UPME

2026

Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa

Tomo II - Plan

UPME

© UPME

AV. CALLE 26 # 69 D-91 TORRE 1 - PISO 9
BOGOTÁ - COLOMBIA | +57 601 2220601
UPME.GOV.CO

Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME

Edwin Palma Egea
Ministro de Minas y Energía

Indira Cristina Portocarrero Ospina
Directora General

Germán Tiberio Ojeda Pedraza
Subdirector de Minería

Autores:

Subdirección de Minería
Julián Esteban Santamaría Aragón
Yina Yiseth Herazo Pérez
Elisa Carrasco Rincón
Camilo Enrique Achury Rodríguez

TOMO II – PLAN
PLAN SUBSECTORIAL DE MINERALES Y SUS CADENAS DE VALOR EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA
2026

Tabla de Contenido

1. Introducción 1
2. Metodología 3
3. Estado del Arte 6
   3.1. Conceptos Clave 6
   3.2. Planeación para la Transición Energética Justa 15
   3.3. Marco normativo 17
      3.3.1. Industria minera 17
      3.3.2. Proyectos FNCE 18
   3.4. Principios del Plan Subsectorial 19
4. Diagnóstico del Plan Subsectorial para la Transición Energética Justa 23
   4.1. Fuentes de Energías Renovables 23
      4.1.1. Energía hidroeléctrica 24
      4.1.2. Energía solar 26
      4.1.3. Energía eólica 28
      4.1.4. Energía geotérmica 29
      4.1.5. Análisis de aspectos económicos 31
   4.2. Minerales para la Transición Energética 32
5. Planeación Estratégica – Plan Subsectorial para la Transición Energética Justa 41
   5.1. Visión 41
   5.2. Alcance 41
   5.3. Objetivo 42
   5.4. Ejes del Plan Subsectorial para la Transición Energética Justa 42
      5.4.1. Eje 1: Empuje (push) 43
      5.4.2. Eje 2: Hale (pull) 45
      5.4.3. Eje 3: Entorno habilitante 46
6. Seguimiento y Evaluación 50
7. Referencias 51

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología de elaboración del Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa 5
Figura 2. Composición del PIB entre 1994 y 2006 – Base 2005 10
Figura 3. Composición por sectores del PIB – Base 2025. 11
Figura 4. Planes y políticas articuladas para la transición energética justa en Colombia. 16
Figura 5. Alineación sectorial en el proceso de planeación para la transición energética justa. 16
Figura 6. Principios propuestos para el plan subsectorial de minerales y sus cadenas de valor en la transición energética justa. 20
Figura 7. Potencial hidroenergético en Colombia por Subzona hidrográfica. 25
Figura 8. Número de PCH's por departamento – 2025. 26
Figura 9. Radiación solar global promedio multianual para Colombia. 27
Figura 10. Distribución espacial de la velocidad promedio anual del viento a 10 m de altura en Colombia 29
Figura 11. Localización de fumarolas, manantiales termales, volcanes y potencial de áreas geotérmicas en Colombia 30
Figura 12. Costo nivelado LCOE, factor de planta y costo total instalado, por tecnología para el año 2023 31
Figura 13. Valor en millones de dólares de exportaciones colombianas (cinco minerales) por país destino, periodo 2010 – 2024. 37
Figura 14. Eslabones de extracción y procesamiento de minerales. 38
Figura 15. Encadenamientos productivos para energías verdes. 39
Figura 16. Ejes del Plan Subsectorial de Transición Energética Justa. 43

Índice de Tablas

Tabla 1. Mesas de trabajo institucionales en el marco de elaboración del Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa. 4
Tabla 2. Comparativo de políticas industriales 12
Tabla 3. Minerales, su conocimiento y uso en la transición energética. 33
Tabla 4. Alineación de las listas de minerales estratégicos con los minerales requeridos para la transición energética. 39
Tabla 5. Acciones del eje 1: Empuje (*push*) 43
Tabla 6. Acciones del eje 2: Arrastre (*pull*) 45
Tabla 7. Acciones del eje 3: Entorno habilitante 46

1. Introducción

El Decreto 2121 de 2023, *por el cual se modifica la estructura de la Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME*, indica en su Artículo 4to las funciones de esta entidad, entre las que se encuentra "elaborar y actualizar los planes nacionales de Desarrollo Minero, Energético Nacional, Expansión de los Sectores Eléctrico, Cobertura de zonas interconectadas y no interconectadas, y de los demás **planes subsectoriales**, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo" (Ministerio de Minas y Energía, 2023). Por otra parte, el Plan Nacional de Desarrollo Minero 2024-2035 de la UPME, aprobado y adoptado mediante la Resolución 40046 de 2026 del Ministerio de Minas y Energía, propone como parte del plan de acción en la primera línea estratégica del objetivo 1, la *elaboración y/o actualización del plan subsectorial de minerales para la transición energética justa*, por parte de la Subdirección de Minería de la UPME.

La transición energética justa es uno de los esfuerzos más extensos a nivel mundial para desacelerar la crisis climática, ampliar la cobertura de energía eléctrica, diversificar las matrices energéticas de los países e impulsar nuevos crecimientos económicos sin que estos representen más riesgos ambientales. Esta transición necesita de la minería y, de acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (2024), se espera que este proceso aumente la dependencia de la importación de metales y genere retos en la intermitencia de su abastecimiento, lo cual crea un escenario de incertidumbre frente a la seguridad energética.

La producción de los minerales esenciales para materializar la transición energética justa se encuentra concentrada en países cuyas características han permitido la presencia y producción de yacimientos minerales, situación que supone una dependencia de los Estados de los que se extraen estas materias primas. Esto limita el poder de negociación de los otros Estados y la posibilidad de contar con mayor flexibilidad en los mercados. En este sentido, las cadenas de abastecimiento son frágiles cuando se presentan disrupciones de escala regional o global, ya que no es posible diversificar la oferta. Además, según Mishra & Sahu (2024), los costos de entrada a las energías verdes pueden ser más altos en algunos territorios y, sumada la inflación, es posible que se configure un escenario adverso para la implementación de energías renovables.

No obstante, esta situación también ofrece una oportunidad para el crecimiento del sector industrial colombiano, el crecimiento económico en los territorios y el bienestar social y energético nacional. La dependencia del exterior en materia tecnológica y mineral aumenta la vulnerabilidad del sector de energía eléctrica nacional y, si bien las industrias relacionadas con la transición energética justa tienen una serie de retos operativos, sociales, ambientales y económicos, el país debe fortalecer su capacidad industrial y aprovechar sus recursos minerales de manera responsable con el ambiente y la sociedad, con la finalidad de acercarse cada vez más a un escenario de relativa autonomía tecnológica que impulse la transición energética justa.

El Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa, elaborado por la UPME, se constituye como un instrumento de planeación indicativo que busca

articular el sector minero con los esfuerzos institucionales nacionales orientados a materializar esta transición. Este plan se enmarca en una visión que combina perspectivas productivas, responsabilidad ambiental y bienestar nacional, alineándose con los instrumentos sectoriales de planeación. Su objetivo principal es propiciar un entorno favorable para superar las brechas en la conformación de encadenamientos productivos a nivel nacional orientados al aprovechamiento de minerales para la transición energética justa. Esto se logrará mediante el impulso a la reindustrialización, la infraestructura y la capacidad tecnológica, con el fin de aumentar la captura de valor en los diferentes eslabones relacionados a las industrias de tecnología de energía limpia e incrementar el bienestar social y ambiental, con miras a 2036.

La formulación de este plan se ha organizado en dos fases: Fase I – Diagnóstico y Fase II – Plan. En este documento se presenta el Plan, el cual presenta cuatro componentes principales: 1) La metodología de elaboración del Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa; 2) Un estado del arte en el que se identifican conceptos de interés, el marco conceptual y normativo, los principios y un breve resumen del componente territorial; 3) Un análisis técnico y de mercado de las principales fuentes de energía renovable así como de los minerales, elementos y materiales necesarios para las tecnologías que permitirían la implementación de esas fuentes de energía; y 4) el análisis de la información que constituye la planeación estratégica, compuesta por la visión, alcance, objetivo y ejes estratégicos que conforman el Plan.

Este documento es un esfuerzo en el que se reconoce que Colombia no tiene todos los minerales para ser completamente autónoma en este proceso, pero sí cuenta con un potencial en recursos minerales para impulsarla, y aunque el proceso de industrialización necesario para su transformación y aprovechamiento en procesos industriales enfocados en la creación de tecnología de energía verde es un desafío que puede tomar años y demandar recursos económicos de todos los sectores, el resultado podría ser un país resiliente y preparado para los desafíos de un escenario cuyas incertidumbres solo aumentan conforme el tiempo avanza.

2. Metodología

El Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa (PS-TEJ) fue concebido para poner la actividad minera al servicio de la transición energética e identificar los recursos minerales necesarios para las tecnologías de energías renovables. En el proceso, se identificó que Colombia cuenta con recursos y reservas de algunos minerales que permiten inyectar materia prima en los encadenamientos productivos dirigidos hacia este proceso de transición y se requiere más información de disponibilidad, capacidad de procesamiento y posibles encadenamientos con base en minerales para la toma de decisiones asertivas a futuro. De esta manera, el PS-TEJ es un instrumento de planeación indicativo para el fortalecimiento de la oferta institucional en los sectores de Minas, Transporte, Comercio, Ciencia y Tecnología y Ambiente, mientras se toma como base la industria minera nacional.

El Plan partió de una revisión bibliográfica que permitió identificar algunas necesidades de la industria minera y su débil conexión con otras industrias a nivel nacional (Columbia Center on Sustainable Investment, 2019), el rol de la sostenibilidad y los cambios culturales en la transición energética (Goswami et al., 2017; Joiţa et al., 2023; Vasile & Grigorescu, 2024), los impactos de la geopolítica sobre las cadenas de suministro (Mishra & Sahu, 2024; Sarkis, 2021; Yassin et al., 2022), el impacto que tienen las transiciones energéticas sobre la población (Dobbelsteen et al., 2020; Karasoy, 2023; Ruostetsaari, 2020), el rol de la economía circular en la transición energética (Maguire & Robson, 2023; Montag, 2023a; Rogan et al., 2022; Ülkü et al., 2022) así como la importancia que tiene el fortalecimiento de la autonomía nacional en términos productivos para la transición energética (Picchi et al., 2022; Xia, 2022; Zubairu et al., 2024), entre otros aspectos.

Una vez realizada esta revisión, fue construida la primera fase del presente plan: el Diagnóstico, en el que se compila la información relacionada con aspectos técnicos relevantes para la transición energética como la caracterización de fuentes de energía renovable, las necesidades en términos de minerales y materiales para la construcción de tecnología de energía renovable en Colombia, o la capacidad que se requiere para su procesamiento. También se analizó el mercado de tecnologías de energía limpia y el de minerales necesarios para esas tecnologías. Además, se incluyeron aspectos normativos e instrumentos de planeación nacional que revisten importancia para el presente Plan, así como diferentes conceptos clave necesarios para un desarrollo y un análisis integral de la información.

Paralelamente, se realizaron mesas de trabajo interinstitucionales e intersectoriales en las que se presentó la visión y el alcance propuestos al interior de la entidad, se validó información y se recogieron las opiniones y actividades que están desarrollando los diferentes sectores que participaron. También se expuso la información relacionada con la conceptualización del plan subsectorial y, en la medida en que se desarrollaron los encuentros, se fueron fortaleciendo las ideas, conceptos y necesidades identificadas de cada sector, así como la información del documento diagnóstico. En la Tabla 1 se recoge cada una de las mesas y las fechas en las que fueron realizadas.

Tabla 1. Mesas de trabajo institucionales en el marco de elaboración del Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa.

Entidad	Fecha	Temática
Agencia Nacional de Minería	26/02/2025	Identificar los retos sectoriales para la transición energética
	20/03/2025	Socializar el Plan Subsectorial de Transición Energética
Drummond Ltd.	2/04/2025	Identificar los avances en materia de transición energética y las perspectivas del carbón térmico
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Información	28/04/2025	Concertar los productos correspondientes al sector Ciencias
Ministerio de Minas y Energía	1/04/2025	Identificar los retos en términos de encadenamientos productivos y los avances que han sido realizados a nivel sectorial.
	24/02/2026	Presentar los avances y propuestas de la versión a la fecha del plan subsectorial
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	13/05/2025	Identificar las acciones en términos de economía circular para las tecnologías de energía limpia en el marco de la transición energética.
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	29/05/2025	Concertar los productos que pueden implementar para apoyar la transición energética.
	05/12/2025	Socializar el documento compartido para revisión y acordar pasos a seguir
	24/02/2026	Identificar los programas existentes en MinCIT respecto a acciones propuestas
UPME – Subdirección de Demanda	21/03/2025	Validar las observaciones encontradas a las estimaciones en términos de demanda eléctrica que se encuentran en el PEN 2022 – 2052.
	2/05/2025	Identificar las particularidades conexas al PEN 2022 – 2052.
Thermo Wire	13/05/2025	Conocer las dinámicas empresariales y los retos a los que se enfrentan las empresas del sector de las energías limpias.
Gobernación de Cundinamarca – Encuentro de arenas silíceas	29/04/2025	Apoyar la construcción de los clústeres mineros en Cundinamarca para la transición energética.
	4/06/2025	
Servicio Geológico Colombiano	28/01/2026	Conversar sobre observaciones realizadas a la versión preliminar del plan subsectorial compartido
Asociación Colombiana de Minería	30/01/2026	Presentar los avances realizados en los planes subsectoriales de la Subdirección de Minería y conocer las expectativas de los asistentes
Departamento Nacional de Planeación	23/02/2026	Presentar los avances realizados en los planes subsectoriales de la Subdirección de Minería y conocer las expectativas de los asistentes

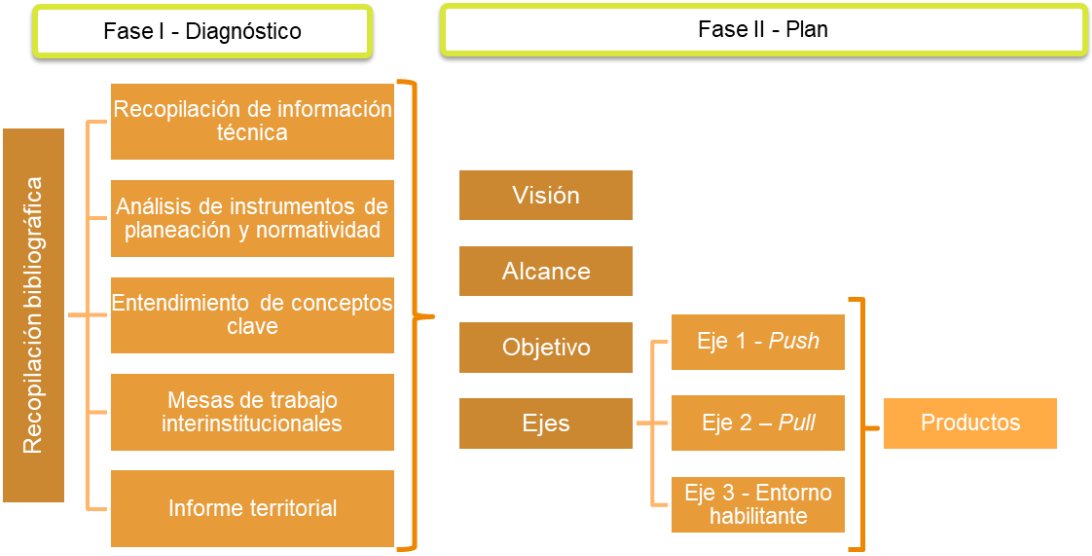
Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026.

En el marco de la Resolución 339 de 2022 *por la cual se adopta el enfoque territorial en la actividad de planeación de la UPME y se establecen disposiciones sobre el Sistema de Información Socio Ambiental – SSA*, se desarrolló el Anexo 1 de la Fase I - Diagnóstico, en el que se realizó una regionalización y caracterización territorial. La identificación de los territorios responde a la presencia de ventajas comparativas asociadas a la disponibilidad del recurso energético, así como a su potencial para integrarse a procesos de desarrollo productivo vinculados a la transición energética; a su vez que la caracterización se enmarca en lo propuesto en la citada resolución, como son las dimensiones político institucional, socio-cultural, sectorial y la ambiental.

Posteriormente, y como parte de la segunda fase de planeación, se analizaron los esfuerzos institucionales de siete países suramericanos, incluido Colombia, para impulsar procesos de industrialización basados en recursos naturales, seleccionados por su heterogeneidad productiva y riqueza natural, así como los avances en términos de la actualización de las listas de minerales estratégicos de diferentes territorios, para estudiar su alineación con la transición energética. Esto permitió conocer perspectivas y avances de otros países, así como las estrategias que se vienen desarrollando en materia de encadenamientos productivos asociados a la transición energética.

La totalidad de la información fue analizada y organizada por temáticas, de manera que se revisó y actualizó la visión, alcance y objetivo planteados inicialmente y fueron construidos tres ejes estratégicos que albergan una serie de acciones que responden de manera directa a las necesidades y consideraciones encontradas en este ejercicio de planeación para articular la industria minera nacional con la transición energética justa. La metodología establecida tal como ha sido descrita se ilustra en la Figura 1.

Figura 1. Metodología de elaboración del Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026.

3. Estado del Arte

El estado del arte recoge una serie de consideraciones conceptuales y normativas que han sido contempladas desde la formulación del plan y han permitido delimitar el alcance de las acciones, su campo de acción y la necesidad de entrelazar diferentes sectores en la consecución de una transición energética basada en los recursos minerales nacionales[1]. El presente apartado se divide en: 1) los conceptos clave, en el cual se definen la transición energética justa, los encadenamientos productivos, la reindustrialización y el trilema energético; 2) la planeación para la transición, en donde se presentan los instrumentos de planeación que han permitido trazar una ruta hacia la transición energética; 3) el marco normativo, donde se presenta información relevante tanto del sector minero como del energético; y 4) los principios y enfoques del presente plan.

3.1. Conceptos Clave

La **transición energética** se define como un proceso planificado que integra elementos sociales, económicos y ambientales para construir una infraestructura resiliente ante la crisis climática. Aunque el concepto varía según el autor y el contexto, existe un consenso en sus objetivos fundamentales. Diversas instituciones internacionales han delineado sus perspectivas de la siguiente forma (CAF, 2024):

- El Acuerdo de París (Organización de las Naciones Unidas, 2015) busca limitar el aumento de la temperatura global a "muy por debajo de 2°" y reforzar la capacidad de adaptación y resiliencia para un desarrollo sostenible.
- El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) la considera un proceso continuo que necesita estrategias a largo plazo, adaptadas a cada país, para alcanzar las emisiones netas cero. Además, subraya que las voces de las comunidades marginadas deben ser centrales en la formulación de políticas para que la transición sea justa.
- La Agencia Internacional de Energía (AIE) la ve como una oportunidad para edificar un sistema energético más seguro y sostenible, una necesidad acelerada por crisis como el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania. Propone priorizar la eficiencia energética, revertir la pobreza energética y sincronizar la adopción de tecnologías limpias con la desinversión en combustibles fósiles.
- La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) destaca la urgencia de que los gobiernos aceleren el proceso para garantizar la seguridad energética, la estabilidad de precios y la resiliencia nacional.
- El Banco Mundial identifica las tecnologías renovables como una vía para mitigar el cambio climático, crear resiliencia ante la volatilidad de precios y mejorar la accesibilidad a la energía.

[1] En la medida de lo posible, se busca fortalecer el aprovechamiento de los minerales disponibles a nivel nacional. Esto no representa que no sea necesario importar aquellos que no se tienen en territorio nacional.

Cada una de estas definiciones integra a la ciudadanía, la tecnología y la coyuntura impuesta por la crisis climática, así como la urgencia de mitigar sus impactos sobre la sociedad. Asimismo, la tecnología implica el robustecimiento del tejido empresarial enfocado hacia la innovación, el apoyo estatal para la consecución de estos fines y el establecimiento de encadenamientos productivos que coordinen y viabilicen cada uno de estos esfuerzos.

Frente a la **Transición Energética Justa** aún no existe una definición común de lo que implica. Sin embargo, el debate se originó en los sindicatos, cuando los trabajadores de Norteamérica perdieron sus empleos debido a las políticas de protección ambiental de la década de 1970 (Thomas Hirsh et al, 2017). Años más tarde, la transición justa se incluyó en el preámbulo del Acuerdo de París en 2015, resaltando la importancia de empleos decentes y prioridades nacionales en el desarrollo. Este concepto ha evolucionado a un enfoque integral que une justicia, equidad y reducción de emisiones, subrayando la necesidad de equilibrar la descarbonización con la justicia social (ONU, 2015).

Esta transformación pone en primer plano los desafíos que surgen en contextos donde prevalecen simultáneamente injusticias energéticas y demandas por justicia social, reconociendo que la transición energética debe garantizar que los beneficios y las cargas se distribuyan de manera equitativa entre todos los sectores de la sociedad (Schüßler, 2023).

Por otra parte, la dinámica industrial se basa en la interdependencia entre sectores, conocida como **encadenamiento productivo** (Medina et al., 2021). Este concepto se refiere al grado de relación de un sector con el resto de la economía, lo que genera valor agregado, empleo e innovación. Existen diversas tipologías de encadenamientos, como los ascendentes (suministro de bienes y servicios), descendentes (valor agregado a materias primas), de consumo (gasto de las ganancias), de tecnologías (transferencia de conocimiento), horizontales (desarrollo de nuevas industrias) y de infraestructura (aprovechamiento de infraestructura existente) (Columbia Center on Sustainable Investment, 2019).

A su vez, la cadena de suministro abarca todas las actividades desde el diseño de un producto hasta su entrega al consumidor final, incluyendo la logística desde la perspectiva de una empresa (Montag, 2023b). Tradicionalmente, las cadenas de suministro han sido lineales, lo que implica un fin en la vida útil de los materiales. Sin embargo, la crisis climática y las disrupciones sociales y económicas globales, como la pandemia de COVID-19, han mostrado la vulnerabilidad de este modelo. Esto ha impulsado la necesidad de evolucionar hacia cadenas de suministro sostenibles, que integran voluntariamente consideraciones económicas, ambientales y sociales. Para fortalecerlas y hacerlas más resilientes, algunos autores sugieren:

- Identificar aspectos ocultos a través de mapas de riesgo.
- Crear mecanismos de regulación que permitan la acumulación de capital de trabajo en industrias críticas.
- Mantener los mercados internacionales abiertos y transparentes para dar estabilidad.

- Coordinar esfuerzos entre las partes inmersas en las cadenas de suministro (proveedores, transportadores, entre otros) y establecer marcos de reducción de riesgos.
- Incorporar la perspectiva de la economía circular para aumentar la resiliencia y depender menos de nuevas materias primas (Montag, 2023b).

El fortalecimiento y optimización de estos encadenamientos y cadenas de suministro son prioritarios para una transición energética justa, ya que facilita las condiciones para una seguridad y soberanía energética, así como beneficios económicos, sociales, ambientales y territoriales. Pero estos encadenamientos productivos son unas de las apuestas que no solo se encuentran en las políticas nacionales, sino que han sido una tendencia a nivel internacional a través de los esfuerzos por la (re)industrialización en países con amplia riqueza natural y mineral.

La **reindustrialización** es un proceso que busca revertir la desindustrialización prematura, que ocurre cuando las economías dependen en exceso de la explotación de recursos naturales y servicios de baja productividad, así como el desarrollo de una matriz productiva poco desarrollada, haciéndolas vulnerables a crisis externas y afectando la competitividad (Departamento Nacional de Planeación, 2023). Actualmente, hay un resurgimiento global del interés en las políticas industriales debido a factores como la concentración de la manufactura en China, la vulnerabilidad de las cadenas de valor globales, la inversión en descarbonización por el cambio climático y la capacidad de la industria para generar empleos de calidad y movilidad social (Schteingart et al., 2023).

En Colombia, la industrialización se desaceleró en los años 90 por falta de innovación (Acosta Puertas, 2024) y la estrategia de reindustrialización actual busca cerrar brechas de productividad y transitar de una economía extractivista a una intensiva en conocimiento. En la Figura 2 se expone cómo el sector de “Industria Manufacturera” muestra un decrecimiento en su participación sobre el PIB en el periodo 1990 - 1999, con una recuperación moderada para el año 2000 y estable hasta el año 2005.

Esta situación cambia para el siguiente periodo analizado entre 2005 hasta el 2025 con datos del DANE, tomando la base de 2025 en la Figura 3. La tendencia es clara para el sector de “Industria Manufacturera”: ha disminuido su participación desde el año 2005, pasando de 15% a 11% en el último trimestre observado. Según el Ministerio de Comercio (2023), los sectores que aportan positivamente al PIB siguen siendo los ligados a materias primas, mientras que los de mayor conocimiento científico muestran decrecimiento gradual. Esto sugiere que los encadenamientos productivos son impulsados por las materias primas, con una limitada capacidad de captura de valor en territorio nacional.

Varios países de América del Sur, cuyas economías dependen en gran medida de sus recursos naturales sin una diversificación productiva, están implementando políticas de reindustrialización:

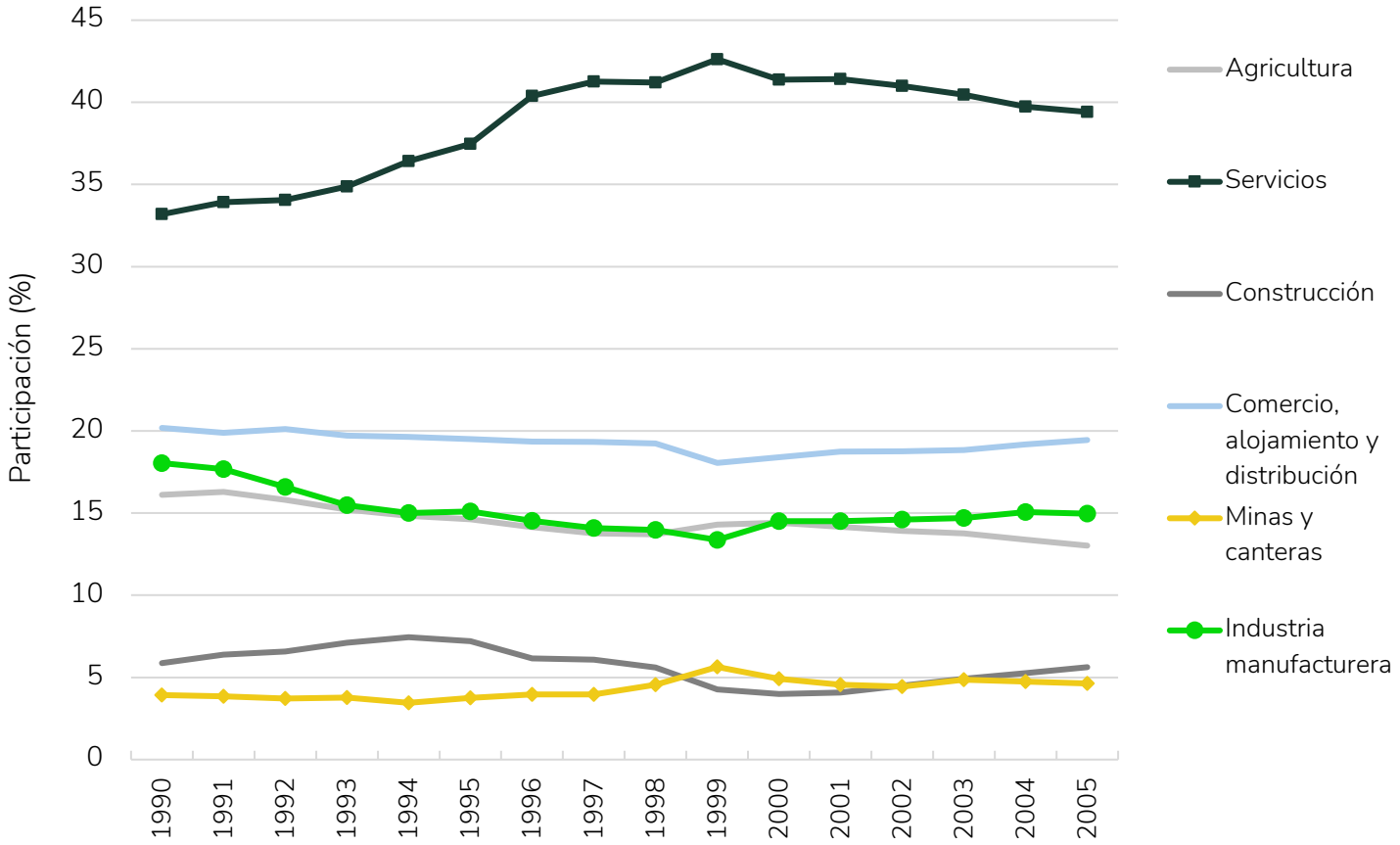
- Brasil: Con su política "Nova Indústria Brasil", busca hasta 2033 la sostenibilidad y la innovación a través de misiones en áreas como las cadenas agroindustriales, la salud, la transformación digital y la transición energética.
- Perú: Aprobó en 2022 una Política Nacional de Desarrollo Industrial para aumentar la competitividad y el valor agregado de su industria manufacturera.
- Bolivia: Su Plan de Desarrollo 2021-2025 incluye un eje de industrialización con sustitución de importaciones y una hoja de ruta para industrializar sus recursos naturales, diversificando su matriz energética hacia fuentes renovables.
- Argentina: Su estrategia 2020-2023 buscó fortalecer la industria nacional y articular los diversos sectores productivos, superando falsas dicotomías como "industria versus agro".

En la Tabla 2 se presenta un cuadro comparativo con las principales características de las políticas de reindustrialización en los países mencionados, según la información analizada. Un elemento transversal en las políticas de los países suramericanos es que se fundamentan, en gran medida, en sus recursos naturales, buscando agregarles valor. Aquellos países con mayor participación histórica de estos recursos en su PIB tienden a enfocar sus políticas de industrialización en mejorar los procesos productivos relacionados con materias primas y agricultura.

No obstante, el análisis de los documentos de política examinados no siempre revela una correlación directa ni mecanismos claros para implementar la articulación entre las industrias capaces de consolidar los encadenamientos productivos y aquellas con potencial de impulsar el desarrollo económico, a pesar de que se reconoce esta necesidad.

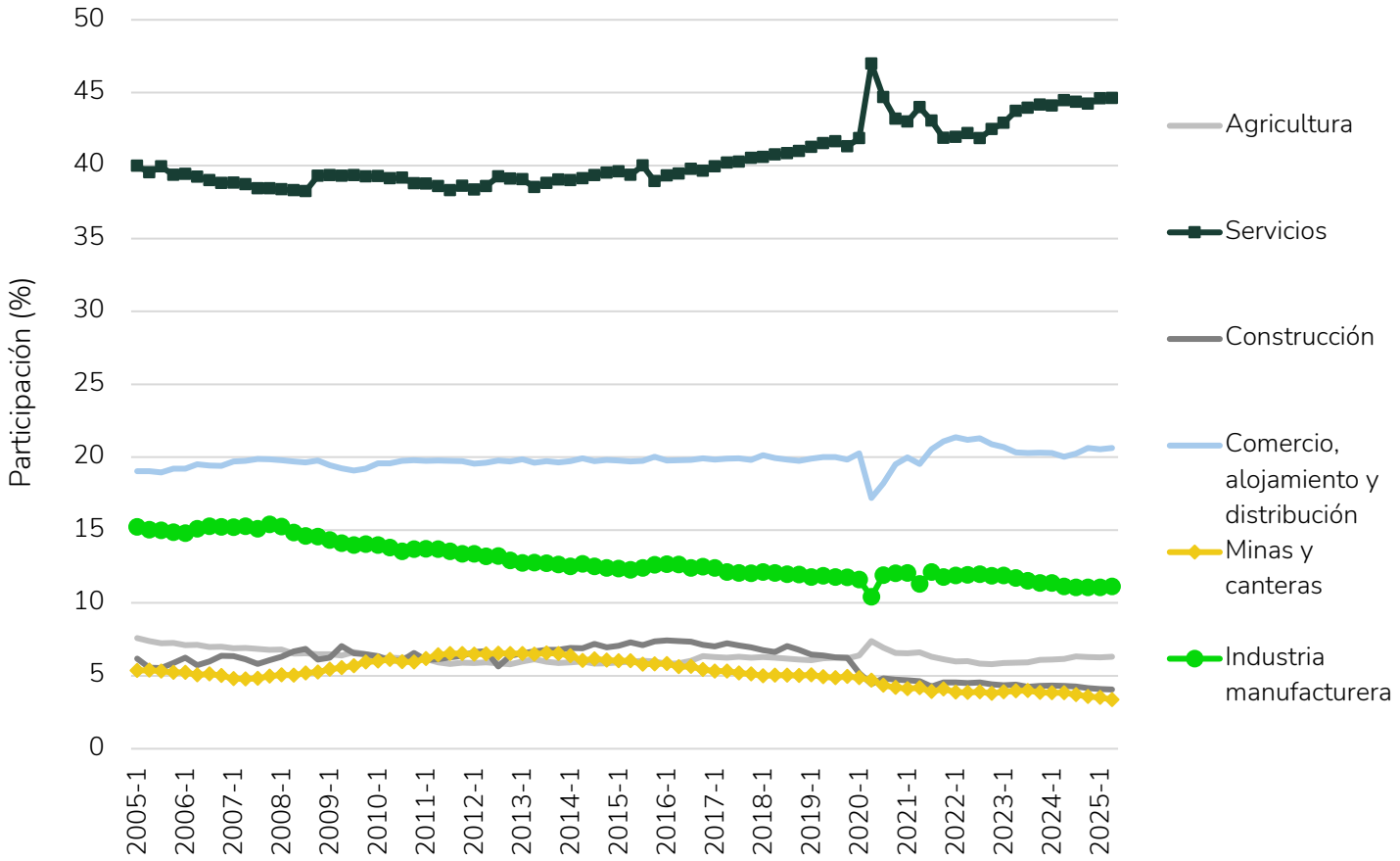
En el caso específico de Colombia, se observa que los encadenamientos productivos parecen estar impulsados por las materias primas nacionales y una capacidad limitada de agregar valor, existiendo una aparente desconexión entre industrias y falta de mercado para el desarrollo tecnológico, entre otros factores. La transición energética es un componente que comienza a integrarse de manera más explícita en algunas de estas políticas, como en Brasil y Bolivia, reconociendo la necesidad de matrices eléctricas más limpias y sostenibles para soportar el desarrollo industrial

Figura 2. Composición del PIB entre 1990 y 2005 – Base 2005



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025 con base en datos del DANE

Figura 3. Composición por sectores del PIB – Base 2025.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025 con base en datos del DANE

Tabla 2. Comparativo de políticas industriales.

País	Política/estrategia principal	Objetivos clave	Énfasis específicos	Relación con la Transición Energética (TE)
Brasil	Informe de Política Industrial: Nova Industria Brasil. (OCIPEX, 2024)	• Aumentar la sostenibilidad e innovación. • Reducir la dependencia de insumos importados. • Aumentar resiliencia industrial y diversificación productiva.	• Cadenas agroindustriales (95% maquinaria nacional) • Cobertura de insumos para salud (70% producción nacional) • Bienestar en ciudades (infraestructura, movilidad sostenible) • Transformación digital (90% empresas digitalizadas) • Bioeconomía/descarbonización/ transición energética (50% biocombustibles en transporte, reducción 30% emisiones carbono industrial) • Defensa (50% autonomía tecnologías críticas)	• Ampliar en un 50% la participación de biocombustibles en la matriz energética de transporte. • Reducir en un 30% la emisión de carbono de la industria nacional a través de energía renovable y bioenergía.
Perú	Política Nacional de Desarrollo Industrial (Decreto Supremo No. 016) (CEPLAN, 2022)	• Industria manufacturera más competitiva y con mayor valor agregado. • Desarrollo descentralizado e inclusivo.	• Incremento de la productividad de empresas manufactureras • Incremento en la complejidad de productos manufacturados, • Incremento de infraestructura productiva industrial y de servicios especializados. • Mejora del entorno institucional y regulatorio (Observaciones previas de 2015 incluían institucionalidad, lucha anticorrupción, infraestructura, I+D, TIC).	No contempla metas directas, pero sí acciones para fortalecer infraestructura productiva, incluyendo adaptación de infraestructura eléctrica para energías sostenibles e incentivos a la sostenibilidad.
Ecuador	Política Industrial del Ecuador 2016-2025 (Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad; Ministerio de Industrias y Productividad, 2016)	• Posicionar la industrialización como crítica para el desarrollo social. • Crecimiento económico sostenible y mejora de condiciones de vida. • Impactos a 2025: crecimiento PIB, balanza comercial positiva, aumento de empleo e inversión.	Fortalecimiento y aumento de competitividad en sectores: agroindustria, industrias intermedias y finales, industrias básicas y servicios de apoyo a la producción.	No se detalla explícitamente en la información proporcionada.

País	Política/estrategia principal	Objetivos clave	Énfasis específicos	Relación con la Transición Energética (TE)
Argentina	Estrategia y Acciones para el Desarrollo Productivo 2020-2023	• Transformar y fortalecer el componente industrial. • Articulación entre sectores productivos.	10 ejes: fortalecimiento de la industria nacional, financiamiento productivo, fomento a la competitividad, promoción a la economía del conocimiento e industria 4.0, desarrollo exportador, desarrollo del mercado interno y consumo, economías regionales, desarrollo minero, transparencia y gobierno abierto, gestión productiva con perspectiva de género.	No se detalla explícitamente en la información proporcionada.
Bolivia	Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES) 2021-2025 (Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2021)	• Impulsar nuevas industrias de productos estratégicos para sustitución de importaciones. • Incrementar producción nacional de bienes de consumo, insumos y servicios. • Promover la transformación de materias primas para generar cadenas de valor.	• Desde 2009, asignación de recursos para industrialización de hidrocarburos, megaproyectos petroquímicos y seguridad energética. • Énfasis en prospección, fortalecimiento y ampliación industrial con valor agregado de recursos naturales. • Diversificación de la matriz energética hacia fuentes renovables y sustentables.	Hoja de ruta para la profundización del proceso de industrialización de los recursos naturales. Incluye la diversificación de la matriz energética hacia fuentes renovables y sustentables.
Colombia	Política Nacional de Reindustrialización (Departamento Nacional de Planeación, 2023)	• Cerrar brechas de productividad. • Fortalecer encadenamientos productivos e inversión. • Diversificar y sofisticar oferta interna y exportable. • Profundizar la integración con América Latina y el Caribe.	• Intenta superar la desaceleración industrial ligada a la falta de desarrollo de nuevos conocimientos e innovaciones. • Dificultad actual: Sectores de mayor conocimiento científico y tecnología avanzada aportan negativamente al PIB, mientras que sectores primarios o de bajo valor agregado lo hacen positivamente.	La reindustrialización se enmarca en una transición hacia una economía productiva y sostenible, lo que implícitamente conecta con la transición energética.
Chile	Política De Desarrollo Productivo para Chile: Una Alternativa al Estancamiento (Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, 2023)	• Revertir desaceleración del crecimiento económico. • Diversificar la producción y las exportaciones.	Énfasis en la diversificación de exportaciones desde sectores que involucran ciencia y tecnología.	No se detalla explícitamente en la información proporcionada, pero la diversificación hacia sectores tecnológicos podría implicar consideraciones energéticas. Desde 2021 existe una estrategia aparte para la TE, la cual no está ligada a la reindustrialización.

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025.

Como último concepto se presenta el **trilema energético**, desarrollado por el Consejo Mundial de Energía (WEC) desde el 2012, como uno de los marcos de análisis que permiten organizar y estudiar la información relacionada con la transición energética justa para atender de manera coherente cada uno de los retos que esta demanda. El trilema se refiere a los complejos objetivos que afrontan los gobiernos de asegurar el suministro energético competitivo, proporcionando a su vez el acceso universal a la energía y promoviendo la protección ambiental (Consejo Mundial de Energía, 2012). El concepto presenta tres dimensiones:

- Seguridad energética: entendida como la capacidad de una nación para satisfacer la demanda energética actual y futura de manera confiable, resistir y recuperarse rápidamente de las perturbaciones del sistema con una mínima interrupción del suministro (Consejo Mundial de Energía, 2024). Para el presente documento, la seguridad energética es tomada desde la seguridad eléctrica, y en particular, desde el abastecimiento de electricidad a partir de fuentes de energía limpias. El diagnóstico revela que Colombia cuenta con un alto potencial geológico, pero requiere fortalecer la exploración y la producción local para reducir la dependencia de importaciones de tecnologías y materiales que pueden ser elaborados en territorio nacional, mitigando así los riesgos de interrupciones en las cadenas de suministro globales.

- Equidad energética: se refiere a la accesibilidad y asequibilidad del suministro de energía para toda la población. Además, el tránsito de una economía extractiva a una productiva busca que la riqueza mineral se traduzca en acceso universal a energía asequible y moderna, especialmente en zonas rurales y aisladas. La equidad implica gestionar adecuadamente el impacto socioeconómico de la desaceleración del carbón térmico, diseñando estrategias que generen nuevas oportunidades de desarrollo territorial, eviten la pérdida masiva de empleos y el aumento del conflicto social en las regiones dependientes.

- Sostenibilidad ambiental: representa la transición del sistema energético de un país hacia la mitigación y la prevención de posibles daños ambientales e impactos del cambio climático (Consejo Mundial de Energía, 2024). Esto implica eficiencia y ahorro energético (tanto desde el punto de vista del suministro como del de la demanda) y desarrollo de oferta de energía renovable y de otras fuentes bajas en carbono. Adicionalmente, La transición energética solo será coherente si la extracción de los minerales necesarios se realiza bajo estrictos estándares de responsabilidad ambiental. Esto implica adoptar prácticas de economía circular que permitan recuperar minerales de residuos industriales y gestionar el fin de la vida útil de tecnologías como paneles solares y aerogeneradores, así como mayor vigilancia sobre el impacto ambiental de las actividades extractivas.

El análisis de la transición energética de Colombia, evaluado bajo el marco del trilema energético, muestra un panorama potencial de energía renovable que se ve limitado por profundas debilidades estructurales en las dimensiones de seguridad y equidad energética. Si bien el país presenta una sólida calificación en sostenibilidad ambiental gracias a su matriz energética predominantemente renovable, su avance se ve condicionado por dos desafíos interconectados que requieren de atención.

En primer lugar, la seguridad energética puede llegar a verse comprometida tanto por la falta de materia prima como por una baja capacidad de procesar los minerales estratégicos que son requeridos para las tecnologías de energía renovable. Esta brecha en la cadena de valor ubica al país en una posición de dependencia, exportando materias primas[2] para luego importar productos tecnológicos de alto valor, lo que se traduce en una pérdida de oportunidades económicas y en una soberanía tecnológica reducida. La consolidación de encadenamientos productivos robustos, desde la extracción hasta la manufactura, emerge como un pilar fundamental para la reindustrialización y la captura de valor a nivel nacional.

En segundo lugar, la dimensión de equidad energética, que representa la puntuación más baja para Colombia en el trilema, revela retos que van más allá de la universalización del acceso. El desafío más complejo radica en garantizar una transición justa para las regiones dependientes de economías extractivas como el carbón térmico, gestionando los impactos sociales y económicos para evitar la profundización de las desigualdades. La alta conflictividad social y el desconocimiento ciudadano sobre el proceso de transición energética son síntomas de una fractura entre los objetivos de la política nacional y las realidades territoriales, lo que pone en riesgo la viabilidad y legitimidad del proceso.

Finalmente, una visión integral de la sostenibilidad ambiental debe superar el enfoque exclusivo en las fuentes de generación para abarcar el ciclo de vida completo de las tecnologías. La gestión de los residuos de equipos como los paneles solares, al igual que los inversores, baterías, el cableado, los tableros de control, entre otros, lo que representa un desafío emergente para el cual la normativa y la infraestructura del país aún no están preparadas.

3.2. Planeación para la Transición Energética Justa

La planeación para una transición energética justa abarca diversas dimensiones y niveles de gobierno, por lo que su análisis es fundamental para identificar los diferentes actores de esta cadena de valor y su articulación. El análisis inició con la revisión del Plan Nacional de Desarrollo, seguido por la política sectorial y las proyecciones energéticas, para dimensionar los requerimientos energéticos. Posteriormente, se identificaron instrumentos clave para su articulación con el conocimiento técnico a lo largo del ciclo de vida de los proyectos energéticos, las necesidades comerciales y las particularidades de la minería en Colombia (Figura 4).

Por otra parte, la articulación institucional es un pilar fundamental de este plan, diseñada para coordinar y optimizar los esfuerzos del Estado en la implementación de una transición energética justa. Para ello, se han analizado de manera integral las políticas nacionales actuales con la finalidad de alinear este plan entre sectores estratégicos, como son Minas y Energía, Industria y Comercio, Ciencia y Tecnología, Transporte, Ambiente y Desarrollo Sostenible.

[2] Información sobre la balanza comercial por minerales se presenta en el diagnóstico de este plan.

El proceso implicó una revisión de los componentes programáticos de cada sector para identificar las políticas clave que impulsan la transición. Como resultado, se definieron productos de política pública coherentes con los objetivos del plan y alineados con los documentos CONPES vigentes. Este modelo colaborativo no solo optimiza la gestión de recursos, sino que también fortalece la sinergia entre actores clave, asegurando que las políticas de alcance nacional se implementen de manera coordinada desde las competencias misionales de cada sector para alcanzar las metas de sostenibilidad, equidad y resiliencia climática del país. La información clave de estos planes, hojas de ruta y políticas se encuentra en la Fase I - Diagnóstico de este plan.

Figura 4. Planes y políticas articuladas para la transición energética justa en Colombia.

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025.

Figura 5. Alineación sectorial en el proceso de planeación para la transición energética justa.

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025.

3.3. Marco normativo

Los encadenamientos productivos fundamentales para la transición energética en Colombia se sustentan en los marcos normativos de la industria minera, energética y particularmente los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE). Estas áreas poseen la capacidad estructural de impulsar la transformación productiva del país, operando bajo regulaciones específicas que buscan equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad socioambiental. A continuación, se presentan algunas generalidades de esta normatividad, la cual se puede consultar con mayor detalle en la Fase I – Diagnóstico.

3.3.1. Industria minera

El sector minero se rige primordialmente por la Ley 685 de 2001 o Código de Minas. Esta legislación establece que el Estado es el propietario absoluto de los minerales del subsuelo y declara la minería como una actividad de utilidad pública. A través del contrato de concesión minera, el Estado delega la exploración y explotación a particulares, quienes deben responder ante la institucionalidad conformada por el Ministerio de Minas y Energía, la Agencia Nacional de Minería, la Unidad de Planeación Minero-Energética y el Servicio Geológico Colombiano.

Conforme el Decreto 1666 de 2016, la actividad se clasifica según su tamaño en pequeña, mediana y gran minería, dependiendo de la extensión en hectáreas durante la exploración y del volumen de producción en la explotación. Existe también una categoría de minería de subsistencia regulada para extracciones manuales y a pequeña escala de materiales como metales preciosos, arenas y arcillas.

La extracción de estos recursos no renovables genera una contraprestación económica obligatoria para el Estado a través del Sistema General de Regalías. En este contexto, el gobierno ha identificado listas de minerales estratégicos para enfocar los esfuerzos institucionales hacia la exploración, explotación y fortalecimiento de encadenamientos productivos alrededor de temas como la transición energética y la reindustrialización nacional.

Adicionalmente, las operaciones mineras exigen un estricto cumplimiento normativo, especialmente en el ámbito ambiental, requiriendo licencias ambientales y planes de cierre para mitigar el impacto en los ecosistemas. Igualmente, debido a que en los territorios donde se desarrollan actividades mineras se ha identificado conflictividad social, la normativa exige mecanismos de participación ciudadana como la consulta previa y la ejecución de Planes de Gestión Social adaptados al tamaño de la operación.

Para el año 2022 el Consejo de Estado emitió lo que se conoce como “Sentencia de ventanilla minera” en la cual se reconocen las afectaciones al ambiente por parte de la actividad minera y, a través de diez directrices, exhorta y ordena al sector minas y al sector ambiente a tomar una serie de medidas que permitan mitigar los impactos ambientales y sociales negativos por parte de las actividades mineras (Consejo de Estado - Sala de lo Contencioso Administrativo, 2022).

3.3.2. Proyectos FNCE

El uso racional y eficiente de la energía ha sido promovido en el país desde la Ley 697 de 2001 *mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones* y se consolidó posteriormente con la Ley 1715 de 2014 *por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. Además, la ley 2099 de 2021, *por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones*, introduce una apuesta por la modernización del mercado eléctrico, buscando la adopción y adaptación de tecnologías limpias para que exista una mayor integración de energías renovables al mercado eléctrico.

La normatividad actual ha permitido que la energía solar se consolide financieramente como la principal del sector, ya que considera su viabilidad como fuente de autogeneración y toma en consideración a las Zonas No Interconectadas (ZNI) fomentando soluciones en regiones apartadas, entra las que se destacan las soluciones solares fotovoltaicas individuales. Para la energía geotérmica, la regulación actual integra un control ambiental estricto y exige un registro geotérmico de carácter obligatorio para centralizar el control de los proyectos de exploración y explotación. Para viabilizar esta alternativa energética de manera efectiva, el marco reglamentario ha unificado un paquete de incentivos fiscales y regulatorios diseñados para reducir los altos costos iniciales y brindar seguridad jurídica a los inversionistas.

Por su parte, la energía eólica si bien cuenta con un marco regulatorio sólido, presenta otras dificultades territoriales debido a la localización de las zonas donde se concentra el mayor potencial eólico del país, pues enfrenta dificultades prediales, ambientales y sociales. En ese sentido, es importante que se fijen lineamientos sobre la definición de una zonificación específica para el desarrollo de proyectos de generación de energía eólica, que permita sortear las situaciones de incompatibilidad entre la normativa territorial y la necesidad de la instalación de los sistemas de generación.

Aunque la normativa colombiana ofrece importantes incentivos tributarios, como la exclusión del IVA y exenciones arancelarias para la preinversión e inversión en proyectos FNCE, estos beneficios se han enfocado históricamente en la generación de energía y la importación de tecnología. Esto ha evidenciado una profunda desarticulación normativa: mientras se incentiva la extracción de minerales estratégicos por un lado y el consumo de tecnologías limpias por otro, no existen estímulos para la manufactura y transformación local de dichos equipos. En la práctica, esta brecha limita el potencial de la minería para arrastrar la reindustrialización del país, favoreciendo la importación de productos terminados en lugar de capturar valor tecnológico a nivel nacional.

En conclusión, si bien la normativa minera ha avanzado en la identificación de minerales estratégicos para desarrollar cadenas de valor orientadas a objetivos nacionales —como la transición energética justa, la seguridad alimentaria y la infraestructura—, existe una

desarticulación con las acciones del sector energético. Para el caso particular de la transición energética, el eslabón de la cadena productiva, correspondiente a la manufactura y transformación de tecnología, carece de incentivos que podrían generar un "efecto de arrastre" (*pull*) para fortalecer las fases extractivas previas.

El marco regulatorio energético opera de forma desvinculada del sector minero y no ha fomentado el desarrollo de capacidades productivas nacionales, a pesar de haber sido un propósito contemplado en sus disposiciones iniciales. Esta baja alineación regulatoria crea una brecha significativa en la cadena de valor: se incentiva la extracción de materias primas, pero no su transformación local. En consecuencia, se limita el potencial de la minería para impulsar la reindustrialización del país y se favorece, en la práctica, la importación de productos terminados en lugar de la captura de valor a nivel nacional.

3.4. Principios del Plan Subsectorial

La toma de decisiones implica la consideración de una serie de elementos que, dependiendo del contexto, deben ser regidos por una coherencia inmersa dentro del proceso. Los principios, para este documento, son los pilares fundamentales que determinan algunos límites y marcos de acción que tiene el plan, especialmente en ámbitos sociales, ambientales y territoriales. Por esto, se acogen los principios propuestos por el Panel sobre Minerales Críticos de la Transición Energética de la Secretaría General de la ONU, tal como se muestra en la Figura 6[3].

Los principios enunciados no constituyen únicamente una declaración de valores, sino que operan como criterios transversales que orientan la formulación, selección y evaluación de las acciones contenidas en los ejes estratégicos del Plan. En términos prácticos, cada eje recoge uno o varios de estos principios como fundamento de sus objetivos específicos. El Eje 1, enfocado en los encadenamientos productivos mineros, se fundamenta en los principios de coordinación institucional e innovación tecnológica para fortalecer la base técnica y financiera que promueva una exploración, extracción y refinación local responsable de los minerales esenciales para la Transición Energética Justa.

Para el Eje 2, los principios se traducen en diversificación económica, viabilidad financiera y desarrollo de capacidades nacionales impulsando la manufactura local, la transferencia tecnológica y la formación del talento humano para el despliegue eficiente de proyectos de energía limpia y especialmente de Fuentes No Convencionales de Energía; y el Eje 3 operacionaliza los principios de bienestar social y ambiental, competitividad y sostenibilidad fomentando un entorno habilitante mediante la modernización normativa, la economía circular y la inversión en proyectos de I+D+i articulados con los proveedores locales. A su vez, los principios constituyen un criterio para la implementación de las acciones contenidas en estos ejes.

[3] El desarrollo conceptual de cada uno de estos principios se encuentra en el documento diagnóstico que antecede a este documento plan.

Figura 6. Principios propuestos para el plan subsectorial de minerales y sus cadenas de valor en la transición energética justa.

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025 con base en ONU.

3.5. Regionalización y caracterización territorial

En el marco de la Resolución 339 de 2022 (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2022), la cual orienta la incorporación de los aspectos territoriales a los instrumentos de planeación, se realizó una regionalización mediante el análisis integrado del potencial solar y eólico en Colombia, y se caracterizaron esos territorios priorizados mediante la descripción y análisis de seis dimensiones: territorial-demográfica, socio-cultural, ambiental, económica-productiva, político-institucional y sectorial.

La regionalización permitió identificar siete municipios priorizados como son Uribia (La Guajira), Santa Marta, Ciénaga, Plato (Magdalena), Magangué, Zambrano (Bolívar) y Piojó (Atlántico). La identificación de estos territorios responde a la presencia de ventajas comparativas asociadas a la disponibilidad del recurso energético, particularmente el potencial solar y eólico, así como a la

priorización de aquellos espacios que pueden contribuir al fortalecimiento del tejido productivo local y que presenten condiciones favorables para consolidar encadenamientos productivos asociados a los minerales y tecnologías necesarias para esta transformación energética.

La caracterización se estructuró a través de seis dimensiones complementarias diseñadas para orientar la planeación de proyectos minero-energéticos: dimensiones territorial-demográfica, socio-cultural, ambiental, económica-productiva, político-institucional y sectorial.

En la dimensión territorial y demográfica se pudo determinar una fuerte heterogeneidad entre centros urbanos consolidados, como Santa Marta, y la alta ruralidad dispersa del municipio de Uribia. Adicionalmente, todos los territorios experimentan procesos de transición demográfica hacia un envejecimiento poblacional y se ven limitados por la desactualización generalizada de sus instrumentos de ordenamiento territorial, lo que dificulta la articulación del desarrollo.

A nivel sociocultural, la región posee una riqueza étnica que incluye al pueblo indígena Wayúu, comunidades de la Sierra Nevada y poblaciones afrocolombianas, lo que establece la obligatoriedad jurídica de aplicar la consulta previa, libre e informada frente a cualquier iniciativa. No obstante, las comunidades padecen graves brechas estructurales evidenciadas en la caída drástica de la cobertura educativa en los niveles de media y superior, altas tasas de mortalidad materna y conflictividad generada por la presencia de grupos armados, factores que representan riesgos inminentes para la inversión y la participación social.

Desde una perspectiva ambiental, se manifiesta una fuerte brecha entre el alto potencial de generación de energía solar y eólica de la zona y su elevada sensibilidad ecosistémica. La viabilidad de la nueva infraestructura está condicionada por determinantes ambientales, tales como las exclusiones del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), las restricciones de los complejos cenagosos RAMSAR, las áreas de la Ley 2ª de 1959 y los altos riesgos geomorfológicos y de inundabilidad.

En el ámbito económico y productivo, núcleos urbanos como Santa Marta y Magangué lideran la generación de riqueza apalancados fuertemente en el sector terciario, mientras que los demás municipios mantienen su base en el sector agropecuario. El análisis político-institucional advierte sobre una gobernanza multinivel fragmentada, donde persisten brechas de capacidad técnica y administrativa entre las alcaldías de mayor categoría y los municipios pequeños, que además presentan una alta dependencia financiera.

Finalmente, en la dimensión sectorial, se identificó que la actividad minera se concentra en el Magdalena mediante esquemas de pequeña y mediana explotación de materiales de construcción, revelando asimetrías productivas que se suman a los marcados desequilibrios en la capacidad de la red de transmisión eléctrica y logística. A esto se suma la débil cobertura, calidad y continuidad de la red vial y la desconexión del sector minero energético con otros sectores productivos en la región.

El conjunto de conflictos y tensiones identificados en las dimensiones analizadas evidencia la importancia de un análisis multidimensional, debido a la brecha entre el potencial estratégico del territorio para la transición energética nacional y las condiciones de vulnerabilidad, exclusión y débil institucionalidad que caracterizan a la mayoría de los municipios priorizados. A esto se suma el traslape de áreas protegidas y zonas RAMSAR, que a su vez presentan una alta presencia de comunidades indígenas y afrocolombianas, con las regiones de alto potencial de irradiación solar y velocidad del viento; por lo que no sólo se deben evaluar los aspectos técnicos, sino analizar la región en su conjunto, desde las diferentes dimensiones propias del territorio.

4. Diagnóstico del Plan Subsectorial para la Transición Energética Justa

Con base en los antecedentes y la información presentada previamente se ha identificado que la seguridad energética es una de las preocupaciones en el panorama internacional. De acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (2024), la crisis energética mundial actual ha elevado la importancia de tener políticas a corto y largo plazo para garantizar la seguridad energética, tanto en términos de diversificación como en el abastecimiento de las materias primas para construir tecnologías de fuentes de energía renovable.

Para Colombia la situación no es diferente, y debido al crecimiento de la demanda existe una creciente presión por la generación de energía. Según XM (2025), la demanda de energía en Colombia fue de 82.084 GWh, lo que representa un crecimiento del 2,3% respecto al 2023, conservando la tendencia de crecimiento desde el 2009, año en el que la demanda se ubicaba en 54.664 GWh, y partiendo de la información de UPME (2024a), las perspectivas de crecimiento en la demanda entre 2024 y 2038 pueden estar entre 1,30% y 3,09%.

En este marco, la seguridad eléctrica es una de las prioridades, tanto en Colombia como en el mundo, y se asocia directamente con la actividad minera, en especial porque los componentes que son requeridos para la elaboración de tecnología para la generación, transmisión y almacenamiento de energía necesitan de minerales. Diversos estudios resaltan la importancia de la actividad minera en la transición energética justa y la creciente necesidad de políticas articuladas con diferentes sectores industriales para garantizar su sostenibilidad en el largo plazo (Commonwealth of Australia, 2023; Fondo Monetario Internacional, 2024; International Renewable Energy Agency, 2023; Ministry of Northern Development, 2022; Secretariat of State for Business, 2022).

Las fuentes de energía renovables en Colombia son vitales, y es el crecimiento de estas el que se proyecta en el Plan Energético Nacional (PEN) 2022-2052 para satisfacer el aumento de la demanda eléctrica en el país (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024b). Estas mismas fuentes son analizadas en el presente plan, así como el rol de los minerales para la fabricación de las partes y componentes necesarios para poner su funcionamiento. Esto a su vez permite evidenciar la necesidad de contar con encadenamientos productivos e identificar qué se requiere para la instalación de tecnologías de energía renovable dándole valor agregado a las materias primas disponibles en el país.

4.1. Fuentes de Energías Renovables

A continuación, se presenta una descripción de cada una de las energías renovables que se trabajaron en este plan, su capacidad instalada actual, su potencial en Colombia y las proyecciones en el PEN 2022-2052, así como el actual mercado de las tecnologías asociadas. La información detallada de estos aspectos se puede encontrar en los capítulos 4 y 5 de la Fase I – Diagnóstico.

4.1.1. Energía hidroeléctrica

En cuanto a las fuentes de energía renovables que existen en Colombia, la principal es la energía hidroeléctrica (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024b). Esta convierte el movimiento del agua (energía cinética) en energía mecánica y en energía eléctrica, y la eficiencia de este proceso está determinada por dos factores: el caudal, o volumen de agua en movimiento por unidad de tiempo, y la altura entre la fuente de agua y la turbina (MME et al., 2025). Esta fuente de energía renovable se encuentra disponible en las zonas que presentan suficiente cantidad de agua; la utilización más significativa la constituyen las centrales hidroeléctricas, y para su desarrollo requiere construcciones que varían de acuerdo con las condiciones del entorno (UPME et al., 2015).

En la Figura 7 se expone el mapa de potencial hidroenergético de Colombia (2015) el cual ilustra de manera clara cómo la capacidad del país para generar energía a partir de sus recursos hídricos está directamente ligada a su geografía y subzonas hidrográficas. Las regiones interandinas (cuencas de los ríos Cauca y Magdalena), así como las cuencas de los ríos Caquetá, Apaporis y Guaviare, entre otros, son algunas de las zonas con mayor potencial, las cuales se identifican por los colores rojos a naranja (Figura 7).

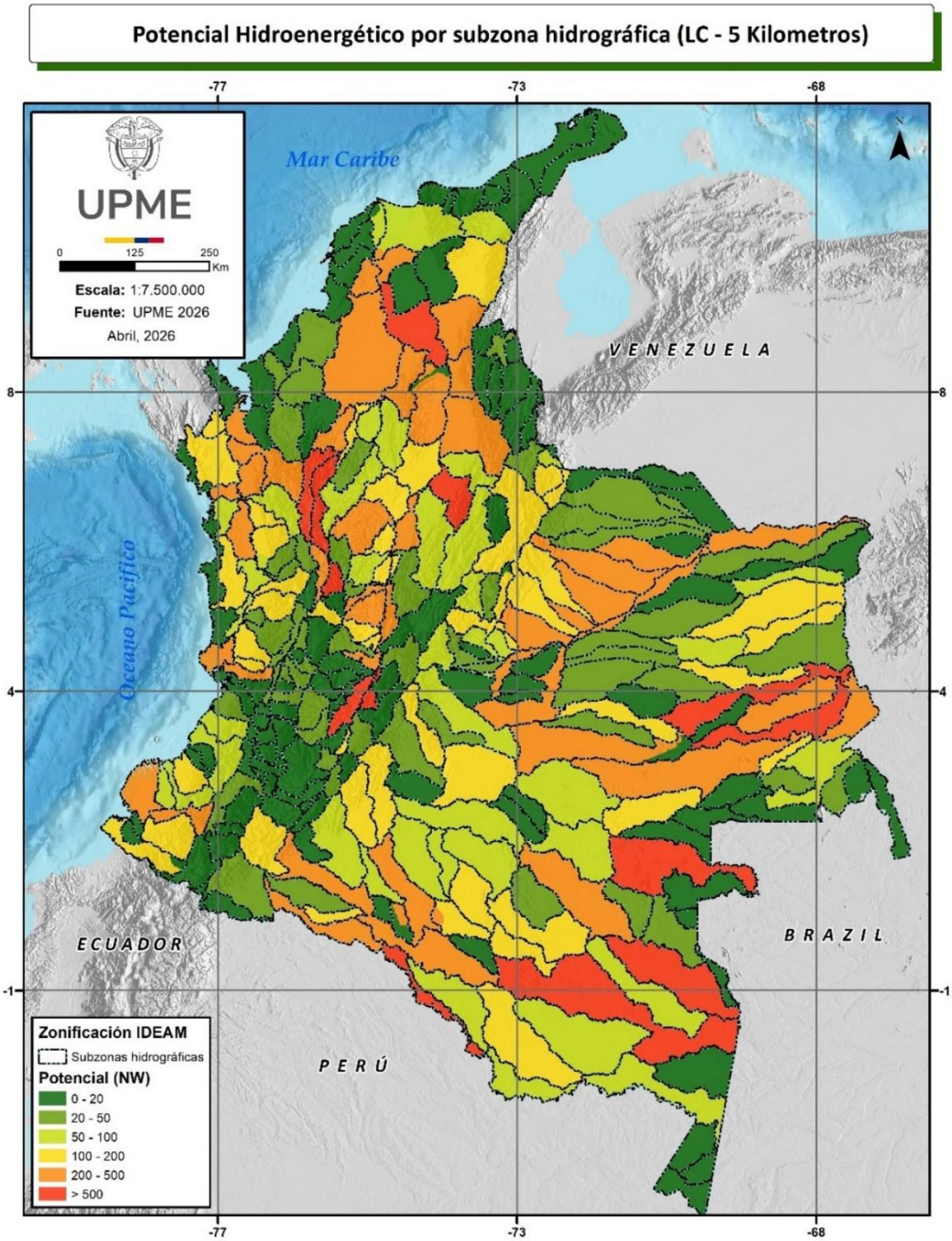
Las centrales hidroeléctricas están compuestas por una presa, que intercepta el caudal del río y crea una cuenca artificial aguas arriba; una turbina, que es un eje de rotación con palas unidas a su alrededor diseñadas para girar en el momento en el que agua en movimiento pasa por estas; un generador, el cual está compuesto por un rotor y un estátor y es el que permite convertir el movimiento de la turbina en energía eléctrica; y un transformador, el cual se encarga de transferir la electricidad producida por el generador a diferentes niveles de voltaje y envía la energía eléctrica a las subestaciones diseñadas para trasladar esa energía a la red de distribución (Ashby et al., 2012).

Para 2025, en Colombia se contaba con 13.208 MW de capacidad instalada y en operación de energía hidroeléctrica, lo que correspondía a un 63.5% de la producción de energía eléctrica del país a partir de 157 proyectos que se han desarrollado desde 1925 (Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME, 2025). Frente a las pequeñas centrales hidroeléctricas – PCH – en Colombia, para la misma fecha, existían cerca de 131 en operación, concentrándose un 44% en el departamento de Antioquia, con una capacidad de generación de 978 MW (Figura 8). Para que una hidroeléctrica sea considerada PCH debe tener una capacidad instalada entre 500 y 20.000 kW, y operan a filo de agua (UPME et al., 2015).

En el PEN 2022 – 2052 se propone aumentar la capacidad instalada por hidrogeneración para todos los escenarios planteados, siendo los escenarios de transición energética aquellos que requerirían mayor aumento de este tipo de energía, alcanzando 29.017 MW instalados a 2052 en el escenario más ambicioso. Esto es factible ya que Colombia cuenta con condiciones óptimas para la generación hidroeléctrica debido a su orografía y régimen pluviométrico; sin embargo, también

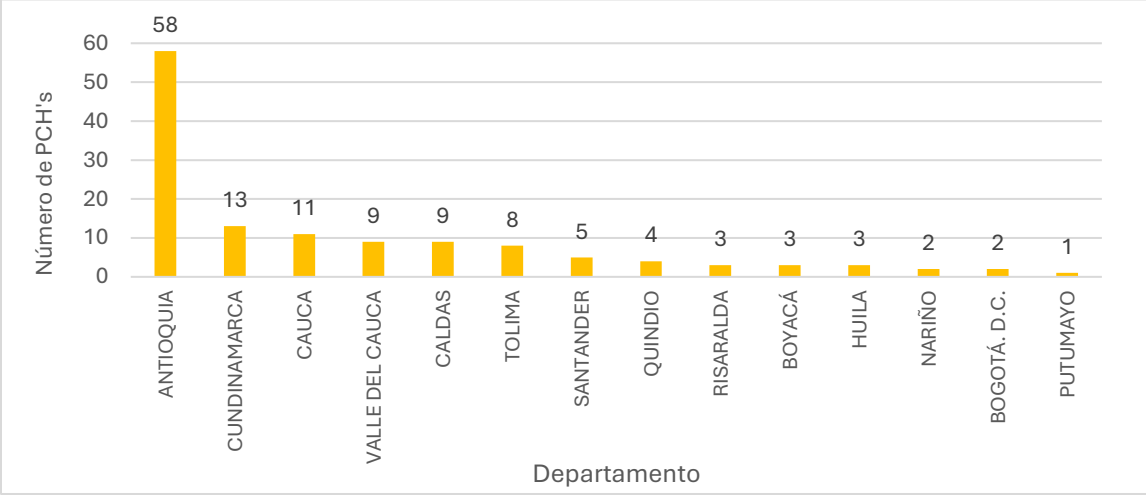
se debe evaluar la vulnerabilidad a la variabilidad climática que trae este tipo de generación (por ejemplo. el efecto del fenómeno de El Niño) y los impactos ambientales que pueden generarse por la presencia de embalses, entre otros múltiples aspectos.

Figura 7. Potencial hidroenergético en Colombia por Subzona hidrográfica.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026, con base en el geoportal sectorial UPME, 2026

Figura 8. Número de PCH's por departamento – 2025.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025, con base en el geoportal sectorial UPME, 2026

4.1.2. Energía solar

La energía solar es aquella que se obtiene a partir del sol en forma de radiación electromagnética y que, mediante la instalación de paneles solares, se puede utilizar para generar electricidad. Se considera una tecnología limpia, renovable y versátil, ya que permite aplicaciones e instalaciones de amplia variedad. En Colombia, debido a su localización geográfica, se cuenta con una alta disponibilidad de recursos solares, con una irradiancia solar media anual de 4,5 kWh/m^2/día (MME et al., 2025), principalmente en el norte, la zona intercordillerana y el oriente del país, como se observa en la Figura 9.

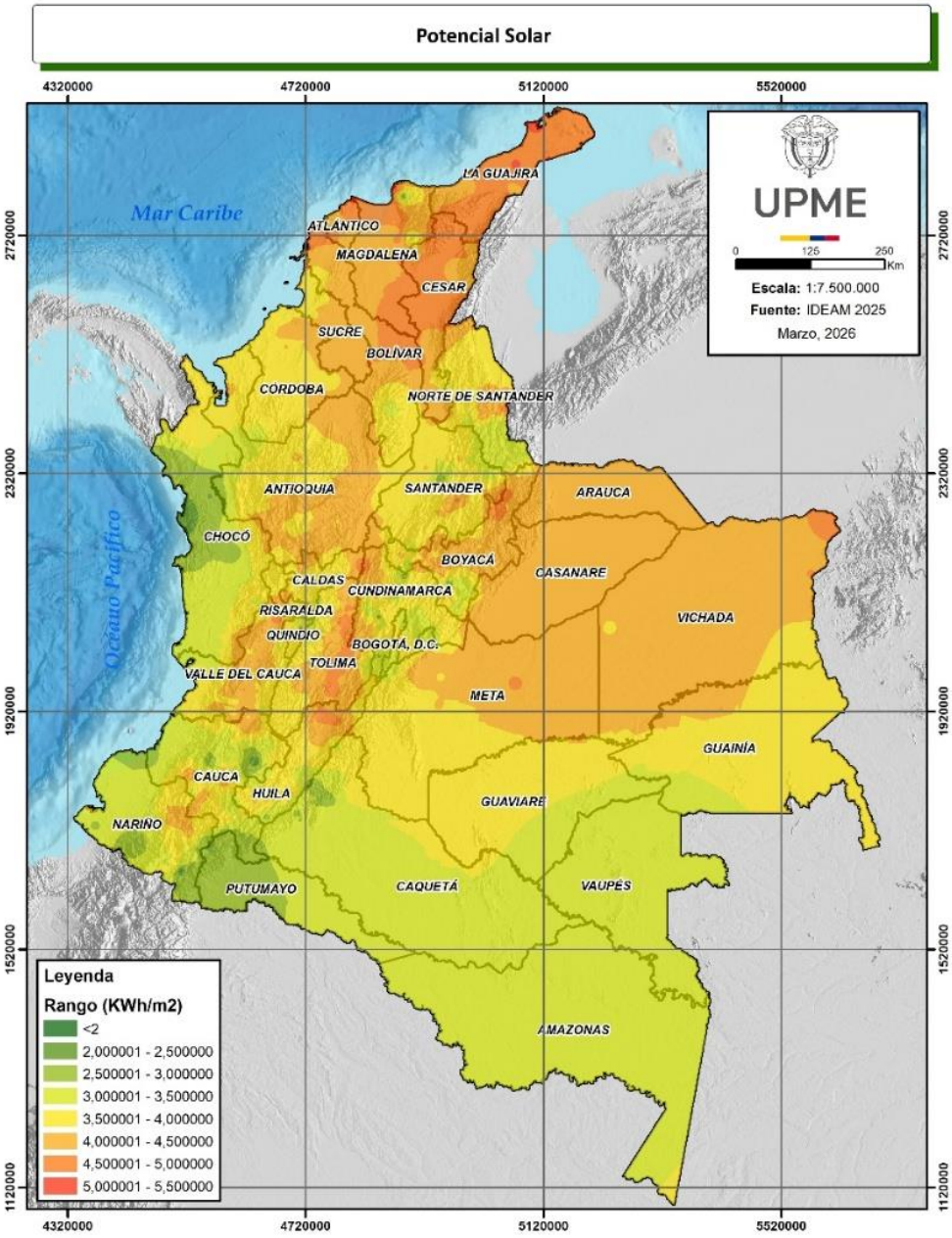
Esta energía es captada por paneles solares, los cuales están compuestos por un marco de aluminio, un vidrio solar, un encapsulante, células fotovoltaicas, una cubierta posterior y una caja de conexiones encargada de proteger el cableado que se utiliza para la transferencia o interfaz de salida de energía captada, así como unos elementos para su cimentación.

En promedio, la vida útil de un proyecto solar puede ser de 25 años con paneles de alta calidad, aun alcanzando eficiencias operacionales entre el 70% y el 80% (EPA, 2023). Al final de su vida útil, son reemplazados por paneles más eficientes, pero esto representa un reto en la disposición final. Se estima que, a nivel mundial, para 2050, existirá cerca de 78 millones de toneladas métricas de residuos de paneles que cumplieron con su vida útil.

El PEN 2022-2052 señala que para 2024 existían 148 proyectos de energía solar que aportaban 1.299 MW (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024b), lo que correspondía al 6.2% de la matriz eléctrica del país. A marzo de 2026 se evidencian en el Geoportal de la UPME 171 proyectos de energía solar que aportan 1.876 MW y se encuentran en pruebas 112 proyectos con una capacidad cercana a los 1.460 MW. Además, se ha asignado capacidad para 11.445 MW,

correspondientes a más de 200 proyectos que se espera sean puestos en marcha entre 2026 y 2029.

Figura 9. Radiación solar global promedio multianual para Colombia.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026, con base en datos abiertos del IDEAM, 2025

En los escenarios planteados del PEN 2022-2052 se estima que la capacidad instalada para 2052 será mayor a 16.000 MW para esta tecnología, siendo los escenarios de transición energética los más ambiciosos, con valores de hasta 32.000 MW, lo que corresponde a un 26,5% de la

capacidad instalada total, representando un aumento considerable en comparación con la situación actual (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024b).

4.1.3. Energía eólica

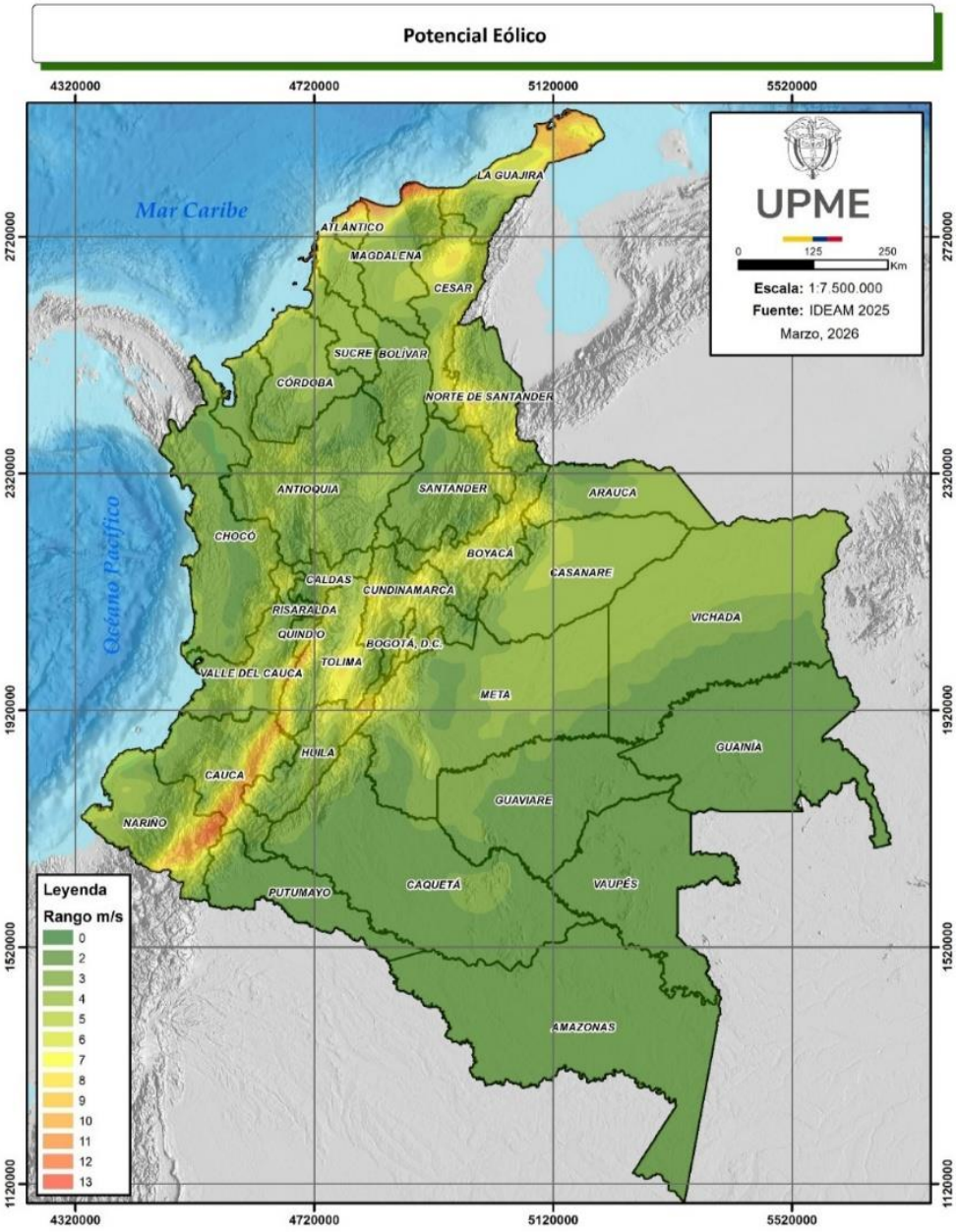
La energía eólica es una fuente de energía renovable que ha cobrado relevancia en las últimas décadas por su capacidad de producir electricidad de forma limpia y sostenible, utilizando la fuerza del viento. Esta energía puede aprovecharse tanto en proyectos localizados en tierra (*onshore*) como en el mar (*offshore*) y en Colombia la región Caribe presenta el mayor potencial eólico para el país (MME et al., 2025).

Durante los últimos años, Colombia ha comenzado a desarrollar su potencial en energía eólica, especialmente en la región de La Guajira, que es considerada una de las áreas más prometedoras para desarrollar proyectos de energía eólica. Según el Atlas del Viento de Colombia, las zonas más propicias debido a la velocidad del viento se encuentran en la zona Caribe, tal como se evidencia en la Figura 10. A pesar de este potencial, el desarrollo de proyectos eólicos en el país ha sido limitado, con tan solo un proyecto piloto en la Alta Guajira (parque eólico Jepírachi), y a la fecha no hay ningún proyecto eólico en operación comercial.

La energía del viento es captada por una turbina eólica, la cual está compuesta por palas unidas a un eje. Este se conecta a un generador mediante una caja de cambios, cuya función es mantener una velocidad constante en el generador independientemente de las variaciones en la velocidad del viento. Estos mecanismos están contenidos dentro de una góndola, la cual se encuentra en la parte superior de una torre. La torre es la estructura que soporta la góndola y las palas a una altura considerable para aprovechar vientos más fuertes y constantes. Para garantizar su estabilidad, toda la estructura se ancla al suelo mediante una cimentación, que generalmente consiste en una gran base de hormigón armado diseñada para soportar el peso de la turbina y las enormes fuerzas ejercidas por el viento. Cada uno de estos componentes, desde las palas hasta la cimentación, requiere de diversos minerales para su fabricación (Tabla 3).

La capacidad instalada en energía eólica sigue siendo reducida, con apenas 41 MW en pruebas para generación a marzo de 2026 correspondientes a tres proyectos localizados en La Guajira; mientras que la capacidad asignada para la misma fecha de consulta es de 2.174 MW (Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME, 2025). A pesar de esto, el PEN 2022-2052 señala la necesidad de una capacidad instalada a 2052 entre 10.038 MW y 18.000 MW fuera de costa y 30.000 MW en costa en el escenario más ambicioso de transición energética (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024b).

Figura 10. Distribución espacial de la velocidad promedio anual del viento a 10 m de altura en Colombia

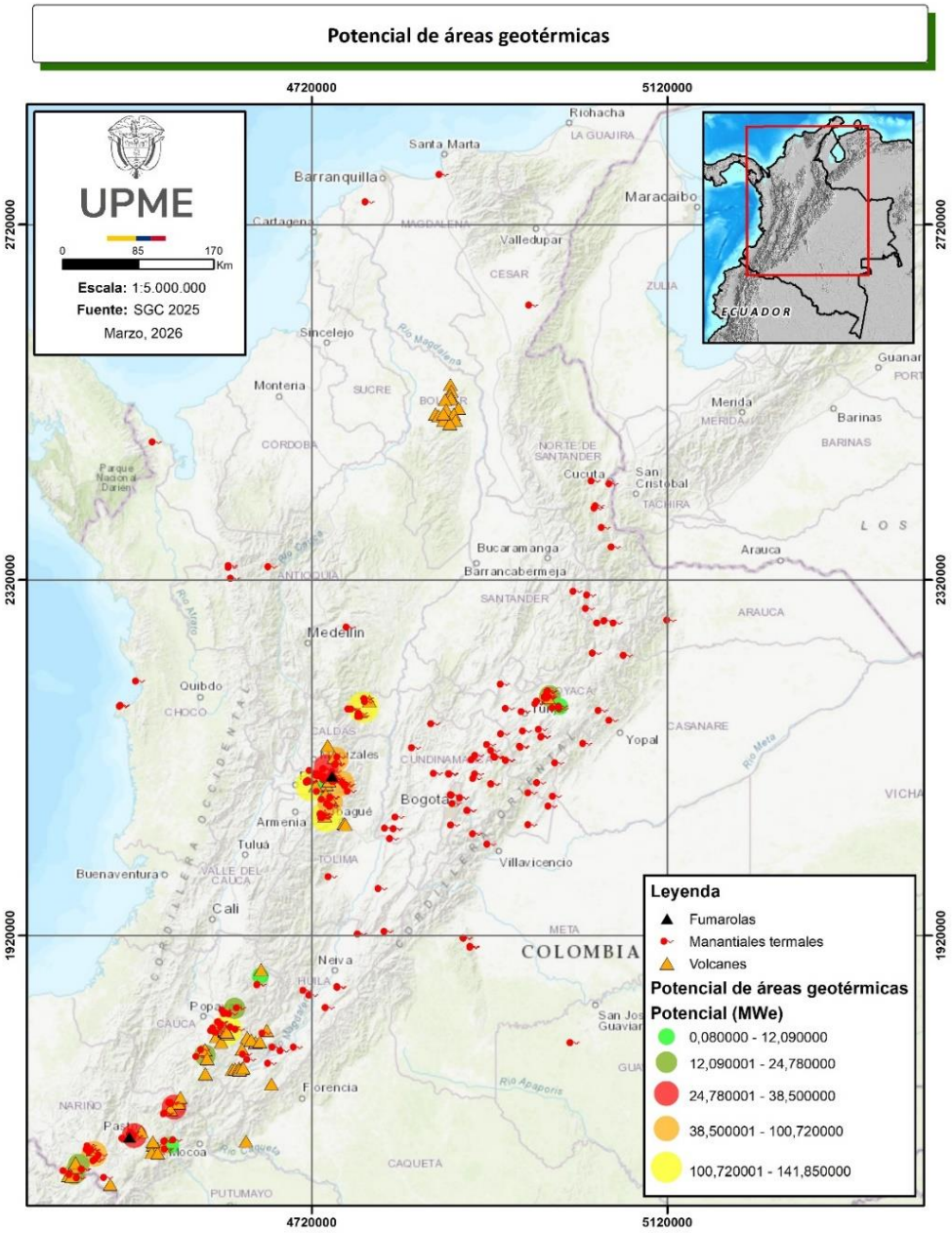


Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026, con base en IDEAM, 2025

4.1.4. Energía geotérmica

La energía geotérmica es aquella que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor interno de la Tierra. En Colombia, se ha identificado potencial geotérmico principalmente asociado a la actividad volcánica propia del Cinturón de Fuego del Pacífico, además de algunas cuencas sedimentarias con emisiones naturales de calor (Servicio Geológico Colombiano, 2024) (Figura 11).

Figura 11. Localización de fumarolas, manantiales termales, volcanes y potencial de áreas geotérmicas en Colombia



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026, con base en información de datos abiertos del Servicio Geológico Colombiano, 2025

Para captar esta energía, se hace uso de una planta geotérmica, la cual está compuesta por tuberías de producción y de vapor, turbinas de vapor y generador, transformador, condensador y una torre de enfriamiento. Según el tipo de planta se puede tener, además, separadores o termocambiador. Toda esta maquinaria pesada se asienta sobre importantes obras de cimentación, que consisten en robustas estructuras de hormigón armado diseñadas para soportar el peso y las vibraciones de los equipos, garantizando la estabilidad y seguridad de toda la planta.

El potencial en Colombia, de acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano, estaría estimado en 1.170 MW (Subdirección de Demanda, 2024); y el PEN 2022-2052 incluye este tipo de energía en sus escenarios, aunque en ninguno de los casos supera 1.000 MW para 2052. Actualmente, existe un piloto de generación de energía geotérmica de la empresa Parex Resources, localizado en el departamento de Casanare, con capacidad de generación de hasta 100 kW (Djunisic, 2021), mientras que Ecopetrol cuenta con un proyecto de planta piloto en el campo Apiay, departamento del Meta, con capacidad para generar 200 kW (Pardo, 2024).

4.1.5. Análisis de aspectos económicos

Con base en la información detallada en la Fase I – Diagnóstico, al analizar los costos de implementación y generación de energía se evidencia que a nivel global las tecnologías eólica terrestre y solar fotovoltaica se han consolidado como las fuentes de energía más competitivas económicamente, superando incluso a los combustibles fósiles. Sin embargo, a pesar de su bajo costo, estas tecnologías todavía enfrentan desafíos significativos relacionados con la intermitencia del clima, la necesidad de sistemas de almacenamiento y la adecuación de la red eléctrica. En cuanto a la energía eólica costa afuera, actualmente es más costosa que otras alternativas en promedio, pero ha mostrado potencial para la reducción de costos a futuro, lo que sugiere que podría seguir la misma trayectoria que la terrestre.

Figura 12. Costo nivelado LCOE, factor de planta y costo total instalado, por tecnología para el año 2023

Indicador	Solar FV	Eólica terrestre	Eólica costa afuera	Hidrogeneración	Geotermal
			Global		
Costo Nivelado (LCOE) USD / MWh	44,2	32,6	74,5	57,1	71,1
Factor de planta %	16,2%	35,9%	41,0%	53,3%	82,1%
Costo total instalado USD / kW	758	1.160	2.800	2.806	4.589
			Colombia		
Costo Nivelado (LCOE) USD / MWh	64,9	47,6	199,9	76,5	103,7
Factor de planta %	25,4%	37,0%	42,0%	57,0%	88,0%
Costo total instalado USD / kW	1.030	1.370	4.300	2.500	4.720

Fuente: elaboración propia UPME (2025) con base en datos de IRENA, Wood Mackenzie y MME et al.

La energía hidráulica y geotérmica tienen un alto costo inicial; sin embargo, continúan siendo alternativas con beneficios. Por una parte, la generación geotérmica tiene la ventaja de explotar

un recurso constante, lo que la hace una gran alternativa para generación base de electricidad. Por otra parte, las hidroeléctricas tienen un buen costo nivelado; más aún, teniendo en cuenta que al calcular el factor de capacidad y los costos de inversión pueden obviarse los beneficios de almacenamiento de energía (Figura 12). Adicionalmente, las hidroeléctricas pueden prestar servicios complementarios a la red eléctrica y servicios relacionados con el manejo del agua.

Aunque el análisis no pretende ser concluyente ni decisivo en cuanto a la viabilidad financiera, los resultados indican que en el país las tecnologías mencionadas podrían ser competitivas frente a las opciones de generación basadas en combustibles fósiles. Inicialmente, los proyectos que aprovechen los mejores recursos energéticos enfrentarían condiciones costo-beneficio más favorables. Posteriormente, a medida que aumente su despliegue, la curva de aprendizaje permitiría desarrollar proyectos que utilizan recursos energéticos menos favorables.

Colombia tiene el reto de suplir la creciente demanda de energía eléctrica, y de acuerdo con el PEN 2022-2052, esto se logrará aumentando la capacidad instalada actual con nuevas fuentes de energía renovables, como la energía solar, eólica y geotérmica. Sin embargo, existe una gran dependencia tecnológica de otros países (por ejemplo. China) para poner en marcha estas apuestas. Además, el sector industrial colombiano no cuenta con la capacidad para transformar los minerales en materias primas para las diferentes tecnologías de energía verde que se requieren para la transición energética.

4.2. Minerales para la Transición Energética

Este plan hace especial énfasis en las fuentes renovables de energía que deben ser implementadas y fortalecidas para alcanzar las necesidades eléctricas en el país. Para esto, se basa en energía hidroeléctrica, solar, eólica y geotérmica. Los minerales que se requieren para este tipo de energías son expresados en la Tabla 3, en la que se relacionan directamente con el tipo de energía, su uso y el conocimiento que se tiene actualmente frente a su disponibilidad en Colombia.

La información detallada de cada uno de los elementos y minerales presentados se encuentra en la Fase I – Diagnóstico. En esa fase, el análisis permite evidenciar la falta de conocimiento geológico o disponibilidad de elementos y minerales en el país, así como los pocos avances o debilidad en su capacidad de procesamiento. En un escenario en el que Colombia fabrique sus propias tecnologías de energía limpia, esta situación es un obstáculo que debe ser atendido para el fortalecimiento del aporte a la transición energética justa, especialmente porque, según lo señalado por el PEN 2022-2052, se requerirá de una expansión considerable de fuentes renovables de energía para cubrir la demanda nacional.

Tabla 3. Minerales, su conocimiento y uso en la transición energética.

Minerales/ materiales	Conocimiento y disponibilidad	Capacidad de procesamiento	Centrales hidroeléctricas	Paneles solares	Turbinas eólicas	Planta geotérmica
Hierro	Existen prospectos y yacimientos de hierro sedimentarios en diferentes partes del país.	Existe capacidad de procesamiento para su transformación en acero.	Para fabricación de acero de refuerzo para la presa y casa de máquinas. Acero para la turbina, conductos, generador y transformador.	Para la fabricación de acero y como insumo para los soportes.	Se utiliza como hierro fundido o acero para la torre, la góndola, el rotor y la cimentación; también para la fabricación de imanes de neodimio-hierro-boro (NdFeB).	Para la fabricación de acero necesario en la turbina, la torre de refrigeración, las tuberías de vapor, el generador y el transformador.
Cobre	Existen recursos y reservas de nueve títulos mineros ubicados en los departamentos de Chocó, Antioquia, Córdoba, Putumayo y Santander.	Existe capacidad de procesamiento para obtener un concentrado polimetálico de cobre y otros minerales.	Se usa en el cableado, la fabricación del generador y el transformador.	Usado para interconectores, cableado, inversores, transformadores y células fotovoltaicas.	Ampliamente usado para el cableado, inversores y sistemas de control.	Se usa en la fabricación del condensador, el generador, el transformador y el cableado.
Sílice (Arenas silíceas)	Existen recursos y reservas de arenas silíceas localizados en diferentes partes del país, principalmente cordillera oriental	No existe una capacidad avanzada de procesamiento. A pesar de esto, es utilizado para la fabricación de vidrio.	En aleación con hierro para la fabricación del transformador y los componentes del sistema de transporte de agua.	Para la producción de células y vidrio grado solar. Para la fabricación de fibra de vidrio para los soportes.	Para la fabricación de fibra de vidrio para las palas y el buje.	En aleación con hierro para la fabricación del transformador y para la fabricación de fibra de vidrio.
Bauxita (Aluminio)	Existen recursos y reservas asociadas a un título minero ubicado en el Valle del Cauca.	No existe capacidad de procesamiento.		Para la fabricación de los marcos y los soportes.	Material ligero en equipos de la góndola, palas, etc.	Para la fabricación del condensador, los separadores y termo cambiador.
Carbón metalúrgico	Existen recursos y reservas de títulos localizados en Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander.	Existe capacidad de procesamiento para la obtención de coque y como insumo para la fabricación de acero y cemento.	Para la fabricación de acero para la presa, las turbinas, los conductos y el generador.	Para la fabricación de acero para los soportes.	Para la fabricación de acero para la torre, góndola, y el rotor.	Para la fabricación de acero para la turbina, tuberías de vapor, torre de refrigeración, etc.
Caliza	Existen recursos y reservas en títulos mineros localizados en	Existe capacidad de procesamiento para producción de	Para la fabricación de cemento, insumo de la mezcla de concreto	Para la elaboración de vidrio solar.	Para la fabricación de fibra de vidrio, para la fabricación de	Para la fabricación de cemento para la torre de refrigeración y la

Minerales/ materiales	Conocimiento y disponibilidad	Capacidad de procesamiento	Centrales hidroeléctricas	Paneles solares	Turbinas eólicas	Planta geotérmica
	diferentes partes del país.	cemento o como insumo para fertilizantes y enmiendas.	que se utiliza para la fundición de las estructuras que forman parte de la presa como el vertedero, túneles, casa de máquinas, subestación, vías de acceso, estructuras de contención e hidráulicas	Para la fabricación de acero y cemento para la estructura de soporte; fabricación de cemento insumo de la mezcla de concreto que se utiliza para la cimentación	cemento y hormigón para la cimentación, así como fabricación de acero para la torre y la góndola.	estructura de ubicación de turbinas, condensador y generador.
Arcilla	Existen recursos y reservas asociadas a diversos títulos mineros.	Existe capacidad de procesamiento como insumo en la fabricación de cemento o en construcción.	Para la fabricación de cemento insumo de la mezcla de concreto que se utiliza para la estructura de la presa. Adicionalmente, con la bentonita se logra la impermeabilización de la presa.	Para la fabricación de cemento, el cual es insumo de la mezcla de concreto para la estructura de soporte.	Para la fabricación de cemento, el cual es insumo de la mezcla de concreto y hormigón para la cimentación.	Para la fabricación de cemento, insumo de la mezcla de concreto, para la torre de refrigeración y la ubicación de turbinas, condensador y generador.
Yeso	Existen recursos y reservas asociadas a dos títulos mineros.	Existe capacidad de procesamiento como insumo para fabricación de cemento.	Para la fabricación de cemento, insumo de la mezcla de concreto, para la estructura de la presa.	Para la fabricación de cemento insumo de la mezcla de concreto, para la estructura de soporte.	Para la fabricación de cemento, insumo de la mezcla de concreto, y hormigón para la cimentación.	Para la fabricación de cemento, insumo de la mezcla de concreto, para la torre de refrigeración y la ubicación de turbinas, condensador y generador.
Níquel	Existen recursos y reservas asociadas a un título minero.	Se procesa para obtener ferroníquel	En aleaciones y acero estructural, así como para el acero inoxidable austenítico de las turbinas		En aleaciones y acero estructural.	Para acero reforzado y estructural, para las tuberías de vapor, turbinas, separadores y condensador.
Arenas (materiales	Existen recursos y reservas asociadas a diversos títulos mineros.	Existe capacidad de procesamiento como insumo para	Para la fabricación de cemento y como	Para la fabricación de cemento para la estructura de soporte.	Para la fabricación de cemento y hormigón para la cimentación.	Para la fabricación de cemento para la torre de refrigeración y la

Minerales/ materiales	Conocimiento y disponibilidad	Capacidad de procesamiento	Centrales hidroeléctricas	Paneles solares	Turbinas eólicas	Planta geotérmica
de construcción)		fabricación de cemento.	insumo para la estructura de la presa.			ubicación de turbinas, condensador y generador.
Gravas (materiales de construcción)	Existen recursos y reservas asociadas a diversos títulos mineros.	Existe capacidad de procesamiento como insumo para fabricación de cemento.	Para la fabricación de cemento y como insumo para la estructura de la presa	Para la fabricación de cemento para la estructura de soporte.	Para la fabricación de cemento y hormigón para la cimentación.	Para la fabricación de cemento para la torre de refrigeración y la ubicación de turbinas, condensador y generador.
Cromo	Dos prospectos: las Dunitas de Medellín y las Serpentinitas en La Guajira, siendo las primeras el único depósito económicamente viable.	No existe capacidad de procesamiento.	Para el acero inoxidable austenítico de las turbinas.		Esencial para acero estructural y otras aleaciones en los equipos eléctricos de la góndola.	Para acero reforzado y estructural, para las tuberías de vapor, separadores y turbinas.
Molibdeno	Se tiene conocimiento de un prospecto de cobre-molibdeno en Putumayo. Se presentan recursos y reservas asociadas a dos títulos mineros en exploración.	No existe capacidad de procesamiento.			Para acero estructural y otras aleaciones en los equipos eléctricos de la góndola.	Para acero reforzado y estructural, para las tuberías de vapor, separadores y turbinas.
Plomo	Existe una asociación con el oro (galena como subproducto). No se realiza ninguna extracción directa.	No existe capacidad de procesamiento.	Para la fabricación del generador.		Para soldar o revestir cables en la transmisión de electricidad (*offshore*).	
Manganeso	Existen prospectos; sin embargo, a la fecha no se encuentran reportes de recursos y reservas para este elemento.	No existe capacidad de procesamiento.	Para acero estructural en componentes del sistema de transporte de agua y transformador		Para acero estructural y otras aleaciones en los equipos eléctricos de la góndola.	Para acero reforzado y estructural, para las tuberías de vapor, separadores y turbinas.
Niobio	Existen prospectos, sin embargo, a la fecha no	No existe capacidad de procesamiento.			Micro aleación en acero estructural de	

Minerales/ materiales	Conocimiento y disponibilidad	Capacidad de procesamiento	Centrales hidroeléctricas	Paneles solares	Turbinas eólicas	Planta geotérmica
	se encuentran reportes de recursos y reservas para este elemento.				alta resistencia para la torre y para otras aleaciones en los equipos eléctricos de la góndola.	
Boro, disprosio, neodimio, praseodimio	No existen ocurrencias, prospectos o depósitos para el boro. Actualmente se están realizando estudios sobre el aprovechamiento y beneficio del carbón y sus productos como fuentes potenciales de tierras raras.	No existe capacidad de procesamiento.			En la composición de imanes permanentes de neodimio-hierro-boro.	
Indio, galio, selenio, cadmio	No se conocen ocurrencias o procesos de beneficio para la recuperación del indio, cadmio y galio. Existe presencia de seleniuros asociados a algunos depósitos de plata y oro, pero su recuperación no es económicamente viable por la tecnología requerida.	No existe capacidad de procesamiento.		Para la elaboración de células solares.		

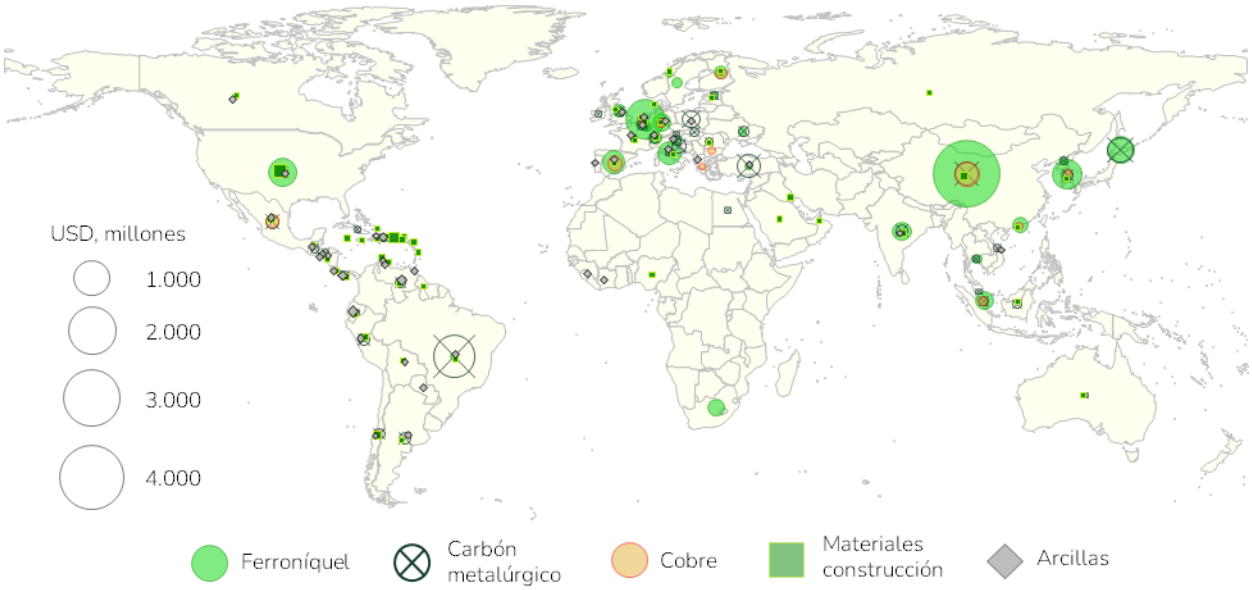
Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025 con base en múltiples autores

Aunque el potencial geológico de Colombia señala la existencia de minerales necesarios para la transición energética, de los 21 minerales analizados, la producción actual está concentrada a una escala industrial en cuatro de ellos: níquel, hierro, carbón metalúrgico y cobre. Además, se identificaron volúmenes importantes de explotación de arcillas, materiales de construcción, yeso, calizas y arenas silíceas.

De estos, el carbón metalúrgico, el níquel y el cobre son producidos fundamentalmente con fines de exportación, destacándose China como el principal destino para el cobre y el níquel (en forma de concentrados de cobre y ferroníquel, respectivamente) y Brasil para el caso del carbón metalúrgico. Por otro lado, el hierro, la caliza, las arcillas y los materiales de construcción tienen una producción robusta destinada principalmente a satisfacer la demanda de la industria nacional (siderurgia, cemento y construcción).

A menor escala, y con reportes intermitentes, hay extracción de bauxita, cromo, manganeso y niobio. El molibdeno, por su parte, presenta cierto potencial con recursos inferidos pero sin explotación y, el plomo, presenta ocurrencias y alguna extracción asociada a depósitos de oro.

Figura 13. Valor en millones de dólares de exportaciones colombianas (cinco minerales) por país destino, periodo 2010 – 2024.

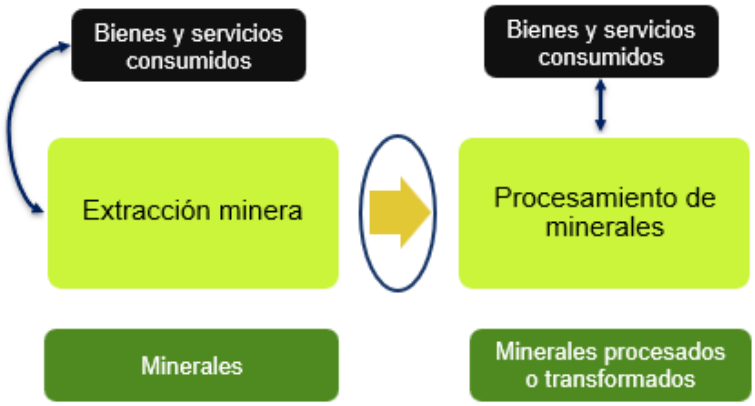


Fuente: elaboración propia UPME (2025) con datos de DIAN, DANE (EXPO).

La limitada capacidad de procesamiento de minerales representa un obstáculo significativo para el desarrollo de encadenamientos productivos. Tras la extracción de la materia prima, la débil capacidad para transformarla en insumos estratégicos reduce su contribución a la transición energética. En este contexto, la gestión eficiente de los encadenamientos productivos cobra importancia, y pueden identificarse dos enfoques principales para cada uno de sus eslabones: empujar (*push*) o arrastrar (*pull*).

La extracción de minerales funciona como una actividad que empuja la materia prima para su procesamiento en otras industrias, pero al no tener la capacidad de absorber esta materia prima, hay una pérdida en la captura de valor en las industrias nacionales, ya que su refinación y posterior transformación ocurre en otros lugares en los que se han especializado en esta materia, para luego vender a Colombia los insumos ya transformados a mayores precios.

Figura 14. Eslabones de extracción y procesamiento de minerales.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025.

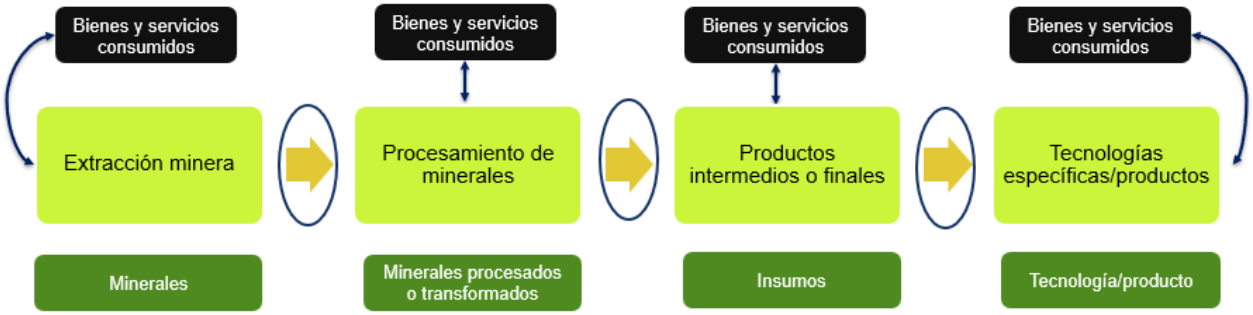
La estrategia de empuje (*push*) es considerada la más tradicional y es característica de las etapas iniciales de la cadena de suministro, como los productores de materias primas (por ejemplo, agricultura, minería) o los fabricantes de componentes estandarizados. En ella, las decisiones de producción y planificación se originan al inicio de la cadena y avanzan hacia el cliente, fundamentándose en pronósticos sobre la demanda del mercado. Las empresas, anticipando la demanda estimada, "empujan" los productos a través de la cadena de suministro, desde los proveedores hasta los distribuidores (Ülkü et al., 2022). La disponibilidad y el costo de sus productos influyen directamente en la capacidad productiva y las decisiones (Guohua Chen & Genbao Zhang, 2011).

En contraste, la estrategia de arrastre (*pull*) opera en respuesta directa a la demanda real del mercado. En este modelo, las órdenes de los clientes o distribuidores "halan" la producción a través de la cadena, fluyendo desde el punto de consumo hacia el origen. Las empresas reaccionan a los pedidos concretos para producir y entregar el inventario de manera oportuna y precisa. Este enfoque es prevalente en eslabones más cercanos al consumidor final, que a menudo poseen un considerable poder de negociación.

Es decir, con el fortalecimiento de una capacidad de transformación de minerales, es posible una mayor captura de valor en la industria nacional. Sin embargo, existe otro cuello de botella en cuanto a que no existe una industria consolidada que manufacture las tecnologías de energía verde que absorban estos minerales refinados. En este contexto, es necesario empujar la transformación de minerales y establecer una industria manufacturera al finalizar el encadenamiento productivo

(Figura 15) con el objetivo de arrastrar esa materia prima hacia la consolidación de insumos en diferentes industrias.

Figura 15. Encadenamientos productivos para energías verdes.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025.

Por otra parte, conseguir los minerales necesarios para la transición energética requiere de una constante negociación y fortalecimiento de las políticas exteriores en materia comercial. Frente a este punto, se analizaron nueve listas de minerales estratégicos de diferentes partes del mundo, y se encontró[4] que estas han estado siendo actualizadas por los gobiernos de turno enfocadas hacia la transición energética y los minerales que se requieren para alcanzarla, como se presenta en la Tabla 4.

En esta se expone cómo los países han priorizado los minerales necesarios para la transición energética, de acuerdo con la lista de minerales estratégicos publicada en el 2023 por IRENA. Para esto, se calculó el porcentaje de "alineación con la transición energética", lo cual tomó como base los minerales de IRENA para la transición energética y los comparó con las diferentes listas de minerales estratégicos de cada uno de los países que fueron tomados como referencia. A mayor porcentaje, mayor es el número de minerales que coinciden con la lista de IRENA.

Tabla 4. Alineación de las listas de minerales estratégicos con los minerales requeridos para la transición energética.

Territorio	Alineación con la transición energética	Basado en
España	24%	Ministerio de Economía (2002)
Colombia	55%	Agencia Nacional de Minería - ANM (2023)
Unión Europea	55%	European Commission (2023)
Canadá	68%	Ministry of Northern Development (2022)
Estados Unidos	72%	Department of Energy (2023)
India	73%	Ministry of Mines (2023)

[4] Este ejercicio fue realizado al contrastar la lista de 52 minerales estratégicos para la transición energética de International Renewable Energy Agency - IRENA (2023b) con cada uno de los países enlistados. El porcentaje corresponde a la coincidencia en listas de los minerales estratégicos o críticos de cada uno de los países con respecto a la lista de IRENA.

Territorio	Alineación con la transición energética	Basado en
Australia	74%	Commonwealth of Australia (2023)
Turquía	77%	Ministry of Energy and Natural Resources (2025)
Francia	81%	Ministère de la Transition Écologique (2021)
Reino Unido	83%	Secretariat of State for Business (2022)

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025.

No obstante, estos minerales pueden ser materia de restricciones para su exportación, como ocurrió durante abril de 2025 con China (Reuters, 2025).

> "12 de mayo - China fortalecerá los controles sobre todas las cadenas de suministro de exportaciones de minerales estratégicos como parte de los esfuerzos para reforzar su control dominante sobre los materiales que considera cruciales para su interés nacional. China, el mayor proveedor mundial de docenas de minerales estratégicos, comenzó a imponer restricciones en 2023 a las exportaciones de varios minerales vitales para sectores que van desde la fabricación de chips y la transición energética hasta la defensa" (Reuters, 2025).

Es de esperar que, a medida que se acelera la transición energética global, aumenta la probabilidad de que los Estados ejerzan un mayor control sobre los minerales estratégicos y sus cadenas de suministro, dada la alta concentración de estos recursos. En el actual contexto geopolítico, y para mitigar la dependencia tecnológica, una de las principales estrategias es fortalecer las capacidades nacionales en toda la cadena de valor: desde la extracción y transformación de estos minerales en materias primas para tecnologías de energía limpia hasta, idealmente, la fabricación de estas tecnologías a nivel local.

En conclusión, es posible afirmar que Colombia no cuenta con depósitos de ciertos minerales estratégicos para la transición energética y tampoco cuenta con una avanzada capacidad de transformación de los minerales, lo que supone un desafío adicional para la consolidación de los encadenamientos productivos necesarios para hacer un aprovechamiento racional de la riqueza mineral nacional[5].

En el fortalecimiento de estos encadenamientos productivos existe una oportunidad de industrialización basada en conocimiento científico, aportando mayor competitividad a la industria nacional y permitiendo la captura de valor de los minerales nacionales. Si bien las restricciones a los minerales pueden aumentar, es importante robustecer la política de comercio exterior para garantizar el suministro de materia prima crítica para este proceso de transición energética.

[5] Es importante aclarar que aquellos minerales que no cuenten con disponibilidad natural y viabilidad económica en territorio nacional deben ser importados y gestionados.

5. Planeación Estratégica – Plan Subsectorial para la Transición Energética Justa

Con base en la información previamente presentada, los análisis realizados en la Fase I - Diagnóstico, las mesas de trabajo realizadas con las diferentes entidades e interesados en el tema, se proponen la visión, el alcance, el objetivo y tres ejes estratégicos para este Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa, tal como se presenta a continuación.

5.1. Visión

Para el año 2036, Colombia tendrá las bases para una industria minera fortalecida, integrada en redes de encadenamiento productivo que propendan por maximizar el valor agregado de los minerales. Esto se realizará con base en la necesidad del desarrollo, fabricación e implementación de tecnologías limpias para la transición energética justa y se sustenta en una gestión eficiente de la información, el uso de tecnologías avanzadas a lo largo de los encadenamientos productivos, un marco regulatorio moderno y la contribución al bienestar social y ambiental.

5.2. Alcance

El Plan Subsectorial de Minerales y sus Cadenas de Valor en la Transición Energética Justa es un instrumento indicativo de planeación elaborado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) para articular el sector minero a los esfuerzos institucionales de carácter nacional enfocados hacia la transición energética justa desde múltiples perspectivas productivas y en el marco de la sostenibilidad y el bienestar nacional. A su vez, forma parte del esfuerzo de planeación sectorial que involucra instrumentos como el Plan Nacional de Desarrollo Minero, la Política Minera y el Plan Energético Nacional, entre otros.

Este plan busca que para el año 2036 Colombia cuente con un entorno habilitante para el desarrollo de encadenamientos productivos que aporten valor agregado a los minerales para la transición energética justa, y que este valor sea capturado por la industria nacional. Los encadenamientos serán impulsados por la unión de esfuerzos sectoriales, atendiendo la superación de las brechas que dificultan su consolidación.

Además, buscará fomentar el desarrollo de capacidades de procesamiento de minerales, el impulso a una red de proveeduría nacional para los encadenamientos productivos que aportarán a la industria de fabricación de tecnologías de energía limpia, así como estrategias que atraigan inversión y estimulen la transferencia tecnológica y la investigación e innovación. Esto requerirá una actualización del marco normativo en materia de industrialización, de forma tal que la actividad minera sea integrada a nuevas cadenas de valor bajo condiciones social y ambientalmente responsables, que promuevan la economía circular y el uso eficiente de recursos como el agua y la energía.

Lo anterior se enmarca en el Decreto 2121 de 2023[6], el cual, en las funciones enumeradas en el Artículo 4, en su numeral 8 indica: "Realizar diagnósticos y estudios que permitan la formulación de planes y programas orientados a fortalecer el aporte del sector minero y energético a la economía y la sociedad en un marco de sostenibilidad". A esto se suman las funciones de la Subdirección de Minería establecidas en el Artículo 18, en el que el numeral 3 indica: "Elaborar y actualizar el Plan Nacional de Desarrollo Minero y los demás planes subsectoriales en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo y con las prioridades establecidas por el Ministerio de Minas y Energía para el sector", mientras que el numeral 11 establece: "Identificar los encadenamientos de la industria minera con el fin de trazar las estrategias de generación de valor agregado".

Debido al enfoque del plan, se han identificado acciones que, a pesar de ser relevantes, se encuentran en otros instrumentos de planeación por lo que no se incluirán dentro de las propuestas. Algunos de estos temas son la inversión y mejoras en infraestructura vial, reconversión laboral y productiva, almacenamiento y transmisión de electricidad y la comercialización en las diferentes etapas de la cadena productiva de las tecnologías de energía limpia.

Finalmente, en el Anexo 1 de la Fase I – Diagnóstico se identificaron una serie de hallazgos, brechas, e identificación de conflictos y tensiones territoriales asociadas a las seis dimensiones descritas y analizadas. Si bien se reconoce que se distinguen e identifican acciones necesarias para el desarrollo territorial, las actividades y gestiones tendientes a su cumplimiento y mejoría ya se encuentran en otras disposiciones normativas, por lo que no se incluyen en este componente programático.

5.3. Objetivo

Propiciar un entorno favorable para superar las brechas en la conformación de encadenamientos productivos a nivel nacional orientados al aprovechamiento de minerales para la transición energética justa. Esto se logrará mediante el impulso a la reindustrialización, la infraestructura y la capacidad tecnológica, con el fin de aumentar la captura de valor en los diferentes eslabones relacionados a las industrias de tecnologías de energía limpia e incrementar el bienestar social y ambiental, con horizonte a 2036.

5.4. Ejes del Plan Subsectorial para la Transición Energética Justa

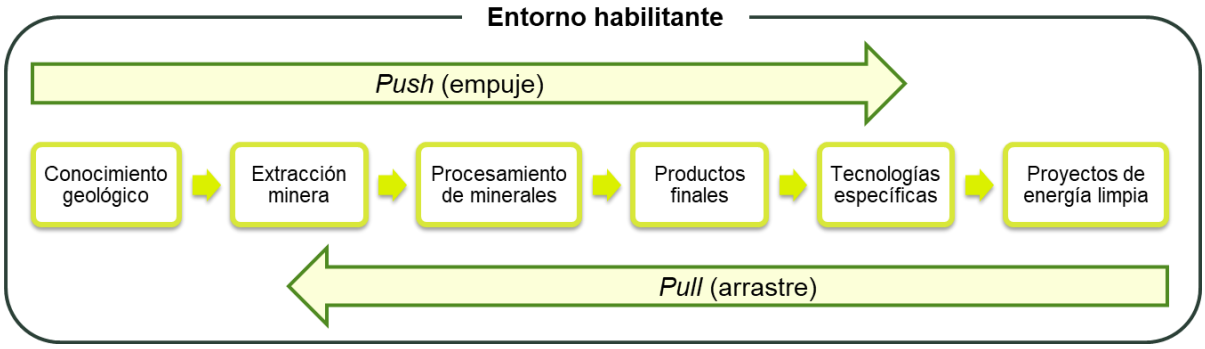
De acuerdo con el análisis realizado en el documento diagnóstico y el presente plan, los encadenamientos productivos para la transición energética justa en Colombia requieren de una estrategia dual, de empuje y arrastre, en cada uno de los eslabones considerados; así como acciones que faciliten su fortalecimiento, financiación y funcionamiento. En la Figura 16 se exponen tanto los pasos generales de la cadena de valor como las necesidades asociadas en la misma, lo que ha permitido definir los tres ejes que tiene el presente plan: empuje (*push*), que parte de la

[6] Por el cual se modifica la estructura de la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.

producción de materias primas; arrastre (*pull*) que se genera desde la demanda de los proyectos de energía limpia; y un entorno habilitante que permita un ambiente propicio para la generación y avance de los encadenamientos productivos asociados a la transición energética justa.

Para todos los ejes del plan se considera que los productos de "estrategia" son concebidos como una serie de acciones coherentes que responden a una necesidad dentro del plan subsectorial y su medición abarca el cumplimiento de estas acciones. El detalle de los indicadores, tiempos de ejecución y metas de cada uno de los productos o acciones propuestos se encuentra detallado en la matriz del plan de acción anexa a este documento (Anexo).

Figura 16. Ejes del Plan Subsectorial de Transición Energética Justa.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2025.

5.4.1. Eje 1: Empuje (push)

Este eje tiene como objetivo fortalecer la base técnica y financiera de los encadenamientos productivos mineros, para promover la exploración, la coordinación institucional y la innovación en la extracción y refinación local de los minerales necesarios para la Transición Energética Justa. En la Tabla 5 se muestran las acciones que componen este eje y en el Anexo del Plan se presenta el detalle de indicadores, tiempos y metas para cada producto propuesto.

Tabla 5. Acciones del eje 1: Empuje (*push*)

No.	Producto	Sector responsable	Sector que apoya	Año de inicio	Año de finalización
1	Implementar mecanismos que permitan alinear los incentivos existentes con las necesidades y exigencias de la política de reindustrialización y otras normativas vigentes en Colombia.	Sector Minas y Energía	Departamento Nacional de Planeación	2026	2036
2	Implementar mecanismos formales de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales para responder a trámites de forma ágil y eficiente.	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente	2026	2036
3	Implementar una estrategia para el fortalecimiento del conocimiento	Sector Minas y Energía		2027	2036

	geocientífico de minerales necesarios para la transición energética.				
4	Implementar la plataforma de transferencia tecnológica e intercambio de conocimiento en el procesamiento de minerales y energía renovable, para robustecer la industria nacional, por medio de alianzas con países y empresas expertas	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2027	2031
5	Implementar un proyecto de mecanismos de articulación entre pequeños mineros y asociaciones de mineros para formar figuras empresariales que aporten materia prima para los encadenamientos productivos en la transición energética justa.	Sector Minas y Energía		2027	2036
6	Crear mecanismos de cofinanciación (público + privado) para aumentar la inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) en la explotación minera	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036
7	Implementar estrategias para la exploración de minerales necesarios para la transición energética, por medio del aumento tanto de la inversión extranjera directa de compañías internacionales dedicadas al negocio minero, como de la inversión nacional de compañías mineras o de alianzas público-privadas.	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente	2027	2036
8	Elaborar documentos para evaluar la viabilidad de instalar plantas de refinación de minerales para la transición energética por medio de estudios técnicos que incluyan aspectos económicos, ambientales y sociales y, que a su vez aborden las brechas existentes y las acciones para superarlas.	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2028	2032
9	Implementar una estrategia de cambio cultural en las empresas de extracción y/o procesamiento de minerales, enfocada en innovación y exploración de nuevos mercados de minerales relacionados con los encadenamientos productivos para la transición energética justa.	Sector Minas y Energía		2028	2036
10	Elaborar un programa de apoyo a la inversión y financiación, para atraer Inversión Extranjera Directa en proyectos de transformación de minerales para la transición energética justa.	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2028	2036

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026.

5.4.2. Eje 2: Arrastre (pull)

Este eje tiene como objetivo impulsar la manufactura local, la transferencia tecnológica y la innovación en el desarrollo de componentes para energías limpias, dando prioridad a la viabilidad financiera, la formación del talento humano y el despliegue eficiente de los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía en los territorios. En la Tabla 6 se muestran las acciones que componen este eje y en el Anexo del Plan se presenta el detalle de indicadores, tiempos y metas para cada producto propuesto.

Tabla 6. Acciones del eje 2: Arrastre (*pull*)

No.	Producto	Sector responsable	Sector que apoya	Año de inicio	Año de finalización
1	Elaborar una ruta normativa para incentivar la producción interna de tecnologías, o sus componentes, para la generación de energía a partir de fuentes no convencionales.	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente, Sector Comercio e Industria	2026	2028
2	Implementar un programa de mecanismos formales de seguimiento a los proyectos FNCE, en todas sus etapas, de manera que se cumplan con rigor los tiempos establecidos en los procesos para su puesta en marcha y funcionamiento.	Sector Minas y Energía		2027	2036
3	Desarrollar metodologías de transferencia de conocimiento en tecnologías, tanto a nivel nacional como internacional, necesarias para la transformación de materia prima en tecnologías de FNCE.	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2027	2033
4	Crear convenios entre el sector empresarial y los centros de educación para la formación de capital humano con énfasis en la fabricación de componentes para las tecnologías de energía limpia.	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036
5	Implementar una estrategia educativa y de cultura política en los territorios en los que se ejecuten proyectos de fuentes no convencionales de energía renovables para mejorar su gestión.	Sector Minas y Energía		2027	2036
6	Elaborar un documento en el que se evalúe y se den recomendaciones dirigidas a mejorar la formulación y socialización de los programas del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo con el objetivo de fomentar la manufactura local de componentes para las tecnologías de energía limpia	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2027

7	Implementar una estrategia para el impulso empresarial hacia el desarrollo y mercado de tecnologías emergentes con base en las necesidades nacionales	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Comercio e Industria	2027	2036
8	Implementar el programa de fomento a la financiación colaborativa, para la consolidación de iniciativas por parte de las empresas relacionadas con la transformación de materia prima en insumos para la elaboración de productos de tecnología de energía limpia.	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2032
9	Implementar un programa de incentivos y cofinanciación para la etapa exploratoria de proyectos de FNCE	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2036
10	Implementar una metodología para la priorización de patentes enfocadas en la transición energética justa.	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2028	2029

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026.

5.4.3. Eje 3: Entorno habilitante

Este eje tiene como objetivo consolidar un entorno habilitante que aporte a la competitividad de los eslabones de los encadenamientos productivos y en la articulación de los actores involucrados, mediante la modernización normativa, el fortalecimiento de la inversión en proyectos de I+D+I, proveedores locales y la economía circular, en el marco del bienestar social y ambiental. En la Tabla 7 se muestran las acciones que componen este eje y en el Anexo del Plan se presenta el detalle de indicadores, tiempos y metas para cada producto propuesto.

Tabla 7. Acciones del eje 3: Entorno habilitante

No.	Producto	Sector responsable	Sector que apoya	Año de inicio	Año de finalización
1	Desarrollar metodologías de seguimiento, evaluación, actualización y complemento de los instrumentos públicos para la transición energética justa enfocados a incentivos, encadenamientos productivos y economía circular	Sector Minas y Energía		2026	2033
2	Formular incentivos, con base en su evaluación, para los encadenamientos productivos relacionados con la transición energética justa.	Sector Minas y Energía	Departamento Nacional de Planeación	2027	2030
3	Implementar una estrategia para la captura de valor mediante mecanismos que garanticen la diferenciación de la producción nacional	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2036

4	Implementar mecanismos de armonización entre las políticas fiscales, comerciales, industriales y ambientales para el desarrollo de encadenamientos productivos en el marco de las FNCE	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036
5	Implementar propuestas para la modernización del marco normativo para todos los sectores asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, en el que se priorice su estabilidad a largo plazo.	Sector Minas y Energía	Departamento Nacional de Planeación	2028	2036
6	Implementar una estrategia de diplomacia para la transición energética justa con el fin de apalancar las iniciativas de investigación, abastecimiento y reindustrialización asociados a encadenamientos productivos.	Sector Relaciones exteriores	Sector Minas y Energía	2029	2036
7	Realizar convocatorias para investigación y desarrollo de proyectos asociados a los encadenamientos productivos para fomentar la innovación y tecnología de FNCE	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2026	2036
8	Implementar un programa de financiación a los proyectos viables y priorizados de las convocatorias para investigación y desarrollo de proyectos asociados a los encadenamientos productivos para fomentar la innovación y tecnología de FNCE	Sector Minas y Energía (FENOGE)	Sector Ciencia y Tecnología	2027	2036
9	Elaborar una estrategia para incentivar la presentación de empresas relacionadas con los encadenamientos productivos para la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional, a los programas para el fortalecimiento de las operaciones productivas, administrativas y comerciales.	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036
10	Elaborar un documento con la estimación del requerimiento de minerales necesarios para la fabricación de tecnologías de energía limpia de acuerdo con la demanda eléctrica proyectada para Colombia en el Plan Energético Nacional.	Sector Minas y Energía		2027	2027
11	Realizar un documento con el análisis de minerales necesarios para componentes como baterías, cableado, transformadores, torres de energía, entre otros, como complemento al actual plan subsectorial de transición energética justa	Sector Minas y Energía		2027	2027

12	Elaborar documentos de evaluación de las vulnerabilidades, riesgos y oportunidades de los encadenamientos productivos para el desarrollo de tecnologías de energía solar y eólica en Colombia. En este se deben incluir como mínimo aspectos de abastecimiento de minerales, transporte, comercialización, distribución y disposición final, así como el análisis y caracterización territorial	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2033
13	Elaborar un documento de lineamientos técnicos para el fortalecimiento de los encadenamientos productivos para el desarrollo de tecnologías de energía solar y eólica en Colombia, con base en los documentos de evaluación de sus vulnerabilidades, riesgos y oportunidades	Sector Minas y Energía		2027	2034
14	Elaborar una estrategia para fortalecer el abastecimiento de minerales e insumos necesarios para los encadenamientos productivos en el marco de las FNCE, de acuerdo con los resultados de los documentos de lineamientos técnicos.	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2028	2036
15	Elaborar un estudio enfocado en el abastecimiento energético para industrias electrointensivas relacionadas con los encadenamientos productivos para la transición energética justa en el marco de la política de reindustrialización	Sector Minas y Energía		2028	2028
16	Implementar un centro de innovación que permita aportar conocimiento en la consolidación de las industrias asociadas a los encadenamientos productivos de minerales para la transición energética justa.	Sector Minas y Energía	Sector Ciencia y Tecnología	2030	2030
17	Elaborar un programa para el fortalecimiento de proveedores locales en las áreas de gestión, producción, innovación y comercialización de los bienes y servicios asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2036
18	Implementar espacios de diálogo mediados por la defensoría del pueblo para construir consensos, escuchar preocupaciones y prevenir el aumento de la conflictividad social en el marco de los proyectos mineros y de FNCE.	Sector Minas y Energía	Sector Interior	2027	2036

19	Implementar un programa de economía circular aplicada al manejo de residuos producto de la finalización de la vida útil de las tecnologías de FNCE	Sector ambiente	Sector Comercio e Industria	2027	2036
20	Adoptar los lineamientos técnicos de Política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de economía circular en la actividad minera elaborados por el Ministerio de Minas y Energía	Sector Minas y Energía		2027	2027
21	Elaborar un anexo técnico dentro de la taxonomía verde que permita incluir a las actividades de manufactura y procesamiento de minerales	Sector Minas y Energía	Sector ambiente	2028	2029
22	Implementar una estrategia para el uso de certificaciones verdes en las empresas del encadenamiento productivo para la transición energética justa.	Sector ambiente	Sector Minas y Energía	2029	2036
23	Elaborar una estrategia de transporte multimodal que permita disminuir los costos de transporte y conectar los diferentes eslabones de la cadena productiva de las tecnologías de energía limpia.	Sector Transporte	Sector Comercio e Industria	2028	2036
24	Crear un programa de investigación en captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) con especial énfasis en plantas termoeléctricas	Sector Minas y Energía	Sector Ciencia y Tecnología	2027	2036
25	Implementar una estrategia para la investigación de nuevos usos del carbón enfocados hacia la diversificación productiva y transición energética justa.	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente	2027	2036
26	Implementar un proyecto para escalar a nivel comercial los pilotos viables, resultado de la investigación en nuevos usos del carbón	Sector Minas y Energía	Sector ambiente	2028	2036
27	Implementar mecanismos de inclusión laboral en los encadenamientos productivos para la mitigación de desempleo en territorios afectados por la descarbonización de la economía.	Sector Minas y Energía	Sector trabajo	2028	2036

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Elaboración institucional, 2026.

6. Seguimiento y Evaluación

El seguimiento al Plan Subsectorial de Transición Energética Justa estará a cargo de la Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME, en articulación con los responsables y corresponsables señalados en el plan o a quien estos deleguen. De igual manera, se diseñará un instrumento indicativo de seguimiento, basado en los productos propuestos, que dará cuenta de su avance. La periodicidad de su seguimiento está determinada por la programación de los productos del plan.

Finalmente, durante la vigencia del presente plan subsectorial, será realizada una evaluación de medio término con el objetivo de identificar los puntos que requieren mejora y aquellas experiencias y prácticas que han proporcionado resultados positivos para el cumplimiento de este instrumento; este será uno de los principales insumos para su futura actualización.

7. Referencias

Acosta Puertas, J. (2024). *Reindustrialización, reconversión laboral y Transición Energética Justa en Colombia*. https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/21538.pdf

Agencia Nacional de Minería - ANM. (2023). *Resolución No. 1006 del 30 nov 2023 "Por medio de la cual se determinan los minerales de interés estratégico para el País."*

Ashby, M., Attwood, J., & Lord, F. (2012). *Materials for Low-Carbon Power - A White Paper*. https://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2012/07/lowcarbon.pdf

CAF. (2024). Transición Energética Justa / Marco conceptual. *Banco de Desarrollo de América Latina*. https://scioteca.caf.com/handle//123456789/2342

Columbia Center on Sustainable Investment. (2019). *Encadenamientos al sector minero en Colombia*. https://ccsi.columbia.edu/sites/ccsi.columbia.edu/files/content/docs/our%20focus/Encadenamientos-al-sector-minero-en-Colombia-CCSI-2019.pdf

Commonwealth of Australia. (2023). *Critical Minerals Strategy 2023-2030*.

Consejo de Estado - Sala de lo Contencioso Administrativo. (2022, July 4). *Sentencia 25000234100020130245901 "Ventanilla Minera."* https://www.anm.gov.co/sites/default/files/sentencia-ventanilla-minera_240120230834.pdf

Consejo Mundial de Energía. (2012). *El trilema energético Publicación-Separata del nº 38 de Cuadernos de Energía*. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Trilema-Energ%C3%A9tico-2012-Espanol.pdf

Consejo Mundial de Energía. (2024). *World Energy Trilemma - Full Report*. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/2024_World_Energy_Trilemma_Full_Report_FINAL.pdf?v=1770806552

Departamento Nacional de Planeación. (2023). *CONPES 4129 de 2023 Política Nacional de Reindustrialización*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4129.pdf

Department of Energy. (2023). Notice of final determination on 2023 DOE Critical Material List. *DOE*.

Djunisic, S. (2021, March 30). *Colombia inaugurates 1st geothermal power unit*. Renewables Now. https://renewablesnow.com/news/colombia-inaugurates-1st-geothermal-power-unit-736314/

Dobbelsteen, A. van den, Broersma, S., Fremouw, M., Blom, T., Sturkenboom, J., & Martin, C. (2020). The Amsterdam energy transition roadmap – introducing the City-zen methodology. *Smart and Sustainable Built Environment*, *9*(3), 307–320. https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2019-0065

EPA. (2023). *End-of-Life Management of Photovoltaic Solar Panels in the United States*. https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=CESER&dirEntryId=359251&noarchive=1&fed_org_id=111

European Commission. (2023). *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report*.

Fondo Monetario Internacional. (2024). *Energy Security and The Green Transition*. https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WP/2024/English/wpiea2024006-print-pdf.ashx

Goswami, A., Bandyopadhyay, K. R., & Kumar, A. (2017). Exploring the nature of rural energy transition in India: Insights from case studies of eight villages in Bihar. *International Journal of Energy Sector Management*, *11*(3), 463–479. https://doi.org/10.1108/IJESM-11-2016-0001

International Renewable Energy Agency. (2023). *Geopolítica de la transición energética. Los materiales críticos*. International Renewable Energy Agency. www.irena.org

Joiţa, D., Dobrotă, C. E., & Fernández-González, R. (2023). The dynamics of energy transition policies in the times of COVID-19 crisis and the conflict in Ukraine. In *Digitalization, Sustainable Development, and Industry 5.0: An Organizational Model for Twin Transitions* (pp. 293–316). Emerald Group Publishing Ltd. https://doi.org/10.1108/978-1-83753-190-520231015

Karasoy, A. (2023). Assessing the impacts of industrialization, deindustrialization and financialization on Turkey's energy security: evidence from the augmented NARDL method. *International Journal of Energy Sector Management*, *17*(6), 1053–1073. https://doi.org/10.1108/IJESM-07-2022-0014

Maguire, S., & Robson, I. (2023). Supply Chain Management and the Circular Economy. In *Sustainable Development Through Global Circular Economy Practices* (pp. 79–111). Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/978-1-83753-590-320231004

Medina, D., Botero, J., & Torres, A. (2021). *5. Cadenas productivas y su relación con el riesgo de contagio en Antioquia*.

Ministère de la Transition Écologique. (2021). Évolution Base de données « Gisements France » : Atlas des substances critiques et stratégiques. *Ministère de La Transition Écologique*.

Ministerio de Comercio, I. y T. (2023). *Política de Comercio Exterior para la Internacionalización y el Desarrollo Productivo Sostenible*. https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/documentos-noticias/22-06-2023-socializacion-politica-comercio-exterio.aspx

Ministerio de Economía. (2002). Real decreto 647/2002. *Ministerio de Economía*.

Ministry of Energy and Natural Resources. (2025). *Türkiye Critical and Strategic Minerals Report*.

Ministry of Mines. (2023). *Report of the Committee on Identification of Critical Minerals*.

Ministry of Northern Development, M. N. R. and F. (2022). *Ontario's Critical Minerals Strategy*.

Mishra, A., & Sahu, P. K. (2024). Do geopolitical uncertainty and inflation transmit opportunities or threats to green energy consumption? *International Journal of Energy Sector Management*. https://doi.org/10.1108/IJESM-08-2024-0006

MME, UPME, & DEA & Emergente. (2025). *Catálogo tecnológico colombiano para tecnologías de generación y almacenamiento de energía 2025*.

Montag, L. (2023a). Circular Economy and Supply Chains: Definitions, Conceptualizations, and Research Agenda of the Circular Supply Chain Framework. In *Circular Economy and*

Sustainability (Vol. 3, Number 1, pp. 35–75). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/s43615-022-00172-y

Montag, L. (2023b). Circular Economy and Supply Chains: Definitions, Conceptualizations, and Research Agenda of the Circular Supply Chain Framework. In *Circular Economy and Sustainability* (Vol. 3, Number 1, pp. 35–75). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/s43615-022-00172-y

ONU. (2015). *Acuerdo de parís*. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Pardo, J. (2024, March 27). *Colombia se prepara para generar electricidad con el calor de los volcanes: así será la primera subasta de energía geotérmica*. INFOBAE. https://www.infobae.com/colombia/2024/03/27/colombia-se-prepara-para-generar-electricidad-con-el-calor-de-los-volcanes-asi-sera-la-primera-subasta-de-energia-geotermica/

Picchi, P., Verzandvoort, S., Geneletti, D., Hendriks, K., & Stremke, S. (2022). Deploying ecosystem services to develop sustainable energy landscapes: a case study from the Netherlands. *Smart and Sustainable Built Environment*, *11*(3), 422–437. https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2020-0010

Reuters. (2025). *China fortalecerá el control sobre las exportaciones de minerales estratégicos*. https://www.reuters.com/markets/asia/china-strengthen-control-over-strategic-minerals-exports-2025-05-12/

Rogan, J., Fürstenberg, F., & Wieland, A. (2022). Shaping the transition from linear to circular supply chains. In *Circular Economy Supply Chains: From Chains to Systems* (pp. 69–87). Emerald Group Publishing Ltd. https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221004

Ruostetsaari, I. (2020). From consumers to energy citizens: Finns' readiness for demand response and prosumerism in energy policy making. *International Journal of Energy Sector Management*, *14*(6), 1157–1175. https://doi.org/10.1108/IJESM-11-2019-0001

Sarkis, J. (2021). Supply chain sustainability: learning from the COVID-19 pandemic. *International Journal of Operations and Production Management*, *41*(1), 63–73. https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2020-0568

Schteingart, D., Tavosnanska, A., Isaak, P., Manuel, J., & Ginsberg, A. M. (2023). *El renacimiento de la política industrial en el mundo*.

Schüßler, V. (2023). *Just Energy Transition Glossary*. https://www.jetknowledge.org/wp-content/uploads/2023/09/082023-Just-Energy-Transition-Glossary.pdf

Secretariat of State for Business, E. and I. S. (2022). *Resilience for the Future: The United Kingdom's Critical Minerals Strategy*.

Servicio Geológico Colombiano. (2024, May 29). *El subsuelo y las geociencias: claves para diversificar la matriz energética de Colombia*. Noticias. https://www2.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/el_subsuelo_y_las-geociencias_claves_para_diversificar_la_matriz-_energetica_de_colombia.aspx#:~:text=Colombia%20tiene%20una%20de%20las,la%20demanda%20el%C3%A9ctrica%20del%20pa%C3%ADs

Subdirección de Demanda. (2024). *Actualización Plan Energético Nacional (PEN) 2022 - 2052. Tomo 1.*

https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2022_2052/PEN_2022_2052_Tomo1_VF.pdf

Thomas Hirsh et al. (2017). *Guiding Principles & Lessons Learnt For a Just Energy Transition in the Global South*. https://library.fes.de/pdf-files/iez/13955.pdf

Ülkü, M. A., Skinner, D. M., & Yildirim, G. (2022). Toward sustainability: A review of analytical models for circular supply chains. In *Circular Economy Supply Chains: From Chains to Systems* (pp. 215–236). Emerald Group Publishing Ltd. https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221011

Unidad de Planeación Minero Energética. (2024). *Resumen ejecutivo Plan Energético Nacional (PEN) 2022 - 2052*. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2022_2052/Resumen_ejecutivo_PEN_2022_2052.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2022, August 23). *Resolución 339 de 2022 Por la cual se adopta el enfoque territorial en la actividad de planeación de la UPME y se establecen disposiciones sobre el Sistema de Información Socio Ambiental – SSA*. https://docs.upme.gov.co/Normatividad/339_2022.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2025). *Geovisores, portal UPME*. Geovisores de Capacidad Asignada y Generación En Colombia. https://www1.upme.gov.co/Paginas/Geovisores.aspx

UPME. (2024). *Proyección de la demanda eléctrica y potencia máxima 2024-2038*. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Proyeccion_demanda_energia_electrica_y_potencia_maxima_rev_jul2024.pdf

UPME, PUJ, COLCIENCIAS, IDEAM, & IGAC. (2015). Capítulo 1. HIDROENERGÍA. In *Atlas de Potencial Hidroenergético de Colombia*.

Vasile, R., & Grigorescu, A. (2024). Patterns and Trends in Developing Green Energy Paradigms. In *Emerging Patterns and Behaviors in a Green Resilient Economy* (pp. 153–168). Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/978-1-83549-780-720241008

Xia, S. (2022). The link and spillovers between clean energy and fossil fuels market: a systematic literature review. *Journal of Accounting Literature*, *44*(2/3), 177–191. https://doi.org/10.1108/jal-08-2022-0087

XM. (2025). En 2024, la demanda de energía en Colombia aumentó 2.3% en comparación con el año anterior _ Portal XM. *XM*. https://www.xm.com.co/noticias/7504-en-2024-la-demanda-de-energia-en-colombia-aumento-23-en-comparacion-con-el-ano

Yassin, A. M. M., Hassan, M. A., & Elmesmary, H. M. (2022). Key elements of green supply chain management drivers and barriers empirical study of solar energy companies in South Egypt. *International Journal of Energy Sector Management*, *16*(3), 564–584. https://doi.org/10.1108/IJESM-10-2020-0014

Zubairu, N., Mohammed, A., & Zohny, Z. (2024). Navigating the path to sustainable energy transition in Oman: a systematic literature review and future research opportunities. In *Management of Environmental Quality*. Emerald Publishing. https://doi.org/10.1108/MEQ-01-2024-0021

Ejes	Eje (corto)	Producto	Fórmula del indicador	Tipo de indicador	Sector responsable	Sector que apoya	Año de inicio	Año de finalización	Meta	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	Meta Final
Eje 1: Empuje (*push*) Este eje tiene como objetivo fortalecer la base técnica y financiera de los encadenamientos productivos mineros, para promover la exploración, la coordinación institucional y la innovación en la extracción y refinación local de los minerales necesarios para la Transición Energética Justa.	Push	Implementar mecanismos que permitan alinear los incentivos existentes con las necesidades y exigencias de la política de reindustrialización y otras normativas vigentes en Colombia.	Hito 1: Elaborar el documento análisis de mecanismos que permitan alinear los incentivos existentes con las necesidades y exigencias de la política de reindustrialización y otras normativas vigentes en Colombia. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar los mecanismos que permitan alinear los incentivos existentes con las necesidades y exigencias de la política de reindustrialización y otras normativas vigentes en Colombia. Valor 80 %, La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de mecanismos implementados que permitan alinear los incentivos existentes con las necesidades y exigencias de la política de reindustrialización y otras normativas vigentes en Colombia / número de mecanismos propuestos que permitan alinear los incentivos existentes con las necesidades y exigencias de la política de reindustrialización y otras normativas vigentes en Colombia) * 100%	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Departamento Nacional de Planeación	2026	2036	100%	20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Implementar mecanismos formales de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales para responder a trámites de forma ágil y eficiente.	Hito 1: Elaborar el documento de análisis de mecanismos formales de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales para responder a trámites de forma ágil y eficiente. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar los mecanismos formales de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales para responder a trámites de forma ágil y eficiente. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de mecanismos formales implementados de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales para responder a trámites de forma ágil y eficiente / número de mecanismos formales programados de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales para responder a trámites de forma ágil y eficiente) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente	2026	2036	100%	20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Implementar una estrategia para el fortalecimiento del conocimiento geocientífico de minerales necesarios para la transición energética.	Hito 1: Elaborar el documento de análisis de la estrategia para el fortalecimiento del conocimiento geocientífico de minerales necesarios para la transición energética justa. Documento elaborado: valor 20 % Hito 2: Implementar la estrategia para el fortalecimiento del conocimiento geocientífico de minerales necesarios para la transición energética justa. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia para el fortalecimiento del conocimiento geocientífico de minerales necesarios para la transición energética justa / número de acciones programadas de la estrategia para el fortalecimiento del conocimiento geocientífico de minerales necesarios para la transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía		2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Implementar la plataforma de transferencia tecnológica e intercambio de conocimiento en el procesamiento de minerales y energía renovable, para robustecer la industria nacional, por medio de alianzas con países y empresas expertas	Hito 1: Elaborar un documento que contenga la planificación y diseño de la plataforma de transferencia tecnológica e intercambio de conocimiento en el procesamiento de minerales y energía renovable, para robustecer la industria nacional, por medio de alianzas con países y empresas expertas, que incluya definición de alcance y objetivos, análisis de requerimientos, diseño del portal, planificación de recursos y cronograma. Documento elaborado: Valor 30 % Hito 2: Implementación de la plataforma de transferencia tecnológica e intercambio de conocimiento en el procesamiento de minerales y energía renovable, para robustecer la industria nacional, por medio de alianzas con países y empresas expertas. Plataforma desarrollada e implementada: Valor 60 % Hito 3: Soporte y mejora continua de la plataforma de transferencia tecnológica e intercambio de conocimiento en el procesamiento de minerales y energía renovable, para robustecer la industria nacional, por medio de alianzas con países y empresas expertas. Valor 10% Este hito se medirá de la siguiente manera: (Número de mantenimientos, soportes técnicos y actualizaciones de contenidos implementados/Número de mantenimientos, soportes técnicos y actualizaciones de contenidos programados en el cronograma dispuesto en el documento del Hito 1)*100	Acumulativo	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2027	2031	100%		30%	60%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Implementar un proyecto de mecanismos de articulación entre pequeños mineros y asociaciones de mineros para formar figuras empresariales que aporten materia prima para los encadenamientos productivos en la transición energética justa.	Hito 1: Elaborar el documento de mecanismos de articulación entre pequeños mineros y asociaciones de mineros para formar figuras empresariales que aporten materia prima para los encadenamientos productivos en la transición energética justa. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar los mecanismos de articulación entre pequeños mineros y asociaciones de mineros para formar figuras empresariales que aporten materia prima para los encadenamientos productivos en la transición energética justa. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de los mecanismos de articulación entre pequeños mineros y asociaciones de mineros para formar figuras empresariales que aporten materia prima para los encadenamientos productivos en la transición energética justa / Número de acciones programadas de los mecanismos de articulación entre pequeños mineros y asociaciones de mineros para formar figuras empresariales que aporten materia prima para los encadenamientos productivos en la transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía		2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Crear mecanismos de cofinanciación (público + privado) para aumentar la inversión en I+D+I en la explotación minera	Hito 1: Elaborar el documento de análisis de mecanismos de cofinanciación (público + privado) para aumentar la inversión en I+D+I en la explotación minera. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar los mecanismos de cofinanciación (público + privado) para aumentar la inversión en I+D+I en la explotación minera. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de mecanismos implementados de cofinanciación (público + privado) para aumentar la inversión en I+D+I en la explotación minera / Número de mecanismos programados de cofinancación (público + privado) para aumentar la inversión en I+D+I en la explotación minera) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Implementar estrategias para la exploración de minerales necesarios para la transición energética, por medio del aumento tanto de la inversión extranjera directa de compañías internacionales dedicadas al negocio minero, como de la inversión nacional de compañías mineras o de alianzas público-privadas.	Hito 1: Elaborar el documento de estrategias para la exploración de minerales necesarios para la transición energética, por medio del aumento tanto de la inversión extranjera directa de compañías internacionales dedicadas al negocio minero, como de la inversión nacional de compañías mineras o de alianzas público-privadas. Documento elaborado: Valor 20 %. Hito 2: Implementar las estrategias para la exploración de minerales necesarios para la transición energética. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de las estrategias para la exploración de minerales necesarios para la transición energética / Número de acciones programadas de las estrategias para la exploración de minerales necesarios para la transición energética) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Elaborar documentos para evaluar la viabilidad de instalar plantas de refinación de minerales para la transición energética por medio de estudios técnicos que incluyan aspectos económicos, ambientales y sociales y, que a su vez aborden las brechas existentes y las acciones para superarlas.	Sumatoria del número de estudios técnicos realizados para determinar la viabilidad de instalar plantas de refinación de minerales para la transición energética, que incluyan aspectos económicos, ambientales y sociales, que a su vez aborden las brechas existentes y las acciones para superarlas, así como su posible localización en Colombia.	Sumatoria	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2028	2032	5			1	1	1	1	1					5
	Push	Implementar una estrategia de cambio cultural en las empresas de extracción y/o procesamiento de minerales, enfocada en innovación y exploración de nuevos mercados de minerales relacionados con los encadenamientos productivos para la transición energética justa.	Hito1: Elaborar el documento de estrategia de cambio cultural en las empresas de extracción y/o procesamiento de minerales, enfocada en innovación y exploración de nuevos mercados de minerales relacionados con los encadenamientos productivos para la transición energética justa. Documeto elaborado: Valor 20% Hito 2: Implementar la estrategia de cambio cultural propuesta. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia de cambio cultural en las empresas de extracción y/o procesamiento de minerales, enfocada en innovación y exploración de nuevos mercados de minerales relacionados con los encadenamientos productivos para la transición energética justa / número de acciones programadas de la estrategia de cambio cultural en las empresas de extracción y/o procesamiento de minerales, enfocada en innovación y exploración de nuevos mercados de minerales relacionados con los encadenamientos productivos para la transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía		2028	2036	100%			20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Push	Elaborar un programa de apoyo a la inversión y financiación, para atraer Inversión Extranjera Directa en proyectos de transformación de minerales para la transición energética justa.	Hito 1: Elaborar el documento de análisis del programa de apoyo a la inversión y financiación para atraer Inversión Extranjera Directa en proyectos de transformación de minerales para la transición energética justa. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar el programa de apoyo a la inversión y financiación para atraer Inversión Extranjera Directa en proyectos de transformación de minerales para la transición energética justa. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del programa de apoyo a la inversión y financiación para atraer Inversión Extranjera Directa en proyectos de transformación de minerales estratégicos para la transición energética justa / número de acciones proyectadas del programa de apoyo a la inversión y financiación para atraer Inversión Extranjera Directa en proyectos de transformación de minerales estratégicos para la transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2028	2036	100%			20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Eje 2: Arrastre (*pull*) Este eje tiene como objetivo impulsar la manufactura local, la transferencia tecnológica y la innovación en el desarrollo de componentes para energías limpias, dando prioridad a la viabilidad financiera, la formación del talento humano y el despliegue eficiente de los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía en los territorios.	Pull	Elaborar una ruta normativa para incentivar la producción interna de tecnologías, o sus componentes, para la generación de energía a partir de fuentes no convencionales.	Hito 1: Elaborar un documento en el que se realice el diagnóstico normativo que permita identificar la base legal para toda la cadena de valor, incentivos fiscales y arancelarios, normas de estandarización y calidad industrial; así como las brechas existentes y los cuellos de botella asociados a la producción interna de tecnologías, o sus componentes, para la generación de energía a partir de fuentes no convencionales. Documento elaborado: valor 60% Hito 2: Elaborar un documento en el que, con base en el diagnóstico, se propongan los cambios, ajustes, inclusiones y necesidades normativas para incentivar la producción interna de tecnologías, o sus componentes, para la generación de energía a partir de fuentes no convencionales. Documento elaborado: 40%	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente, Sector Comercio e Industria	2026	2028	100%	20%	60%	100%									100%
	Pull	Implementar un programa de mecanismos formales de seguimiento a los proyectos FNCE, en todas sus etapas, de manera que se cumplan con rigor los tiempos establecidos en los procesos para su puesta en marcha y funcionamiento.	Hito 1: Elaborar el documento de análisis del programa de mecanismos formales de seguimiento a los proyectos FNCE, en todas sus etapas, de manera que se cumplan con rigor los tiempos establecidos en los procesos para su puesta en marcha y funcionamiento. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar el programa de mecanismos formales de seguimiento a los proyectos FNCE, en todas sus etapas, de manera que se cumplan con rigor los tiempos establecidos en los procesos para su puesta en marcha y funcionamiento. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del programa de mecanismos formales de seguimiento a los proyectos FNCE, en todas sus etapas, de manera que se cumplan con rigor los tiempos establecidos en los procesos para su puesta en marcha y funcionamiento.	Acumulativo	Sector Minas y Energía		2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pull	Desarrollar metodologías de transferencia de conocimiento en tecnologías, tanto a nivel nacional como internacional, necesarias para la transformación de materia prima en tecnologías de FNCE.	Sumatoria del número de metodologías de transferencia de conocimiento en tecnologías necesarias para la transformación de materia prima en tecnologías de FNCE desarrolladas	Sumatoria	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2027	2033	4		1		1		1		1					4
	Pull	Crear convenios entre el sector empresarial y los centros de educación para la formación de capital humano con énfasis en la fabricación de componentes para las tecnologías de energía limpia.	Sumatoria del número de convenios entre el sector empresarial y los centros de educación para la formación de capital humano con énfasis en la fabricación de componentes para las tecnologías de energía limpia.	Sumatoria	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036	30		1	2	3	4	4	4	4	4	2	2	30
	Pull	Implementar una estrategia educativa y de cultura política en los territorios en los que se ejecuten proyectos de fuentes no convencionales de energía renovables para mejorar su gestión.	Hito 1: Elaborar el documento de estrategia educativa y de cultura política en los territorios en los que se ejecuten proyectos de fuentes no convencionales de energía renovables para mejorar su gestión. Valor 20 % Hito 2: Implementar la estrategia educativa y de cultura política en los territorios en los que se ejecuten proyectos de fuentes no convencionales de energía renovables para mejorar su gestión. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia educativa y de cultura política en los territorios en los que se ejecuten proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable / número de acciones programadas de la estrategia educativa y de cultura política en los territorios en los que se ejecuten proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía		2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pull	Elaborar un documento en el que se evalúe y se den recomendaciones dirigidas a mejorar la formulación y socialización de los programas del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo con el objetivo de fomentar la manufactura local de componentes para las tecnologías de energía limpia	Documento elaborado en el que se evalúe y se den recomendaciones dirigidas a mejorar la formulación y socialización de los programas del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo con el objetivo de fomentar la manufactura local de componentes para las tecnologías de energía limpia	Sumatoria	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2027	1		1										1
	Pull	Implementar una estrategia para el impulso empresarial hacia el desarrollo y mercado de tecnologías emergentes con base en las necesidades nacionales	Hito 1: Elaborar el documento de estrategia para el impulso empresarial hacia el desarrollo y mercado de tecnologías emergentes con base en las necesidades nacionales. Documento elaborado: Valor 20% Hito 2: Implementar la estrategia para el impulso empresarial hacia el desarrollo y mercado de tecnologías emergentes con base en las necesidades nacionales. Valor 80%. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia para el impulso empresarial hacia el desarrollo y mercado de tecnologías emergentes con base en las necesidades nacionales / Número de acciones programadas de la estrategia para el impulso empresarial hacia el desarrollo y mercado de tecnologías emergentes con base en las necesidades nacionales) * 100	Acumulativo	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Comercio e Industria	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pull	Implementar el programa de fomento a la financiación colaborativa, para la consolidación de iniciativas por parte de las empresas relacionadas con la transformación de materia prima en insumos para la elaboración de productos de tecnología de energía limpia.	Hito 1: Elaborar el documento del programa de fomento a la financiación colaborativa para la consolidación de iniciativas por parte de las empresas relacionadas con la transformación de materia prima en insumos para la elaboración de productos de tecnología de energía limpia. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar el programa de fomento a la financiación colaborativa para la consolidación de iniciativas por parte de las empresas relacionadas con la transformación de materia prima en insumos para la elaboración de productos de tecnología de energía limpia. Valor 80 %, La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del programa de fomento a la financiación colaborativa para la consolidación de iniciativas por parte de las empresas relacionadas con la transformación de materia prima en insumos para la elaboración de productos de tecnología de energía limpia / Número de acciones proyectadas del programa de fomento a la finaciación colaborativa para la consolidación de iniciativas por parte de las empresas relacionadas con la transformación de materia prima en insumos para la elaboración de productos de tecnología de energía limpia) * 100	Acumulativo	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2032	100%		20%	100%	100%	100%	100%	100%					100%
	Pull	Implementar un programa de incentivos y cofinanciación para la etapa exploratoria de proyectos FNCE.	Hito 1: Elaborar el documento de análisis del programa de incentivos y cofinanciación para la etapa exploratoria de proyectos FNCE. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar el programa de incentivos y cofinanciación para la etapa exploratoria de proyectos FNCE. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del programa de incentivos y cofinanciación para la etapa exploratoria de proyectos FNCE / número de acciones proyectadas del programa de incentivos y cofinanciación para la etapa exploratoria de proyectos FNCE) * 100	Acumulativo	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pull	Implementar una metodología para la priorización de patentes enfocadas en la transición energética justa.	Hito 1: Elaborar un documento análisis de posibles metodologías para la priorización de patentes enfocadas en la transición energética justa. Documento elaborado: Valor 40 % Hito 2: Implementar la metodología escogida para la priorización de patentes enfocadas en la transición energética justa. Metodología implementada: Valor 60 %	Acumulativo	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2028	2029	100%			40%	100%								100%
	Entorno habilitante	Desarrollar metodologías de seguimiento, evaluación, actualización y complemento de los instrumentos públicos para la transición energética justa enfocados a incentivos, encadenamientos productivos y economía circular	Hito 1: Elaborar el documento de análisis de metodologías de seguimiento, evaluación, actualización y complemento de los instrumentos públicos para la transición energética justa enfocados a incentivos, encadenamientos productivos y economía circular. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar las metodologías de seguimiento, evaluación, actualización y complemento de los instrumentos públicos para la transición energética justa enfocados a incentivos, encadenamientos productivos y economía circular. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de las metodologías de seguimiento, evaluación, actualización y complemento de los instrumentos públicos para la transición energética justa / Número de acciones programadas de las metodologías de seguimiento, evaluación, actualización y complemento de los instrumentos públicos para la transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía		2026	2033	100%	10%	20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%				100%
	Entorno habilitante	Formular incentivos, con base en su evaluación, para los encadenamientos productivos relacionados con la transición energética justa.	Hito 1: Elaborar el documento de evaluación de los incentivos y mecanismos de financiación implementados a las industrias conexas y participantes en los encadenamientos productivos relacionados a la transición energética justa. Documento elaborado: Valor 40 % Hito 2: Formular incentivos, con base en su evaluación, dirigidos a las industrias conexas y participantes en los encadenamientos productivos relacionados a la transición energética justa. Valor 60 %, Esto se medirá de la siguiente manera: (Número de incentivos formulados para los encadenamientos productivos relacionados con la transición energética / número de incentivos identificados como necesarios para los encadenamientos productivos relacionados con la transición energética) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Departamento Nacional de Planeación	2027	2030	100%		40%	100%	100%	100%							100%
	Entorno habilitante	Implementar una estrategia para la captura de valor mediante mecanismos que garanticen la diferenciación de la producción nacional	Hito 1: Elaborar el documento de la estrategia para la captura de valor mediante mecanismos que garanticen la diferenciación de la producción nacional. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar las acciones de la estrategia para la captura de valor mediante mecanismos que garanticen la diferenciación de la producción nacional. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia para la captura de valor / número de acciones programadas de la estrategia para la captura de valor) * 100	Acumulativo	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

	Entorno habilitante	Implementar mecanismos de armonización entre las políticas fiscales, comerciales, industriales y ambientales para el desarrollo de encadenamientos productivos en el marco de las FNCE	Hito 1: Elaborar el diseño de mecanismos de armonización entre las políticas fiscales, comerciales, industriales y ambientales para el desarrollo de encadenamientos productivos en el marco de las FNCE. Documento del diseño elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar las acciones de mecanismos de armonización entre las políticas fiscales, comerciales, industriales y ambientales para el desarrollo de encadenamientos productivos en el marco de las FNCE. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del proyecto para el diseño y puesta en marcha de mecanismos de armonización entre las políticas fiscales, comerciales, industriales y ambientales para el desarrollo de encadenamientos productivos en el marco de las FNCE / Número de acciones programadas del proyecto para el diseño y puesta en marcha de mecanismos de armonización entre las políticas fiscales, comerciales, industriales y ambientales para el desarrollo de encadenamientos productivos en el marco de las FNCE) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Entorno habilitante	Implementar propuestas para la modernización del marco normativo para todos los sectores asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, en el que se priorice su estabilidad a largo plazo.	Hito 1: Elaborar un documento técnico de propuestas para la modernización del marco normativo para todos los sectores asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, en el que se priorice su estabilidad a largo plazo. Valor 20 % Hito 2: Implementar las acciones del documento técnico de propuestas para la modernización del marco normativo para todos los sectores asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, en el que se priorice su estabilidad a largo plazo. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del documento técnico de propuestas para la modernización del marco normativo para todos los sectores asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, en el que se priorice su estabilidad a largo plazo / Número de acciones programadas del documento técnico de propuestas para la modernización del marco normativo para todos los sectores asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, en el que se priorice su estabilidad a largo plazo) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Departamento Nacional de Planeación	2028	2036	100%			20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Entorno habilitante	Implementar una estrategia de diplomacia para la transición energética justa con el fin de apalancar las iniciativas de investigación, abastecimiento y reindustrialización asociados a encadenamientos productivos.	Hito 1: Elaborar el documento de análisis de estrategia de diplomacia para la transición energética justa con el fin de apalancar las iniciativas de investigación, abastecimiento y reindustrialización asociados a encadenamientos productivos. Documento elaborado: valor 20 % Hito 2: Implementar la estrategia de diplomacia para la transición energética justa con el fin de apalancar las iniciativas de investigación, abastecimiento y reindustrialización asociados a encadenamientos productivos. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia de diplomacia para la transición energética justa con el fin de apalancar las iniciativas de investigación, abastecimiento y reindustrialización asociados a encadenamientos productivos / Número de acciones programadas de la estrategia de diplomacia para la transición energética justa con el fin de apalancar las iniciativas de investigación, abastecimiento y reindustrialización asociados a encadenamientos productivos) * 100	Acumulativo	Sector Relaciones exteriores	Sector Minas y Energía	2029	2036	100%				20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Entorno habilitante	Realizar convocatorias para investigación y desarrollo de proyectos asociados a los encadenamientos productivos para fomentar la innovación y tecnología de FNCE	(Número de convocatorias realizadas para el fomento en la innovación y tecnología FNCE / Número de convocatorias programadas en el cuatrienio para el fomento en la innovación y tecnología FNCE) * 100	Constante	Sector Ciencia y Tecnología	Sector Minas y Energía	2026	2036	100%	100%		100%		100%		100%		100%		100%	100%
	Entorno habilitante	Implementar un programa de financiación a los proyectos viables y priorizados de las convocatorias para investigación y desarrollo de proyectos asociados a los encadenamientos productivos para fomentar la innovación y tecnología de FNCE	Hito 1: Elaborar el documento del programa de financiación a los proyectos viables y priorizados de las convocatorias para investigación y desarrollo de proyectos asociados a los encadenamientos productivos para fomentar la innovación y tecnología de FNCE. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar las acciones del programa de financiación a los proyectos viables y priorizados de las convocatorias para investigación y desarrollo de proyectos asociados a los encadenamientos productivos para fomentar la innovación y tecnología de FNCE. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del programa de financiación a los proyectos viables y priorizados de las convocatorias de tecnología de FNCE / Número de acciones proyectadas del programa de financiación a los proyectos viables y priorizados de las convocatorias de tecnología de FNCE) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía (FENOGE)	Sector Ciencia y Tecnología	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Eje 3: Entorno habilitante Este eje tiene como objetivo consolidar un entorno habilitante que aporte a la competitividad de los eslabones de los encadenamientos productivos y en la articulación de los actores involucrados, mediante la modernización normativa, el fortalecimiento de la inversión en proyectos de I+D+I, proveedores locales y la economía circular, en el marco del bienestar social y ambiental.	Entorno habilitante	Elaborar una estrategia para incentivar la presentación de empresas relacionadas con los encadenamientos productivos para la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional, a los programas para el fortalecimiento de las operaciones productivas, administrativas y comerciales.	Hito 1. Elaborar el documento de análisis de la estrategia para incentivar la presentación de empresas relacionadas con los encadenamientos productivos para la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional, a los programas para el fortalecimiento de las operaciones productivas, administrativas y comerciales. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2. Implementar la estrategia para incentivar la presentación de empresas relacionadas con los encadenamientos productivos para la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional, a los programas para el fortalecimiento de las operaciones productivas, administrativas y comerciales. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia para incentivar la presentación de empresas a los programas para el fortalecimiento de las operaciones productivas, administrativas y comerciales / Número de acciones proyectadas de la estrategia para incentivar la presentación de empresas a los programas para el fortalecimiento de las operaciones productivas, administrativas y comerciales) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Entorno habilitante	Elaborar un documento con la estimación del requerimiento de minerales necesarios para la fabricación de tecnologías de energía limpia de acuerdo con la demanda eléctrica proyectada para Colombia en el Plan Energético Nacional.	Número de documentos con la estimación del requerimiento de minerales necesarios para la fabricación de tecnologías de energía limpia de acuerdo con la demanda eléctrica proyectada para Colombia en el Plan Energético Nacional.	Sumatoria	Sector Minas y Energía		2027	2027	1			1									1
	Entorno habilitante	Realizar un documento con el análisis de minerales necesarios para componentes como baterías, cableado, transformadores, torres de energía, entre otros, como complemento al actual plan subsectorial de transición energética justa	Número de documentos con el análisis de minerales necesarios para componentes como baterías, cableado, transformadores, torres de energía, entre otros, como complemento al actual plan subsectorial de transición energética justa	Sumatoria	Sector Minas y Energía		2027	2027	1			1									1
	Entorno habilitante	Elaborar documentos de evaluación de las vulnerabilidades, riesgos y oportunidades de los encadenamientos productivos para el desarrollo de tecnologías de energía solar y eólica en Colombia. En este se deben incluir como mínimo aspectos de abastecimiento de minerales, transporte, comercialización, distribución y disposición final, así como el análisis y caracterización territorial	Sumatoria del número de documentos de evaluación de las vulnerabilidades, riesgos y oportunidades de los encadenamientos productivos para el desarrollo de tecnologías de energía solar o eólica en Colombia elaborados. En este se incluirán aspectos de abastecimiento de minerales, transporte, comercialización, distribución y disposición final, , así como el análisis y caracterización territorial, entre otros.	Sumatoria	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2027	2033	4	1	1					1	1				4
	Entorno habilitante	Elaborar un documento de lineamientos técnicos para el fortalecimiento de los encadenamientos productivos para el desarrollo de tecnologías de energía solar y eólica en Colombia, con base en los documentos de evaluación de sus vulnerabilidades, riesgos y oportunidades	Sumatoria del número de documentos de lineamientos técnicos para el fortalecimiento de los encadenamientos productivos elaborados, con base en los documentos de evaluación de las vulnerabilidades, riesgos y oportunidades de los encadenamientos productivos para el desarrollo de tecnologías de energía solar o eólica en Colombia.	Sumatoria	Sector Minas y Energía		2027	2034	2		1						1				2
	Entorno habilitante	Elaborar una estrategia para fortalecer el abastecimiento de minerales e insumos necesarios para los encadenamientos productivos en el marco de las FNCE, de acuerdo con los resultados de los documentos de lineamientos técnicos.	Hito 1: Elaborar el documento de estrategia para fortalecer el abastecimiento de minerales e insumos necesarios para los encadenamientos productivos en el marco de las FNCE, de acuerdo con los resultados de los documentos de lineamientos técnicos. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar la estrategia para fortalecer el abastecimiento de minerales e insumos necesarios para los encadenamientos productivos en el marco de las FNCE. Valor 80 %, La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia para fortalecer el abastecimiento de minerales e insumos necesarios para los encadenamientos productivos en el marco de las FNCE. / Número de acciones programadas de la estrategia para fortalecer el abastecimiento de minerales e insumos necesarios para los encadenamientos productivos en el marco de las FNCE) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Comercio e Industria	2028	2036	100%			20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Entorno habilitante	Elaborar un estudio enfocado en el abastecimiento energético para industrias electrointensivas relacionadas con los encadenamientos productivos para la transición energética justa en el marco de la política de reindustrialización	Documento elaboraro del estudio enfocado en el abastecimiento energético para industrias electrointensivas relacionadas con los encadenamientos productivos para la transición energética justa en el marco de la política de reindustrialización	Sumatoria	Sector Minas y Energía		2028	2028	1			1									1
	Entorno habilitante	Implementar un centro de innovación que permita aportar conocimiento en la consolidación de las industrias asociadas a los encadenamientos productivos de minerales para la transición energética justa.	Número de centros de innovación que permita aportar conocimiento en la consolidación de las industrias asociadas a los encadenamientos productivos de minerales para la transición energética justa implementados.	Sumatoria	Sector Minas y Energía	Sector Ciencia y Tecnología	2030	2030	1					1							1

Entorno habilitante	Elaborar un programa para el fortalecimiento de proveedores locales en las áreas de gestión, producción, innovación y comercialización de los bienes y servicios asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional	Hito 1: Elaborar el documento del programa para el fortalecimiento de proveedores locales en las áreas de gestión, producción, innovación y comercialización de los bienes y servicios asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar las acciones del programa para el fortalecimiento de proveedores locales en las áreas de gestión, producción, innovación y comercialización de los bienes y servicios asociados a los encadenamientos productivos de la transición energética justa, con alto potencial de desarrollo en el mercado local e internacional. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del programa para el fortalecimiento de proveedores locales en las áreas de gestión, producción, innovación y comercialización de los encadenamientos productivos de la transición energética justa / Número de acciones proyectadas del programa para el fortalecimiento de proveedores locales en las áreas de gestión, producción, innovación y comercialización de los encadenamientos productivos de la transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector Comercio e Industria	Sector Minas y Energía	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Implementar espacios de diálogo mediados por la defensoría del pueblo para construir consensos, escuchar preocupaciones y prevenir el aumento de la conflictividad social en el marco de los proyectos mineros y de FNCE.	(Número de espacios implementados de diálogo mediados por la defensoría del pueblo para construir consensos, escuchar preocupaciones y prevenir el aumento de la conflictividad social en el marco de los proyectos mineros y de FNCE / Número de espacios programadas de diálogo mediados por la defensoría del pueblo para construir consensos, escuchar preocupaciones y prevenir el aumento de la conflictividad social en el marco de los proyectos mineros y de FNCE) * 100	Constante	Sector Minas y Energía	Sector Interior	2027	2036	100%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Implementar un programa de economía circular aplicada al manejo de residuos producto de la finalización de la vida útil de las tecnologías de FNCE	Hito1: Elaborar el documento de estrategia de economía circular aplicada al manejo de residuos producto de la finalización de la vida útil de las tecnologías de FNCE. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar la estrategia de economía circular aplicada al manejo de residuos producto de la finalización de la vida útil de las tecnologías de FNCE. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia de economía circular aplicada al manejo de residuos producto de la finalización de la vida útil de las tecnologías de FNCE / Número de acciones programadas de la estrategia de economía circular aplicada al manejo de residuos producto de la finalización de la vida útil de las tecnologías de FNCE) * 100	Acumulativo	Sector ambiente	Sector Comercio e Industria	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Adoptar los lineamientos técnicos de Política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de economía circular en la actividad minera elaborados por el Ministerio de Minas y Energía	Número de resoluciones de adopción de los lineamientos técnicos de Política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de economía circular en la actividad minera elaborados por el Ministerio de Minas y Energía.	Sumatoria	Sector Minas y Energía		2027	2027	1		1										1
Entorno habilitante	Elaborar un anexo técnico dentro de la taxonomía verde que permita incluir a las actividades de manufactura y procesamiento de minerales	Hito 1: Elaborar el anexo técnico para la inclusión de actividades de manufactura y procesamiento de minerales en la taxonomía verde de Colombia. Anexo técnico elaborado: Valor 60 % Hito 2: Inclusión dentro de la taxonomía verde el anexo técnico para la manufactura y procesamiento de minerales. Valor 40 %	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector ambiente	2028	2029	100%			60%	100%								100%
Entorno habilitante	Implementar una estrategia para el uso de certificaciones verdes en las empresas del encadenamiento productivo para la transición energética justa.	Hito 1: Elaborar el documento de análisis de estrategia para el uso de certificaciones verdes en las empresas del encadenamiento productivo para la transición energética justa. Valor 20 % Hito 2: Implementar las acciones de la estrategia para el uso de certificaciones verdes en las empresas del encadenamiento productivo para la transición energética justa. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia para el uso de certificaciones verdes en las empresas del encadenamiento productivo para la transición energética justa / número de acciones programadas para el uso de certificaciones verdes en las empresas del encadenamiento productivo para la transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector ambiente	Sector Minas y Energía	2029	2036	100%				20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Elaborar una estrategia de transporte multimodal que permita disminuir los costos de transporte y conectar los diferentes eslabones de la cadena productiva de las tecnologías de energía limpia.	Hito1: Elaborar el documento de la estrategia de transporte multimodal para conectar los diferentes eslabones de la cadena productiva de las tecnologías de energía limpia. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar la estrategia de transporte multimodal para conectar los diferenes eslabones de la cadena productiva de las tecnologías de energía limpia. Valor 80 %, La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia de transporte multimodal para conectar los diferentes eslabones de la cadena productiva de las tecnologías de energía limpia / número de acciones programadas de la estrategia de transporte multimodal para conectar los diferentes eslabones de la cadena productiva de las tecnologías de energía limpia) * 100	Acumulativo	Sector Transporte	Sector Comercio e Industria	2028	2036	100%			20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Crear un programa de investigación en captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) con especial énfasis en plantas termoeléctricas	Hito1: Elaborar el documento de programa de investigación en captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) con especial énfasis en plantas termoeléctricas. Valor 20% Hito 2: Implementar el programa de investigación en captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) con especial énfasis en plantas termoeléctricas. Valor 80%. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del programa de investigación en captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) con especial énfasis en plantas termoeléctricas / Número de acciones programadas del programa de investigación en captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) con especial énfasis en plantas termoeléctricas) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Ciencia y Tecnología	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Implementar una estrategia para la investigación de nuevos usos del carbón enfocados hacia la diversificación productiva y transición energética justa.	Hito1: Elaborar el documento de la estrategia para la investigación de nuevos usos del carbón enfocados hacia la diversificación productiva y transición energética justa. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar la estrategia para la investigación de nuevos usos del carbón enfocados hacia la diversificación productiva y transición energética justa. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de la estrategia para la investigación de nuevos usos del carbón enfocados hacia la diversificación productiva y transición energética justa / Número de acciones programadas de la estrategia para la investigación de nuevos usos del carbón enfocados hacia la diversificación productiva y transición energética justa) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector Ambiente	2027	2036	100%		20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Implementar un proyecto para escalar a nivel comercial los pilotos viables, resultado de la investigación en nuevos usos del carbón	Hito 1: Formular el proyecto para escalar a nivel comercial los pilotos viables, resultado de la investigación en nuevos usos del carbón. Valor 20 % Hito 2: Implementar el proyecto para escalar a nivel comercial los pilotos viables, resultado de la investigación en nuevos usos del carbón. Valor 80 %. La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas del proyecto para escalar a nivel comercial los pilotos viables, resultado de la investigación en nuevos usos del carbón. / Número de acciones programadas del proyecto para escalar a nivel comercial los pilotos viables, resultado de la investigación en nuevos usos del carbón) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector ambiente	2028	2036	100%			20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Entorno habilitante	Implementar mecanismos de inclusión laboral en los encadenamientos productivos para la mitigación de desempleo en territorios afectados por la descarbonización de la economía.	Hito 1: Elaborar el documento de diseño de mecanismos de inclusión laboral en los encadenamientos productivos para la mitigación de desempleo en territorios afectados por la descarbonización de la economía. Documento elaborado: Valor 20 % Hito 2: Implementar las acciones de mecanismos de inclusión laboral en los encadenamientos productivos para la mitigación de desempleo en territorios afectados por la descarbonización de la economía. Valor 80 % La implementación se medirá de la siguiente manera: (Número de acciones implementadas de los mecanismos de inclusión laboral en los encadenamientos productivos para la mitigación de desempleo en territorios afectados por la descarbonización de la economía / Número de acciones programadas de los mecanismos de inclusión laboral en los encadenamientos productivos para la mitigación de desempleo en territorios afectados por la descarbonización de la economía) * 100	Acumulativo	Sector Minas y Energía	Sector trabajo	2028	2036	100%			20%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%