



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN □ FACULTAD DE ECONOMÍA □ CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Emisiones de gases de efecto invernadero y costos ambientales del consumo de electricidad en México (2003-2022): Una evaluación por entidad federativa

Greenhouse Gas Emissions and Environmental Costs of Electricity Consumption in Mexico (2003–2022): An evaluation by federal entity

Abril Yuriko Herrera Ríos*

Beatriz M. Terán-Pérez**

Reyna Christian Sánchez Parra***

| Información del artículo | Resumen |
|--|---|
| <p>Recibido: 26/11/2025 Aceptado: 31/12/2025</p> <hr/> <p>Clasificación JEL: Q54, Q56, Q43, R11, O44</p> <p>Palabras clave: Emisiones de gases de efecto invernadero, Economía ambiental, Consumo energético, Disparidades regionales, Desarrollo sostenible</p> | <p>Este estudio estima las emisiones de gases de efecto invernadero y los costos ambientales asociados al consumo de electricidad en los 32 estados de México entre 2003 y 2022, con el fin de comparar la carga ambiental subnacional. Las emisiones se calcularon con base en las Directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, utilizando el factor nacional de emisión de 2022 disponible en la calculadora del Registro Nacional de Emisiones de la SEMARNAT y un enfoque top-down a partir del consumo eléctrico anual por entidad. Asimismo, se incorporó el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAE) para analizar la relación entre actividad económica y carga ambiental. Los resultados demuestran que las emisiones de dióxido de carbono derivadas del consumo eléctrico aumentan 27% a nivel nacional en el periodo analizado, especialmente en las zonas metropolitanas e industrializadas. La principal aportación consiste en un inventario comparativo subnacional de emisiones y costos ambientales que evidencia asimetrías territoriales y sustenta la necesidad de estrategias diferenciadas para reducir las emisiones asociadas al consumo eléctrico en México.</p> |
| Article information | Abstract |
| <p>Received: 26/11/2025 Accepted: 31/12/2025</p> <hr/> <p>JEL Classification: Q54, Q56, Q43, R11, O44</p> <p>Keyword: Greenhouse gas emissions, Environmental economics, Energy consumption, Regional disparities, Sustainable development</p> | <p>This study estimates greenhouse gas emissions and the associated environmental costs derived from electricity consumption across Mexico's 32 states between 2003 and 2022, to compare subnational environmental burdens. Emissions were calculated following the Guidelines of the Intergovernmental Panel on Climate Change, using the 2022 national emission factor published in the National Emissions Registry calculator of SEMARNAT and a top-down approach based on annual electricity consumption by state. The Quarterly Indicator of State Economic Activity (ITAE) was also incorporated to analyze the relationship between economic activity and environmental load. The results show that national emissions derived from electricity consumption increased by 27% between 2003 and 2022, particularly in metropolitan and industrialized areas. The main contribution lies in offering a comparative inventory of subnational emissions and environmental costs that highlights territorial asymmetries and supports the need for differentiated strategies to reduce emissions associated with electricity consumption in Mexico.</p> |

*Autora de correspondencia
Universidad Autónoma de Sinaloa
yurikoherrera@uas.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-9301-9285>

** Universidad Autónoma de Sinaloa
bea.teran@uas.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-7561-9938>

*** Universidad Autónoma de Sinaloa
reynasanchez@uas.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-3069-2223>

1. Introducción

El calentamiento global ha aumentado las presiones ambientales y económicas en México, sobre todo en los sectores que mantienen una fuerte dependencia energética proveniente de combustibles fósiles (Raihan et al., 2023). Aunque la transformación del sistema energético se reconoce como un elemento estratégico para la transición hacia menores emisiones, el avance ha sido desigual entre las entidades federativas. Persiste una diferencia marcada en la cantidad de electricidad que consumen los estados y generan emisiones, diferencias asociadas tanto a la estructura productiva como a las trayectorias de crecimiento regional, configurando un patrón territorial complejo en materia de gases de efecto invernadero (GEI).

México se ubica entre los principales emisores de la región (WRI, 2019) y mantiene un perfil energético caracterizado por la alta participación de fuentes no renovables. En 2022, más del 70% de la generación eléctrica provino de combustibles fósiles, con predominio del petróleo y el gas natural. Esta estructura energética permitió sostener la actividad económica que se demanda en los sectores domésticos, comerciales e industriales; sin embargo, también amplió la exposición del país a impactos asociados con la degradación atmosférica y el aumento sostenido de las emisiones.

Los compromisos adoptados en el marco del Acuerdo de París (CMNUCC, 2015) establecen metas de reducción hacia 2030, así como la expectativa de que el país alcance su pico de emisiones en el transcurso de esta década. El cumplimiento de estos objetivos requiere esfuerzos coordinados entre niveles federal y estatal en materia de política energética, regulación y planeación territorial. No obstante, la distribución espacial de la actividad económica y del consumo eléctrico genera escenarios diferenciados entre entidades: las regiones altamente industrializadas mantienen una demanda sostenida que incrementa sus emisiones, mientras que otras, con estructuras económicas menos intensivas en energía, presentan niveles más bajos, pero enfrentan limitaciones institucionales y presupuestales para adoptar tecnologías verdes.

Ante este contexto, surge la pregunta: ¿cómo es la distribución de las emisiones por entidad en México y qué diferencias existen en su carga ambiental?, por lo que este estudio estima y contrasta las emisiones y los costos ambientales de los 32 estados del país del 2003 al 2022. El fin es crear un inventario subnacional de emisiones que sea comparable en el tiempo a través del consumo de electricidad. La documentación de estas brechas territoriales en materia de emisiones ofrece una evidencia útil para establecer estrategias futuras de mitigación. A partir de este planteamiento, se formula la hipótesis de que las entidades con mayor dinamismo económico concentran niveles más altos de emisiones asociadas al consumo eléctrico, lo que permite examinar diferencias territoriales en la intensidad de la demanda energética.

Los análisis territoriales de las emisiones permiten detectar patrones relevantes entre estados que ayuden a definir tanto políticas de mitigación como de adaptación (Wende et al., 2012). Los inventarios nacionales ofrecen una visión general de las tendencias, pero no reflejan la heterogeneidad existente a nivel subnacional. Un estudio desagregado facilita el entendimiento de la relación entre consumo energético, estructura productiva y costos ambientales, de forma que se observa cómo factores como el crecimiento económico, el tamaño poblacional, la urbanización y el desarrollo industrial modelan la carga ambiental asociada al consumo de electricidad.

La incorporación de los costos económicos para valorar los costos ambientales generados por las emisiones contribuye a tener mayor claridad de sus implicaciones económicas y apoya la toma de decisiones de política pública (Schneider, 1997). Bajo este marco, un análisis comparativo entre estados proporciona información clave para comprender las brechas territoriales y para orientar estrategias diferenciadas de mitigación y transición energética.

2. Revisión de la literatura

La relación entre crecimiento económico y degradación ambiental ha sido un eje central en la economía ambiental. La Curva Ambiental de Kuznets (ECK), derivada del planteamiento original de Kuznets (1919) sobre desigualdad y posteriormente extendida al ámbito ecológico, propone una relación en forma de U

invertida entre ingreso y presión ambiental. En las primeras etapas del desarrollo, el deterioro ambiental aumenta conforme las economías se industrializan y expanden el uso de energía. Una vez alcanzado cierto umbral de ingreso, la adopción de tecnologías más limpias, la modernización del aparato productivo y la implementación de regulaciones más estrictas pueden estabilizar o reducir las emisiones de GEI. Este marco conceptual ha guiado numerosos estudios que buscan interpretar la relación entre crecimiento, energía y emisiones, especialmente en contextos donde las transiciones tecnológicas no avanzan al mismo ritmo que la expansión económica.

La evidencia empírica demuestra que esta trayectoria no es homogénea ni automática. Dinda (2004) enfatizó que la existencia y localización del punto de inflexión de la ECK dependen de factores institucionales, tecnológicos y energéticos, lo que limita su aplicabilidad general. En esta misma línea, Jacobsen (1998) evidenció que la relación entre crecimiento económico y emisiones solicita transformaciones reales en la matriz energética, debido a que las mejoras marginales en eficiencia no han sido suficientes para revertir tendencias ascendentes de emisiones. En este sentido, estudios recientes para economías emergentes confirman esta limitación: la industrialización acelerada incrementa la demanda energética y retrasa la fase descendente de la curva, como se documenta para China, India y Brasil (Xu & Lin, 2016; Shahbaz et al., 2019). Estos estudios coinciden en señalar que el crecimiento económico continúa estrechamente vinculado a un aumento de las emisiones cuando persiste una alta dependencia de combustibles fósiles.

En México, la literatura confirma una relación positiva entre actividad económica y GEI, aunque con marcadas diferencias regionales vinculadas con la intensidad energética y la estructura productiva. Las entidades con mayor presencia manufacturera tienden a mostrar una elasticidad más alta de emisiones respecto al crecimiento, mientras que aquellas con predominio de servicios o actividades agropecuarias presentan incrementos más moderados (Zhang et al., 2019). Estos trabajos evidencian que los análisis a nivel nacional pueden ocultar heterogeneidades territoriales relevantes, limitando la comprensión de la relación entre crecimiento económico y presión ambiental.

De manera complementaria, la literatura ha incorporado la valoración monetaria del impacto ambiental como herramienta analítica para apoyar el diseño de políticas públicas. El costo social del carbono, que resume el daño climático asociado a una tonelada adicional de CO₂ emitida, ha sido aplicado en estudios sobre energía, regulación y evaluación ambiental (Nordhaus, 2017). En el caso mexicano, la estimación elaborada por el Centro Mario Molina (2020) permite monetizar las emisiones derivadas del consumo energético, aportando una dimensión económica al análisis ambiental. Sin embargo, estos ejercicios suelen aplicarse a escalas agregadas, sin capturar plenamente las diferencias subnacionales en la carga ambiental.

En años recientes, la perspectiva territorial ha cobrado relevancia en la literatura internacional. Estudios advierten que los promedios nacionales pueden ocultar divergencias significativas entre regiones, al respecto, Wang et al. (2023), Dell (2010) y Burgess et al. (2014) exponen que los promedios nacionales o las estadísticas a nivel nacional pueden ocultar problemas significativos en las regiones que tienen más divergencias, especialmente en contextos con diferencias en productividad, urbanización o calidad institucional (Chen et al., 2022). Los análisis desagregados permiten identificar zonas donde la relación entre crecimiento y presión ambiental es más intensa, apoyando el diseño de estrategias diferenciadas.

En este contexto, los estudios subnacionales en México siguen siendo limitados. Una excepción es Herrera-Ríos et al. (2024), que estima las emisiones y costos ambientales del consumo eléctrico para el caso de Sinaloa. Nuestro análisis amplía este enfoque pues construye un inventario comparativo de emisiones y costos ambientales asociados al consumo de electricidad para las 32 entidades federativas durante el periodo 2003–2022.

3. Datos y metodología

El estudio utiliza información anual de los 32 estados de México para el periodo 2003–2022, con el fin de caracterizar la evolución territorial de las emisiones derivadas del consumo de electricidad y valorar sus costos ambientales. El consumo eléctrico estatal proviene del Sistema de Información Energética (SIE) de la

Secretaría de Energía, insumo principal para la estimación de las emisiones. Los indicadores que se utilizaron para comparar las emisiones son el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAE), base 2018=100, la población estatal y las cifras de huella ecológica que se obtienen del INEGI, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y Global Footprint Network, respectivamente.

Las emisiones de GEI asociadas al consumo eléctrico se estimaron aplicando el factor nacional de emisión para 2022 incluido en la calculadora del Registro Nacional de Emisiones (RENE) de la SEMARNAT, siguiendo el enfoque descendente recomendado por las Directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Con esta metodología, las emisiones se estiman multiplicando el consumo estatal de electricidad por el factor de emisión medido en toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) por megawatt-hora, lo que permite generar estimaciones comparables a nivel subnacional.

En términos formales, las emisiones se estimaron mediante la siguiente ecuación:

$$E_{it} = EC_{it} \times EF_{2022}$$

donde E_{it} corresponde a las emisiones del estado i en el año t , EC_{it} es su consumo anual de electricidad y EF_{2022} es el factor nacional de emisión publicado en la calculadora RENE.

El factor nacional de emisión utilizado refleja el contenido de carbono asociado a la generación eléctrica en México y expresa la cantidad de CO₂e emitida por cada megawatt-hora producido en el sistema eléctrico nacional. Este valor se deriva de la mezcla real de combustibles utilizada para la generación de electricidad, por lo que su incorporación permite estimar emisiones consistentes y comparables entre entidades.

Los factores de emisión representan la cantidad promedio de CO₂e liberada por unidad de energía consumida y deben estimarse siguiendo las directrices del IPCC, que consideran la composición del combustible, la tecnología predominante y las características del sistema energético nacional. Este tipo de factores facilita convertir el consumo energético en emisiones comparables entre estados y a lo largo del tiempo.

El costo ambiental de las emisiones se calculó contrastando las toneladas de CO₂e con el costo social del carbono propuesto por el Centro Mario Molina, que en un principio está en dólares y se convirtió a pesos constantes. Este dato intenta aproximar un costo generado por el daño climático que se produce por una unidad adicional de emisiones, buscando transformar los inventarios en un indicador monetario comparable entre estados. Su inclusión también busca dimensionar de manera más clara la magnitud del impacto ambiental y económico asociado al consumo eléctrico regional.

Esta metodología permite obtener tanto una aproximación de la carga ambiental asociada al consumo eléctrico, incorporando tanto la perspectiva física, medida en toneladas de CO₂e, como la dimensión económica, representada por los costos ambientales.

4. Resultados y discusión

Los resultados muestran que la demanda eléctrica y la estructura económica regional influyen de manera directa en las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo de electricidad. Entre 2003 y 2022, las emisiones a nivel nacional han crecido un 27%, con una tasa media de crecimiento anual de 1.4%, reflejando un incremento sostenido en la demanda eléctrica, especialmente en zonas metropolitanas e industriales. Este comportamiento coincide con la trayectoria histórica del sistema eléctrico mexicano, donde la incorporación de fuentes renovables ha sido insuficiente para contrarrestar el aumento en el consumo energético.

A escala estatal, la heterogeneidad es marcada. Las entidades con mayor actividad industrial —como Nuevo León, Estado de México, Coahuila y Jalisco— registran los niveles más altos de emisiones y costos ambientales. Este patrón está vinculado con procesos productivos más intensivos en energía, mayor densidad poblacional y expansión del sector terciario. En contraste, estados como Chiapas, Oaxaca y Guerrero

presentan niveles considerablemente más bajos, asociados con estructuras económicas menos intensivas en energía.

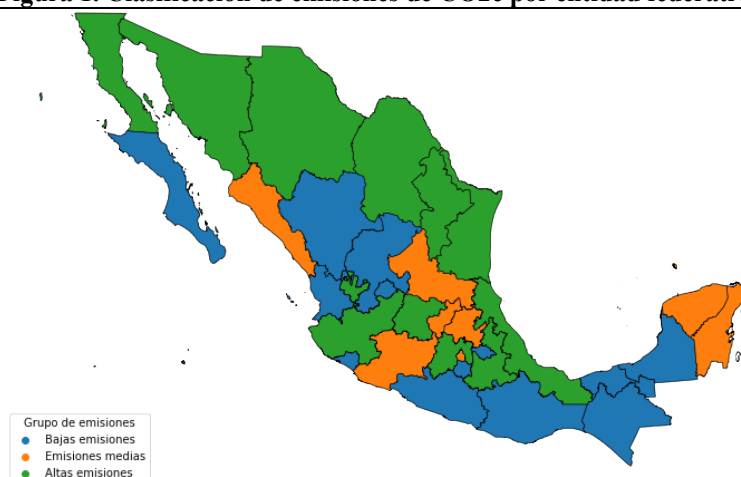
Tabla 1. Actividad económica, emisiones de CO₂e y costos ambientales por estado, 2022

| Estado | ITAE 2022 | Emisiones de CO ₂ e (tCO ₂ e) | Costo ambiental (MXN) |
|----------------------|-----------|---|-----------------------|
| Aguascalientes | 122.57 | 1,183,554 | \$132,179,429.08 |
| Baja California | 132.29 | 4,785,822 | \$534,481,079.54 |
| Baja California Sur | 125.33 | 1,004,202 | \$112,149,379.78 |
| Campeche | 63.04 | 562,590 | \$62,830,107.46 |
| Coahuila de Zaragoza | 103.69 | 3,785,004 | \$422,709,625.22 |
| Colima | 117.43 | 871,380 | \$97,315,805.54 |
| Chiapas | 98.65 | 1,412,820 | \$157,783,878.88 |
| Chihuahua | 124.22 | 5,658,048 | \$631,891,366.44 |
| Ciudad de México | 105.98 | 1,503,285 | \$562,069,638.01 |
| Durango | 105.13 | 1,423,818 | \$159,012,136.62 |
| Guanajuato | 115.28 | 4,579,398 | \$511,427,626.58 |
| Guerrero | 113.61 | 1,335,182 | \$149,186,074.70 |
| Hidalgo | 117.99 | 1,520,262 | \$169,783,012.19 |
| Jalisco | 119.74 | 5,766,338 | \$643,984,981.11 |
| México | 117.07 | 7,049,718 | \$787,313,211.21 |
| Michoacán | 116.17 | 2,175,006 | \$242,911,588.39 |
| Morelos | 107.56 | 985,590 | \$110,070,789.76 |
| Nayarit | 115.73 | 694,566 | \$77,569,200.34 |
| Nuevo León | 121.49 | 7,297,500 | \$814,901,769.68 |
| Oaxaca | 105.42 | 1,267,660 | \$141,533,084.17 |
| Puebla | 106.31 | 3,070,980 | \$342,967,353.50 |
| Querétaro | 124.17 | 2,119,230 | \$236,675,818.32 |
| Quintana Roo | 115.10 | 2,109,924 | \$235,636,523.31 |
| San Luis Potosí | 118.85 | 2,117,538 | \$236,486,855.59 |
| Sinaloa | 116.58 | 2,385,720 | \$266,437,448.17 |
| Sonora | 116.16 | 4,025,628 | \$449,542,332.77 |
| Tabasco | 98.96 | 1,389,132 | \$155,138,400.67 |
| Tamaulipas | 105.59 | 3,295,170 | \$368,004,915.12 |
| Tlaxcala | 109.60 | 647,190 | \$72,278,243.92 |
| Veracruz | 107.54 | 3,889,062 | \$434,330,833.07 |
| Yucatán | 121.13 | 1,685,238 | \$184,522,105.06 |
| Zacatecas | 102.60 | 1,069,344 | \$119,424,444.85 |

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, INEGI y SEMARNAT-RENE.

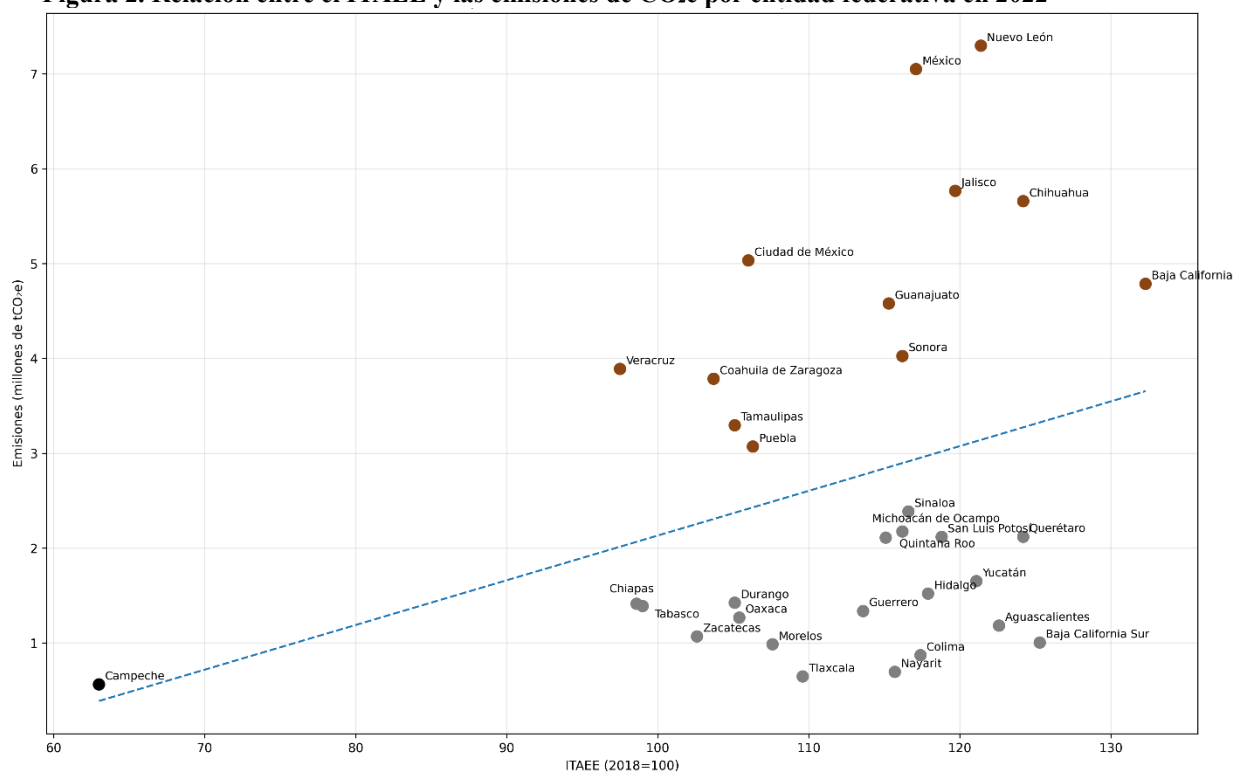
La Tabla 1 evidencia diferencias sustantivas en la relación entre actividad económica, emisiones y costos ambientales. Los estados del norte y las zonas metropolitanas concentran tanto los valores más elevados de ITAE como las emisiones y costos ambientales más altos, mientras que las entidades con menor dinamismo económico registran cargas ambientales más reducidas. Estas diferencias refuerzan la necesidad de análisis subnacionales que permitan identificar patrones territoriales y orientar intervenciones diferenciadas en materia de transición energética.

En la figura 1 se muestra una clasificación de emisiones con base en los terciles de la distribución estatal: el tercil inferior se identificó como bajas emisiones, el tercil medio como emisiones medias y el tercil superior como altas emisiones.

Figura 1. Clasificación de emisiones de CO₂e por entidad federativa, 2022

Fuente: Elaboración propia.

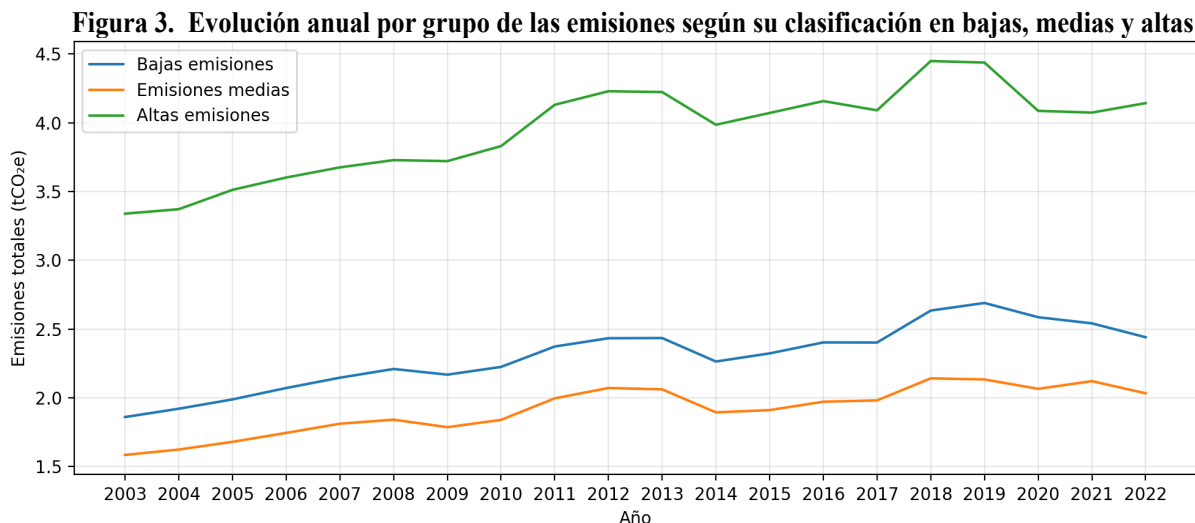
La Figura 2 muestra la relación entre el ITAEE y las emisiones estatales de CO₂e. Aunque la relación general es positiva, se observan principalmente dos grupos de entidades. El primer grupo son los estados con fuerte dinamismo económico y aumentos pronunciados en emisiones, ubicados principalmente en el norte y centro del país; y el segundo está compuesto por los estados con incrementos moderados, como Tlaxcala, Nayarita y Colima, que se encuentran por debajo de la media.

Figura 2. Relación entre el ITAEE y las emisiones de CO₂e por entidad federativa en 2022

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados coinciden con estudios internacionales que señalan que la industrialización incrementa la presión sobre el sector eléctrico y retrasa la desaceleración de emisiones prevista por la Curva Ambiental de Kuznets. Para economías emergentes como China, India y Brasil se ha documentado un aumento simultáneo del consumo eléctrico y de las emisiones (Xu & Lin, 2016; Shahbaz et al., 2019). En el caso mexicano, la dependencia de los combustibles fósiles refuerza esta asociación entre crecimiento económico y presión ambiental.

Si bien el análisis per cápita puede brindar información interesante, este queda fuera del alcance de este estudio, considerando que el objetivo de este artículo es realizar un inventario comparativo subnacional de emisiones y costos ambientales.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3 muestra que tanto los estados que en la figura 1 tenían emisiones altas, como aquellos que tenían emisiones bajas experimentaron incrementos en sus emisiones a lo largo del periodo, aunque con velocidades distintas. Los estados que un principio evidenciaron altas emisiones presentan los aumentos más pronunciados, impulsados por la expansión de los sectores industrial y de servicios, mientras que los de emisiones medias y bajas muestran un crecimiento más gradual. Este contraste refleja diferencias estructurales en productividad, urbanización e intensidad energética. Los resultados muestran que, en el caso de los estados mexicanos, la relación entre crecimiento económico y consumo energético se mantiene positiva y con grandes diferencias entre estados. Subrayando la necesidad de impulsar estrategias regionales diferenciadas que atiendan la heterogeneidad territorial, es decir, aquellos estados en los que tienen más crecimiento y más consumo de electricidad o aquellos que tengan menor crecimiento, pero altos consumos, se deben dar alternativas limpias y que integren criterios de planeación energética, regulación ambiental y transición tecnológica.

5. Conclusiones y recomendaciones

El análisis territorial del consumo eléctrico y de las emisiones de CO₂e en México mostró que la zona metropolitana del valle de México sigue siendo la que contribuye más a la degradación ambiental, pero Nuevo León y Jalisco ya se encuentran para 2022 por encima de Ciudad de México, evidenciando que las entidades con mayor presencia industrial y concentración urbana, que son distinguidas por su estructura productiva, también tienen una alta intensidad energética que influye en la distribución subnacional de la carga ambiental, específicamente de las emisiones. Mientras que los estados del sur, como Chiapa, Veracruz y Campeche, presentaron incrementos más moderados asociados a estructuras productivas menos intensivas en energía.

Estos contrastes confirman que el crecimiento económico sigue vinculado en México a un aumento en la demanda eléctrica y que la transición hacia fuentes renovables no avanza al ritmo necesario para revertir las tendencias observadas y alcanzar los compromisos pactados en el Acuerdo de París, aun cuando algunos pensarían que la comercialización de paneles solares es más común en México.

A partir de estos resultados, se recomienda fortalecer estrategias regionalizadas de planeación energética que consideren la heterogeneidad territorial del país, recordando que, aunque unos pocos estados sean los que generan más emisiones, estas no distinguen fronteras y pueden afectar los estados vecinos. Las entidades con alta concentración manufacturera requieren acciones orientadas a acelerar la incorporación de tecnologías limpias, mientras que los estados con menor crecimiento necesitan apoyo específico para avanzar en la transición energética y no verse perjudicados por sus vecinos. El diseño de instrumentos de mitigación diferenciales, acompañados de una mayor integración de información subnacional, contribuiría a reducir las brechas territoriales y a avanzar hacia un sistema eléctrico más sostenible.

Finalmente, consideramos relevante y como futura línea de investigación, profundizar en el análisis per cápita, con el objetivo de verificar si se mantiene la divergencia encontrada en este estudio.

Referencias

- Burgess, R., Deschenes, O., Donaldson, D., & Greenstone, M. (2014). The unequal effects of weather and climate change: Evidence from mortality in India. *Cambridge, United States: Massachusetts Institute of Technology, Department of Economics. Manuscript.*
- Centro Mario Molina. (2020). *Informe Anual, 2019* [PDF]. https://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2020/02/InformeAnual_fin-2.pdf
- Chen, X., Meng, Q., Shi, J., Liu, Y., Sun, J., & Shen, W. (2022). Regional Differences and Convergence of Carbon Emissions Intensity in Cities along the Yellow River Basin in China. *Land*, 11(7), 1042. <https://doi.org/10.3390/land11071042>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2015). *Contribución Determinada a Nivel Nacional de México (NDC 2015)*. <https://cambioclimatico.gob.mx/NDC/ndc-2015.html>
- Dell, M. (2010). The persistent effects of Peru's mining mita. *Econometrica*, 78(6), 1863–1903. <https://doi.org/10.3982/ECTA8121>
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>
- Herrera Ríos, A. Y., Herrera Ríos, P., & Sánchez Parra, R. C. (2024). Estimation of GHG emissions and costs in Sinaloa: Towards sustainable economic and environmental policies. *Data & Metadata*, 3, artículo 682. <https://doi.org/10.56294/dm2024.682>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Sixth Assessment Report: The Physical Science Basis*. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- Jacobsen, H. K. (1998). Integrating the bottom-up and top-down approach to energy-economy modelling: The case of Denmark. *Energy Economics*, 20(4), 443–461. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(98\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(98)00002-4)
- Kuznets, S. (2019). Economic growth and income inequality. In *The gap between rich and poor* (pp. 25–37). Routledge.
- Nordhaus, W. (2017). Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 114(7), 1518–1523. <https://doi.org/10.1073/pnas.1609244114>
- Raihan, A., Rashid, M., Voumik, L. C., Akter, S., & Esquivias, M. A. (2023). The dynamic impacts of economic growth, financial globalization, fossil fuel, renewable energy, and urbanization on load capacity factor in Mexico. *Sustainability*, 15(18), 13462.
- Schneider, S. H. (1997). Integrated assessment modeling of global climate change: Transparent rational tool for policy making or opaque screen hiding value-laden assumptions?. *Environmental Modeling & Assessment*, 2(4), 229–249.

Secretaría de Energía (SENER). (2023). *Sistema de Información Energética (SIE)*.

<https://sie.energia.gob.mx/>

Wang, Y., Hou, H., Lu, Y., & Zhang, Y. (2023). Impact of renewable energy consumption on carbon emission in the power system: A case study on China's provincial panel data. *2023 7th International Conference on Power and Energy Engineering (ICPEE)*, Chengdu, China, 395-400. <https://doi.org/10.1109/ICPEE60001.2023.10453800>

Wende, W., Bond, A., Bobylev, N., & Stratmann, L. (2012). Climate change mitigation and adaptation in strategic environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 88-93.

World Resources Institute (WRI). (2019). Climate Watch (CAIT): Country Greenhouse Gas Emissions. <https://www.wri.org/data/climate-watch>

Xu, B., & Lin, B. (2016). Reducing CO₂ emissions in China's manufacturing industry: Evidence from panel data analysis. *Energy*, 103, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.008>

Zhang, X., Zhang, H., & Yuan, J. (2019). Economic growth, energy consumption, and carbon emission nexus: Fresh evidence from developing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(17), 17667–17677. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05878-5>