



Diagnósticos de transición energética y
diseño de guías de empleos verdes

Diagnóstico del sector carbón y minerales estratégicos para la transición energética justa

28 de Octubre de 2025

Con el apoyo de:



Organización
Internacional
del Trabajo

• 1. Puntos clave

- Colombia ha suscrito acuerdos internacionales como el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París que ha ratificado a través de leyes. Estos han impulsado CONPES, leyes, decretos y estrategias enfocadas a la acción climática. Las cuales han direccionado al país a construir resiliencia ante los choques climáticos por medio del estímulo a la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y a la promoción de actividades productivas reindustrializadas que respeten los derechos humanos y el medio ambiente.
- Colombia está posicionado como el principal productor de carbón en América Latina, representando el 79% de la producción total de la región (Findeter, 2023). La minería de carbón, durante el periodo comprendido entre 2015 y 2019, alcanzó un promedio del 1,1% de participación en el PIB nacional con una producción anual en promedio de \$8,8 billones de COP (pesos colombianos). Sin embargo, en 2020, se observó una disminución en la producción de carbón al 0,7% del PIB. Posteriormente, entre 2021 y 2023, esta cifra mostró una estabilización, situándose en el 0,8% del PIB (DANE, 2024).
- Las exportaciones de minerales en Colombia se concentran principalmente en carbón y metales preciosos, que representaron el 54% y 37% de las exportaciones mineras del país respectivamente. A estas cifras le siguen el ferroníquel, con una participación del 6%, y las esmeraldas, con 1% del total de las exportaciones mineras (Agencia Nacional de Minería, 2021).
- El país cuenta con 4.554 Mt de reservas de carbón distribuidas en las regiones Caribe (Cesar y La Guajira) y Andina (Cundinamarca, Boyacá, Córdoba, Norte de Santander y Cauca). A pesar de esto, el 91% de la producción nacional se concentra en la región Caribe, donde se llevan a cabo operaciones a gran escala, mientras que en la región Andina la extracción se realiza mayoritariamente a mediana y pequeña escala (Findeter, 2023).
- De acuerdo con la Unidad de Planeación Minero Energética (2024), se proyecta que la producción de carbón se mantenga en crecimiento hasta alcanzar su máximo en 2035, con 2.347 PJ (Peta Joule) de energía. Posteriormente, se prevé una disminución progresiva hasta llegar a los 821 PJ. La mayor parte de esta producción estará destinada a la exportación representando el 96% de la producción en 2035 y el 90% en 2052.
- El sector de minería, que incluye la extracción de minerales como el oro y el níquel, genera más de 160.000 empleos directos y más de 750.000 empleos indirectos, lo que ha impulsado el desarrollo económico de diversas regiones del país, particularmente en los departamentos del Cesar y La Guajira (Asociación Colombiana de Minería (ACM), 2023); (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024). Los compromisos internacionales y las adyacentes metas de reducción de emisiones plantean un desafío para este sector en Colombia, debido a que proyecta una disminución gradual del uso del carbón como fuente de energía. Se espera que los efectos de la descarbonización en la producción afecten al carbón y minería; y de igual forma, al empleo de este sector, pues se estima una pérdida de 145 mil puestos de trabajo (DNP, 2023). Esto representa una caída de aproximadamente del 11% anualmente hasta 2030 para carbón-minerales, respectivamente.

• 2. Marco conceptual

Empleo

“Trabajo efectuado a cambio de pago (salario, sueldo, comisiones, propinas, pagos a destajo o pagos en especie), sin importar la relación de dependencia (si es empleo dependiente-asalariado, o independiente-autoempleo)” (Organización Internacional del Trabajo, 2004a).

Empleos ambientales

Empleos “orientados a reducir directa o indirectamente, las presiones sobre el capital natural a través de su gestión, protección, conservación y aprovechamiento sostenible en los procesos de producción de un bien o servicio, ya sea en

sectores tradicionales como la manufactura y la construcción, o en nuevos sectores verdes emergentes como la energía renovable y la eficiencia energética” (DANE, 2023), que no cumplen las condiciones para ser denominados verdes (justa remuneración, derechos de los trabajadores o protección social).

Empleos verdes

“Son empleos decentes que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente ya sea en los sectores tradicionales como la manufactura o la construcción o en nuevos sectores emergentes como las energías renovables y la eficiencia energética” (Organización Internacional del Trabajo, 2016).

Free On Board (FOB)

Es un término utilizado en las exportaciones. Indica cuándo la propiedad de los bienes se transfiere del vendedor al comprador y quién es el responsable por los bienes dañados o destruidos durante el envío (Investopedia, 2024).

Justa remuneración

Salario o sueldo ordinario, básico o mínimo y cualquier otro emolumento en dinero o en especie pagados por el empleador, que permite a las personas tener una vida decente considerada aceptable por la sociedad (Organización Internacional del Trabajo, 2013).

Minerales para la transición energética en Colombia

Los minerales para la transición energética en Colombia, definidos también como minerales estratégicos, son aquellos que serán clave para satisfacer la creciente demanda de insumos, siendo necesarios en el desarrollo de tecnologías orientadas hacia la creación de energías más limpias. Este enfoque abarca no solo aspectos técnicos, sino también

sociales y ambientales, asegurando un aprovechamiento de los recursos desde una perspectiva sostenible (Agencia Nacional de Minería, 2023).

Trabajo

“Conjunto de actividades humanas, remuneradas o no, que producen bienes o servicios en una economía, o que satisfacen las necesidades de una comunidad o proveen los medios de sustento necesarios para los individuos” (Organización Internacional del Trabajo, 2004a).

Trabajo decente

Se entiende como un buen trabajo o un empleo digno. Es un trabajo que genera un ingreso justo, con seguridad en el lugar de trabajo y que brinda protección social. Además, el trabajo decente proyecta una perspectiva de integración social, que permite el desarrollo de las capacidades propias, otorga libertad para que los individuos expresen sus opiniones, se organicen y participen en las decisiones que afectan sus vidas, sin discriminación y con igualdad de oportunidades y buen trato para todos (Organización Internacional del Trabajo, 2004a).

• 3. Estándares internacionales y contexto colombiano

3.1 Estándares internacionales del trabajo decente y diálogo social

En 1994 entró en vigor el **Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)**, el cual tiene por objeto estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera para la lucha contra el cambio climático. Este Convenio incorpora una línea del Protocolo de Montreal de 1987, el cual hace que los Estados miembros actúen en favor de la seguridad humana, inclusive si no hay certidumbre científica (United Nations Climate Change). El Estado colombiano ratificó la CMNUCC mediante la Ley 164 de 1994 (Unidad de Planeación Minero Energética, 2003).

Posteriormente, en 1997 se aprobó el **Protocolo de Kioto**, el cual entró en vigor en 2005, y pone en funcionamiento la CMNUCC, comprometiendo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de conformidad con las metas individuales acordadas (United Nations Climate Change). Este protocolo fue ratificado por Colombia mediante la Ley 629 del 27 de diciembre de 2000 (Unidad de Planeación Minero Energética, 2003).

Recientemente, en 2015, se adoptó el **Acuerdo de París** que tiene como objetivo principal limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C sobre los niveles preindustriales. Sin embargo, se ha enfatizado en la necesidad de que este incremento sea de menos de 1,5°C (United Nations

Climate Change). Este acuerdo requiere de transformaciones en los modelos económicos y productivos de los países y, por esta razón, funciona con un ciclo de revisión de 5 años, en que los países deben enviar sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) por medio de las que esbozan y comunican sus acciones climáticas (United Nations Climate Change). Colombia ratificó este Acuerdo por medio de la Ley 1844 de 2017 (Ley 1844 de 2017).

Por otro lado, en cuanto a acuerdos relacionados con el trabajo, Colombia es miembro de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) desde el año 1919 y, ha ratificado 61 convenios (52 en vigor), entre los cuales se encuentran 8 de los 10 convenios fundamentales (Organización Internacional del Trabajo). Entre estos convenios se encuentra el 144 de consulta tripartita, en la que los miembros que lo ratificaron se comprometieron a poner en práctica procedimientos que aseguren consultas efectivas entre los representantes del gobierno, de los empleadores y de los trabajadores, sobre los asuntos relacionados con las actividades de la Organización Internacional del Trabajo (Organización Internacional del Trabajo, 1976).

Adicionalmente, en cuanto a transición justa, en la 102ª reunión de la Conferencia Internacional del Trabajo (2013), adoptó una resolución y un conjunto de conclusiones relativas al desarrollo sostenible, el trabajo decente y los empleos verdes (Organización Internacional del Trabajo, 2015). En su 321ª

reunión (2014), el Consejo de Administración de la OIT apoyó la propuesta de celebrar una reunión tripartita de expertos, y en el año 2015 se dio seguimiento a las conclusiones de la conferencia. Dicha reunión adoptó un proyecto de directrices, que tiene por objeto proporcionar orientaciones prácticas no vinculantes a los gobiernos y los interlocutores sociales, facilitando opciones específicas para formular, aplicar y supervisar el marco de políticas, de conformidad con las circunstancias y las prioridades nacionales (Organización Internacional del Trabajo, 2015), las cuales son:

- a. Consenso social sólido sobre el objetivo de la sostenibilidad y vías para alcanzarlo.
- b. Respeto, promoción y ejecución de los principios y derechos fundamentales en el trabajo.
- c. Las políticas y programas deben tomar la dimensión de género.
- d. Las políticas de los ministerios deben ser coherentes entre sí para crear un entorno propicio hacia la aceptación e impulso de la transición.
- e. Las políticas deben también constituir un marco de transición justo para todos con el fin de promover la creación de más empleos decentes.
- f. Las políticas y los programas deben elaborarse teniendo en cuenta las condiciones concretas de cada país.
- g. La ejecución de las estrategias de desarrollo sostenible han de fomentar la cooperación internacional entre los países.

3.2 Contexto normativo colombiano

Además de las leyes por medio de las cuales el Estado colombiano ratificó el CMNUCC, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, en 2017 se formuló la **Política Nacional de Cambio Climático**, por medio de la cual se definió un plan de acción que debe desarrollarse permanentemente e informar su avance en el corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con las temporalidades definidas para los planes integrales de gestión del cambio climático sectoriales y territoriales para la gestión de cambio climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), esta política desarrolla lineamientos en las áreas de:

- Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima.
- Desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima.
- Desarrollo minero-energético resiliente al clima y bajo en carbono.
- Desarrollo de infraestructura estratégica baja en carbono y resiliente al clima.

- Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima.
- Estrategia de instrumentos económicos y financieros.

Este plan enmarcó la elaboración de la Ley de Cambio Climático (**Ley 1931 de 2018**), por medio de la cual se establecieron las directrices para la gestión del cambio climático, así como de mitigación de GEI, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos de este y, promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono (Ley 1931 de 2018). Adicionalmente, en 2021, se publicó la **Ley 2169 de 2021**, que impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas sectoriales y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática (Ley 2169 de 2021).

En el artículo 15 de la Ley 2169 de 2021 se estableció que El Ministerio de Trabajo, con el apoyo de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, y de las entidades competentes, serán encargados de la **Estrategia y acciones de Transición Justa de la Fuerza Laboral (ETJFL)** en el tránsito del país hacia la carbono neutralidad, que tiene como objetivo la generación de nuevas oportunidades de capacitación y formación para el trabajo, y la reducción de brechas en el acceso a empleos verdes, atendiendo de manera prioritaria las necesidades de los segmentos poblacionales más vulnerables. Lo anterior implica un direccionamiento de esfuerzos para fomentar oportunidades de diversificación productiva y reconversión laboral en regiones en donde predomina la explotación de hidrocarburos.

En sintonía con lo anterior, se tienen los documentos de política económica y social (CONPES) que enmarcan planes de cambio climático y equidad de género.

- CONPES 3934 de 2018. Política de crecimiento verde.
- CONPES 4021 de 2021. Política de deforestación.
- CONPES 4075 de 2022. Política de Transición Energética.
- CONPES 4080 de 2022. Política de Equidad de Género.
- CONPES 4098 de 2022. Política de Competitividad Agropecuaria.
- CONPES 4129 de 2023. Política de Reindustrialización.

De igual modo, el programa de Gobierno que sentó las bases del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026: Colombia Potencia Mundial de la Vida, se plantea alrededor de cinco ejes de transformación, el cuarto de estos es el de Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática, se enfoca en que las actividades productivas se transformen para ser diversificadas, aprovechen la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sean intensivas en conocimiento e innovación, respeten y garanticen los derechos humanos, y aporten a la construcción de resiliencia

ante los choques climáticos (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

El artículo 231 del PND establece la creación de Distritos Mineros Especiales para la Diversificación Productiva, como un instrumento para la planificación socioambiental, gestión y articulación institucional para lograr sustentabilidad en las regiones en donde se desarrollan actividades y proyectos mineros (Ley 2294 de 2023). Adicionalmente, las Bases del

PND planean una estrategia de diversificación productiva y reconversión laboral con enfoque territorial y diferencial de los empleos del sector minero y de hidrocarburos impactados por la transición energética; así como una actualización de la política minera y una reforma de normativa minera (Ley 2294 de 2023).



• 4. El sector de minería de carbón y de minerales para la Transición Energética en Colombia

La minería es un proceso por medio del cual se extraen minerales del suelo, se separan y se concentran, los minerales extraídos pueden clasificarse en: minerales industriales, minerales metálicos, agregados y minerales fósiles (Geological Survey of Sweden) (Joint Institute for Strategic Energy Analysis, 2020). Este proceso consiste en la identificación de características que indiquen presencia probable de minerales, seguida de un proceso exploratorio para determinar si la explotación es posible, y si se encuentra viabilidad de explotación, sigue la construcción y montaje para explotación, que da paso a la explotación, y culmina con las actividades de restauración y cierre (Secretaría de Economía de México, 2022).

En Colombia, el 5% del territorio nacional está titulado para actividad minera, el 2,3% está en exploración, el 1,6% en construcción y montaje, y el 1,1% en explotación. Dentro de estos territorios titulados, se tienen 10.061 títulos mineros, en ellos, el tipo de mineral que más se explota es materiales de construcción (53%), seguido por metales preciosos que representan un 39% (Agencia Nacional de Minería, 2024). Para este diagnóstico el enfoque será para el carbón debido a su aporte a la economía colombiana (6,6 billones

de pesos de aporte al PIB en 2023) y los minerales para la transición energética, ya que serán clave para satisfacer la creciente demanda de insumos necesarios en el desarrollo de tecnologías orientadas hacia la creación de energías más limpias (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2024).

3.1. Carbón

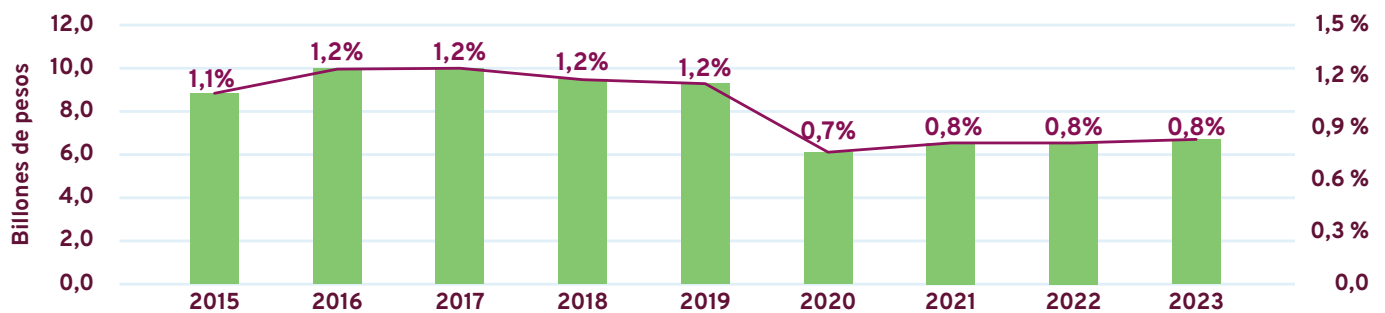
El carbón es una roca sedimentaria de origen vegetal que desempeña un papel fundamental en diversos procesos de combustión, como la generación de energía térmica y eléctrica, así como en aplicaciones industriales que requieren calderas o en su utilización como materia prima (Ministerio de Minas y Energía, s.f.). En la economía colombiana, su extracción está clasificada bajo la división número cinco (5) del Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU), correspondiente a la "extracción de carbón de piedra y lignito" (Cámara de Comercio de Bogotá, s.f.).

3.1.1. La minería de carbón en la economía colombiana

La minería del carbón ha desempeñado un papel significativo en el Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia. Durante el periodo comprendido entre 2015 y 2019, la participación de este sector en el PIB nacional alcanzó un promedio del 1,1%, con una producción anual en promedio de \$8,8 billones de

COP (pesos colombianos), calculados a precios constantes de 2015 (ver Ilustración 1). Sin embargo, en 2020, se observó una disminución en la producción de carbón al 0,7% del PIB. Posteriormente, entre 2021 y 2023, esta cifra mostró una estabilización, situándose en el 0,8% del PIB (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2024).

• Ilustración 1. PIB Minería de carbón y participación entre 2015 y 2023

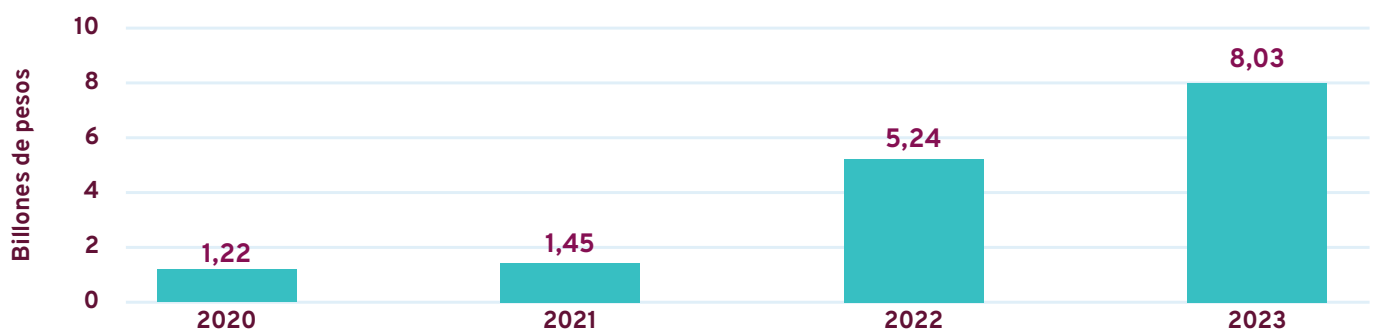


Fuente: Elaboración propia con datos de DANE (2024)

Adicionalmente, la explotación de carbón genera ingresos fiscales importantes a través de regalías e impuestos. En cuanto a las regalías, tal como se observa en la Ilustración 2, los ingresos crecieron de manera exponencial entre 2020 y 2023, alcanzando en este último año un máximo de \$8,03

millones de COP. Por otro lado, en 2019, las principales empresas del sector aportaron \$588.000 millones de COP en concepto de impuesto sobre la renta (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

• Ilustración 2. Recaudo de regalías por carbón entre 2020 y 2023

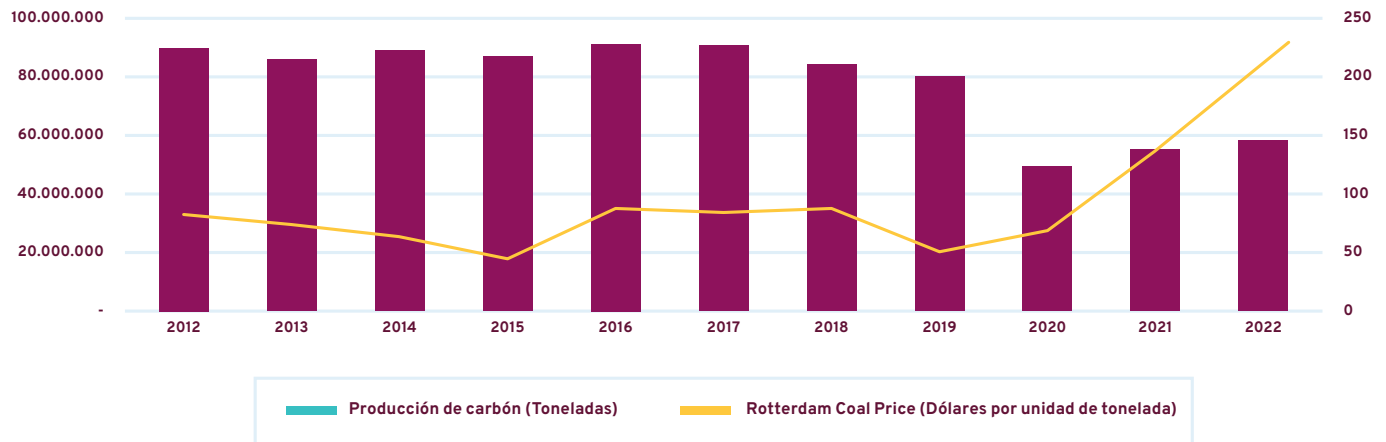


Fuente: Elaboración propia con datos de Agencia Nacional de Minería (2024)

Además, Colombia está posicionado como el principal productor de carbón en América Latina, representando el 79% de la producción total de la región. En la Ilustración 3 se muestran los datos históricos correspondientes al periodo entre 2012 y 2022. Durante los años 2012 a 2019, la producción anual se mantuvo alrededor de las 90 Mt (millones de toneladas), no obstante, a partir de 2020 se

registra una disminución, consecuencia de la crisis mundial derivada del virus SARS-CoV-2 (COVID-19), que impactó negativamente diversas economías y redujo la producción de carbón. A pesar de esta caída, en el mismo periodo se observa un incremento en el precio del mineral (Findeter, 2023).

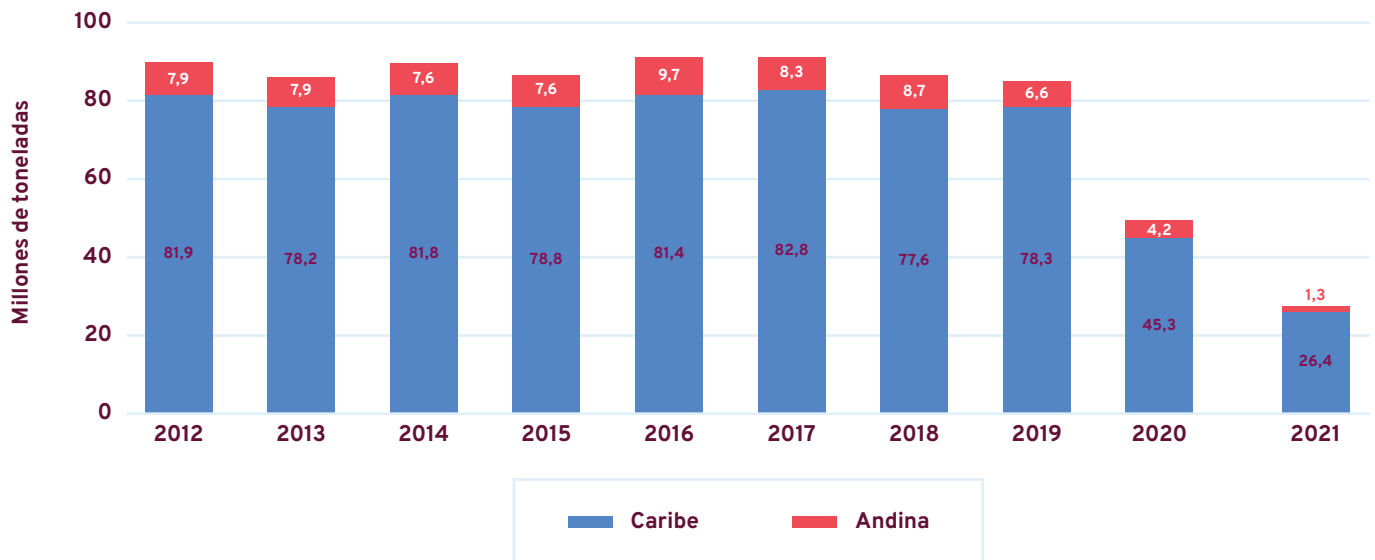
• Ilustración 3. Evolución de la producción de carbón en Colombia (toneladas) y del precio de referencia Rotterdam Coal Price (USD) entre 2012 y 2022



Fuente: Tomado de Findeter (2023)

Asimismo, el país cuenta con 4.554 Mt de reservas de carbón distribuidas en las regiones Caribe (Cesar y La Guajira) y Andina (Cundinamarca, Boyacá, Córdoba, Norte de Santander y Cauca). Este carbón es reconocido por su alta calidad, con un poder calórico que supera en un 19% a 28% el promedio mundial (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024). A pesar de estas reservas en ambas regiones, el 91% de la producción nacional se concentra en la región Caribe (ver Ilustración 4), donde se llevan a cabo operaciones a gran escala, mientras que en la región Andina la extracción se realiza mayoritariamente a mediana y pequeña escala (Findeter, 2023).

• Ilustración 4. Producción anual de carbón por región, entre 2012 y 2021



Fuente: Adaptado de Findeter (2023)

Se producen dos tipos principales de carbón: metalúrgico y térmico. El primero, comúnmente denominado carbón bituminoso, se utiliza en la producción de coque y en diversos procesos industriales (Ministerio de Minas y Energía, 2024). En 2023, las exportaciones de este tipo de carbón alcanzaron los 2 Mt, con un valor de \$370,3 millones FOB, siendo China, Japón, Brasil y Turquía los principales destinos. En cuanto al coque, las exportaciones sumaron 3,9 Mt, por un valor de \$1.110,1 millones FOB, exportándose principalmente a Brasil, Irlanda y Turquía. Es importante señalar que,

Colombia, se consolida como el tercer mayor exportador mundial de coque (Guzmán, 2024).

El carbón térmico, por su parte, no posee las propiedades necesarias para la fabricación de coque, pero tiene una amplia aplicación en plantas de generación eléctrica mediante combustión (Ministerio de Minas y Energía, 2024). Este tipo de carbón forma parte importante de la matriz energética de Colombia, representando el 40% de los energéticos primarios y contribuyendo con un 8,9% al total de la matriz

energética del país (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024).

En 2012, el carbón térmico representaba el 90% de la producción total de carbón en Colombia. Actualmente, el país se sitúa entre los cinco principales exportadores de este tipo, con 54,5 Mt exportadas en 2023, lo que generó ingresos de \$7.644,6 millones FOB, siendo el segundo producto de exportación más importante (Guzmán, 2024). Cabe destacar que, Colombia ha prohibido la exportación de carbón a Israel mediante el Decreto 1047 del 14 de agosto de 2024 (Presidencia de Colombia, 2024). A pesar de esta restricción, en 2023 las exportaciones de carbón térmico a

Israel alcanzaron los US\$447 millones, lo que convirtió a este mineral en el principal producto importado por Israel desde el país (Asociación Nacional de Comercio Exterior, s.f.).

Finalmente, a pesar de que Colombia se encuentra entre los principales productores y exportadores de carbón, ocupando el puesto 18 a nivel mundial en 2022, también se registraron importaciones de este mineral durante el mismo año por un valor de US\$7,12 millones. Los principales países de origen de estas importaciones fueron Brasil, Estados Unidos, Venezuela, Alemania y Corea del Sur (Observatorio de Complejidad Económica, s.f.).

3.1.2. Prospectiva de la minería de carbón en Colombia

Colombia, al igual que muchos otros países, está alineada con acuerdos internacionales como el Acuerdo de París, comprometiéndose a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 51% para 2030 y alcanzar la neutralidad de carbono en 2050 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). Sin embargo, el país enfrenta la necesidad de satisfacer su demanda energética, lo que indica una presencia continua de carbón en su matriz energética hacia 2030 (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

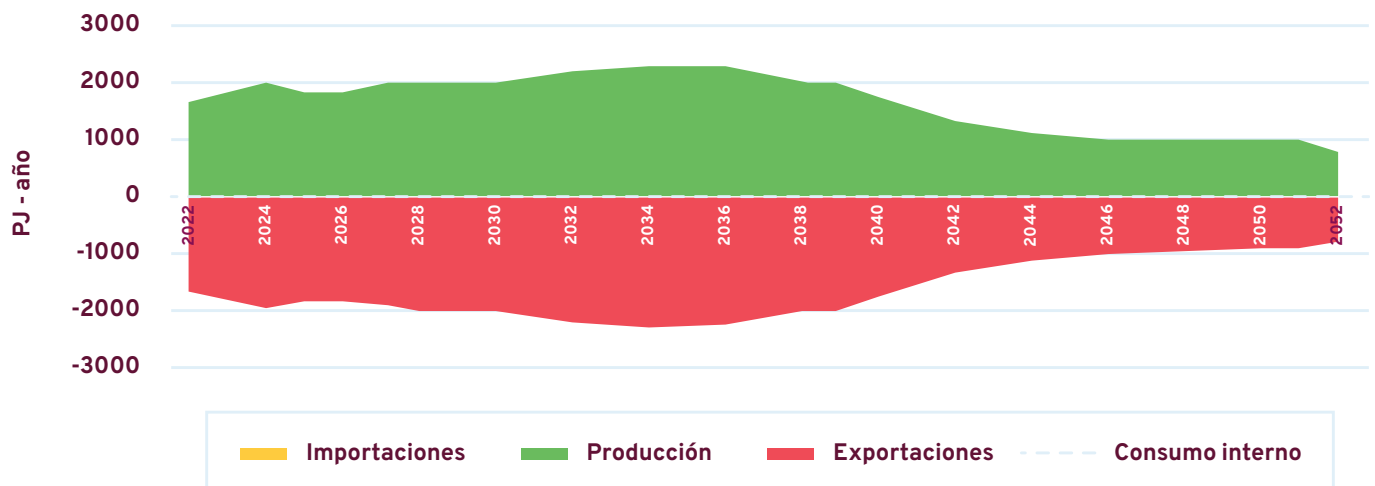
La oferta de este mineral sigue siendo significativa gracias a sus reservas, que tienen un horizonte de 52 años, lo que representa el 53% de las reservas en América Latina y el 0,6% a nivel mundial (Ministerio de Minas y Energía, 2021). Este hecho es relevante al considerar que se proyecta un aumento del 10% en la demanda mundial de carbón entre

2022 y 2040 (Bolsa Mercantil de Colombia, 2023). A pesar de las adversidades climáticas, los conflictos o guerras, el clima y las restricciones de tránsito, el carbón ha logrado mantenerse como el principal mineral de exportación del país (Guzmán, 2024).

En la Ilustración 5 se proyectan las exportaciones de carbón de Colombia para el periodo comprendido entre 2022 y 2052, junto con las importaciones, la producción y el consumo interno de carbón térmico. Se espera que la producción, representada en color azul, se mantenga en crecimiento hasta alcanzar su máximo en 2035, con 2.347 PJ (Peta Joule) de energía. Posteriormente, se prevé una disminución progresiva hasta llegar a los 821 PJ. La mayor parte de esta producción estará destinada a la exportación (curva verde), representando el 96% de la producción en 2035 y el 90% en 2052 (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024).

Por otro lado, en la Ilustración 6 se presentan las proyecciones para las mismas variables aplicadas al carbón metalúrgico,

• Ilustración 5. Importaciones, exportaciones, producción y consumo interno de carbón térmico y coque entre 2022 y 2052

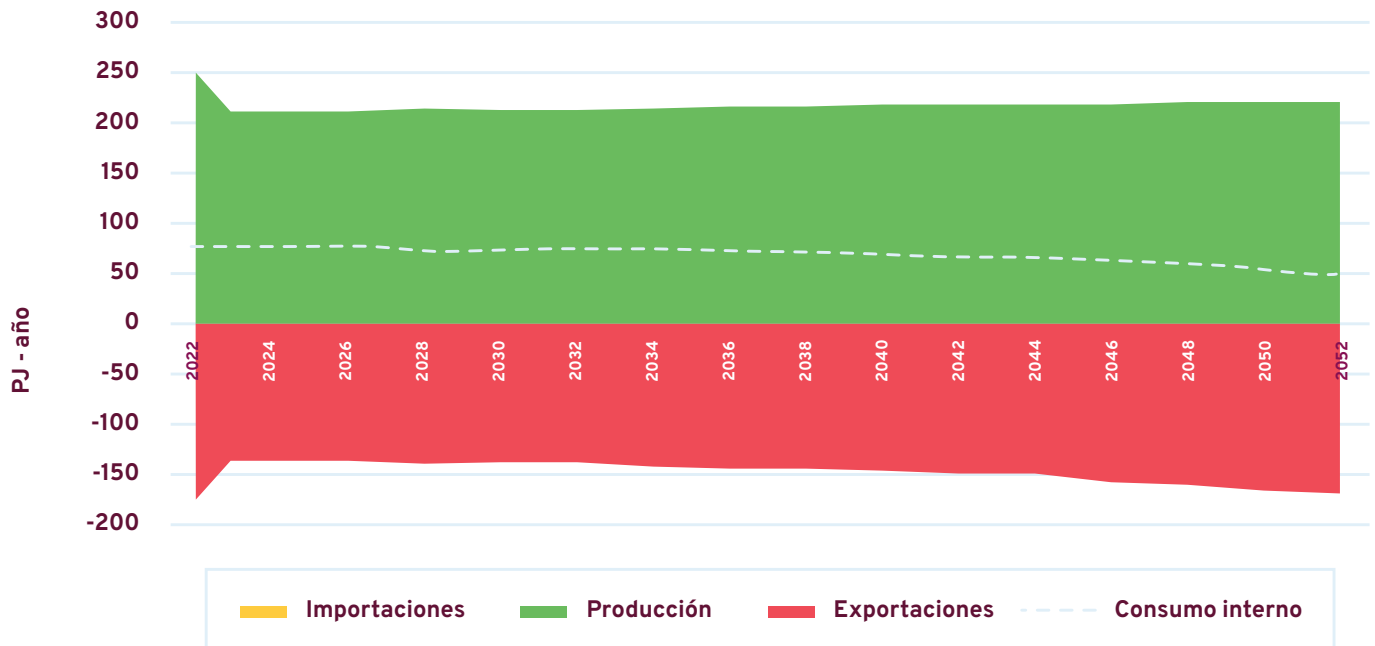


Fuente: Tomado de Unidad de Planeación Minero Energética (2024)

incluyendo el coque. Se estima que la producción de este tipo de carbón experimentará un aumento gradual, partiendo de 211 PJ en 2023 y creciendo en 9 PJ (220 PJ) hacia 2052. Al igual que el carbón térmico, la mayor parte de la producción de metalúrgico será destinada a la exportación, alcanzando el 71% en 2052. Mientras tanto, el consumo interno se

mantendrá entre los 50 PJ y 80 PJ (2022 hasta 2052) (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024).

- Ilustración 6. Importaciones, exportaciones, producción y consumo interno de carbón metalúrgico y coque entre 2022 y 2052

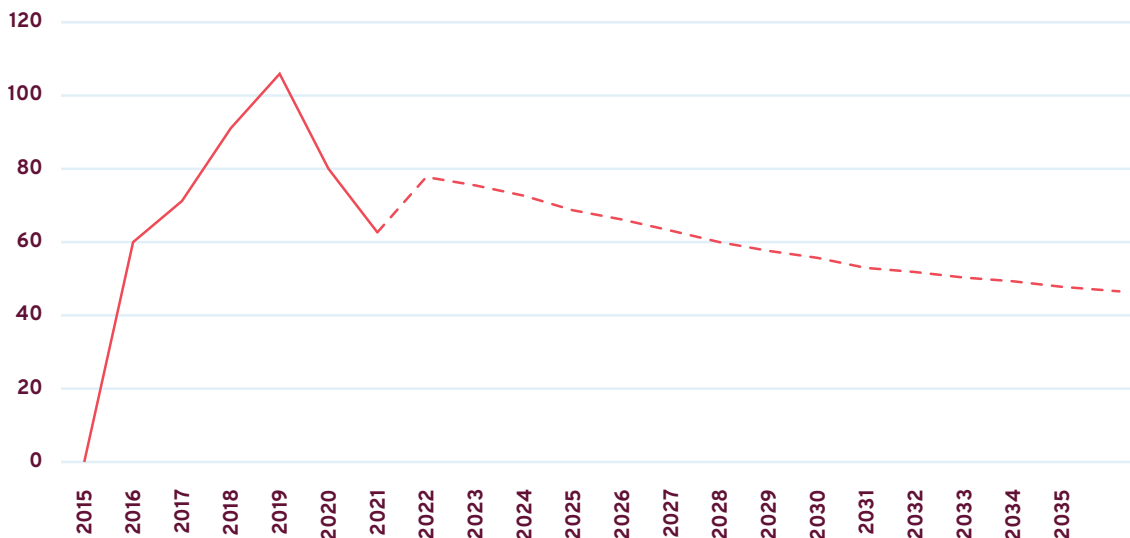


Fuente: Tomado de Unidad de Planeación Minero Energética (2024)

Al considerar la variable de precio proyectada a nivel mundial para 2035, se anticipa un declive en los precios, partiendo de \$77 dólares por tonelada de carbón (USD/t) en 2022, con descensos leves de \$3 USD/t por año hasta llegar a

los \$46 USD/t en 2035. Para que Colombia mantenga su competitividad en el mercado internacional de exportaciones, será necesario que sus precios se mantengan por debajo de estas proyecciones (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

- Ilustración 7. Precio del carbón y proyección a 2035 a nivel mundial USD/t



Fuente: Tomado de Ministerio de Minas y Energía (2021)

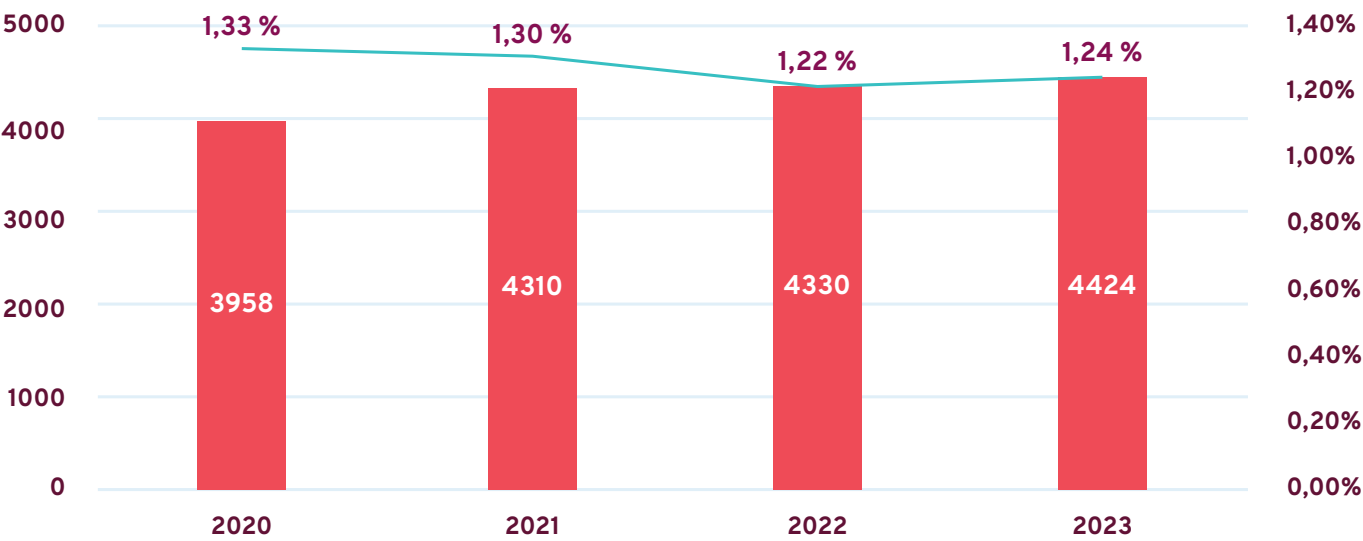
3.2. Minerales para la transición energética

Los minerales para la transición energética en Colombia son considerados estratégicos, ya que serán clave para satisfacer la creciente demanda de insumos, siendo necesarios en el desarrollo de tecnologías orientadas hacia la creación de energías más limpias. Este enfoque abarca no solo aspectos técnicos, sino también sociales y ambientales, asegurando un aprovechamiento de los recursos desde una perspectiva sostenible (Agencia Nacional de Minería, 2023). En total, se identifican 17 minerales, junto con sus derivados y asociados, que son: cobre (Cu), níquel (Ni), zinc (Zn), metales del grupo del platino, hierro (Fe), manganeso (Mn), carbón metalúrgico, fosfatos, magnesio (Mg), aluminio (Al), oro (Au), esmeraldas, materiales de construcción (arenas, gravas y arcillas), silicio (Si), caliza, yeso y cromo (Resolución 1006, 2023).

3.2.1 Minerales para la Transición Energética en la economía colombiana

El PIB de la minería en Colombia, calculado a precios constantes de 2015, se presenta en la Ilustración 8 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2024). Este análisis muestra un aumento en los ingresos derivados de la minería, con una participación que oscila entre el 1,22% y el 1,33% del PIB nacional. Como resultado, se han generado ingresos sustanciales en concepto de regalías, totalizando \$18,87 billones de COP entre 2020 y 2023, cuya distribución se detalla en la Ilustración 9. El carbón representa la mayor participación, con un rango que oscila entre el 73% y el 87%, seguido de los metales preciosos como el oro, la plata y el platino, con una participación que varía entre el 5% y el 19% (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

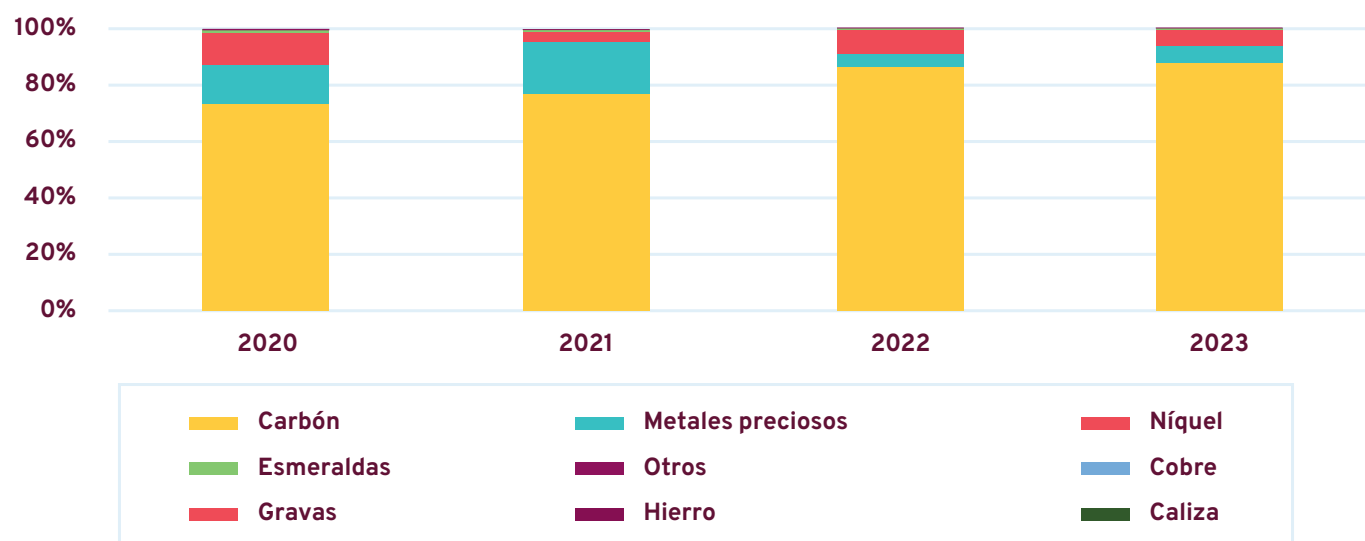
• Ilustración 8. PIB de minería entre 2020 y 2023



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE (2024)



• Ilustración 9. Participación en recaudo de regalías en minería



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE (2024)

Para mayo de 2024, en Colombia se registraron un total de 10.061 títulos mineros (Agencia Nacional de Minería, 2024). En cuanto a la explotación de minerales (ver Tabla 1), entre los años 2020 y 2023, se puede observar una marcada extracción de carbón y caliza, alcanzando un

total de 66,4 Mt y 23,2 Mt en 2022 respectivamente. En contraste, otros minerales como el platino presentaron una producción significativamente menor, con un valor de 893 kg (kilogramos) en el año 2023 (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

• Tabla 1. Explotación de minerales en Colombia entre 2020 y 2023

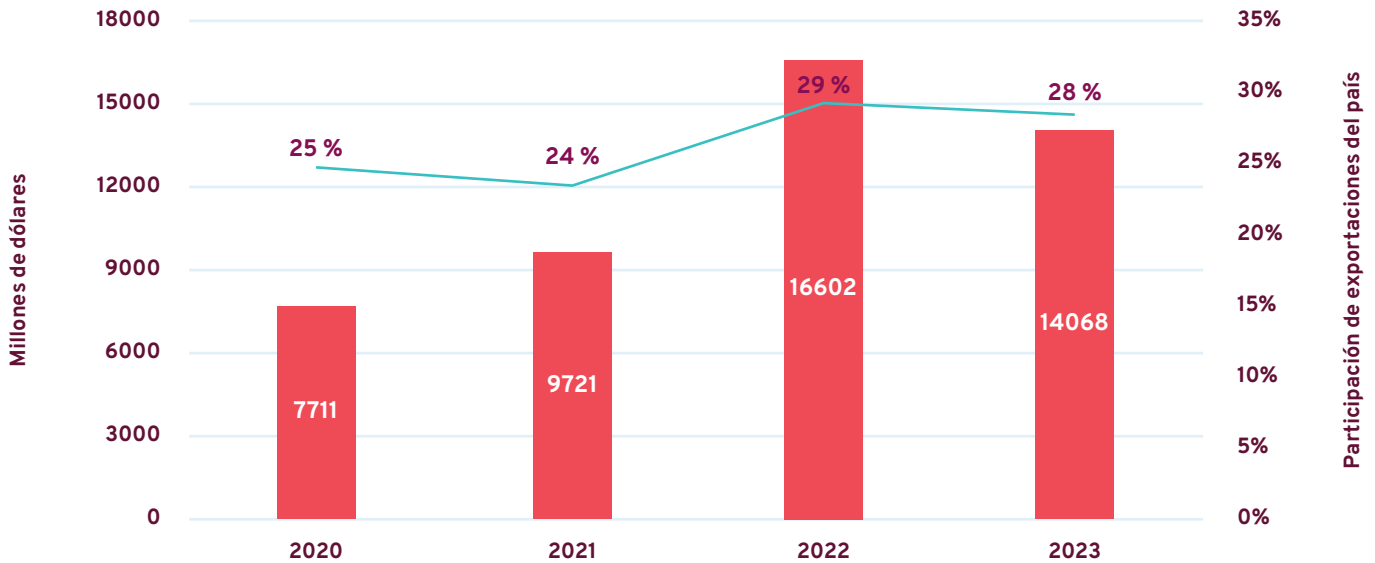
Mineral	2020	2021	2022	2023
Carbón [Mt]	56,5	63,5	66,4	63,1
Arcillas [Mt]	5,8	4,9	6,1	4,5
Caliza [Mt]	18,7	21,6	23,2	17,1
Níquel [Mt]	0,04	0,04	0,04	0,04
Zinc [Mt]	---	---	0,02	0,02
Hierro [Mt]	0,8	0,7	0,6	0,6
Roca fosfórica [Mt]	0,06	0,05	---	---
Arenas [Millones de m3]	5,7	6,5	6,0	6,1
Gravas [Millones de m3]	13,5	14,9	13,9	12,7
Arena sílicea [Millones de m3]	0,2	0,1	0,3	0,7
Cobre [Toneladas]	0,5	1	3,8	61,3
Oro [Toneladas]	48,6	55,3	51,3	51,7
Platino [kg]	414	618	501	893
Esmeraldas [Millones de quilates]	4,7	1,5	1,2	1,0

Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio de Minas y Energía (2024)

Por su parte, las exportaciones de minerales en Colombia se concentran principalmente en carbón y metales preciosos, que representaron el 54% y 37% de las exportaciones mineras del país respectivamente. A estas cifras le siguen el ferróníquel, con una participación del 6%, y las esmeraldas, con 1% del total de las exportaciones mineras (Agencia Nacional de Minería, 2021). De manera general, los ingresos por estas exportaciones se visualizan en la Ilustración 10, donde se observa un incremento significativo

en las exportaciones, alcanzando un valor de USD\$16.602 millones. Este aumento reflejó el 29% del total de las exportaciones del país en el año 2022 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2024).

• Ilustración 10. Exportaciones de minerales entre 2020 y 2023



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE (2024)

Por otra parte, a pesar de la significativa producción y exportación de minerales, Colombia también depende de la importación de ciertos recursos como metales preciosos,

zinc, níquel, cobre y cromo, entre otros (The Observatory of Economic Complexity, 2022).

3.2.2 Prospectiva de la minería de minerales para la transición energética en Colombia

La minería es un pilar esencial en la transición hacia energías limpias, aunque esta transición implica dejar atrás los combustibles fósiles como el carbón, los minerales son fundamentales para el desarrollo de infraestructuras renovables, como plantas solares, eólicas, de biomasa e hidráulicas, además de ser clave en la fabricación de equipos de almacenamiento, vehículos eléctricos y otras tecnologías sostenibles. Su contribución es indispensable para construir un futuro energético más limpio y responsable (Pacto Global Red Colombia, 2023).

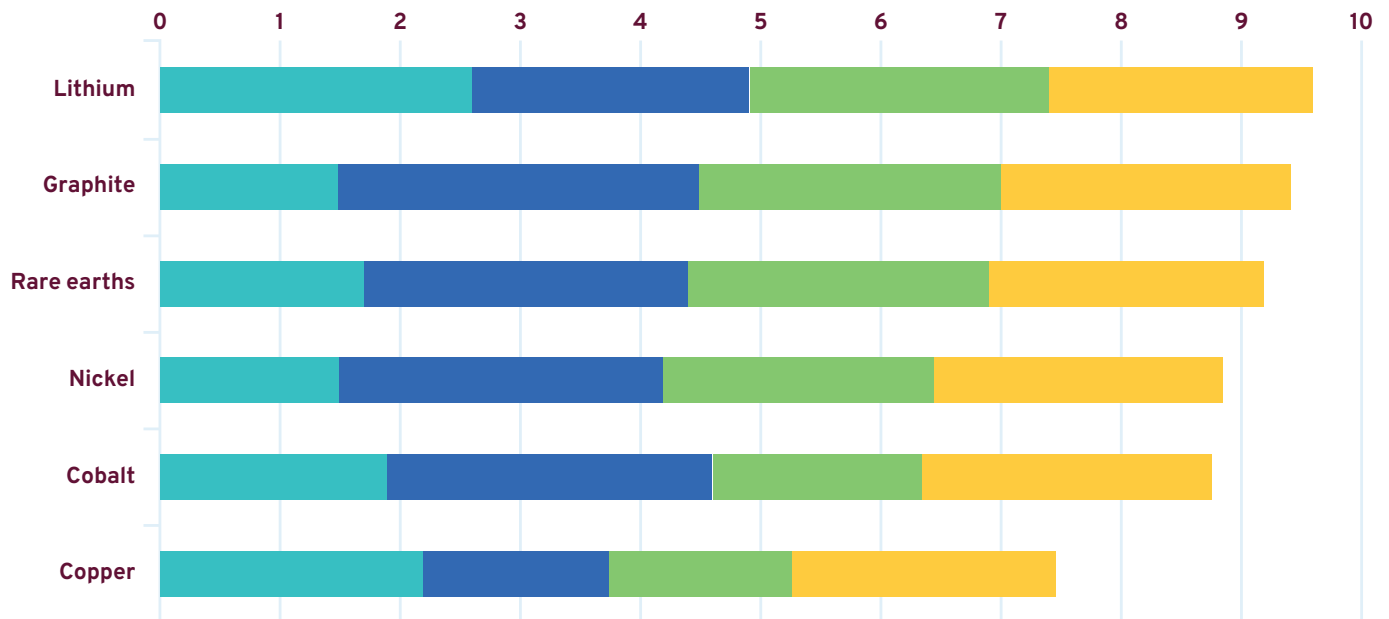
Se proyecta un aumento en la demanda mundial de minerales y metales, con un incremento estimado de 3.000 Mt para la construcción de nuevas plantas (Pacto Global Red Colombia, 2023). En Colombia, este contexto presenta una oportunidad para fortalecer la seguridad energética y garantizar una oferta que responda a la creciente demanda, especialmente en situaciones críticas como la escasez de agua y los efectos del fenómeno de El Niño, que han impulsado el uso de termoeléctricas (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

A nivel global, se anticipa que la oferta de minerales será insuficiente frente a la demanda, la cual se duplicará para 2030 y triplicará para 2050, generando un déficit mundial de 9,9 Mt (Pacto Global Red Colombia, 2023). El riesgo de algunos minerales se presenta en la Ilustración 11, donde los mayores riesgos se encuentran asociados al litio y grafito. De igual manera, la demanda de cobre y níquel para energías limpias se incrementará en 2,6 Mt y 19,6 Mt respectivamente,

mientras que otros sectores consumirán 2,8 Mt de níquel y 19,4 Mt de cobre (Agencia Internacional de la Energía, s.f.).



• Ilustración 11. Puntuación de riesgo de transición a energías limpias para minerales clave en la transición energética



Fuente: Tomado de Agencia Internacional de la Energía (s.f.)

La minería, además de responder a una creciente demanda, contribuye significativamente a la generación de ingresos fiscales que impulsan proyectos de desarrollo en las comunidades. Esta actividad ofrece grandes oportunidades, aunque enfrenta el desafío de alinear los intereses de diversos actores en torno a la explotación de recursos, lo que abre la puerta a un diálogo colaborativo que promueva beneficios compartidos y sostenibles (Agencia Nacional de Defensa Jurídica del Estado).

Asimismo, algunas políticas recientes de acción climática han generado un contexto para crear una política alineada con acuerdos internacionales, cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y desacelerar el cambio climático (Ministerio de Minas y Energía, 2021). Las recientes modificaciones en la estructura de la minería han generado desafíos frente al futuro de esta actividad en el país (Pardo, 2024).

Ante este panorama, es indispensable promover un diálogo con el sector y alcanzar acuerdos legislativos que impulsen el desarrollo de una minería sostenible. Adicionalmente, es crucial buscar alternativas que permitan mantener los ingresos fiscales generados por esta actividad (Findeter, 2023).

económico, social y ambiental de las entidades territoriales; para inversiones en ciencia, tecnología e innovación; y en general, para aumentar la competitividad de la economía, buscando mejorar las condiciones sociales de la población (Sistema General de Regalías, s.f.).

Antioquia, Boyacá, Casanare, Cesar, La Guajira, Santander y Valle del cauca son regiones mineras que presentan un alto impacto en términos de regalías, dependencia económica y necesidad de transición hacia modelos más sostenibles. Estas regiones fueron seleccionadas por su relevancia en el sector productivo nacional y por los desafíos sociales, económicos y ambientales que

Departamentos mineros y de carbón como Cesar, La Guajira y Antioquia muestran mayores proporciones de inversión. Antioquia, por ejemplo, invirtió \$23.936.273.792, representando el 4,6 % de sus regalías, mientras que Cesar destinó \$8.583.889.932 (1,5 %) y La Guajira \$8.115.251.155 (2,1 %) (Sistema de información y consulta de distribuciones de recursos territoriales (SICODIS), 2023). La baja inversión de los departamentos más dependientes de la actividad extractiva pone de relieve la necesidad urgente de priorizar políticas que redirijan un mayor porcentaje de las regalías hacia proyectos ambientales.

3.3. Aportes del sector de carbón y minerales de la transición

Las **regalías** son contraprestaciones económicas a favor del estado colombiano por la explotación de recursos naturales no renovables (Constitución Política de Colombia, 1991). Estas son administradas por el Sistema General de Regalías y se destinan al financiamiento de proyectos para el desarrollo

• Tabla 2. Regalías invertidas en medio ambiente y desarrollo sostenible

Departamento	Regalías invertidas en medio ambiente y desarrollo sostenible	% de regalías invertido en medio ambiente y desarrollo sostenible
Antioquia	\$ 23.936.273.792	4,6 %
Boyacá	\$ 13.487.639.988	4,0 %
Casanare	\$ 3.364.885.944	0,6 %
Cesar	\$ 8.583.889.932	1,5 %
La Guajira	\$ 8.115.251.155	2,1 %
Santander	\$ 11.037.288.621	2,5 %
Valle del Cauca	\$ 6.669.366.750	3,4 %

Fuente: Elaboración propia con información del sistema de información y consulta de distribuciones de recursos territoriales (2023).

• 4. Mercado laboral en el sector carbón y minerales para la transición en Colombia

El sector de carbón y minería es clave para la economía colombiana, siendo uno de los motores principales en términos de generación de empleo, exportaciones y crecimiento regional. En 2022, el carbón representó más del 15% de las exportaciones totales del país, consolidándose como uno de los productos más importantes para la balanza comercial de Colombia. Además, el sector minero, que incluye la extracción de otros minerales como el oro y el níquel, genera más de 160.000 empleos directos y más de 750.000 empleos indirectos, lo que ha impulsado el desarrollo económico de diversas regiones del país, particularmente en los departamentos del Cesar y La Guajira (Asociación Colombiana de Minería (ACM), 2023); (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024).

La transición energética plantea un desafío para el sector de minerales y carbón en Colombia, debido a que las políticas de reducción de emisiones y los compromisos internacionales proyectan una disminución gradual del uso del carbón como fuente de energía. De acuerdo con el Plan Energético Nacional 2022-2052, la participación del carbón en la oferta primaria de energía se reducirá para 2052, en línea con los esfuerzos globales para avanzar hacia energías más limpias (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024). Este cambio implicará la reestructuración del sector y la necesidad de capacitar a la fuerza laboral en nuevos empleos relacionados con energías renovables, lo que representa una oportunidad para diversificar la economía en las regiones mineras, haciendo uso de una adecuada planificación por parte del sector privado y público,

ello para minimizar los diferentes impactos que puede generar la transición.

La minería ha sido una fuente importante de inversión extranjera directa, especialmente en el sector del carbón. En 2022, el 63% de la inversión extranjera directa en minería estuvo concentrada en la producción de carbón y minerales metálicos, lo que demuestra la relevancia de esta industria para atraer capitales internacionales (Agencia Nacional de Minería, 2021).

La Ilustración 12 muestra cómo, hacia 2052, al tener el carbón una menor participación en la oferta energética primaria del país, se remplazarían la explotación de minerales que son requeridos en varias tecnologías de generación de energía con renovables. En este contexto, la reestructuración del sector implica no solo una reducción de la producción de carbón, sino también la capacitación de la fuerza laboral para asumir nuevos roles en sectores emergentes, como las energías renovables. La minería de cobre y el litio puede requerir una nueva estrategia de capacitación y empleo, lo que implicaría un redireccionamiento significativo de las políticas laborales y educativas del país (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024).

Adicionalmente, es importante que este tipo de transición sea estructurada y planificada, con la capacitación de la fuerza laboral en energías limpias como un pilar fundamental para asegurar que el país pueda mantenerse competitivo en un contexto de descarbonización mundial (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2021).

- Ilustración 12. Proyección de una disminución en la participación del carbón como fuente energética, en línea con los compromisos nacionales e internacionales de reducir las emisiones de carbono

	Con motor	Accionamiento directo		Silicio cristalino	CIGS	CdTe	Silicio no cristalino		Plomo-ácido	Ion-litio
Aluminio	x	x	Aluminio	x				Aluminio		x
Cobre	x	x	Cobre		x	x		Cobalto		x
Cromo	x	x	Indio		x			Plomo	x	
Fierro	x	x	Fierro	x				Litio		x
Plomo		x	Plomo	x				Manganeso		x
Manganeso	x	x	Niquel	x				Niquel		x
Niquel	x	x	Plata	x				Acero	x	x
Neodimio		x	Zinc			x	x			
Acero	x	x								
Zinc	x	x								

Fuente: CEPAL (2021)

En este contexto, donde se anticipa una reducción progresiva de la minería de carbón como parte de los compromisos del país con la transición energética, es clave que dicho proceso se realice de manera gradual y con un enfoque de justicia social. La reconfiguración apresurada del sector minero podría desencadenar una disminución significativa en las oportunidades laborales, afectando a las comunidades cuyas economías están construidas alrededor de la explotación de carbón. Muchas de estas regiones, como Cesar y La Guajira, dependen de manera relevante de la minería, lo que subraya la importancia de implementar políticas de capacitación en habilidades de sectores emergentes, como las energías renovables (Asociación Colombiana de Minería (ACM), 2023); (Unidad de Planeación Minero Energética, 2024).

Actualmente, el sector de carbón y minería sigue siendo uno de los mayores generadores de empleo tanto directo como indirecto en Colombia. A pesar de las expectativas de reducción en la demanda de carbón, la industria aún juega un papel crucial en la generación de riqueza y empleo, especialmente en las regiones productoras. Sin embargo, la sostenibilidad de estos empleos dependerá en gran medida de cómo se gestione la transición hacia una matriz energética más limpia y diversificada (Agencia Nacional de Minería, 2021).

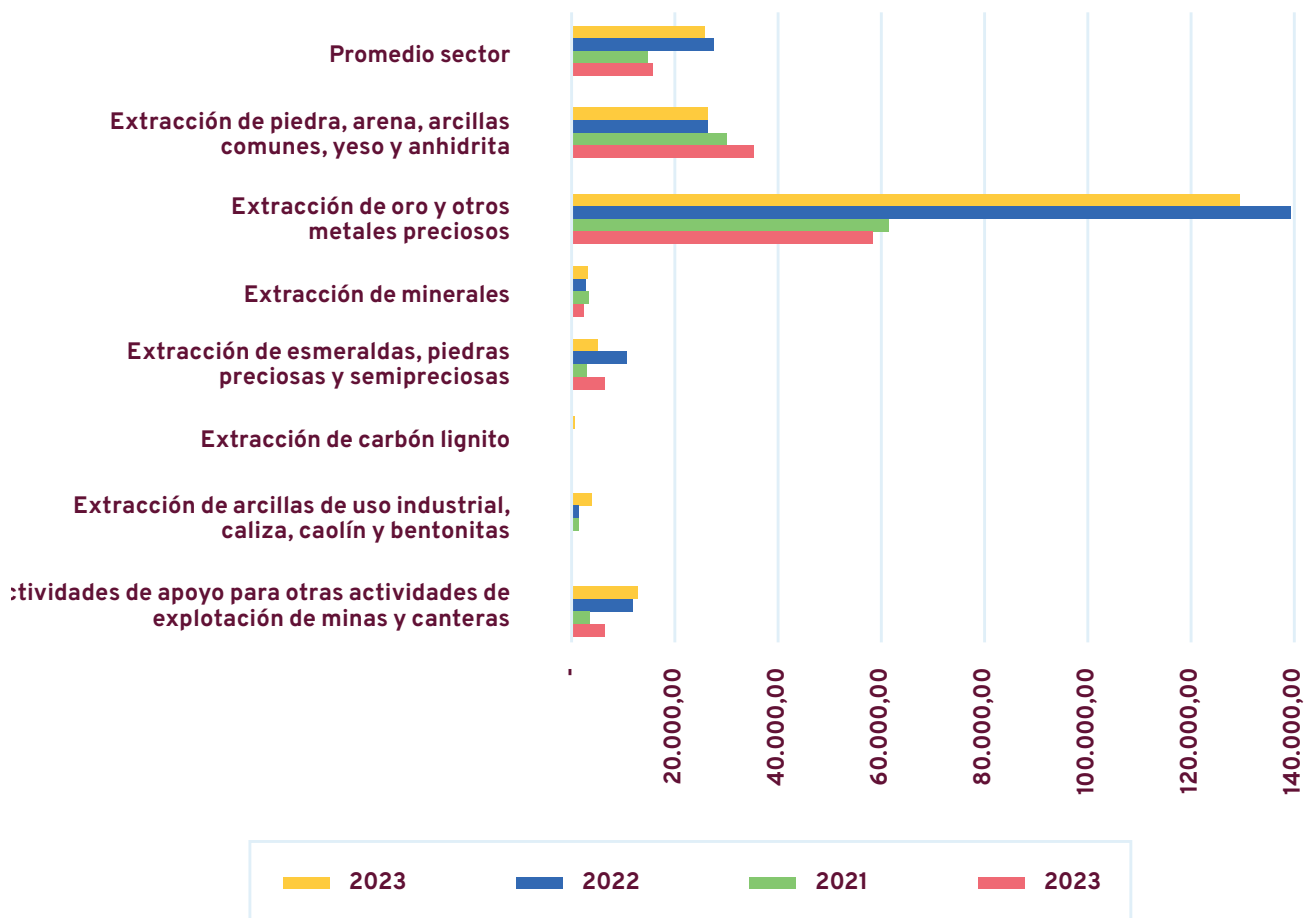
El sector minero y de carbón empleaba directamente en promedio a más de 160.000 personas, de las cuales la mayoría son hombres, reflejando una participación femenina de alrededor del 15% de la fuerza laboral en este sector. Además, el 60% de la fuerza laboral en minería era de origen local, lo que resalta la importancia de este sector en el desarrollo económico de las regiones productoras (Asociación Colombiana de Minería (ACM), 2023) (Agencia Nacional de Minería, 2021).

A nivel internacional, el sector minero enfrenta desafíos similares en la transición del carbón en países como Polonia y

Sudáfrica, donde la disminución en el uso de carbón ha puesto en riesgo miles de empleos. En estos países usualmente se resalta que el cierre de minas debe ser gestionado de manera planificada para mitigar el impacto económico y laboral en las regiones dependientes de la minería (World Bank, 2018). A nivel global, también se resalta la necesidad de generar nuevas oportunidades laborales en los sectores de energías renovables y garantizar la capacitación adecuada de los trabajadores para asegurar que no sean excluidos del mercado laboral (World Bank, 2018).

Con respecto a los empleos generados, la Ilustración 13 muestra la evolución del número de empleados en el sector minero y de carbón en Colombia durante 2023, destacando la gran variabilidad en la actividad de extracción de hulla (carbón de piedra), que alcanza su punto máximo en octubre con más de 180.000 empleados. En contraste, las actividades relacionadas con la extracción de piedra, arena, arcillas comunes y otras arcillas de uso industrial mantienen niveles de empleo más estables, pero significativamente más bajos. Esta variación subraya la naturaleza volátil del empleo en el sector del carbón, donde los ciclos de producción están fuertemente influenciados por la demanda global y las condiciones del mercado.

• Ilustración 13. Empleo minería y carbón en Colombia (2020 -2023)



Fuente: Elaboración propia con base en la GEIH (DANE, 2023)

Nota: Extracción de minerales contiene extracción de minerales de hierro, níquel, extracción para la fabricación de abonos y productos químicos, otros minerales metalíferos no ferrosos, otros minerales no metálicos

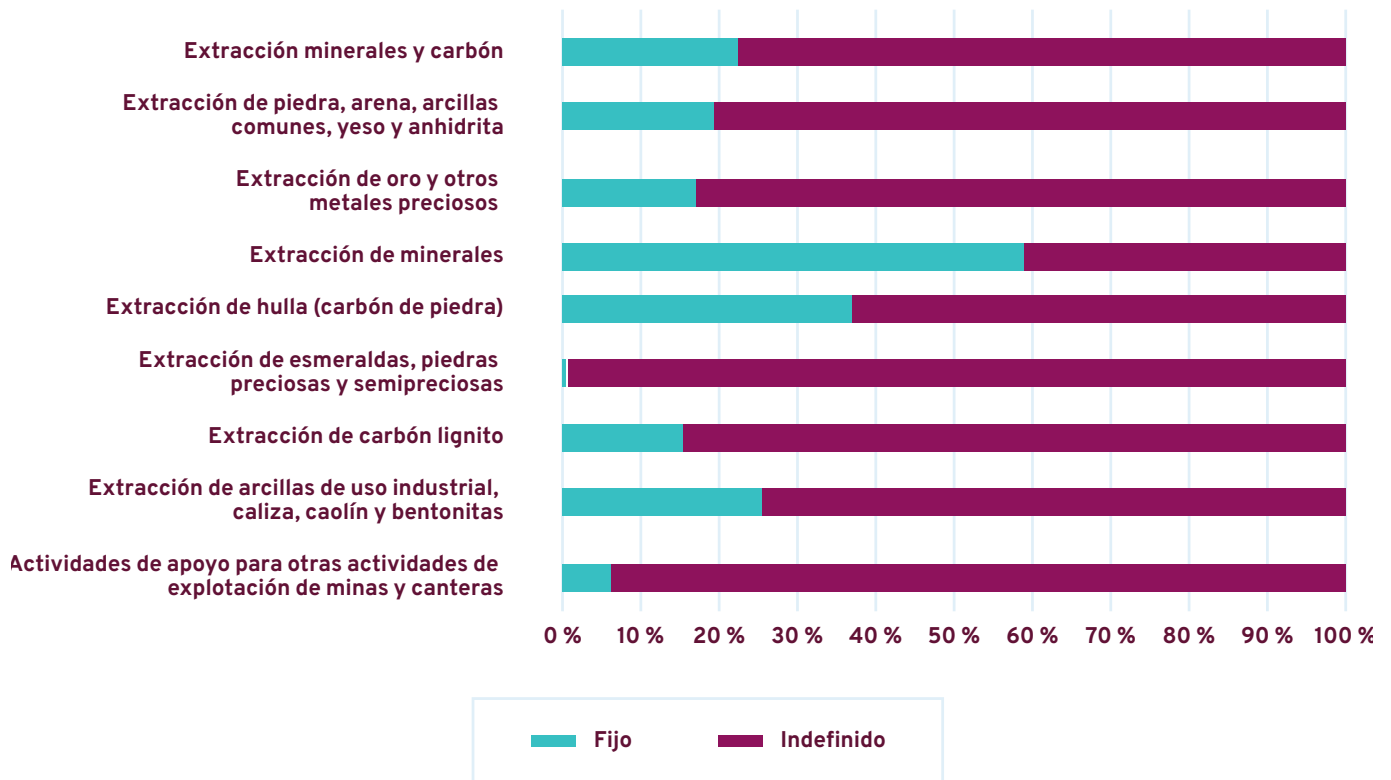
Este panorama presenta importantes desafíos en términos de trabajo decente. Desde el punto de vista de la creación de empleo y su estabilidad, se ve comprometido en sectores con fluctuaciones tan marcadas como la minería del carbón. Los picos de empleo en ciertos meses pueden ser seguidos por caídas abruptas, lo que deja a muchos trabajadores vulnerables al desempleo o al subempleo en períodos de baja demanda. Esta situación destaca la necesidad de políticas que promuevan la estabilidad laboral en búsqueda de empleos sostenibles y condiciones de vida dignas para los trabajadores y sus familias.

Por otro lado, el pilar de condiciones laborales y la protección social, es especialmente relevante en el sector minero. La minería, particularmente la extracción de carbón es una actividad intrínsecamente peligrosa debido a los riesgos asociados a las condiciones de trabajo subterráneas y a la exposición a materiales peligrosos. La alta demanda de mano de obra durante los picos de producción puede resultar en una menor atención a las medidas de seguridad y en la explotación de los trabajadores (UOCRA, 2009).

Proyectando hacia el futuro, el empleo en el sector del carbón se enfrenta a desafíos significativos a medida que Colombia avanza hacia una transición energética justa.

Por otra parte, la ilustración a continuación refleja la distribución de tipos de contrato en diferentes sectores mineros de Colombia en 2023. Sectores como la extracción de esmeraldas, piedras preciosas y semipreciosas (99,54%), la extracción de carbón lignito (84,69%), y la extracción de oro y otros metales preciosos (83,26%), muestran una alta proporción de contratos indefinidos. Sin embargo, algunas actividades presentan un predominio de contratos fijos, como la extracción de minerales de níquel (76,84% fijos) y la extracción de minerales de hierro (100% fijos). También destaca que sectores como la extracción de otros minerales metalíferos no ferrosos n.c.p. y la extracción de otros minerales no metálicos n.c.p. tienen exclusivamente contratos indefinidos (100%).

• Ilustración 14. Tipos de contratos en el sector minería y carbón en Colombia (2023)



Fuente: Elaboración propia con base en la GEIH (DANE, 2023)

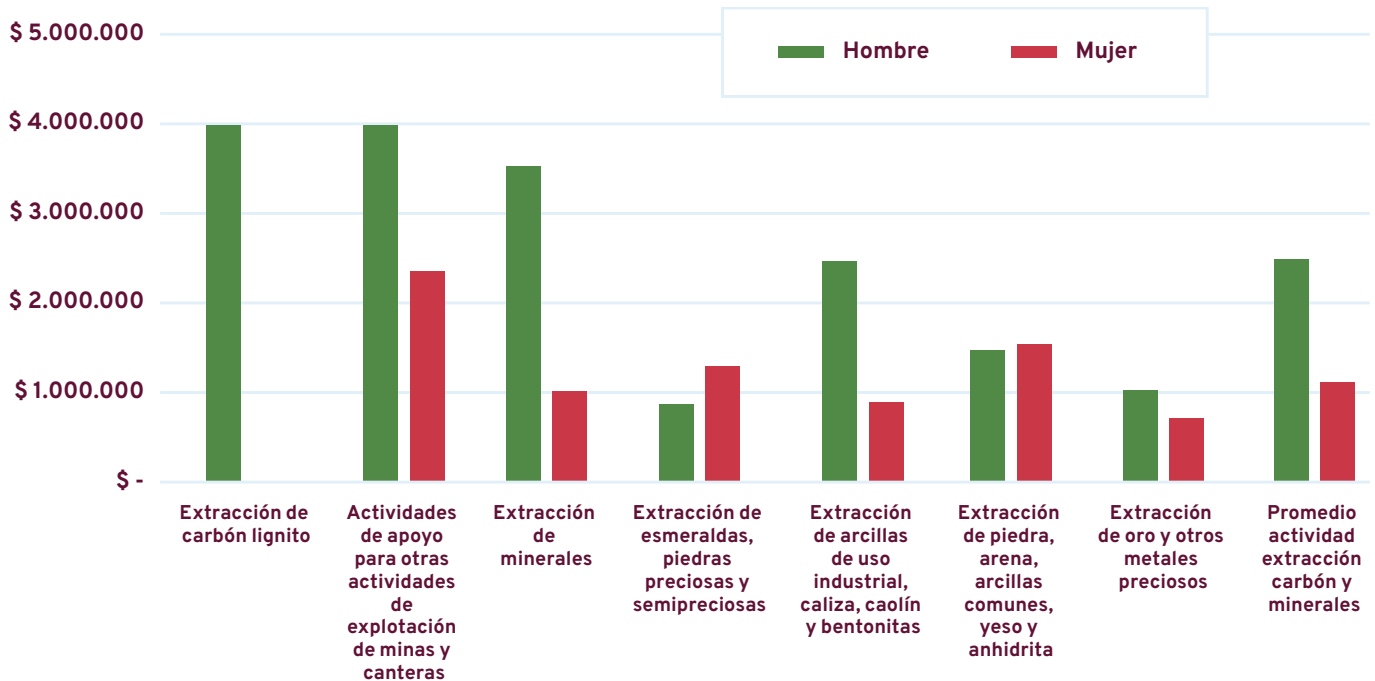
Nota: Extracción de minerales contiene extracción de minerales de hierro, níquel, extracción para la fabricación de abonos y productos químicos, otros minerales metalíferos no ferrosos, otros minerales no metálicos

En términos de niveles salariales promedio, esto en diferentes sectores del ámbito minero en Colombia, las actividades de extracción de minerales de hierro son las mejor remuneradas, con salarios cercanos a los 6 millones de pesos colombianos, mientras que las actividades relacionadas con la extracción de oro y otros metales preciosos se encuentran en el nivel más bajo, con salarios promedios alrededor de los 2 millones de pesos, como se puede observar en la Ilustración 15. En medio de estos dos extremos, se observan sectores como la extracción de carbón lignito y la extracción de níquel, que también ofrecen remuneraciones competitivas.

Esta disparidad en los salarios refleja la importancia del pilar 3, pues los sectores mejor remunerados, como la extracción de hierro y la de níquel, pueden estar relacionados con el mayor nivel de especialización y riesgo que requieren estas actividades. Sin embargo, otros sectores, como la extracción de oro y otros minerales no metálicos, podrían estar mostrando una menor capacidad de generar ingresos, lo que puede derivar en mayores niveles de desigualdad entre los trabajadores del sector minero.



• Ilustración 15. Salarios en el sector minería y carbón en Colombia (2023)



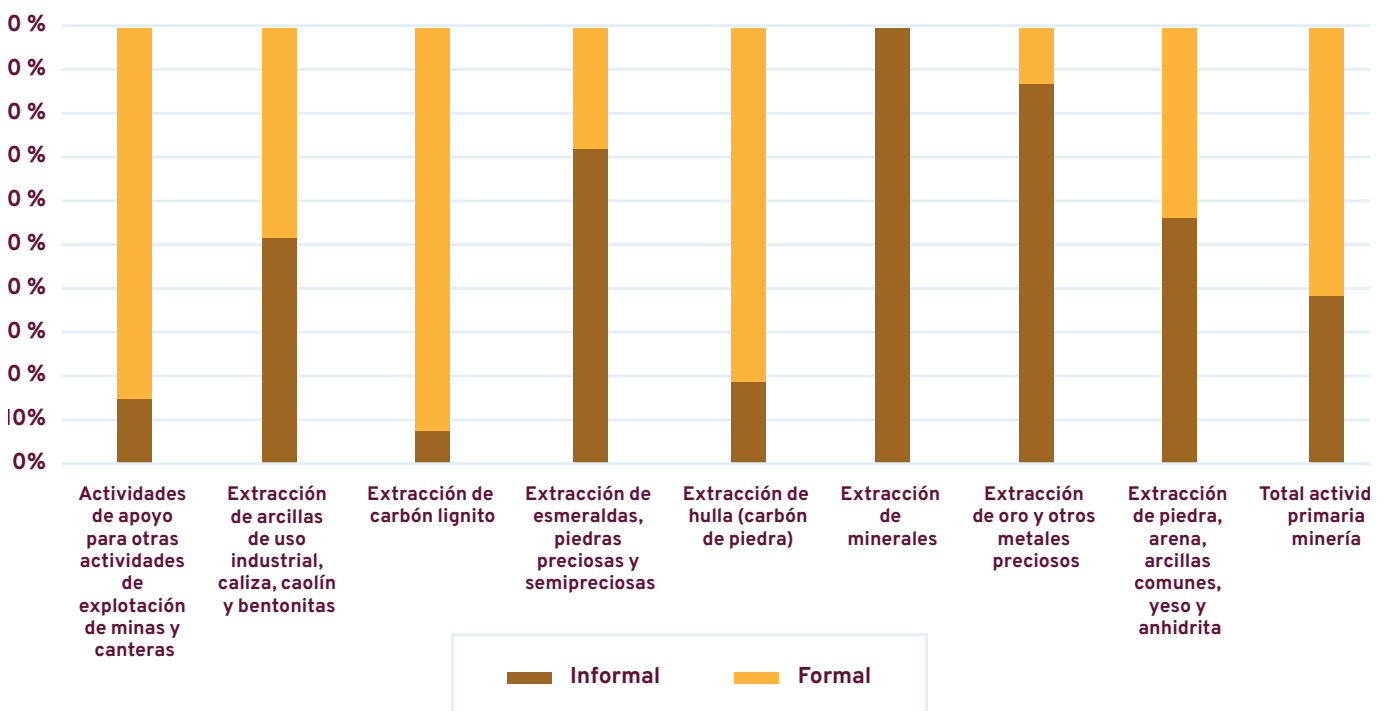
Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2023)

Nota: Extracción de minerales contiene extracción de minerales de hierro, níquel, extracción para la fabricación de abonos y productos químicos, otros minerales metalíferos no ferrosos, otros minerales no metálicos

La proporción de trabajadores del sector minero que cotizan a pensión frente a aquellos que no cotizan, en una variedad de actividades extractivas, es presentada en la Ilustración 16. Los sectores donde predominan los trabajadores que sí cotizan a pensión incluyen la extracción de minerales de hierro, la extracción de minerales de níquel y la fabricación

de productos de hornos de coque, donde se observa una mayor proporción. En cambio, sectores como la extracción de esmeraldas, piedras preciosas y semipreciosas, y la extracción de otros minerales no metálicos, presentan una prevalencia de trabajadores que no cotizan a pensión.

• Ilustración 16. Aportes a pensión en el sector minería y carbón en Colombia (2023)



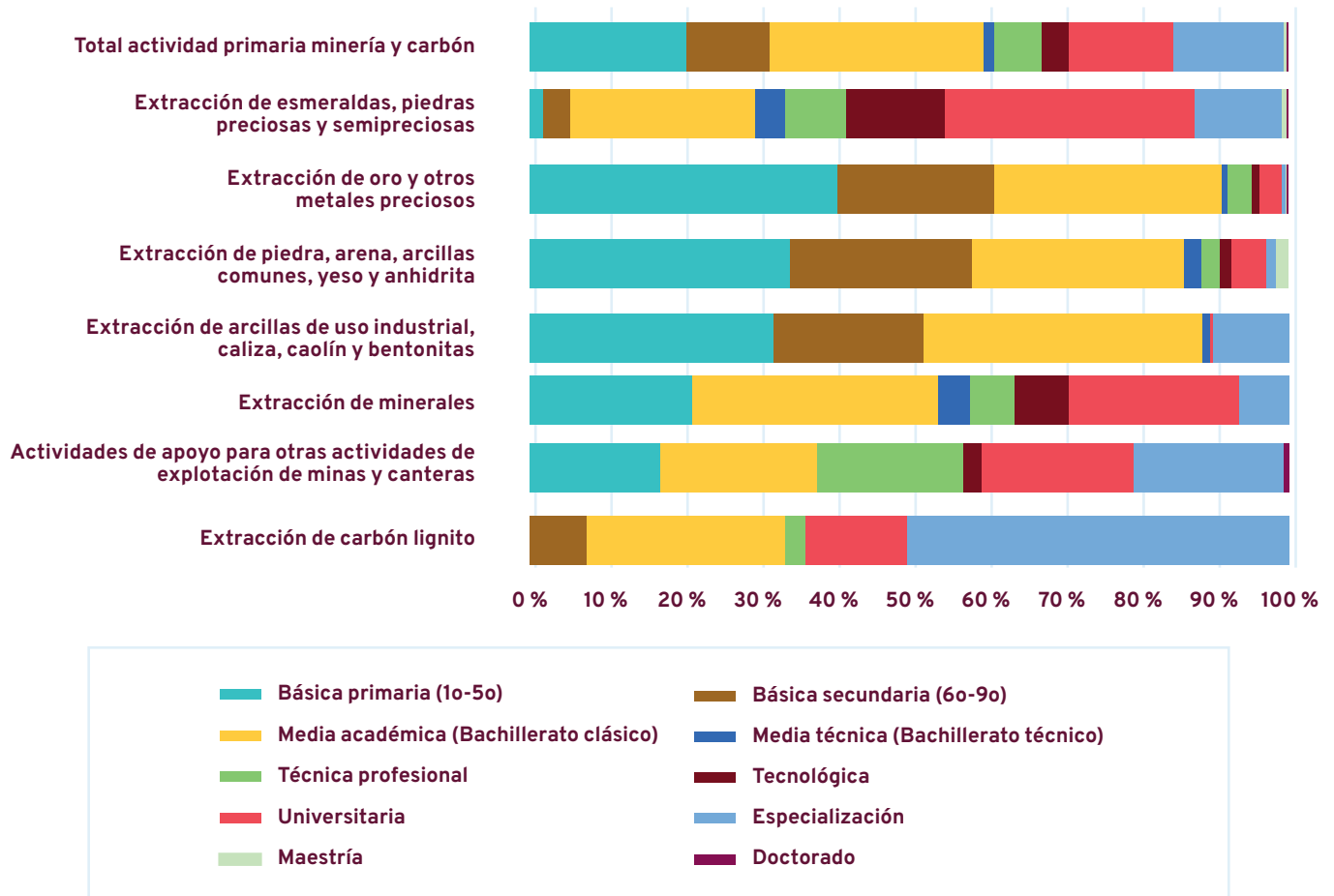
Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2023)

Nota: Extracción de minerales contiene extracción de minerales de hierro, níquel, extracción para la fabricación de abonos y productos químicos, otros minerales metalíferos no ferrosos, otros minerales no metálicos

La falta de cotización a pensión no solo afecta a los trabajadores en el presente, sino que compromete su futuro, al no asegurar ingresos para su jubilación. La falta de cobertura en pensiones también puede ser indicativa de altos niveles de informalidad laboral. Para que el sector avance hacia un modelo más sostenible y justo, será necesario enfocar esfuerzos en mejorar el acceso a los beneficios de protección social en todas las ramas de la minería, particularmente en aquellas con mayor proporción de trabajadores no afiliados al sistema pensional. Con respecto al nivel educativo de los trabajadores del sector, la ilustración 17 muestra la distribución de los niveles educativos en diferentes

sectores del ámbito minero. En general, estos niveles varían considerablemente según el sector. Por ejemplo, en la extracción de minerales de hierro, predomina la educación universitaria, mientras que, en actividades como la extracción de otros minerales no metálicos, extracción de arcillas de uso industrial y extracción de piedra, arena y arcillas, predominan los niveles educativos de básica primaria, básica secundaria y media académica, reflejando una menor especialización en comparación con otros sectores.

• Ilustración 17. Niveles educativos sector minería y carbón en Colombia (2023)



Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2023)

Nota: Extracción de minerales contiene extracción de minerales de hierro, níquel, extracción para la fabricación de abonos y productos químicos, otros minerales metalíferos no ferrosos, otros minerales no metálicos

Este análisis está estrechamente vinculado al pilar 5, que promueve el desarrollo profesional y el aprendizaje a lo largo de la vida. Dicho pilar subraya la importancia de proporcionar oportunidades de educación y capacitación que permitan a los trabajadores mejorar sus habilidades, en especial en

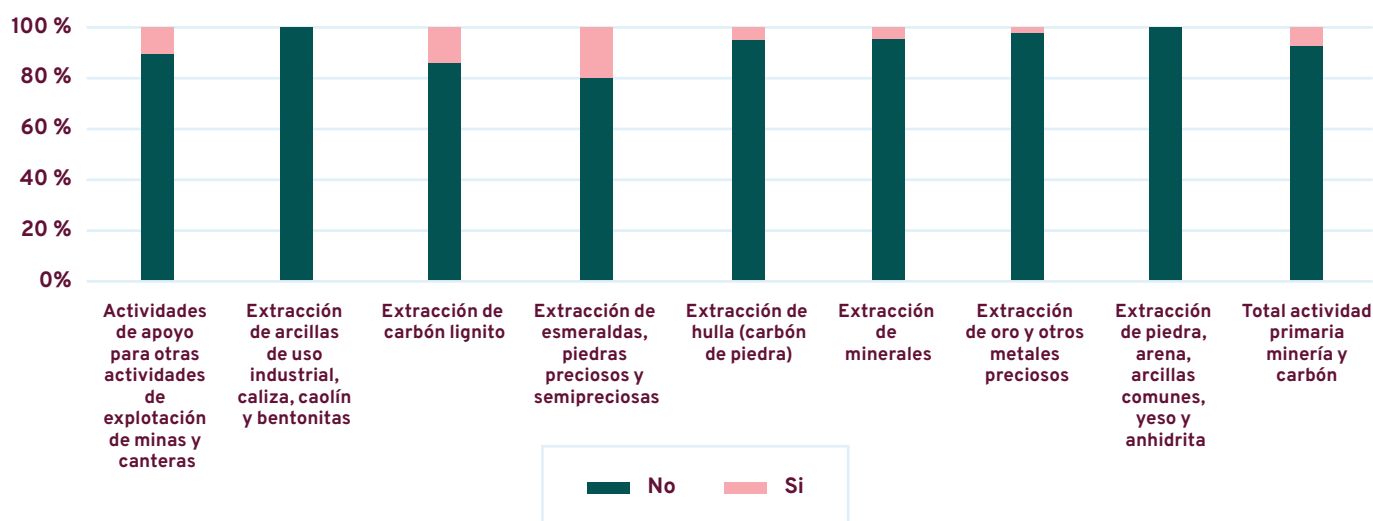
sectores que actualmente emplean a personas con niveles educativos más bajos.

La Ilustración 18 muestra los niveles de afiliación a sindicatos y gremios en diferentes sectores de la minería y actividades extractivas. Los resultados indican que, en la mayoría de

los sectores, como la extracción de minerales de hierro, la fabricación de productos de hornos de coque, y la extracción de arcillas de uso industrial, la mayoría de los trabajadores no están afiliados a un sindicato o gremio, lo que se refleja en el predominio de las barras azules. Sectores como la extracción de esmeraldas y la extracción de minerales de níquel muestran una proporción ligeramente mayor de trabajadores

afiliados, aunque estos siguen siendo una minoría en relación con aquellos que no participan en ninguna organización laboral.

• Ilustración 18. Afiliaciones a sindicatos sector minería y carbón en Colombia (2023)



Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2023)

Nota: Extracción de minerales contiene extracción de minerales de hierro, níquel, extracción para la fabricación de abonos y productos químicos, otros minerales metalíferos no ferrosos, otros minerales no metálicos

Este análisis establece la importancia de la libertad de asociación y el derecho a la negociación colectiva como aspectos esenciales para garantizar condiciones de trabajo justas y dignas. La baja afiliación a sindicatos observada en la gráfica sugiere que muchos trabajadores no están ejerciendo plenamente este derecho, lo que podría estar limitando su capacidad para negociar mejores condiciones laborales y beneficios sociales.

4.1. Capital humano y cualificaciones

El Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) tiene, como soporte normativo, el artículo 81 de Ley 2294 de 2023, el cual ordena la creación e implementación del Sistema Nacional de Cualificaciones (SNC). El cuál es el conjunto de políticas, instrumentos, componentes y procesos para alinear la educación y formación a las necesidades sociales y productivas del país y promover el reconocimiento de aprendizajes previos, el desarrollo personal y profesional de los ciudadanos, la inserción y reinserción laboral y el desarrollo productivo y empresarial del país.

En el sector de la minería y el carbón en Colombia, las brechas de capital humano identificadas reflejan desafíos significativos en cuanto a calidad, pertinencia y cantidad de la fuerza laboral. Según el informe de OIT & el Ministerio de Trabajo, (2023, pág. 59), existe un desfase considerable entre las competencias de los trabajadores actuales y las exigencias del mercado, particularmente en roles técnicos y operativos. Esto es especialmente preocupante en actividades de extracción y procesamiento, donde la automatización y la sostenibilidad son factores críticos en la transición hacia una minería más moderna y ambientalmente responsable.

Entre las principales brechas en los roles de dirección y gestión en minería y carbón, se destaca la falta de habilidades estratégicas relacionadas con la implementación de prácticas sostenibles y de innovación tecnológica. Los gerentes enfrentan dificultades para adaptar las operaciones a estándares ambientales internacionales y para integrar tecnologías de automatización, lo que limita la competitividad del sector. En contraste, los profesionales técnicos enfrentan carencias en la formación avanzada, como el manejo de equipos modernos y la aplicación de normativas ambientales específicas (OIT y Ministerio de Trabajo, 2023).

Por otro lado, en el grupo de operarios y artesanos, se identifican vacíos en formación básica y técnica que afectan la seguridad y la eficiencia en el trabajo. Esto incluye habilidades

prácticas para operar maquinaria especializada, conocimientos en mantenimiento preventivo y comprensión de protocolos de seguridad industrial. Estas carencias incrementan los riesgos laborales y disminuyen la productividad, aspectos críticos en un sector caracterizado por su alta demanda de mano de obra intensiva.

Finalmente, las ocupaciones elementales, que agrupan labores de menor especialización, presentan deficiencias en habilidades básicas como la alfabetización digital y el entendimiento de procesos productivos (OIT y Ministerio de Trabajo, 2023). Esto resulta en una baja adaptabilidad a las tecnologías emergentes. En general, el sector enfrenta un desafío estructural: equilibrar la oferta de formación con las necesidades de un mercado laboral en evolución, priorizando la sostenibilidad y la competitividad internacional.

Los cargos de alta rotación y difícil consecución reflejan problemas estructurales en la disponibilidad y retención del talento. Según el informe, los cargos de alta rotación se concentran principalmente en roles operativos, como técnicos en maquinaria pesada y personal de mantenimiento, donde las condiciones laborales y la falta de incentivos afectan la permanencia de los trabajadores. Esto se agrava en regiones

donde la oferta educativa y la capacitación específica no están alineadas con las necesidades locales del sector.

En cuanto a los cargos de difícil consecución, estos suelen ser ocupaciones altamente especializadas, como ingenieros en minería con experiencia en sostenibilidad o técnicos expertos en tecnologías avanzadas para procesos de extracción. La brecha se amplifica debido a la falta de programas educativos especializados en el país y la limitada experiencia práctica que ofrecen los centros de formación actuales (OIT y Ministerio de Trabajo, 2023). Este déficit afecta directamente la capacidad de las empresas para cumplir con estándares internacionales de sostenibilidad y optimizar sus operaciones.

Un aspecto crítico de estas brechas es la desproporción entre la demanda y la oferta de formación en competencias técnicas avanzadas. Los trabajadores que podrían ocupar estos roles a menudo carecen de habilidades en áreas clave, como automatización de procesos y normativas ambientales específicas para la minería de carbón. Esto no solo retrasa los procesos productivos, sino que también incrementa los costos operativos debido a la necesidad de contratar expertos extranjeros o capacitar al personal interno de manera intensiva.

El problema de alta rotación y difícil consecución está estrechamente relacionado con las condiciones laborales en el sector. La falta de estabilidad contractual, los riesgos inherentes a la actividad minera y los salarios no siempre competitivos en comparación con otros sectores industriales son factores que desincentivan a los trabajadores capacitados a permanecer o ingresar a estas ocupaciones. Para superar estas barreras, el informe recomienda fortalecer las alianzas entre empresas y centros educativos, mejorar las condiciones laborales y diseñar incentivos específicos para atraer y retener talento en estas áreas estratégicas.

Por su parte, los sectores emergentes, como las energías renovables no convencionales, la eficiencia energética, el transporte sostenible, el hidrógeno verde, y la restauración y recuperación ambiental, también enfrentan retos relacionados con la formación técnica y especializada a nivel nacional, así como con la oferta laboral. Entre estos se incluyen una baja oferta de aspirantes, candidatos que no cumplen con la experiencia o competencias requeridas, y hay vacantes críticas de difícil consecución en áreas clave como ingeniería, gestión de proyectos, seguridad y salud en el trabajo, supervisión técnica y roles operativos (OIT y Ministerio del Trabajo, 2024).



4.2. Prospectiva del mercado laboral carbón y minería

Por otro lado, en términos de prospectiva, la proyección de la demanda de carbón térmico y metalúrgico en Colombia hacia 2052 indica una fuerte reducción en la producción de carbón térmico, debido a la consolidación de políticas de transición energética y la implementación de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCS y CCUS). Se estima una disminución del 90% en los volúmenes de producción para 2052, alineada con las metas de descarbonización tanto a nivel local como global (UPME, 2023). En cambio, la producción de carbón metalúrgico muestra un comportamiento diferente, con un crecimiento proyectado durante la primera parte del período, alcanzando un máximo de 290 PJ en respuesta a la demanda de la industria metalúrgica, que utiliza este recurso como insumo clave (UPME, 2023).

El análisis sugiere que el comportamiento del carbón térmico cambiará a partir del segundo quinquenio de la década de 2030, reflejando la adopción de medidas para migrar hacia energéticos con menores emisiones de carbono (UPME, 2023, p. 172). La producción de carbón metalúrgico, por su parte, mantendrá un papel relevante en la economía extractiva, debido a su uso en la fabricación de aceros y otros productos metalúrgicos, lo cual es crucial para la transición energética y el proceso de industrialización del país (UPME, 2023, p. 176).

En cuanto al sector minero en general, Colombia busca diversificar su producción y aumentar la explotación de minerales críticos para tecnologías limpias, como el cobre, el níquel y el cobalto. Esto implica el desarrollo de estrategias para una minería sostenible, con estándares técnicos y ambientales, promoviendo el dinamismo económico en las regiones productoras y fomentando la aceptación social de los proyectos (UPME, 2023). Esta diversificación minera está alineada con la intención del país de avanzar hacia una matriz energética más limpia y una economía menos dependiente del carbón (UPME, 2023).

De forma paralela, por el lado de la oferta, la proyección de la oferta de carbón térmico en Colombia hacia 2052 muestra una disminución significativa en todos los escenarios analizados. Esto se debe a las políticas internacionales y locales que buscan reducir las emisiones de carbono. Se espera que la producción de carbón térmico se reduzca en un 90% para el final del período, pasando de ser un componente clave en la matriz energética a representar solo el 8% de la oferta total de energía en 2052 (UPME, 2023, p. 156). Por otro lado, el carbón metalúrgico experimentará un crecimiento moderado debido a la demanda de la industria siderúrgica, alcanzando un máximo de 290 PJ en las primeras décadas del período proyectado (UPME, 2023).

El carbón metalúrgico continuará siendo una fuente importante para la industria, especialmente en la producción de acero, lo que genera una mayor estabilidad en su oferta. La estrategia de Colombia en este sector se centrará en satisfacer tanto la demanda interna como las necesidades de



exportación, alineándose con los mercados internacionales de productos metalúrgicos. Sin embargo, la oferta de carbón metalúrgico también enfrentará desafíos relacionados con las políticas de sostenibilidad y las restricciones ambientales impuestas por los países importadores (UPME, 2023).

La transición energética impactará la oferta de carbón térmico de manera más drástica, ya que la adopción de tecnologías de captura de carbono y el cambio hacia energías renovables limitan su uso en la matriz energética. Aun así, se espera que la producción de carbón metalúrgico se mantenga más estable, lo que podría generar oportunidades para mejorar la infraestructura y las técnicas de extracción, enfocándose en tecnologías más limpias y eficientes para reducir su huella de carbono (UPME, 2023).

En cuanto a la minería, la proyección de la oferta hacia 2052 en Colombia se enfoca en la diversificación de minerales estratégicos para la transición energética. Se espera un aumento significativo en la producción de minerales como el cobre, el níquel y el cobalto, todos ellos clave para el desarrollo de tecnologías limpias como las baterías de vehículos eléctricos y la generación de energía renovable. La producción de cobre, en particular, podría experimentar un incremento del 87% para 2032, impulsada por la demanda de tecnologías de generación solar y eólica (UPME, 2023).

El desarrollo de la minería de estos minerales implicará importantes inversiones en exploración y explotación, con el fin de identificar nuevos yacimientos y mejorar la producción en las regiones de mayor potencial, como Antioquia, Chocó y Santander. Estos esfuerzos se alinean con la política de industrialización del país, buscando no solo la extracción de minerales, sino también el desarrollo de cadenas de valor que permitan agregar valor local a estos productos (UPME, 2023).

La oferta minera en Colombia también se verá influenciada por el marco regulatorio y la aceptación social de los proyectos mineros, lo que será fundamental para su viabilidad a largo plazo. La adaptación a estándares ambientales más estrictos y la implementación de prácticas de minería sostenible, serán esenciales para mantener una producción constante, y cumplir con los objetivos de sostenibilidad en la transición energética (UPME, 2023).

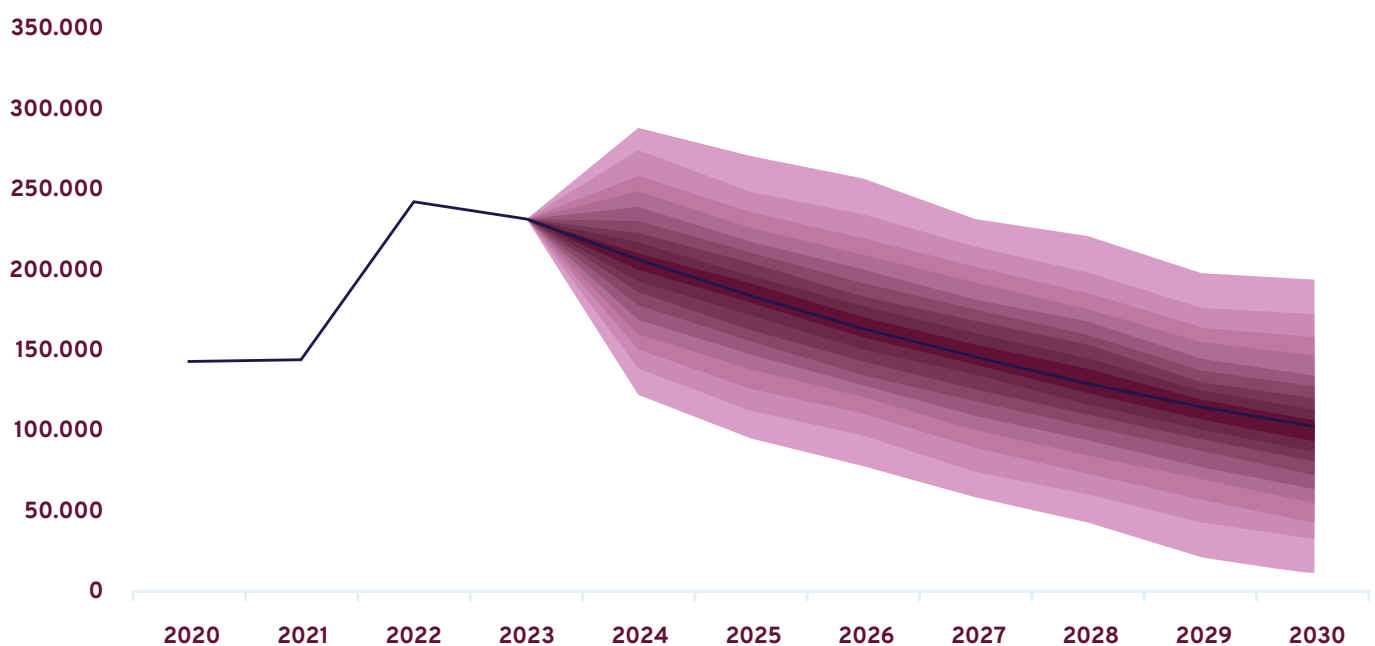
Así como evoluciona el mercado en términos de oferta y demanda, también la demanda laboral por parte de estos sectores se ve afectada ante la transición energética. Se espera que los efectos de la descarbonización en la producción afecten al carbón y minería; y de igual forma, para el empleo de este sector, pues se espera una pérdida de 145 mil puestos de trabajo (DNP, 2023). Esto representa una caída de aproximadamente del 11% anualmente hasta 2030 para carbón–minerales, respectivamente.

A continuación, se muestra un fan chart que muestra la incertidumbre asociada con una proyección de datos a lo largo del tiempo. Para realizar las proyecciones y el fan chart, se realizó el siguiente proceso. Primero, con base en la información de DNP de pérdida de empleos, se calcularon las caídas porcentuales anuales para carbón y minerales (11%). Posteriormente, con base en la información de empleos sectoriales en la GEIH se utilizaron los datos disponibles desde 2023 para generar la proyección aplicando estas caídas porcentuales en el empleo año a año, es decir, si para el 2023 el número de empleos era 231.797, para el 2024 se le restaba el 11%, con ello uno obtendría 206.299 para 2024, y así sucesivamente hasta el horizonte de la proyección. Esta información se pone como escenario central en un fan chart que muestra posibles escenarios de pérdida de empleos con base en un intervalo de confianza del 95%. Las bandas más oscuras representan intervalos de confianza más estrechos (como el 50% o 75%), indicando escenarios más probables, mientras que las bandas más claras representan rangos más amplios de incertidumbre (por ejemplo, el 95%), mostrando posibles resultados extremos, ya sean más favorables o adversos.

La gráfica muestra la proyección de la pérdida de empleo en los sectores de carbón y minerales desde 2024 hasta 2030. Se puede observar una tendencia general a la baja en la cantidad de empleos proyectados con una caída de 102 mil empleos para 2030 en este sector, lo que refleja un impacto significativo de la transición energética y las políticas de descarbonización en estos sectores. A medida que se avanza hacia 2030, las bandas de color se ensanchan progresivamente, lo que sugiere un aumento de la incertidumbre en las proyecciones a más largo plazo. Las bandas más claras en los extremos representan la posibilidad de escenarios más extremos, como una caída más acelerada en el empleo si la descarbonización avanza más rápido de lo previsto, o un ajuste más gradual si las políticas de transición se implementan de manera más lenta o flexible.

Las bandas más oscuras representan intervalos de confianza más estrechos (como el 50% o 75%), indicando escenarios más probables, mientras que las bandas más claras representan rangos más amplios de incertidumbre (por ejemplo, el 95%), mostrando posibles resultados extremos, ya sean más favorables o adversos.

• Ilustración 19. Proyección empleos carbón y minerales 2024-2030



Fuente: Elaboración propia.

La transición energética en Colombia busca reducir la dependencia del carbón térmico y fomentar el desarrollo de energías renovables, lo que implica una transformación del mercado laboral. La disminución proyectada del 52% en las emisiones de CO₂ asociadas al carbón térmico para 2052, será impulsada por la adopción de fuentes de energía más limpias, como la biomasa, el gas natural y la electrificación de procesos industriales (UPME, 2024). Este cambio no solo pretende reducir las emisiones, sino también generar empleos verdes, aprovechando la expansión de la energía solar, eólica y el hidrógeno verde, contribuyendo así a la creación de empleos más sostenibles (OIT, 2023).

En el sector minero, la reducción de las emisiones de CO₂ se centra en la electrificación de la maquinaria y el uso de tecnologías más limpias, lo que permitirá una disminución del 10% para 2052 (UPME, 2024). La minería de minerales estratégicos para energías limpias, como el cobre y el níquel, ofrece oportunidades significativas para el empleo verde, ya que estos minerales son esenciales para las tecnologías de energía renovable. La adopción de nuevas tecnologías y la integración del hidrógeno verde y la electrificación en las operaciones mineras podrían facilitar la reducción de la huella de carbono y, al mismo tiempo, mantener el dinamismo económico en las regiones productoras de minerales (BID-OIT, 2024).

La reconversión hacia energías renovables y el empleo verde en ambos sectores, carbón y minería, enfrenta varios desafíos, incluida la dispersión geográfica de las fuentes de emisión y la dependencia de tecnologías intensivas en carbono. Sin embargo, las políticas de descarbonización y tecnologías como la captura de carbono en la generación eléctrica, junto con el fortalecimiento de la formación y capacitación de la fuerza laboral, serán fundamentales para garantizar una transición justa. Esto no solo mitigará el impacto ambiental, sino que también generará nuevas oportunidades laborales en sectores más sostenibles, como la economía circular, la electromovilidad y el ecoturismo (OIT, 2023) (UPME, 2024).. Aunque la economía verde promete crear nuevas oportunidades de empleo, existe una brecha de habilidades que dificulta que los trabajadores del carbón accedan a estos nuevos puestos. Por lo tanto, se necesita un enfoque integral que involucre a gobiernos, sector privado y organizaciones sociales para garantizar una transición justa y sostenible hacia una economía más limpia y diversificada. Esto incluye inversiones en educación, programas de empleo y el desarrollo de infraestructuras sostenibles (World Bank, 2018).

Hacia 2050, se espera una disminución significativa en la demanda mundial de carbón, con una reducción de dos tercios en la generación de electricidad a base de carbón en Asia-Pacífico y una caída del 60% en el comercio global de carbón térmico. Esta disminución está impulsada por el cumplimiento de los objetivos de cero emisiones netas y el aumento de energías renovables como la solar y la eólica. Por ejemplo, China reducirá su demanda de carbón en un 80%, lo que impactará tanto la producción interna como las importaciones de este recurso (IEA, 2024).

Para mitigar estos impactos, se promueve una “transición justa”, que incluye programas de reconversión laboral, educación y desarrollo de nuevas competencias para los trabajadores, permitiéndoles ingresar en sectores como energías renovables, manufactura de baterías, y agricultura sostenible (World Bank, 2020). Los esfuerzos de reconversión hacia sectores más sostenibles incluyen oportunidades en la industria de energías limpias, como la instalación y mantenimiento de infraestructura renovable, eficiencia energética en la construcción, y reciclaje de materiales.

Adicionalmente, el uso de la tecnología es fundamental para la transición energética. La inteligencia artificial (IA) está transformando el sector del carbón mediante la automatización de procesos, mejora de la seguridad y reducción de costos. La IA se usa para optimizar la exploración y extracción, monitorear la seguridad en tiempo real, y predecir fallos en equipos a través del análisis de datos de sensores. Además, la IA facilita la reducción del impacto ambiental al optimizar la gestión energética y minimizar el desperdicio durante la extracción y procesamiento de carbón.

En el sector de minerales, la IA tiene un papel fundamental en la exploración al analizar grandes volúmenes de datos geológicos, lo que incrementa la precisión y reduce costos. También mejora la clasificación de minerales, separando materiales valiosos de desechos en tiempo real, aumentando la eficiencia en la recuperación de recursos. La IA promueve prácticas más sostenibles al optimizar el uso de maquinaria, monitorear el impacto ambiental, y gestionar riesgos de seguridad mediante sistemas autónomos y de mantenimiento predictivo (CSM, 2023).



• 5. Recomendaciones

- Es necesario aprovechar el marco de política pública para la acción climática impulsando sectores que fomenten la diversificación productiva y la sostenibilidad ambiental. Esto incluye maximizar los beneficios de incentivos tributarios como los destinados a energías renovables (FNCER e hidrógeno verde y azul) y a gestión eficiente de la energía, así como promover la adopción del código de construcción sostenible. Estos sectores, además de contribuir a los objetivos climáticos, tienen el potencial de generar empleos verdes.
- Asimismo, se deben fortalecer iniciativas productivas en áreas clave como las energías renovables, la construcción sostenible, la eficiencia energética, el transporte sostenible y la restauración ecológica (con base en el Plan Nacional de Restauración de 2017). Estas acciones no solo apoyan la transición hacia una economía sostenible, sino que también impulsan la creación de empleo verde. Es fundamental diseñar incentivos específicos para empleadores que fomenten este tipo de empleo, garantizando condiciones laborales dignas y promoviendo la capacitación en sectores estratégicos.
- Se debe adoptar un enfoque integral que combine el diálogo social tripartito con políticas inclusivas, asegurando condiciones de trabajo decente y una adecuada protección social durante la transición justa. Según la OIT (2024), la colaboración entre trabajadores, empleadores y gobiernos es esencial para formular políticas que no solo impulsen empleos verdes, sino que también garanticen estabilidad laboral y mejoras en las condiciones laborales, asegurando una transición energética justa y equitativa para todos los actores involucrados.
- Tener en cuenta el alto grado de informalidad en la actividad minera del país, de manera que los procesos asociados a la Transición Energética incluyan estrategias para su abordaje e integración, contribuyendo así a una implementación más completa y efectiva.
- Finalmente, es clave fortalecer capacidades estratégicas en roles técnicos y supervisores del sector minero, incluyendo gestión de proyectos, diseño de planes y cumplimiento ambiental y de seguridad. Además, priorizar competencias en perforación, análisis químico de minerales y procesos sostenibles como la optimización de recursos naturales, reducción del uso de mercurio y la masificación de la coquización de carbón para generar valor agregado. Es importante articular sectores educativos, productivos y gubernamentales mediante un sistema educativo flexible y descentralizado. Así como incentivos empresariales, promoviendo sostenibilidad económica, ambiental y beneficios para las comunidades locales.



Bibliografía

- Agencia Internacional de la Energía. (s.f.). Perspectivas para los minerales clave. Obtenido de <https://origin.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024/outlook-for-key-minerals>
- Agencia Nacional de Defensa Jurídica del Estado. (s.f.). Diagnóstico de los conflictos derivados de la consulta previa, consultas populares y acuerdos municipales en proyectos de extracción minera e hidrocarburos. Obtenido de Agencia Nacional de Defensa Jurídica del Estado: <https://www.defensajuridica.gov.co/docs/BibliotecaDigital/Documentos%20compartidos/0390.pdf>
- Agencia Nacional de Minería. (2021). “Colombia tiene un potencial de exportación ilimitado hacia los mercados internacionales”: Presidente de la ANM. Obtenido de <https://www.anm.gov.co/?q=colombia-tiene-un-potencial-de-exportacion-ilimitado-hacia-los-mercados-internacionales>
- Agencia Nacional de Minería. (2021). Boletín Estadístico Minero. Obtenido de https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Bolet%C3%ADn%20Estad%C3%ADstico%20Minero%202020%20-2021%20VD%20%281%29_compressed.pdf
- Agencia Nacional de Minería. (3 de Diciembre de 2023). Autoridad minera definió los nuevos minerales estratégicos del país. Obtenido de <https://anm.gov.co/?q=autoridadmineradefinenuevosminerales>
- Agencia Nacional de Minería. (12 de mayo de 2024). ¿Quiénes son los “dueños” de los títulos mineros en Colombia? Obtenido de Agencia Nacional de Minería: https://www.anm.gov.co/?q=Quienes_son_los_duenos_de_los_titulos_mineros_en_Colombia
- Asociación Colombiana de Minería (ACM). (2023). Minería en cifras. Obtenido de <https://acmineria.com.co/sitio/wp-content/uploads/2023/06/ACM-MineriaEnCifras-2023.pdf>
- Asociación Nacional de Comercio Exterior. (s.f.). Proyecto para impedir exportaciones de carbón a Israel cruza varias líneas rojas”: Analdex. Obtenido de Asociación Nacional de Comercio exterior: <https://analdex.org/2024/06/08/proyecto-para-impedir-exportaciones-de-carbon-a-israel-cruza-varias-lineas-rojas-analdex/>
- Bolsa Mercantil de Colombia. (2023). BMC. Obtenido de BMC: <https://www.bmcbec.com.co/publicaciones/posts/noticias/noticias/carbon-es-clave-en-la-transicion-energetica-es-el-15-del-pib#:~:text=El%20rol%20del%20carb%C3%B3n%20en,disponible%20para%20satisfacer%20la%20demanda>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (s.f.). Descripción actividades económicas (Código CIIU) revisión 4. Obtenido de <https://linea.ccb.org.co/descripcionciiu/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021). Hacia una transición energética sostenible en América Latina y el Caribe: Perspectivas para el sector minero.
- Constitución Política de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (08 de septiembre de 2023). Boletín técnico: cuenta ambiental y económica de las actividades ambientales y transacciones asociadas (CAE-AATA). Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/CAE-AATA/bol-CAEAATA-2022p.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). Gran Encuesta Integrada de Hogares. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo/geih-historicos>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (15 de Agosto de 2024). Producto Interno Bruto (PIB) nacional trimestral. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica>
- Departamento Nacional de Planeación. (05 de mayo de 2023). Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>

Bibliografía

- Findeter. (2023). Actualidad, oportunidades y regulaciones del sector minero en Colombia. Obtenido de Actualidad, oportunidades y regulaciones del sector minero en Colombia: <https://www.findeter.gov.co/system/files/internas/Sector-minería-final.pdf>
- Geological Survey of Sweden. (s.f.). ITP308: Mine Water and Mine Waste Management. Obtenido de Geological Survey of Sweden: <https://www.sgu.se/en/itp308/knowledge-platform/2-intro-mining/#:~:text=Mining%20projects%20generally%20involves%20extracting,place%20in%20a%20processing%20plant.>
- Guzmán, N. (14 de Febrero de 2024). La demanda mundial de carbón llegó a sus máximos niveles en 2023. Obtenido de Federación Nacional de Productores de Carbón: <https://fenalcarbon.org.co/2024/02/14/la-demanda-mundial-de-carbon-llego-a-sus-maximos-niveles-en-2023/>
- Investopedia. (17 de junio de 2024). Free on Board (FOB). Obtenido de Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/f/fob.asp>
- Joint Institute for Strategic Energy Analysis. (July de 2020). Integrating Clean Energy in Mining Operations: Opportunities, Challenges, and Enabling Approaches. Obtenido de National Renewable Energy Laboratory: <https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/76156.pdf>
- Ley 1844 de 2017. (14 de julio de 2017). Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia. Diario Oficial año CLII. N. 50294.
- Ley 1931 de 2018. (27 de julio de 2018). Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.
- Ley 2169 de 2021. (22 de diciembre de 2021). Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Obtenido de Año CLVII No. 51.896
- Ley 2294 de 2023. (19 de mayo de 2023). Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Política Nacional de Cambio Climático. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (9 de Agosto de 2021). “Colombia está comprometida con la acción climática global”: Ministro de Ambiente. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/colombia-esta-comprometida-con-la-accion-climatica-global-ministro-de-ambiente/#:~:text=El%20presidente%20de%20la%20Rep%C3%ABlica,y%2030%20medidas%20de%20adaptaci%C3%B3n.>
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). Minería de carbón en Colombia. Transformando el futuro de la industria. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/static/mineriaco/src/document/documento%20carbon.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de Ministerio de Minas y Energía: <https://www.minenergia.gov.co/static/mineriaco/src/document/documento%20carbon.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). Minería de carbón en Colombia: Transformando el futuro de la industria. Obtenido de <https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Boletín%20Minería%20en%20Cifras%20-%20febrero%202024.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). Glosario. Obtenido de <https://normativame.minenergia.gov.co/glosario/c/?genPag=7>
- Observatorio de Complejidad Económica. (s.f.). Carbono, (incluyendo el negro de carbón) en Colombia. Obtenido de <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/carbon/reporter/col>

Bibliografía

- OIT y Ministerio de Trabajo. (2023). Identificación y medición de brechas de capital humano en el sector minero-energético y de hidrocarburos: minería de carbón, minería de oro, petróleo y gas exploración y producción.
- OIT y Ministerio del Trabajo. (2024). Identificación y medición de brechas de talento humano en el sector transición energética.
- Organización Internacional del Trabajo. (1976). C144 - Convenio sobre la consulta tripartita (normas internacionales del trabajo), 1976 (núm. 144). Obtenido de NORMLEX - Information System on International Labour Standards: https://normlex.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:12100:P12100_INSTRUMENT_ID:312289:NO
- Organización Internacional del Trabajo. (2004a). ¿Qué es el empleo decente? Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: https://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS_LIM_653_SP/lang--es/index.htm
- Organización Internacional del Trabajo. (09 de diciembre de 2013). Un salario justo: un derecho humano. Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: <https://www.ilo.org/es/resource/article/un-salario-justo-un-derecho-humano>
- Organización Internacional del Trabajo. (2015). Directrices de política para una transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos. Obtenido de Organización Internacional del Trabajo.
- Organización Internacional del Trabajo. (13 de abril de 2016). ¿Qué es un empleo verde? Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: <https://www.ilo.org/es/resource/article/que-es-un-empleo-verde>
- Organización Internacional del Trabajo. (s.f.). Colombia. Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: <https://www.ilo.org/es/colombia>
- Pacto Global Red Colombia. (Enero de 2023). El futuro de la minería: Minerales esenciales para la Transición Energética. Obtenido de <https://www.pactoglobal-colombia.org/news/el-futuro-de-la-mineria-minerales-esenciales-para-la-transicion-energetica.html>
- Pardo, E. (5 de Junio de 2024). El futuro del sector minero en Colombia es preocupante si se continúan implementando políticas públicas y regulaciones inconstitucionales. Obtenido de <https://www.hklaw.com/es/news/intheheadlines/2024/06/el-futuro-del-sector-minero-en-colombia-es-preocupante-si-se-continuan>
- Presidencia de Colombia. (18 de Agosto de 2024). Gobierno de Colombia prohíbe exportación de carbón a Israel a partir de la próxima semana. Obtenido de <https://www.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Gobierno-de-Colombia-prohibe-exportacion-de-carbon-a-Israel-a-partir-240818.aspx>
- Resolución 1006. (3 de Noviembre de 2023). Agencia Nacional de Minería. Obtenido de <https://acmineria.com.co/sitio/wp-content/uploads/2023/12/Resolucion-ANM-1006-de-30-noviembre-de-2023.pdf>
- Secretaría de Economía de México. (mayo de 2022). Etapas del Proceso Productivo para la Pequeña y Mediana Minería. Obtenido de Secretaría Económica de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/729774/Peque_a_y_Mediana_Miner_a-_actualizaci_n_a_mayo_2022.pdf
- Sistema de información y consulta de distribuciones de recursos territoriales (SICODIS). (2023). Plan Bienal de Caja. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: <https://sicodis.dnp.gov.co/logon.aspx?ReturnUrl=%2f>
- Sistema General de Regalías. (s.f.). ¿Cuál es la destinación que se puede dar a los recursos de regalías? Obtenido de Sistema General de Regalías: <https://www.sgr.gov.co/Contacto/PreguntasFrecuentes.aspx>
- The Observatory of Economic Complexity. (2022). Obtenido de <https://oec.world/es>

Bibliografía

- Unidad de Planeación Minero Energética. (2003). Colombia y el protocolo de Kyoto. Obtenido de United Nations Climate Change: https://unfccc.int/files/adaptation/adverse_effects_and_response_measures_art_48/application/pdf/200310_ed_paper_colombia.pdf
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2024). Plan Energético Nacional 2022-2052. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2022_2052/PEN_2022_2052_Tomo1_VF.pdf
- United Nations Climate Change. (s.f.). Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). Obtenido de United Nations Climate Change: <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/contribuciones-determinadas-a-nivel-nacional-ndc>
- United Nations Climate Change. (s.f.). Kyoto Protocol. Obtenido de United Nations Climate Change: https://unfccc.int/kyoto_protocol
- United Nations Climate Change. (s.f.). Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Obtenido de United Nations Climate Change: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>
- United Nations Climate Change. (s.f.). The Paris Agreement. Obtenido de United Nations Climate Change: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- UOCRA. (2009). Salud y seguridad en trabajos de minería . aulas y andamios editora.



Organización
Internacional
del Trabajo



Diagnóstico del sector carbón y minerales estratégicos para la transición energética justa

Créditos

Antonio Sanguino Páez

Ministro del Trabajo

Ivan Daniel Jaramillo Jassir

Viceministro de Empleo y Pensiones

Rigoberto Alfonso Pérez

Director de Generación y Protección del Empleo
y Subsidio Familiar, Ministerio del Trabajo

Luz Adriana Arboleda Villamil

Coordinadora del Grupo de Gestión de Políticas Activas
de Empleo

Carolina Mesa Saavedra**Julián Arturo Gómez Hernández**

Equipo metodológico Ministerio del Trabajo

Organización Internacional del Trabajo (OIT)**Blanca Patiño**

Especialista en Empleos Verdes y Transición Justa

Camila Pereira Rego Meireles

Especialista en Sectores extractivos, energía
y manufactura

Óscar Cardona

Coordinador Transición Justa y Empleos Verdes Colombia

Darío Mayorga Ladino**Vivian Gabriela Gómez****Alejandra Martínez****Laura Sofía Bayona****Laura Hortúa**

Equipo Consultor

Jorge Pinto Nolla

Experto

Samantha Aguirre

Diseño y diagramación