BOGOTÁ, 22 DE DICIEMBRE DE 2023

PROYECCIONES MACROECONÓMICAS DE LA ECONOMÍA COLOMBIANA Y ANÁLISIS DE INTENSIDAD ENERGÉTICA

Investigador | César Pabón
Asistentes | Carolina Silva y Alejandra González

Fedesarrollo
Calle 78 # 9 - 91, Bogotá, Colombia.
Teléfono: (601) 3259777

@Fedesarrollo

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social

Proyecciones macroeconómicas de la economía colombiana y análisis de intensidad energética

Tercer Producto

Investigador: César Pabón

Asistentes: Carolina Silva y Alejandra González

Financiador: UPME

Bogotá, 22 de diciembre de 2023

Fedesarrollo

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social

Índice de contenido

1. Introducción 4

2. Metodología 5

3. Contexto reciente de la economía colombiana 6

4. Pronóstico de crecimiento mundial 8

5. Estimaciones de crecimiento 9

5.1 Perspectivas de crecimiento para 2023 y 2024 9

5.2 Perspectivas de crecimiento 2024 -2034 12

5.2.1 Presentación de supuestos 12

5.2.1.1 Transición energética 13

5.2.1.2 Reindustrialización 16

5.2.1.3 Inversión en infraestructura 18

5.2.2 Proyecciones de crecimiento en el mediano plazo 20

5.3 Proyecciones de crecimiento en el largo plazo 22

5.4 Proyecciones por el lado de la demanda 24

6. Intensidad energética 26

6.1 Sector residencial 27

6.2 Sector terciario 28

6.3 Sector industrial 29

6.4 Sector minero e hidrocarburos 30

6.5 Sector constructor 31

6.6 Sector transporte 32

Anexo 1 35

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Producto interno bruto desestacionalizado (Variación anual, %) *7*
Gráfico 2. Evolución postpandemia del PIB, consumo privado e inversión (Índice base 100 = 2019) 7
Gráfico 3. Proyecciones de crecimiento 2023 y 2024 (Variación anual, %) 11
Gráfico 4. PIB vs. PIB minero 16
Gráfico 5. Producción de petróleo 15
Gráfico 6. Multiplicadores de la inversión en el sector de la construcción 2024-2034 19
Gráfico 7. Recuperación del sector constructor (Miles de millones de pesos, 2015) 20
Gráfico 8. Crecimiento del PIB a 2034 22
Gráfico 9. PIB vs. PIB tendencial 23
Gráfico 10. Crecimiento del PIB a 2053 24
Gráfico 11. Exportaciones (Variación anual, %) 25
Gráfico 12. Importaciones (Variación anual, %) 26
Gráfico 13. Intensidad energética del sector residencial (KJ/COP) 27
Gráfico 14. Intensidad energética del sector terciario 28
Gráfico 15. Intensidad energética del sector industrial 29
Gráfico 16. Intensidad energética del sector minero e hidrocarburos 30
Gráfico 17. Intensidad energética del sector constructor 31
Gráfico 18. Intensidad energética del sector transporte (KJ/COP) 32

Índice de Tablas

Tabla 1. Pronósticos de crecimiento económico mundial FMI (%, variación anual) 8
Tabla 2. Resumen de supuestos en los diferentes escenarios 13
Tabla 3. Producción de petróleo 16
Tabla 4. Resumen de supuestos sobre la reindustrialización 18
Tabla 5. Resumen de supuestos sobre el avance en ejecución de obras 20

Producto 3: Proyecciones finales de crecimiento económico y análisis de intensidad energética

A continuación, se presentarán los resultados del producto tres del ID SECOP II CO1.PCCNTR.5480329 con objetivo "*Realizar los análisis que permitan estimar las proyecciones del crecimiento económico (PIB) por actividad económica desde los enfoques de la oferta y la demanda, a nivel de temporalidad trimestral y anual para el período 2023-2070, para expectativas altas, bajas, base y promedio. Lo anterior, a partir de información (primaria y secundaria) y expectativas de analistas nacionales (como el DANE, BANREP y DNP) e internacionales (Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional, etc.)*" de la entidad contratante UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA.

1. Introducción

La estrecha relación entre el consumo de energía y el Producto Interno Bruto (PIB) constituye un componente esencial tanto para el análisis económico como energético. Este vínculo implica que cambios en la actividad económica suelen manifestarse en ajustes paralelos en la demanda y utilización de energía. En este contexto, las estimaciones del PIB futuro no solo ofrecen una visión sobre las dinámicas de crecimiento económico, sino que también se erigen como indicadores cruciales para anticipar el consumo futuro de energía. La capacidad de emplear el PIB como una herramienta predictiva en el ámbito energético se posiciona como un elemento fundamental para la planificación y la toma de decisiones en políticas energéticas y económicas.

Una de las principales preocupaciones en Colombia en materia energética es el nivel de ineficiencia. En Colombia, la energía útil representa el 31% del total de la energía final, lo que se traduce en una ineficiencia del consumo energético del 67%, según lo establecido en el Plan Energético Nacional 2020-2050. A través del Programa de Acción Integral para la Promoción de la Eficiencia Energética (PAI-PROURE), la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) se propone reducir el consumo de energía en un 10% entre 2022 y 2030 con el fin de mejorar la eficiencia energética.

Dentro de este contexto, se prevé que las actividades de transporte contribuyan de manera más significativa al ahorro energético con un 4%, seguidas por el sector residencial e industrial con un 3,1% y 1,5% respectivamente. Además, se anticipa una reducción del 15,2% en las emisiones de CO2 en los sectores de consumo final para el año 2030. En este contexto, las metas del PAI-PROURE están en consonancia con el Plan Energético Nacional 2020-2050, que tiene como objetivo establecer una visión de largo plazo para el sector energético colombiano y determinar las estrategias necesarias para alcanzarla.

En este contexto este trabajo tiene dos objetivos principales. En primer lugar, realizar proyecciones de crecimiento económico (PIB) por actividad económica desde los enfoques de la oferta y la demanda, a nivel de temporalidad trimestral y anual para el periodo de 2023-2053 y anuales hasta 2070. Las estimaciones de crecimiento se hicieron para expectativas altas, bajas, y base, de tal manera que la UPME pueda realizar los distintos pronósticos del consumo de energía dependiendo de las dinámicas de crecimiento de la economía.

En segundo lugar, se realiza un análisis de sensibilidad de la intensidad energética frente a los distintos escenarios de crecimiento de la economía para los sectores de transporte, industria, terciario, residencial, minería e hidrocarburos, y constructor. Este análisis tiene como objetivo examinar cómo cambia la eficiencia energética ante un mayor o menor crecimiento, teniendo como base los consumos finales de energía establecidos en el PAI-PROURE.

El trabajo destaca la importancia de la velocidad de la transición energética, inversión en infraestructura y política de reindustrialización en el crecimiento económico y la intensidad energética. Se proyecta un crecimiento del 3,5% en el escenario base, superado con aumentos en productividad y obras. Una transición energética acelerada sin inversión resulta en un crecimiento del 3,1%, con aumento en la intensidad energética. La responsabilidad en la transición es esencial para evitar impactos negativos. En el sector constructor, la prolongación de la recuperación aumenta la intensidad energética. Cumplir metas del PAI-PROURE es clave para mejorar la eficiencia energética.

2. Metodología

La metodología de proyecciones de crecimiento económico se llevó a cabo utilizando herramientas macroeconométricas desarrolladas por Fedesarrollo a lo largo de las últimas décadas. Estas herramientas se emplean para el seguimiento de la coyuntura económica y la realización de pronósticos macroeconómicos tanto de corto como de mediano plazo. Nuestro enfoque utiliza técnicas de pronóstico macroeconómicas basadas en un modelo de equilibrio general, respaldado además por supuestos macroeconómicos proporcionados por entidades nacionales (v.g., Banco de la República, DANE, DNP, entre otros) e internacionales (v.g., Fondo Monetario Internacional, Banco Mundial y Reserva Federal).

Un MEGC se construye a partir de un conjunto de supuestos sobre el comportamiento de los productores, consumidores e instituciones (que incluyen los hogares, las firmas, el gobierno y el sector externo), establecidos a través de esquemas matemáticos que describen el comportamiento de la economía. Junto con las relaciones matemáticas, los MEGC utilizan información estadística de las transacciones entre los productores, consumidores e instituciones de una economía en un año dado, provenientes de una Matriz de Contabilidad Social (SAM por sus siglas en inglés).

La SAM consiste en una matriz de insumo-producto, que describe la estructura productiva de las ramas de actividad (que en este caso son cuatro: Agro, Minería, Industria y Servicios), expandida para incluir las transacciones de los sectores institucionales, tanto en términos de compras de bienes como de interacciones entre estos últimos. Estos modelos se fundamentan en la idea de que, dadas sus preferencias, los agentes de un sistema económico (productores, consumidores, instituciones y sector externo) toman las decisiones que resulten óptimas para sí mismos dado un vector de precios y las decisiones de los demás agentes, llegando a un equilibrio para toda la economía. Estas decisiones racionales están definidas por unas ecuaciones comportamentales escritas en lenguaje matricial en el programa GAMS, a través de las cuales los agentes del modelo minimizan costos o maximizan su utilidad.

Las ecuaciones del modelo se pueden agrupar en tres grandes grupos: los arquetipos de producción, que describen la oferta de bienes a partir de unos factores de producción; la modelación formal de la demanda de bienes por parte de los distintos agentes económicos, incluyendo hogares, firmas y gobierno; y el cierre macroeconómico, la ecuación que iguala las fuentes de ahorro con la inversión agregada y define el mecanismo de ajuste a través del cual el modelo vacía los mercados y alcanza un nuevo equilibrio.

Las proyecciones de crecimiento por sector y de los diferentes componentes de la demanda se derivan de un modelo macroeconómico integral que permite resolver problemas de optimización, abordando tanto factores dinámicos como frecuencias mixtas. Esto se realiza para diferentes escenarios, que incluyen situaciones altas, bajas, base y promedio. Adicionalmente, para los pronósticos de largo plazo se utilizó el Modelo de Equilibrio General Computable de Fedesarrollo, EcoFede 2023 (Anexo 1).

Para llevar a cabo el análisis de intensidad energética, se adoptó la metodología establecida por el DANE, según lo descrito en la "Hoja metodológica de indicadores de la cuenta satélite ambiental". Esta metodología sirve como marco de referencia para evaluar patrones vinculados al consumo de energía, utilizando indicadores de intensidad energética. En este contexto, la intensidad energética se determina mediante el cociente entre el consumo energético y el PIB, siendo este el inverso de la eficiencia energética. En cuanto al consumo de energía proyectado en el PAI-PROURE, se utilizaron las proyecciones proporcionadas por la UPME. Además, para realizar análisis de sensibilidad en la intensidad energética, se consideraron diversos escenarios de crecimiento económico proyectados por Fedesarrollo, incluyendo escenarios base, alto y bajo.

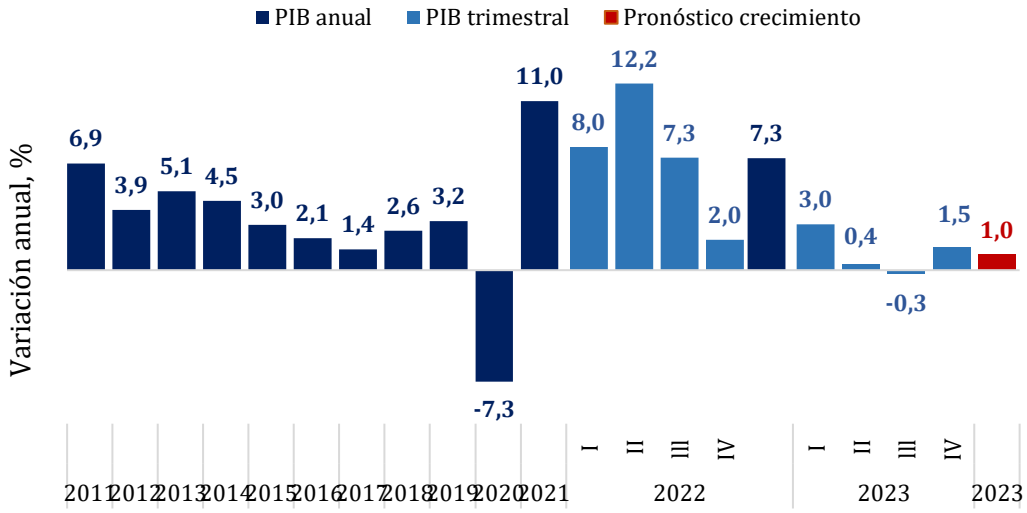
3. Contexto reciente de la economía colombiana

En el tercer trimestre de 2023, la economía de Colombia se contrajo en un 0,3%. Excluyendo la pandemia, Colombia no había experimentado una contracción económica trimestral en 24 años, desde la crisis de los mercados emergentes a finales del siglo pasado. Este resultado confirma la tendencia de desaceleración económica esperada que comenzó en el primer trimestre del año. Durante 2021 y 2022, la economía experimentó tasas de crecimiento insostenibles (11,0% y 7,3%, respectivamente), producto de las políticas económicas expansivas que generaron un estímulo excesivo en la demanda agregada y un efecto estadístico bajo debido a la pandemia. Por ende, el actual proceso de ajuste económico se encuentra en línea con nuestras previsiones para 2023 (Gráfico 1).

Al desagregar este resultado, se destaca que cinco de las doce principales actividades económicas del país registraron disminuciones en comparación con el mismo período de 2022. Los sectores que más contribuyeron negativamente al crecimiento fueron industrias manufactureras (-0,8 pps), comercio (-0,7 pps) y construcción (-0,4 pps). Por el contrario, las actividades agropecuarias, de entretenimiento y administración pública aportaron positivamente al crecimiento.

Gráfico 1. Producto interno bruto desestacionalizado

(Variación anual, %)

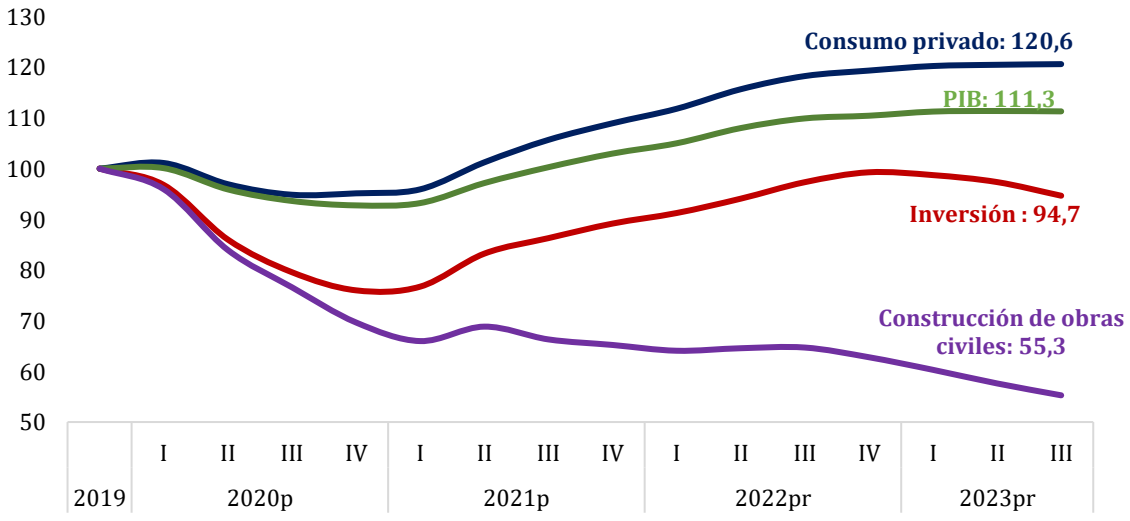


Fuente: DANE.

A pesar de la reciente desaceleración, la economía colombiana en el tercer trimestre de 2023 se encuentra un 11,3% por encima de los niveles prepandemia, en gran parte debido al sobresaliente crecimiento experimentado en 2021 y 2022. Sin embargo, cabe destacar que esta desaceleración se debe tanto a una caída en el consumo como en la inversión, lo que plantea un riesgo para la actividad productiva del país a largo plazo. De hecho, tal como lo muestra el gráfico 2, la inversión (definida como la formación bruta de capital fijo), no ha logrado recuperarse y está experimentando su peor contracción en 16 años, excluyendo el impacto de la pandemia.

Gráfico 2. Evolución postpandemia del PIB, consumo privado e inversión

(Índice base 100 = 2019)



Fuente: DANE

En consecuencia, lo más preocupante es que la inversión en la construcción de obras civiles continúa mostrando una tendencia a la baja en un año de desaceleración económica como el actual, en el que los efectos multiplicadores del sector son más necesarios que nunca para impulsar el crecimiento económico a corto y mediano plazo.

4. Pronóstico de crecimiento mundial

A pesar del alto temor de recesión económica existente hacia finales de 2022, el 2023 sorprendió al alza en el desempeño económico a nivel global. Economías como Estados Unidos y América Latina evidenciaron señales de fuerte consumo interno, el cual repercutió en un mejor desempeño económico que el anticipado a comienzos del año. Sin embargo, el 2023 se caracterizó por un ambiente de alta incertidumbre, en donde presiones sobre el mercado internacional de *commodities*, la alta inflación, las elevadas tasas de interés y los conflictos geopolíticos en Europa y Oriente medio afectaron constantemente las proyecciones de crecimiento para el año.

Según el informe de octubre del *World Economic Outlook* del Fondo Monetario Internacional (FMI), se proyecta un crecimiento global del 3,0% para 2023 y 2,9% para 2024, lo que representa una disminución en comparación con el 3,5% observado en 2022 y por debajo del promedio registrado en lo que va del siglo (3,8%). La velocidad de la desaceleración seguirá estando sujeta a la persistencia de los riesgos identificados en 2022, como las presiones inflacionarias y las consiguientes tasas de interés elevadas, la lenta reactivación de China y la estrechez de las condiciones financieras a nivel global, así como las recientes tensiones geopolíticas.

Tabla 1. Pronósticos de crecimiento económico mundial FMI
(Variación anual, %)

	2022	2023p	2024p	2025p	2026p	2027p
Economía Mundial	**3,5**	**3**	**2,9**	**3,2**	**3,2**	**3,1**
Economías avanzadas	**2,6**	**1,5**	**1,4**	**1,8**	**1,9**	**1,8**
Estados Unidos	2,1	2,1	1,5	1,8	2,1	2,1
Zona del Euro	**3,3**	**0,7**	**1,2**	**1,8**	**1,7**	**1,5**
Alemania	1,8	-0,5	0,9	2,0	1,9	1,3
Italia	3,7	0,7	0,7	1,0	1,1	1
Francia	2,5	1	1,3	1,8	1,7	1,5
España	5,8	2,5	1,7	2,1	1,8	1,7
Reino Unido	4,1	0,5	0,6	2	2,1	1,8
Canadá	3,4	1,3	1,6	2,4	1,8	1,7
Japón	1,0	2,0	1,0	0,7	0,5	0,4
Economías emergentes y en desarrollo	**4,1**	**4,0**	**4,0**	**4,1**	**4,1**	**4,0**
China	3	5	4,2	4,1	4,1	3,7
India	7,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
América Latina y el Caribe	**4,1**	**2,3**	**2,3**	**2,4**	**2,5**	**2,6**
Brasil	2,9	3,1	1,5	1,9	1,9	2
México	3,9	3,2	2,1	1,5	1,8	2
Colombia (Fedesarrollo)	7,3	1	1,2	3	3,1	3,1
Colombia (FMI)	7,3	1,4	2	2,9	3,3	3,3
Chile	2,4	-0,5	1,6	2,3	2,4	2,4
Perú	2,7	1,1	2,7	3,1	3,0	3

Fuente: FMI – World Economic Outlook – octubre 2023.

Las perspectivas sobre el desempeño económicos global para el año 2024 prevalecen envueltas en gran incertidumbre. Según el FMI, se pronostica un crecimiento global del 2,9% para este año, lo que representa una disminución de 0,1 pps con respecto a su informe anterior en julio y representa una disminución de 0,2 pps en comparación con las expectativas de enero de este año. Estas cifras reflejan la compleja y variada información recopilada hasta la fecha, en donde a pesar de la notable reducción en los índices de inflación a lo largo del año, el FMI reconoce que el balance de riesgos se mantiene a la baja dada la crisis inmobiliaria en China, las aún estrechas condiciones de crédito, la posible volatilidad en el precio de los *commodites* debido a tensiones geopolíticas y la persistencia de una elevada inflación.

Se anticipa que las presiones monetarias contra la inflación persistirán en el 2024, con tasas de interés elevadas y tensiones en el sistema financiero. Por otro lado, economías como las de Estados Unidos y América Latina están emitiendo señales de un mejor desempeño económico de lo inicialmente previsto a principios de año, lo cual contrasta con economías como China y la Zona Euro, que han evidenciado un crecimiento económico más lento en lo que va de 2023. En consecuencia, es fundamental llevar a cabo un monitoreo constante de los mercados, con un enfoque especial en el mercado chino, con el fin de obtener indicadores más robustos en relación con la persistencia de los riesgos que hemos observado a lo largo del año 2023 y evaluar sus posibles impactos en el desempeño económico durante el año 2024.

5. Estimaciones de crecimiento

5.1 Perspectivas de crecimiento para 2023 y 2024

En el corto plazo se estima que la economía continuará desacelerándose, creciendo a una tasa 1,0% en 2023 y 1,2% en 2024. El crecimiento estará impulsado principalmente por las actividades de administración pública, minería, y artísticas. A su vez se espera una leve recuperación del sector constructor, que continuará ubicándose por debajo de los niveles previos a la pandemia. Finalmente, se proyecta que tanto la industria como el comercio continuarán contrayéndose, luego de presentar un crecimiento destacable en 2021 y 2022.

Se proyecta que el **sector financiero y de seguros** experimentará un crecimiento del 7,3% y 1,6% en 2023 y 2024, respectivamente. Durante 2023, se espera que el crecimiento del sector se vea influenciado por el comportamiento observado en el primer trimestre, debido a un efecto base bajo por el pago de la aseguradora MAPFRE por el incidente de Hidroituango a inicios de 2022. Sin embargo, se prevé que el ritmo de crecimiento disminuya en el resto del año debido a las altas tasas de interés, las cuales podrían desincentivar la demanda de créditos y tener un impacto negativo en el portafolio de inversiones de las compañías aseguradoras y las AFP.

Se espera que el **sector de administración pública, defensa, educación y salud** experimente un crecimiento del 3,7% en 2023, impulsado por un aumento el presupuesto de educación y salud. Además, también se espera que las elecciones territoriales que se celebraron en octubre fomenten el crecimiento de este sector. Para 2024 se observaría un aumento de 3,3% en línea con la implementación de políticas para el fomento de los sectores de educación, salud y administración pública, acorde con las necesidades de sostenibilidad fiscal.

El **sector de actividades artísticas, entretenimiento y servicios domésticos** tendría una importante contribución al crecimiento del PIB total en 2023 frente a los demás sectores. Sin embargo, se espera que este sector experimente una desaceleración (10,5% en 2023 vs. 39,3% en 2022) debido a la disminución del ritmo del consumo privado y a la alta base de comparación, lo que se traduciría en un menor dinamismo de las apuestas en línea y cantidad de eventos culturales. Para 2024, se prevé que el sector presentará un crecimiento de 2,0%.

Se espera que en 2023 el **sector de comercio, reparación de vehículos automotores y motocicletas, transporte, almacenamiento, alojamiento y servicios de comida** se contraiga en un 2,0%, debido a las altas tasas de interés que afectarían el acceso al crédito y al consumo de los hogares. Así como los desafíos que enfrenta el sector turístico, como el aumento del gasto de los hogares en segmentos de primera necesidad que no incluyen los servicios de viaje. Para 2024 se espera una menor contracción del sector (-0,3%).

Las **industrias manufactureras** experimentarían una variación anual del -3,3% en 2023, afectada por la expectativa de una disminución en el consumo de los hogares y el aumento de los precios de los insumos de producción. Para 2024, se proyecta una contracción del sector manufacturero debido a su dinámica a lo largo de 2023 y a las expectativas de desaceleración económica para el próximo año (-0,4%).

Para el sector de la **explotación de minas y canteras** se espera un incremento del 3,9% en 2023 debido a un bajo efecto base del año anterior y una mayor producción de petróleo en un entorno de precios favorables. Para 2024, proyectamos un aumento del 2,3%, acorde con las sendas de producción trazadas en el Marco Fiscal de Mediano Plazo (MFMP), el cual contempla una transición energética moderada.

Se estima un crecimiento del 1,7% para las **actividades inmobiliarias** en el 2023 debido a la desaceleración en otros sectores, lo que resultaría en una menor demanda de bodegas, oficinas y espacios en centros comerciales. Como se destacó anteriormente, las ventas de viviendas podrían enfrentar desafíos debido a diversos factores. Entre ellos se incluyen las altas tasas de financiamiento, el incremento en los costos de construcción y vivienda, así como la reducción en la disponibilidad de unidades. Esto último debido a la finalización del programa de subsidios para viviendas no VIS y a los retrasos en el inicio del programa para viviendas VIS. Para el 2024, se espera un crecimiento del 1,5% en el sector.

Se proyecta que las **actividades profesionales, científicas y técnicas, de servicios administrativos y de apoyo** experimentarán una tasa de crecimiento del 0,1% en 2023. Se espera que los servicios de alquiler de maquinaria y equipo, así como la contratación de personal de apoyo para la realización de conciertos impulsen al sector. Para el siguiente año, se proyecta que este sector experimentará un crecimiento de 1,0%.

Para 2023, se espera que el **sector de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca** tenga un crecimiento del 0,6%. Uno de los factores que podría explicar la dinámica del sector se relaciona con que el fenómeno del Niño prevalezca a partir de junio y se extienda hasta 2024. Este fenómeno climático puede afectar negativamente a algunos sectores como el de la producción lechera o el de cereales. Sin embargo, la estabilización de los precios de los insumos

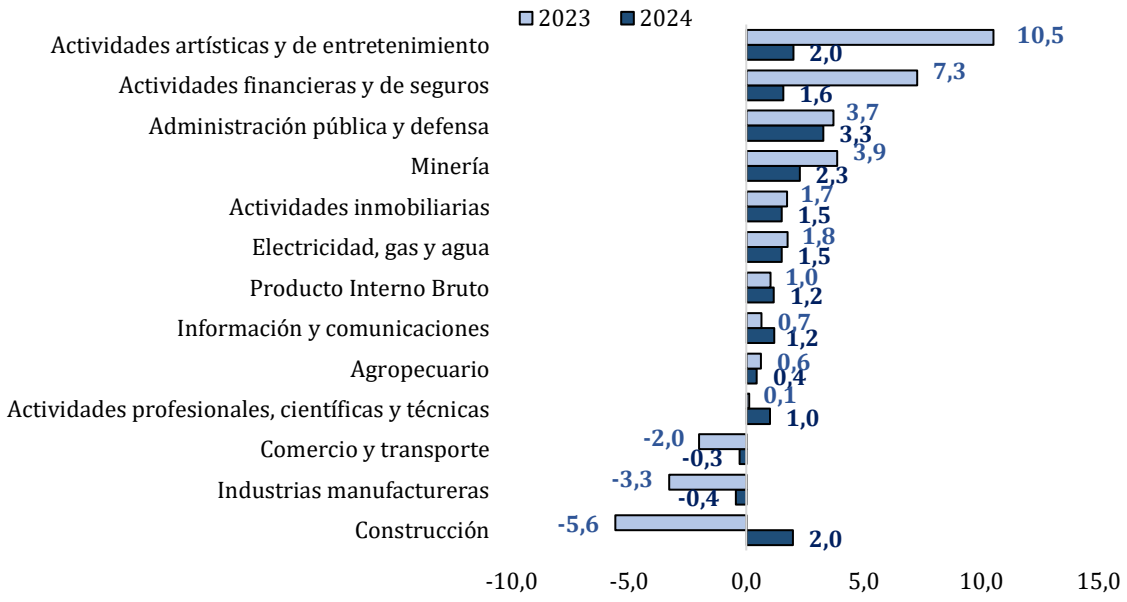
agrícolas y el efecto base bajo del 2022 explicaría el crecimiento conservador en el sector. Asimismo, para el año 2024, se espera que el sector agropecuario crezca a una tasa del 0,4%.

El sector de **información y comunicaciones** en Colombia tendría un crecimiento proyectado de 0,7% y 1,2% para los años 2023 y 2024, respectivamente. Por otra parte, en 2023 y 2024 se espera que el valor agregado del **sector de electricidad, de gas y agua** tenga una variación del 1,8% y 1,5%, respectivamente, debido a la desaceleración en la demanda interna, que afecta a los hogares y las industrias.

En 2023 y 2024, se prevé que el **sector de la construcción** experimente una variación anual de -5,6% y de 2,0%, respectivamente. Esta proyección se basa en el debilitamiento del sector y las dificultades que enfrenta la actividad constructora en general, como la incertidumbre en los proyectos y el aumento de los costos de los materiales. Se espera que las obras civiles sigan teniendo resultados negativos, debido al bajo impulso en proyectos viales y la débil demanda de viviendas. Por lo tanto, el crecimiento positivo en 2024 se debe principalmente a un efecto estadístico bajo.

Gráfico 3. Proyecciones de crecimiento 2023 y 2024

(Variación anual, %)



Fuente: DANE y cálculos Fedesarrollo.

Desde el enfoque de la demanda, el crecimiento económico 2024 estará explicado por una demanda externa que continúa desacelerándose, mientras que el consumo se recupera gradualmente. Por otra parte, se proyecta que tanto el gasto público como la inversión aumentarán, debido a una mayor ejecución del presupuesto y al avance en la construcción de obras civiles.

5.2 Perspectivas de crecimiento 2024 -2034

5.2.1 Presentación de supuestos

Los escenarios analizados por Fedesarrollo consideran diversas trayectorias de crecimiento de largo plazo que podrían influir en la economía colombiana. Estas variaciones dependerán de la pertinencia y eficacia de las acciones implementadas por el Gobierno nacional en tres áreas específicas, discutidas por trabajos recientes: i) la transición energética (Benavides et al, 2022); ii) la reindustrialización para transformar el aparato productivo (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2023); y iii) el proceso de recuperación y promoción de la inversión, con un enfoque especial en el sector de construcción de obras civiles (Ver Benavides, Pabón y González, 2023).

En primer lugar, la transición energética adquiere especial relevancia debido a sus impactos en los agregados macroeconómicos de Colombia. Esta estrategia tiene como objetivo acelerar la incorporación de energías renovables en la matriz y el sistema energético, mediante la implementación de infraestructura y tecnología avanzada que satisfaga la demanda. Al mismo tiempo, se busca cumplir con compromisos sociales y ambientales, asegurando la seguridad, confiabilidad, asequibilidad y eficiencia del servicio de energía.

Los costos asociados a la descarbonización acelerada en la producción y consumo de energía se manifiestan a través de cuatro canales: en primer lugar, a través de la reducción de los ingresos fiscales, incluyendo impuestos y regalías, tanto a nivel central como en las entidades territoriales; en segundo lugar, debido a los sobrecostos asociados a la exclusión del gas natural de la matriz energética y los costos vinculados a la transición justa en regiones productoras de hidrocarburos; en tercer lugar, por los costos inherentes a la adopción de nuevas tecnologías en el lado de la demanda, las cuales pueden tener una relación menor entre desempeño y costo, disminuyendo la eficacia en la formación bruta de capital fijo; y finalmente, en cuarto lugar, por los costos de reemplazo de tecnologías por alternativas más limpias en el lado de la oferta, asegurando al mismo tiempo los mismos servicios, como confiabilidad, continuidad y firmeza, que ofrecen las tecnologías térmicas (Benavides et al., 2022).

Adicionalmente, es relevante tener en cuenta que el sector de minería e hidrocarburos ha representado aproximadamente el 33% de la inversión extranjera directa en la última década, con el petróleo contribuyendo con un 21.7%. Asimismo, este sector ha representado alrededor del 57.5% de las exportaciones, siendo el petróleo y sus derivados responsables del 42%. Contribuye con un 5.6% al Producto Interno Bruto (PIB) y ha generado en promedio 113,000 empleos anuales. Además, el sector petrolero aportó el 0.4% y el 1.1% del PIB en ingresos fiscales por renta y dividendos, respectivamente, en el año 2019.

En segundo lugar, se han emprendido diversos esfuerzos en el intento de transformar la economía colombiana de una orientación extractivista hacia una más sostenible y productiva, a través de una Política de Reindustrialización. En concreto, esta política se centraría en las siguientes apuestas estratégicas: i) Transición energética; ii) Soberanía alimentaria y agroindustrial mediante el fortalecimiento de encadenamientos en la producción de alimentos, fertilizantes, agroinsumos, maquinaria, equipos y digitalización; iii) Reindustrialización de la salud; y iv) Defensa (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

En tercer lugar, la inversión en infraestructura desempeñaría un papel fundamental en el impulso de la competitividad de un país al optimizar los costos logísticos y facilitar la conexión entre las áreas de producción y consumo, generando un impacto significativo en la actividad productiva y el bienestar social. Lo anterior debido a que el sector de infraestructura se encuentra fuertemente interconectado con otras actividades económicas, generando un efecto multiplicador y beneficiando a diversas cadenas de la economía (Benavides et al., 2023).

El siguiente cuadro presenta una síntesis de los supuestos en cada uno de los escenarios analizados. El escenario base asume una transición energética de manera gradual y, aunque no se centra exclusivamente en acciones dirigidas a la inversión en obras civiles (únicamente para las 4G), incorpora la política de reindustrialización como parte integral de los planes gubernamentales para la transformación productiva. En contraste, el escenario alto contempla una transición energética más cuidadosamente planificada, alineada con las necesidades de consumo del país y la actual configuración de la matriz productiva, caracterizada por una significativa dependencia de los hidrocarburos en los ámbitos productivo y exportador. Además de una pronta recuperación a los niveles previos a la pandemia, se enfatiza la inversión en infraestructura vial como un componente estratégico para impulsar la economía, en concordancia con la transformación productiva en otros sectores. En el caso del escenario pesimista, no se contempla ninguna forma de planificación ni estrategias para estimular la economía frente a una transición energética acelerada.

Tabla 2. Resumen de supuestos en los diferentes escenarios

Supuesto	Escenario base	Escenario expectativas altas	Escenario expectativas bajas
Transición energética	Gradual	Lenta	Acelerada
Transformación productiva (reindustrialización)	Sí	Sí	No
Inversión en infraestructura y recuperación del sector constructor	No (sólo se finalizan las 4G)	Sí	No

Fuente: Fedesarrollo.

5.2.1.1 Transición energética

Como se destacó anteriormente, en el mediano plazo la transición energética emerge como un factor determinante en la configuración del rumbo económico de Colombia. La adquisición de nuevos compromisos en la reducción de emisiones y la inevitable disminución de la demanda externa a medida que se incorporan energías renovables requieren una reestructuración económica. Para modelar esta transición, uno de los principales insumos utilizados fue la proyección de la producción de petróleo presentada en el Marco Fiscal de Mediano Plazo (Ministerio de Hacienda, 2023).

Asimismo, Benavides et al., (2022) examina el impacto de los costos de adopción y ajuste de tecnologías más limpias en el lado de la demanda industrial de energía, asumiendo una pérdida de eficacia en la formación bruta de capital fijo en la agrupación de maquinaria y equipo. Con estos supuestos, una transición acelerada el PIB de 2030 sería US$ 438,4 mil millones, a cambio del PIB de US$ 448,8 mil millones que se lograría con un factor de eficacia del 100% en toda la formación bruta de capital fija en la próxima década. En valor presente entre 2023 y 2030, con una tasa de descuento del 7%, el valor presente de PIB que se pierde sería de USD$ 10,75 mil millones. De este modo, resulta fundamental tener una transición energética ordenada que permita un aumento del consumo de energía en los primeros años, para no generar efectos negativos sobre el crecimiento del PIB en el largo plazo.

Por lo tanto, los autores encuentran que un aumento del consumo de energía a una velocidad superior a la de descarbonización en una primera fase de 10 años, situación que se revertiría en los siguientes 20 años. Se llegaría en 2050 a un ingreso per cápita de US$13.000/habitante, similar al PIB/habitante actual de Chile. La senda de emisiones totales por concepto de energía tendría en forma de U invertida, llegando a 122 millones de toneladas en 2030, y reduciéndose a 102 millones de toneladas en 2050. Estos cálculos asumen que las tecnologías se adoptan y escalan cuando tienen costos y riesgos inferiores a los de las tecnologías existentes.

Según este mismo documento, en la perspectiva de la próxima década se proyecta que la economía convergerá hacia una tasa de crecimiento cercana al 2,9%, una cifra que se sitúa por debajo del PIB tendencial de 3,2%, sin considerar la transformación productiva (Gráfico 4). Este escenario estará notablemente influenciado por la disminución del sector minero, como se describió anteriormente.

En primer lugar, la reducción en la producción de petróleo impactará significativamente en la contribución de este sector a la actividad económica. En segundo lugar, la finalización de contratos de exploración de carbón a cielo abierto añadirá presión a la dinámica del sector, generando un impacto adicional en la economía. Por esto, es importante destacar que una transición excesivamente acelerada podría tener consecuencias no deseables. En resumen, la velocidad con la que se lleve a cabo este cambio se convierte en un elemento crucial para las proyecciones macroeconómicas.

De acuerdo con esto, se ajustó el escenario base a partir del escenario del MFMP. Adicionalmente, se diseñaron escenarios de producción para expectativas tanto optimistas (transición energética más pausada) como pesimistas (transición energética acelerada). Estos se derivaron de las trayectorias de crecimiento bajo los supuestos de permitir o rechazar nuevas exploraciones, considerando también el impacto de la reforma tributaria, que podría afectar la rentabilidad y, por ende, la producción de proyectos activos y procesos exploratorios. Estos escenarios se basan en las proyecciones de producción proporcionadas por Ecopetrol, utilizando exclusivamente la producción de petróleo y extrapolándola para obtener la producción nacional.[1].

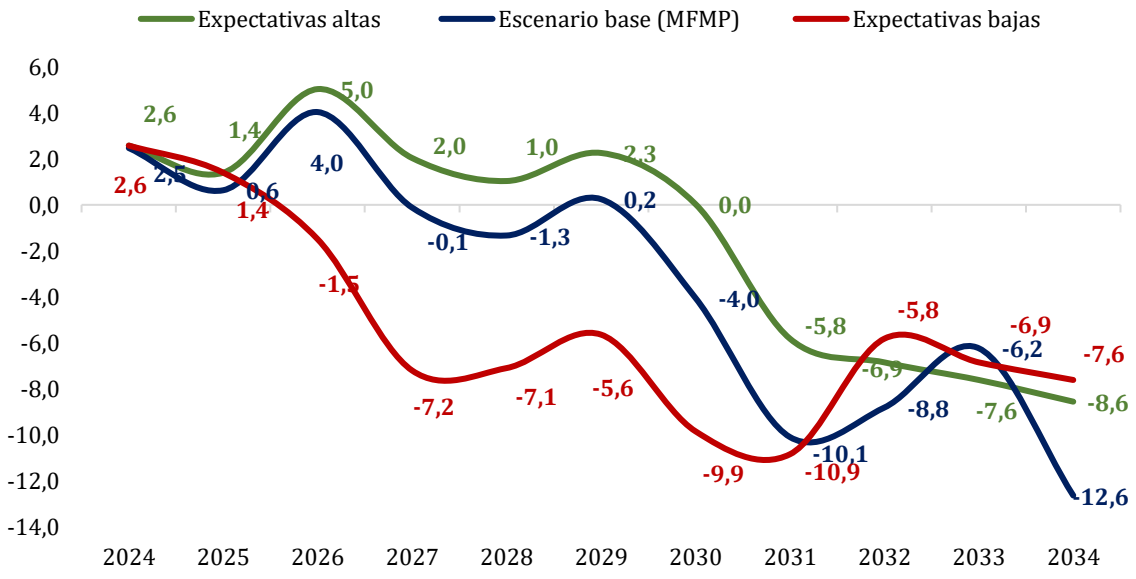
[1] Se hace el supuesto de que la producción de Ecopetrol representa el 70% de la producción nacional.

Un informe de Fedesarrollo (2022) señala los posibles efectos negativos que algunas políticas, en este caso, las disposiciones iniciales aprobadas en 2022 podrían tener al ir en contra de la estructura actual del aparato productivo de la economía. La propuesta de una carga fiscal elevada, especialmente dirigida al sector minero-energético y a la industria del petróleo, pone en peligro la inversión necesaria para su desarrollo. En este documento se encontró que la reforma podría reducir la producción de petróleo en promedio anual en 82 mil barriles-día en 2023-2030, llegando a una caída máxima en la producción de 109 mil barriles-día en 2030. A esto se suma los efectos de no tener adiciones de reservas provenientes de yacimientos no convencionales y caribe offshore, que Martínez et al. (2022) estimaron podría comprometer en promedio 143 mil barriles-día de producción 2023-2030 (máximo de 309 mil barriles en 2030), frente a un escenario potencial en el que se incluye la producción básica, el recobro, los yacimientos no convencionales, la producción offshore y nueva exploración.

De esta forma, considerando los efectos tanto directos como indirectos de la producción de hidrocarburos en la economía (Martínez, 2013), se estimó que el crecimiento económico podría reducirse en promedio en 0,32 puntos porcentuales, con un máximo de 0,4 puntos porcentuales en 2030. También, se reducirían las exportaciones petroleras en un 28,5%, con una caída del 60,3% en 2030. Esto conduciría a un incremento del déficit de balanza comercial en promedio de cerca de 0,7 puntos porcentuales u 11,5% variación entre escenarios, con un máximo de 1 punto porcentual y 15,9% mayor en 2030 (7,2% del PIB). Adicionalmente, la tasa de cambio se vería afectada con un aumento promedio anual de 3,5%, con un máximo de 4,3% en 2030, pues las menores exportaciones petroleras reducirían la entrada de dólares a la economía.

Gráfico 4. Producción de petróleo

(Variación anual, %)



Fuente: MFMP y Fedesarrollo.

Con base en los insumos mencionados anteriormente para este estudio, en el escenario base, la producción de petróleo pasaría de 788 mil barriles por día (KBPD) en 2024 a 525 KBPD en 2034, con las mayores caídas observadas en 2031 (-10,1%) y 2034 (-12,6%). Sin embargo, este

escenario sugiere una transición energética que se desarrolla de manera gradual, aunque permitiendo una transformación productiva de la economía. En un escenario más optimista de transición energética gradual, la producción de petróleo pasaría de 789 KBPD en 2024 a 656 KBPD en 2034, experimentando un aumento hasta 2028 y comenzando a disminuir progresivamente a partir de 2031 (Tabla 1). En contraste, en un escenario de transición energética acelerada, la producción se reduciría en un 47% entre 2024 y 2034. Además, bajo este supuesto, en 2026 y 2027 presentaría caídas cercanas al 7%, alcanzando su punto más bajo en 2031 (Gráfico 5).

Tabla 3. Producción de petróleo

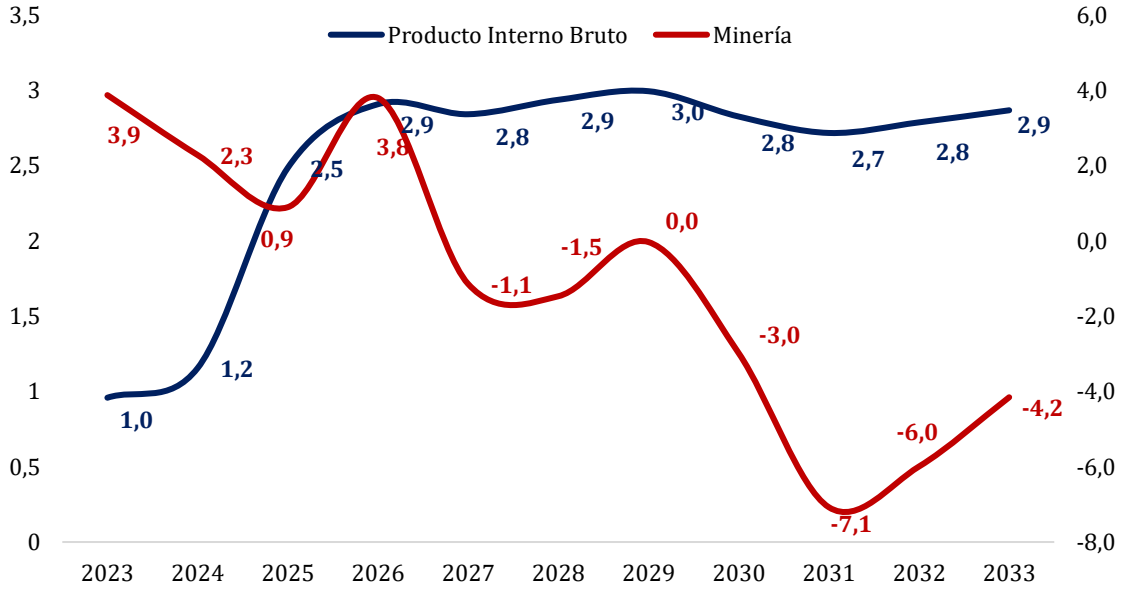
(KBPD)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Expectativas altas	789	800	840	857	866	886	886	834	777	718	656
Escenario base	788	793	825	824	813	815	782	703	641	601	525
Expectativas bajas	796	807	795	738	685	647	583	520	489	456	421

Fuente: MFMP (2023) y Fedesarrollo (2022).

Gráfico 5. PIB vs. PIB minero

(Variación anual, %)



Fuente: MFMP, DANE. Cálculos Fedesarrollo.

5.2.1.2 Reindustrialización

Desde hace algunos años, los gobiernos han expresado la intención de llevar a cabo una política de reindustrialización coherente con la transformación productiva de la economía y la transición energética. A través de esta política, se busca realizar una transición desde una economía extractivista hacia una economía del conocimiento, productiva y sostenible.

En el país existe baja productividad y diversificación de las actividades. Entre 2012 y 2021 el aporte de la productividad al crecimiento económico fue nulo (-0,01%). Una de las explicaciones de este resultado es la falta de diversificación de las actividades productivas y su bajo nivel de complejidad. Es notoria la concentración de las exportaciones en hidrocarburos y minería, que entre 2017-2021 representó el 71 % del total de exportaciones. De hecho, en 2020 Colombia apenas invirtió el 0,24 % del PIB en actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), estando por debajo del promedio de América Latina que es 0,65 %, y muy lejos de la OCDE que es 2,5%. Por este motivo, Colombia ocupa el puesto 63 entre 132 países en el Índice Global de Innovación.

Adicionalmente, el *CONPES 4129: "Política Nacional de Reindustrialización"* sugiere que Colombia enfrenta un desafío significativo en la generación de valor agregado en la producción de bienes y servicios en los sectores económicos que conforman la base productiva del país. Las principales causas de esta problemática identificadas son cinco: (i) la ineficiencia en la producción de bienes y servicios; (ii) la escasa diversificación y sofisticación de la oferta interna y exportable; (iii) la debilidad en los encadenamientos productivos y la baja promoción e identificación estratégica de aglomeraciones productivas entre los diferentes sectores de la economía, así como en la participación en las cadenas globales de valor; (iv) la baja integración económica con regiones con alto potencial de crecimiento futuro en su consumo y transferencia de tecnología y conocimiento; y finalmente, (v) la debilidad en la gestión de las instituciones y las distorsiones en los incentivos a la actividad económica para la agregación de valor.

La Política de Reindustrialización se debería desarrollar en paralelo con la transformación Según el Ministerio de Hacienda (2023), se estima que la implementación de medidas destinadas a aumentar la productividad podría generar ganancias en el crecimiento de la productividad total de los factores en un 4,4% a mediano plazo. El extensionismo tecnológico se identifica como el instrumento más influyente en este aumento (1,2 pps), seguido por el cierre de brechas de talento humano (1,1 pps), financiamiento para la industrialización (0,7 pps), sofisticación de exportaciones (0,7 pps), transferencia de tecnología (0,6 pps) y, finalmente, construcción de vías terciarias (0,1 pps).

En línea con lo anterior, el MFMP (2023) resalta el impacto macroeconómico del aumento de la productividad total de los factores en el consumo y la inversión. Además, el incremento en la productividad total de los factores conduciría a un aumento en la oferta local de bienes y servicios, lo que resultaría en niveles más bajos de inflación. Esta disminución de la inflación, combinada con salarios más altos, potenciaría la capacidad adquisitiva de los hogares, generando un impulso en el consumo privado.

Finalmente concluye que el aumento en la productividad total de los factores redundaría en una mayor competitividad para la economía colombiana. Se anticipa, además, un incremento en el crecimiento de las exportaciones no petroleras y una contribución significativa a la reducción del déficit externo. Con todo esto, se proyecta que la implementación de las medidas mencionadas para aumentar la productividad total de los factores incrementará, en promedio, en 0,3 puntos porcentuales el crecimiento económico entre 2024 y 2034.

Por consiguiente, la discrepancia entre los escenarios base y el optimista, en contraposición a las expectativas bajas, radica principalmente en las variaciones de la productividad económica y la utilización eficiente de los factores de producción. Estos elementos podrían rediseñar la economía colombiana, orientándola hacia una canasta productiva diversificada, robusta y menos dependiente del sector extractivo. Además, estas estrategias estarían destinadas a potenciar los sectores en los que Colombia exhibe ventajas comparativas respecto a otros países, sectores que han demostrado aportar un mayor valor agregado y sofisticación a los bienes y servicios producidos en el país.

Tabla 4. Resumen de supuestos sobre la reindustrialización

Escenario	Aumento en la Productividad Total de Factores (PTF)	Inversión adicional estimada en el sector (miles de millones COP 2015)
Expectativas altas	4,4%	$38.233 (en promedio $1.274 anuales)
Escenario base	2,2%	$26.862 (en promedio $895 anuales)
Expectativas bajas	Sin aumento en la PTF	0

Fuente: Fedesarrollo.

5.2.1.3 Inversión en infraestructura

Colombia cuenta con una red de infraestructura rezagada a nivel regional. Si bien se han obtenido avances importantes en materia de infraestructura vial, aérea y portuaria, el país aún se ubica en condiciones desfavorables cuando se le compara con pares regionales relevantes como México o Chile. Además, la calidad de la infraestructura de transporte se encuentra por debajo de lo esperado para un país de un nivel de ingreso per cápita como el de Colombia.

La infraestructura desempeña un papel fundamental en el impulso de la competitividad de un país, al optimizar los costos logísticos y facilitar la conexión entre las áreas de producción y consumo, lo que tiene un impacto significativo en la actividad productiva y el bienestar social. El sector de infraestructura, en particular, se encuentra altamente interconectado con otras actividades económicas, generando un efecto multiplicador y beneficiando a diversas cadenas de la economía.

En Colombia, la ejecución de proyectos de infraestructura ha contribuido al aumento del bienestar. Durante el siglo XX, la inversión promedio representaba aproximadamente el 1% del Producto Interno Bruto (PIB), cifra que se ha incrementado a cerca del 1,5% del PIB en lo transcurrido de este siglo, permitiendo la construcción de más de 10.000 km de vías principales. Este progreso se atribuye en gran medida al avance institucional que ha replanteado los mecanismos tradicionales de financiación al involucrar el capital privado. Específicamente, las Alianzas Público-Privadas (APP) han sido fundamentales para fomentar la infraestructura al distribuir eficientemente los riesgos y alinear los incentivos entre el sector público y privado.

Benavides et al. (2023) cuantifican el impacto macroeconómico de la inversión en infraestructura en la economía. En primer lugar, calculan los efectos multiplicadores de las inversiones en infraestructura de transporte en la economía colombiana. Se encuentra que el

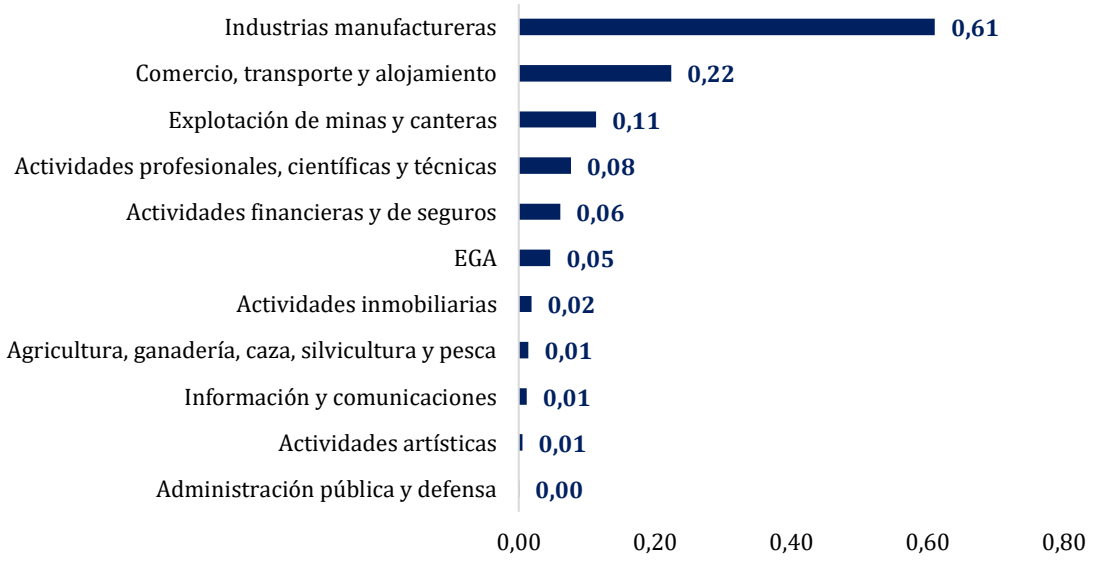
sector de la construcción se destaca con un multiplicador total de producto de 2,2 por cada peso invertido y un multiplicador de empleo de 20,7 por cada millón de pesos invertidos.

En segundo lugar, calculan los multiplicadores para los subsectores de infraestructura de transporte y servicios de transporte. Cada peso invertido en obras civiles se traduce en un aumento de 2,25 pesos en el PIB, 2,46 pesos en salarios y 4,90 pesos en impuestos. Esto se debe a que el sector de obras civiles es ampliamente requerido por otros sectores, mientras que el sector de servicios de transporte demanda una gran cantidad de insumos del resto de la economía y es esencial para la dinámica de otros sectores.

En tercer lugar, utilizando la metodología de Mejía y Delgado (2020) estiman el impacto en el crecimiento económico, la tasa de desempleo y la pobreza de los proyectos de infraestructura. Los resultados indican que el incremento esperado del 0,7% del PIB en la inversión en infraestructura durante los próximos 10 años generaría un aumento de 1 punto porcentual en la tasa de crecimiento económico, reduciría la tasa de desempleo en 0,8 puntos porcentuales y disminuiría la tasa de pobreza en 0,6 puntos porcentuales.

Finalmente, los autores encuentran que la falta de inversión en infraestructura vial tiene un impacto significativo en la economía. En un escenario optimista con la finalización de los proyectos 4G pero con retrasos en los proyectos 5G, se estima que el crecimiento a largo plazo será 0,4 puntos porcentuales por debajo del potencial. En un escenario pesimista que considera retrasos en ambos tipos de proyectos, se proyecta una disminución de 0,6 puntos porcentuales frente al crecimiento potencial.

Gráfico 6. Multiplicadores de la inversión en el sector de la construcción 2024-2034



Fuente: DANE. Cálculos Fedesarrollo.

En el escenario base, se considera la culminación de los proyectos 4G, que actualmente presentan un progreso de ejecución inferior al 30%, pero sin lograr avances significativos en la implementación de las obras 5G, alcanzando el nivel de inversión previo a la pandemia hasta el año 2033. En cambio, en el escenario optimista, además de la finalización de las obras 4G, se impulsan los proyectos 5G junto con los planes intermodales (valuados en $42 billones). Con estas acciones, se espera que la economía recupere los niveles prepandemia en el año 2027 o

incluso antes. Por otro lado, en un escenario pesimista que contempla retrasos en ambas generaciones de obras en los próximos años, se proyecta una disminución. Estos escenarios subrayan la importancia de la inversión en infraestructura vial para evitar pérdidas económicas significativas.

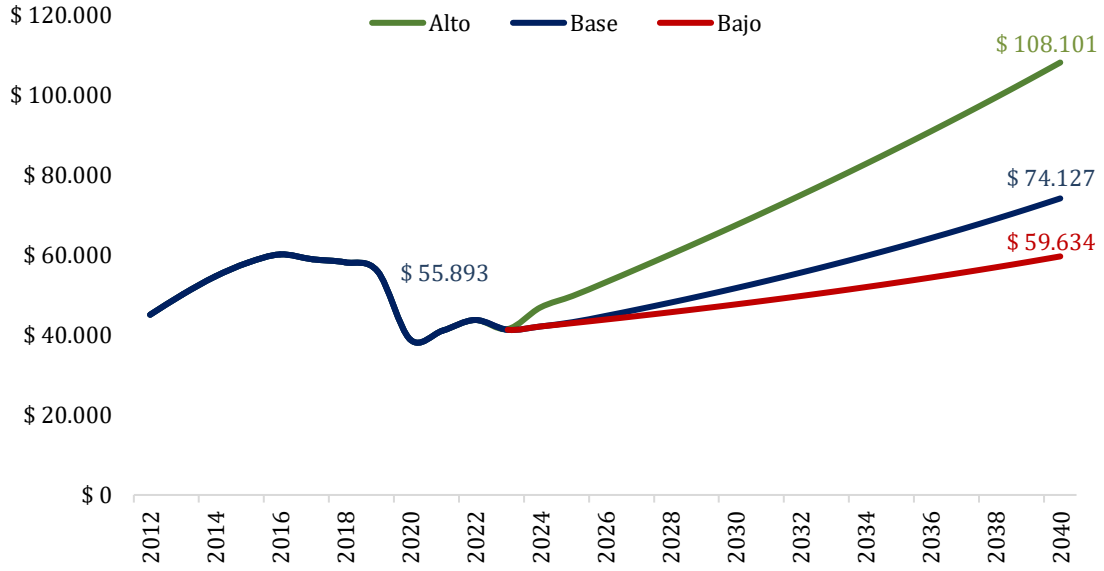
Tabla 5. Resumen de supuestos sobre el avance en ejecución de obras

Escenario	Inversión en obras 4G y 5G*	Año en el que se alcanza los niveles prepandemia
Expectativas altas	$42 billones (4G y 5G)	2027
Escenario base	$11,5 billones (4G)	2033
Expectativas bajas	No se ejecuta	2038

Fuente: Fedesarrollo.

Gráfico 7. Recuperación del sector constructor

(Miles de millones de pesos, 2015)



Fuente: Cálculos Fedesarrollo.

5.2.2 Proyecciones de crecimiento en el mediano plazo

En primer lugar, **el escenario base** contempla una transición energética gradual. La producción de petróleo comenzaría a contraerse a partir de 2027, presentando las mayores caídas anuales en 2031 (10,1%) y 2034 (12,6%), disminuyendo de 788 KBPD en 2024 a 525 KBPD en 2034. Simultáneamente, el PIB del sector minero presentaría las mayores caídas del 7,1% en 2031 y del 7,5% en 2034 como resultado de la contracción en la producción de petróleo.

En cuanto a la transformación productiva, la PTF se incrementaría en 2,2%, lo que requeriría una inversión aproximada de $895 miles de millones de pesos anuales. La reindustrialización del sector agrícola se vería reflejada en un mayor crecimiento del sector, con una variación anual del 2,9% en 2034 (vs. 1,0% en el escenario bajo).

Es fundamental resaltar que, en este escenario, la inversión en infraestructura rondaría los $11,5 billones de pesos, equivalente únicamente a la finalización de las obras de la iniciativa 4G. El sector constructor recuperaría sus niveles prepandemia en 2033. Bajo estas condiciones, en el escenario base, la economía convergería hacia un crecimiento del 2,9% a mediano plazo, situándose 0,2 puntos porcentuales por debajo del crecimiento potencial inicialmente contemplado por el CARF (3,1%).

Por otra parte, el **escenario bajo** considera una transición energética acelerada. La producción de petróleo experimentaría variaciones anuales negativas a partir de 2026, alcanzando las mayores caídas anuales en 2030 (-9,9%) y 2031 (-10,9%). En este escenario, la producción de petróleo disminuiría de 796 mil barriles por día (KBPD) en 2024 a 421 KBPD en 2034. Al mismo tiempo, el PIB del sector minero registraría las mayores caídas del 5,9% en 2027 y del 7,8% en 2031, dada la reducción acelerada en la producción de petróleo.

En cuanto a la transformación productiva, este escenario presupone no hay un aumento en la Productividad Total de los Factores (PTF) ni ejecución de las vías 4G ni 5G. Bajo estas condiciones, se proyecta que la economía convergería hacia un crecimiento del 2,6% a mediano plazo, situándose 0,5 pps por debajo del crecimiento potencial inicialmente contemplado por el CARF (3,1%) (Gráfico 8). El PIB agrícola presentaría un crecimiento de 1,0% (vs. 2,9% en el escenario base) y el sector constructor alcanzaría sus niveles prepandemia en 2038.

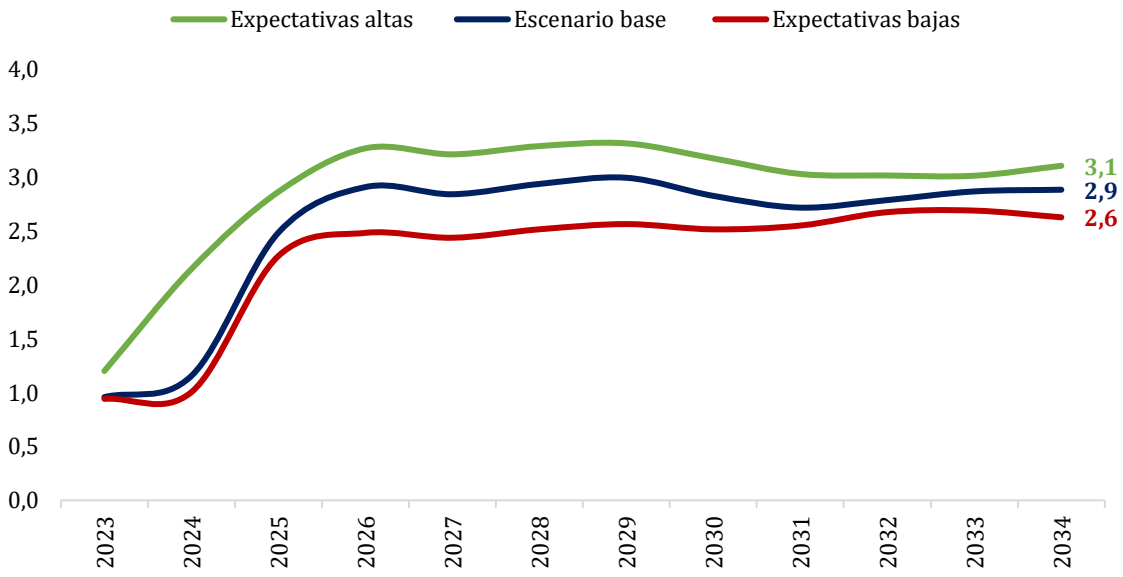
En el **escenario alto** se contempla una transición energética lenta. Por lo tanto, la producción de petróleo muestra variaciones anuales negativas a partir de 2031, alcanzando sus mayores descensos anuales en 2033 (7,6%) y 2034 (8,6%), cayendo de 788 mil barriles por día (KBPD) en 2024 a 656 KBPD en 2034. Por otra parte, se espera que el PIB del sector minero experimente las mayores contracciones, siendo del 5,4% en 2033 y 2034, como consecuencia de la reducción en la producción de petróleo (Gráfico 8).

En términos de transformación productiva, este escenario asume un aumento del 4,2% en la Productividad Total de los Factores (PTF), implicando una inversión anual aproximada de $1.274 miles de millones de pesos. La inversión al sector agrícola se traduciría en un mayor crecimiento del sector, con una variación anual del 3,3% en 2034 (vs. 2,9% en el escenario base).

Es esencial destacar que, en este escenario, la inversión en infraestructura rondaría los $42 billones de pesos, equivalente a la realización tanto de las obras 4G como 5G, convergiendo a los niveles previos a la pandemia en 2027. En este contexto, se proyecta que la economía converja hacia un crecimiento del 3,1% en el mediano plazo, ubicándose en el crecimiento potencial inicialmente contemplado por la Comité Autónomo de la Regla Fiscal (CARF) (Gráfico 8). Es importante mencionar que en el escenario alto la tasa de crecimiento del sector constructor para 2024 es de 13,0% (vs. 2,0% en el escenario base). Este aumento se da por un efecto estadístico bajo de comparación, y por ende la serie en niveles continúa mostrando un crecimiento positivo, pero más moderado en el largo plazo.

Gráfico 8. Crecimiento del PIB a 2034

(Variación anual, %)



Fuente: Cálculos Fedesarrollo.

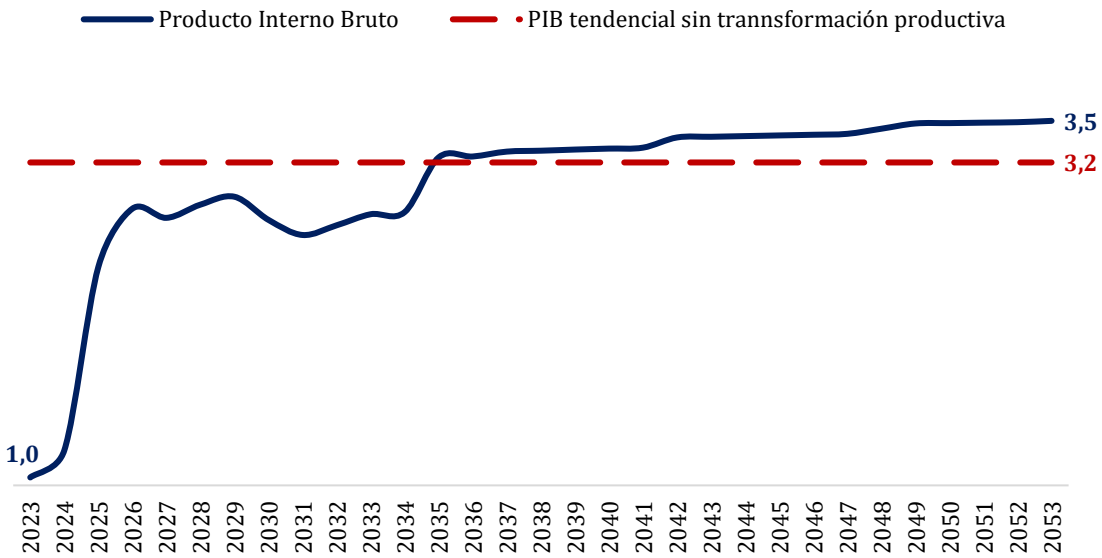
5.3 Proyecciones de crecimiento en el largo plazo

El producto potencial (o PIB potencial), hace referencia a la estimación de la cantidad máxima de bienes y servicios finales que una economía puede producir operando a su máxima capacidad, es decir, usando por completo, y de manera eficiente, los factores de producción que tiene disponibles (como capital, tierra y mano de obra). En principio, se refiere al nivel de producción con el cual no habría cierto recalentamiento de la economía que pudiera generar, por ejemplo, brotes inflacionarios por aumentos persistentes de la demanda (Banco de la República, 2022).

Por tanto, modificar el PIB potencial de un país como Colombia, implica implementar políticas y reformas que influyan en diversos aspectos de la economía para impulsar un crecimiento sostenido a largo plazo. Además, las estimaciones sugieren que, el canal a través del cual este tipo de inversión genera un efecto multiplicador en el PIB potencial es su impacto sobre la Productividad Total de los Factores (PTF). Es crucial entender que cambiar el PIB potencial es un proceso a largo plazo que requiere la implementación coherente y sostenida de políticas y reformas estructurales adaptadas a las características particulares del país.

En primer lugar, las proyecciones de crecimiento a largo plazo para el escenario base pueden llegar a modificar el PIB tendencial de Colombia. Aunque se asuma un costo significativo en el mediano plazo, el beneficio proyectado es notable, ya que se espera que la tasa de crecimiento tendencial alcance el 3,5% (Gráfico 9). A partir de 2035, la economía comienza a crecer a un ritmo superior al potencial, sugiriendo que los ajustes realizados durante la transición energética y de reindustrialización han generado resultados positivos, contribuyendo a una mayor expansión en la actividad económica.

Gráfico 9. PIB vs. PIB tendencial
(Variación anual, %)



Fuente: CARF y Fedesarrollo.

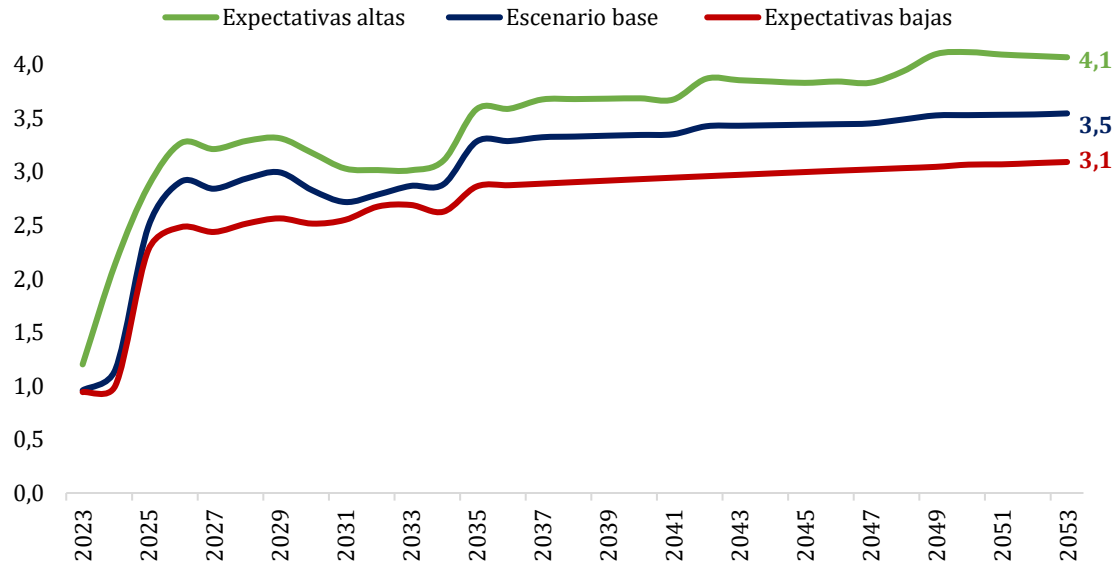
Es importante reconocer que otros factores, como la inversión en infraestructura y las políticas de diversificación económica, desempeñan un papel crucial en la determinación del crecimiento potencial como ya hemos destacado anteriormente. Conscientes de esta complejidad, se han modelado escenarios que contemplan expectativas tanto altas como bajas, tomando en consideración estos elementos adicionales. De esta manera, la inversión estratégica en infraestructura y las políticas de reindustrialización no solo pueden mitigar los efectos negativos de la disminución en el sector minero, sino que también tienen el potencial de impulsar la economía hacia niveles de crecimiento superiores a los proyectados inicialmente.

En la perspectiva de largo plazo, el **escenario base** mantiene los supuestos previamente mencionados, con la tasa de crecimiento convergiendo a un 3,5% tendencial, una cifra que se sostendrá entre 2053 y 2070. En contraste, el **escenario de expectativas altas** proyecta un crecimiento del 4,1% para la economía en 2034 como resultado de una consolidación de inversión en capital y sectores de alto valor agregado que requieran la sofisticación y especialización de la mano de obra en el país, superando así la capacidad proyectada en el escenario base. Por último, el **escenario de expectativas bajas** prevé un crecimiento a una tasa del 3,1% en el largo plazo, en el que persistirían los problemas estructurales que afectan al país, generando una baja productividad y una mayor vulnerabilidad a choques externos e internos.

Estas estimaciones cumplen con el producto 2 del plan de trabajo, que establece la elaboración de un documento explicativo sobre las proyecciones de crecimiento y la metodología empleada. Adicionalmente, se adjunta un archivo Excel que incluye los respaldos de las estimaciones, así como los soportes para el PIB agregado con una periodicidad trimestral para el período de 1994-2070.

Gráfico 10. Crecimiento del PIB a 2053

(Variación anual, %)



Fuente: Cálculos Fedesarrollo.

5.4 Proyecciones por el lado de la demanda

Para la realización de las estimaciones comprendidas en los ítems 6,7 y 8[2] del plan de trabajo las proyecciones de crecimiento económico provenientes de la demanda se basan en dos aspectos fundamentales.

En cada escenario, las exportaciones, importaciones y la formación de capital experimentarán variaciones según el impacto descrito anteriormente. Dado el proceso de transición energética en todos los casos, se esperan afectaciones en las exportaciones tradicionales, especialmente en el sector extractivo. En el escenario base, se prevé una contracción de hasta el 1,0% en 2033. Sin medidas de respaldo por parte del Gobierno nacional, esta contracción podría ampliarse a un 8,6% para el mismo año. En el escenario optimista, a pesar de la desaceleración, se anticipa que el crecimiento de las exportaciones se mantendría relativamente estable.

En términos de perspectivas, se anticipa que las exportaciones no tradicionales y de servicios ganarán mayor protagonismo, aumentando su participación del 50,9 % actual al 61,1 % en 2026 en los ingresos totales por exportaciones. La diversificación en la producción y exportación se complementará con una estrategia más eficiente para integrar la industria, la agricultura y los servicios en las cadenas globales de valor. En conjunto, el crecimiento en inversión, demanda,

[2] 6. Se realizarán las proyecciones de crecimiento por el lado de la demanda a modo de temporalidad trimestral y anual para los próximos 15 años en el escenario base (hasta 2038).
7. Se realizarán las estimaciones del crecimiento tendencial por el lado de la oferta y la demanda para los periodos de 2053-2070 y de 2039-2070, respectivamente.

exportaciones y la economía en general se espera que genere 1,7 millones de empleos, en su mayoría formales.

De manera similar, las importaciones estarán condicionadas por el proceso de transición energética y la reindustrialización, que requerirá un aumento en la importación de bienes de capital más complejos y costosos, impulsado por los cambios en la estructura productiva. Por lo tanto, el nivel de importaciones entre 2034 y 2053 dependerá del nivel de inversión de cada escenario, lo que a su vez, fomenta el crecimiento por la construcción de formación bruta de capital en el país. En este caso, las importaciones en el escenario base se mantendrían con un crecimiento promedio del 6,3%, en comparación con el 6,7% del escenario optimista. Desde 2053, los niveles se mantendrían relativamente estables.

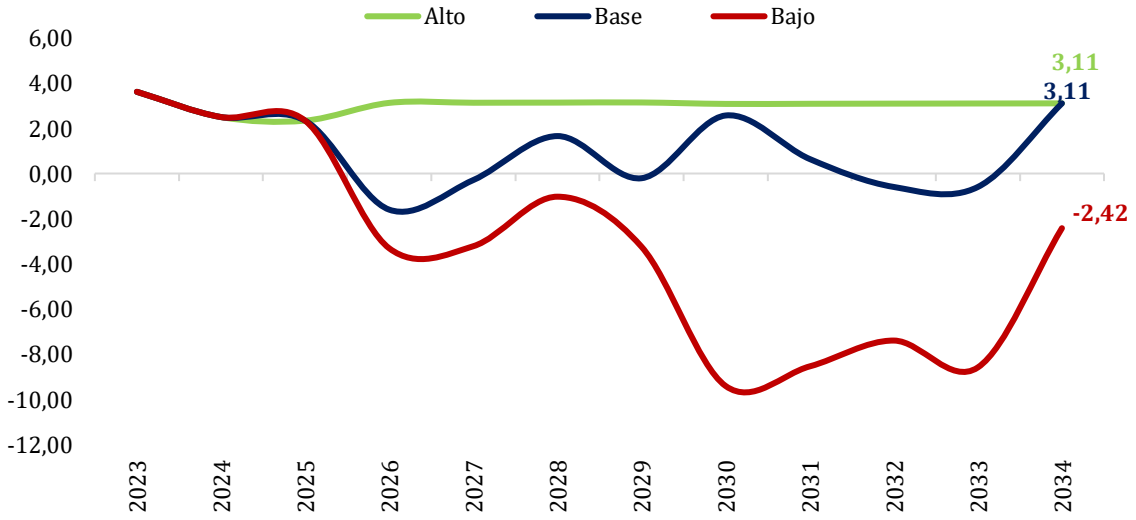
Asimismo, las exportaciones reales se proyectan para aumentar a una tasa promedio superior a las importaciones, teniendo en cuenta factores como la reactivación del comercio con Venezuela, el crecimiento económico de los socios comerciales y las menores necesidades de importación de alimentos, bienes de consumo y algunas materias primas.

En cuanto a la inversión pública, se estima que superará los promedios históricos y experimentará un significativo aumento. Este incremento se derivará de las inversiones financiadas por el presupuesto público, incluyendo el presupuesto general de la nación, regalías, recursos de entidades y recursos excedentes del Fondo Nacional de Pensiones de las Entidades Territoriales (FONPET). Asimismo, se espera un impulso en las inversiones de grandes empresas y en iniciativas relacionadas con la transformación productiva.

La política de reindustrialización se llevará a cabo de manera simultánea con la transformación energética, promoviendo nuevas actividades en los diferentes departamentos y estimulando el desarrollo, adopción y adaptación de tecnologías para la transición energética. En este contexto, se implementarán arreglos institucionales orientados a mejorar la colaboración entre los sectores público, privado y popular.

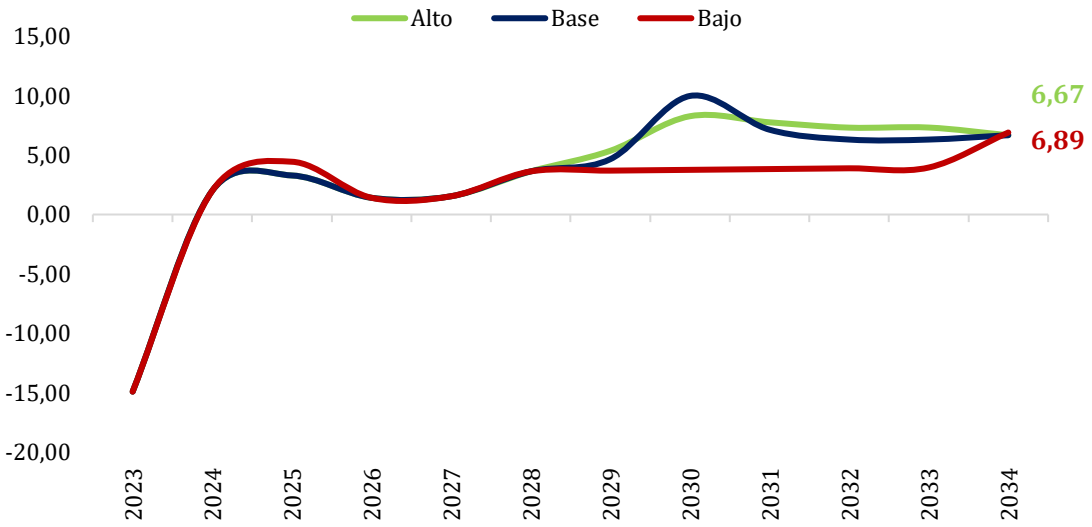
Gráfico 11. Exportaciones

(Variación anual, %)



Fuente: Cálculos Fedesarrollo.

Gráfico 12. Importaciones
(Variación anual, %)



Fuente: Cálculos Fedesarrollo.

6. Intensidad energética

En Colombia, una de las preocupaciones clave en el ámbito energético es el alto nivel de ineficiencia. Actualmente, el 67% del consumo energético se considera ineficiente, ya que solo el 31% de la energía total utilizada se traduce en energía útil, según lo indicado en el Plan Energético Nacional 2020-2050. Con el objetivo de abordar esta problemática, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) está implementando el Programa de Acción Integral para la Promoción de la Eficiencia Energética (PAI-PROURE). A través de este programa, se busca reducir el consumo de energía en un 10% entre 2022 y 2030 (1,688 PJ), con el propósito de mejorar la eficiencia energética en el país.

El ahorro energético estimado de 1,688 PJ para el periodo 2022-2030, se distribuye de la siguiente manera entre los sectores analizados: el sector residencial contribuye con un 3,11 pps, el transporte con un 4 pps, el sector industrial con un 1,52 pps, y el terciario con un 0,78 pps. Otros sectores modelados contribuyen en conjunto con un 0.62 pps, distribuido entre termoeléctrico (0,15 pps), producción y transporte de hidrocarburos (0,16 pps), minería (0,07 pps), adopción de métodos de construcción sostenible (0,23 pps), almacenamiento de energía eléctrica (0,01 pps) y distritos térmicos (0,002 pps).

Por lo tanto, en esta sección se realiza un análisis de intensidad energética para los sectores residencial, terciario, industrial, minero, constructor y de transporte, de este modo se podrá evaluar la eficiencia energética ante diferentes escenarios de crecimiento económico. La intensidad energética es una medida resultante de la relación entre el consumo de energía y el PIB. El indicador se interpreta como la cantidad de consumo energético final por la producción de una unidad de PIB (para efectos de los análisis la intensidad energética estará medida como KJ/COP).

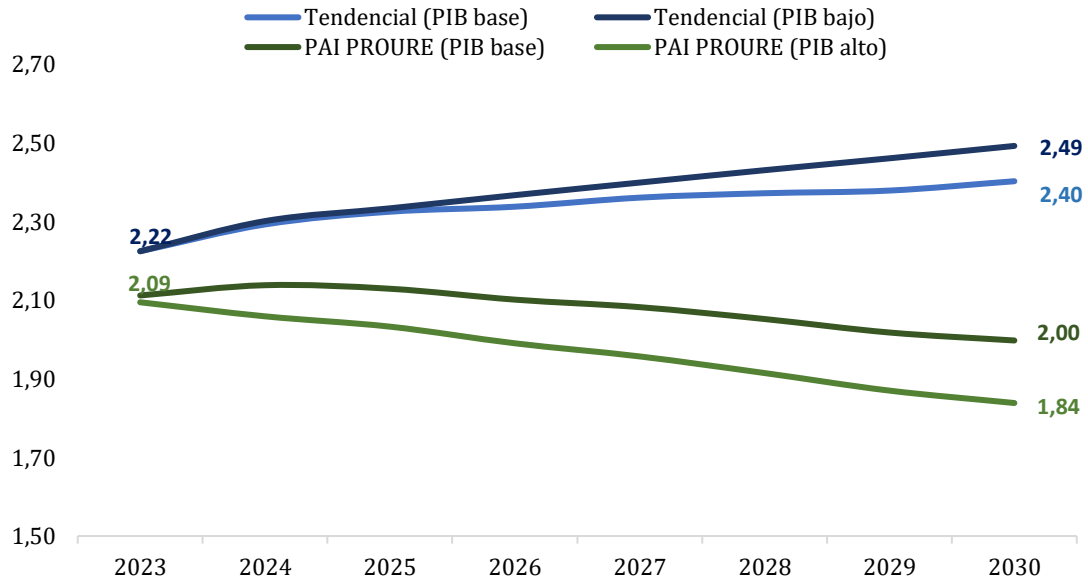
Para el análisis de intensidad energética se tomaron las proyecciones de PIB para los distintos escenarios presentados anteriormente y los consumos de energía estimados por la UPME, de este modo se da cumplimiento al producto 3. Es relevante destacar que la tasa de crecimiento anual del consumo de energía en el escenario de eficiencia energética es del 0,35%, en comparación con la tasa del 2,8% en el escenario tendencial.

Los análisis de sensibilidad para el consumo tendencial se estimaron tomando los escenarios de crecimiento base y bajo, conforme a lo acordado en las reuniones sostenidas previamente. Por otra parte, en el caso del consumo final de energía establecido por el PAI-PROURE se tomaron los escenarios de crecimiento base y alto.

6.1 Sector residencial

De acuerdo con lo estipulado en el PAI-PROURE, se plantea una reducción potencial del consumo energético en este sector de 523 PJ durante el periodo 2022-2030. Las principales estrategias para alcanzar esta meta incluyen la sustitución de leña en zonas rurales y la actualización de electrodomésticos, como estufas y neveras, por modelos comuna mayor eficiencia energética. En el escenario base, con un consumo de energía tendencial, la intensidad energética disminuye en un 6,8% entre 2023 y 2030. En contraste, siguiendo las metas establecidas en el PAI-PROURE, la reducción alcanzaría el 29,1%, disminuyendo de 0,24 a 0,17 KJ/COP.

Gráfico 13. Intensidad energética del sector residencial
(KJ/COP)



Fuente: UPME. Cálculos Fedesarrollo.
Nota: Se tomaron las estimaciones de PIB agregado.

Se proyecta que el crecimiento consumo de energía tendencial por parte del sector residencial aumente entre 1,4% y 1,7% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base, dónde la economía crece en promedio 2,6% para este mismo periodo, esto se traduce en una reducción de la intensidad energética de 6,8%. Sin embargo, en un escenario de menor crecimiento económico

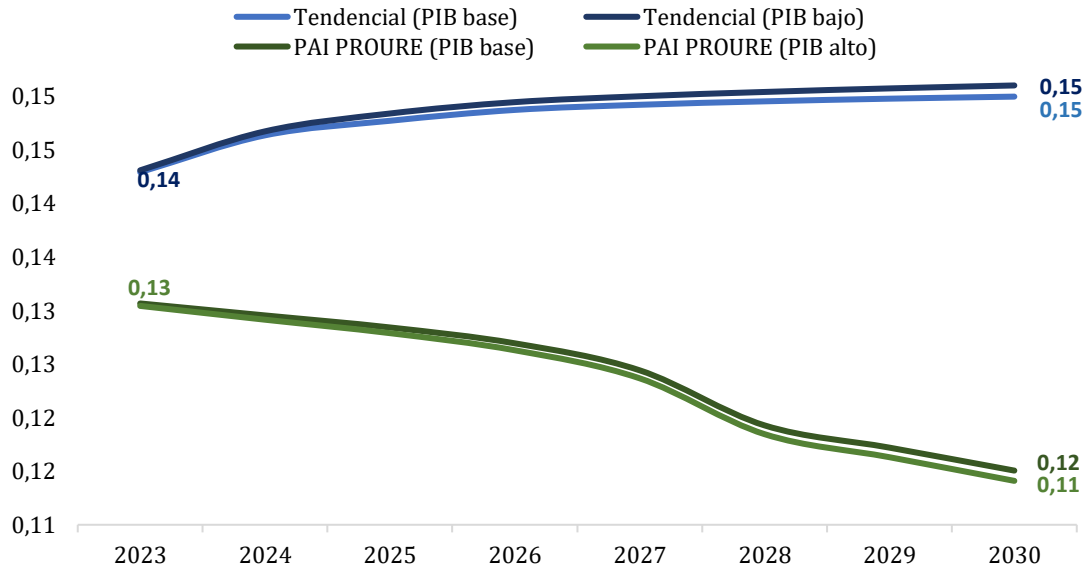
(2,3%) se estima que la intensidad energética se reduciría en 4,6% (pasando de 0,27 a 0,26 KJ/COP). Por lo tanto, un mayor crecimiento económico resulta en una menor intensidad energética manteniendo constante el consumo de energía proyectado.

Por otra parte, de acuerdo con las metas establecidas en el PAI-PROURE el consumo de energía por parte del sector residencial se reduce entre 1,5% y 3,8% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base la reducción de la intensidad energética es del 29,1%. Sin embargo, en un escenario de mayor crecimiento económico (3,0% anual) se estima que la intensidad energética se reduciría en 31,2% (pasando de 0,27 a 0,26 KJ/COP). De este modo, un mayor crecimiento económico junto con el cumplimiento de las metas establecidas en el PAI-PROURE resultaría en una mayor reducción de la intensidad energética en 2,1 pps.

6.2 Sector terciario

En cuanto al sector terciario el PAI-PROURE establece que la menta en la reducción del consumo energético es de 131 PJ para el periodo de 2022-2030. Esta reducción estaría explicada principalmente por cambios en la iluminación LED, la implementación de medición inteligente AMI y el recambio de aire acondicionado. En el escenario base, con un consumo de energía tendencial, la intensidad energética aumenta en un 4,9% entre 2023 y 2030. En contraste, siguiendo las metas establecidas en el PAI-PROURE, se generaría una reducción del 11,9% en el consumo final de energía, pasando de 0,13 a 0,12 KJ/COP[3].

Gráfico 14. Intensidad energética del sector terciario
(KJ/COP)



Fuente: UPME. Cálculos Fedesarrollo.
Nota: Se tomaron las estimaciones de PIB terciario excluyendo transporte.

Se proyecta que el crecimiento consumo de energía tendencial por parte del sector terciario aumente entre 3,7% y 4,0% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base, dónde el sector crece

[3] El PIB del sector terciario no incluye transporte.

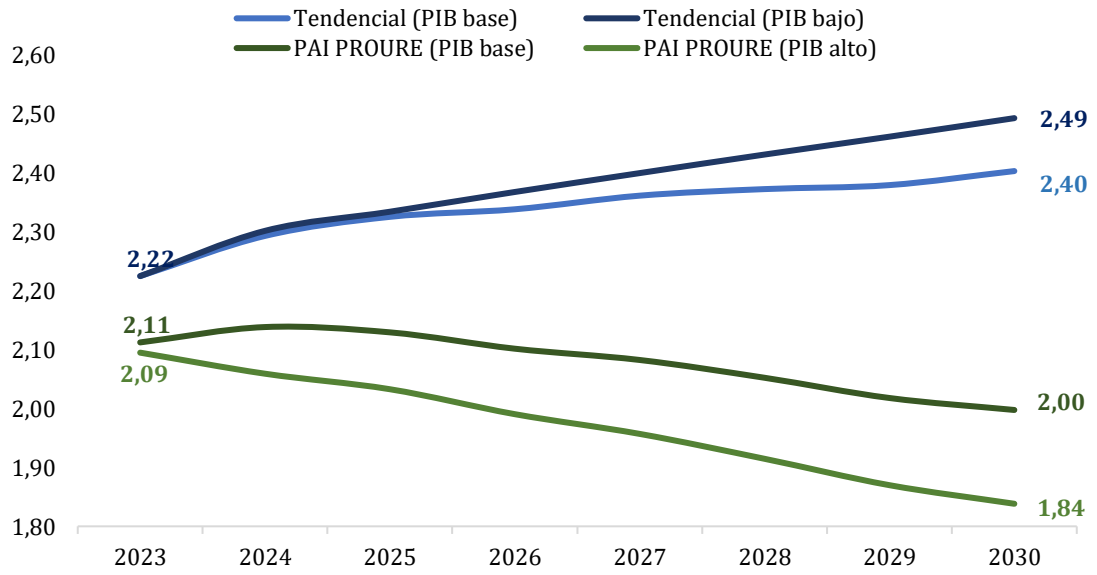
en promedio 3,1% para este mismo periodo, se prevé un aumento de la intensidad energética de 4,9%. Asimismo, en un escenario donde el sector terciario registra un crecimiento promedio del 3,0% se estima que la intensidad energética aumentaría en 5,5% (pasando de 0,14 a 0,15 KJ/COP). El incremento de la intensidad energética en ambos escenarios de crecimiento se da porque el consumo final de energía crece a un mayor ritmo que el PIB del sector terciario.

Por el contrario, de acuerdo con las metas establecidas en el PAI-PROURE el crecimiento del consumo de energía por parte del sector terciario oscila entre -0,8% y 2,1% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base la intensidad energética se reduciría en 11,9%. Sin embargo, en un escenario de mayor crecimiento (3,2% promedio anual) se estima que la intensidad energética se reduzca en 12,5% (pasando de 0,13 a 0,12 KJ/COP). De este modo, el crecimiento del consumo final de energía se ubicaría por debajo del crecimiento del sector, generando una tendencia negativa en la intensidad energética.

6.3 Sector industrial

El PAI-PROURE establece que la menta en la reducción del consumo energético por parte del sector industrial es de 256 PJ para el periodo de 2022-2030. Esta reducción estaría explicada principalmente por el uso de calor indirecto, el calor directo y las medidas SGE. En el escenario base, con un consumo de energía tendencial, la intensidad energética aumenta en un 8,0% entre 2023 y 2030. En contraste, siguiendo las metas establecidas en el PAI-PROURE, se generaría una reducción del 5,4% en el consumo final de energía, pasando de 2,1 a 2,0 KJ/COP.

Gráfico 15. Intensidad energética del sector industrial
(KJ/COP)



Fuente: UPME. Cálculos Fedesarrollo.
Nota: Se tomaron las estimaciones de PIB industrial.

Se estima que el crecimiento consumo de energía tendencial por parte del sector industrial aumente cerca del 2,6% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base, dónde el sector crece en promedio 1,4% para este mismo periodo, se prevé un aumento de la intensidad energética de

8,0%. Asimismo, en un escenario donde el sector industrial registra un crecimiento promedio del 0,9% se estima que la intensidad energética aumentaría en 12,0% (pasando de 2,2 a 2,5 KJ/COP). El incremento de la intensidad energética en ambos escenarios de crecimiento se da porque el consumo final de energía crece a un mayor ritmo que el PIB del sector industrial.

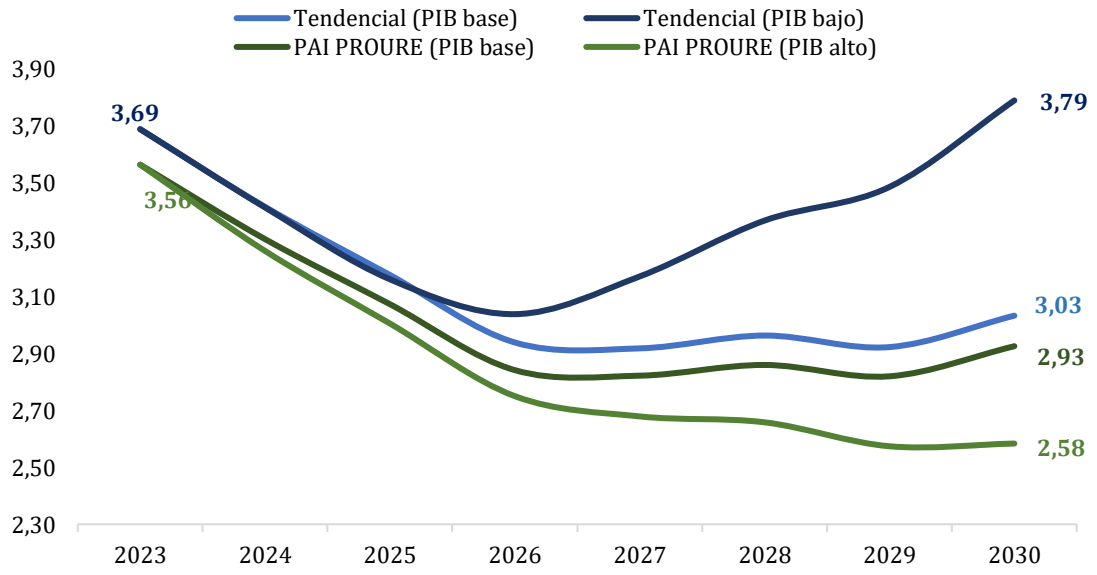
Por el contrario, de acuerdo con las metas establecidas en el PAI-PROURE el consumo de energía por parte del sector industrial presenta variaciones anuales entre 0,5% y 0,8% para el periodo de 2023 a 2030. En el escenario base la intensidad energética se reduciría en 5,4%. Sin embargo, en un escenario de mayor crecimiento del sector (2,5% promedio anual) se estima que la intensidad energética se reduzca en 12,2% (pasando de 2,1 a 1,8 KJ/COP). De este modo, en ambos escenarios el crecimiento del consumo final de energía se ubicaría por debajo del crecimiento industrial, generando una tendencia negativa en la intensidad energética.

6.4 Sector minero e hidrocarburos

El PAI-PROURE establece que la menta en la reducción del consumo energético por parte del sector minero y de hidrocarburos es de 11 PJ y 27 PJ para el periodo de 2022-2030, respectivamente. Esta reducción estaría explicada principalmente por el cambio tecnológico en la minería, así como la adopción de buenas prácticas y la recuperación de gas para el sector de hidrocarburos. En el escenario base, con un consumo de energía tendencial, la intensidad energética disminuye en un 17,8% entre 2023 y 2030. En contraste, siguiendo las metas establecidas en el PAI-PROURE, se generaría una reducción del 17,9% en el consumo final de energía, pasando de 3,6 a 2,9 KJ/COP.

Gráfico 16. **Intensidad energética del sector minero e hidrocarburos**

(KJ/COP)



Fuente: UPME. Cálculos Fedesarrollo.
Nota: Se tomaron las estimaciones de PIB minero.

Se prevé que el crecimiento consumo de energía tendencial por parte del sector minero disminuya cerca del 2,6% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base, dónde el sector crece

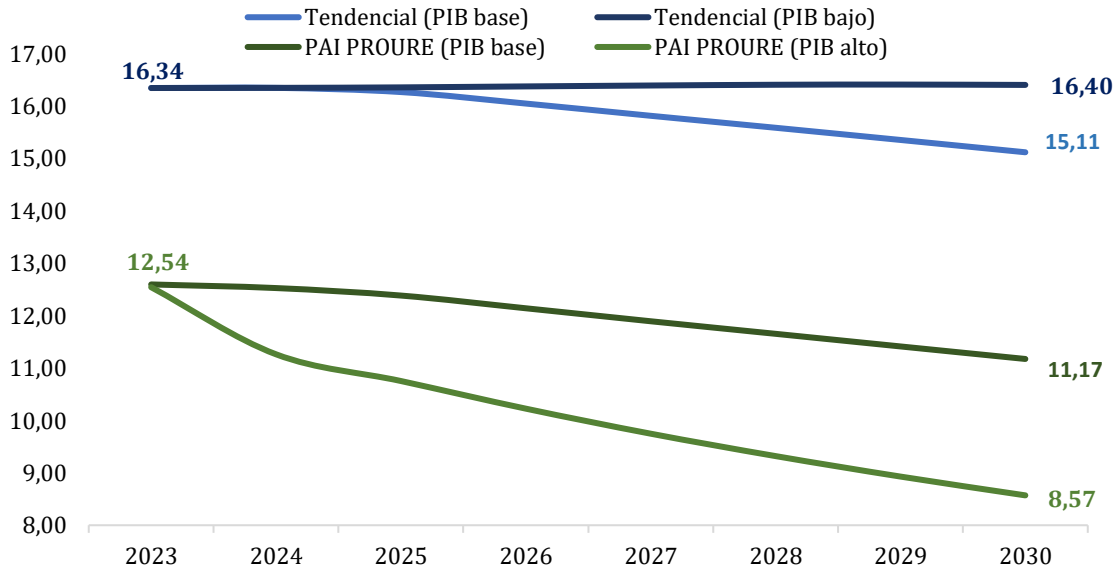
en promedio 0,2% para este mismo periodo, se prevé una caída de la intensidad energética de 17,8%. Asimismo, en un escenario donde el sector minero registra una caída promedio del 2,9% se estima que la intensidad energética aumentaría en 2,7% (pasando de 3,7 a 3,8 KJ/COP). El incremento de la intensidad energética en el escenario de crecimiento bajo se da porque la contracción del sector minero es mayor a la caída proyectada en el consumo final de energía.

Por el contrario, de acuerdo con las metas establecidas en el PAI-PROURE la variación en el consumo de energía por parte del sector minero fluctúa entre 0,7% y -5,2% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base la intensidad energética se reduciría en 17,9%. Sin embargo, en un escenario de mayor crecimiento del sector (2,0% promedio anual) se estima que la intensidad energética se reduzca en 27,5% (pasando de 2,1 a 1,8 KJ/COP). De este modo, en ambos escenarios se alcanzaría una mayor eficiencia energética.

6.5 Sector constructor

De acuerdo con lo estipulado en el PAI-PROURE, se plantea una reducción potencial del consumo energético en este sector de 38 PJ durante el periodo 2022-2030. En el escenario base, con un consumo de energía tendencial, la intensidad energética disminuye en un 7,5% entre 2023 y 2030. En contraste, siguiendo las metas establecidas en el PAI-PROURE, la reducción alcanzaría el 11,3%, disminuyendo de 12,6 a 11,2 KJ/COP.

Gráfico 17. Intensidad energética del sector constructor
(KJ/COP)



Fuente: UPME. Cálculos Fedesarrollo.
Nota: Se tomaron las estimaciones de PIB de construcción de edificaciones.

Se proyecta que el crecimiento consumo de energía tendencial por parte del sector constructor aumente entre 2,0% y 2,2% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base, dónde el sector crece en promedio 3,3% para este mismo periodo, esto se traduce en una reducción de la intensidad energética de 7,5%. Sin embargo, en un escenario de menor crecimiento (2,1%) se estima que la intensidad energética aumentaría en 0,4% (pasando de 16,3 a 16,4 KJ/COP); en este caso la

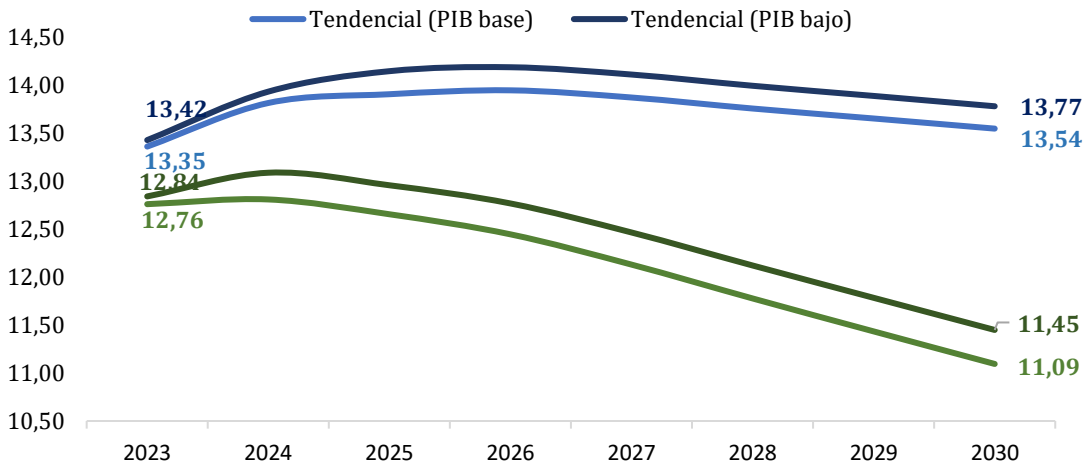
eficiencia energética disminuye pues la tasa de crecimiento del consumo energético proyectado es superior a las expectativas de crecimiento para el sector. Por lo tanto, un mayor crecimiento de la construcción resulta en una menor intensidad energética manteniendo constante el consumo de energía proyectado.

Por otra parte, de acuerdo con las metas establecidas en el PAI-PROURE el consumo de energía por parte del sector constructor aumenta entre 1,4% y 1,6% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base la reducción de la intensidad energética es del 11,3%. Sin embargo, en un escenario de mayor crecimiento de la construcción (7,2% anual) se estima que la intensidad energética se reduciría en 31,7% (pasando de 12,5 a 8,6 KJ/COP). De este modo, un mayor crecimiento económico junto con el cumplimiento de las metas establecidas en el PAI-PROURE resultaría en una mayor reducción de la intensidad energética en 20,4 pps.

6.6 Sector transporte

En cuanto al sector transporte, el PAI-PROURE plantea una reducción potencial del consumo energético en este sector de 673 PJ durante el periodo 2022-2030. Las principales estrategias para alcanzar esa meta es la electrificación de los vehículos, mejoras tecnológicas en los vehículos de carga y el transporte férreo. En el escenario base, con un consumo de energía tendencial, la intensidad energética aumenta en un 1,4% entre 2023 y 2030. En contraste, siguiendo las metas establecidas en el PAI-PROURE, se alcanzaría una reducción del 10,8%, disminuyendo de 12,8 a 11,4 KJ/COP.

Gráfico 18. Intensidad energética del sector transporte
(KJ/COP)



Fuente: UPME. Cálculos Fedesarrollo.
Nota: Se tomaron las estimaciones de PIB de construcción de edificaciones.

Se proyecta que el crecimiento consumo de energía tendencial por parte del sector de transporte aumente entre 2,8% y 3,1% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base, dónde el sector crece en promedio 2,7% para este mismo periodo, el aumento en la intensidad energética es de 1,4%. Sin embargo, en un escenario de menor crecimiento (2,5%) se estima que la intensidad energética aumentaría en 2,6% (pasando de 13,4 a 13,8 KJ/COP). De este modo, un

mayor crecimiento del sector transporte resulta en una menor intensidad energética manteniendo constante el consumo de energía proyectado. Sin embargo, es importante destacar que, en ambos escenarios, tanto bajo como base, la intensidad energética esta aumentando.

En contraste, de acuerdo con las metas establecidas en el PAI-PROURE el consumo de energía por parte del sector de transporte aumenta entre 0,6% y 1,6% anual entre 2023 y 2030. En el escenario base la reducción de la intensidad energética es del 10,8%. Sin embargo, en un escenario de mayor crecimiento del transporte (3,1% anual) se estima que la intensidad energética se reduciría en 13,0% (pasando de 12,8 a 11,1 KJ/COP). De este modo, un mayor crecimiento económico junto con el cumplimiento de las metas establecidas en el PAI-PROURE resultaría en una mayor reducción de la intensidad energética en 2,2 pps.

7. Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se evidencia que la velocidad de la transición energética, la inversión en infraestructura y la política de reindustrialización desempeñan un papel fundamental en el crecimiento económico y la intensidad energética. Aunque los escenarios propuestos difieren en el corto plazo, estas divergencias se amplían aún más en el largo plazo.

En el escenario base, la economía alcanza un crecimiento tendencial del 3,5%, respaldado por una política de reindustrialización moderada y la ejecución de las obras 4G. Este crecimiento es superado en 0,6 puntos porcentuales cuando la productividad total de factores aumenta en un 4,4%, y se ejecutan los recursos para las obras 4G y 5G. En contraste, una transición energética acelerada sin inversión adicional en reindustrialización ni infraestructura resulta en una tasa de crecimiento del 3,1% a largo plazo.

Es importante destacar que una transición energética acelerada genera un crecimiento del 2,7% en la intensidad energética, mientras que el escenario base proyecta una caída significativa del 17.8%. Por lo tanto, la necesidad de una transición energética responsable se vuelve evidente para evitar perjudicar tanto el crecimiento económico como la eficiencia energética.

Este principio se aplica también al sector constructor. Manteniendo el mismo consumo tendencial de energía, se observa que a medida que se prolonga la recuperación del sector, aumenta la intensidad energética en 1,3 pps. Asimismo, si no se siguen las metas establecidas en el PAI-PROURE el sector industrial continuará mostrando una tendencia al alza en términos de intensidad energética. Por lo tanto, que se cumplan o no las metas establecidas dependerá de cómo se dé una reindustrialización responsable en los diferentes sectores de la economía.

El aspecto fundamental para lograr mejoras en la eficiencia energética radica en la implementación efectiva de estrategias que impulsen el crecimiento de los sectores por encima del consumo de energía final necesario para su expansión. En todos los casos, se observa que las metas de consumo de energía establecidas en el PAI-PROURE conducen a una menor intensidad energética, especialmente en los sectores residencial, industrial, de transporte y terciario.

Referencias

ANIF. (2016). *Informe de infraestructura y mercados de capitales.*

ASCHAUER, D. (1989). *Is public expenditure productive?* Journal of Monetary Economic, 23, 177 – 200.

ASOBANCARIA. (2015). *¿Cómo van las 4G?* Semana Económica, 1021.

BECERRA, A., FORERO, D., PINCHAO, A., & SALAZAR, N. (2017). *Impacto del retraso de la ejecución del programa de concesiones 4G en el crecimiento económico.* Bogotá: Fedesarrollo.

BENAVIDES, J., PABÓN C. & GONZÁLEZ, A (2023). El aporte de las concesiones mediante APP en infraestructura de transporte al crecimiento y el bienestar de Colombia. *Fedesarrollo*.

CÁRDENAS, M., ESCOBAR, A., & GUTIERREZ, C. (1995). *La Contribución de la Infraestructura a la Actividad Económica en Colombia 1950 – 1994.* Revista Ensayos sobre Política, 28, 139 – 187.

DNP. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026.* Bogotá.

FEDESARROLLO. (Octubre 31, 2022). *La reforma tributaria pone en riesgo la inversión en el sector minero energético, afectando el crecimiento, el empleo y los recursos de regalías de las regiones.* Bogotá: Fedesarrollo.

FEDESARROLLO. (Octubre 31, 2022). *Efectos económicos del impacto de la reforma tributaria sobre el sector minero energético.* Bogotá: Fedesarrollo.

MARTÍNEZ, A. (28 de septiembre de 2022). *Impacto macroeconómico del sector petrolero. Presentación ENERCOL*. Bogotá: Fedesarrollo.

MEJÍA, L. F., & DELGADO, M. E. (2020). *Impacto macroeconómico y social de la inversión en infraestructura en Colombia, 2021-2030.* Fedesarrollo, 24p.

MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. (2023). *Marco Fiscal de Mediano Plazo*.

RAMÍREZ, J., & VILLAR, L. (2015). *Macroeconomía de las concesiones de cuarta generación*. Bogotá: Fedesarrollo.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. (2022). *Plan de acción indicativo del programa de uso racional de energía*.

Anexo 1

Modelo de Equilibrio General Computable (ECoFede 2023)

El Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) de Fedesarrollo recoge información de la cuenta de bienes y servicios a través de la Matriz de Contabilidad Social (Social Accounting Matrix, SAM), la cual recoge información respecto a la tecnología de producción de cada bien en términos del consumo de otros bienes como insumos intermedios.

El MEGC busca solucionar un sistema de ecuaciones para igualar la oferta y demanda agregada de bienes, servicios y factores productivos en diferentes mercados de forma simultánea. Se modela el comportamiento de los diferentes agentes de la economía (hogares, firmas, gobierno y resto del mundo) utilizando como supuesto la racionalidad económica de los agentes, los cuales optimizan su utilidad sujetos a restricciones tecnológicas y presupuestales. Se estructura de en 3 grandes partes: i) Estructura de producción, ii) Estructura de la demanda agregada y iii) Cierre macroeconómico.

Estructura de producción: en el MEGC la producción se modela igual para todos los sectores económicos, a partir de una función anidada que combina factores de producción a lo largo de distintos nieles a través de funciones CES (Elasticidad de Sustitución Constante). La función de maximización de los agentes se define de la siguiente forma:

$$\min V = \left[\sum_i a_i \, (\lambda_i X_i)^{\rho}\right]^{1/\rho}$$

En donde a_i es la importancia relativa de cada factor de producción, λ_i es un parámetro tecnológico, X_i es el factor de producción, y ρ se relaciona con la elasticidad de sustitución. De esta forma, $\rho = 1$ (lineal); ρ=-∞ (proporciones fijas); ρ=0 (Cobb-Douglas).

Estructura de la demanda agregada: en el MEGC la demanda se divide en dos grandes partes, la demanda de los hogares y la del resto de los agentes. Los hogares determinan primero la proporción de su ingreso destinado al ahorro y el consumo por medio de una propensión a ahorra constante. Para esto, se utiliza una función lineal de gasto (LES), con la cual se cubre primero el consumo de subsistencia θ, y el gasto discrecional lo distribuyen entre los bienes a partir de los μ, parámetros de propensión marginal a consumir calibrados desde la SAM:

$$XA_{k,h} = Pop_h \theta_{k,h} + \frac{\mu_{k,h}}{PAc_{k,h}}\left(\left(1 - s_h^h\right) YD_h - \sum_{k'} PAc_{k',h} Pop_h \theta_{k',h}\right)$$

Luego, la demanda de cada bien se distribuye entre productos domésticos e importados, y los productos importados se distribuyen entre productos de cada país.

Para la demanda de los demás agentes de la economía (gobierno, inversión de las firmas y resto del mundo), se toma la misa forma funcional CES, en donde el gasto total de cada agente se distribuye entre cada producto, con una participación que depende de cada producto (P/P_i):

$$XA_{k,h} = \alpha_{k,f}^{f} \left(\frac{PF_f}{PA_{k,f}} \right)^{\sigma_f^f} XF_f$$

Cierre macroeconómico: En este módulo se determinan los elementos que tiene que ser introducidos exógenamente al modelo de tal forma que el sistema de ecuaciones tenga solución. En esencia, se procura garantizar que se cumpla la identidad macroeconómica fundamental en la cuenta de capitales del modelo:

$$I = \left(Y^d - C\right) + (T - G) + (M - X)$$

En donde I corresponde a la inversión, $\left(Y^d - C\right)$ es el ahorro privado, $(T - G)$ representa el ahorro público, y $(M - X)$ es el ahorro externo.

Como se mencionó al principio, la MEGC utiliza como insumo de información principal la SAM, misma que se divide en dos grandes cuentas, la de factores de producción (capital y trabajo) y la de impuestos e instituciones, las cuales recogen información para 10 sectores de la economía. En la tabla A1, A2 y A3 se muestra los sectores y las agregaciones que se incluyen para la construcción de la SAM, los componentes de la cuenta de factores de producción y los componentes de la cuenta de impuestos e instituciones.

Tabla A1. Cuenta de bienes y servicios de la SAM

Sector	Agregación
Agropecuario	Café, otros productos agrícolas, ganadería, silvicultura, pesca
Minería	Minería
Industria alimenticia	Alimentos procesados
Otras industrias	Aceites y grasas, productos lácteos, molinería, trilla de café, azúcar procesada, cacao procesado, productos alimenticios no clasificado previamente, bebidas, recursos naturales no procesados, industrias basadas en mano de obra no calificada, industrias basadas en capital y alta tecnología
Servicios públicos	Servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente; agua; gas domiciliario y energía eléctrica
Edificaciones	Trabajos de construcción, construcción y reparación de edificaciones y servicios de arrendamiento de equipo con operario
Obras civiles	Trabajos de construcción, construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario
Servicios privados	Comercio, servicios de reparación de automotores, de artículos personales y domésticos, servicios de alojamiento, suministro de comidas y bebidas, servicios de transporte terrestre, servicios de transporte por vía acuáticas, servicios de transporte por vía aérea, servicios complementarios y auxiliares al transporte, servicios de correos y telecomunicaciones, servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos, Servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda, servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios

Transporte	Equipo de transporte
Servicios sociales	Administración pública y defensa; dirección, administración y control del sistema de seguridad social, Servicios de enseñanza de mercado y no mercado, servicios sociales y de salud de mercado y no mercado, servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente, servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de mercado y no mercado, servicios domésticos.

Tabla A2. Cuenta de factores de producción de la SAM

Cuenta	Definición
Rural asalariado	El trabajo asalariado es un trabajo remunerado, por salario o sueldo en efectivo o a destajo, con comisión, propina o pago en especie (comida, alojamiento o mercaderías recibidas en lugar de salario en efectivo); son asalariados los empleados y obreros (DANE 2003) Los trabajadores calificados se definieron como aquellos con 12 años de educación o más. El trabajo independiente se definió como aquel que se hace por cuenta propia. La categoría urbana corresponde a las cabeceras municipales y la rural a los centros poblados, diferentes a cabeceras municipales, y la población rural dispersa.
Urbano asalariado educado	
Urbano asalariado no educado	
Rural independiente	
Urbano independiente	
Excedente bruto de explotación	Constituye el valor que las unidades de producción obtienen como retribución a su actividad corriente de producción, previa la deducción de cualquier gasto por concepto de intereses, renta de la tierra u otras rentas de la propiedad a pagar (DANE, 2018)

Tabla A3. Cuenta de impuestos e instituciones de la SAM

Cuenta	Definición
Impuestos indirectos	Es una cuenta intermedia a la que las actividades pagan los impuestos indirectos, para luego transferirlos al gobierno. Los impuestos directos fueron agregados dentro de las transferencias interinstitucionales de hogares y firmas al gobierno.
Aranceles	
Márgenes	
Hogares	Representa los ingresos y gastos de los hogares del modelo. Reciben lo correspondiente a la remuneración a los factores por parte de las actividades (los hogares son dueños del trabajo y el capital del modelo), transferencias de firmas, gobierno y resto del mundo, y las prestaciones pensionales de la institución de Seguridad Social. Pagan el consumo de bienes finales a las actividades, y las transferencias a los demás sectores institucionales.
Firmas	Registra el comportamiento de las empresas en la economía, recibiendo el excedente bruto de explotación y transferencias interinstitucionales
Gobierno	Recibe el recaudo de impuestos y parte del excedente bruto de explotación, y luego reparte sus ingresos a través de transferencias interinstitucionales
Resto del mundo	Presenta por filas los ingresos compuestos por las importaciones de bienes y servicios, la remuneración de los asalariados y renta de propiedad y otras operaciones secundarias de distribución del ingreso. Por columnas se registran los gastos del resto del mundo, entre las que se encuentran las exportaciones, la remuneración de los asalariados residentes en el exterior y los pagos por renta de propiedad y distribución secundaria del ingreso.
Cuenta de capitales	Se encarga de cerrar todo el flujo de ingresos, por filas se registra el ahorro a nivel agregado, tanto de las instituciones, como el ahorro externo. Por columna se registra la formación bruta de capital en intersección con la cuenta de bienes y servicios. El MEGF se encuentra en la capacidad de diferenciar la inversión privada de la pública, por lo que estas dos cuentas se encuentran diferenciadas dentro de la SAM.



Fedesarrollo
Calle 78 # 9 - 91, Bogotá, Colombia.
Teléfono: (601) 3259777
@Fedesarrollo