. Mapeo de actores involucrados en el Plan Estratégico de Diversificación Energética

#	Apuesta	Actores	Roles
1	Almacenamiento de electricidad	MME, CREG, UPME	Diseño de políticas y normas
		Agremiaciones, Mineducación	Articulación y convergencia
		Empresas generadoras y distribuidoras de energía eléctrica	Desarrollador/productor
		MME, XM, CNO	Habilitadores técnicos
		BID, BM, Bancoldex, Finagro, Findeter y demás entidades de financiación de proyectos de energías renovables, bonos de sostenibilidad o bonos verdes	Inversionistas y fuentes de financiación
		MinCiencias, Universidades, centros de investigación	Investigación, innovación y difusión
		Usuarios industriales y residenciales	Usuarios y consumidores

#	Apuesta	Actores	Roles
		CREG	Supervisión y control
2	Comunidades energéticas	MME, Fenoge, IPSE, UPME	Diseño de políticas y normas
		Fenoge, IPSE, Mineducación	Articulación y convergencia
		Empresas desarrolladoras de proyectos ZNI	Desarrollador / productor
		SENA	Habilitadores técnicos
		BID, BM, Bancoldex, Finagro, Findeter y demás entidades de financiación de proyectos de energías renovables, bonos de sostenibilidad o bonos verdes	Inversionistas y fuentes de financiación
		MinCiencias, Universidades, centros de investigación, SENA	Investigación, innovación y difusión
		Comunidades en zonas rurales, ZNI, sociedad civil	Usuarios y consumidores
		Autoridades municipales y departamentales, MME	Supervisión y control
3	Biometano	MME, CREG, UPME	Diseño de políticas y normas
		Federaciones de productores de biocombustibles o de productores de biometano, Mineducación	Articulación y convergencia
		Empresas productoras y comercializadoras de gas natural	Desarrollador/productor
		ONAC, Icontec	Habilitadores técnicos
		BID, BM, Bancoldex, Finagro, Findeter y demás entidades de financiación de proyectos de energías renovables, bonos de sostenibilidad o bonos verdes	Inversionistas y fuentes de financiación
		MinCiencias, Universidades, centros de investigación	Investigación, innovación y difusión
		Usuarios de GN domiciliarios e industriales	Usuarios y consumidores
		CREG	Supervisión y control
4	Cadena de valor del hidrógeno	MME, UPME, ANH, SGC, MADS	Diseño de políticas y normas
		Fenoge, asociaciones y cámaras de hidrógeno, Mineducación	Articulación y convergencia
		Empresas del sector energía, empresas productoras de otros combustibles	Desarrollador/productor
		ONAC, ICONTEC, XM, INM	Habilitadores técnicos
		BID, BM, Bancoldex, Finagro, Findeter y demás entidades de financiación de proyectos de energías renovables, bonos de sostenibilidad o bonos verdes	Inversionistas y fuentes de financiación

#	Apuesta	Actores	Roles
		MinCiencias, Universidades, centros de investigación, Icpet	Investigación, innovación y difusión
		Empresas de transporte de carga y pasajeros, tanto terrestre como marítimo, refinerías, empresas de producción de aceros	Usuarios y consumidores
		CREG	Supervisión y control
5	Biomasa términos usos	MME, CREG, UPME	Diseño de políticas y normas
		Agremiaciones de productores agrícolas y pecuarios, Mineducación	Articulación y convergencia
		Productores agrícolas de gran escala, gestores de RSU, Acueductos y empresas de tratamiento de aguas residuales	Desarrollador/productor
		SIC, Icontec, ONAC	Habilitadores técnicos
		BID, BM, Bancoldex, Finagro, Findeter y demás entidades de financiación de proyectos de energías renovables, bonos de sostenibilidad o bonos verdes	Inversionistas y fuentes de financiación
		MinCiencias, Universidades, centros de investigación	Investigación, innovación y difusión
		Industria con demanda de energía térmica, sociedad civil de zonas donde la biomasa está disponible	Usuarios y consumidores
6	Reconversión termoeléctricas	MME, Min Interior	Supervisión y control
		MME, ANM, UPME	Diseño de políticas y normas
		Agremiaciones del sector eléctrico, y carbón, ANM, sindicatos del sector, Mineducación	Articulación y convergencia
		Empresas extractoras y generadoras	Desarrollador/productor
		ONAC, Icontec, SIC	Habilitadores técnicos
		Banca nacional e internacional, Bonos verdes o de descarbonización	Inversionistas y fuentes de financiación
		MinCiencias, Universidades, centros de investigación	Investigación, innovación y difusión
		Empresas extractoras y generadoras. Empresas de transformación térmica de biomasa, sociedad civil.	Usuarios y consumidores
7	Geotermia	SIC	Supervisión y control
		MME, UPME, SGC, ANH	Diseño de políticas y normas
		ANH, Mineducación	Articulación y convergencia
		Empresas desarrolladoras proyectos upstream	Desarrollador/productor

#	Apuesta	Actores	Roles
		ANH, SGC, Icpet	Habilitadores técnicos
		BID, BM, Bancoldex, Finagro, Findeter y demás entidades de financiación de proyectos de energías renovables, bonos de sostenibilidad o bonos verdes	Inversionistas y fuentes de financiación
		MinCiencias, Universidades, centros de investigación	Investigación, innovación y difusión
		Industria con demanda de energía térmica, Usuarios distritos térmicos, sociedad civil	Usuarios y consumidores
		ANH	Supervisión y control

Fuente: Elaboración propia, 2025

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COP28. (2023). Global Renewables and Energy Efficiency Pledge. <https://www.cop28.com/en/global-renewables-and-energy-efficiency-pledge>

Gobierno de Colombia. (2022). Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026. Departamento Nacional de Planeación.

International Energy Agency. (2024). *World energy outlook 2024*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>

International Renewable Energy Agency. (2024). *World energy transitions outlook 2024: 1.5°C pathway* (p. 38). https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Nov/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2024.pdf

International Renewable Energy Agency. (2025). *Renewable capacity statistics 2025* (p. 3). https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Mar/IRENA_DAT_RE_Capacity_Statistics_2025.pdf

IEA Bioenergy. (2022, December 12). Position paper: The role of biogas and biomethane in pathway to net zero. https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2022/12/2022_12_12-IEA_Bioenergy_position-paper_Final2.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2021). Hoja de ruta del hidrógeno en Colombia [Documento de política pública]. https://www.minenergia.gov.co/documents/5861/Hoja_Ruta_Hidrogeno_Colombia_2810.pdf

Ministerio de Minas y Energía & Universidad de La Sabana. (2022). Recomendaciones para el desarrollo del hidrógeno en Colombia. https://www.minenergia.gov.co/documents/12089/29.Recomendaciones_para_desarrollo_hidr%C3%B3geno_en_Colombia_UniSabana_2022.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2023). Potencial energético subnacional y oportunidades de descarbonización en uso. https://www.minenergia.gov.co/documents/10443/4_Potencial_energ%C3%A9tico_subnacional_y_oportunidades_de_descarbonizaci%C3%B3n_en_uso_zlqm9dM.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2025.). Biogás y biometano. <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/hidrocarburos/funcionamiento-del-sector/biog%C3%A1s-y-biometano/#:~:text=es%20el%20Biometano%3F-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Biometano%3F,los%20del%20gas%20natural%20convencional.>

Servicio Geológico Colombiano. (2024). Sistema de Información Geotérmica – SIGT° [Aplicación web]. <https://srvags.sgc.gov.co/Jsviewer/SIGT/>

Unidad de Planeación Minero Energética. (2022). Aplicación del atlas energético de biomasa residual agrícola en la región Andina de Colombia. https://www1.upme.gov.co/Documents/Enfoque-territorial/Resultados_convenios/4_Infografia_aplicacion_Atlas_energetico_biomasa_residual_agricola_Colombia_Andes_v2.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) & LEDS LAC. (2024). Informe final: Asistencia técnica: Proponer lineamientos para la estructuración de la hoja de ruta del Plan Nacional de Bioenergía en aspectos de regulación, gobernanza y de reducción de emisiones. https://www1.upme.gov.co/Documents/Coop_internacional/2_LEDS_LAC_2024/Entregable_Informe_Final_LEDS_LAC_2024.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética. (2024). Balance energético colombiano – BECO 2023. <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/BECO.aspx>

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2024). Plan maestro de modernización y expansión de la infraestructura de transmisión eléctrica – Tomo I: Portafolio estratégico de obras para la modernización del sistema de transmisión nacional. https://www1.upme.gov.co/siel/Plan_expansin_generacion_transmision/Plan_maestro_modernizacion_Tomo_1.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética. (2025). Boletín Técnico Cálculo de Índice de Cobertura de Energía Eléctrica ICEE 2023. https://www1.upme.gov.co/siel/Documents/Informes_cobertura/Boletin_ICEE_2023.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (Marzo 2025). Catálogo Tecnológico Colombiano. <https://www.upme.gov.co/simec/oferta-y-demanda/catalogo-de-tecnologias-de-generacion/>

XM S.A. E.S.P. (2025, mayo 20). Reporte Paratec: Capacidad efectiva neta por tipo de generación. Recuperado el 26 de mayo de 2025, de <https://paratec.xm.com.co/reportes/capacidad-efectiva-neta-tipo-generacion>

