



MINISTERIO DE MINAS
Y ENERGÍA

Diálogo social para definir la hoja de ruta de la transición energética justa en Colombia



Diálogo social para definir la hoja de ruta de la transición energética justa en Colombia

Ministerio de Minas y Energía

Presidente de la República
Gustavo Petro Urrego

Vicepresidenta de la República
Francia Márquez Mina

Ministra de Minas y Energía
Irene Vélez Torres

Viceministra de Energía
Belizza Janet Ruiz Mendoza

Viceministro de Minas
Giovanni Franco Sepúlveda

Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales
Luz Dary Carmona Moreno

Oficina de Asuntos Regulatorios y Empresariales
Ángela María Sarmiento Forero

Oficina de Planeación
Miguel Ángel Cardozo Tovar

Equipo asesor de apoyo
Juan Camilo Acevedo Páez
Isleany Angulo Quiñonez
Aura Elisa Aza Fuelantala
Martha Lucía Bernal Suárez
Luisa María Fernández Ospina
Alexánder Gómez Mejía
John Gilberto Londoño Arcila
Carim Alexis López Rodríguez
Leonardo Rojas Rodríguez

Diseño y diagramación
Rafael Fernando Posada Rueda
Angie Lizeth Rodríguez Lemos

Fotografía
César Rodrigo Nigrinis Name

Edición
Alexánder Gómez Mejía

Cita de referencia:
Ministerio de minas y energía, República de Colombia (2022). Diálogo social para definir la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia.
<https://bit.ly/HojaRutaTransicionEnergeticaJustaCO>

Para más información o envío de comentarios:
menenergia@minenergia.gov.co

Ministerio de Minas y Energía
www.minenergia.gov.co







**Colombia
potencia
mundial
de la vida**

Diálogo social para definir la hoja de ruta de la transición energética justa en Colombia



El cambio climático, como fenómeno global, ha causado impactos, riesgos y vulnerabilidades crecientes en las sociedades, los ecosistemas y la biodiversidad. La crisis climática y ambiental está asociada al crecimiento insostenible del consumo de los recursos planetarios, que tiene como consecuencia la degradación de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y afectaciones en salud. Las desigualdades sociales y económicas ocasionan que los impactos negativos derivados del cambio climático afecten de forma diferenciada, con mayor intensidad y de manera más frecuente, a los sectores y las regiones más vulnerables. La vulnerabilidad al cambio climático también es más intensa en las zonas tropicales.

La transición de los sistemas energéticos permite la adaptación de las fuentes de energía y sus tecnologías para contribuir en la mitigación gradual de los impactos ocasionados a la crisis climática y ambiental. Este proceso se construye desde nuevos enfoques para el uso eficiente de los recursos naturales, según sus condiciones y limitaciones locales; se mejora a través de otros sistemas tecnológicos modulares y flexibles, que responden a las nuevas exigencias climáticas, y se actualiza permanentemente en la medida que surgen los avances sociales y técnicos. La adaptación incrementa la confiabilidad y resiliencia de los sistemas, lo que reduce la probabilidad de afectación a la población en relación con la prestación de los servicios energéticos.

En el corto plazo, la transición energética reduce las vulnerabilidades frente a los retos provenientes del cambio climático a través de la diversificación de la matriz energética con fuentes renovables de energía. La diversificación energética impulsa otras cadenas de valor como la generación

distribuida y la gestión de la demanda, que aprovechan los potenciales energéticos locales con sistemas más eficientes. En el mediano y largo plazo, la transición energética basada en la adaptación está asociada con el uso de tecnologías de la información y comunicación que digitalizan, fortalecen y flexibilizan los sistemas de transporte de energía y la capacidad de respuesta ante los déficits en el suministro energético (IPCC, 2022).

La transición energética es oportuna hoy para Colombia, no solo por los beneficios que ofrece a la población que tiene acceso a los servicios energéticos, sino también porque el Estado colombiano se ha comprometido con el fomento de la descarbonización de la economía, y con la mitigación de los efectos del cambio climático, principalmente a través de su participación en la Conferencia de las Partes, COP (MinAmbiente, 2020b). Descarbonizar los sectores que sostienen la economía y adaptar los sistemas energéticos tiene una implicación directa sobre el uso de las fuentes energéticas, que obliga la apertura hacia otras de naturaleza renovable, que son abundantes y se pueden aprovechar en el territorio colombiano. El potencial significativo de fuentes de energía renovable en Colombia representa una oportunidad estratégica; por ejemplo: en la región Caribe hay un potencial alto de recursos solar y eólico, tanto en tierra como costa afuera. A lo largo de las principales cuencas hídricas se cuenta con un potencial hidroenergético, que puede impulsar el desarrollo de centrales hidroeléctricas de menor tamaño. Adicionalmente, los alrededores de las cadenas volcánicas presentan un potencial geotérmico significativo para generar electricidad, que se suma a la biomasa residual y los desechos municipales, que permiten la producción de electricidad, energía térmica y biocombustibles.



El programa de gobierno del presidente Gustavo Petro Urrego y de la vicepresidenta Francia Márquez Mina propone una Transición Energética Justa, con metas nacionales y visión territorial. Los principales desafíos reconocidos en este programa de gobierno son tres: 1. la adaptación de los sistemas energéticos por las consecuencias adversas del cambio climático, 2. el tránsito de una economía extractivista a una economía productiva y 3. la instauración de la justicia social y ecológica, en la que la energía se erige como derecho universal. Con ello se busca convertir a Colombia en un referente y líder global en la adaptación de los sistemas energéticos para responder a las necesidades de la población y simultáneamente encarar la crisis ambiental del planeta, ocasionada por el calentamiento global.

El acceso a las fuentes de energía en Colombia no ha sido equitativo. Las extensas regiones de los Llanos Orientales y de La Guajira, ricas en fuentes energéticas fósiles que sostienen parte de la actividad extractivista en Colombia, han presentado unos de los índices más deplorables de desarrollo socioeconómico. Estas regiones han sufrido la guerra, el narcotráfico y la pobreza extrema. La Transición Energética Justa brindará bienestar y permitirá tener una vida digna para la población en todo el territorio colombiano y, particularmente, en estas regiones ricas en recursos energéticos que han sido olvidadas. Esta transición se realizará según las condiciones del contexto y realidad colombianas.

La Transición Energética Justa se soporta en cuatro principios: la equidad; la gradualidad, la soberanía y la confiabilidad; la participación social vinculante; y el conocimiento.

1. La equidad: esta transición permite la democratización de los recursos energéticos y su gestión en un marco asociativo, que garantice precios justos. Además, se sustenta en el respeto a los ecosistemas y en una gestión energética que impacte en menor medida a la sociedad y al ambiente.

2. La gradualidad, soberanía y confiabilidad: buscan sustituir progresivamente las fuentes energéticas fósiles por unas menos contaminantes como las renovables, con el fin de diversificar la matriz energética y asegurar la soberanía energética del país y la confiabilidad en el suministro de energía, ante las condiciones de una demanda nacional en crecimiento.

3. La participación social vinculante: impulsa la creación de comunidades energéticas alrededor de características culturales, étnicas, territoriales y productivas, para que los/as colombianos tomen parte en la cadena de valor de la electricidad como consumidores y generadores, a través de esquemas asociativos, cooperativos o de otra índole.

4. La transición energética intensiva en conocimiento: acerca a las instituciones de educación técnica, tecnológica y superior y las entidades de investigación y desarrollo con las iniciativas empresariales, para fomentar los cambios estructurales que exige la transición energética, como el desarrollo de la industria nacional asociada a las energías renovables y el mejoramiento de la eficiencia energética en todos los sectores consumidores. Este vínculo entre instituciones y entidades será dinamizado y coordinado por el





nuevo Instituto Nacional de Transición Energética.

En el corto plazo, las medidas para la Transición Energética Justa serán plasmadas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) mediante artículos, que dan cuenta de los programas y proyectos para llevar a cabo las transformaciones en los subsectores minero, eléctrico y de combustibles. Para la elaboración del PND, el gobierno nacional planteó una metodología sustentada en cinco ejes de trabajo:

1. Ordenamiento territorial y paz total.
2. Seguridad humana y justicia social.
3. Derecho humano a la alimentación.
4. Transición energética y crecimiento verde con justicia ambiental.
5. Convergencia social-regional.

El cuarto eje, enfocado en la transición energética, invita a los sectores interesados a realizar propuestas a nivel local, regional y nacional, con el fin de articular y plasmar en el PND los componentes de la Transición Energética Justa y el crecimiento verde con justicia ambiental, desde la visión y necesidades de las comunidades. Esta metodología permite establecer acuerdos en el marco de la transición energética con enfoque intersectorial, territorial, étnico y de género, que responda adecuadamente a las necesidades diferenciadoras de las comunidades.

En este documento se presentan los antecedentes, los objetivos y la metodología del Diálogo Social para definir los lineamientos de la Transición Energética Justa en Colombia.





1



Antecedentes



1.1 Fuentes primarias de energía en Colombia

La **figura 1** presenta las curvas históricas de las fuentes de energía primaria del país, que incluyen el consumo interno y las exportaciones de petróleo y carbón. La demanda nacional de energía primaria corresponde al 76,5 % para las fuentes de energía fósil y al 23,5 % para las fuentes de energía renovable en el año 2019 (anterior a la pandemia). Una característica especial de la matriz energética colombiana corresponde a la participación elevada de la

energía hidráulica con el 12,1 % de las fuentes de energía primaria, lo que determina condiciones específicas iniciales favorables para el proceso de transición energética. En cuanto a otras renovables, en particular solar y eólica, se destaca el gran potencial identificado en la zona norte del país para la transformación de la matriz energética en el mediano y largo plazo. Por otra parte, el total de exportaciones de energía primaria mediante petróleo y carbón alcanzó cerca del 63 % para el mismo año, lo que implica desafíos en el proceso de transición energética para lograr la sustitución de estos ingresos y de la inversión correspondiente.

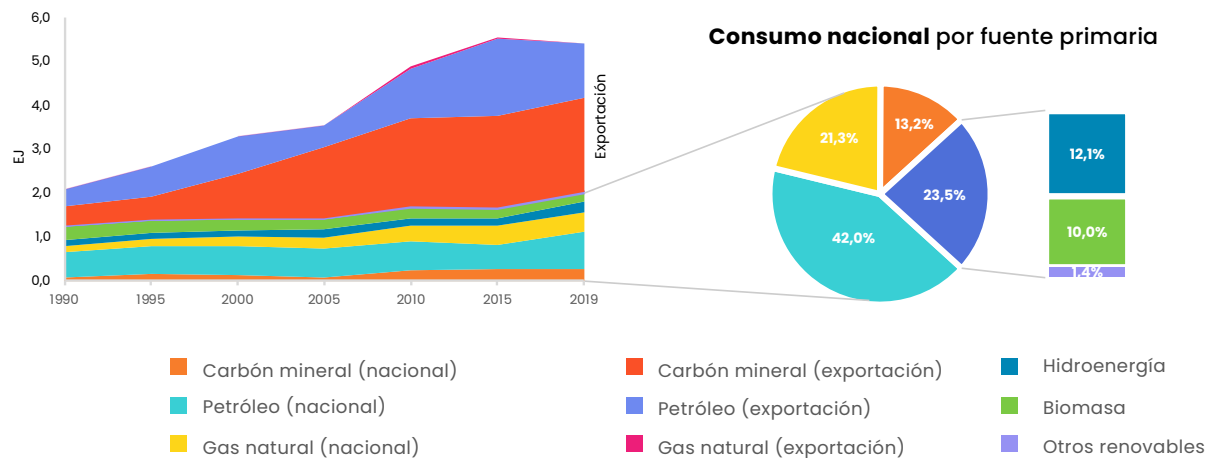
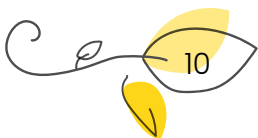


Figura 1. Curvas históricas del suministro total de energía primaria por fuentes (izquierda), incluyendo el consumo interno y las exportaciones de carbón y petróleo. En la parte derecha de la figura se presenta la distribución del consumo interno de energía primaria por fuente para el año 2019. Fuente: UPME, 2021

1.2 Balance Energético Nacional

La **figura 2** representa esquemáticamente el balance energético nacional para el año 2021. Se indican las formas de energía secundaria (disponible para el usuario) y de energía final (utilizada por los usuarios).

También se muestra la energía disipada en los procesos de transformación y uso, que es determinante para las condiciones de eficiencia energética del sistema. Los consumidores de energía final se clasifican principalmente en los grupos residencial, comercial y público, transporte e industrial. Además de la clasificación del uso de la energía final según las agrupaciones por usuarios mencionada (columna central



en la **figura 2**), se considera el análisis de la energía secundaria y final mediante su división en los sectores de electricidad, energía térmica (o calor) y de transporte, que incluye los combustibles. Como parte de los procesos de transición energética, es necesario promover medidas de acoplamiento entre estos sectores para optimizar el desempeño global del sistema energético.

La distribución de la energía secundaria mostrada en la columna izquierda de la **figura 2** muestra una participación aproximada del 17 % para la electricidad, del 70 % para los combustibles fósiles y sus derivados y del 12 % para la biomasa. De la fracción de la electricidad, alrededor

del 70 % en promedio se genera mediante hidroelectricidad y la fracción restante mediante generación térmica con gas natural y carbón. El consumo de biomasa se hace en gran parte mediante uso tradicional, con enormes problemas asociados a emisiones y afectaciones a la salud, especialmente de niños y mujeres. En cuanto a los sectores de consumo de la energía secundaria, se destaca la participación del 47 % para el transporte, seguida por los sectores industrial y residencial. En ese diagrama se hace evidente la relevancia de la ineficiencia en el uso final de la energía (aproximadamente del 47 %), lo cual representa una oportunidad de mejoramiento para contribuir a una transición energética más efectiva.

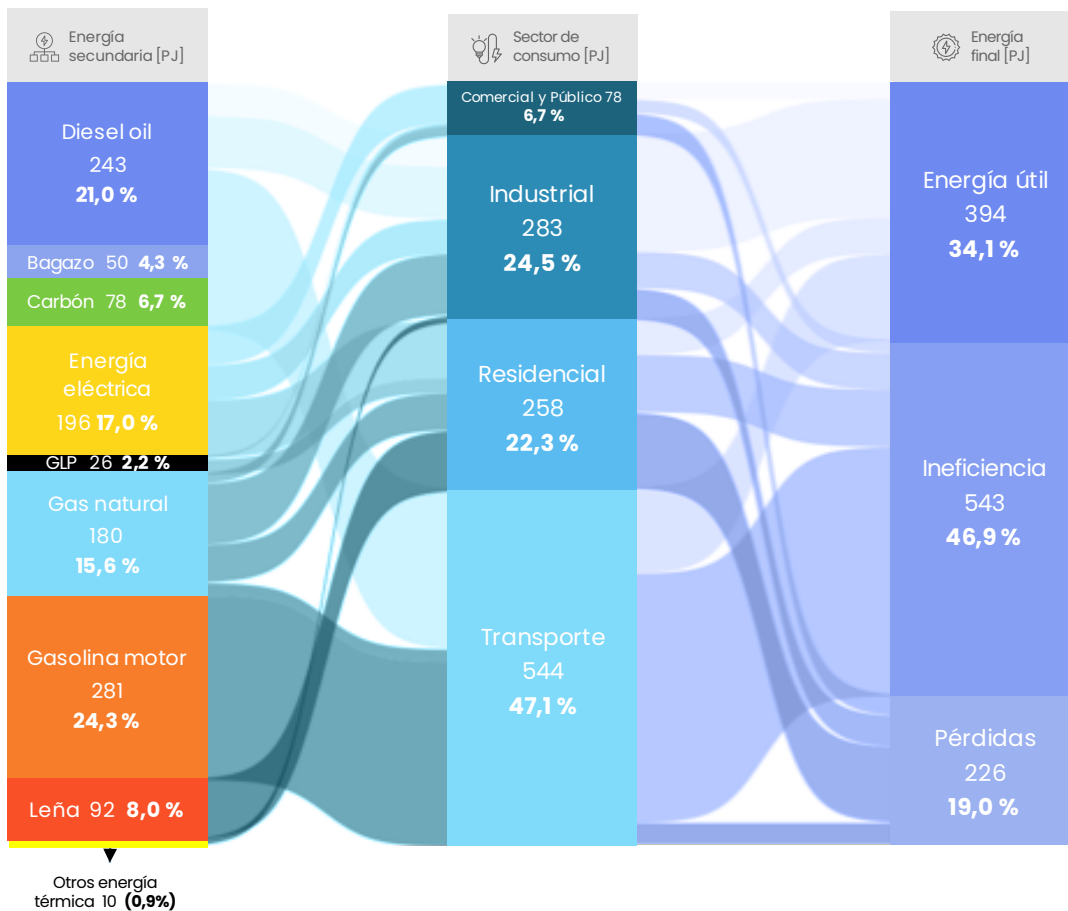


Figura 2. Representación esquemática del balance energético nacional de energía secundaria (energía disponible para el usuario) para 2021. Fuente: UPME, 2021.



1.3 Componentes para la planeación de la Transición Energética Justa

La planeación del proceso de Transición Energética Justa es importante por los cambios que representa para el país en varios aspectos:

- La transición debe llevarse a cabo mediante la sustitución gradual de las fuentes de energía fósil por fuentes de energía renovable, garantizando la soberanía y la confiabilidad energética y la estabilidad económica del país, contribuyendo a la mitigación de los efectos por la crisis climática.
- La transición energética contribuye en la transformación de una economía principalmente extractivista en una economía productiva, que tenga como uno de sus pilares las energías renovables.

- Esta transición energética debe permitir los procesos de adaptación de los trabajadores asociados al sector minero-energético actual al nuevo sistema económico productivo.
- A través de la transición se fomenta la equidad energética (accesibilidad y asequibilidad a la energía), que contribuirá en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades territoriales y étnicas.
- El aprovechamiento de los recursos naturales y renovables del país exige procesos de planeación, que promuevan su uso de manera sustentable, para convertir a Colombia en una potencia mundial de la vida.

El proceso de planeación de la transición energética aborda por ello los siguientes componentes técnicos, dentro de los cuales se destaca la electrificación de la matriz energética, y las perspectivas étnica, territorial y de género, como se describe a continuación.





1.3.1 Componentes técnicos

Los procesos de transición implican el análisis integral del sistema energético. A continuación, se describen los principales componentes técnicos considerados dentro del proceso de transición energética:

- **Mejoramiento de la eficiencia energética:** es una medida básica dentro del proceso de transición en todos los sectores energéticos. Su implementación puede realizarse a partir de los equipos, tecnologías y procesos existentes, estableciendo condiciones de mejoramiento gradual en toda la cadena de transformación y usos de la energía, incluyendo los sectores de electricidad, energía térmica y transporte. El sector industrial, especialmente el de las micro, pequeñas y medianas empresas, el transporte público y pesado y los equipos finales de uso a nivel residencial y comercial ofrecen oportunidades de mejoramiento de la eficiencia energética, lo que contribuye en la

reducción del consumo de combustibles fósiles y conlleva a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Expansión del uso de las fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) para sustituir las fuentes de energía fósil:** esta expansión está asociada, principalmente, a la energía solar fotovoltaica y la energía eólica (en tierra y costa afuera). Para Colombia, son relevantes fuentes adicionales como la hidroenergía, la biomasa y la energía geotérmica en función del potencial geográfico del país. Esta expansión del uso de las FNCER está destinada a sustituir progresivamente el uso de las fuentes de energía fósil, especialmente carbón, petróleo y sus derivados.

En este componente también se considera el fomento de la economía del hidrógeno como soporte complementario para la estabilización del sistema electrificado y la



descarbonización de la economía. La flexibilidad para utilizar el hidrógeno en aplicaciones energéticas, de transporte y como insumo industrial para la producción de derivados, como el amoníaco, el metanol, varios tipos de combustibles sintéticos y los fertilizantes agrícolas, son ventajas que contribuyen en la descarbonización de estos sectores. La producción del hidrógeno verde (H2V) mediante electrólisis, utilizando como insumos la electricidad generada a partir de las fuentes renovables de energía y el agua, ofrece ventajas adicionales para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El uso energético de biomasa ofrece alternativas de implementación o consolidación en regiones y sectores industriales específicos. Los requerimientos de combustibles en sectores como el aeronáutico y marítimo y de calor de media y alta temperatura en la industria exigen esquemas especiales de sustitución de los combustibles fósiles en estos sectores. Para ello pueden fomentarse alternativas técnicas a través de los sistemas de biorrefinerías y de la cadena de valor del hidrógeno y sus derivados, que contribuyan en la descarbonización de esos sectores de transporte e industria.

El gas natural ofrece, dentro de los combustibles fósiles, características de impacto ambiental menores a los otros hidrocarburos, costos asequibles, además de haber desempeñado una función de combustible de articulación para los procesos de transición energética en varios países, desplazando temporalmente el uso del carbón y del petróleo y sus derivados.

- **Electrificación de la matriz energética:**





el proceso de expansión del uso de las fuentes renovables de energía ha contribuido a la electrificación de la matriz energética a nivel mundial. A través de esta electrificación se incorporan simultáneamente en el sistema energético las características de variabilidad de estas fuentes renovables de energía, debido a su dependencia geográfica y temporal (del clima).

- **Fomento de la industria nacional asociada a las tecnologías de las energías renovables:** el proceso de transición energética de los combustibles fósiles a las fuentes de energía renovable está asociado a la transición simultánea de una economía extractivista a una economía productiva. Esta transición ofrece oportunidades para fomentar la industria nacional a través de la fabricación de componentes, equipos y montajes asociados a las tecnologías de las energías renovables. Por otra parte, la implementación de programas de eficiencia energética permite la incorporación de equipos de uso final de fabricación nacional, con altos estándares de desempeño, como los electrodomésticos y equipos para la transformación y uso de la energía térmica, como los calentadores y las calderas. Esta transición también debe intensificar los procesos de ciencia, tecnología e innovación en el sector energético, que permitan contribuir en la innovación tecnológica y la transformación industrial del país.
- **Minería para la vida en la transición energética:** la transición energética implica una mayor demanda de minerales estratégicos por lo que se realizará una prospectiva social y ambientalmente responsable sobre minerales disponibles como el cobre

y los elementos de las tierras raras. Se busca establecer una interconexión regional latinoamericana en minerales estratégicos que beneficien a la región, bajo principios de soberanía nacional y regional. También se promoverán las comunidades mineras como partícipes de la nueva economía de las energías renovables, desde la industrialización de este tipo de tecnologías.

- **Ordenamiento territorial urbano:** el diseño urbano y los conceptos alrededor de las ciudades que promueven el desarrollo de espacios integrales con tiempos de desplazamiento cortos entre el lugar de residencia y de trabajo (como las llamadas ciudades de 15 minutos), ofrecen un soporte estructural para el mejoramiento del hábitat y de los espacios públicos, que contribuyen en el fomento de esquemas de movilidad sostenible y en el proceso de transición energética.

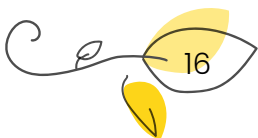
1.3.2 Electrificación más allá de las fronteras

El país cuenta con una capacidad robusta de hidroelectricidad, que brinda soporte y confiabilidad al sistema energético. Es relevante tener en cuenta que el recurso hídrico del país se ve afectado por fenómenos climáticos plurianuales como El Niño y La Niña, que alteran adicionalmente la disponibilidad de otras fuentes de energías renovables. Bajo condiciones normales de hidrología, la demanda se atiende con valores del orden del 80 % de hidroelectricidad y 20 % de generación térmica. Ante eventos climáticos secos, el cubrimiento de la demanda puede alcanzar valores en el intervalo entre 50 – 60 % con hidroelectricidad. Debido a sus condiciones geográficas, el país tiene la posibilidad de expandir adicionalmente el potencial

hidroenergético mediante el despliegue de pequeñas, micro y pico centrales hidroeléctricas (a filo de agua) en su sistema energético, con lo cual se contribuye en el mejoramiento de la calidad de la energía y la estabilidad del sistema eléctrico.

Bajo este componente de electrificación, las siguientes son algunas de las necesidades que deben abordarse como parte de la transición energética:

- Fortalecimiento de la infraestructura para la transmisión e interconexión eléctrica en diferentes escalas nacional y regional (con enfoque en América Latina): se requiere para mejorar las condiciones de seguridad en el abastecimiento energético y la confiabilidad del sistema eléctrico, permitiendo el uso de las capacidades regionales y la integración energética LATAM (Lebdioui, 2022).
- Implementación de medidas de gestión del suministro y de la demanda energética, según el contexto colombiano, entre las que se pueden incluir la eficiencia energética.
- Despliegue de tecnologías de almacenamiento de energía.
- Despliegue de tecnologías para digitalizar la operación del sistema energético mediante su adecuada estabilización y control.
- Acoplamiento adecuado entre los sectores energéticos de electricidad, calor y transporte.





1.3.3 Perspectiva étnica y territorial

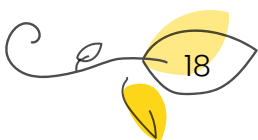
Una multiplicidad de causas de carácter histórico ha llevado a que las identidades étnicas se construyan de manera prioritaria en los territorios ubicados en la periferia de los epicentros de infraestructura y desarrollo (Escobar, 2010). Hay una correspondencia entre la distancia a los núcleos de desarrollo nacional y la densidad de las identidades étnicas. La construcción de la periferia sitúa a los grupos étnicos al margen del bienestar del desarrollo o del acceso a los servicios energéticos; en este sentido se ha mostrado que las necesidades energéticas están situadas de manera principal en las áreas no interconectadas, que coinciden con las áreas de mayor presencia de grupos étnicos, siendo la vertiente del Pacífico la que más deficiencias presenta en términos de cobertura de servicios eléctricos, seguida de la Amazonia y de la Orinoquía (IPSE, 2022). Paradójicamente, las comunidades étnicas se encuentran muy cerca de los recursos naturales que están en la base de la producción de la energía. Aunque los productos energéticos son susceptibles de jugar un papel dentro de las dinámicas sociales para generar sostenibilidad, riqueza social y bienestar, las cadenas de su producción han sido en cambio contrarias para que esas mismas cualidades redunden en las comunidades étnicas. Se ha evidenciado que las implicaciones alrededor de lo energético con los grupos étnicos tienen que ver con asimetrías en todos los aspectos de las cadenas productivas y el lugar que ocupan frente a los productos finales.

La discusión energética en comunidades étnicas se refiere a las necesidades y la satisfacción de éstas, por lo que la cuestión étnica en lo energético tiene una dimensión de justicia en cuanto increpa las formas de

producir, distribuir y acumular la riqueza a partir de la energía. Pese a la importancia de tener una perspectiva diferencial étnica en el sistema energético nacional, a la fecha, el mecanismo de consulta previa ha sido el único instrumento usado para vincular a los grupos étnicos en la discusión sobre los recursos energéticos. Solo ahora, bajo una nueva perspectiva política, se vislumbra una planeación estratégica que vincule a los grupos étnicos.

En particular, los territorios indígenas a través de la historia traen luchas por la justicia, sus territorios, la soberanía, la autonomía, el reconocimiento, la diversidad, la pluralidad, entre otros principios, para lograr la preservación de las culturas. En el país, la población total indígena corresponde a más de 1,9 millones de habitantes (ubicados dentro o fuera de su territorio de origen), que buscan su bienestar en un mundo moderno, sin perder la cosmogonía ancestral, porque para los indígenas *“su lucha continúa hasta que se apague el Sol”*.

Por otro lado, las comunidades indígenas sostienen una visión diferente a la del desarrollo occidental, ya que se promueven la sustentabilidad de sus pueblos, la armonía de los territorios, el cuidado de las culturas como patrimonio de la nación, sintetizando así un horizonte, hacia el Sumak Kawsay o Buen Vivir. Este modelo alternativo de vida busca que todas las dimensiones e interacciones estén en equilibrio, por ende, el cuidado del ambiente, la madre tierra, la cultura, la espiritualidad, la economía, la política y las formas de gobiernos propios. El uso de las fuentes renovables de energía es coherente con estas formas del Buen Vivir y su implementación territorial por parte de estas comunidades requiere su participación en la construcción de los lineamientos de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa.





1.3.4 Género

El cambio climático afecta de forma desproporcionada a hombres y a mujeres por cuenta de condiciones sociales y económicas preexistentes a nivel mundial. Considerando que exacerba las desigualdades de género y aumenta la brecha de oportunidades y derechos entre hombres y mujeres, es necesario garantizar que sus diferentes necesidades y roles formen parte integral del diseño, ejecución, monitoreo y evaluación de políticas, planes, estrategias y proyectos (MADS-PNUD, 2020a). Desde la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (de la cual Colombia hace parte), se ha planteado la necesidad de integrar el enfoque de género en todos los niveles de gestión del cambio climático.

Toda vez que la Transición Energética Justa ofrece beneficios sociales y económicos, es necesario que las oportunidades que genera sean distribuidas de manera equitativa. Un sistema energético inclusivo y sostenible, requiere la incorporación plena de las mujeres en el proceso (IRENA, 2019). Considerando que el rol de las mujeres es fundamental en la transformación y desarrollo de sus territorios, adelantaremos en esta hoja de ruta acciones para romper la línea de vulneración e impulsar su participación en la toma de decisiones que les afectan, bajo la premisa de construcción de relaciones de cuidado. En ese sentido, el empoderamiento de las mujeres implica el acceso a recursos y la posibilidad de usarlos y controlarlos, al tiempo que satisface la creciente demanda de mano de obra calificada del sector, en particular en algunas actividades con potencial de crecimiento.





2

Objetivos





El Ministerio de Minas y Energía establece como objetivo general **Desarrollar en un período de seis meses un Diálogo Social para definir la hoja de ruta de la Transición Energética Justa, incorporando perspectivas étnicas, territoriales y de género.**

A partir de este objetivo general, se formulan los siguientes objetivos específicos:

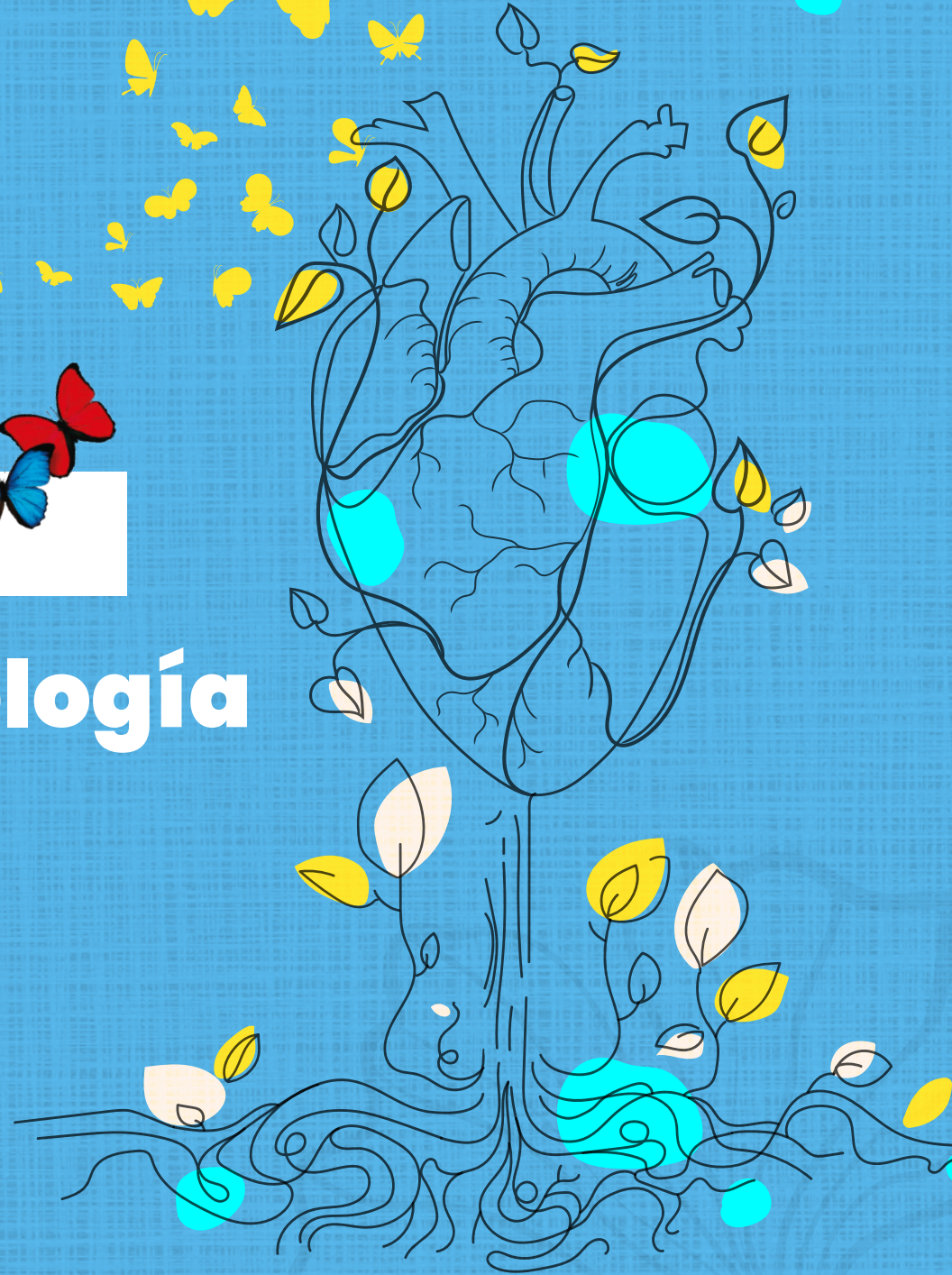
- 1.** Generar la información técnica, económica, ambiental y social relacionada con el sistema energético nacional y las cadenas de valor asociadas para construir los escenarios y establecer la visión con sus metas y plazos para la Transición Energética Justa en Colombia.
- 2.** Incorporar lineamientos étnicos, territoriales y de género desde los cuales gestionar la hoja de ruta de manera diferenciada para las regiones.
- 3.** Establecer los lineamientos y los mecanismos requeridos desde el sector energético para cumplir los compromisos internacionales del país para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en 51 % para el año 2030, coherentemente con el uso sustentable del agua, los suelos y la biodiversidad asociados al sistema energético nacional.
- 4.** Proponer las políticas públicas mediante los habilitadores regulatorios y los programas y los proyectos estratégicos requeridos para implementar la Transición Energética Justa en Colombia.



MINISTERIO DE MINAS
Y ENERGÍA

3.

Metodología



El diseño y la puesta en marcha de la planeación de la Transición Energética Justa es un proceso dinámico, colaborativo y evolutivo, que requiere la participación de todos los grupos de interés y de mecanismos para incorporar la participación de la sociedad en general, y de forma específica, de los pueblos étnicos y las mujeres. La efectividad del proceso depende del compromiso temprano que se logre establecer para la participación de los grupos de interés, lo que también facilita posteriormente la implementación de la hoja de ruta. La **figura 3** muestra esquemáticamente las tres fases de diseño de la hoja de ruta y una cuarta fase de implementación, así como los cuatro ejes transversales con doce actividades principales. Se utiliza como guía el documento para la elaboración de hojas de ruta propuesto por la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2014).

El tiempo total para el desarrollo de este proceso es de 24 semanas, contabilizadas a partir de la publicación de este documento. Este período incluye 4 semanas para la Fase 1, de planeación y preparación del proceso; 8 semanas para la Fase 2, de creación de la visión mediante las metas y los plazos para lograrlas; y 12 semanas en la Fase 3, para establecer los habilitadores regulatorios requeridos para implementar las medidas prioritarias de la Transición Energética Justa. La descripción metodológica para el desarrollo de estas tres fases se realiza en las secciones siguientes, y se resumen a continuación, así:

- **Fase 1:** planeación y preparación del proceso, incluyendo la interacción con expertos y grupos de interés; la definición de los mecanismos de participación y el inventario de la información para los análisis requeridos. Esta etapa tiene una duración de cuatro semanas.

- **Fase 2:** creación de la visión para establecer las metas deseadas (cuantificadas) y los plazos para lograrlas, que incluye el análisis integral del sistema energético. Se establece un período de ocho semanas para la realización de esta fase.
- **Fase 3:** diseño de la hoja ruta para alcanzar las metas deseadas, estableciendo los habilitadores regulatorios requeridos y los análisis de riesgos y brechas. Esta fase concluye con el documento de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia.



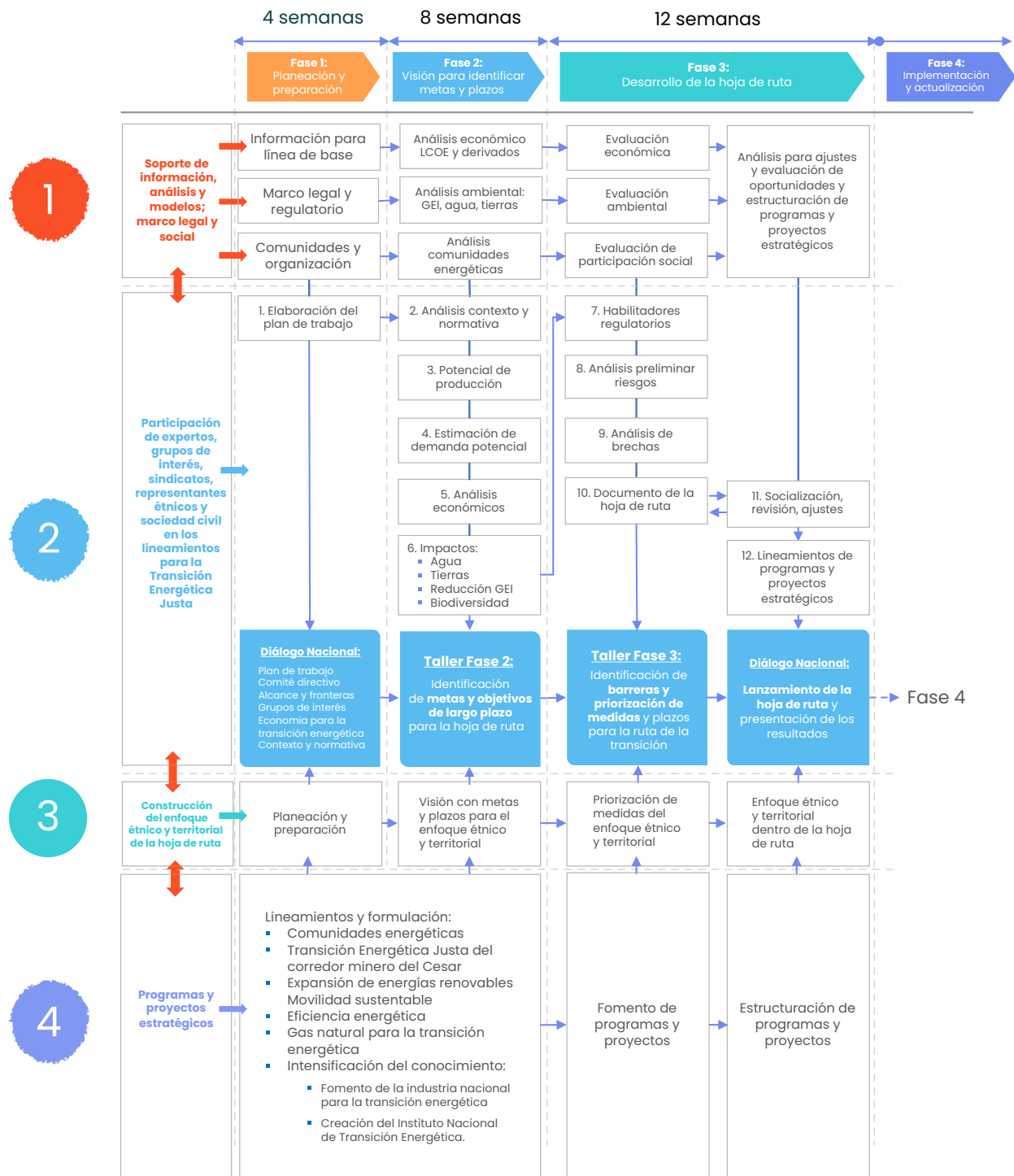


Figura 3. Articulación de las fases y ejes transversales con sus actividades principales para la construcción de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia (abreviaturas: LCOE, costo nivelado de la energía; GEI, gases de efecto invernadero).

Los mecanismos para la discusión y construcción de los lineamientos entre los grupos de interés para el desarrollo de la Transición Energética Justa se representan mediante los cuatro ejes transversales (numerados del 1 al 4 en la **figura 3**), así:

1. Eje 1: información, análisis y evaluaciones de soporte requeridos durante el desarrollo de la hoja de ruta. La participación de los expertos y la representación de los grupos de interés, de usuarios y de comunidades convocados requieren este soporte, que permite establecer la línea base o de referencia de la situación actual, las proyecciones futuras del sistema energético por escenarios, incluyendo los análisis económicos y ambientales, las metas, las rutas tecnológicas y los indicadores de desempeño intermedios durante la implementación de la hoja de ruta. El soporte de datos y análisis también facilita las discusiones, especialmente si se promueve la participación de los propios grupos de interés en la generación y análisis de la información. Este eje incluye tres subcomponentes, así:

1.1. Información, análisis y evaluaciones técnicas, económicas y ambientales según las condiciones actuales y los escenarios futuros considerados para el sistema energético nacional. Este componente es básico para establecer el potencial, las capacidades actuales y los análisis de competitividad que permitan establecer las metas, los tiempos y los costos estimados para realizar el proceso de transición energética. Este componente incluye los análisis y la modelación del sistema energético y sus impactos económicos y ambientales, utilizando como referencia los escenarios futuros según las consideraciones del cambio climático global.

1.2. Marco legal y regulatorio del sistema energético nacional, que permita identificar la regulación vigente y la articulación necesaria con la regulación requerida adicionalmente para la implementación de la Transición Energética Justa.

1.3. Contexto social y mecanismos de participación y organización de las comunidades para establecer las condiciones y necesidades actuales y las medidas apropiadas para la implementación de la Transición Energética Justa en los territorios y las comunidades étnicas.

2. Eje 2: con el apoyo de la información generada mediante el eje 1 se llevan a cabo las doce actividades principales de análisis, promoviendo la participación de expertos y los grupos de interés, incluyendo la representación de los usuarios y las comunidades. Este eje se estructura mediante dos subcomponentes, así:

2.1. Agrupación de actividades principales de análisis para la construcción de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa. Estas actividades se desarrollan mediante el soporte informativo del eje 1 y a través del diálogo social con los diversos grupos de interés (mediante sesiones de trabajo de forma presencial y virtual). De esta manera, se consolidan los aportes sectoriales y se valida la información de soporte necesaria.

2.2. Realización de talleres estructurados e intersectoriales como insumo para la creación de la visión con las metas y plazos, como uno de los elementos de planeación de la transición energética. La fase 1 culmina con el acto de

lanzamiento del proceso de construcción de la hoja de ruta de la Transición Energética Justa. La fase 2 finaliza con un taller para discutir los lineamientos de la visión, mediante la definición de las metas y plazos para esta transición energética. La fase 3 incluye un taller para analizar la priorización de las medidas regulatorias y los plazos de implementación, y se finaliza mediante un evento nacional para la presentación y publicación de la hoja de ruta e iniciar su implementación. Los talleres contarán con una participación representativa, amplia y diversa de grupos de interés de los sectores empresarial, gremial, sindical, gubernamental, académico y de la sociedad civil. Se establecerá para ello un balance apropiado para la cantidad de participantes con el fin de facilitar los análisis y su realización en los tiempos requeridos para elaborar la hoja de ruta. Previamente a la realización del taller se remite a los participantes un documento de soporte con la siguiente información: el propósito y los objetivos; los resultados esperados; la agenda; las preguntas que se busca responder mediante las discusiones; el alcance; indicaciones sobre cómo pueden prepararse los participantes para el taller; la lista de participantes; enlaces a documentos relevantes de soporte, y la información logística necesaria para la participación en el taller. La estructura para el desarrollo de los talleres contempla una sesión introductoria plenaria, seguida de sesiones distribuidas en grupos más pequeños según componentes específicos y una sesión final plenaria para la discusión conjunta de los resultados. Estos talleres se graban y documentan mediante reportes escritos para guardar la memoria de las discusiones y usarlas como soporte en la elaboración del documento de la hoja

de ruta. Los reportes escritos se remiten como realimentación a los participantes en el taller. Los comentarios específicos no se atribuyen individualmente a los participantes en los talleres, con lo cual se promueven discusiones más abiertas y francas. La realización de este taller se realizará con el apoyo logístico de una organización con alta experiencia en la conducción de este tipo de espacios de participación.

- 3. Eje 3:** se realiza para enfatizar la construcción de lineamientos con enfoques étnico y territorial y su incorporación dentro de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa. Se realiza para las regiones del Pacífico, del Caribe y de la Amazonía. Este eje incluye los siguientes subcomponentes:
 - 3.1.** Transición Energética Justa para las comunidades indígenas.
 - 3.2.** Transición Energética Justa para las comunidades afrodescendientes.
- 4. Eje 4:** incluye los lineamientos, la identificación, el fomento y la estructuración de programas y proyectos estratégicos que servirán de instrumentos para la implementación de la transición energética justa durante la fase 4. Los principales programas de este eje se indican en la **figura 3** y se describen posteriormente en la sección 4.

El desarrollo de este proceso de planeación permite formular una estrategia nacional para implementar la transición energética justa, con horizontes de tiempo para el corto, mediano y largo plazo. Los períodos de tiempo para estos horizontes se establecerán como parte del desarrollo de la fase 2 del proceso de construcción de la



hoja de ruta.

De forma resumida, la estructura básica de la hoja de ruta se compone de una declaración concisa de la visión y las metas deseadas; los plazos para alcanzarlas y de una ruta para lograrlas. Durante la formulación de esta planeación, se tendrán en cuenta los siguientes componentes:

1. Metas cuantificadas.
2. Hitos de desempeño para alcanzar las metas en función del tiempo.
3. Brechas y barreras, en varios aspectos como el conocimiento, la tecnología, el mercado, la regulación o las características sociales.
4. Acciones específicas que se pueden emprender para superar las barreras y responder ante los posibles riesgos.
5. Priorización y plazos para la ejecución de esas acciones, con indicadores para evaluar la evolución durante la etapa de implementación de la transición energética.

De forma complementaria, para el desarrollo del Diálogo Social para la definición de los lineamientos para la transición energética se sigue una organización semanal de mesas de trabajo presenciales y virtuales para presentar los avances ante el Comité Operativo y las autoridades a cargo del proceso. También, se realizan entrevistas estructuradas virtuales con grupos de interés y actores de los sectores gubernamental, gremial, empresarial, sindical, académico, social y comunitario. Estas entrevistas se graban (en lo posible) para dejar una memoria y como soporte del proceso.

En la sección final de este documento se presenta esquemáticamente el plan de preparación de la hoja de ruta de la Transición Energética Justa en Colombia, indicando las fases, las actividades principales y los talleres, en función del período de tiempo establecido.

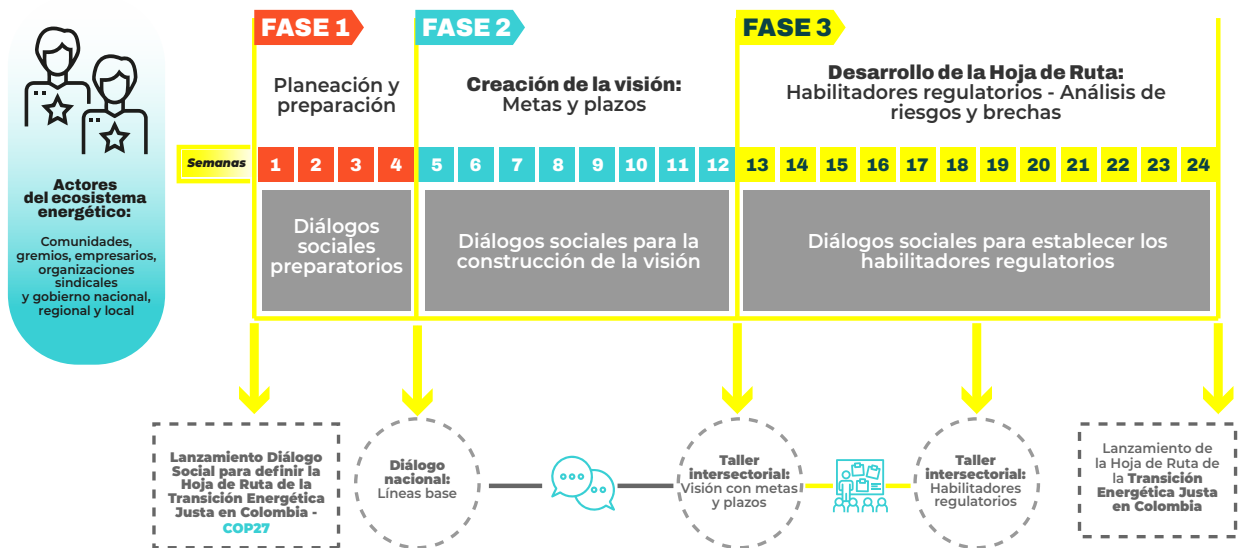


Figura 4. Cronograma simplificado de preparación de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia.

En las siguientes secciones se describen detalladamente las fases de la 1 a la 3 para la construcción de este proceso de planeación.

3.1. Fase 1: planeación y preparación

3.1.1 Actividad 1: Elaboración del plan de trabajo

La Fase 1 corresponde con la actividad principal 1 para la elaboración y presentación del plan de trabajo, del que hace parte el presente documento. En la tabla 1 se presenta una guía con los criterios básicos a considerar para elaborar el plan de trabajo y para establecer el inventario de la información necesaria para el desarrollo de la hoja de ruta, indicando la información que ya se conoce sobre el proceso, tanto en los componentes técnicos como en leyes, documentos de política pública, hojas de ruta y reglamentación existente.

Tabla 1. Guía de criterios básicos para el plan de trabajo y el inventario de información requerida para la hoja de ruta.

No.	Criterios	Descripción
1	Fronteras del sistema	Corresponde al sistema energético de Colombia (incluyendo la demanda interna y de exportación de energía y combustibles).
2	Fuentes de energía, otros recursos y tipos de tecnologías	Fuentes de energía: se analizan todas las fuentes de energía primaria del sistema energético del país para establecer las estrategias, metas y trayectorias para la transformación de la matriz energética. En el análisis de las fuentes de energía renovable se incluyen la solar; eólica (en tierra y costa afuera); pequeñas centrales hidroeléctricas; biomasa y bioenergía; geotérmica y el soporte de la energía proveniente de la red eléctrica nacional. Se considera, además, la producción de hidrógeno verde, mediante electrólisis. En el caso de la producción de derivados se tienen en cuenta los producidos mediante biorrefinerías y a partir del hidrógeno. Se requiere realizar análisis de prospectiva nacional para los minerales estratégicos y su utilización en las tecnologías de las energías renovables.
3	Sectores de uso final de la energía y sus derivados	Rango completo de aplicaciones: eléctricas; en transporte (terrestre de diversos tipos, fluvial, marítima y aviación) y en usos industriales (incluyendo el calor en rangos de temperatura bajos, medios y altos) y los usos de los insumos industriales de los derivados (como los obtenidos a partir de biorrefinerías o del hidrógeno, como el amoníaco, el metanol y las aplicaciones industriales en la siderurgia y el hierro, entre otras).



4	Horizonte de tiempo para la hoja de ruta según escenarios	<p>Los análisis realizados en la fase 2 de construcción de la hoja de ruta se establecerán en función de tres intervalos de tiempo, cuyos valores se definirán como parte del proceso, y que servirán de base para la implementación de las medidas regulatorias habilitadoras:</p> <p><u>Corto plazo</u> <u>Mediano plazo</u> <u>Largo plazo</u></p> <p>La modelación del costo nivelado de electricidad, LCOE: se realizará mediante escenarios y hasta 2050. Proyecciones de demanda de energía y vectores energéticos: se realizará mediante escenarios y hasta 2050.</p>
5	Estado actual de las tecnologías consideradas	<p>Se requiere articular la información disponible sobre el estado tecnológico actual del sistema energético colombiano. Se dispone para ello de información sobre el balance energético nacional, las energías renovables, las capacidades para la producción de hidrógeno, de almacenamiento, captura y uso de carbono, entre otros, que ha sido generada por instituciones nacionales e internacionales como IRENA y la IEA.</p>
6	Implementación y uso de alternativas	<p>Este criterio se debe definir como parte del proceso de desarrollo de la hoja de ruta, a partir del análisis comparativo de alternativas a nivel internacional y del contexto institucional propio del país.</p>
7	Finalidad de la hoja de ruta	<p>Guía para la toma de decisiones por parte del gobierno nacional y a nivel local y de los demás grupos de interés asociados al sistema energético nacional, especialmente el empresarial y los usuarios a nivel urbano, territorial y comunitario.</p>
8	Participación de los sectores social y privado en la hoja de ruta	<p>Se requiere incentivar el compromiso de los sectores social y privado en el desarrollo de la hoja de ruta desde el inicio del proceso y su vinculación en la fase de implementación de esta.</p>
9	Herramientas y análisis disponibles para establecer los alcances de la hoja de ruta	<p>Se dispone de información y análisis del sistema energético nacional y de la planeación, políticas, regulación y programas desarrollados hasta la fecha como parte del proceso de transición energética ya iniciado en Colombia. También se dispone de los análisis y experiencias llevadas a cabo mediante los procesos de transición energética implementados en otros países y de las hojas de ruta desarrolladas a nivel internacional y en países de la región para tecnologías energéticas específicas. También se cuenta con información, análisis y modelos disponibles para definir los alcances de las hojas de ruta de estas tecnologías energéticas, a nivel internacional, incluyendo países de la región de América Latina.</p>

En esta etapa inicial se requiere definir los aspectos de organización para llevar a cabo el proceso de desarrollo de la hoja de ruta, abordando los siguientes aspectos:

1. Definición del liderazgo institucional del Ministerio de Minas y Energía para el desarrollo de la hoja de ruta.
2. Designación de un Comité Directivo interinstitucional a nivel ministerial para el desarrollo de la hoja de ruta, con conocimientos y autoridad para tomar decisiones sobre las metas, el alcance y las fronteras de análisis. Este comité contribuye al direccionamiento del análisis para establecer la línea de base, realiza seguimiento al proceso de desarrollo y define las entidades responsables de su implementación.
3. Elaboración de una declaración concisa (entre 2 a 3 páginas) sobre el propósito y el alcance de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia, acompañada de una presentación clara para invitar a vincularse al proceso a los grupos de interés determinantes en todos los sectores involucrados.
4. Definición de una estrategia para la identificación sistemática y vinculación de los grupos de interés en el desarrollo e implementación de la hoja de ruta. El uso más extendido para el desarrollo de las hojas de ruta corresponde a la matriz RACI, que clasifica los participantes en las categorías de los grupos Responsable, Autorizado, de Consulta e Informado. El grupo responsable corresponde al comité directivo para el desarrollo de la hoja de ruta. El grupo autorizado corresponde al comité operativo para la construcción de la hoja de ruta, que también tiene una composición interinstitucional.
5. Invitación a participar en el Diálogo Nacional de lanzamiento del proceso de desarrollo de la hoja de ruta a los representantes de los grupos de interés, según la estrategia establecida para la vinculación de los participantes.



La fase 1 se inicia con el evento de lanzamiento del proceso de construcción de la hoja de ruta y culmina con la preparación y realización del Diálogo Nacional de lanzamiento del proceso de desarrollo de la hoja de ruta con la presentación de la línea base para los análisis.

También se presenta en este diálogo una síntesis del análisis internacional comparativo con Colombia, de las principales experiencias y los componentes normativos y reglamentarios en relación con los procesos de transición energética y la consideración de los objetivos del cambio en la matriz energética del país. Y se realiza una presentación con consideraciones sobre el modelo económico para la implementación de la Transición Energética Justa, que aborde las economías con participación de los usuarios en los nuevos modelos de negocio en el sector energético colombiano.

3.2. Fase 2: Creación de la visión con las metas y plazos

La fase 2 del diseño de la hoja de ruta incluye las actividades principales de la 2 a la 6 (ver las **figuras 3 y 5**). En la figura 5 se presenta el esquema detallado de la estructura metodológica para llevar a cabo la fase 2, que agrupa temáticamente las actividades, sin que representen un orden absolutamente secuencial (varias actividades se realizan paralelamente). Esta descripción metodológica tampoco altera el contenido ni el cronograma establecido para la presentación de los documentos entregables del proceso.

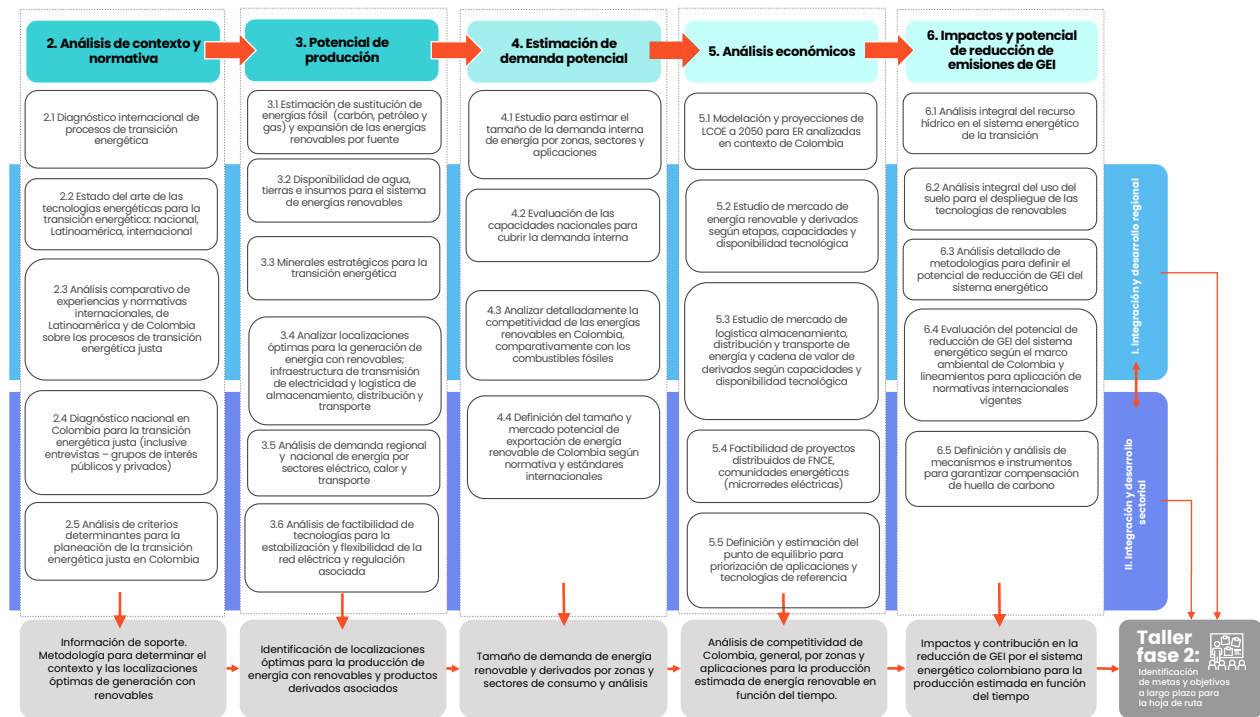


Figura 5. Esquema de la estructura de la fase 2 del desarrollo de la hoja de ruta, incluyendo la agrupación de las actividades principales de la 2 a la 6.





3.2.1. Actividad 2: Análisis de contexto y normativa

Se realiza inicialmente un análisis de contexto de los procesos de transición energética a nivel mundial, del sistema energético colombiano como soporte para el posterior desarrollo de las actividades de la fase 2.

3.2.2. Actividad 3: Potencial de producción

La estimación del potencial de las energías renovables y la disponibilidad del agua, las tierras, otros insumos y de infraestructura, especialmente de la red eléctrica y el acceso a ella, permiten identificar las zonas potencialmente óptimas del país para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y los productos energéticos derivados, como el hidrógeno.

Se toman en cuenta otros factores relevantes como la disponibilidad y usos de la tierra asociados a los proyectos con energías renovables y a la producción de la electricidad renovable, donde pueden presentarse restricciones ambientales, por biodiversidad, zonas protegidas o restricciones por parte de las comunidades locales.

Para áreas de interés estratégico como el desarrollo de la economía del hidrógeno, el requerimiento estimado de energía eléctrica para la producción del hidrógeno verde es un criterio básico para la evaluación del desarrollo de proyectos in situ, por ejemplo, para comunidades o zonas aisladas o no interconectadas al sistema eléctrico nacional. Estas consideraciones también son relevantes para evaluar el potencial uso de energía eléctrica suministrada a través de la red, lo que permite utilizar excedentes

de energía de origen renovable en la electrólisis. El análisis de las condiciones de la infraestructura logística disponible y requerida para el almacenamiento, distribución y transporte de la energía y sus derivados es un factor decisivo para la ubicación de los centros de producción correspondientes. El criterio básico en este aspecto es buscar la cercanía entre los centros de producción y de consumo de la energía y los derivados. La infraestructura portuaria, de carreteras y de gasoductos son componentes que deben analizarse para las ubicaciones de producción óptimas en los casos del hidrógeno y de las biorrefinerías y sus derivados. Los análisis anteriores tienen implicaciones regulatorias, que se deben analizar específicamente para el contexto colombiano.

Estos análisis se realizan de forma comparativa para la sustitución gradual de los combustibles fósiles para el carbón, el petróleo y el gas. Para la comparación se utilizan los diferentes escenarios energéticos considerados, según las reservas disponibles y los períodos de tiempo correspondientes.

3.2.3. Actividad 4: Demanda potencial

La estimación de la demanda interna se realiza en función de los sectores y aplicaciones de uso final de la energía y se agregan regionalmente para la estimación de la demanda global del país. Se toman en cuenta las proyecciones de penetración del mercado bajo diferentes escenarios (considerando al menos 3 escenarios: alto, de referencia y bajo), tomando en cuenta las restricciones establecidas para las emisiones de gases de efecto invernadero según la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia. Estos análisis complementan el estudio del potencial de producción de

energía renovable y sirven de base para la evaluación de las capacidades nacionales para cubrir la demanda interna. También se estima el tamaño potencial del intercambio de energía eléctrica a nivel internacional en América Latina.

De forma agregada para la demanda interna y externa se estima el tamaño del mercado potencial para la energía renovable y los derivados energéticos para el país, por zonas, sectores y aplicaciones, y según los escenarios de tiempo considerados.

Estos análisis también se realizan de forma comparativa con el consumo de los combustibles fósiles y sus derivados para evaluar las condiciones de sustitución según los escenarios energéticos, lo que permitirá analizar las alternativas de tiempo para realizar la transición y los costos asociados.

3.2.4. Actividad 5: Análisis económicos

Los costos nivelados de producción de la electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés) se estiman para un horizonte de tiempo hasta el año 2050, según las fuentes renovables de energía consideradas. En estas estimaciones se tienen en cuenta los factores de madurez tecnológica, la penetración del mercado, el crecimiento de la capacidad instalada (globalmente), de las capacidades y eficiencias de las plantas de producción (en función de la tecnología) y los factores de disponibilidad de las fuentes de energía (en función de la ubicación geográfica). Se hace uso de proyecciones futuras según los escenarios energéticos usualmente empleados a nivel internacional por instituciones como la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés). Esto permite establecer al menos tres escenarios de análisis bajo

condiciones de costos altos, de referencia y bajos, lo que genera un rango de costos en función del tiempo para cada tipo de tecnología. En estos análisis también es relevante la consideración de los efectos generados por fenómenos climáticos regionales de carácter plurianual, como El Niño y La Niña, porque pueden afectar de forma considerable la disponibilidad del recurso hídrico y de las fuentes solar y eólica. Estas condiciones pueden ejercer efectos apreciables en los costos nivelados de la energía correspondientes y se toman en cuenta en los análisis por escenarios. De forma complementaria, a partir de las estimaciones realizadas para los costos nivelados de electricidad se estiman los costos nivelados de producción del hidrógeno verde, también con un horizonte de tiempo hasta 2050. Estos costos tienen una dependencia elevada de los costos nivelados de la electricidad (LCOE) y del factor de uso del electrolizador, principalmente. La disponibilidad suficiente de agua es un criterio importante para considerar, lo mismo que la evaluación del potencial uso de tecnologías de desalinización. Las proyecciones de los costos hacia el futuro se realizan mediante las estimaciones realizadas para LCOE y aplicando una metodología similar, para considerar la reducción de los costos asociados al desarrollo tecnológico de la electrólisis, el crecimiento de la capacidad instalada global y el incremento de la capacidad de los electrolizadores. También se toman en cuenta los factores de variación de los costos en función del incremento de la capacidad de producción para alcanzar condiciones de economías de escala.

3.2.5. Actividad 6: Impacto ambiental y potencial de reducción de emisiones de GEI

Los análisis de competitividad y costos





realizados se complementan con los análisis para estimar el potencial de reducción de emisiones de efecto invernadero (GEI) mediante el uso de las energías renovables. De forma anticipada a este punto se han realizado los estudios detallados de metodologías utilizadas para este fin. Estos análisis permiten considerar todas las etapas del proceso de transformación de la energía, incluyendo los componentes de almacenamiento, distribución y transporte. Por otra parte, se toman en cuenta los aspectos regulatorios, la normativa y los estándares internacionales aplicables a los sistemas energéticos. Este tipo de consideraciones requieren que se analicen los mecanismos e instrumentos que puedan garantizar la compensación de la huella de carbono asociada a la cadena logística, lo que debe reflejarse dentro del marco regulatorio que adopte el país para la transición energética.

Los análisis realizados y los resultados obtenidos hasta esta fase permiten realizar el taller de la fase 2 con los expertos y grupos de interés para establecer la visión con las metas y los tiempos para lograrlas en el largo plazo. Esta etapa marca un hito central en el proceso de construcción de la hoja de ruta y requiere un soporte importante de información, análisis y modelos. Los análisis realizados también ofrecen un soporte sólido para establecer los habilitadores regulatorios y las acciones para la implementación de la hoja de ruta, aspectos que se abordan en la fase 3, que se describe en la siguiente sección.

3.3. Fase 3: Desarrollo de la hoja de ruta

La tercera fase se compone de las actividades clave de la 7 a la 12 (ver las figuras 3 y 6), que están asociadas al desarrollo de la ruta para cumplir las metas e hitos en los plazos establecidos, como resultado de la fase anterior. En la figura 6 se presenta la estructura de esta fase del desarrollo de la planeación, que brinda soporte en las descripciones metodológicas que se realizan a continuación.

3.3.1. Actividad 7: Habilitadores regulatorios

Inicialmente se hace un análisis de experiencias internacionales, especialmente en América Latina y el Caribe, en relación con la identificación de los elementos regulatorios, los lineamientos políticos y las leyes que definen los parámetros de implementación de la transición energética. Estos análisis se hacen en relación con la matriz energética de cada país, las tecnologías de soporte y según las prioridades establecidas en esas economías. Se consideran, adicionalmente, las experiencias regulatorias asociadas con el desarrollo de programas y proyectos estratégicos.



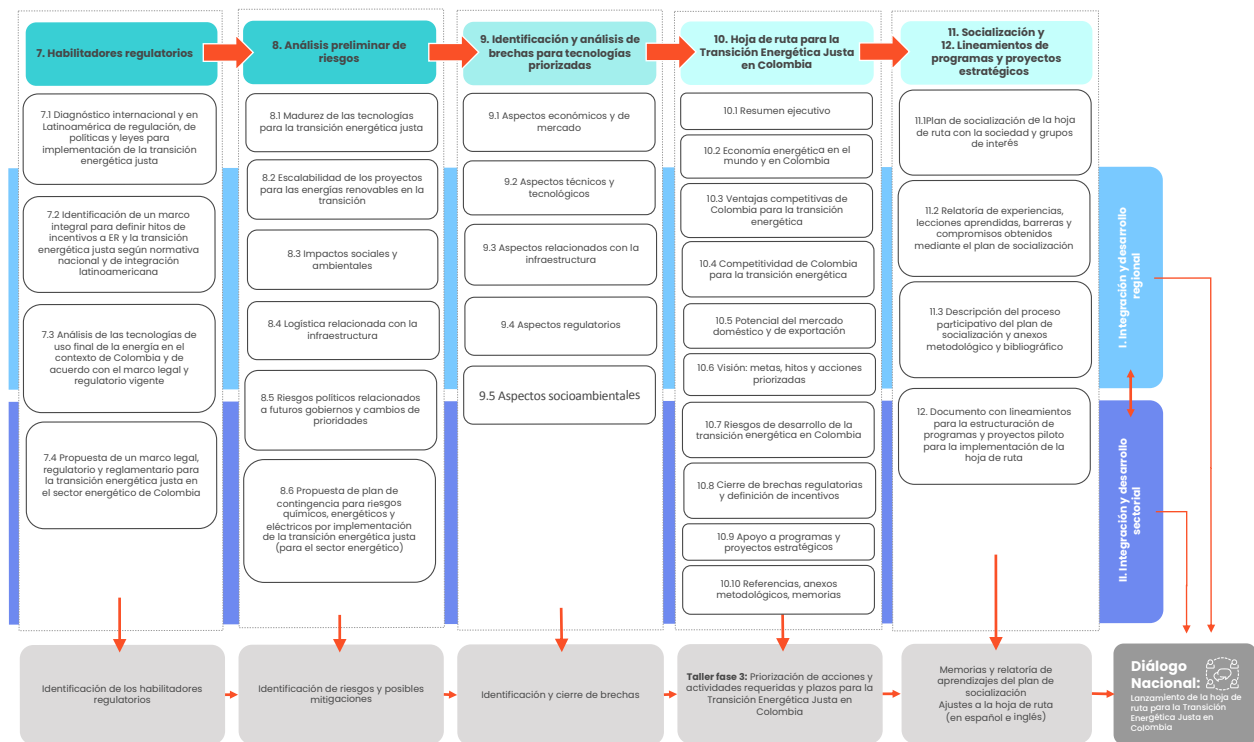


Figura 6. Esquema de la estructura para la fase 3 del desarrollo de la hoja de ruta, incluyendo el grupo de actividades clave de la 7 a la 12.

A partir de la consideración conjunta de las fuentes de energías renovables y del desarrollo de la economía de la Transición Energética Justa, se identifica un marco integral coherente con la normativa nacional para la definición de los principales hitos que incentiven su implementación. Estos incentivos deben alinearse con los ya existentes y con las facilidades que se brindan para el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en las FNCER por parte del gobierno nacional.

En todos los análisis realizados en el desarrollo de la hoja de ruta de la transición energética se toman en consideración dos componentes transversales relacionados con la integración y el desarrollo regional (I.) y sectorial (II.), como se muestra mediante los dos componentes de trasfondo, en las figuras 5 y 6. Esta consideración tiene un carácter metodológico, que contribuye a identificar los aspectos regulatorios, las

barreras y la definición de los incentivos para la implementación de la economía de la transición energética en el país.

En conexión con este aspecto, se hará una identificación de las oportunidades de investigación y desarrollo relacionados con la Transición Energética Justa en Colombia, usando como soporte esos dos componentes transversales de integración y articulación sectorial y regional en el país.

Estos análisis y los realizados como parte de la fase 2 del desarrollo de la hoja de ruta, se emplean integralmente para complementar el marco regulatorio y reglamentario de la Transición Energética Justa en Colombia.

3.3.2. Actividad 8: Análisis preliminar de riesgos

Se lleva a cabo un análisis preliminar de identificación de riesgos y sus posibles

atenuaciones, para lo cual se utiliza como base los análisis llevados a cabo en la fase 2 (anterior), haciendo uso de una matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, DOFA, y la identificación adecuada de las métricas de evaluación requeridas para cada riesgo. En este aspecto se abordan los riesgos tecnológicos (relacionados con el nivel de madurez tecnológica, la escalabilidad de los proyectos y la emergencia o crecimiento acelerado de tecnologías en competencia o alternativas asociadas a cada tipo de energía renovable, como las baterías eléctricas y las celdas de combustible, por ejemplo). En este aspecto es relevante analizar el riesgo ocasionado por una disminución más lenta o por la inestabilidad de los costos de las tecnologías y las energías renovables, comparativamente con lo previsto en las proyecciones futuras por escenarios para esos costos.

Otro grupo de riesgos se asocia al mercado, incluyendo las tasas de adopción más lentas por parte de economías nacionales o de sectores industriales para las tecnologías operando con energías renovables o para productos de hidrógeno verde, por ejemplo. Las consideraciones relacionadas con los impuestos al carbono a nivel internacional, como en Estados Unidos o en la Unión Europea, también constituyen un riesgo del mercado, en el caso en que sean menores a las condiciones previstas en los análisis de competitividad para la transición energética. De forma general, el eventual desenlace a la baja de los precios internacionales de los combustibles fósiles, especialmente del petróleo y del gas natural, representa otro riesgo del mercado. Y las propias condiciones de la economía del país pueden generar riesgos para el desarrollo de la economía de la transición energética. Los riesgos asociados a la estabilidad política y al cambio de prioridades pueden

afectar procesos como la implementación de incentivos a la demanda, como los impuestos al carbono, o la inversión y desarrollo de infraestructuras necesarias para el desarrollo de la transición energética. Aún, características debidas a la aceptación social de algunas tecnologías basadas en renovables o a desarrollos en infraestructura representan un riesgo porque hacen más lenta la adopción de su implementación o uso.

Este análisis de riesgos se complementa mediante la propuesta de un plan de contingencia ante eventuales riesgos químicos, energéticos y eléctricos por la implementación de la transición energética en el sistema energético en general.

3.3.3. Actividad 9: Identificación y análisis de brechas para tecnologías priorizadas

La priorización de las aplicaciones, que ya se han realizado en este punto de avance del proceso de planeación, posibilita la identificación y análisis de brechas para la implementación de la transición energética. Para ello se toman en cuenta los componentes económicos y de mercado, relacionados con la disponibilidad de uso de las fuentes de energía renovable, los costos de inversión asociados a las tecnologías de uso o las dificultades de penetración del mercado.

Por su parte, las deficiencias en instrumentos técnicos para la generación de condiciones claras y estándar y de las condiciones de infraestructura y de instalación y operación de diversas tecnologías, como las estaciones de carga, por ejemplo, y en los sectores industrial, público y domiciliario pueden ocasionar brechas de tipo técnico

y tecnológico. La definición de instrumentos técnicos financieros y normativos para el desarrollo de la infraestructura energética de producción, transporte y distribución contribuye a evitar las brechas en este aspecto. El análisis de los habilitadores regulatorios (actividad principal 7, ya descrita) permite también la identificación de los instrumentos para la fabricación y producción nacional y para la operación e importación de tecnologías; la construcción de la infraestructura y los esquemas tarifarios.

Finalmente, se analizan las brechas asociadas con los componentes socioambientales, como el uso del agua o la regulación relacionada con las licencias ambientales y las consultas previas para los proyectos asociados a la transición energética.

3.3.4. Actividad 10: Documento de la hoja de ruta de la Transición Energética Justa en Colombia

El establecimiento de las metas, hitos y los plazos para la implementación de la Transición Energética Justa en Colombia y los análisis realizados en el desarrollo de la hoja de ruta permiten determinar las acciones y actividades clave para el país en el corto, mediano y largo plazos. El control a la evolución durante la etapa de implementación de la hoja de ruta se realiza mediante los indicadores de seguimiento adecuados para las acciones establecidas. Estas actividades se agrupan a través de tres ejes de acción, que cubren la viabilidad de implementación de las tecnologías para la transición energética; el cierre de brechas regulatorias y la definición de incentivos y el apoyo a programas y proyectos estratégicos.

En esta etapa se verifican y confirman las condiciones de gobernanza y participación de los grupos de interés y de las demás entidades asociadas en la fase de la implementación de la hoja de ruta. De forma complementaria se hace un análisis comparativo con las hojas de ruta o las estrategias nacionales de los mismos países analizados en el componente de los habilitadores regulatorios para establecer las ventajas competitivas de Colombia, la concordancia de las acciones y actividades propuestas con las guías y normativas internacionales y las oportunidades de cooperación con los países demandantes de energía renovable, de inversión en la economía local de la transición energética y de financiación de programas y proyectos estratégicos.

Este proceso se realiza de forma simultánea con la redacción del documento de la hoja de ruta. Se buscará generar un documento con una extensión entre 50 a 60 páginas, en lenguaje simple y comprensible para el público general y con una diagramación bien elaborada, de tal manera que las figuras permitan sintetizar de forma clara y concisa los análisis realizados. De forma complementaria se elaborará y entregará por parte del Ministerio de Minas y Energía un documento anexo con detalles de cálculo de los análisis, la documentación de preparación y las memorias de los foros y talleres realizados y el grupo de preguntas elaborado para las entrevistas a los diversos grupos de interés durante el desarrollo de la hoja de ruta. En la figura 6 se incluye una propuesta inicial de la estructura del contenido del documento de la hoja de ruta (correspondiente a la actividad principal 10), que también sirve de guía para la planeación de las actividades desde la fase 1 del proceso, y que se ajustará a lo largo del proceso de construcción de la hoja de ruta, según se requiera.





Esa versión preliminar de la hoja de ruta corresponde al documento previo que se remitirá a los participantes invitados al taller de la fase 3, indicado en la figura 6.

3.3.5. Actividad 11: Socialización

Con la realización del taller de esta fase se inicia la etapa de socialización con los grupos de interés, realizada según un plan que describe algunas medidas importantes de comunicación de los mensajes clave, la identificación los grupos de interés a los que se les hará llegar y los mecanismos para hacerlo y para recibir sus comentarios y análisis e incorporar los ajustes que corresponda. Esta realimentación se analizará con el grupo de expertos, los grupos de interés y el comité directivo de la hoja de ruta, y se discutirán los ajustes que se incorporen finalmente al documento. Se adjunta igualmente una descripción del proceso participativo del plan de

socialización, una relatoría del intercambio de experiencias, las lecciones aprendidas, las eventuales barreras, los compromisos de los diversos grupos de interés y los anexos metodológico y bibliográfico correspondientes.

3.3.6. Actividad 12: Lineamientos de programas y proyectos estratégicos

Finalmente se elabora un documento para implementar los programas y proyectos estratégicos y se hace una propuesta de estructuración de proyectos específicos para ello, definiendo los lineamientos para su autorización. En la sección siguiente se presenta la estructura y descripción de estos programas y proyectos estratégicos. El proceso de diseño y desarrollo de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia culmina con la realización del evento nacional para su lanzamiento público.



4

Proyectos de referencia y programas estratégicos para la implementación de la Transición Energética Justa





Este componente se desarrolla de forma simultánea con la planeación de la transición energética, de tal forma que se realiza la formulación y ejecución de los proyectos de referencia durante el periodo de seis meses de construcción de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia. Entre ellos se realizarán proyectos de comunidades energéticas con generación a partir de energías eólica, solar y otras fuentes, en los que los indígenas Wayuu de La Guajira y las comunidades locales en el Pacífico serán copropietarias. Y otro proyecto de referencia a gran escala para hacer realidad la Transición Energética Justa del Corredor Minero del Cesar, en la Jagua de Ibirico.

Por otra parte, se formulan los programas estratégicos y se incorporan como parte del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, de tal forma que se establezcan los habilitadores regulatorios y financieros requeridos para su implementación en el periodo de gobierno. En la figura 7 se muestran esquemáticamente el grupo principal de proyectos de referencia y los programas estratégicos.





Figura 7. Estructura de los programas y proyectos estratégicos para la implementación de la Transición Energética Justa en Colombia.

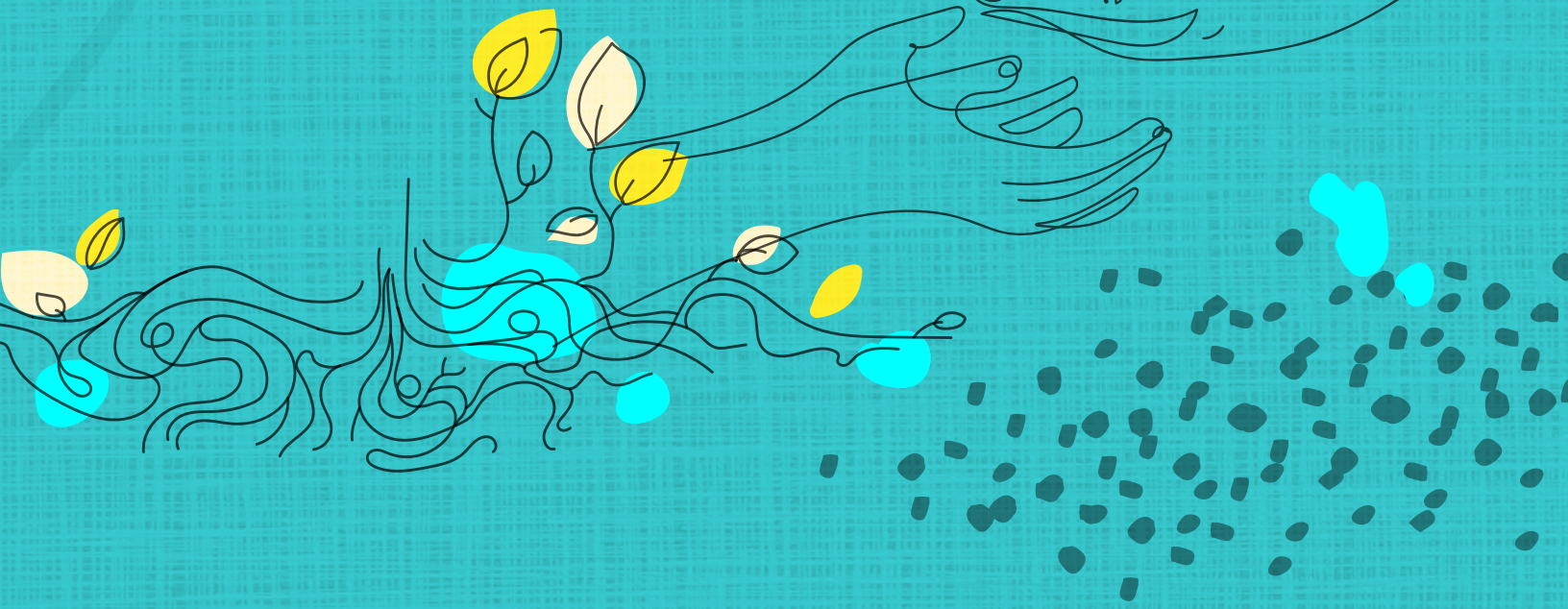


MINISTERIO DE MINAS
Y ENERGÍA

5



Resultados y Productos



Para las actividades descritas en las fases de construcción de la hoja de ruta, se prepararán los siguientes documentos:

Producto 1: plan de trabajo.

Corresponde al presente documento y a la actividad principal 1 (ver figura 3).

Producto 2: evaluación del potencial de producción y de demanda interna y externa de energías renovables en Colombia, según las actividades principales 2, 3 y 4.

Producto 3: análisis económicos, evaluación de competitividad y análisis ambiental para el agua, los suelos, la biodiversidad y estimación del potencial de reducción de emisiones de GEI, según las actividades principales 5 y 6.

Producto 4: análisis de habilitadores regulatorios, riesgos y brechas. Correspondiente a las actividades principales 7, 8 y 9.

Producto 5:

- Hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia (corresponde a la actividad principal 10).
- Como soporte, se elabora un documento de relatoría del intercambio de experiencias del proceso participativo del plan de socialización, correspondiente a la actividad principal 11.

Producto 6: estudios de estructuración de programas y proyectos estratégicos para la Transición Energética Justa, correspondiente al eje transversal 4 y la actividad principal 12 (ver las figuras 3 y 6).

La etapa inicial de desarrollo de este Diálogo Social para la Transición Energética Justa se articula con el proceso de los **Diálogos Regionales Vinculantes establecidos para la construcción del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026**, que ofrecen un primer ejercicio para escuchar las posiciones de la





ciudadanía en relación con sus necesidades y expectativas en energía y que serán recopiladas de forma sistemática por parte de la Oficina de Planeación del Ministerio de Minas y Energía. Esta etapa corresponde a una fase previa y preparatoria de los talleres incluidos en el desarrollo de la hoja de ruta. Se realizarán dos eventos de Diálogo Nacional para la Transición Energética Justa, así:

- Diálogo Nacional para el lanzamiento del proceso de construcción de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa, como finalización de la fase 1 de preparación.
- Diálogo Nacional para el lanzamiento de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia, como finalización de la fase 3 e inicio de la fase 4 para su implementación.

Se organizarán 2 talleres intersectoriales, así:

Taller de la fase 2: para la presentación y discusión de la visión con las metas y objetivos en el largo plazo de la hoja de ruta para la Transición Energética Justa en Colombia.

Taller de la fase 3: para la presentación y discusión de los habilitadores regulatorios, análisis de riesgos y de brechas para el sistema y las acciones priorizadas para implementar la Transición Energética Justa en Colombia.

También se realizarán **6 talleres con enfoque territorial y étnico para el diálogo social sobre la Transición Energética Justa**, en las siguientes regiones: Rihacha, Bogotá, La Jagüa de Ibirico, Pasto, Buenaventura, Bucaramanga, Santa Marta, Tumaco, Villavicencio, Noramazonía (San Vicente del Caguán, San José del Fragua o Piamonte), Cali y Barranquilla.

Durante este proceso de construcción de la hoja de ruta se realizarán **foros y encuentros regionales y sectoriales de forma permanente para la divulgación** de los avances y la canalización de las propuestas ciudadanas y de los actores interesados en el proceso.

*Las fechas y lugares señalados pueden estar sujetos a modificaciones y cambios.

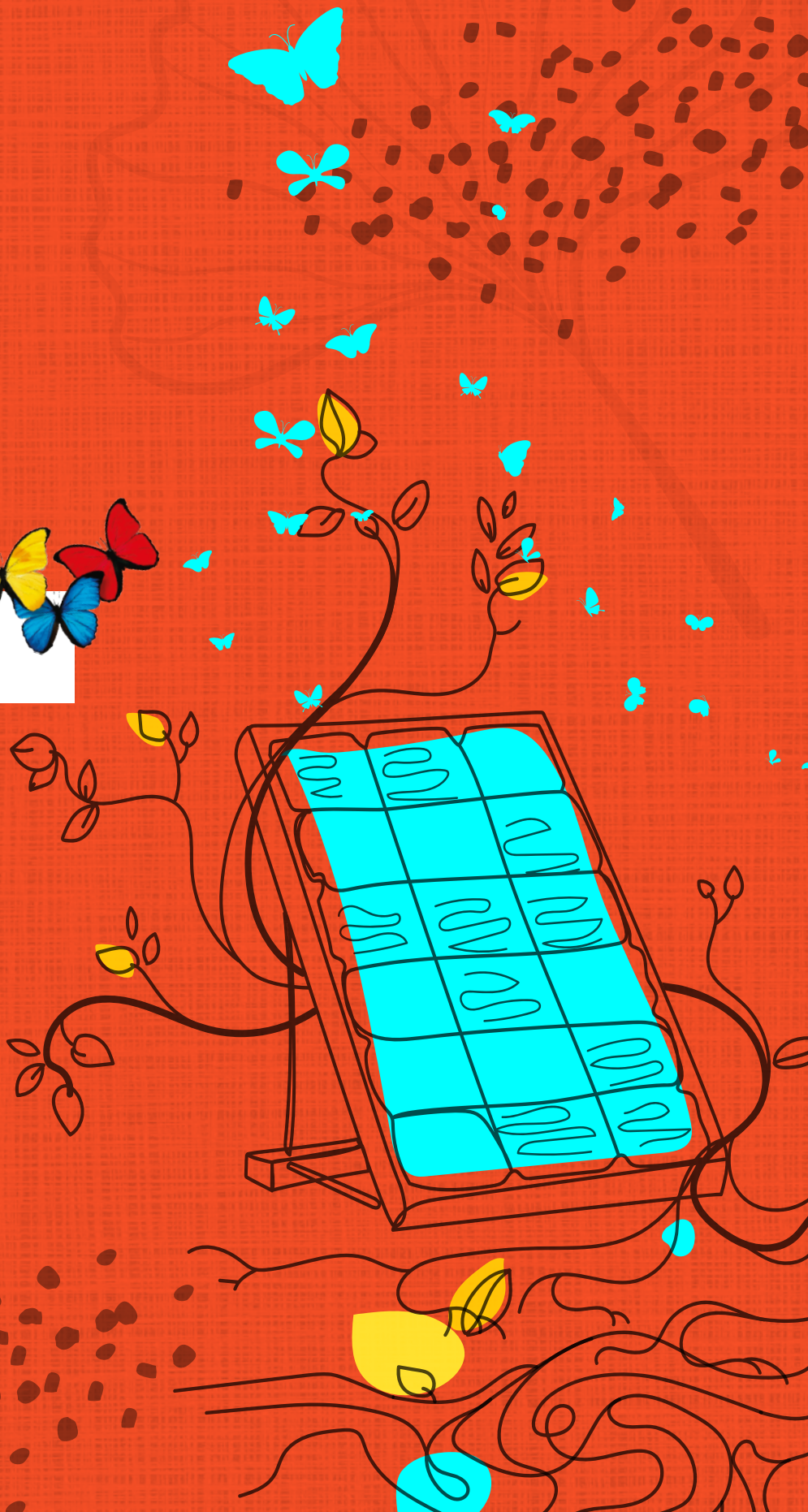




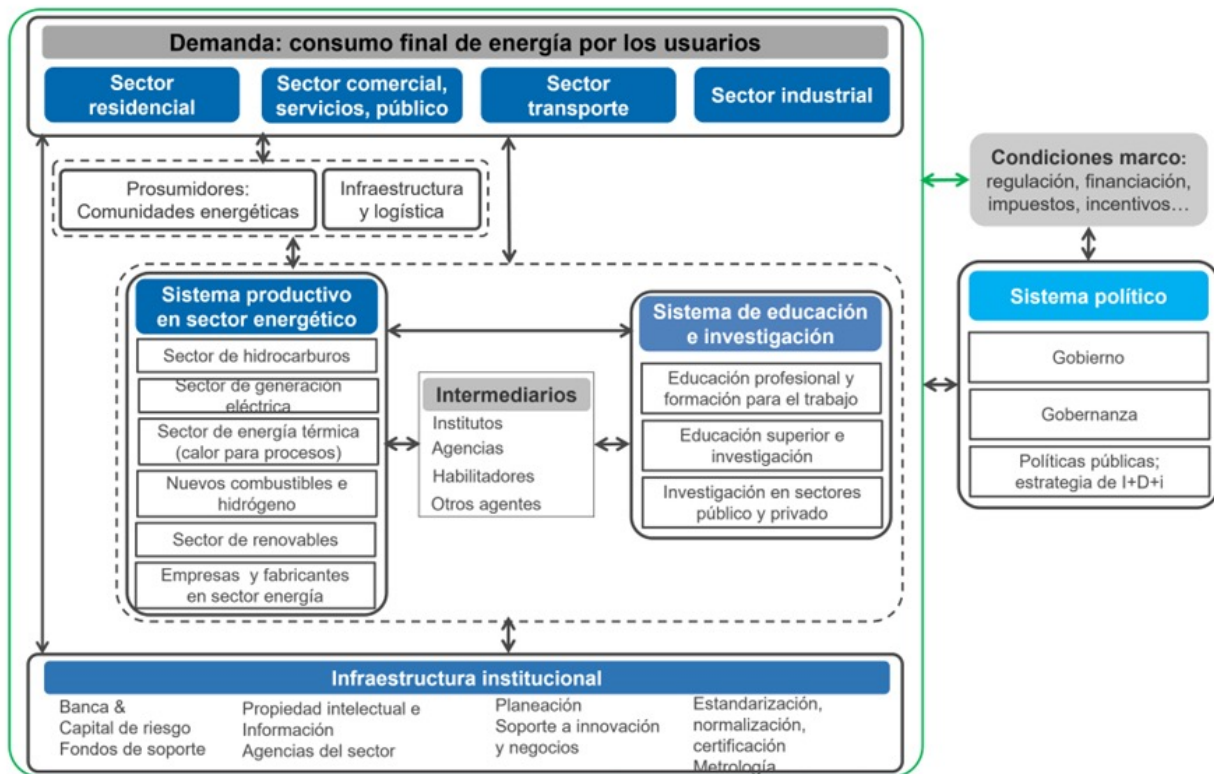
MINISTERIO DE MINAS
Y ENERGÍA

6

Mapa de actores



En la figura 8 se presenta un mapa conceptual del ecosistema energético, que se utiliza de referencia para identificar los actores relevantes para su participación en el proceso de construcción de la hoja de ruta. En este diagrama se incluyen los sistemas políticos, de educación e investigación, empresarial o productivo, las entidades a cargo de funciones intermediarias, el componente de la infraestructura institucional de soporte y el sector de la demanda, que presenta a los usuarios finales agrupados por sectores. También se incluye el componente específico de las comunidades energéticas, en su papel de prosumidores y el sector de logística e infraestructura asociada a la transmisión y distribución de energía y combustibles.



Fuente: Adaptación de Kuhlmann, S. y Arnold, E.; Fraunhofer ISI y Technopolis, 2001

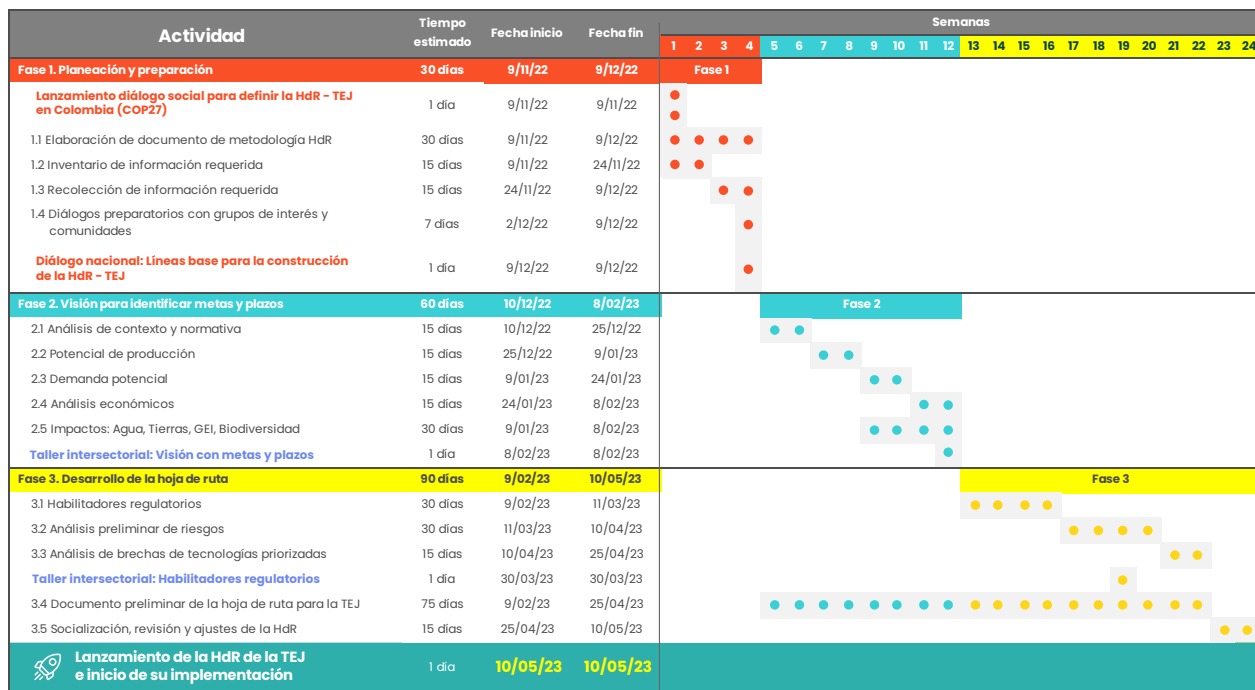
Figura 8. Diagrama conceptual del ecosistema energético para la identificación de los actores participantes en los talleres de visión y habilitadores regulatorios.

A partir de este mapa conceptual de los actores del sistema energético, se establece una identificación preliminar de los grupos de actores participantes en el desarrollo de la hoja de ruta, como se presenta en la **tabla 2**.

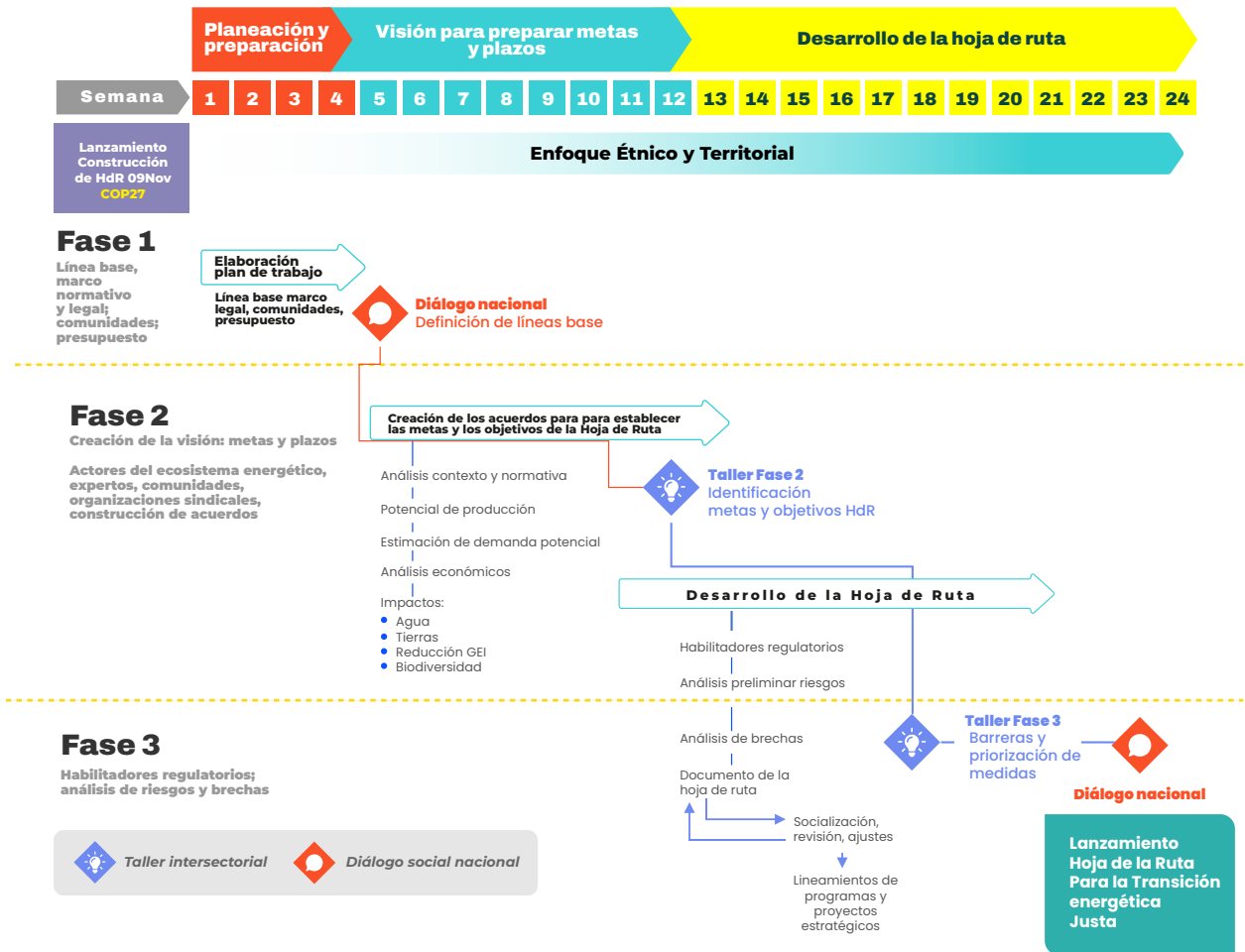
Tabla 2. Grupos de actores del ecosistema energético para la identificación de participantes en los talleres de visión y habilitadores regulatorios.

No.	Sector	Actores participantes en talleres para la construcción de consensos
1	Sistema político	Ministerio de Minas y Energía, MME y sus entidades adscritas; ministerios relacionados y sus entidades adscritas; Dirección Nacional de Planeación; Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios; Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG; Congreso de la República (Senado y Cámara); gobiernos departamentales y municipales
2	Sistema de educación e investigación	Asociaciones universitarias, de facultades y de instituciones de formación técnica y tecnológica; asociaciones profesionales y científicas; institutos, centros y grupos de investigación, innovación y desarrollo;
3	Sistema productivo (general y del sector energético)	Organizaciones sindicales, gremios y asociaciones del sector energético (fósil y renovables), gremios del sector empresarial e industrial
4	Infraestructura institucional	Sistema financiero; fondos de financiación; entidades de normalización, estándares, metrología y certificación
5	Comunidades energéticas	Prosumidores de comunidades territoriales, étnicas, rurales, urbanas e industriales
6	Infraestructura y logística	Sistema Interconectado Nacional, sistema de transporte de gas, operación del sistema e infraestructura asociada al sector de energía
7	Demanda: usuarios	Usuarios de energía de los sectores residencial, comercial, público, transportador e industrial

Cronograma



Plan de trabajo



Bibliografía

BID, Banco Interamericano de Desarrollo; Organización Internacional del Trabajo. (2020). Washington DC; Ginebra.

BID, Banco Interamericano de Desarrollo. (2021). Género, bosques y cambio climático.

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. (2022). Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report.

Escobar, Arturo. (2010). Territorios de diferencia. Lugar, movimiento, vida y redes. Popayán. Envión.

IEA, International Energy Agency. (2014). Technology Roadmap – A Guide to Development and Implementation.

IRENA, International Renewable Energy Agency. (2019). Energías renovables: una perspectiva de género.

IPSE, Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). (2022). IPSE-SIGIPSE – Energía que nos Conecta.

Lebdioui, A. (2022). Latin American Trade in the Age of Climate Change: Impact, Opportunities, and Policy Options. London School of Economics.

MADS-PNUD, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2020a). Guía para la integración del enfoque de género en proyectos, programas, planes y políticas para la gestión del cambio climático; sector minero energético. Bogotá DC: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Minas y Energía.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020b) Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC).

Ministerio de Minas y Energía. (2020). Lineamientos de género para el sector minero energético. Bogotá DC.

UPME, Unidad de Planeación Minero-Energética. (2021). Balance Energético Colombiano, BECO.

