



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,  
Volumen 10, Número 1.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1)

# **RELACIÓN DE INDICADORES DE CRECIMIENTO NACIONAL Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN MÉXICO: PROYECCIÓN HACIA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

**RELATIONSHIP OF NATIONAL GROWTH INDICATORS AND CO<sub>2</sub>  
EMISSIONS IN MEXICO: PROJECTION TOWARDS THE ENERGY  
TRANSITION**

**Brenda Krystel Chacón Alonso**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

**David Reyes González**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

**David Arroyo Acosta**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

**Guadalupe Rodríguez Martínez**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

**Ana Lilia Sosa y Durán**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

## Relación de Indicadores de Crecimiento Nacional y Emisiones de CO<sub>2</sub> en México: Proyección hacia la Transición Energética

**Brenda Krystel Chacón Alonso<sup>1</sup>**

[252T0012@itsm.edu.mx](mailto:252T0012@itsm.edu.mx)

<https://orcid.org/0009-0004-9737-6959>

Tecnológico Nacional de México/Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla.  
México

**David Reyes González**

[dreyesg@itsm.edu.mx](mailto:dreyesg@itsm.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-6400-5984>

Tecnológico Nacional de México/Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla.  
México

**David Arroyo Acosta**

[darroyoa@itsm.edu.mx](mailto:darroyoa@itsm.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-6308-6452>

Tecnológico Nacional de México/Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla.  
México

**Guadalupe Rodríguez Martínez**

[grodriguezgm@itsm.edu.mx](mailto:grodriguezgm@itsm.edu.mx)

<https://orcid.org/0009-0007-1984-5555>

Tecnológico Nacional de México/Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla.  
México

**Ana Lilia Sosa y Durán**

[analiliasosa@itsm.edu.mx](mailto:analiliasosa@itsm.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-9368-4370>

Tecnológico Nacional de México/Instituto  
Tecnológico Superior de Misantla.  
México

### RESUMEN

Este trabajo analiza la relación entre los indicadores de desarrollo nacional de México, Producto Interno Bruto (PIB), Índice de Desarrollo Humano (IDH) e inversión en infraestructura, y sus emisiones de CO<sub>2</sub> entre 1996 y 2023, y confirma un fuerte acoplamiento histórico: el crecimiento económico y social ha estado ligado al aumento de las emisiones, sin evidencia de desacoplamiento natural. Se proyectan tres escenarios hacia 2035. El escenario inercial, basado en tendencias lineales, muestra un crecimiento continuo del PIB y el IDH, pero con un aumento paralelo y sostenido de emisiones de CO<sub>2</sub>; este panorama es incompatible con los objetivos del Acuerdo de París y refleja un cumplimiento mínimo de los compromisos climáticos. El escenario eficiente, modelado con ARIMA, suaviza las tendencias, pero mantiene la correlación positiva entre desarrollo y emisiones, sugiriendo que las políticas actuales de eficiencia y transición son insuficientes para una verdadera descarbonización. Finalmente, el escenario alineado demuestra que es posible romper este vínculo mediante la implementación decidida de políticas de desacople; supone una reducción anual de la intensidad de carbono, un incremento de la inversión en infraestructura verde y la priorización de una transición energética justa; en este escenario, el PIB mantiene un crecimiento positivo, aunque algo moderado, el IDH mejora y, crucialmente, las emisiones alcanzan un pico antes de 2030 para luego descender de manera sostenida, evidenciando que solo un cambio estructural, que reoriente la inversión y las políticas públicas hacia la sostenibilidad, permitirá a México conciliar su desarrollo con la gestión responsable de sus bienes nacionales y el cumplimiento de sus obligaciones climáticas internacionales.

**Palabras clave:** desarrollo nacional, transición energética, indicadores de desarrollo, políticas de desacople

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [252T0012@itsm.edu.mx](mailto:252T0012@itsm.edu.mx)

# Relationship of national growth indicators and CO<sub>2</sub> emissions in Mexico: Projection towards the energy transition

## ABSTRACT

This work analyzes the relationship between Mexico's national development indicators, Gross Domestic Product (GDP), Human Development Index (HDI), and infrastructure investment, and its CO<sub>2</sub> emissions between 1996 and 2023, and confirms a strong historical coupling: economic and social growth has been linked to rising emissions, with no evidence of natural decoupling. Three scenarios are projected towards 2035. The inertial scenario, based on linear trends, shows continuous growth in GDP and HDI, but with a parallel and sustained increase in CO<sub>2</sub> emissions; this scenario is incompatible with the objectives of the Paris Agreement and reflects a minimum compliance with climate commitments. The efficient scenario, modeled with ARIMA, smooths out trends but maintains the positive correlation between development and emissions, suggesting that current efficiency and transition policies are insufficient for true decarbonization. Finally, the aligned scenario demonstrates that it is possible to break this link through the decisive implementation of decoupling policies; it involves an annual reduction in carbon intensity, an increase in investment in green infrastructure and the prioritization of a just energy transition; in this scenario, GDP maintains positive growth but somewhat moderate, the HDI improves and, crucially, emissions peak before 2030 and then decline steadily, showing that only a structural change, which reorients investment and public policies towards sustainability, will allow Mexico to reconcile its development with the responsible management of its national assets and compliance with its international climate obligations.

**Keywords:** national development, energy transition, development indicators, decoupling policies

*Artículo recibido 10 diciembre 2025  
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



## INTRODUCCIÓN.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas de efecto invernadero que se encuentra naturalmente en la atmósfera. Sin embargo, las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y la deforestación, han aumentado significativamente los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera en las últimas décadas. Estas emisiones adicionales de CO<sub>2</sub> son causantes de la generación de importantes consecuencias para el medio ambiente tales como el calentamiento global, actuando como una especie de manta alrededor de la Tierra, atrapando el calor del sol y causando un aumento en la temperatura promedio del medio ambiente, así como cambios en los patrones climáticos a nivel global dando lugar a sequías prolongadas, inundaciones, tormentas más intensas y olas de calor además, cuando el CO<sub>2</sub> se disuelve en el agua del océano, forma ácido carbónico, lo que conduce a la acidificación de los océanos, teniendo efectos perjudiciales para los ecosistemas marinos, sin dejar de considerar que el incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> afecta también a los ecosistemas terrestres, alterando los patrones de crecimiento de las plantas, cambiando la composición de las comunidades vegetales y afectando la capacidad de los ecosistemas para almacenar carbono.

Debido a estos efectos del CO<sub>2</sub> en el medio ambiente, es imprescindible reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y buscar soluciones para mitigar su impacto, entre las que destacan: la transición hacia fuentes de energía más limpias, la conservación de los ecosistemas naturales, la adopción de prácticas sostenibles que son fundamentales para enfrentar este desafío, así como la captura y secuestro de dióxido de carbono (CCS por sus siglas en inglés).

De acuerdo con el Energy Institute de Gran Bretaña, en su revisión estadística de energía mundial 2024, América del Norte representa el 15.6 % de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, dentro de los cuales Estados Unidos encabeza las emisiones con un promedio de 5130 millones de toneladas en 2023, seguido por Canadá con 599 millones de toneladas anuales y México con 559 millones de toneladas anuales. Estados Unidos, dentro de este panorama figura dentro de los siete países con mayor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>, junto con China, India, Unión Europea, Indonesia, Rusia y Brasil, que en conjunto representan 28,193.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas durante 2023 (RSEW, 2024).

La Organización de las Naciones Unidas ha presentado el “Net Zero coalition”, que tiene como propósito reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, dejándolas lo más cerca posible a las emisiones



nulas, ya que como lo indica el Acuerdo de París, es necesario que las emisiones de estos gases se reduzcan un 45% para 2030 y se alcance el cero neto para 2050 (ONU, 2024).

A nivel global, la urgencia climática ha impulsado el desarrollo e implementación de estrategias gubernamentales encaminadas a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, que se vean reflejadas en las políticas económicas, energéticas e industriales. Desde marcos regulatorios vinculantes y mercados de carbono hasta ambiciosos paquetes de inversión en tecnologías limpias, los gobiernos están diseñando respuestas nacionales y regionales para alinearse con los objetivos del Acuerdo de París. Este esfuerzo colectivo, sin embargo, exhibe una notable diversidad en su ambición, instrumentos y velocidad de ejecución, reflejando las distintas realidades económicas, capacidades tecnológicas y prioridades políticas de cada país o bloque regional en la carrera por descarbonizar sus economías.

La Unión Europea se ha posicionado como líder global con el Pacto Verde Europeo, cuyo objetivo central es alcanzar la neutralidad climática para 2050 (comisión Europea, 2024); con una estrategia basada en el Sistema de Comercio de Emisiones (ETS), un mercado de carbono que cubre sectores clave como la energía y la aviación, y que ha sido reforzado recientemente para ser más ambicioso (Comisión Europea, 2025). Complementariamente, el Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM), en fase de implementación, busca gravar las importaciones de productos con alta huella de carbono para evitar la "fuga" de emisiones (Comisión Europea, 2023). Estas políticas están respaldadas por paquetes legislativos que establecen una meta vinculante de reducir las emisiones netas en al menos un 55% respecto a 1990 para 2030. En Asia, las estrategias son diversas; China, el mayor emisor actual, se ha comprometido a alcanzar la neutralidad de carbono para 2060 y un pico de emisiones antes de 2030, impulsando masivamente las energías renovables y un mercado nacional de carbono; mientras que Japón y Corea del Sur han fijado metas netas cero para 2050, apostando por tecnologías como el hidrógeno y la captura de carbono (IEA, 2023). Fuera de Asia, destaca el caso de Estados Unidos, que, con la Ley de Reducción de la Inflación (IRA) de 2022, ha movilizado inversiones históricas en energías limpias y electrificación, aunque su enfoque es más de subsidios que de mecanismos de precio al carbono (The White House, 2022).

Por su parte, México, como economía emergente y miembro del G20, es parte del Acuerdo de París y presentó una Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) actualizada en 2022,

comprometiéndose a una reducción condicionada del 35% de sus emisiones para 2030 (SEGOB, 2022). Sin embargo, su participación se ve ensombrecida por políticas energéticas domésticas que han priorizado a las empresas estatales de combustibles fósiles (Pemex, CFE) en detrimento de la inversión privada en renovables, una postura criticada por organismos como la OCDE (OCDE, 2023). Aunque cuenta con un sistema de comercio de emisiones piloto, su implementación a escala nacional y su ambición real están en duda. Por lo tanto, mientras su marco regulatorio formal lo alinea con los objetivos globales, sus acciones concretas lo sitúan como un actor que no está explotando su potencial de liderazgo regional en la transición, según análisis del World Resources Institute (WRI, 2023).

Por lo que este trabajo presenta un análisis de la relación que presentan los indicadores de desarrollo nacional en México, con las emisiones de CO<sub>2</sub>, que evidencian cómo hasta la actualidad existe un acoplamiento altamente relacionado entre el desarrollo nacional y la dependencia de actividades que generan altas emisiones de CO<sub>2</sub>, además de proponer proyecciones de ajuste de políticas y estrategias que desacople o reduzca la dependencia de los indicadores de desarrollo con las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **METODOLOGÍA.**

En este trabajo, se presenta un estudio correlativo que analiza la relación entre el comportamiento histórico de los indicadores de desarrollo de México, y las emisiones de CO<sub>2</sub>, como resultado de su impacto en la contaminación ambiental. Para este caso, primero se presenta un diagnóstico del comportamiento de los indicadores de desarrollo y de las emisiones de CO<sub>2</sub> en México, durante el periodo comprendido de 1996 a 2023 de forma individual, para posteriormente analizar la interacción que existe entre el IDH, el PIB y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Posteriormente, se propone un análisis de proyecciones de comportamiento futuro de estos indicadores y su impacto bajo tres escenarios principales: 1) crecimiento inercial, 2) crecimiento eficiente y 3) crecimiento alineado.

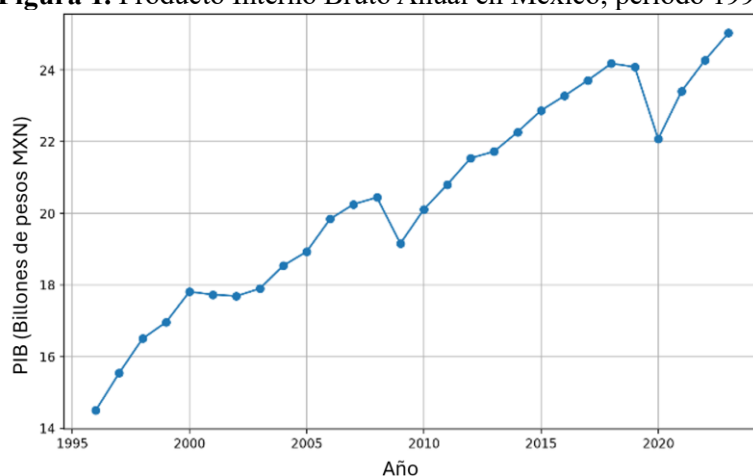
### **Indicadores de desarrollo en México**

El desarrollo de un país se mide a partir de indicadores relacionados con el bienestar socioeconómico, calidad de vida, y no solamente con su desarrollo económico de acuerdo a Araujo et al, (2015). Entre los principales indicadores se pueden mencionar el Índice de Desarrollo Humano (IDH), Producto Interno Bruto (PIB), Inversión en Infraestructura (Infraestructura), además de otros tales como tasas de pobreza y empleo, desigualdad de género, sostenibilidad ambiental, educación, entre otros.

Liu et al. (2023) presentan un estudio en China que muestra la relación que existe entre indicadores como el IDH e Infraestructura, y las emisiones de CO<sub>2</sub>, que son resultado del impacto de la contaminación ambiental. Complementariamente, Quinde-Rosales et al, (2019) presentan un análisis en América Latina sobre el comportamiento del PIB respecto al crecimiento económico y el deterioro ambiental, demostrando que el PIB y las emisiones de CO<sub>2</sub> se mueven conjuntamente a lo largo del tiempo, con diferencias estables entre ellas. Por su parte, Campo Robledo & Olivaes (2013) analizan la relación entre el PIB, el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>, evidenciando que para países como Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto Turquía y Sudáfrica, tanto el crecimiento económico y el consumo de energía son determinantes del calentamiento global a través del incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En el caso particular del PIB en México, ha mostrado un incremento sostenido a lo largo del tiempo como se muestra en la figura 1, que relaciona este crecimiento expresado en billones de pesos en moneda nacional (MXN) durante el periodo 1996-2023, tomado de INEGI (2025).

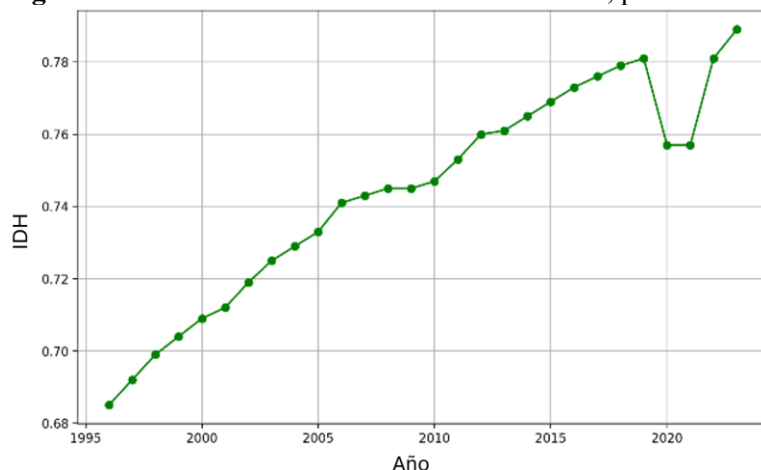
**Figura 1.** Producto Interno Bruto Anual en México, periodo 1996-2023.



Por su parte, el IDH similar al PIB, durante el periodo 1996-2023, ha mostrado un incremento casi continuo, a excepción de los años 2020 y 2021, donde una caída significativa del valor del indicador es atribuible a la pandemia por COVID-19; sin embargo, a partir del 2022 se observa una recuperación del índice de desarrollo humano de tal forma que este índice recupera un crecimiento sostenido, como lo muestra la figura 2, de acuerdo a la información tomada de la Plataforma de Análisis para el Desarrollo de la PNUD (2025).

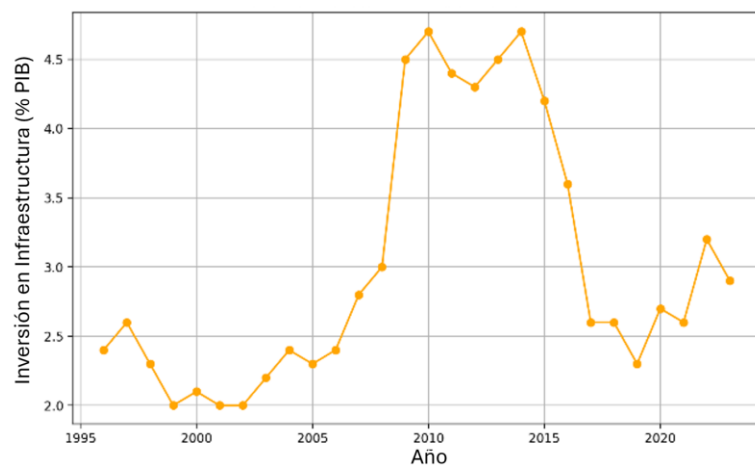


**Figura 2.** Índice de Desarrollo Humano en México, periodo 1996-2023.



Complementariamente, la figura 3 presenta la inversión nacional en infraestructura, basada en porcentaje del PIB durante el periodo 1996-2023, mostrando variaciones moderadas, sin una tendencia tan limpia como el PIB, especialmente por el incremento sustantivo que se observa entre los años 2009 y 2014, con un descenso gradual en los años 2015 y 2016, hasta alcanzar nuevamente un comportamiento acotado a partir del 2017 hasta el 2023, de acuerdo a los datos tomados del portal Proyectos México (2025).

**Figura 3.** Inversión en Infraestructura en México, periodo 1996-2023.



Finalmente, la figura 4 muestra el comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> durante el periodo 1996-2023, observándose un incremento continuo entre los años 1996 y 2008, y a partir del 2009, el crecimiento de las emisiones se ha mantenido con un incremento, aunque variable, con una tendencia de crecimiento menor, de acuerdo a la información tomada del INEGYCEI (2025).

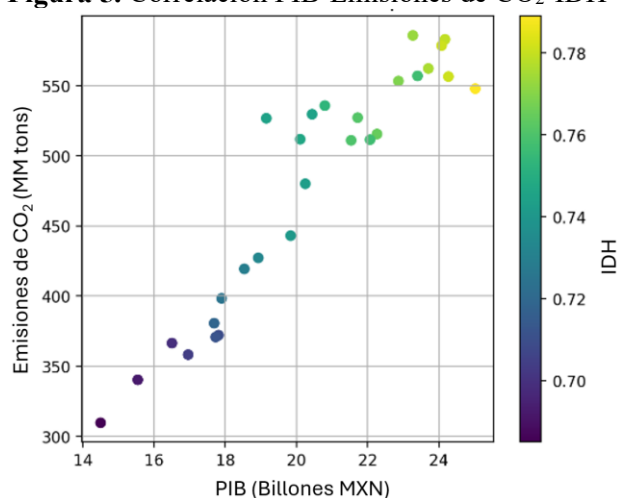


**Figura 4.** Histórico de emisiones de CO<sub>2</sub> en México, periodo 1996-2023.



De acuerdo con el comportamiento histórico de crecimiento del PIB, IDH, y las emisiones de CO<sub>2</sub>, es posible corroborar que en el caso de México, de manera similar al comportamiento en otros países de América Latina, la Unión Europea, Asia entre otros, existe una correlación directa entre estos indicadores de desarrollo y las emisiones de CO<sub>2</sub>, tal como se puede observar en la figura 5, sin evidencia de que sea posible un desacoplamiento natural entre el crecimiento económico y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Figura 5.** Correlación PIB-Emisiones de CO<sub>2</sub>-IDH



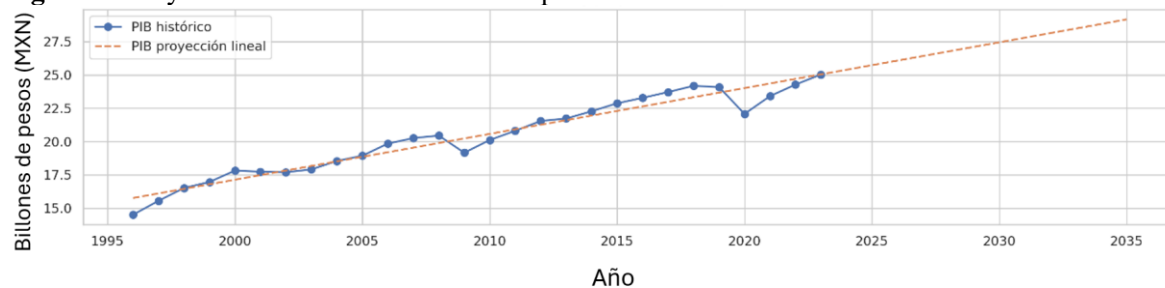
## RESULTADOS

Se realiza un análisis de proyección al 2035 del comportamiento de los indicadores de bienestar y desarrollo nacional en México, a partir del histórico del IDH, PIB, Infraestructura, y emisiones de CO<sub>2</sub> durante el periodo 1996-2035, basado en los tres escenarios de crecimiento: inercial, eficiente y alineado.

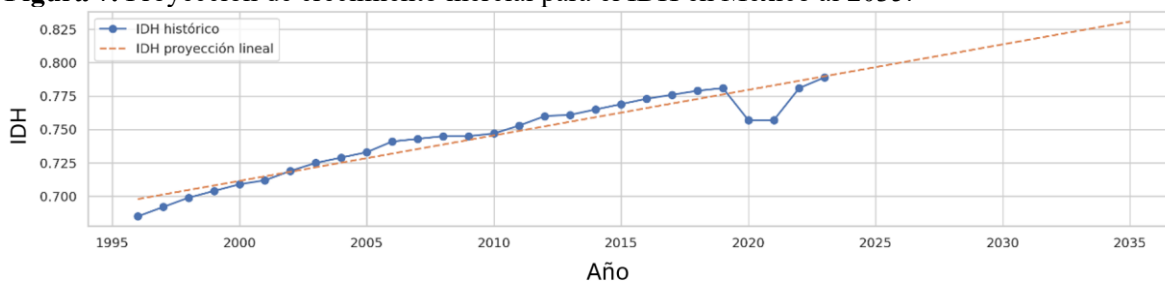
## Escenario de crecimiento inercial

Este escenario considera una proyección de tendencia lineal (regresión lineal con el año como variable explicativa) hasta 2035 para PIB, IDH, inversión en infraestructura y emisiones de CO<sub>2</sub>, como se muestran en las Figuras 6 a 9.

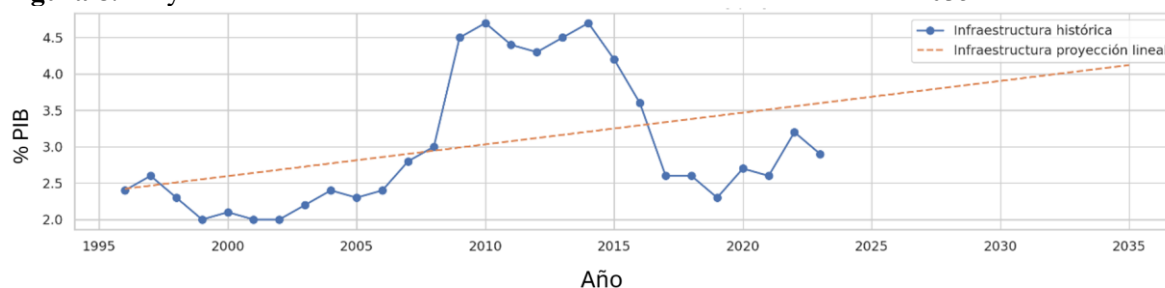
**Figura 6.** Proyección de crecimiento inercial para el PIB en México al 2035.



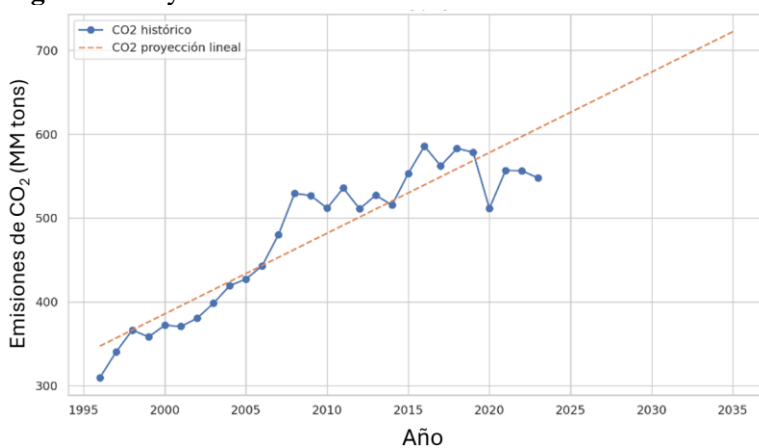
**Figura 7.** Proyección de crecimiento inercial para el IDH en México al 2035.



**Figura 8.** Proyección de crecimiento inercial en infraestructura en México al 2035.



**Figura 9.** Proyección de crecimiento inercial de emisiones de CO<sub>2</sub> en México al 2035.



En este escenario, de acuerdo con las tendencias observadas en las Figuras 6 a 9, se puede observar que el IDH, el PIB, la inversión de infraestructura crecen linealmente, mientras que las emisiones de CO<sub>2</sub> continúan mostrando un crecimiento paralelo al crecimiento de estos indicadores. Esto es coherente con los datos históricos, donde no hay un desacople claro entre crecimiento económico y emisiones; más bien, crecen juntos.

Las líneas punteadas de proyección muestran básicamente un escenario de crecimiento económico que continúa por la misma ruta con un aumento de emisiones asociado al crecimiento, mientras que el IDH continúa sin un cambio estructural en la relación crecimiento–emisiones. Esto se puede interpretar como un escenario de cumplimiento mínimo de compromisos climáticos relacionados con el Acuerdo de París (2015), los ODS 7, 9 y 13 de la Agenda 2030, sin un cambio fuerte en la intensidad de carbono de la economía por su baja participación en instrumentos de financiamiento internacional como son el Fondo Verde para el Clima, el financiamiento climático bilateral y multilateral, así como en condiciones de acceso a créditos y bonos de carbono. El riesgo es que este escenario no es compatible con las trayectorias necesarias para limitar el calentamiento global conforme al Acuerdo de París (1.5–2 °C).

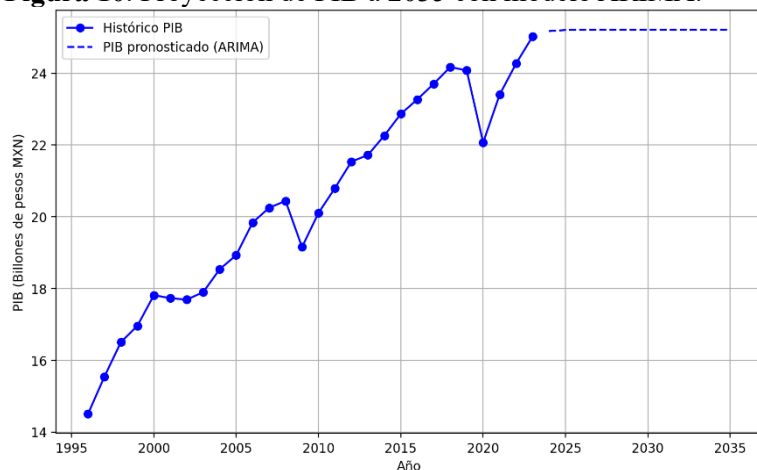
### Escenario de crecimiento eficiente

Esta proyección se realiza mediante un modelo de pronóstico ARIMA, bajo las siguientes consideraciones:

- Se establece un término **autorregresivo** de orden 1, indica que el valor actual de la serie depende linealmente de su valor inmediatamente anterior.
- El componente **integrado** de orden 1, estableciendo que la serie temporal no es estacionaria y requiere una diferenciación (restar el valor anterior del actual) una vez para eliminar la tendencia y ser estacionaria.
- El término de **Media Móvil** de orden 0, para que no se utilicen los errores de pronóstico pasados para predecir el valor actual.

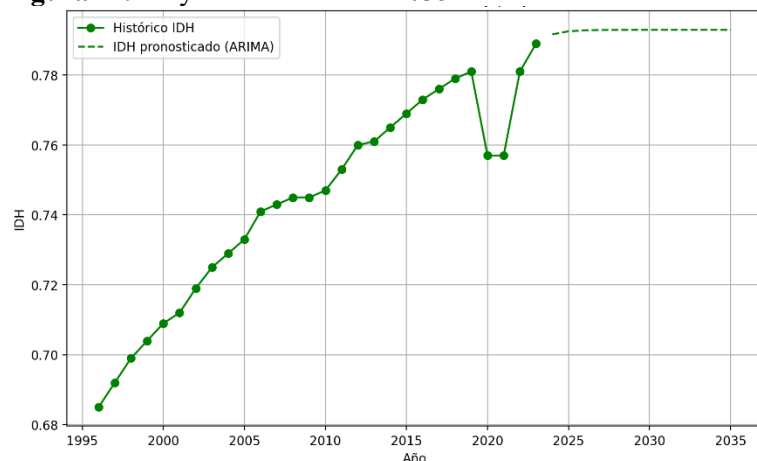
Los resultados de la proyección de este escenario se observan en las figuras 10 a 13.

**Figura 10.** Proyección de PIB a 2035 con modelo ARIMA.



La figura 10 muestra la proyección del PIB, en esta proyección se mantiene un crecimiento continuo del PIB, ligeramente suavizado respecto a una línea recta simple, no genera quiebres bruscos, por lo que representa un escenario de crecimiento inercial (sin choques grandes de política, crisis externas fuertes, etc.). En términos de política nacional e internacional, esta proyección es compatible con una estrategia de crecimiento “business as usual” donde se sigue expandiendo la economía sin cambios estructurales profundos, además, no representa explícitamente shocks por cambios de tratados (T-MEC), sanciones climáticas, crisis financieras, etc., que sí podrían afectar trayectorias reales.

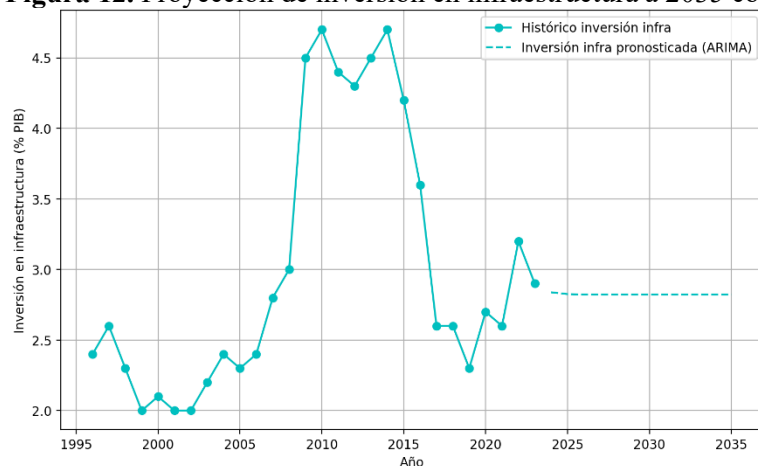
**Figura 11.** Proyección de IDH a 2035 con modelo ARIMA



En relación con el IDH, la figura 11 muestra que este escenario de crecimiento eficiente presenta un avance gradual y casi lineal, reforzando la tendencia de mejora paulatina, sin introducir regresiones fuertes ni estancamientos significativos, siendo consistente con políticas nacionales que mantienen o incrementan programas de educación, salud y protección social. Se alinea con la búsqueda de cumplir ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) en pobreza, educación, salud, etc.; pero el modelo

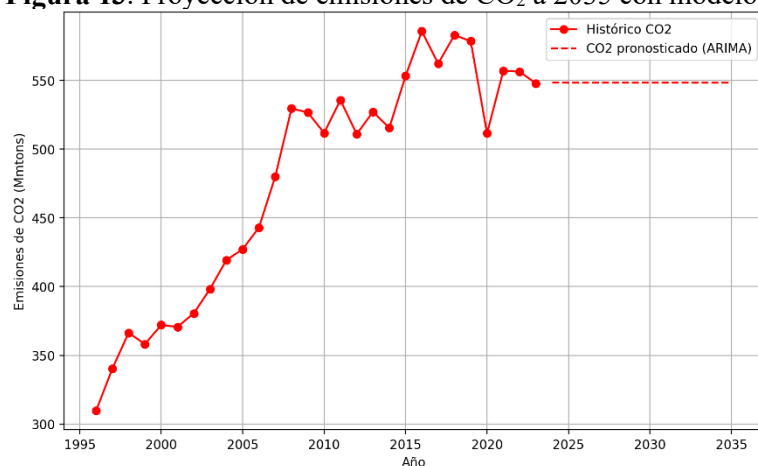
no incorpora explícitamente la interacción entre cambio climático y desarrollo humano, como pueden ser daños por eventos extremos (huracanes, sequías, olas de calor) que pueden frenar o revertir avances de IDH si no se refuerza la adaptación.

**Figura 12.** Proyección de inversión en infraestructura a 2035 con modelo ARIMA.



Para el caso de inversión en infraestructura, la figura 12 muestra que en este escenario se mantiene la inversión en un rango relativamente estable, sin saltos grandes hacia arriba, lo cual presenta implicaciones a nivel nacional, ya que un porcentaje estable de inversión puede sostener el crecimiento, pero quizá no sea suficiente para cerrar brechas de infraestructura básica y financiar la transición energética a la velocidad requerida. En relación con el desarrollo internacional, organismos como el Banco Mundial señalan la necesidad de aumentar la inversión verde (renovables, transporte limpio, eficiencia energética), Una proyección con un modelo ARIMA sugiere que, sin cambios de política, no se alcanzaría el volumen de inversión necesario para cumplir metas climáticas y de desarrollo simultáneamente.

**Figura 13.** Proyección de emisiones de CO<sub>2</sub> a 2035 con modelo ARIMA.



Respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, la figura 13 muestra que esta proyección refuerza la tendencia creciente de las emisiones a futuro, de forma relativamente suave pero persistente, es consistente con un patrón donde cada unidad adicional de PIB sigue asociada a más CO<sub>2</sub>, es decir, la intensidad de emisiones no cae lo suficiente como para desacoplar economía y emisiones. Esto sigue contraponiéndose con los compromisos internacionales como el Acuerdo de París y NDC's y objetivos de neutralidad de largo plazo (2050/2060) que exigen pico y declive de emisiones, no crecimiento perpetuo. Esta tendencia lleva a seguir considerando necesaria la implementación de mecanismos de ajuste de carbono en fronteras (como el de la Unión Europea) que penalizan exportaciones con alta huella de carbono, además del condicionamiento de financiamiento internacional (bancos de desarrollo, fondos climáticos) a planes de descarbonización.

En general, el escenario de crecimiento eficiente muestra que el PIB y las emisiones de CO<sub>2</sub> seguirían subiendo juntos, lo que implica que las políticas actuales de eficiencia energética y transición no son suficientes para desacoplar crecimiento y emisiones, contraponiéndose con los NDC's y el marco del Acuerdo de París, que implican un techo y posterior descenso de las emisiones, así como las recomendaciones de la comunidad internacional que exigen reducciones rápidas de CO<sub>2</sub> para limitar el calentamiento global; por lo que, como país, es necesario intensificar estándares más estrictos de emisiones por sector (energía, transporte, industria), promover la eliminación gradual de subsidios a combustibles fósiles, incremento de incentivos fiscales para energías renovables y eficiencia; mientras que en un nivel internacional, se debe aprovechar mejor el financiamiento climático (Fondo Verde para el Clima, bonos verdes, etc.) para superar la trayectoria que el ARIMA sugiere.

Respecto al IDH y su relación con las emisiones de CO<sub>2</sub> este escenario muestra que el IDH mejora y las emisiones de CO<sub>2</sub> suben, es decir, desarrollo humano apoyado en un modelo intensivo en carbono; esto se contrapone con las políticas nacionales de bienestar y desarrollo social, que pueden verse socavadas si los impactos climáticos no se gestionan bien, así como con los marcos internacionales de derechos humanos y desarrollo sostenible, que promueven un “desarrollo humano resiliente al clima”, no solo crecimiento del índice.

Finalmente, respecto a la inversión en infraestructura las proyecciones estables de inversión (% del PIB) sugieren que, sin cambios de política, no hay salto estructural hacia infraestructura verde; para alinear

el país con objetivos internacionales (París, ODS, agendas de ciudades sostenibles), se requeriría un aumento en la inversión de infraestructura específica como redes eléctricas inteligentes, fuentes de generación de energía renovable, transporte masivo limpio, infraestructura de adaptación (drenaje, protección costera, gestión hídrica) y reorientar inversión fósil hacia activos bajos en carbono.

### **Escenario de crecimiento alineado**

A partir de la proyección de crecimiento inercial, se pueden delinear tres tipos de políticas que generen un impacto en el desarrollo del bienestar en México, con un impacto positivo en el medio ambiente. Políticas de desacople (crecimiento con menor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>), cuyo propósito es romper la relación casi lineal entre PIB y emisiones de CO<sub>2</sub>, a partir de estrategias que incluyen una transición energética hacia fuentes más renovables y menor consumo de combustibles fósiles en sectores como electricidad, transporte, industria; incremento en la eficiencia energética en industria, edificios, transporte; electrificación y optimización del transporte (vehículos eléctricos, transporte público masivo y limpio); así como recuperación de sumideros de CO<sub>2</sub> (reforestación, manejo de bosques y suelos). Políticas de infraestructura alineadas con el clima, ya que si la inversión continúa orientada a infraestructura intensiva en carbono (carreteras, refinerías, combustibles fósiles), la proyección de CO<sub>2</sub> seguirá la línea punteada creciente; sin embargo, es posible tomar en consideración la redirección en la inversión de infraestructura hacia transporte público masivo, fuentes de generación de energías renovables, redes eléctricas resilientes, ciudades compactas y eficientes; derivando en un escenario alternativo: PIB sigue subiendo, IDH mejora, pero las emisiones comienzan a estabilizarse y luego a bajar. Políticas de justicia social y adaptación (vínculo con IDH); basadas en la mejora en educación, salud y nivel de vida, para mantener y acelerar ese avance en coherencia con los compromisos internacionales, incluyendo programas de transición justa (protegiendo empleo y condiciones laborales al reducir combustibles fósiles), inversión en adaptación al cambio climático (gestión del agua, protección ante fenómenos extremos), especialmente para comunidades vulnerables, implementando el uso de instrumentos internacionales (financiamiento climático, cooperación técnica) para reducir el costo interno de la transición.



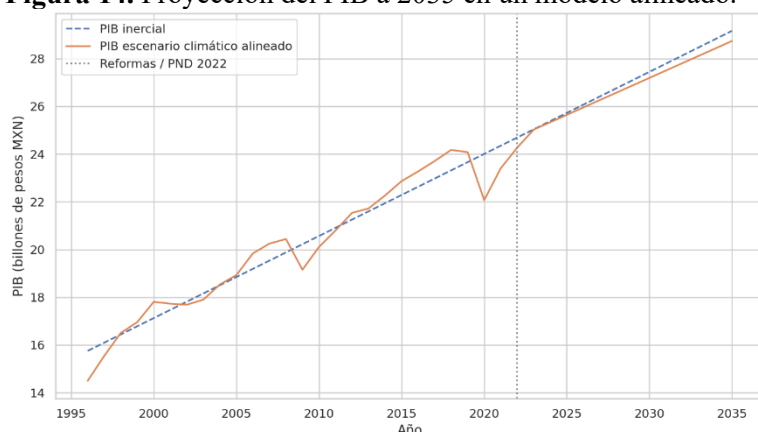
El escenario de crecimiento alineado se desarrolla considerando una reducción anual de la intensidad de emisiones en 2 a 3 % a partir de 2022, bajo el supuesto de implementación y muestra de resultados eficientes en la aplicación de hitos de política pública que incluyen:

- La Reforma Energética de 2013.
- El Plan Nacional de Desarrollo del 2019.
- Impulso explícito hacia la transición energética en 2022.

Relacionando los cambios de tendencia con decisiones de política, forzando una trayectoria en la que las emisiones de CO<sub>2</sub> hacen pico antes de 2030, con una disminución porcentual anual, manteniendo una senda de PIB creciente y subiendo la inversión en infraestructura (% PIB) a partir del año 2022 que refleje la transición verde.

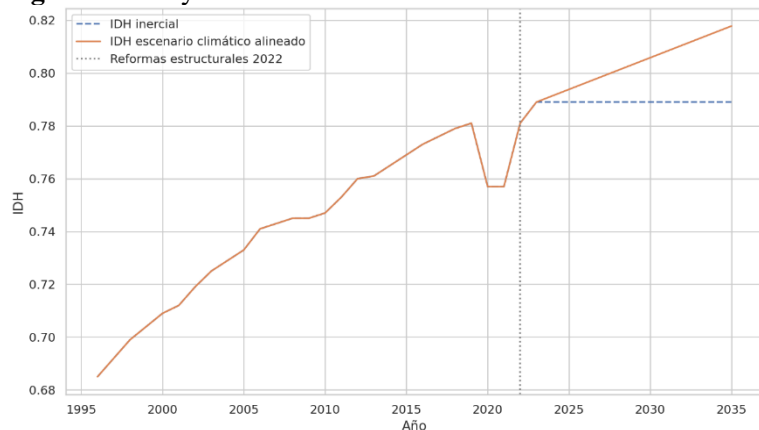
Bajo estos supuestos de proyección, se compara su pronóstico con el modelo de crecimiento inercial, como se observa en las Figuras 14 a 17.

**Figura 14.** Proyección del PIB a 2035 en un modelo alineado.



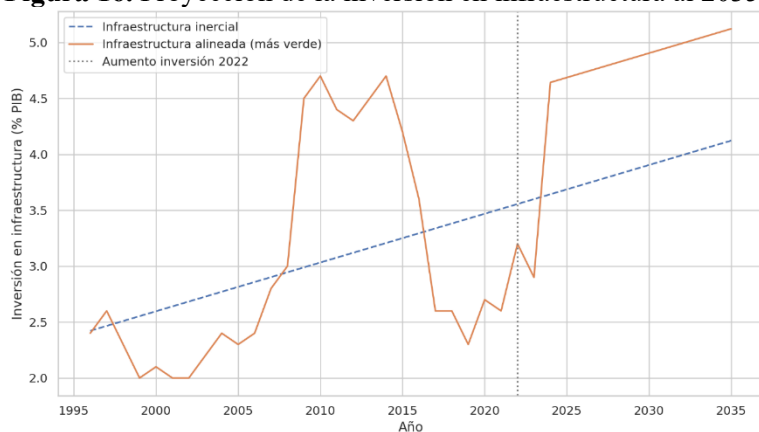
De acuerdo a la figura 14, el PIB alineado crece un poco más lento después de 2022 (factor 0.9 sobre la tendencia base), simulando que la descarbonización recorta algo de crecimiento, pero sin frenarlo por completo. Ambos escenarios de crecimiento, inercial y alineado, siguen una trayectoria creciente, pero el escenario alineado es un poco más bajo que el inercial debido al ligero freno, asociado al proceso de transición energética y adaptación a programas verdes primordialmente, esto impone una brecha moderada (del orden de décimas de punto porcentual por año frente al escenario inercial), manteniendo un crecimiento positivo, pero con una economía más eficiente en carbono.

**Figura 15.** Proyección del IDH al 2035 con un modelo alineado.



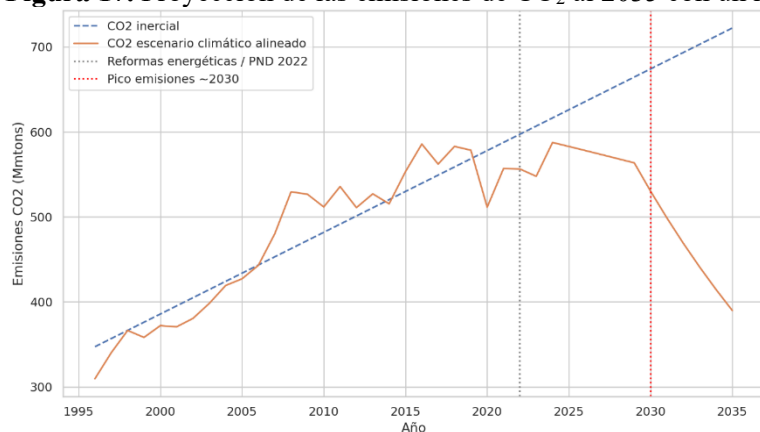
El IDH alineado, de acuerdo con la figura 15, tiene pequeños incrementos mayores después de 2022, reflejando que más inversión e infraestructura mejoran el desarrollo humano ligeramente más rápido (limitado a un máximo de 1.0).

**Figura 16.** Proyección de la inversión en infraestructura al 2035 con un modelo alineado.



A partir de 2022 se suma 1 punto porcentual del PIB a la inversión en infraestructura respecto a la trayectoria inercial, representando un empuje de inversión verde. La inversión en infraestructura como % del PIB aumenta gradualmente, alcanzando aproximadamente +1.5 puntos del PIB hacia 2030; después de 2030 se mantiene en ese nivel elevado, reflejando una transición verde donde el gasto se enfoca hacia redes eléctricas inteligentes, fuentes de generación de energía renovable, transporte limpio, adaptación climática.

**Figura 17.** Proyección de las emisiones de CO<sub>2</sub> al 2035 con un modelo alineado.



Respecto a la proyección de emisiones de CO<sub>2</sub>, partimos de la intensidad de CO<sub>2</sub> histórica (CO<sub>2</sub>/PIB) y la vamos reduciendo, 2 % anual hasta 2030 y 7 % anual después de 2030; con estos supuestos, las emisiones del escenario de crecimiento alineado se desvían claramente a la baja respecto del escenario de crecimiento inercial, observándose que de 2022 a 2029, las emisiones crecen mucho más lento que la inercia y a partir de 2030, se impone una reducción de ~3 % anual, logrando un descenso sostenido.

## CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los tres escenarios —inercial, eficiente y alineado— revela que la trayectoria actual de México, representada por los escenarios inercial y eficiente, es incompatible con los compromisos climáticos internacionales y con la gestión sostenible de sus bienes nacionales. Estos dos primeros escenarios reflejan un modelo de desarrollo acoplado a altas emisiones de carbono, donde el crecimiento económico (PIB) y el bienestar (IDH) avanzan a costa de un aumento persistente en las emisiones de CO<sub>2</sub>, evidenciando la falta de una política energética y de infraestructura que priorice la descarbonización.

El escenario alineado, sin embargo, demuestra que es técnicamente posible desvincular el crecimiento del aumento de emisiones mediante una transición energética estratégica y una inversión pública reorientada hacia infraestructura verde. La implementación de políticas de desacople, como la electrificación del transporte, el fomento de energías renovables y la mejora de la eficiencia energética, junto con un incremento sostenido en la inversión en infraestructura baja en carbono, permitiría alcanzar un pico de emisiones antes de 2030 y una reducción progresiva posterior, sin detener el crecimiento económico ni el desarrollo humano.

México enfrenta una disyuntiva crítica: continuar con un modelo extractivo e intensivo en carbono, poniendo en riesgo su capital natural y su posición internacional, o impulsar una transformación estructural que integre la sostenibilidad ambiental en el centro de sus políticas de desarrollo. La viabilidad del escenario alineado depende de la voluntad política para adoptar instrumentos normativos, fiscales y financieros que prioricen la transición justa, la innovación tecnológica y la cooperación internacional. Solo así se garantiza la gestión responsable de sus bienes nacionales, energéticos, naturales y sociales, en un contexto de emergencia climática global.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Internacional de la Energía (IEA). (2023). *World Energy Outlook 2023 y Country Profiles*.

Recuperado de: <https://www.iea.org>

Araujo, A., Jair y Cabral, J. (2015). Relación entre la desigualdad de la renta y el crecimiento económico en Brasil: 1995-2012. *Problemas del desarrollo*, vol. 46, No. 180, pp. 129-150.

Campo Robledo, J., Olivares, W. (2013). Relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, el consumo de energía y el PIB: el caso de los CIVETS. *Semestre Económico*, Universidad de Medellín, vol. 16, No. 33, pp. 45-66.

Comisión Europea. (2023). *Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)*. Recuperado de:

[https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\\_es](https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_es)

Comisión Europea. (2024). *El Pacto Verde Europeo*. Recuperado de:

[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_es](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es)

Comisión Europea. (2025). *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. Recuperado de:

[https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_es](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_es)

Energy Institute, 2024. *Review Statistical World Energy*.

Gobierno de México. (2022). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2022*. Presentada a la CMNUCC. Recuperado del portal oficial de la SEMARNAT o del registro de la CMNUCC: <https://unfccc.int/NDCREG>

INEGI (2025). *Producto Interno Bruto Annual. Año Base 2018*. Recuperado de:

<https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=39&vr=3&in=2&tp=20&w>



Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México (2025).

Liu, Y., Poulková, P., Prazak, P., Ullah, F., Solomon Prince, D. (2023). Infrastructure development, human development index, and CO<sub>2</sub> emissions in China: A quantile regression approach. *Frontiers in Environmental Science*, vol. 11, pp. 01-10.

Organización de las Naciones Unidas, 2024, Net Zero – Coalition.

<https://www.un.org/es/climatechange/net-zero-coalition>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2023). *OECD Environmental Performance Reviews: Mexico 2023*. Recuperado de:

<https://www.oecd.org/environment/country-reviews/>

Plataforma de Análisis para el Desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2025).

Recuperado de: <https://pad.undp.org.mx/indice-de-desarrollo-humano>

Proyectos México. Inversión Histórica en Infraestructura (2025). Recuperado de:

[https://www.proyectosmexico.gob.mx/por-que-invertir-en-mexico/destino-atractivo/sd\\_inversion-historica-en-infraestructura/](https://www.proyectosmexico.gob.mx/por-que-invertir-en-mexico/destino-atractivo/sd_inversion-historica-en-infraestructura/)

Quinde-Rosales, V., Bucaram-Leverone, R., Bucaram-Leveron, M., Silvera-Tumbaco, C. (2019).

Producto Interno Bruto en América Latina y el Caribe: Relaciones entre crecimiento económico y sustentabilidad ambiental. *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 24, No. 87, pp. 769-784.

The White House. (2022). *Inflation Reduction Act Guidebook*. Recuperado de:

<https://www.whitehouse.gov/cleanenergy/inflation-reduction-act-guidebook/>

World Resources Institute (WRI). (2023). *Artículos de análisis sobre la NDC y la política climática de México*. Recuperado de: <https://www.wri.org>