



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ECONOMÍA

TÍTULO

**GASTO PÚBLICO SANITARIO Y CONTAMINANTES DEL AIRE: UN
ANÁLISIS EMPÍRICO PARA LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA
PERIODO 2000 – 2021.**

**Trabajo de Titulación para optar al título de:
ECONOMISTA**

Autor:

Ramiro Xavier Horna Ushca

Tutor:

Eco. Wilman Gustavo Carrillo Pulgar

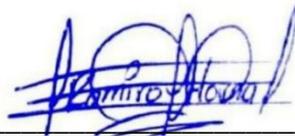
Riobamba, Ecuador 2023

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Ramiro Xavier Horna Ushca**, con cédula de ciudadanía **065003891-2**, autor del trabajo de investigación titulado: **Gasto Público Sanitario y Contaminantes del aire: Un Análisis empírico para los países de América Latina periodo 2000 - 2021**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 13 noviembre de 2023.



Ramiro Xavier Horna Ushca

C.I: 065003891-2

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Wilman Gustavo Carrillo Pulgar** catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Gasto Público Sanitario y Contaminantes del aire: Un análisis empírico para los países de América Latina periodo 2000 - 2021**, bajo la autoría de Ramiro Xavier Horna Ushca; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los **9 días** del mes de **Mayo** de **2023**.



Wilman Gustavo Carrillo Pulgar

C.I: 060214722-5

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación GASTO PÚBLICO SANITARIO Y CONTAMINANTES DEL AIRE: UN ANÁLISIS EMPÍRICO PARA LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA PERIODO 2000 – 2021, presentado por Ramiro Xavier Horna Ushca, con cédula de identidad número 065003891-2, bajo la tutoría del Econ. Wilman Gustavo Carillo Pulgar; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 13 noviembre de 2023.

Presidente del Tribunal de Grado
PhD. Doris Nataly Gallegos Santillán



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
PhD. Gabriel Gabriel Ramirez Torres



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Econ. Gerardo Mauricio Zurita Vaca



Firma



CERTIFICACIÓN

Que, **RAMIRO XAVIER HORNA USHCA** con CC: **065003891-2**, estudiante de la Carrera **ECONOMÍA**, Facultad de **CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **GASTO PÚBLICO SANITARIO Y CONTAMINANTES DEL AIRE: UN ANÁLISIS EMPÍRICO PARA LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA PERIODO 2000 – 2021.**", cumple con el **6%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 10 de octubre de 2023

Econ. Wilmar Gustavo Carillo Púgar.
TUTOR

DEDICATORIA

El Presente trabajo de investigación va dedicado en primera instancia a Dios por permitirme haber llegado a esta meta planteada, después a mis padres Ramiro y Martha que fueron quienes me impulsaron a lograr mi sueño de ser Economista, a Aldair y Jessica que fueron ese soporte y compañeros en mis días de desvelo.

A su vez se la dedico a Rosita, esa segunda madre que Dios me regalo, a mis hermanos Liz y Fercho que con sus consejos y palabras de aliento siempre me impulsaron a continuar, a mi ángel en el cielo que guía cada uno de mis pasos, Víctor y por último a Angelica por sus consejos y apoyo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme permitido culminar con éxito la carrera de Economía, a su vez a mis padres Ramiro y Martha quienes me impulsaron y guiaron en cada paso que he dado en mi vida estudiantil, por otro lado, a la Universidad Nacional de Chimborazo, al Eco. Wisman Carrillo tutor, amigo y compañero de mi proyecto de investigación, a mis docentes y a todos quienes formaron parte de este camino universitario.

A si también quiero agradecer a mi pequeño Aldo que fue quien me impulso con su "animo todo se puede papá", a Jessica quien con sensibilidad no deje que decayera, a mis hermanos Fercho y Liz que con sus palabras de aliento me estimularon siempre hacia el cumplimiento de mis metas, a mi segunda madre Rosa que me enseñó a caminar y sobre todo a cumplir con todo lo que me proponga, a Angelica por sus consejos y ayuda.

Y por último a un ser de luz (Victor) que desde el cielo guía mis pasos, bendiciéndome en cada momento.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| DECLARATORIA DE AUTORÍA..... | |
| DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR..... | |
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO..... | |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | |
| ÍNDICE DE GRAFICAS..... | |
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| CAPÍTULO I..... | 14 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 14 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN | 17 |
| 1.3 OBJETIVOS | 19 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 19 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 19 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 20 |
| 2.1 Estado del Arte..... | 20 |
| 2.2 Fundamentación teórica..... | 33 |
| 2.2.1 Gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud). 33 | |
| 2.2.2 PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)..... | 34 |
| 2.2.3 Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) | 34 |
| 2.2.4 Emisiones de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2) 35 | |
| 2.2.5 Gasto público en educación, total (% del PIB)..... | 36 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 2.2.6 | Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final) | 37 |
| 2.2.7 | Población urbana | 37 |
| 2.2.8 | El PIB y el gasto sanitario | 38 |
| 2.2.9 | Factores no económicos y gasto sanitario | 40 |
| 2.2.10 | Energías renovables y gasto sanitario | 40 |
| 2.2.11 | Una cartilla sobre los efectos en la salud y la contaminación del aire | 41 |
| 2.2.12 | Contaminación del aire y salud. | 41 |
| 2.3 | Estudios que relacionan al gasto público sanitario y contaminantes del aire | 42 |
| CAPÍTULO III. | | 45 |
| 3. METODOLOGÍA | | 45 |
| 3.1 | Modelo de efectos fijos..... | 46 |
| 3.3 | Prueba de Hausman | 48 |
| 3.4 | Ecuación del modelo..... | 49 |
| CAPÍTULO IV..... | | 54 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 54 |
| 4.1.1 | Análisis descriptivo | 55 |
| 4.1.2 | Análisis descriptivo de la evolución de las variables | 65 |
| 4.1.3 | Proceso econométrico..... | 68 |
| 4.2 | Discusión | 79 |
| CAPÍTULO V. | | 81 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 81 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 81 |
| 5.2 | Recomendaciones | 82 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS.

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Contenido de investigaciones previas. | 23 |
| Tabla 2. Descripción de las variables. | 51 |
| Tabla 3. Modelo de efectos fijos | 68 |
| Tabla 4. Modelo de efectos aleatorios | 69 |
| Tabla 5. Prueba de Hausman | 71 |
| Tabla 6 Causalidad de Granger..... | 72 |
| Tabla 7 Prueba de Wooldridge para autocorrelación en datos de panel..... | 73 |
| Tabla 8 Prueba de Wald modificada para heterocedasticidad grupal en modelo de regresión de efectos fijos | 74 |
| Tabla 9 Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles | 75 |

ÍNDICE DE GRAFICAS.

| | |
|---|----|
| Gráfica 1. PIB per cápita promedio, países de América Latina (US\$ a precios constantes de 2010), periodo 2000-2021 | 55 |
| Gráfica 2. Emisiones de CO2 promedio, países de América Latina (toneladas métricas per cápita), periodo 2000-2021..... | 56 |
| Gráfica 3. Gasto nacional en salud del gobierno general promedio, países de América Latina (% del gasto corriente en salud), periodo 2000-2021..... | 57 |
| Gráfica 4. Emisiones de óxido nitroso promedio, países de América Latina (millones de toneladas métricas de equivalente de CO2), periodo 2000-2021 | 58 |
| Gráfica 5. Gasto público en educación total promedio, países de América Latina (% del PIB), periodo 2000-2021 | 59 |
| Gráfica 6. Consumo de energía renovable promedio, países de América Latina (% del consumo total de energía final), periodo 2000-2021..... | 61 |
| Gráfica 7. Personas que utilizan servicios de saneamiento o gestionado de forma segura promedio, países de América Latina (% de la población); periodo 2000-2021 | 62 |
| Gráfica 8. Población urbana promedio, países de América Latina (millones de personas); periodo 2000-2021..... | 64 |

RESUMEN

El rápido crecimiento económico de los últimos años y la contaminación ambiental resultante en los países de América Latina son una grave preocupación para la salud del público en general. Se realiza un análisis exhaustivo de los contaminantes ambientales, el crecimiento económico y la salud pública utilizando datos de 12 economías de América Latina de 2000 a 2021. Se utilizan mínimos cuadrados totalmente modificados de panel. Los resultados muestran que existe una causalidad a largo plazo entre las energías renovables y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en el gasto sanitario. Las energías renovables y el gasto en salud están positiva y significativamente relacionados. Se concluye que la inversión en energía renovable conduce a una reducción de la contaminación del aire, mejoras en la atención médica y la promoción del crecimiento económico.

Palabras claves: crecimiento, salud, CO₂, energía renovable.

ABSTRACT

The economy has snowballed in the past few years, resulting in environmental pollution. Latin American countries have a severe concern for public health. A comprehensive analysis of environmental pollutants, economic growth, and public health was carried out using data from 12 Latin American economies from 2000 to 2021. The researcher used minimum modified square panels. The results demonstrated a long-term causality between renewable energies and carbon dioxide (CO₂) emissions in healthcare expenditure. Renewable energy and healthcare expenditure are positively and significantly correlated. This study concluded that investment in renewable energy leads to a reduction in air pollution, improvements in healthcare, and the promotion of economic growth.

Keywords: growth, health, CO₂, renewable energy.

ADRIANA
XIMENA
CUNDAR
RUANO

Firmado digitalmente
por ADRIANA XIMENA
CUNDAR RUANO
Fecha: 2023.09.14
17:13:57 -05'00'

Reviewed by
MsC. Adriana Cundar Ruano, Ph.D.
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1709268534

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN.

Durante la última década, los estudios epidemiológicos en todo el mundo han medido una mayor mortalidad y morbilidad asociada con la contaminación del aire. Cuantificar el impacto de la contaminación del aire en la salud pública es cada vez más un componente esencial en el debate político. Si bien las evaluaciones en la salud pueden proporcionar información importante para las decisiones de salud en la regulación y para el público, los resultados a menudo están sujetos a malas interpretaciones, incluso si la evaluación se realiza de manera rigurosa y las múltiples incertidumbres se presentan y explican cuidadosamente a los formuladores de políticas, la prensa y público (World Health Organization, 2001).

La crisis financiera mundial ha llevado a muchas naciones a aumentar significativamente el gasto, siendo la atención médica una prioridad común. Sin embargo, para mejorar el bienestar de una población, la disponibilidad de atención médica es importante, lo que a su vez tendría un impacto en una mayor productividad, un mayor desarrollo económico y recursos fiscales. Sin embargo, el crecimiento económico podría ser mayor si se lograra el éxito mediante un mayor gasto en salud. Las observaciones de la literatura establecida sobre los efectos del gasto en salud para el desarrollo económico no están claras (Khoshnevis Yazdi & Khanalizadeh, 2017).

La reciente pandemia de COVID-19 ejerce presión sobre el gasto sanitario, que ha aumentado drásticamente (Apergis et al., 2020). De acuerdo con Estadísticas de Salud de la OCDE (2019), durante el COVID-19, los países de América Latina enfrentaron el problema de la capacidad crítica de camas para la población, con México en la categoría más baja. De media, más de una quinta parte del gasto sanitario procede de la financiación privada, mientras que, en el caso del tratamiento de la COVID-19, alrededor de una cuarta parte de la financiación procede de los propios hogares.

Es así también que existen datos recientes de la contaminación del aire, en Lima, las concentraciones medias semanales de CO₂ fueron un 41 % más bajas durante la primera semana del cierre de escuelas relacionado con la COVID-19 en 2020 que en el mismo período durante los 3 años anteriores (17 vs. 29 µg/m³). De manera similar, las concentraciones semanales de CO₂ fueron un 31 % más bajas en São Paulo (9 frente a 13 µg/m³) y un 21 % más bajas en Santiago (15 frente a 19 µg/m³). En la Ciudad de México, la diferencia entre 2020 y 2017-2019 fue mínima (5% menos, 21 vs 22 µg/m³). Se ha estimado que en un escenario contrafactual de reducción anual de CO₂ proporcional a las

reducciones relacionadas con COVID-19, la mortalidad por todas las causas entre adultos \geq 30 años en Lima sería un 7 % menor (95 % intervalo de confianza [IC] 4 % a 9%) con 2522 muertes prematuras menos al año (95% CI 1666 a 3304). En São Paulo, estas reducciones resultarían en un 3 % menos de mortalidad por todas las causas (95 % IC 2 % a 4 %) con 3573 muertes prematuras menos por año (95 % IC 2341 a 4712). Santiago experimentaría un 3 % menos de mortalidad por todas las causas (95 % IC 2 % a 4 %) con 930 muertes prematuras menos al año (95 % IC 610 a 1228). En la Ciudad de México, donde las reducciones observadas de CO2 ambiental relacionadas con COVID-19 fueron mínimas, la mortalidad por todas las causas sería un 0,6 % más baja (IC del 95 %: 0,4 % a 0,8 %) con 730 muertes prematuras menos por año (IC del 95 %: 476 al 966) (Blázquez-Fernández et al., 2019).

El aumento de la expansión económica, la urbanización y la industrialización tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, como medio de la liberación de diversos contaminantes del aire a la atmósfera, han contribuido a una degradación importante de la calidad del aire (Hoffmann et al., 2020).

El documento está organizado de la siguiente manera: se realizó una "Revisión de la literatura" se proporcionará una revisión de la literatura relacionada con los impactos de la contaminación del aire, los factores económicos y no económicos y la energía renovable en el gasto de atención médica; el capítulo de "Datos y metodología" describe los datos y la metodología; en los "Resultados y discusión" proporciona los resultados y la discusión; y la "Conclusión e implicaciones de política" contiene la conclusión y las implicaciones de política.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, la industria de la salud ha experimentado un notable crecimiento, impulsado por diversas razones de índole económica, no económica y medioambiental, generando inquietudes significativas entre economistas, legisladores e investigadores del ámbito de la salud. La perspectiva sobre los gastos en atención médica se encuentra dividida entre dos enfoques. Un grupo de investigadores liderados por Azam et al. (2019) sostiene que el gasto en salud debe tratarse como un lujo, equiparable a una mercancía, abogando por confiar en las fuerzas del mercado.

En contraste, otro grupo encabezado por Chaabouni & Saidi (2017) argumenta que el gasto en atención médica es esencial y que el gobierno debería intervenir. Aunque el gasto en salud es necesario para el desarrollo económico, su exceso plantea una carga adicional para las finanzas gubernamentales, una tendencia evidente en los países latinoamericanos que destinan casi el 20% del gasto mundial en salud, a pesar de representar menos del 85% de la población de la OECD (Blázquez et al., 2019), dando como resultado el menor gasto sanitario a nivel global.

El aumento de los gastos en atención médica conlleva algunos efectos positivos, como la reducción de enfermedades y la generación de empleo, pero el gasto innecesario implica recortes en otras áreas. La contaminación del aire, causada por compuestos como dióxido de azufre, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno, tiene consecuencias graves para la salud, contribuyendo a enfermedades respiratorias, problemas pulmonares, asma, alergias alimentarias, bronquitis, crecimiento pulmonar reducido, cáncer de pulmón y una disminución de la esperanza de vida (Ma et al., 2018).

Identificar los impulsores clave del gasto en salud, incluida la degradación ambiental (contaminación del aire), junto con factores económicos (como el PIB y la inversión extranjera directa) y no económicos (por ejemplo, educación), es esencial. Existe una conexión positiva directa entre salud y educación, siendo esta última crucial para aumentar la productividad laboral. La inversión en salud y educación contribuye a una mejor salud y a niveles educativos superiores (Ross & Wu, 1995).

En los países latinoamericanos, los gastos de atención médica están en constante aumento, y el PIB juega un papel crucial en su estimación. Se proyecta que, debido a políticas sanitarias más estrictas, habrá una significativa disminución del gasto sanitario en América Latina (Akca et al., 2017).

El incremento en los gastos de atención médica no es solo una estrategia diseñada para mejorar las condiciones de salud; diversos factores contribuyen a estos gastos, como las condiciones socioeconómicas, la población y la asignación presupuestaria para atención médica. Los determinantes más destacados incluyen el PIB y el nivel educativo de un país (Mirmirani et al., 2008).

La principal fuente de contaminación atmosférica son los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) (Apergis et al., 2020). Los reguladores gubernamentales, preocupados por el CO₂, buscan limitar las emisiones debido a su impacto perjudicial para la salud y la sostenibilidad ambiental (Fang et al., 2020). La contaminación del aire, responsable de la mortalidad prematura a nivel mundial según la OCDE, está asociada con contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x), los óxidos de azufre (SO_x) y el CO₂, contribuyendo al aumento del gasto sanitario.

La eficiencia de la atención médica en los países latinoamericanos depende de factores como los recursos sanitarios (tanto públicos como privados), los factores socioeconómicos y los factores sociales relacionados con el estilo de vida. Tanto los factores socioeconómicos como los de estilo de vida son variables ambientales (Varabyova & Müller, 2016).

Aunque varios estudios abordan la relación entre contaminación del aire, gasto en salud y factores económicos y no económicos en Latinoamérica, la investigación actual busca cerrar esta brecha al explorar el papel de variables como la energía renovable, diversos contaminantes del aire, la industria de la salud y el PIB en países seleccionados. Este estudio aporta al conocimiento al examinar las relaciones entre CO₂ y NO_x, el PIB y el gasto sanitario, integrando las energías renovables en el contexto de la salud y su vínculo con el PIB, y destacando el uso de energía renovable en lugar de fuentes convencionales, considerando la importancia del gasto público en salud.

De acuerdo a lo expuesto se plantea la pregunta de estudio: ¿Cómo afecta los contaminantes del aire en el gasto nacional de salud de los países de América Latina?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las prioridades políticas mundiales en materia de salud han comenzado recientemente a incluir cuestiones ambientales; durante mucho tiempo, la salud pública y la protección del medio ambiente se han considerado preocupaciones y capítulos presupuestarios algo separados en las actividades de los gobiernos y las comunidades locales (Chaabouni & Saidi, 2017). Sin embargo, las comunidades y los gobiernos se han dado

cuenta gradualmente de la importancia de comprender el gran impacto de la degradación ambiental en la salud humana, así como de la necesidad de estimar con precisión los costos de salud asociados con la calidad del medio ambiente. La mejora de los factores relacionados con el estado general de salud de la población radica en, niveles de ingresos, mejores condiciones de trabajo, crecimiento del PIB y gasto en salud per cápita, estatus social, estilo de vida, dieta y educación para la salud han llevado a un considerable aumento de la esperanza de vida, no sólo en las economías y regiones más desarrolladas, sino también en la mayoría de los países en desarrollo del mundo.

Al mismo tiempo, sin embargo, los datos muestran que el impacto negativo de la contaminación en la salud pública, también debido a las actividades humanas, ha aumentado (Magnani, 2000). En este contexto, nuestra investigación tiene como la relación entre la contaminación ambiental, el gasto en salud y el crecimiento económico en los países de América Latina, mediante el uso de un análisis de datos de panel.

Con base en lo anterior, es imperativo revisar la relación empírica entre la calidad ambiental y la salud en los países en desarrollo. Utilizaremos un conjunto de datos de panel, este estudio difiere de otros estudios (Zaidi et al., 2018) porque emplea modelos estáticos y dinámicos en el análisis; al mismo tiempo que se centra en América Latina y no en todo el continente americano. Este estudio también permite la comparación de hallazgos en todos los países porque se enfoca en 12 países de América Latina y se basa en dos emisiones de gases de efecto invernadero (emisión de dióxido de carbono y óxido nitroso) como un control de solidez a diferencia de otros estudios que se concentraron mucho en una medida de calidad ambiental.

La elección de estos proxies de la calidad ambiental sobre otras fuentes de contaminación como el agua y la tierra se debe a que los contaminantes del aire han sido identificados como las principales causas de riesgo ambiental para la salud (World Health Organization, 2001).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Establecer la relación entre el Gasto Público Sanitario y los Contaminantes del aire en los países de América Latina período 2000-2021.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Explicar la Evolución del gasto de salud pública de los países de América Latina. período 2000-2021.
- Describir la evolución de los contaminantes atmosféricos de los países de América Latina período 2000-2021.
- Medir la relación de los contaminantes atmosféricos y el gasto de salud pública de los países de América Latina a través de un modelo econométrico período 2000-2021.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Estado del Arte

La contaminación ambiental interesa a muchos economistas e investigadores. Es así que la contaminación del aire es uno de los elementos centrales del medio ambiente, y si aumenta la contaminación del aire, afecta la salud humana al afectar el metabolismo. Una amplia línea de literatura (Murthy & Okunade, 2016; Chaabouni et al., 2016; Li et al., 2019) examina la conexión entre la atención médica y la contaminación del aire. Khoshnevis Yazdi & Khanalizadeh (2017) realizan un estudio que explora los principales determinantes del gasto en atención médica. El estudio utiliza variables económicas y de calidad ambiental, y toma datos de la región MENA de 1995 a 2014. El modelo ARDL se utiliza para revelar que las emisiones de carbono y partículas entre 2,5 y 10 μm (PM10) tienen una conexión significativa y directa con el gasto sanitario. Esto significa que cuando aumentan estas emisiones de gases, también aumenta el gasto sanitario. Se muestra que los ingresos no tienen relación con el gasto en salud. Otros estudios muestran resultados similares de que la alta contaminación del aire aumenta la tasa de mortalidad y existe una relación positiva entre la mortalidad y la contaminación del aire (Tran et al., 2018; Z. Wang et al., 2019).

Chaabouni & Saidi (2017) examinan la naturaleza de las conexiones entre las emisiones de CO₂, el PIB y la atención médica. Los datos provienen de 51 países durante el período 1995–2013. Los países se dividen en 3 grupos según los ingresos. El estudio utiliza un modelo de mezcla gaussiana (GMM) y modelos dinámicos de ecuaciones simultáneas para el análisis. Los resultados muestran que existe una conexión bidireccional entre la descarga de carbono y el PIB, y entre el PIB y el gasto en salud. Además, existe una conexión unidireccional entre las emisiones de CO₂ y el gasto en atención médica en la mayoría de los países, excepto en los países de bajos ingresos.

Saidi & Hammami (2016) encuentran que los problemas ambientales son principalmente el resultado de una alta descarga de CO₂, que tiene un efecto adverso en la salud humana. El estudio se lleva a cabo en la región africana desde 1990 hasta 2015 y utiliza el modelo ARDL para el análisis. Los resultados muestran una asociación positiva entre el crecimiento económico y el gasto sanitario, pero una relación negativa significativa entre las emisiones de carbono y el gasto sanitario. Algunos estudios (Usman et al., 2019; Chaabouni & Saidi, 2017) muestran resultados similares, demostrando que la alta contaminación del

aire aumenta la tasa de mortalidad y tiene una relación negativa con la emisión de carbono o la contaminación del aire.

Wang et al. (2019) explica el vínculo entre la alta concentración de gases de efecto invernadero (GEI) y el cambio climático es bien conocido, ya que el cambio climático tiene una gran influencia en la salud pública. El objetivo de este trabajo de investigación es examinar los vínculos dinámicos entre las emisiones de CO₂, los gastos de salud y el crecimiento económico en presencia de formación bruta de capital fijo y comercio per cápita mediante el uso del modelo de retraso distributivo autorregresivo (ARDL) para Pakistán que cubre datos anuales. desde el año 1995-2017. Los resultados empíricos muestran que existe una relación causal significativa tanto a largo como a corto plazo entre el gasto en salud, el CO₂ emisiones y crecimiento económico en Pakistán. La relación bidireccional de causalidad de Granger se encuentra entre los gastos de salud y las emisiones de CO₂ y, además, entre los gastos de salud y el crecimiento económico.

Yao et al. (2019) analizo el bajo nivel del gasto en atención médica, China ha experimentado un rápido crecimiento de la educación. Este artículo está diseñado para probar la cantidad y la calidad de la educación en el gasto en atención médica y realiza el conjunto de datos provinciales de China durante el período 2001–2016. Los resultados sugieren que la cantidad de educación no tiene un efecto significativo sobre el gasto en salud, mientras que la calidad de la educación tiene un efecto positivo y significativo. Por lo tanto, se sugiere que la expansión de China en la educación no puede mantener la calidad y no conduce a la mejora del capital humano en educación y salud.

Azam et al. (2019) explica que el papel de la energía no puede pasarse por alto en el proceso de crecimiento y desarrollo económico de ninguna economía. China consume una cantidad colosal de energía; por lo tanto, los objetivos centrales de este estudio es evaluar empíricamente los vínculos entre el uso de energía, medio ambiente por CO₂ emisiones, salud humana por gastos en salud, flujos de inversión extranjera directa (IED) y PIB real per cápita utilizado para el crecimiento económico durante el período 1995–2016 para China. La naturaleza de los datos dirigidos a emplear el método de regresión de cointegración canónica (CCR) para la estimación de parámetros desconocidos. Se han estimado cuatro ecuaciones, a saber, para la IED, la salud, el medio ambiente y el crecimiento económico. El resultado de China durante el período del estudio revela que el consumo de energía tiene un impacto positivo significativo en la IED, la salud, el medio ambiente y el crecimiento económico. Los resultados del estudio sugieren que los formuladores de políticas deben trazar políticas

efectivas para la utilización efectiva de la energía a fin de fomentar el crecimiento económico y el desarrollo permisibles en China.

Los resultados fueron los siguientes: si bien todas las ciudades necesitaban mejorar su PIB, las eficiencias ambientales seguían aumentando en la mayoría de las ciudades. El índice de eficiencia de la salud indicó que la eficiencia de la enfermedad había aumentado en la mayoría de las ciudades, pero disminuyó en un tercio; por lo tanto, es necesario reforzar el tratamiento. La eficiencia del tratamiento de enfermedades respiratorias en la mayoría de las ciudades estaba aumentando y el margen de mejora se había reducido significativamente. Hubo mejoras en la tasa de mortalidad en 15 ciudades; sin embargo, la eficiencia del tratamiento de la tasa de mortalidad disminuyó en 11 ciudades.

Tabla 1. Contenido de investigaciones previas.

| AUTOR | TEMA | OBJETIVO | METODOLOGÍA | VARIABLES | RESULTADOS | RELACIÓN DE LAS VARIABLES |
|---------------------------|---|---|--|--|--|--|
| Wang et al. (2019) | Vínculos dinámicos entre las emisiones de CO ₂ , los gastos en salud y el crecimiento económico: evidencia empírica de Pakistán. | Examinar los vínculos dinámicos entre las emisiones de CO ₂ , los gastos de salud y el crecimiento económico en presencia de formación bruta de capital fijo y comercio per cápita . | Modelo de retraso distributivo autorregresivo (ARDL) | Gastos de salud Crecimiento económico Formación bruta de capital fijo Comercio per cápita Emisiones de CO ₂ | Existe una relación causal significativa tanto a largo como a corto plazo entre el gasto en salud, el CO ₂ emisiones y crecimiento económico en Pakistán. | $HE \leftrightarrow CO_2$ $HE \leftrightarrow EG$ $CO_2 \leftrightarrow EG$ $FCAP \leftrightarrow EG$ |

| | | | | | | |
|---------------------------|---|--|--|---|--|--|
| Yao et al. (2019) | El impacto de la educación en el gasto sanitario en China: cantidad o calidad | Probar la cantidad y la calidad de la educación en el gasto en atención médica y realiza el conjunto de datos provinciales de China | Modelo de retraso distributivo autorregresivo (ARDL) | Gasto en salud Nivel de ingreso del grupo de menores ingresos Nivel de ingresos Seguro de salud Recursos de salud ES Educación cantidad Educación de calidad Envejecimiento | Se sugiere que la expansión de China en la educación no puede mantener la calidad y no conduce a la mejora del capital humano en educación y salud | <i>HE</i> sin relación con la educación cantidad <i>EDUQUL</i> ↑ <i>HE</i> ↑ |
| Azam et al. (2019) | Los efectos de la energía en la inversión, la salud humana, el medio ambiente y el crecimiento económico: evidencia empírica de China | Evaluar empíricamente los vínculos entre el uso de energía, medio ambiente por CO ₂ emisiones, salud humana por gastos en salud, flujos de inversión extranjera directa | Método de regresión de cointegración canónica (CCR) para la estimación de parámetros desconocidos. | FDI representa inversión extranjera directa (entrada neta como porcentaje del PIB), EC para consumo de energía (uso de energía Environ Sci Pollut Res (kg de equivalente de petróleo per cápita) | El resultado de China durante el período del estudio revela que el consumo de energía tiene un impacto positivo significativo en la IED, la salud, el medio ambiente y el crecimiento económico. | <i>ENG</i> ↑ <i>DFI</i> ↑ <i>ENG</i> ↑ <i>ENV</i> ↑ <i>ENG</i> ↑ <i>HE</i> ↑ |

| | | | | | |
|---------------------------|---|--|---------------------------------|--|---|
| | | (IED) y PIB real per cápita utilizado para el crecimiento económico durante el período 1995–2016 para China. | | Exp para exportación (exportaciones de bienes y servicios como porcentaje de GDP) GDPPC es el crecimiento anual del PIB per cápita que representa el crecimiento económico Urb es urbanización (población urbana total como porcentaje de la población total) Cor es corrupción (tomado del índice de corrupción de China). | |
| Blázquez-Fernández | Relación entre la contaminación atmosférica y los | Analizar el impacto de las variables ingreso | Modelo lineal de datos de panel | Gastos per cápita en atención de la salud. | Se observa un efecto de anclaje, lo que implica que alrededor del 80%-90% del gasto anterior explica el gasto actual. $SO_2 \uparrow HEC \uparrow$ |

| | | | | | | |
|-------------------------|--|--|---|---|---|---|
| et al. (2019) | gastos sanitarios: nueva evidencia empírica | per cápita y calidad del aire ambiental sobre los determinantes del gasto en salud. | | Gasto en atención de la salud. Emisiones de SO_2 | Nuestros resultados empíricos son bastante consistentes entre grupos y cuando se comparan con la muestra completa. Sin embargo, parece haber algunas diferencias cuando se desglosa por esquema de financiamiento (total, público y privado). | $INC \uparrow HEC \uparrow$ |
| Li et al. (2019) | El impacto del crecimiento económico y la contaminación del aire en la salud pública en 31 ciudades chinas | Examinar el efecto económico de la contaminación ambiental (SO_2 , CO_2) sobre el gasto en salud | Modelo DEA de dos etapas, el DEA de dos etapas EBM indeseable modificado (medida basada en Epsilon) | Insumo laboral PIB El índice de calidad del aire (AQI) es la concentración medida de contaminantes; partículas (PM2.5, PM10), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), | Los resultados fueron los siguientes: si bien todas las ciudades necesitaban mejorar su PIB, las eficiencias ambientales seguían aumentando en la mayoría de las ciudades. El índice de eficiencia de la salud indicó que la eficiencia de la | $GDP \uparrow HE \uparrow$ $SO_2 \uparrow HE \uparrow$ $CO_2 \uparrow HEC \uparrow$ |

| | | | | | | |
|------------------------------|--|---|---|--|---|--------------------------|
| | | | | ozono (O3) y monóxido de carbono (CO). | enfermedad había aumentado en la mayoría de las ciudades, pero disminuyó en un tercio; por lo tanto, es necesario reforzar el tratamiento. | |
| Ye & Zhang (2018) | Causalidad de Granger no lineal entre el gasto en atención médica y el crecimiento económico en la OCDE y los principales países en desarrollo | Examinar la compleja relación causal entre el gasto en atención médica y el crecimiento económico entre 15 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y 5 países en desarrollo importantes | El modelo de autorregresión vectorial (VAR) | Gasto en salud PIB | Para mejorar la calidad de la salud nacional, la calidad de vida y la felicidad, estos 13 países deben buscar activamente optimizar las políticas relacionadas con el gasto en atención médica, por ejemplo, mejorando la eficiencia de los costos de salud para promover el desarrollo económico sostenible. | $EG \leftrightarrow HCE$ |

| | | | | | | |
|---------------------------------|--|---|--|---|--|--|
| K.-M. Wang et al. (2018) | Los efectos de los shocks de salud en el consumo de seguros de vida, el crecimiento económico y el gasto en salud: un análisis dinámico de tiempo y espacio. | Estudiar la prueba empírica si los cambios en el estado de salud percibido (es decir, “shocks de salud”) pueden afectar los impactos que de otro modo tendrían el crecimiento económico y el crecimiento de los seguros de vida en los gastos de salud. | Modelo de autorregresión de vector de panel de parámetros variables en el tiempo | Producto interno bruto/per cápita (enfoque del gasto) Gasto internacional en salud/Per Cápita Primas brutas totales Vida/Per Cápita | La variable de shocks de salud, representada por la salud percibida por nivel socioeconómico, tiene efectos dinámicos positivos sobre el crecimiento económico, el consumo de seguros y el crecimiento del gasto en salud. | $PH \uparrow EG \uparrow$ $PH \uparrow INCG \uparrow$ $PH \uparrow HCE \uparrow$ |
| Chaabouni et al. (2016) | Sobre la dinámica causal entre CO2 emisiones, gasto en salud y crecimiento económico | Examinar la relación causal entre las emisiones de CO ₂ , los gastos sanitarios y el crecimiento económico. | Modelos de ecuaciones simultáneas estimados por el GMM | Emisiones de CO ₂ (CO ₂), los gastos de salud (H), el capital (K) y la mano de obra (L). | Existe una causalidad bidireccional entre las emisiones de CO ₂ y el crecimiento económico, entre los gastos de salud y el crecimiento económico. | $CO_2 \leftrightarrow GDP$ $EF \leftrightarrow HCE$ $CO_2 \leftrightarrow HE$ |

| | | | | | | |
|------------------------------|---|---|---|--|---|-------------------|
| Atilgan et al. (2017) | La relación dinámica entre el gasto en salud y el crecimiento económico: ¿es válida la hipótesis del crecimiento impulsado por la salud para Turquía? | Investigar empíricamente la hipótesis del crecimiento impulsado por la salud para la economía turca. | El modelo de filtro de Kalman | Gasto en salud Crecimiento económico. | Los resultados muestran que un aumento del 1 % en el gasto en salud per cápita conducirá a un aumento del 0,434 % en el producto interno bruto per cápita. Estos hallazgos también están respaldados por los resultados del modelo de filtro de Kalman. | <i>EG ↑ HEC ↑</i> |
| | Determinantes del gasto en salud de EE. UU.: Evidencia del | Analiza mediante el uso de datos de series temporales anuales de 1960 a 2012 el enfoque de cointegración de | Enfoque de cointegración de retrasos distribuidos | Ingreso real per cápita porcentaje de población mayor de 65 años Nivel de tecnología sanitaria | Los hallazgos empíricos de este estudio indican que el ingreso real per cápita (INGRESO), el porcentaje de población mayor de 65 años (AGE) y el nivel de tecnología | <i>INC Ω AGE</i> |

| | | | | | | |
|------------------------------------|---|---|-------------------------------------|---|--|---|
| Murthy & Okunade (2016) | enfoque de cointegración con retraso distribuido autorregresivo (ARDL) | retrasos distribuidos autorregresivos (ARDL) para identificar algunos de los principales impulsores del gasto real per cápita en salud de EE. UU. | autorregresivos (ARDL) | Nivel de gasto en sanitaria (HRD), medido y como el nivel de gasto en Investigación y Desarrollo en salud | Investigación y Desarrollo en salud están cointegrados. INGRESO, EDAD y HRD ejercen efectos positivos sobre el gasto en salud per cápita de EE. UU. | $AGE \Omega HCE$ $INC \uparrow HCE \uparrow$ $AGE \uparrow HCE \uparrow$ $HRD \uparrow HCE \uparrow$ |
| Omri et al. (2014) | Interacciones causales entre las emisiones de CO ₂ , la IED y el crecimiento económico: Evidencia de modelos dinámicos de ecuaciones simultáneas | Investigar los vínculos de causalidad entre las emisiones de CO ₂ , la inversión extranjera directa y el crecimiento económico utilizando modelos dinámicos de datos de panel de | Modelos dinámicos de datos de panel | Emisiones de CO ₂ Entradas de IED Producto interno bruto (PIB) | Los resultados proporcionan evidencia de causalidad bidireccional entre las entradas de IED y el crecimiento económico para todos los paneles y entre la IED y el CO ₂ para todos los paneles, excepto Europa y el norte de Asia. | $FDI \leftrightarrow EG$ $FDI \leftrightarrow CO_2$ $CO_2 \leftrightarrow EG$ |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|----------------|---|---|---------------------------|
| | | | | | ecuaciones simultáneas para un panel global de 54 países durante el período 1990-2011. | |
| Baltagi & Moscone, (2010) | Gastos e ingresos en atención de la salud en la OCDE reconsiderados: Evidencia de datos de panel | Estudiar las propiedades de no estacionariedad y cointegración entre el gasto en salud y el ingreso. | Datos de panel | Gasto en salud per cápita PIB per cápita % gasto gubernamental Tasa de dependencia, personas mayores Tasa de dependencia, jóvenes | La heterogeneidad se maneja mediante efectos fijos en un modelo homogéneo de panel y mediante un modelo heterogéneo de panel. Nuestros hallazgos sugieren que el cuidado de la salud es una necesidad más que un lujo, con una elasticidad mucho menor que la estimada en estudios previos. | <i>INC</i> ↑ <i>HEC</i> ↓ |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|--|------------------|--|---|---|
| Gövdeli (2019) | Gasto en salud, crecimiento económico y emisiones de CO ₂ : evidencia de los países de la OCDE | Investigar la correlación entre el gasto en salud, el crecimiento económico y las emisiones de CO ₂ en 26 países de la OCDE durante el período 1992-2014. | Métodos de panel | Emisiones de CO ₂ Gasto en salud Producto interno bruto (PIB) | Según los resultados del análisis de causalidad VECM Granger, tanto el crecimiento económico como las emisiones de CO ₂ son causantes del gasto sanitario, mientras que el crecimiento económico, una vez más, es causante de las emisiones de CO ₂ . | $GDP \uparrow HE \uparrow$ $CO_2 \leftrightarrow HE$ $GDP \leftrightarrow CO_2$ |
|-----------------------|---|--|------------------|--|---|---|

Nota. Elaborado por autor.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud).

La OMS (2021) define como el nivel de gasto general del gobierno en salud (GGHE) expresado como porcentaje del gasto total del gobierno, muestra el peso del gasto público en salud dentro del valor total de las operaciones del sector público. Este indicador incluye no solo los recursos canalizados a través de los presupuestos gubernamentales, sino también los gastos canalizados a través de entidades gubernamentales para la salud por parte de paraestatales, entidades extrapresupuestarias y, en particular, el seguro obligatorio de salud. El indicador se refiere a los recursos recaudados y mancomunados por los organismos públicos, incluidas todas las modalidades de ingresos.

Banco Mundial (2021) define al gasto nacional en salud del gobierno general como el porcentaje de los gastos de salud actuales financiados por fuentes públicas nacionales para la salud. Las fuentes públicas internas incluyen ingresos internos como transferencias y subvenciones internas, transferencias, subsidios a beneficiarios de seguros de salud voluntarios, instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares (ISFLSH) o esquemas de financiamiento de empresas, así como contribuciones obligatorias de pago anticipado y seguro social de salud. No incluyen los recursos externos gastados por los gobiernos en salud.

OECD (2023) explica que el gasto en salud mide el consumo final de bienes y servicios de atención de la salud (es decir, el gasto corriente en salud), incluida la atención de la salud personal (atención curativa, atención de rehabilitación, atención a largo plazo, servicios auxiliares y bienes médicos) y servicios colectivos (prevención y servicios de salud pública como, así como la administración sanitaria), pero excluyendo el gasto en inversiones.

El gasto nacional en salud del gobierno se refiere a la cantidad de recursos financieros que el gobierno de un país dedica a financiar los servicios de salud (Rathe & Hernández, 2015), programas y políticas públicas relacionadas con la salud, así como a la inversión en infraestructura para la atención sanitaria en el país. Este gasto puede provenir de diversos fondos, tales como impuestos, ingresos de empresas públicas, préstamos internos o externos, entre otros. Es importante mencionar que este gasto está sujeto a cambios de acuerdo con la situación económica de cada país, y a las decisiones y prioridades del gobierno en turno.

2.2.2 PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)

El Producto Interno Bruto (PIB) per cápita según Correljé (2002) es un indicador central del desempeño económico y se usa comúnmente como una medida amplia del nivel de vida promedio o el bienestar económico; a pesar de algunas deficiencias reconocidas. Por ejemplo, el PIB medio per cápita no indica cómo se distribuye el PIB entre los ciudadanos. El PIB per cápita promedio puede aumentar, por ejemplo, pero más personas pueden estar peor si las desigualdades de ingresos también aumentan. Del mismo modo, en algunos países, puede haber un número significativo de trabajadores fronterizos o de temporada no residentes o, de hecho, entradas y salidas de rentas de la propiedad y ambos fenómenos implican que el valor de la producción difiere de la renta de los residentes, por lo que sobre o subestimar su nivel de vida.

ESDAC (2021) explica que los niveles de PIB per cápita se obtienen dividiendo el PIB anual o del período a precios corrientes de mercado por la población. Una variación del indicador podría ser el crecimiento del PIB real per cápita que se obtiene calculando la tasa de crecimiento anual o de período del PIB en precios básicos constantes de producción o de compra dividido por la población correspondiente.

Banco Mundial (2021) determinó que el PIB per cápita es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más los impuestos sobre los productos (menos los subsidios) no incluidos en la valoración de la producción, dividido por la población a mitad de año. El crecimiento se calcula a partir de datos del PIB a precios constantes en moneda local. El crecimiento económico sostenido aumenta los ingresos medios y está fuertemente vinculado a la reducción de la pobreza. El PIB per cápita proporciona una medida básica del valor de la producción por persona, que es un indicador indirecto del ingreso per cápita. El crecimiento del PIB y el PIB per cápita se consideran medidas amplias del crecimiento económico.

El PIB per cápita es un indicador económico que se utiliza para medir la producción total de bienes y servicios en un país dividido entre el número de habitantes. En otras palabras, este indicador refleja cuánto se produce en promedio por persona en el país. Esto permite comparar el nivel de desarrollo económico de diferentes países, y también puede servir como una medida de bienestar económico de la población en un país determinado. El PIB per cápita se calcula dividiendo el PIB total del país entre el número de habitantes.

2.2.3 Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)

National Geographic (2022) determinó que el dióxido de carbono (CO₂) es un gas traza en la atmósfera de la tierra. También se encuentra disuelto en grandes cantidades en

los océanos del mundo. Es un subproducto de la respiración celular y es un componente esencial de la fotosíntesis: las plantas, las algas y ciertos tipos de bacterias lo eliminan del aire en el proceso de fijación de carbono.

OECD (2023) explicó que el dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, inodoro y no tóxico formado por la combustión del carbono y en la respiración de los organismos vivos y se considera un gas de efecto invernadero. Emisiones significa la liberación de gases de efecto invernadero y/o sus precursores a la atmósfera en un área y período de tiempo específicos. Las emisiones de dióxido de carbono o emisiones de CO₂ son emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento; incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, así como la quema de gas.

Las emisiones de CO₂ son la cantidad de dióxido de carbono que se produce y libera a la atmósfera como resultado de diversas actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la industria, la agricultura, el transporte y la generación de energía. El CO₂ es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global y al cambio climático. Las emisiones de CO₂ a nivel mundial son un problema importante y se han convertido en una preocupación ambiental y política a nivel global, y es necesario tomar medidas para reducir las emisiones y limitar su impacto en el medio ambiente.

2.2.4 Emisiones de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO₂)

Banco Mundial (2023) dice que las emisiones de óxido nitroso provienen principalmente de la quema de combustibles fósiles, fertilizantes, incendios de selvas tropicales y desechos animales. El óxido nitroso es un potente gas de efecto invernadero, con una vida útil estimada en la atmósfera de 114 años, en comparación con los 12 años del metano. El potencial de calentamiento global por kilogramo del óxido nitroso es casi 310 veces mayor que el del dióxido de carbono en 100 años. Las emisiones suelen expresarse en dióxido de carbono equivalente utilizando el potencial de calentamiento global, lo que permite comparar las contribuciones efectivas de diferentes gases.

NZAGRC (2021) explicó que el óxido nitroso se emite durante algunos procesos industriales, cuando se queman combustibles fósiles, cuando se tratan desechos sólidos y cuando los microbios naturales actúan sobre el nitrógeno en los suelos agrícolas. El óxido nitroso representa aproximadamente el 5 por ciento de las emisiones globales totales de gases de efecto invernadero. Las prácticas agrícolas representan aproximadamente el 78 por ciento

de las emisiones globales totales de óxido nitroso, y más del 50 por ciento proviene de la producción ganadera.

Las emisiones de óxido nitroso son la cantidad de este gas que se libera a la atmósfera como resultado de diversas actividades humanas y naturales, como la quema de combustibles fósiles, la agricultura, la gestión de residuos, la industria química y la producción de energía. El óxido nitroso es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global y al cambio climático, y su impacto en el medio ambiente es comparable con el dióxido de carbono.

2.2.5 Gasto público en educación, total (% del PIB)

Bajo el marco De Guzman (2020), el gasto en educación de un país proviene de tres fuentes principales: el gobierno o el sector público, el sector privado (hogares y empresas) y el resto del mundo (a través de subvenciones y ayudas). Estos fondos podrán ser utilizados para diferentes niveles de educación incluyendo preprimaria, primaria, secundaria, técnico-vocacional, terciaria y no formal. El gasto en educación incluye los gastos corrientes (como la remuneración del personal docente y no docente, los libros de texto y otros materiales didácticos y otros bienes y servicios) y los gastos de capital.

OECD (2023) explica que el gasto público en educación incluye el gasto directo en instituciones educativas, así como los subsidios públicos relacionados con la educación otorgados a los hogares y administrados por instituciones educativas. Este indicador se muestra como un porcentaje del PIB, dividido por niveles primario, primario a postsecundario no terciario y terciario. Las entidades públicas incluyen ministerios distintos de los ministerios de educación, gobiernos locales y regionales y otras agencias públicas. El gasto público incluye el gasto en escuelas, universidades y otras instituciones públicas y privadas que brindan o apoyan servicios educativos. Este indicador muestra la prioridad otorgada por los gobiernos a la educación en relación con otras áreas de inversión, como la salud, la seguridad social, la defensa y la seguridad.

El gasto público en educación se refiere a la cantidad de recursos financieros que las autoridades gubernamentales destinan o invierten en la financiación de los sistemas educativos de un país. Este gasto se utiliza para cubrir una amplia gama de gastos, que incluyen la construcción y mantenimiento de instalaciones escolares, la formación y el pago de los docentes, el desarrollo e implementación de programas educativos, la investigación educativa y mucho más. El gasto público en educación es vital para el desarrollo y la mejora de los sistemas educativos y para garantizar el acceso equitativo a la educación para todos los ciudadanos del país.

2.2.6 Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)

Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables (2021) explica que la energía renovable es energía producida a partir de fuentes como el sol y el viento que se reponen naturalmente y no se agotan. La energía renovable se puede utilizar para la generación de electricidad, el calentamiento y enfriamiento de agua y espacios, y el transporte. La energía no renovable, por el contrario, proviene de fuentes finitas que podrían agotarse, como los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo.

El EEA (2019) explica que el consumo de energía renovable es la relación entre el consumo interior bruto de energía procedente de fuentes renovables y el consumo interior bruto total (primario) de energía calculado para un año natural. Se calcula como la suma del consumo interior bruto de energía procedente de fuentes renovables. Las fuentes de energía renovables se definen como fuentes de energía renovables no fósiles: energía hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, undimotriz, mareomotriz, biomasa, gas de vertedero, gas de planta de tratamiento de aguas residuales y biogás.

El consumo de energía renovable se refiere a la cantidad de energía que se obtiene a partir de fuentes renovables, es decir, fuentes de energía que se regeneran de forma natural y no se agotan, como la energía solar, eólica, hidráulica, biomasa y geotérmica. Este tipo de energía es amigable con el medio ambiente y reduce la dependencia de los combustibles fósiles. El consumo de energía renovable es fundamental para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y abordar el cambio climático.

2.2.7 Población urbana

OMS (2017) explica que el porcentaje de la población total de un país, territorio o área geográfica que vive en lugares definidos como urbanos, en un momento específico, generalmente a mediados de año. El término urbano se refiere esencialmente a ciudades, pueblos y otras áreas densamente pobladas. La demarcación de las áreas urbanas suele ser definida por los países como parte de los procedimientos censales, y generalmente se basa en el tamaño de las localidades y/o la clasificación de las áreas como centros administrativos o de acuerdo con criterios especiales como la densidad de población o el tipo de actividad económica. actividad de los residentes. No existe una definición acordada internacionalmente de áreas urbanas, y las definiciones operativas nacionales pueden variar de un país a otro.

La población urbana se refiere a aquella parte de la población que habita en áreas urbanas o ciudades, zonas que tienen una mayor densidad de población que las zonas rurales y que cuentan con una infraestructura y servicios acordes a las necesidades de sus habitantes. Esta

población se concentra en áreas urbanas debido a la concentración de industrias, empresas y servicios, así como a factores culturales, sociales y económicos. El tamaño y la proporción de la población urbana varían de país en país y de región en región, y su crecimiento a menudo plantea desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible.

2.2.8 El PIB y el gasto sanitario

El gasto en atención médica difiere en todo el mundo, y la salud generalmente se considera un medio para aumentar el crecimiento económico de un país. Hay dos escuelas de pensamiento con respecto al vínculo entre el gasto en atención médica y el crecimiento económico. Según el primero (Omri et al., 2014; Ye & Zhang, 2018; Usman et al., 2019), si un país es capaz de mantener un estilo de vida saludable gastando más en atención médica, entonces el bienestar social y la tasa de esperanza de vida de la población persona promedio se incrementa. En otras palabras, si mejora la condición de salud de los trabajadores, estos trabajadores sanos pueden trabajar de manera más eficiente y producir resultados más efectivos. El resultado de la eficiencia es que aumenta la productividad del trabajo. Estas condiciones provocan un aumento en los ingresos del país y se potencia el desarrollo económico. Por otro lado, algunos investigadores (Atilgan et al., 2017; Lee et al., 2019) sostienen que el crecimiento económico y el gasto en salud tienen una relación bidireccional.

Un alto gasto en atención médica conduce a un alto crecimiento económico, y si un país tiene un índice de PIB alto, puede gastar más en atención médica, mientras que los países pobres con un índice de PIB bajo no pueden gastar tanto en atención médica, lo que eventualmente empobrecerá al país.

Diferentes estudios muestran diferentes relaciones entre el gasto en salud y el crecimiento económico. Wang et al. (2019) exploran un tipo dinámico de asociación en Pakistán utilizando datos anuales durante el período de 1995 a 2017, utilizando modelos de causalidad de Granger y ARDL para extraer resultados de los datos. El artículo revela que existen asociaciones tanto a corto como a largo plazo entre la mayoría de las variables (CO₂, gasto sanitario y crecimiento económico). La causalidad de Granger demuestra que existe una causalidad bidireccional entre las emisiones de carbono y el gasto sanitario. El resultado demuestra una relación causal bidireccional entre las emisiones de carbono y el crecimiento, y el crecimiento económico y la formación bruta de capital fijo.

Omri et al. (2014) realizan un estudio que investiga la estacionariedad y la cointegración entre variables que incluyen el crecimiento económico (PIB) y el gasto en

atención médica en 13 países de la región MENA durante el período de 1995 a 2005. Los hallazgos de la prueba de raíz unitaria revelan que existe no estacionariedad entre el gasto en atención médica y el crecimiento económico (PIB). El estudio revela que el gasto sanitario y el crecimiento económico están integrados, mostrando que existe una relación inversa entre el gasto sanitario y el producto interior bruto, y que el gasto sanitario es una necesidad en los países de la muestra.

Algunos estudios utilizan la inversión extranjera directa como indicador del crecimiento económico y exploran su relación con el gasto en atención médica. Usman et al. (2019) estudian el efecto de la contaminación del aire y los factores económicos, no económicos y sociales en el gasto sanitario. El indicador indirecto de la contaminación del aire son las emisiones de CO₂, los factores económicos incluyen el PIB y la IED, y los factores no económicos incluyen la educación y la edad de la población. El gasto en salud tiene dos elementos, el gasto público y el gasto privado. El estudio toma datos de 13 países emergentes para el período de 1994 a 2017.

La investigación utiliza el arranque del modelo lineal de cointegración de panel para analizar los datos. La mayoría de los factores (emisiones de carbono, PIB, índice ambiental, IED y educación) están significativamente relacionados con el gasto en salud (público y privado). Los resultados del estudio revelan que la contaminación del aire (emisiones de CO₂) y el índice ambiental están significativamente asociados positivamente con el gasto público en salud, pero ambas medidas tienen una relación significativamente negativa con el gasto privado en salud. La tasa de crecimiento del PIB se asocia positivamente con los gastos de salud (privados y gubernamentales).

Un factor no económico, tener una población que envejece, tiene una conexión positiva significativa con ambos indicadores del gasto en salud, mientras que la educación tiene una relación negativa con el gasto en salud privada. Algunos otros estudios (Mehrara et al. 2011; Atilgan et al. 2017; Yao et al. 2019) encuentran que el PIB y el gasto en atención médica están relacionados positiva y significativamente. La mayoría de los primeros estudios de investigación tienen resultados no concluyentes sobre la asociación entre el gasto en atención médica y el crecimiento económico. Además, la mayoría de los estudios utilizan el PIB como indicador del crecimiento económico; El PIB actual y la inversión extranjera directa (IED) rara vez se utilizan como indicadores del crecimiento económico en la literatura, y el estudio actual llena este vacío.

2.2.9 Factores no económicos y gasto sanitario

Rara vez se exploran los factores no económicos que afectan los gastos de atención médica, y el estudio actual aborda este tema. Yao et al. (2019) estudian factores sociales como la educación y su conexión con el gasto en salud. El estudio toma datos de China durante el período 2001 a 2016, utilizando el método generalizado de momentos (GMM) para mitigar el impacto de la endogeneidad en las variables del estudio. El estudio concluye que la cantidad de educación no tiene relación con el gasto en salud, pero el gasto en salud está positiva y significativamente relacionado con la calidad de la educación.

La investigación realizada por Mehrara et al. (2011) examina la naturaleza y el tipo de relación entre la educación, los indicadores de bienestar humano y el gasto en atención médica en Asia y África. El período de muestra es de 1998 a 2007, y se emplean un método gráfico y un análisis de regresión para investigar los datos. El estudio concluye que la educación está significativamente positivamente relacionada con el gasto sanitario. Es decir, cuando aumenta el gasto en educación también aumenta el gasto en salud. Algunos otros estudios como Li et al. (2019) y Kais & Sami (2016) muestran que existe una relación negativa entre educación y gasto en salud, mientras que un estudio no muestra una conexión importante entre educación y gasto en salud. Hay estudios muy raros (Wang et al. 2018; Usman et al. 2019) que investigan la relación entre los factores no económicos y el gasto sanitario. El estudio actual llena este vacío utilizando un factor no económico, la educación, para examinar la asociación con la atención médica.

2.2.10 Energías renovables y gasto sanitario

Ha habido un rápido aumento en las fuentes de energía renovables utilizadas para calefacción, refrigeración, transporte y generación de electricidad. La energía renovable es un sustituto de la energía convencional que no solo beneficia al medio ambiente, sino que también promueve la economía al mejorar la producción y reducir el gasto en atención médica. Khan et al. (2019) investiga los vínculos entre el gasto en atención médica, el consumo de energía renovable y algunos índices de desempeño logístico en países seleccionados de la ASEAN entre 2007 y 2017. Según el autor, el gasto en atención médica disminuye y la productividad laboral mejora mediante el uso de energía verde. El uso de energías renovables en las operaciones logísticas conduce a una disminución de los contaminantes del aire, especialmente los gases de efecto invernadero, y mejora la salud. Esto conduce a un aumento en el crecimiento económico al promover la eficiencia entre los

trabajadores. Cuanto más énfasis se pone en el desempeño ambiental, más se promueve la inversión.

Apergis et al. (2020) estudian las relaciones entre las energías renovables, la atención médica y el PIB en 42 países africanos entre 1995 y 2011. Encuentran una causalidad bidireccional a corto plazo entre las energías renovables y las emisiones de CO₂, y una relación unidireccional a largo plazo entre las energías renovables y las emisiones de CO₂. Energía y salud (Apergis & Payne, 2009; Alola et al., 2019) obtienen resultados similares.

El estudio de Ben Jebli et al. (2016) sobre Túnez concluye que existe una causalidad bidireccional a largo plazo entre el estado de salud y el consumo de residuos combustibles renovables. Este resultado implica una posible correlación entre la salud y las energías renovables. La contaminación del aire es una carga económica significativa para las personas, al aumentar el gasto en atención médica y disminuir la productividad laboral. Entonces, la energía renovable es una solución al problema de mejorar las condiciones de salud y promover el ahorro (Buonocore et al., 2016). De la discusión anterior, se entiende que el uso de energías renovables disminuye las emisiones de contaminantes del aire, lo que significa menos problemas de salud y, por lo tanto, menos gastos de atención médica.

2.2.11 Una cartilla sobre los efectos en la salud y la contaminación del aire

Un análisis de los efectos en la salud y la contaminación del aire puede y debe considerar todos los niveles de la posible cadena causal, desde los mecanismos moleculares hasta los factores de riesgo individuales (incluidos los comportamientos personales) y los factores contextuales (incluidas las políticas económicas y sociales). Esta visión holística se ha articulado en publicaciones recientes (Kaplan 1998; McMichael 1998; Susser 1998).

Familiarice a los investigadores con los determinantes sociales de la salud o los efectos de la contaminación del aire en la salud, a su vez revisada la evidencia disponible sobre la modificación de los efectos de la contaminación del aire en la salud, se reunió la literatura bajo las hipótesis que explican por qué se puede modificar los efectos de la contaminación del aire en la salud.

2.2.12 Contaminación del aire y salud.

Esta sección cubre los aspectos más destacados de las asociaciones entre la contaminación del aire y la salud, centrándose en tres temas centrales: fuentes y emisiones, concentraciones y exposiciones, y evaluación de los efectos sobre la salud.

Los contaminantes comúnmente estudiados incluyen partículas y gases primarios y secundarios en el aire, incluidos el ozono, el monóxido de carbono, el dióxido de azufre y

los óxidos de nitrógeno. El término "secundario" aquí se refiere a compuestos (gases o partículas) que no se emiten directamente a la atmósfera, sino que se forman debido a reacciones en la atmósfera, a menudo impulsadas por la luz ultravioleta. Estos contaminantes se forman frecuentemente a cierta distancia del sitio de emisión de sus compuestos precursores. Debido a que el plomo ha sido objeto de una serie de revisiones y ya no se agrega a la gasolina en muchos países, no lo consideramos aquí, pero sigue siendo un importante contaminante del aire en países donde todavía se usa gasolina con plomo.

Los estudios de salud de la contaminación del aire asignan la exposición con base en mediciones en o cerca de la zona de respiración del individuo o en monitores ambientales destinados a representar la exposición de la comunidad. La validez de los monitores ambientales como reflejo de la exposición personal real para estudios epidemiológicos varía según la naturaleza del contaminante del aire de interés, el diseño del estudio epidemiológico y la tecnología de medición (Janssen et al. 1998; Sarnat et al. 2000). En general, los datos de monitoreo ambiental son sustitutos bastante buenos para las exposiciones personales diarias a partículas finas, pero menos para gases como el dióxido de nitrógeno que muestran una variación espacial de área pequeña. Para la exposición a largo plazo, se desconoce qué tan bien los monitores ambientales predicen la exposición personal, pero la evidencia disponible sugiere un potencial error en la medición de la exposición (Liu et al. 1997).

2.3 Estudios que relacionan al gasto público sanitario y contaminantes del aire

Selden Y Song (1994) estudian la existencia de la curva medioambiental de Kuznets para los contaminantes del aire. Retoman las variables utilizadas por Grossman y Krueger (1992), e incluyen además el Óxido de Nitrógeno (NOX) y el Monóxido de Carbono (CO). Los autores encuentran que existe una relación en forma de U invertida entre las emisiones de los cuatro contaminantes estudiados, y el PIB per cápita. Plantean que la variable "contaminación del aire urbano" encuentra el cambio de tendencia esperado, a un menor nivel de ingreso per cápita en relación con las emisiones agregadas, debido a las siguientes razones:

La calidad del aire urbano es una de las variables a las que los *policy makers* le prestan más atención. Las mejoras en la calidad urbana del aire pueden ser conseguidas con menores costos relativos en comparación con las reducciones de las emisiones agregadas. Aumentos en la renta causan que las industrias salgan de áreas urbanas, como economías desarrolladas. La polución urbana representa el mayor riesgo para la salud humana y puede ser trasladada a áreas rurales con bajos costos relativos.

Grossman y Krueger (1995) enfocaron su investigación teniendo en cuenta las variables Dióxido de Carbono (CO₂) y el Total de Partículas Suspendidas (TPS), como indicadores de la contaminación en el aire; esta última variable se dividió en dos muestras: una se refiere a partículas pesadas y otra al humo. Por su parte, las variables utilizadas para medir la contaminación del agua se clasifican en tres categorías:

Primero se analiza la cantidad de oxígeno que hay en el agua. Algunos monitoreos identifican directamente el nivel de oxígeno disuelto presente en los ríos, mientras que otros miden este tipo de contaminación a través de los componentes orgánicos, como una medida de la competencia por la demanda de oxígeno en el agua. Una de estas medidas, llamada DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), equivale a la cantidad de oxidación natural que ocurre en una muestra de agua en un período dado de tiempo. Otra medición es llamada DCO (Demanda Química de Oxígeno), la cual equivale a la cantidad de oxígeno consumida cuando un oxidante químico es agregado a una muestra de agua.

Marcela Tarazona (1999) analiza la existencia de evidencia empírica que demuestre que la relación entre las emisiones de CO₂ y algunas variables de desarrollo económico y de regulación ambiental siguen la trayectoria de una curva en forma de U invertida. Su modelo incluye una variable dummy que representa la existencia (o no) de regulación sobre las emisiones de SO₂ y NO_x por el Convenio de Ginebra sobre contaminación transfronteriza a larga distancia. La contaminación ambiental se midió a través de: CO₂₁: Kilogramos de CO₂ por dólar de PIB a precio de 1987; CO₂₂: Kilotoneladas de CO₂ y CO₂₃: Toneladas métricas de CO₂ per cápita.

Alejandra Saravia (2002) presenta la única investigación que se ha hecho hasta el momento acerca de la curva medioambiental de Kuznets para América Latina y el Caribe, tomando una muestra representativa de 11 países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Venezuela, Costa Rica y México. El estudio se desarrolló a partir de dos contaminantes: CO₂ y SO₂. Por su parte la información fue tomada a través de series de tiempo para el período 1980-1997. Como variable explicativa se tomó el PIB real per cápita expresado en dólares constantes de 1985; y como una variable aproximada a la distribución del ingreso se incluyó el coeficiente de GINI. Además, se incluyeron la población y el tiempo como variables explicativas.

Edison Vásquez Sánchez y Jhon Jairo García Rendón (2001) estudian la calidad ambiental y su relación con el crecimiento económico en el área metropolitana del Valle de Aburrá, teniendo en cuenta la falta de tratamiento integral en el proceso que va desde la generación de residuos sólidos hasta la disposición final de los mismos. Las variables

incluidas en el estudio fueron: el crecimiento económico, medido a través del incremento en el Producto Interno Bruto (PIB), del cual, a su vez, se obtiene el PIB real promedio por persona, es decir, que se promedia el ingreso real que cada persona obtuvo durante los últimos cinco años. De otro lado, se toma una variable aproximada de la tecnología, correspondiente al número de profesionales de pregrado graduados cada año, en el período de análisis, en una muestra representativa de cuatro universidades locales: Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad Eafit y Universidad Pontificia Bolivariana.

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación según su finalidad se desarrolla mediante un tipo de investigación aplicada, debido a que busca resolver los problemas por los que atraviesa la sociedad, en este caso el alto índice de contaminación ambiental. Por otro lado, según su diseño es no experimental ya que no se pretende modificar las variables que serán objeto de estudio, así también debido a su enfoque es cuantitativo, debido a que se toman valores del Banco Mundial.

De acuerdo con los modelos investigativos el tipo de investigación según su alcance es descriptivo explicativo y correlacional, debido a que se puede conocer, determinar, analizar y evaluar las características de cada variable, en este caso económicas y no económicas; al mismo tiempo por la fuente de datos utilizada es documental, debido a que se recopiló información de libros, artículos de revistas e investigaciones las cuales proporcionan mayor visión de cada variable sujeta a este análisis empírico.

En cuanto a las variables utilizadas, se ha tomado el gasto en salud (SALUD) como variable dependiente, y el CO₂ y el NO_x como indicadores de los contaminantes del aire y como variables independientes. Asimismo, se han incluido otras variables como el PIB per cápita (GDP), la educación (EDU), las energías renovables (RNE) y la población urbana (UP), las cuales actúan como variables de control y permiten aislar el efecto de los contaminantes del aire sobre el gasto en salud.

En resumen, la presente investigación se basa en un método hipotético deductivo, es de tipo cuantitativa y utiliza datos anuales de 12 países de América Latina, de 2000 a 2021, para analizar el efecto de los contaminantes del aire en el gasto en salud. Se utilizará el modelo de efectos fijos o aleatorios para someter a prueba las hipótesis planteadas y se incluirán variables de control para obtener resultados precisos y confiables.

Para someter a prueba estas hipótesis (H_0 = Afecta los contaminantes del aire en el gasto nacional de salud de los países de América Latina y H_1 = No afecta los contaminantes del aire en el gasto nacional de salud de los países de América Latina), se utilizará el modelo de efectos fijos, el cual permitirá identificar el efecto de los contaminantes del aire en el gasto en salud. Es importante mencionar que la elección del modelo se realiza en función de las características de los datos y del problema de investigación en cuestión, con el objetivo de obtener resultados precisos y confiables.

3.1 Modelo de efectos fijos

El modelo de efectos fijos es una técnica estadística que se usa comúnmente para controlar la heterogeneidad no observada en el análisis de datos de panel. Este modelo asume que las diferencias observadas entre individuos o entidades son fijas y no varían con el tiempo. En otras palabras, el modelo asume que las diferencias en la variable de resultado entre individuos se deben a diferencias en los valores de las variables independientes (Gurka, et al, 2012).

En el modelo de efectos fijos, los efectos específicos del individuo se incluyen en el modelo de regresión como parámetros adicionales. Estos efectos individuales específicos capturan la heterogeneidad no observada entre los individuos, lo que puede sesgar las estimaciones de los coeficientes si no se tiene en cuenta adecuadamente. Al controlar los efectos individuales específicos, el modelo de efectos fijos brinda estimaciones más confiables de los coeficientes de las variables independientes y permite una mejor interpretación de los resultados (Gurka, et al, 2012).

En un modelo de efectos fijos, la variable dependiente se explica por una combinación lineal de variables independientes, donde cada individuo tiene su propia constante. Matemáticamente, se puede expresar de la siguiente manera:

$$y_{it} = +\beta_0 + \beta_1 X_{it1} + \beta_2 X_{it2} + \beta_3 X_{it3} + \dots + \beta_k X_{itk} + u_{it}$$

Donde:

y_{it} = es la variable dependiente para el individuo i en el momento t

β_0 = es la constante para el individuo i

$X_{it1}, X_{it2}, X_{itk}$ = son las variables independientes para el individuo i en el momento t

$\beta_1, \beta_2, \beta_k$ = son los coeficientes de las variables independientes

u_{it} = termino de error

En un modelo de efectos fijos, los efectos individuales se eliminan de la ecuación y se controlan a través de las constantes individuales. La ventaja de esto es que permite controlar los efectos no observados que pueden variar entre los individuos, como las características inobservables de los agentes (Bell et al, 2019).

3.2 Modelo de efectos aleatorios

El modelo de efectos aleatorios es un modelo estadístico utilizado en el análisis de datos de panel para evaluar el efecto de las variables independientes en una variable dependiente. A diferencia del modelo de efectos fijos, este modelo asume que los efectos de las variables independientes varían aleatoriamente entre los individuos del panel (Bell et al, 2019).

En un modelo de efectos aleatorios, la variable dependiente se explica por una combinación lineal de variables independientes, donde cada individuo tiene su propia constante y su propio coeficiente para cada variable independiente. Matemáticamente, se puede expresar de la siguiente manera:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it1} + \beta_2 X_{it2} + \beta_3 X_{it3} + \dots + \beta_k X_{itk} + u_{it}$$

Donde:

y_{it} = es la variable dependiente para el individuo i en el momento t

β_0 = es la constante para el individuo i

$X_{it1}, X_{it2}, X_{itk}$ = son las variables independientes para el individuo i en el momento t

$\beta_1, \beta_2, \beta_k$ = son los coeficientes de las variables independientes

u_{it} = termino de error

La expresión matemática es similar al modelo de efectos fijos, sin embargo, los efectos individuales se mantienen en la ecuación y se modelan como una variable aleatoria. La ventaja de esto es que permite controlar los efectos no observados que pueden variar entre los individuos y no necesitan ser constantes en el tiempo (Bell et al, 2019).

La estimación de coeficientes en un modelo de efectos aleatorios se realiza mediante la técnica de máxima verosimilitud, y se utiliza la prueba de Hausman para determinar si un modelo de efectos fijos o de efectos aleatorios es más apropiado para los datos. El modelo de efectos aleatorios se considera apropiado cuando los efectos individuales no observados son una fuente importante de variación en los datos y cuando estos efectos no están correlacionados con las variables independientes. También se considera adecuado cuando se rechaza el modelo de efectos fijos y existe una variabilidad significativa en las variables específicas del individuo (Gurka, et al, 2012).

3.3 Prueba de Hausman

La prueba de Hausman es una prueba estadística utilizada para elegir entre un modelo de efectos fijos y un modelo de efectos aleatorios en el análisis de datos de panel. Esta prueba se utiliza para determinar si los efectos individuales son aleatorios o fijos, lo cual es importante para comprender cómo los efectos de las variables independientes varían entre los individuos y cómo afectan a la variable dependiente (Tarazi y Hasan, 2020).

La prueba de Hausman compara los estimadores de los coeficientes de un modelo de efectos aleatorios con los estimadores de los coeficientes de un modelo de efectos fijos. Si los estimadores son los mismos, entonces se concluye que el modelo de efectos aleatorios es el modelo apropiado. Si los estimadores son diferentes, entonces se concluye que el modelo de efectos fijos es el modelo apropiado.

La hipótesis nula de la prueba de Hausman es que los coeficientes del modelo de efectos aleatorios son consistentes, pero menos eficientes que los coeficientes del modelo de efectos fijos. La hipótesis alternativa es que los coeficientes en el modelo de efectos aleatorios son inconsistentes. Si se rechaza la hipótesis nula, se concluye que el modelo de efectos fijos es preferible al modelo de efectos aleatorios (Tarazi y Hasan, 2020).

Esta prueba, se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$H = (\beta_{fe} - \beta_{re})'(V_{fe} - V_{re})^{-1}(\beta_{fe} - \beta_{re})$$

Donde:

H = es la estadística de prueba de Hausman.

β_{fe} = es el vector de coeficientes estimados en el modelo de efectos fijos.

β_{re} = es el vector de coeficientes estimados en el modelo de efectos aleatorios.

V_{fe} = es la matriz de varianza y covarianza de los estimadores de coeficientes en el modelo de efectos fijos.

V_{re} = es la matriz de varianza y covarianza de los estimadores de coeficientes en el modelo de efectos aleatorios.

' = representa la transposición de una matriz.

En general, se recomienda utilizar el modelo de efectos aleatorios cuando los efectos individuales son importantes pero aleatorios, lo que significa que no se pueden medir ni controlar. Por otro lado, se recomienda utilizar el modelo de efectos fijos si se sabe que los efectos individuales son importantes y fijos, lo que significa que se pueden medir y controlar. La prueba de Hausman es una herramienta útil para ayudar a determinar qué modelo es más apropiado para los datos disponibles (Tarazi y Hasan, 2020).

3.4 Ecuación del modelo

Para el análisis de la relación entre la variable dependiente del Gasto Nacional en Salud del Gobierno se ocupó como variables independientes al PIB per cápita, las emisiones de CO2 y óxido nitroso, el Gasto Público en Educación, el Consumo de Energías Renovables y la Población Urbana. Estas variables fueron seleccionadas con base al análisis de las lecturas realizadas en los antecedentes. Debido a la falta de información, se decidió trabajar solamente con 12 países de América Latina y solo del período 2000-2019.

Se aplicó el Test de Hausman ya que es una técnica utilizada en econometría para comparar dos conjuntos de estimaciones y determinar cuál es mejor en términos de eficiencia y consistencia. En el análisis de modelos de datos panel (o longitudinal), donde se da seguimiento a un conjunto de individuos a lo largo del tiempo, los modelos de efectos fijos y modelos de efectos aleatorios son dos de los modelos más comunes que se utilizan para analizar este tipo de datos (León Mendoza, 2022).

En esta situación, el Test de Hausman se utiliza a menudo para evaluar si los modelos de efectos aleatorios son significativamente diferentes de los modelos de efectos fijos en términos de sus estimaciones. El Test de Hausman compara las estimaciones obtenidas de los dos modelos y proporciona una medida de la diferencia entre ellas. En general, si las estimaciones de los dos modelos son similares, se elige el modelo de efectos aleatorios, pero si hay una diferencia significativa entre las estimaciones, se elige el modelo de efectos fijos.

Por lo tanto, se eligió el modelo de efectos fijos mediante el Test de Hausman, es porque las estimaciones obtenidas en ese modelo fueron significativamente diferentes (y más fiables) que las obtenidas en el modelo de efectos aleatorios, lo que justifica la elección del modelo de efectos fijos.

$$\begin{aligned}
 \text{Salud} = & \beta_0 + \beta_{1it}GDP + \beta_{2it}CO2 + \beta_{3it}lNOX + \beta_{4it}EDU + \beta_{5it}RNE \\
 & + \beta_{6it}ISF + \beta_{7it}UP + \varepsilon,
 \end{aligned}$$

Donde:

HEALTH (SALUD): Gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud).

GDP: PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)

CO₂: Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita)

NOX: Emisiones de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO₂)

EDU: Gasto público en educación, total (% del PIB)

RNE: Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final)

ISF: Personas que utilizan servicios de saneamiento (% de la población urbana)

UP: Población urbana

El Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (FGLS) se utilizó después de aplicar el modelo de efectos fijos porque el modelo de efectos fijos asume que los efectos individuales son constantes a lo largo del tiempo y no están correlacionados con las variables explicativas (Ambrocio Greifo et al., 2023). Sin embargo, en algunos casos, los efectos individuales pueden tener una correlación con las variables explicativas y su varianza puede ser heterocedástica y no constante a lo largo del tiempo.

En estas situaciones, el modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (FGLS) se utiliza para corregir estas desviaciones y obtener estimaciones más precisas de los coeficientes del modelo (Macías Cote, 2018). FGLS es un método de estimación que utiliza la matriz de covarianza que tiene en cuenta la correlación entre las observaciones de un individuo a lo largo del tiempo.

En resumen, el modelo de efectos fijos es útil para analizar datos de panel cuando se desea controlar por efectos individuales, mientras que el Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (FGLS) se utiliza para corregir la correlación y heterocedasticidad en los datos y mejorar las estimaciones de los coeficientes del modelo (Navarro & González, 2018).

Tabla 2. Descripción de las variables.

| Variable | Definición | Fuente | Signo Esperado |
|--|---|---------------|-----------------------|
| Variable dependiente | | | |
| Gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud) | Porcentaje de los gastos de salud actuales financiados por fuentes públicas nacionales para la salud. | Banco Mundial | (+) |
| Abreviatura: HEALTH (SALUD) | | | |
| Variables Independientes | | | |
| PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010) | El PIB per cápita es el producto interno bruto dividido por la población a mitad de año. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. | Banco Mundial | (+) |
| Abreviatura: GDP | | | |
| Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) | Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el | Banco Mundial | (+) |
| Abreviatura: CO2 | | | |

| | | | |
|--|--|---------------|-----|
| | consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas. | | |
| Emisiones de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2) Abreviatura: NOX | Las emisiones de óxido nitroso son las generadas por la quema de biomasa en la agricultura, las actividades industriales y la cría de animales. | Banco Mundial | (+) |
| Gasto público en educación, total (% del PIB) Abreviatura: EDU | El gasto público en educación incluye el gasto del Gobierno en instituciones educativas (públicas y privadas), administración educativa y subsidios o transferencias para entidades privadas (estudiantes/hogares y otras entidades privadas). | CEPAL | (+) |
| Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final) Abreviatura: RNE | El consumo de energía renovable es la proporción de energía renovable en el consumo total de energía final. | Banco Mundial | (+) |
| Personas que utilizan servicios de saneamiento | El porcentaje de personas que usan instalaciones de | Banco Mundial | (+) |

| | | | |
|---|---|---------------|-----|
| gestionados de forma segura, zonas urbanas (% de la población urbana) Abreviatura: ISF | saneamiento mejoradas que no se comparten con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de manera segura in situ o se transportan y tratan fuera del sitio. | Banco Mundial | (+) |
| Población urbana Abreviatura: UP | Población urbana se refiere a las personas que viven en zonas urbanas según la definición de la oficina nacional de estadísticas. | Banco Mundial | (+) |

Nota. Elaborado por autor.

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

En la sección de resultados, se llevará a cabo un análisis descriptivo de las variables empleadas en el presente estudio con el fin de verificar su comportamiento. Para tal propósito, se procederá a evaluar la media de dichas variables en cada uno de los países pertenecientes a la muestra durante el periodo de estudio 2000-2021, así como también se considerará la media de todos los países en conjunto por años. Este abordaje permitirá un examen detallado y riguroso de los datos obtenidos, lo cual se traducirá en una comprensión más completa y precisa de los resultados alcanzados.

Se llevará a cabo una exhaustiva ejecución del proceso econométrico requerido para el presente estudio, en el que se seguirán los pasos establecidos para lograr resultados rigurosos y precisos.

En primer lugar, se procederá a elaborar el modelo de efectos fijos y aleatorios, como una etapa fundamental del proceso, con el propósito de llevar a cabo la prueba de Hausman, la cual permitirá determinar la factibilidad del modelo seleccionado. La prueba de Hausman será de gran importancia para el análisis econométrico, ya que permitirá evaluar la diferencia entre los estimadores de efectos fijos y aleatorios, con el fin de determinar cuál es el más adecuado para el modelo propuesto.

A continuación, se realiza el análisis de correlación de Wooldridge, una herramienta poderosa para verificar si los residuos del modelo se encuentran correlacionados. Este análisis es crucial para detectar problemas de auto correlación, los cuales pueden ser muy comunes en modelos econométricos y afectar la precisión y validez de los resultados.

Asimismo, se procederá a elaborar la Prueba de Wald modificada para heterocedasticidad grupal en el modelo de regresión de efectos fijos, con el fin de determinar si existe algún problema de heterocedasticidad en el modelo. Este es un paso importante para validar la robustez del modelo seleccionado.

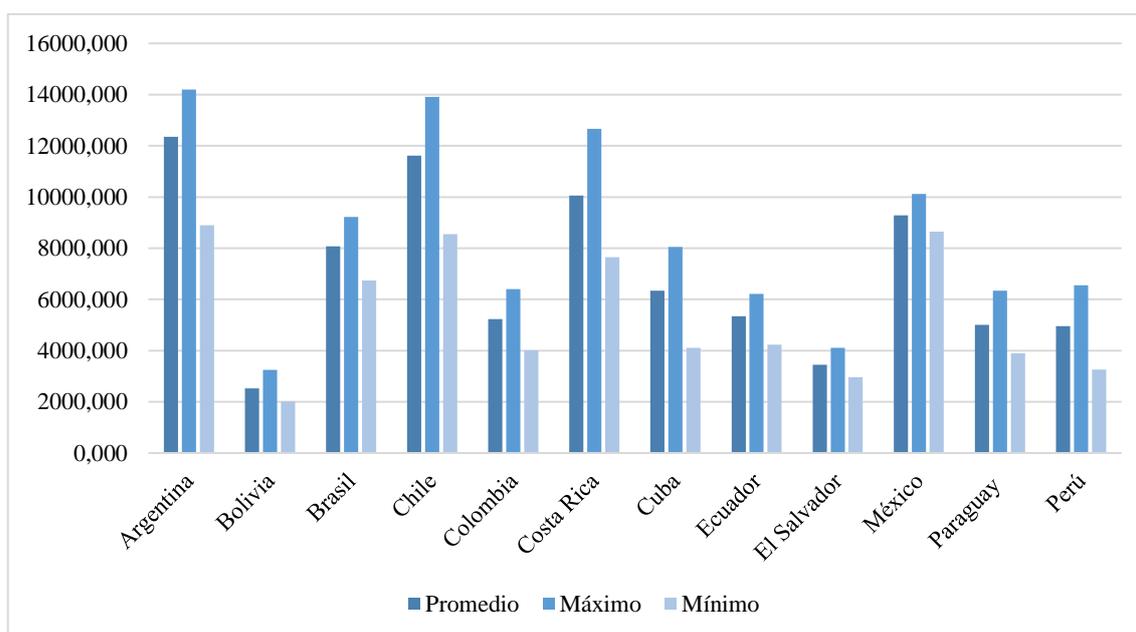
Finalmente, si el modelo persiste con problemas de auto correlación y heterocedasticidad, se procederá a ejecutar el modelo de mínimos cuadrados generalizados factibles, el cual es una herramienta poderosa y efectiva para corregir ambos problemas de manera simultánea y confiable.

En definitiva, se trata de un proceso econométrico detallado y riguroso que permitirá obtener resultados precisos y confiables para el estudio en cuestión, asegurando así la validez y calidad de los resultados obtenidos.

4.1.1 Análisis descriptivo

Los países utilizados para el análisis fueron determinados ya que su información tenía completa de acuerdo con las variables utilizadas.

Gráfica 1. PIB per cápita promedio, máximo y mínimo países de América Latina (US\$ a precios constantes de 2010), periodo 2000-2021



Fuente. Banco Mundial (2023)

Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

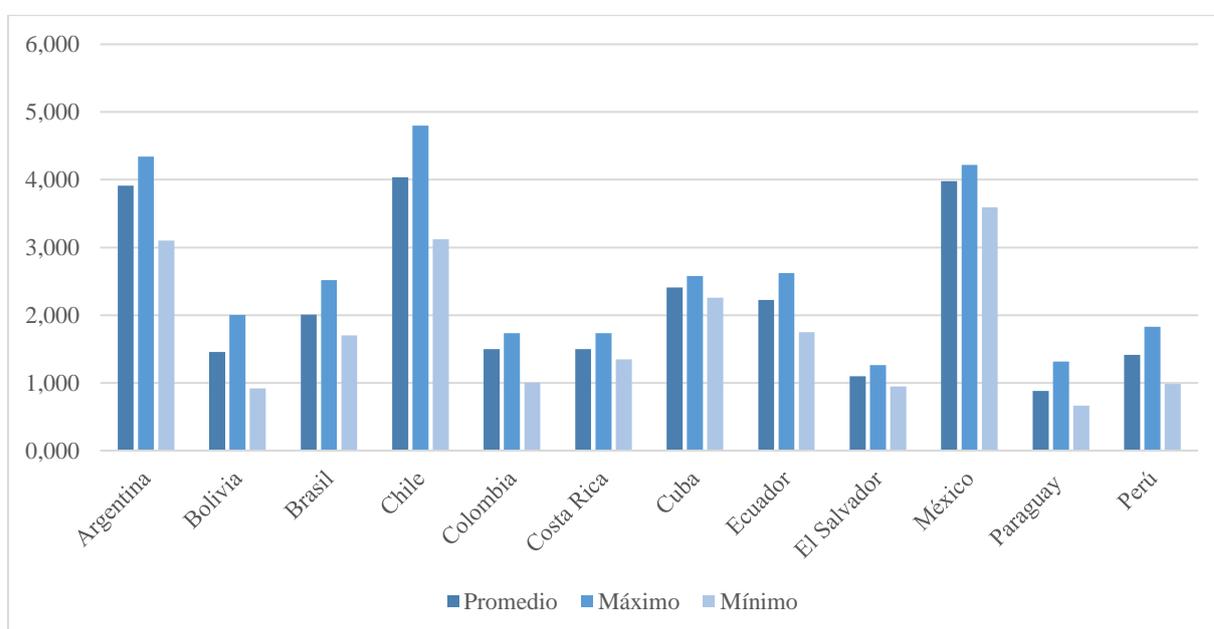
De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Argentina en el PIB per cápita es igual a \$12346, mientras que el máximo es \$14200 y el mínimo es de \$8895. Y los valores más bajos está determinado por Bolivia que consta de un promedio en el PIB per cápita es igual a \$2530, mientras que el máximo es \$3242 y el mínimo es de \$2015.

Según datos del Banco Mundial, al 2023, el producto interno bruto per cápita (en dólares internacionales corrientes) de Argentina ronda los \$12.346 ha experimentado varios períodos de crecimiento y contracción económica en las últimas décadas, con fluctuaciones en su producto interno bruto (PIB) y el PIB per cápita. Si bien el PIB per cápita de Argentina

es más alto que el de algunos de sus vecinos latinoamericanos, como Perú \$4960 y Bolivia \$2530, es más bajo que el de Chile que tiene un valor de \$11.619.

Hay varios factores que pueden influir en el PIB per cápita de un país, como los recursos naturales, el capital humano, la infraestructura, la estabilidad política y las políticas económicas, entre otros. En el caso de Argentina, factores como su gran sector agrícola, mano de obra altamente educada y urbanización han contribuido a su éxito económico histórico. Sin embargo, el país también ha experimentado inestabilidad económica, altas tasas de inflación, corrupción y una distribución desigual de la riqueza que han impactado su crecimiento económico y la calidad de vida de sus ciudadanos.

Gráfica 2. Emisiones de CO2 promedio, países de América Latina (toneladas métricas per cápita), periodo 2000-2021.



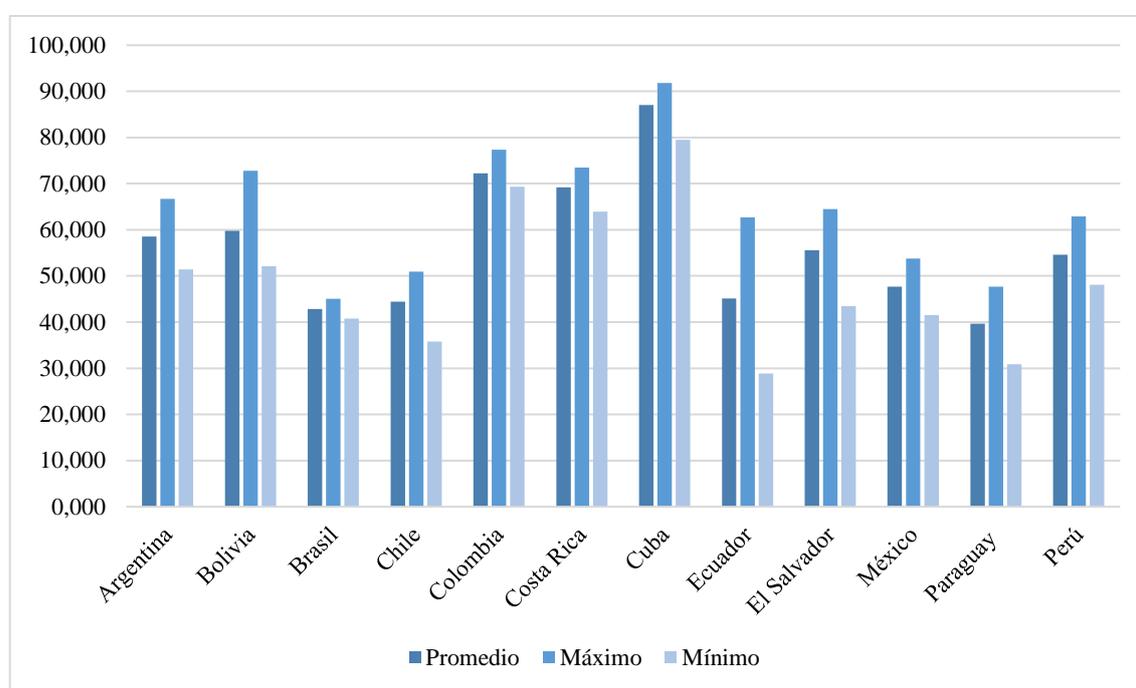
Fuente. Banco Mundial (2023)

Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Chile en las Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) es igual 4,03%, mientras que el máximo es 4,79% y el mínimo es de 3,12%. Y los valores más bajos está determinado por El Salvador que consta de un promedio en las Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) es igual a 1,09%, mientras que el máximo es 1,26% y el mínimo es de 0,94%.

A pesar de que Chile se encuentra en primer lugar de las emisiones per cápita de CO2 con un valor de 4,2 mtu son las más altas respecto a las de otros países como Argentina (3,91 mtu), México (3,98 mtu), Brasil (2,01 mtu) y Paraguay (0,88mtu). Es así que Chile ha implementado políticas para reducir sus emisiones, incluyendo la promoción de energías renovables y la introducción de impuestos al carbono. Sin embargo, es importante destacar que la reducción de emisiones es un desafío global y todos los países, incluyendo Chile, deben trabajar juntos para reducir su huella de carbono y abordar el cambio climático (Pinilla-Rivera et al., 2018).

Gráfica 3. Gasto nacional en salud del gobierno general promedio, países de América Latina (% del gasto corriente en salud), periodo 2000-2021



Fuente. Banco Mundial (2023)

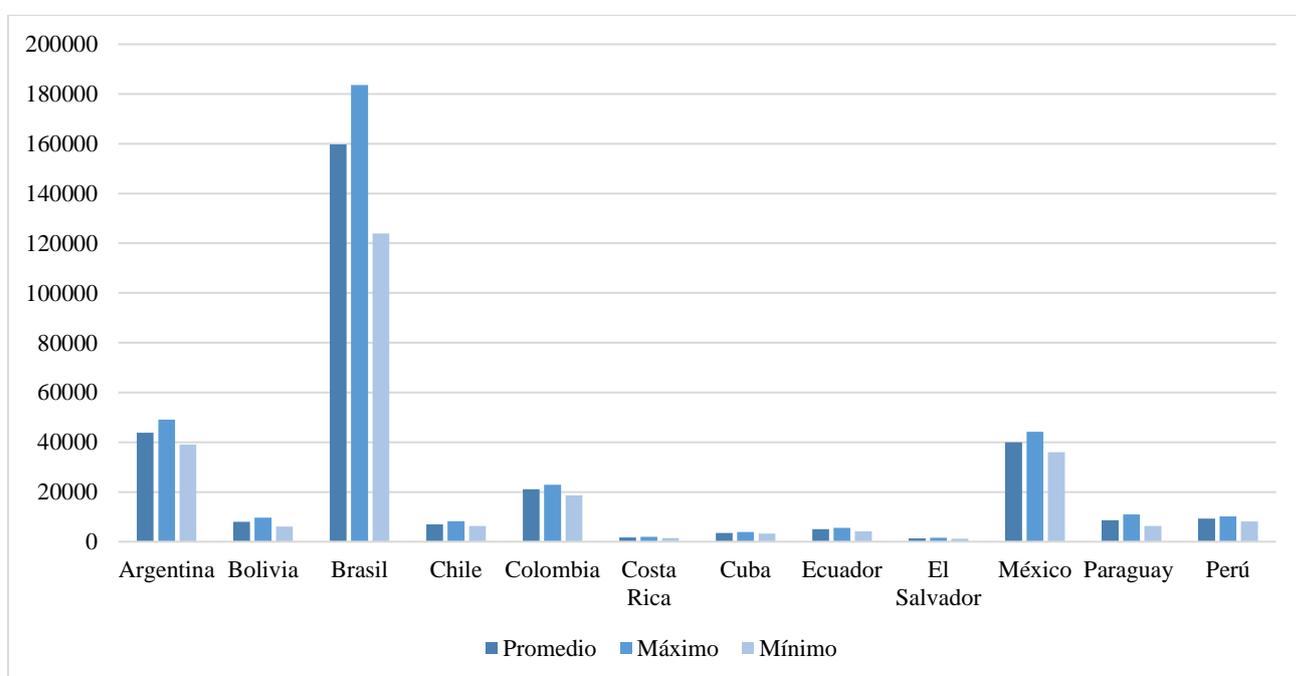
Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Cuba en el Gasto nacional en salud del gobierno general es igual 87%, mientras que el máximo es 91,8% y el mínimo es de 79,53%. Y los valores más bajos está determinado por Brasil que consta de un promedio en el Gasto nacional en salud del gobierno general es igual a 42,84%, mientras que el máximo es 45,02% y el mínimo es de 40,74%.

De acuerdo con los resultados de la búsqueda, en 2017, el gasto público promedio en salud de los países de América Latina y el Caribe fue de \$766 per cápita, y Cuba fue uno de

los países que más invirtió en su sistema de salud, asignando alrededor de 87% del gasto corriente en salud. Sin embargo, no se puede confirmar de manera concluyente si Cuba tiene el gasto nacional en salud más alto de toda América Latina, ya que los datos pueden variar dependiendo de la fuente y los criterios de medición. Es importante tener en cuenta que el gasto en salud es solo una de las medidas para evaluar la calidad del sistema de salud de un país, y que hay otros factores a considerar, como la accesibilidad y la efectividad de los servicios de salud. Sin embargo, según los datos del Banco Mundial, el gasto público en salud del gobierno general de Paraguay fue 39,65% del gasto corriente en salud, lo que lo coloca por debajo del promedio de América Latina y el Caribe en ese año.

Gráfica 4. Emisiones de óxido nitroso promedio, países de América Latina (millones de toneladas métricas de equivalente de CO₂), periodo 2000-2021



Fuente. Banco Mundial (2023)

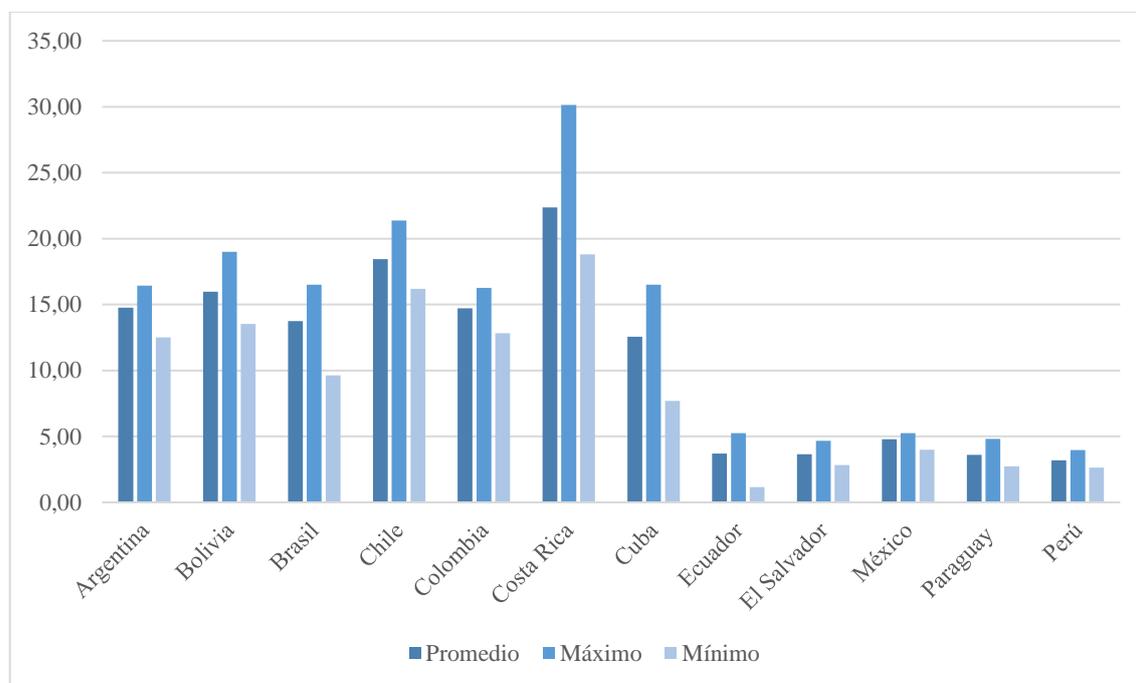
Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Brasil en las Emisiones de óxido nitroso es igual 159719 mtu, mientras que el máximo es 183640 mtu y el mínimo es de 123930 mtu. Y los valores más bajos está determinado por El Salvador que consta de un promedio en las Emisiones de óxido nitroso es igual a 1317,5 mtu, mientras que el máximo es 1570 mtu y el mínimo es de 1160 mtu.

De acuerdo con los resultados de la búsqueda, la base de datos de emisiones para la Comisión Europea muestra que algunos de los países que tienen las emisiones de óxido

nitroso más altas en América Latina son Brasil 159,78 mtu, Argentina 43,80 mtu y México 39,97 mtu. Estas las emisiones de óxido nitroso pueden ser generadas por una variedad de fuentes, incluyendo la agricultura, la industria y el transporte.

Gráfica 5. Gasto público en educación total promedio, países de América Latina (% del PIB), periodo 2000-2021



Fuente. Banco Mundial (2023)

Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Costa Rica en el Gasto público en educación es igual 22,36%, mientras que el máximo es 30,15% y el mínimo es de 18,82%. Y los valores más bajos está determinado por Perú que consta de un promedio en el Gasto público en educación es igual a 3,19%, mientras que el máximo es 3,97% y el mínimo es de 2,63%.

Algunas de las posibles causas del crecimiento del gasto público en educación total (% del PIB) en Costa Rica podrían incluir (De La Cruz Sifuentes & Mercedes Aparicio, 2020):

1. Aumento del número de estudiantes: A medida que la población educativa crece, es necesario aumentar el gasto público en educación para garantizar la calidad y la equidad en el acceso a la educación.

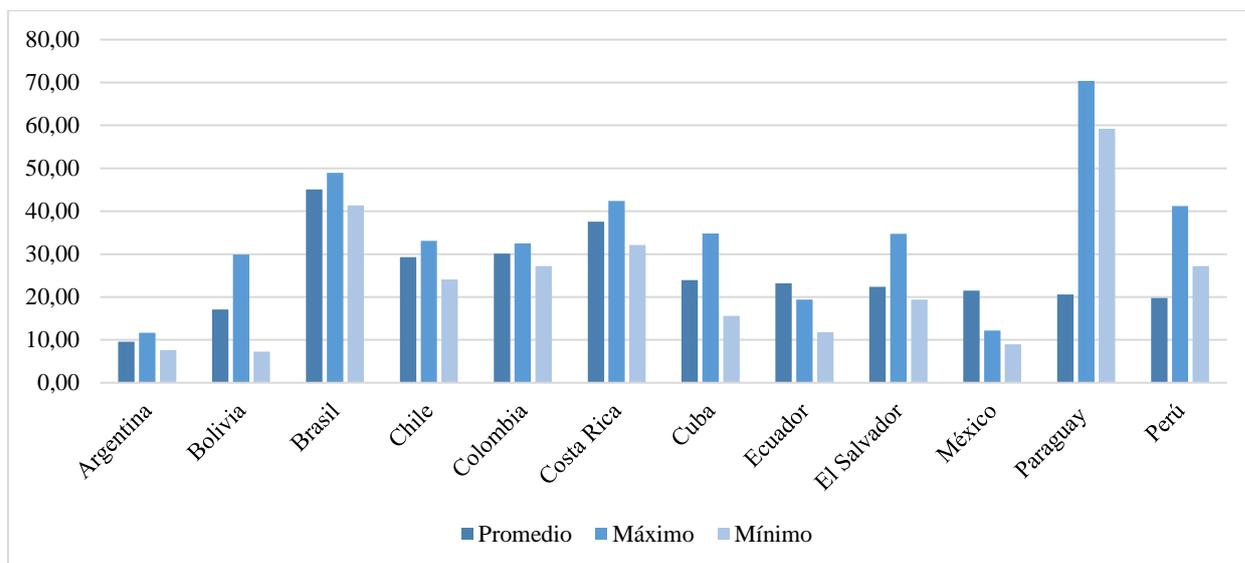
2. Compromiso con la educación: El gobierno de Costa Rica ha demostrado un compromiso fuerte con la educación como una prioridad del Estado. Esto se ha reflejado en el aumento del gasto público destinado a la educación en los últimos años.
3. Enfoque en la educación como herramienta de desarrollo: Costa Rica ha reconocido la importancia de la educación para alcanzar el desarrollo económico y social, y ha invertido en la mejora de la calidad y accesibilidad de la educación.
4. Aprobación de políticas y leyes: La aprobación de políticas y leyes que promueven la educación en Costa Rica, como la Ley Fundamental de Educación, han influido positivamente en el aumento del gasto público en educación.
5. Inversión en infraestructura escolar: El gasto público en educación también puede estar relacionado con la inversión en infraestructura escolar (construcción y mantenimiento de edificios escolares, equipamiento, etc.), lo que puede aumentar los costos generales del sistema educativo.

Sin embargo, Perú tiene el valor menor en el gasto público en educación total (% del PIB) en Perú ha ido aumentando gradualmente en los últimos años. En el año 2010, el gasto público en educación representaba el 2.9% del PIB, mientras que en 2020 se ubicó en el 3.8% del PIB.

Es por esta razón que el Perú (Banco Mundial, 2023) ha desarrollado algunos programas para mejorar esta variable:

- Compromiso con la educación: El gobierno peruano ha mantenido un fuerte compromiso con la educación, y ha aumentado el gasto público en esta área como resultado.
- Incremento en la matrícula educativa: El aumento de las poblaciones estudiantiles requieren de mayor inversión para garantizar la calidad y la equidad en el acceso a la educación.
- Necesidad de mejora en la calidad educativa: El aumento del gasto público en educación puede estar relacionado con la necesidad de mejorar la calidad educativa, que puede estar relacionada con mayores inversiones en recursos educativos.

Gráfica 6. Consumo de energía renovable promedio, países de América Latina (% del consumo total de energía final), periodo 2000-2021.



Fuente. Banco Mundial (2023)

Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Paraguay en el Consumo de energía renovable es igual 20,60%, mientras que el máximo es 70,41% y el mínimo es de 59,24%. Y los valores más bajos está determinado por Argentina que consta de un promedio en el Consumo de energía renovable es igual a 9,56%, mientras que el máximo es 11,62% y el mínimo es de 7,65%.

El consumo de energía renovable en Paraguay es significativo debido a que el país cuenta con una gran cantidad de recursos hidroeléctricos. El Paraguay es uno de los países con mayor potencial hidroeléctrico del mundo, lo que significa que la hidroelectricidad es la principal fuente de energía en el país. Según datos de 2019, la hidroelectricidad representa más del 99% del total de la producción de electricidad en Paraguay (Albarracín, 2019).

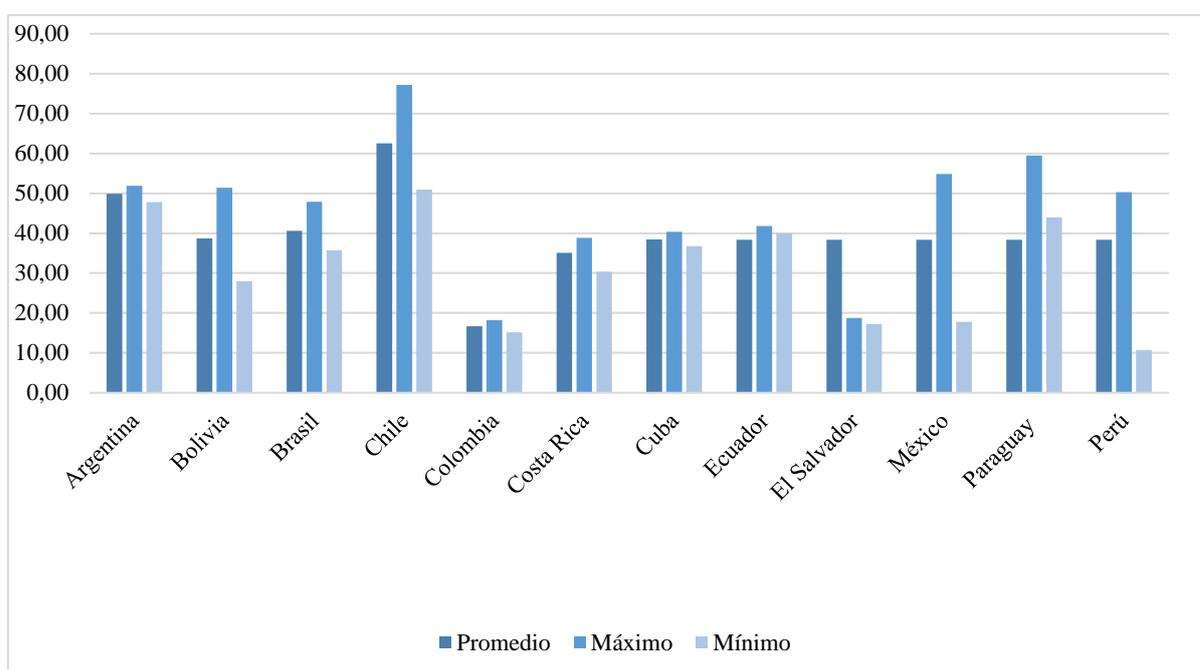
Además de la abundancia de recursos hidroeléctricos, el Gobierno paraguayo ha implementado políticas y programas destinados a fomentar el uso de energías renovables. En 2009, se aprobó la Ley de Energías Renovables N° 3007, que establece mecanismos para la promoción y el desarrollo de fuentes alternativas de energía. Entre las medidas incluidas en esta ley se encuentran incentivos fiscales para proyectos de energía renovable y la implementación de una cuota de energías renovables.

En Argentina, la adopción de energías renovables ha sido impulsada por varios factores, como la alta dependencia energética del país y la necesidad de diversificar su matriz energética. En el año 2020, Argentina tenía una capacidad instalada de energía renovable de aproximadamente el 10%, con un objetivo de llegar al 20% para el año 2025.

Sin embargo, algunas de las causas que han limitado el consumo de energía renovable en Argentina incluyen la falta de políticas gubernamentales claras y consistentes, la falta de incentivos para el desarrollo y la implementación de energías renovables y la falta de infraestructura adecuada para la producción y el transporte de energía renovable (United Nations, 2023).

Además, los costos iniciales de la implementación de fuentes de energía renovable pueden ser elevados, lo que puede disuadir a muchos inversores a corto plazo. Sin embargo, con el tiempo se espera que la demanda de energía renovable aumente y que esto estimule la inversión y el desarrollo en el sector.

Gráfica 7. Personas que utilizan servicios de saneamiento o gestionado de forma segura promedio, países de América Latina (% de la población); periodo 2000-2021



Fuente. Banco Mundial (2023)

Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Chile en las Personas que utilizan servicios de saneamiento gestionados de forma segura, zonas urbanas es igual 62,52 %, mientras que el máximo es 77,15% y el mínimo es de 50,93%.

Y los valores más bajos está determinado por Colombia que consta de un promedio en las Personas que utilizan servicios de saneamiento gestionados de forma segura, zonas urbanas es igual a 16,69%, mientras que el máximo es 18,17% y el mínimo es de 15,16%.

Según el informe "Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el cumplimiento del ODS 6" elaborado por el Ministerio de Obras Públicas de Chile, alrededor del 89% de la población de Chile tiene acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura (Saravia Matus et al., 2020), mientras que el acceso a servicios de saneamiento gestionados de manera segura es menor , cubriendo aproximadamente al 39% de la población en el año 2020.

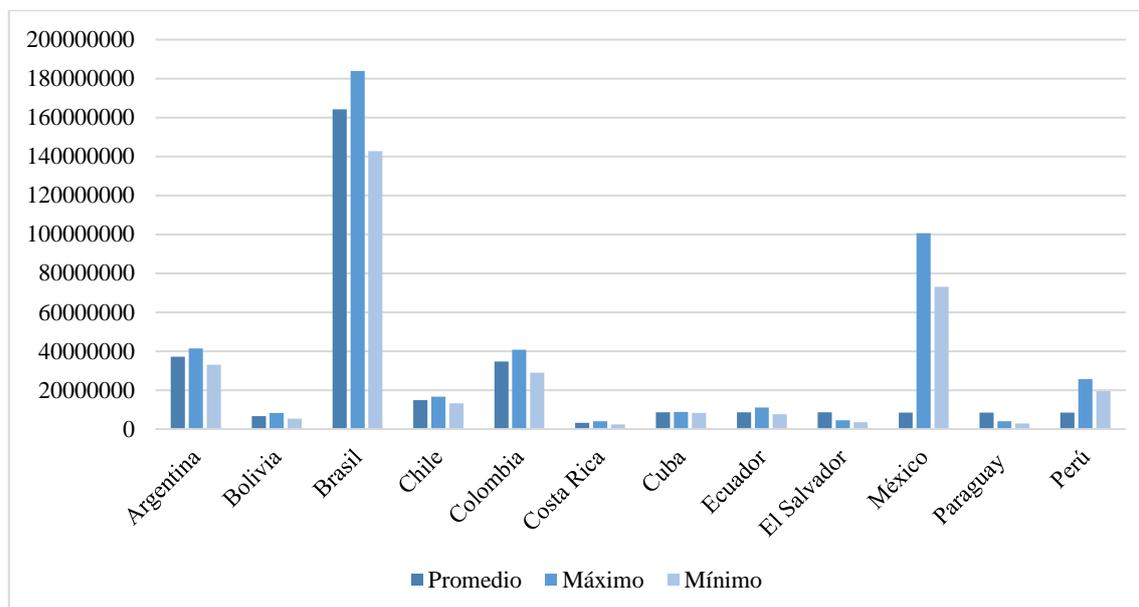
Sin embargo, el gobierno chileno ha implementado varias políticas y programas destinados a fomentar la implementación de servicios de saneamiento gestionados de manera segura en todo el país.

Según el informe "Monitoreo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe nacional de Colombia 2020" elaborado por el Departamento Nacional de Planeación, en Colombia el acceso a servicios de saneamiento gestionados de forma segura ha aumentado en los últimos años (Unicef, 2020). Actualmente, aproximadamente el 82,5% de la población colombiana tiene acceso a servicios básicos de saneamiento, mientras que un 62,1% utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura.

El acceso a servicios de saneamiento gestionados de forma segura ha mejorado en Colombia en los últimos años (OMS, 2017), aunque todavía hay una parte significativa de la población que no cuenta con estos servicios. A pesar de esto, la razón específica por la que el acceso a servicios de saneamiento gestionados de forma segura es relativamente bajo en Colombia puede estar relacionada con una variedad de factores, como la pobreza, la falta de infraestructura adecuada en áreas rurales y remotas, la falta de educación y conciencia sobre la importancia de la higiene y la falta de políticas gubernamentales efectivas para mejorar el acceso a estos servicios.

El acceso a servicios de saneamiento gestionados de manera segura es fundamental para garantizar la salud y el bienestar de la población (OMS, 2017), y es necesario seguir trabajando para mejorar su acceso en todo el país.

Gráfica 8. Población urbana promedio, países de América Latina (millones de personas); periodo 2000-2021



Fuente. Banco Mundial (2023)

Elaboración propia: Según los datos del Banco Mundial.

De acuerdo con el análisis de promedio mínimo y máximo se estableció que el promedio de Brasil en la Población urbana es igual 164148046 habitantes, mientras que el máximo es 183878366 habitantes y el mínimo es de 142795391 habitantes. Y los valores más bajos está determinado por Costa Rica que consta de un promedio en la Población urbana es igual a 3248049 habitantes, mientras que el máximo es 4071490 habitantes y el mínimo es de 2349793 habitantes.

La población urbana en Brasil ha crecido en las últimas décadas debido a varios factores, como la migración de personas del campo a la ciudad en busca de empleo y mejores oportunidades económicas y la tasa de natalidad en las áreas urbanas, que es más alta que en las áreas rurales. Además, la urbanización de Brasil ha estado impulsada por el desarrollo económico, con la concentración de la industria y las empresas en las áreas urbanas. La urbanización también ha sido promovida por políticas gubernamentales orientadas a fomentar el crecimiento económico y la modernización del país. Sin embargo, el crecimiento urbano también ha dado lugar a algunos problemas, como la falta de vivienda adecuada y los problemas ambientales como la contaminación y la escasez de agua en algunas ciudades (Cepal, 2019).

El crecimiento de la población urbana en México podría deberse a varias razones, como la migración de personas del campo a la ciudad en busca de empleo y mejores oportunidades económicas, el crecimiento natural de las ciudades debido a una tasa de natalidad más alta en las áreas urbanas que en las áreas rurales, la concentración de la industria y las empresas en las áreas urbanas y las políticas gubernamentales orientadas a fomentar el crecimiento económico y la modernización del país. El crecimiento urbano también ha dado lugar a algunos problemas, como la falta de vivienda adecuada, problemas ambientales como la contaminación y la congestión del tráfico. Es importante señalar que la distribución de la población urbana en México no ha sido uniforme, con algunas áreas metropolitanas con tasas de crecimiento más altas que otras (Gutiérrez de MacGregor, 2003).

La población urbana de Paraguay ha experimentado un crecimiento relativamente bajo en comparación con otros países de Latinoamérica. Según las Perspectivas de la Urbanización Mundial de las Naciones Unidas en 2020, se estima que la población urbana de Paraguay es del 64 por ciento de su población total, lo que es inferior en comparación con países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay.

Es importante tener en cuenta que aunque la población urbana de Paraguay no haya crecido tan rápidamente como la de otros países de la región, aún ha experimentado una urbanización significativa a lo largo de los años.

Según el Banco Mundial, el porcentaje de población urbana de Costa Rica ha aumentado constantemente, pasando de alrededor del 50% en la década de 1970 a alrededor del 79% en 2019. Es importante tener en cuenta que el ritmo y la forma de crecimiento de cada país puede variar de acuerdo a (Buonocore et al., 2016)diversos factores: políticos, económicos, sociales, culturales, entre otros (Cepal, 2019).

4.1.2 Análisis descriptivo de la evolución de las variables

Durante el período de 2000 a 2019, el Gasto Nacional en Salud del Gobierno en América Latina tuvo una evolución diversa en los diferentes países de la región estudiados. En general, se observó un aumento en los niveles de gasto en salud, aunque con algunas variaciones importantes en el tiempo y entre países. Algunos factores que podrían explicar estas tendencias incluyen el crecimiento económico, cambios en la estructura demográfica de la población, y reformas en el sistema de salud. También es posible que la influencia de la globalización y los cambios en la política internacional hayan tenido un impacto en la

evolución del Gasto Nacional en Salud del Gobierno en América Latina durante los años estudiados.

En general, se observó un crecimiento modesto del PIB per cápita en América Latina de 2000 a 2019, aunque con variaciones significativas entre los diferentes países. Algunos factores que podrían explicar estas tendencias incluyen el auge de las materias primas, la globalización, la estabilidad política y económica, y las reformas estructurales. La evolución del PIB per cápita en la región tuvo un impacto importante en la vida cotidiana de las personas, así como en la estabilidad y el crecimiento económico de cada país.

Durante el período de 2000 a 2019, las emisiones de CO₂ en América Latina tuvieron una evolución irregular en los diferentes países de la región estudiados. En general, se observó un aumento gradual en las emisiones de CO₂, aunque con algunas variaciones importantes entre los países y en los diferentes sectores económicos. Algunos factores que podrían explicar estas tendencias incluyen el rápido crecimiento económico, el uso intensivo de combustibles fósiles y la falta de medidas efectivas de mitigación y adaptación al cambio climático. También es posible que la influencia de la globalización, la urbanización y los cambios en la política internacional hayan tenido un impacto en la evolución de las emisiones de CO₂ en América Latina durante los años estudiados.

Durante el período de 2000 a 2019, las emisiones de óxido nitroso en América Latina también tuvieron una evolución irregular en los diferentes países de la región estudiados. Aunque la información específica sobre las emisiones de óxido nitroso en la región es limitada, algunos estudios sugieren que las emisiones han aumentado o se han mantenido estables en algunos países durante el período de tiempo estudiado.

Al igual que las emisiones de dióxido de carbono, las emisiones de óxido nitroso son un importante gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global y al cambio climático. Las principales fuentes de emisiones de óxido nitroso incluyen la agricultura y la industria, y pueden ser reducidas a través de prácticas agrícolas más sostenibles y políticas de eficiencia energética en la industria.

Según los informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), desde el año 2000 ha habido un aumento progresivo en el gasto público en educación en América Latina, aunque con fluctuaciones importantes entre los países de la región. El gasto en educación se ha considerado como una inversión en capital humano y es un indicador importante del compromiso de los países con el desarrollo sostenible y

equitativo. En el período de 2000 a 2019, algunos países de la región han logrado avances significativos en términos de acceso, calidad y equidad en la educación, con el aumento del gasto público en educación contribuyendo a estos avances. Sin embargo, los desafíos continúan, especialmente en países donde el gasto en educación sigue siendo insuficiente para satisfacer las necesidades de la población. Es importante reconocer que la educación es un factor clave para el desarrollo sostenible y el crecimiento económico, y el gasto público en educación es fundamental para lograr estos objetivos.

Durante el período de 2000 a 2019, América Latina experimentó un aumento significativo en la generación de energía renovable y una disminución relativa en el uso de combustibles fósiles. Los países de la región han desarrollado políticas para promover la adopción de tecnologías de energía limpia, que han contribuido a aumentar el uso de energías renovables, así como a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Según informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la participación de las energías renovables en la matriz energética regional ha aumentado del 28.5% en 2000 al 42.4% en 2019, siendo la hidroeléctrica la fuente de energía renovable más utilizada en la región.

Además, el aumento del gasto público en energía renovable ha contribuido a la creciente adopción de tecnologías de energía limpia y a la reducción de costos en la producción de energía renovable. Aunque aún existen desafíos importantes para garantizar una mayor adopción y uso de fuentes de energía renovable en la región, la evolución del consumo de energías renovables durante el período de 2000 a 2019 muestra un movimiento positivo hacia la adopción de tecnologías más sostenibles y un compromiso con la transición energética.

Durante el período de 2000 a 2019, la población urbana en América Latina experimentó un aumento continuo, impulsado por la creciente urbanización en la región. Actualmente, América Latina es una de las regiones más urbanizadas del mundo.

Según informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la población urbana en América Latina aumentó del 76.4% en 2000 al 81.5% en 2019. Sin embargo, aún persisten importantes desafíos en la región, incluyendo la falta de acceso a servicios básicos y el aumento de los problemas de inseguridad y la violencia en las ciudades. Además, se están registrando grandes desigualdades entre las zonas urbanas y

rurales, y la falta de políticas efectivas para abordar estos problemas podría tener consecuencias negativas para la región en el futuro.

4.1.3 Proceso econométrico

4.1.3.1 Modelo de efectos fijos

Tabla 3. Modelo de efectos fijos

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------|
| Regresión de efectos fijos | Número de obs. | = 241 |
| Variable de grupo: | Número de grupos | = 12 |
| R-cuadrado: | Obs por grupo: | |
| dentro = 0,4603 | min | = 20 |
| entre = 0,0022 | promedio | = 20,1 |
| total = 0,0147 | max | = 21 |
| | F (7,222) | = 27,05 |
| corr(u_i, Xb) = -0.6785 | Prob > F | = 0.0000 |

| Healthsalud | Coef. | Error estándar | t | P>t | [95% Coef. Interval] |
|--------------------|--------------|-----------------------|----------|---------------|-----------------------------|
| *Gdp | 0,0013 | 0,00046 | 3,02 | 0,003 | 0,0004791 0,0022811 |
| *Co2 | 3,6796 | 1,7924 | 2,05 | 0,041 | 0,1473251 7,211928 |
| *Nox | -0,0002554 | 0,0001189 | -2,15 | 0,033 | -0,0004898 -0,000021 |
| Edu | 0,10625 | 0,2374 | 0,45 | 0,655 | -0,3616787 0,574195 |
| *Rne | -0,4448595 | 0,09729 | -4,57 | 0,000 | -0,6365949 0,2531241 |
| Isf | -0,0065 | 0,08023 | -0,08 | 0,935 | -0,1647097 0,1515329 |
| *Up | 0,00000026 | 0,00000015 | 1,68 | 0,095 | - 0,0000005 0,00000004 |
| _cons | 48,46517 | 5,255612 | 9,22 | 0,000 | 38,1079 58,82244 |
| sigma_u | 19,810903 | | | | |
| sigma_e | 4,4270 | | | | |
| Rho | 0,952438 | | | | |

Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en Stata 16

En el proceso econométrico, el primer paso es ejecutar un modelo de efectos fijos. Este modelo permite analizar la relación entre una variable dependiente y un conjunto de variables independientes, controlando por los efectos fijos de cada observación. Al analizar los resultados de la Tabla 3, se observa los siguientes resultados de este modelo:

En cuanto a las variables independientes seleccionadas, se encontraron siete y de ellas cinco demostraron ser significativas. Conociendo que el nivel de confianza es del 90% y sus valores para que sean significativos deben ser <0.10 , es así que el PIB per cápita tiene un valor de 0,003; Emisiones de CO2 tiene un valor de 0,041; Emisiones de óxido nitroso tiene un valor de 0,033; Consumo de energía renovable tiene un valor de 0,000 y la Población urbana tiene un valor de 0,095.

De estas cinco, tres mantienen una relación positiva con el gasto nacional en salud del gobierno general: el PIB per cápita, las emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) y la población urbana. Es decir, a medida que aumenta la magnitud de estas variables, también aumenta el gasto nacional en salud del gobierno general.

Por otro lado, se encontró que las emisiones de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2) y el consumo de energía renovable mantienen una relación negativa con el gasto nacional en salud del gobierno general. En otras palabras, a medida que aumentan estas variables, disminuye el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud).

Es importante mencionar que el valor del coeficiente de determinación total del modelo, R^2 , se aproxima a 0,0147. Esto sugiere que las variables independientes seleccionadas no proporcionan una explicación sólida para el modelo en cuestión, ya que sólo son capaces de explicar un 1,47% de la variabilidad en el modelo de efectos fijos. Por otro lado, se encontró que el valor de F es significativo, lo que indica que las variables independientes en conjunto no son igual a cero.

4.1.3.2 Modelo de efectos aleatorios

Tabla 4. Modelo de efectos aleatorios

| | | |
|--|-----------------------|--------------|
| Regresión de efectos aleatorios | Número de obs. | = 241 |
| Variable de grupo: país | Número de grupos | = 12 |
| R-cuadrado: dentro = 0,4563 | Obs por grupo: min | = 20 |

| | | |
|---|--------------|----------|
| entre = 0,0285 | promedio | = 20,1 |
| total = 0,0552 | max | = 21 |
| | Wald chi2(7) | = 177,68 |
| corr(u_i, Xb) = 0 (ficticio) | Prob > chi2 | = 0.0000 |

| Healthsalud | Coef. | Error estándar | z | P>z | [95% Coef. | Interval] |
|--------------------|--------------|-----------------------|----------|---------------|-------------------|------------------|
| Gdp | 0,0015275 | 0,00044 | 3,41 | 0.001 | 0,0006489 | 0,0024061 |
| co2 | 2,011406 | 1,704991 | 1.18 | 0.238 | -1,330315 | 5,353136 |
| Nox | -0,000178 | 0,0001093 | -1,63 | 0,103 | -0,0003923 | 0,0000363 |
| Edu | 0,254514 | 0,2231349 | 1,14 | 0,254 | -0,1828223 | 0,6918503 |
| Rne | -0,4030335 | 0,0906689 | -4,45 | 0,000 | -0,5807412 | -0,2253258 |
| Isf | 0,062343 | 0,0676512 | 0.92 | 0.357 | -0,0702509 | -0,1949359 |
| Up | 0,00000010 | 0,00000012 | 0.86 | 0.391 | 0,00000013 | 0,00000034 |
| _cons | 48,77123 | 6,607296 | 7.38 | 0.000 | 35,82117 | 61,72129 |
| sigma_u | 14,384699 | | | | | |
| sigma_e | 4,4270387 | | | | | |
| Rho | 0,91347861 | | | | | |

Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en Stata 16

El modelo de efectos aleatorios es un modelo econométrico utilizado para analizar datos panel, es decir, datos que se recopilan a lo largo del tiempo y que involucran varias unidades observadas en diferentes períodos.

A diferencia del modelo de efectos fijos, el modelo de efectos aleatorios asume que los coeficientes de las variables independientes pueden variar entre las unidades observadas. Es decir, mientras que en el modelo de efectos fijos los coeficientes de las variables independientes son constantes, en el modelo de efectos aleatorios se permite que los coeficientes varíen entre las unidades observadas.

En este contexto, el segundo paso en el proceso econométrico es realizar el modelo de efectos aleatorios. Los resultados presentados en la tabla 4 revelan que solamente dos de las siete variables independientes seleccionadas son significativas. El PIB per cápita mantiene una relación positiva, es decir, a medida que aumenta el PIB per cápita, el gasto en salud también aumenta.

Por otra parte, mantiene una relación negativa con el Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final), es decir, a medida que aumenta esta variable, el gasto en salud se ve reducido.

Además, se observa que el valor del coeficiente de determinación total del modelo, R², es apenas mayor que el obtenido en el modelo de efectos fijos, situándose en torno a 0,0552. Este resultado indica que las variables independientes elegidas proporcionan una explicación muy débil para la variable dependiente, lo que implica que el modelo es capaz de explicar apenas un 5,5% de la variabilidad en el conjunto de datos evaluados.

Es así que, es relevante mencionar que el valor de chi² es significativo lo que indica que las variables independientes en conjunto son distintas de cero.

4.1.3.3 Prueba de Hausman

Tabla 5. Prueba de Hausman

| |
|---|
| Test: Ho: la diferencia en coeficientes no es sistemática |
| $\chi^2(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$ |
| $= 18.26$ |
| Prob>chi2 = 0.0011 |
| (V _b -V _B no es positivo definido) |

Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en Stata 16

A continuación, se presenta el análisis correspondiente al juego de hipótesis planteado:

La prueba de Hausman es una técnica estadística comúnmente utilizada en econometría para determinar qué modelo, entre el modelo de efectos aleatorios y el modelo de efectos fijos, es más adecuado para un conjunto de datos en particular. Esta prueba compara las estimaciones de los coeficientes de los dos modelos y evalúa si las diferencias entre ellos son estadísticamente significativas.

En general, si los coeficientes son consistentes y eficientes, entonces el modelo de efectos aleatorios es el más apropiado, mientras que, si los coeficientes son inconsistentes pero eficientes, entonces el modelo de efectos fijos es más adecuado.

Continuando con el proceso econométrico, se presenta el análisis correspondiente al juego de hipótesis planteado en esta prueba:

La hipótesis nula (H0) establece que la diferencia de coeficientes no es sistemática, por lo tanto, el modelo de efectos aleatorios es más adecuado. Mientras que la hipótesis alternativa (H1) indica que la diferencia de coeficientes es sistemática, y el modelo de efectos fijos es más factible.

Los resultados obtenidos del análisis, como se observa en la tabla 5, indican que el valor de la probabilidad obtenido es inferior a 0,05, lo que sugiere que se debe rechazar la hipótesis nula y se infiere que la diferencia de coeficientes es sistemática.

En consecuencia, se puede concluir que el modelo de efectos fijos es el más adecuado para el presente estudio en lugar del modelo de efectos aleatorios. Dado que el modelo de efectos fijos es el más apropiado, es necesario verificar si este modelo presenta problemas de autocorrelación y heterocedasticidad mediante la prueba de Wooldridge y la prueba de Wald, respectivamente.

4.1.3.4 prueba de causalidad de Granger

Tabla 6 Causalidad de Granger

| Hipótesis nula | F estadístico | Probabilidad |
|---|---------------|--------------|
| CO2 no causa en el sentido de Granger a HEALTHSALUD | 0,833 | 0,436 |
| HEALTHSALUD no causa en el sentido de Granger a CO2 | 3,749 | 0,025 |
| EDU no causa en el sentido de Granger a HEALTHSALUD | 0,179 | 0,836 |
| HEALTHSALUD no causa en el sentido de Granger a EDU | 0,003 | 0,997 |
| GDP no causa en el sentido de Granger a HEALTHSALUD | 0,880 | 0,416 |
| HEALTHSALUD no causa en el sentido de Granger a GDP | 0,624 | 0,537 |
| ISF no causa en el sentido de Granger a HEALTHSALUD | 0,283 | 0,754 |
| HEALTHSALUD no causa en el sentido de Granger a ISF | 1,748 | 0,177 |
| NOX no causa en el sentido de Granger a HEALTHSALUD | 2,943 | 0,055 |
| HEALTHSALUD no causa en el sentido de Granger a NOX | 0,328 | 0,721 |
| RNE no causa en el sentido de Granger a HEALTHSALUD | 3,953 | 0,021 |
| HEALTHSALUD no causa en el sentido de Granger a RNE | 3,613 | 0,029 |
| UP no causa en el sentido de Granger a HEALTHSALUD | 3,130 | 0,046 |
| HEALTHSALUD no causa en el sentido de Granger a UP | 0,191 | 0,826 |

Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en Stata 16.

La prueba de causalidad de Granger es una técnica estadística utilizada para evaluar si una variable puede causar o predecir otra variable en un modelo. Fue propuesta por Clive Granger y se basa en la idea de que, si una variable X puede predecir de manera significativa la variable Y, entonces se puede inferir que X tiene una influencia causal sobre Y.

En base a los resultados presentados en la tabla 6, se puede concluir que algunas variables tienen un efecto causal significativo en el Gasto Nacional en Salud, mientras que otras no.

Se observó que la variable de "personas que utilizan servicios de saneamiento gestionados de forma segura en zonas urbanas" tampoco causa en el sentido de Granger al gasto nacional en salud. Por lo tanto, no se considera una buena variable predictora para el Gasto Nacional en Salud.

En contraste, las emisiones de óxido nitroso sí causan en el sentido de Granger al Gasto Nacional en Salud, lo que implica que esta variable puede utilizarse como un buen predictor para este tipo de gasto.

Por otro lado, el consumo de energía renovable también muestra una relación causal significativa en el sentido de Granger con el Gasto Nacional en Salud. Por lo tanto, se considera una variable que puede predecir de manera efectiva este tipo de gasto.

Finalmente, se encontró que la variable de población urbana causa en el sentido de Granger al Gasto Nacional en Salud. Esto indica que la población urbana es una buena variable predictora para este tipo de gasto.

En resumen, los resultados de la tabla 6 permiten identificar las variables que tienen un efecto causal significativo en el Gasto Nacional en Salud, lo cual es relevante para su predicción. El CO₂, el Gasto Público en Educación como porcentaje del PIB, el PIB per cápita y las personas que utilizan servicios de saneamiento gestionados de forma segura en zonas urbanas no muestran una relación causal significativa con el Gasto Nacional en Salud. Por otro lado, las emisiones de óxido nitroso, el consumo de energía renovable y la población urbana son variables que pueden utilizarse de manera efectiva para predecir este tipo de gasto.

4.1.3.4 Autocorrelación

Tabla 7 Prueba de Wooldridge para autocorrelación en datos de panel

| Prueba de Wooldridge para autocorrelación en datos de panel |
|---|
| H0: sin autocorrelación de primer orden |
| $F(1, 11) = 113,759$ |
| Prob > F = 0.0000 |

Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en Stata 16

La prueba de Wooldridge es una prueba estadística utilizada en el análisis de datos de panel para evaluar la presencia de autocorrelación en los datos. La autocorrelación se refiere a la correlación de un conjunto de datos consigo mismo en diferentes momentos. En el análisis de datos de panel, la autocorrelación puede surgir cuando las observaciones de un mismo individuo a lo largo del tiempo están correlacionadas entre sí.

Siguiendo con el proceso econométrico y de acuerdo con el juego de hipótesis planteado en la tabla 6, el cual fue elaborado a través de la prueba de Wooldridge descrita anteriormente, se establecieron las siguientes hipótesis: H0: No existe autocorrelación de primer orden. H1: Existe autocorrelación de primer orden.

Al analizar los resultados obtenidos, se observa que la probabilidad asociada es menor a 0,05, lo que indica que el modelo presenta problemas de autocorrelación. En otras palabras, los residuos del modelo presentan una correlación entre ellos, lo que puede afectar la validez de los resultados y la interpretación de los coeficientes estimados.

4.1.3.5 Heterocedasticidad

Tabla 8 Prueba de Wald modificada para heterocedasticidad grupal en modelo de regresión de efectos fijos

**Prueba de Wald modificada para heteroscedasticidad grupal
en modelo de regresión de efectos fijos**

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

chi2 (12) = 697,39

Prob>chi2 = 0.0000

Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en Stata 16

La Prueba de Wald modificada para heterocedasticidad grupal en modelo de regresión de efectos fijos es una prueba estadística utilizada en econometría para determinar si la varianza de los errores en un modelo de regresión de efectos fijos es homogénea o no. Esta prueba se basa en la comparación de dos modelos, uno en el que se asume que la varianza de los errores es constante (modelo homocedástico) y otro en el que se permite que la varianza de los errores varíe entre las unidades de observación (modelo heterocedástico).

Continuando con el proceso econométrico y como se puede apreciar en la tabla 8, se continúa con el análisis de hipótesis para corroborar la presencia de heterocedasticidad grupal en el modelo. La hipótesis nula (H0) plantea que la varianza del error es constante para todas las unidades en la muestra, mientras que la hipótesis alternativa (H1) establece que la varianza del error varía entre las unidades de la muestra.

Al observar que la probabilidad obtenida es menor a 0,05, se concluye que la hipótesis nula es rechazada, y, por tanto, se infiere que la varianza del error varía para todas las unidades en la muestra. Esto indica la presencia de heterocedasticidad grupal en el modelo.

4.1.3.6 Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles

Tabla 9 Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles

| | | | |
|--|-----------------------|----------|------------|
| Regresión FGLS de series de tiempo transversales | Número de obs. | = | 241 |
| | Número de grupos | = | 12 |
| Coefficientes: mínimos cuadrados generalizados | Obs por grupo: | | |
| Paneles: heterocedástico | Min | = | 20 |
| Correlación: coeficiente AR (1) común para todos los paneles (0,8891) | promedio | = | 20,0833 |
| | Max | = | 21 |
| Covarianzas estimadas = 12 | Wald chi2(7) | = | 144,46 |
| Autocorrelaciones estimadas = 1 | Prob > chi2 | = | 0.0000 |
| Coefficientes estimados = 8 | | | |

| healthsalud | Coef. | Error estándar | z | P>z | [95% Conf. | Interval] |
|--------------------|--------------|-----------------------|----------|---------------|-------------------|------------------|
| Gdp | 0,0013524 | 0,000372 | 3,64 | 0.000 | 0,0006232 | 0,0020815 |
| co2 | -4,90536 | 1,276747 | -3,84 | 0.000 | -7,407737 | -2,402982 |
| Nox | 0,0000076 | 0,0000329 | 0,23 | 0.817 | -0,0000568 | 0,000072 |
| Edu | 0,3006897 | 0,1012728 | 2,97 | 0.003 | 0,1021985 | 0,4991808 |
| Rne | -0,2813743 | 0,0724085 | -3,89 | 0.000 | -0,4232923 | -0,1394562 |
| Isf | -0,1091653 | 0,0665643 | -1,64 | 0.101 | -0,2396289 | 0,0212982 |

| | | | | | | |
|--------------|--------------|-------------|-------|-------|-------------|--------------|
| Up | -0,000000095 | 0,000000034 | -2,83 | 0,005 | - | - |
| | | | | | 0,000000016 | 0,0000000294 |
| _cons | 69,13038 | 3,872659 | 17,85 | 0,000 | 61,54011 | 76,72065 |

Nota: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en Stata 16

Después de comprobar que el modelo de efectos fijos elegido a través de la prueba de Hausman presentaba violaciones a los supuestos de homocedasticidad y ausencia de autocorrelación, se decidió aplicar una técnica alternativa para corregir ambas deficiencias. En este sentido, se ejecutó el Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF).

El MCGF es una técnica que permite estimar modelos en presencia de heterocedasticidad y autocorrelación de manera consistente y eficiente. Es una técnica robusta que no requiere la especificación de la estructura exacta de la matriz de varianza-covarianza, lo que la hace muy útil en situaciones donde se desconoce la forma precisa de la heterocedasticidad y la autocorrelación.

Es así que, en vista de los resultados presentados en la tabla 9, podemos concluir que el modelo de mínimos cuadrados generalizados factibles muestra una efectividad adecuada, debido a que el coeficiente AR (1) es de 0.8891 para todos los paneles considerados. Esto sugiere que el modelo puede ser utilizado para predecir el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud) con una precisión razonable.

Por otra parte, la probabilidad chi2 es significativa, lo que indica que los coeficientes en conjunto no son iguales a cero, lo que sugiere que las variables independientes son relevantes en el modelo. Este resultado es especialmente importante, ya que permite tener una mayor confianza en la capacidad del modelo para explicar y predecir el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud).

Al analizar las variables independientes, se identificaron cinco de ellas como significativas, lo que nos lleva a realizar inferencias importantes. En primer lugar, un aumento de un dólar en el PIB per cápita se relaciona con un aumento de 0,0013 puntos porcentuales en el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud). Esto puede deberse a que un mayor ingreso per cápita permite un mayor acceso a servicios de salud de calidad, lo que a su vez se traduce en un mayor gasto en salud.

El análisis de la relación entre los gases contaminantes y el gasto en salud del gobierno general indica que la variable Emisiones de óxido nitroso (miles de toneladas

métricas de equivalente de CO₂) no es significativa, lo que sugiere que no hay evidencia suficiente para afirmar que esta variable tenga un efecto significativo en el gasto nacional en salud del gobierno. Por otro lado, la variable Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita) resultó ser significativa y se encontró que un aumento de una tonelada métrica per cápita en las emisiones de CO₂ se asocia con una disminución de 4,90 puntos porcentuales en el gasto nacional en salud del gobierno general. Esta relación inversa puede explicarse por la relación entre las emisiones de CO₂ y la actividad económica, ya que los países con mayores emisiones per cápita de CO₂ suelen tener una economía más intensiva en el uso de energía y recursos naturales, lo que puede generar mayores ingresos y riqueza a expensas del gasto en salud.

Se puede determinar que la relación inversa que mantiene el CO₂ y el gasto en salud pública en América Latina puede ser atribuido a varios factores, incluyendo la falta de recursos financieros disponibles para los gobiernos, la mala gestión de los recursos existentes, la falta de inversión en infraestructura de atención médica y la dependencia de sistemas de salud privados. Además, la priorización de otros sectores dentro de la política de los gobiernos y la desigualdad económica también contribuyen a este problema. Todos estos factores pueden limitar la capacidad de los países para invertir en el fortalecimiento de los sistemas de salud pública y en la expansión de la cobertura de atención médica a toda la población. Es importante destacar que el bajo gasto en salud puede tener consecuencias negativas en la salud y bienestar de las poblaciones de estos países, ya que puede implicar la falta de acceso a servicios esenciales de atención médica, una atención médica de baja calidad y la falta de recursos para abordar brotes de enfermedades.

En cuanto al gasto público en educación (% del PIB), se encontró que un aumento en un punto porcentual se relaciona con un aumento de 0,30 puntos porcentuales en el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud) posible que el gasto en educación y el gasto en salud estén relacionados porque ambos son áreas prioritarias para el gobierno. En otras palabras, el aumento en el gasto público en educación y en salud podrían ser el resultado de una misma política gubernamental que busca mejorar la calidad de vida de la población. No necesariamente el gasto en educación y el gasto en salud están directamente relacionados en América Latina (CEPAL, 2020a). Si bien ambos son sectores importantes para el desarrollo humano y económico, los gobiernos pueden asignar recursos diferentes a cada uno según sus propias prioridades y necesidades del país. En algunos países, el gasto en educación puede ser mayor que el gasto en salud, mientras que en otros

países puede ser lo contrario. Es importante destacar que ambos sectores son fundamentales para lograr una sociedad más igualitaria, saludable y educada. Además, un mayor gasto en educación puede contribuir a mejores prácticas de salud preventiva y un mayor acceso a información sobre enfermedades y hábitos saludables.

En relación con el consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final), se encontró que el aumento de un punto porcentual se asocia con una disminución de 0,28 puntos porcentuales en el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud). Este hallazgo podría explicarse por los efectos positivos que la energía renovable tiene sobre el medio ambiente y la salud, lo que podría llevar a una menor incidencia de enfermedades relacionadas con la exposición a contaminantes.

La energía renovable y el gasto en salud pública pueden tener efectos positivos relacionados con el medio ambiente y la calidad de vida de la población.

En cuanto a la energía renovable, su uso puede reducir la dependencia de los combustibles fósiles, lo que puede disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y contribuir a mitigar el cambio climático. Además, las energías renovables como la solar y la eólica no emiten contaminantes como los gases tóxicos que se generan por la quema de combustibles fósiles, lo que puede mejorar la calidad del aire y reducir las enfermedades respiratorias y cardiovasculares relacionadas con la contaminación.

Por otro lado, el gasto en salud pública puede tener efectos positivos directos en la salud de la población (CEPAL, 2020) , como mejorar el acceso a servicios de atención médica, prevención y control de enfermedades, así como promover estilos de vida saludables. El aumento del gasto en salud pública también puede tener efectos indirectos positivos en otros ámbitos, como mejorar la calidad y la seguridad de los alimentos y el agua, así como la protección del medio ambiente.

Por último, se encontró que el aumento de un millón de personas en la población urbana se relaciona con una disminución de 0,000000095 puntos porcentuales en el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud). Esto podría deberse a que las áreas urbanas cuentan con una mayor disponibilidad de servicios de salud, lo que puede llevar a una menor necesidad de gasto en salud.

Según los informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), se ha observado que, en algunos casos, existe una correlación positiva entre el aumento de la población urbana y el gasto en salud pública del gobierno . Es decir, a

medida que la población urbana aumenta, la demanda de servicios de salud también aumenta, y los gobiernos pueden verse obligados a aumentar su gasto en salud pública para satisfacer estas necesidades. Sin embargo, la relación entre estos dos factores no es universal y puede variar dependiendo de la situación específica de cada país. En resumen, no se puede afirmar de manera categórica que el aumento de la población urbana se relaciona con una disminución en el gasto nacional en salud del gobierno en América Latina.

En conclusión, estos resultados son de gran importancia para la toma de decisiones en materia de salud pública, ya que permiten identificar las variables que tienen una mayor influencia en el gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud). No obstante, es importante tener en cuenta las limitaciones del modelo utilizado y considerar otros factores que pueden influir en la relación entre estas variables.

4.2 Discusión

Una vez ejecutado el modelo econométrico, se provee la evidencia empírica respectiva, de cómo la contaminación del aire, la energía renovable, el gasto en atención médica y el PIB en los países de América Latina están interrelacionados. Para analizar el conjunto de datos, primero aplicamos estadísticas descriptivas para explorar los datos en su forma actual. Las estadísticas descriptivas, dadas en, muestran que el PIB tiene la media más alta, mientras que el gasto en salud tiene el valor medio y la volatilidad más bajos. La emisión de CO₂ tiene un valor medio de 1,972, lo que muestra una gran desviación del valor medio. El PIB y la energía renovable tienen un sesgo negativo, mientras que el PIB tiene el valor máximo más alto. La mayoría de las variables son negativamente sesgadas y leptocúrticas.

La ecuación muestra que la asociación a largo plazo es evidente entre las variables. El gasto público en salud tiene una asociación de largo plazo con las fuentes de energía renovable, un resultado que es consistente con Buonocore et al. (2016), lo que implica que cuando los gobiernos invierten en productos de energía renovable, ayudan a superar los efectos ambientales, lo que reduce la presión sobre el gasto público en salud. Por el contrario, la contaminación del aire impone una carga significativa en el costo económico de las personas, al aumentar su gasto en atención médica y disminuir la productividad laboral. Las energías renovables mejoran las condiciones de salud y favorecen el ahorro. Además, los resultados muestran que el valor de rezago del CO₂ tiene una asociación positiva con el gasto público en salud. Esto significa que un aumento de los contaminantes del aire provoca un aumento de las enfermedades, lo que requiere una mayor atención sanitaria y, por tanto, un medio ambiente contaminado requiere un aumento del gasto sanitario. Nuestros

resultados no son consistentes con Khoshnevis Yazdi y Khanalizadeh (2017) de que un aumento en las emisiones de gases provoca un aumento en el gasto en atención médica.

El contaminante del aire NO_x está significativamente relacionado positivamente con el CO₂. Esto significa que son complementarios entre sí (cualquier cosa que produzca CO₂ también produce una cantidad considerable de NO_x). Además, la educación se relaciona positiva y significativamente con el consumo de energías renovables. A medida que aumenta la educación de las personas, adquieren conciencia sobre el medio ambiente y prefieren utilizar recursos de energía renovable para reducir la contaminación (Özçiçek & Ağpak, 2017).

Además, es evidente que los contaminantes atmosféricos como el NO_x y las emisiones de carbono (CO₂) tienen una influencia significativa en el gasto público en salud de las economías de América Latina. Finalmente, las energías renovables y el gasto en salud están significativamente relacionados, porque el uso de energías renovables mejora el medio ambiente y reduce la contaminación tóxica en el aire, lo que causa menos daños a la salud de las personas. Estos resultados están respaldados por Apergis et al. (2018), quienes prueban que la salud y las energías renovables tienen una relación unidireccional.

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El gasto público en salud como porcentaje del PIB en América Latina y el Caribe aumentó del 2,9% en el 2000 al 3,4% en el 2019. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos datos son solo un promedio y que hay variaciones significativas entre los países de la región en cuanto a su inversión en salud pública. Algunos países, como Cuba, Costa Rica y Uruguay, invierten más del 6% del PIB en salud pública, mientras que otros, como Guatemala, Honduras y Bolivia, invierten menos del 3%. Es importante destacar que estos datos son de hace algunos años y que la situación actual puede ser diferente.
- El promedio de emisiones de CO₂ de América Latina y el Caribe aumentó de 3.44 toneladas métricas por persona en el año 2000 a 4.02 toneladas métricas por persona en el año 2019. Cabe destacar que la situación varía significativamente entre los países de la región, siendo los países más grandes y desarrollados los que emiten la mayor cantidad de dióxido de carbono mientras que las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) en América Latina en 2015-2019 se mantuvieron estables en comparación con 2010-2014, con las emisiones per cápita más altas en países como Trinidad y Tobago, Argentina, Chile y México.
Medir la relación de los contaminantes atmosféricos y el gasto de salud pública de los países de América Latina a través de un modelo econométrico período 2000-2021.
- Los resultados sugieren que el MCGF es efectivo, respaldado por un coeficiente AR(1) consistente y una probabilidad chi² significativa, indicando la relevancia conjunta de las variables independientes. El análisis destaca cinco variables significativas, como el PIB per cápita, cuyo aumento se relaciona positivamente con el gasto en salud. Además, las emisiones de CO₂ per cápita muestran una relación inversa, señalando posibles implicaciones de la actividad económica en la salud pública. El gasto en educación se vincula positivamente con el gasto en salud, sugiriendo una posible interconexión de políticas gubernamentales. La energía renovable también se asocia inversamente con el gasto en salud, respaldando la idea de beneficios ambientales. Sin embargo, la relación entre la población urbana y el gasto en salud es menos concluyente, ya que puede variar según las circunstancias específicas de cada país. Estos hallazgos proporcionan valiosa información para la toma de decisiones en salud pública, aunque se advierte sobre las

limitaciones del modelo y la necesidad de considerar otros factores que puedan influir en las relaciones identificadas.

5.2 Recomendaciones

- Para mejorar el gasto de salud pública en los países de América Latina, se pueden considerar las siguientes acciones la primera incrementar los presupuestos destinados al sector salud: Los países de la región deben destinar más recursos al sector salud para cubrir los costos de la atención médica, medicamentos, salarios adecuados para los profesionales de la salud y el mantenimiento y mejoramiento de las instalaciones médicas. La segunda puede ser implementar un sistema de salud más eficiente: La inversión en programas de salud pública y la implementación de prácticas de atención médica eficientes pueden mejorar el acceso y la calidad de la atención médica a un costo menor.
- Para fomentar a la no contaminación en América Latina, es necesario adoptar políticas y acciones concretas, que aborden las principales causas de la contaminación en la región. Una posible acción es fomentar el uso de fuentes de energía renovable y limpias, que reduzcan la dependencia de los combustibles fósiles y disminuyan las emisiones de gases contaminantes.
- Los gastos en salud y la emisión de gases contaminantes (como el CO₂) son dos temas de preocupación distintos que deben ser abordados por separado. Sin embargo, es importante mencionar que una inversión en la salud pública puede tener un impacto positivo en la calidad del medio ambiente a largo plazo, ya que una población más saludable y mejor educada puede estar más comprometida con la protección del medio ambiente y la adopción de hábitos sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Akca, N., Sonmez, S., & Yilmaz, A. (2017). Determinants of health expenditure in OECD countries: A decision tree model. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 33(6), 1490.
- Albarracín, L. R. (2019). El cambio climático y el desarrollo energético sostenible en América Latina y el Caribe al amparo del Acuerdo de París y de la Agenda 2030. *Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época*, 15, 1.
- Alola, A., Bekun, F., & Sarkodie, S. (2019). Dynamic impact of trade policy, economic growth, fertility rate, renewable and non-renewable energy consumption on ecological footprint in Europe. *Science of The Total Environment*, 685, 702-709. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.139>
- Ambrocio, J., Enzo, F., Gaspar Macedo, L., & Torres, C. (2023). *Determinantes de la desigualdad económica. Evidencia para países desarrollados y en vías de desarrollo*.
- Apergis, N., Bhattacharya, M., & Hadhri, W. (2020). Health care expenditure and environmental pollution: A cross-country comparison across different income groups. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 8142-8156.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). CO2 emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, 37(8), 3282-3286. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.048>
- Atilgan, E., Kilic, D., & Ertugrul, H. M. (2017). The dynamic relationship between health expenditure and economic growth: Is the health-led growth hypothesis valid for Turkey? *The European Journal of Health Economics*, 18(5), 567-574. <https://doi.org/10.1007/s10198-016-0810-5>
- Azam, M., Khan, A., & Ozturk, I. (2019). The effects of energy on investment, human health, environment and economic growth: Empirical evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 10816-10825.
- Baltagi, B., & Moscone, F. (2010). Health care expenditure and income in the OECD reconsidered: Evidence from panel data. *Economic Modelling*, 27(4), 804-811. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2009.12.001>
- Banco Mundial. (2021). *Glosario / Banco de datos*. <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/SH.XPD.GHED.CH.ZS>

- Banco Mundial. (2023a). *Glosario / Banco de datos*.
<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/EN.ATM.NOXE.ZG>
- Banco Mundial. (2023b). *World Bank Open Data*. World Bank Open Data.
<https://data.worldbank.org>
- Banco Mundial. (2023c). *World Bank Open Data / Data*. <https://datos.bancomundial.org/>
- Ben Jebli, M., Ben Youssef, S., & Ozturk, I. (2016). Testing environmental Kuznets curve hypothesis: The role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. *Ecological Indicators*, 60, 824-831.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.031>
- Blázquez, C., Cantarero, D., & Pascual, M. (2019). On the nexus of air pollution and health expenditures: New empirical evidence. *Gaceta sanitaria*, 33, 389-394.
- Buonocore, J., Luckow, P., Norris, G., Spengler, J., Biewald, B., Fisher, J., & Levy, J. (2016). Health and climate benefits of different energy-efficiency and renewable energy choices. *Nature Climate Change*, 6(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1038/nclimate2771>
- CEPAL. (2020a, julio 6). *La política fiscal debe jugar un papel central en la mitigación del impacto social y económico derivado de la pandemia del COVID-19, así como contribuir a impulsar la reactivación económica* [Text]. CEPAL.
<https://www.cepal.org/es/comunicados/la-politica-fiscal-debe-jugar-un-papel-central-la-mitigacion-impacto-social-economico>
- CEPAL. (2020b, agosto 4). *El rol de los recursos naturales ante la pandemia por el COVID-19 en América Latina y el Caribe* [Text]. CEPAL.
<https://www.cepal.org/es/enfoques/rol-recursos-naturales-la-pandemia-covid-19-america-latina-caribe>
- Cepal, N. U. (2019). *Panorama Social de América Latina 2018*. Cepal.
- Chaabouni, S., & Saidi, K. (2017). The dynamic links between carbon dioxide (CO₂) emissions, health spending and GDP growth: A case study for 51 countries. *Environmental research*, 158, 137-144.
- Chaabouni, S., Zghidi, N., & Ben Mbarek, M. (2016). On the causal dynamics between CO₂ emissions, health expenditures and economic growth. *Sustainable Cities and Society*, 22, 184-191. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.02.001>
- Correljé, A. (2002). *OECD Contributions to: Towards Sustainable Household Consumption: Trends and Policies in OECD Countries*.

- De Guzman, N. (2020). Public Expenditure on Education. En W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, P. G. Özuyar, & T. Wall (Eds.), *Quality Education* (pp. 693-702). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95870-5_81
- De La Cruz Sifuentes, L. V., & Mercedes Aparicio, J. D. (2020). *Gasto público en educación y su incidencia en los niveles de logros de aprendizaje en el Perú, periodo 2005–2017*.
- EEA. (2019). *Consumo de energías renovables: Perspectivas de la AIE — Agencia Europea de Medio Ambiente* [Indicator Specification]. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/renewable-energy-consumption-outlook-from-iea>
- ESDAC. (2021). *PIB per cápita*. https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/projects/DIS4ME/indicator_descriptions/gdp_per_capita.htm
- Fang, K., Wang, T., He, J., Wang, T., Xie, X., Tang, Y., Shen, Y., & Xu, A. (2020). The distribution and drivers of PM_{2.5} in a rapidly urbanizing region: The Belt and Road Initiative in focus. *Science of the Total Environment*, 716, 137010.
- Gövdeli, T. (2019). HEALTH EXPENDITURE, ECONOMIC GROWTH, AND CO₂ EMISSIONS: EVIDENCE FROM THE OECD COUNTRIES. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 31, Article 31. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.477571>
- Gutiérrez, M. (2003). Desarrollo y distribución de la población urbana en México. *Investigaciones geográficas*, 50, 77-91.
- Hoffmann, B., Roebbel, N., Gumy, S., Forastiere, F., Brunekreef, B., Jarosinska, D., Walker, K. D., van Erp, A. M., O’Keefe, R., & Greenbaum, D. (2020). Air pollution and health: Recent advances in air pollution epidemiology to inform the European Green Deal: a joint workshop report of ERS, WHO, ISEE and HEI. *European Respiratory Journal*, 56(5).
- Kais, S., & Sami, H. (2016). An econometric study of the impact of economic growth and energy use on carbon emissions: Panel data evidence from fifty eight countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1101-1110. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.054>
- Khan, M., Teng, J., Khan, M., & Khan, M. (2019). Impact of globalization, economic factors and energy consumption on CO₂ emissions in Pakistan. *Science of The Total Environment*, 688, 424-436. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.065>

- Khoshnevis Yazdi, S., & Khanalizadeh, B. (2017). Air pollution, economic growth and health care expenditure. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 30(1), 1181-1190.
- León Mendoza, J. (2022). Influencia del entorno macroeconómico en la creación de empresas en Perú. *Contaduría y administración*, 67(4), 341-364. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2022.3242>
- Li, Y., Chiu, Y., & Lin, T. (2019). The Impact of Economic Growth and Air Pollution on Public Health in 31 Chinese Cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030393>
- Ma, Y., Yan, J., Sha, J., He, G., Song, C., Fan, S., & Ke, W. (2018). Dynamic simulation of the atmospheric environment improved by a focus on clean energy utilization of resource-based cities in China. *Journal of Cleaner Production*, 192, 396-410.
- Macías, X. (2018). *Diagnóstico y especificación econométrica: Un Análisis de crecimiento estructural para Nueve países Latinoamericanos entre 1980-2014*.
- Mehrara, M., Sharzei, G., & Mohaghegh, M. (2011). The Relationship between Health Expenditure and Environmental Quality in Developing Countries. *Journal of Health Administration*, 14(46).
- Mirmirani, S., Li, H. C., & Ilacqua, J. A. (2008). Health care efficiency in transition economies: An application of data envelopment analysis. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 7(2).
- Murthy, V., & Okunade, A. (2016). Determinants of U.S. health expenditure: Evidence from autoregressive distributed lag (ARDL) approach to cointegration. *Economic Modelling*, 59, 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.07.001>
- National Geographic. (2022). *Global Carbon Emissions*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/global-co2-emissions>
- Navarro, J., & González, B. (2018). Does education reduce inequality? The bajío case. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 4(1), 1516-1520.
- NZAGRC. (2021, marzo 29). *The science of nitrous oxide*. New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre. <https://www.nzagrc.org.nz/domestic/nitrous-oxide-research-programme/the-science-of-nitrous-oxide/>
- OECD. (2023a). *Education resources—Public spending on education—OECD Data*. theOECD. <http://data.oecd.org/eduresource/public-spending-on-education.htm>
- OECD. (2023b). *Health resources—Health spending—OECD Data*. theOECD. <http://data.oecd.org/healthres/health-spending.htm>

- Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables. (2021). *Renewable Energy*. Energy.gov. <https://www.energy.gov/eere/renewable-energy>
- Omri, A., Nguyen, D., & Rault, C. (2014). Causal interactions between CO2 emissions, FDI, and economic growth: Evidence from dynamic simultaneous-equation models. *Economic Modelling*, 42, 382-389. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.07.026>
- OMS. (2017). *2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro*. <https://www.who.int/es/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>
- OMS. (2021). *Health expenditure*. <https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/health-expenditure>
- Özçiçek, Ö., & Ağpak, F. (2017). The role of education on renewable energy use: Evidence from Poisson pseudo maximum likelihood estimations. *J Bus Econ Policy*, 4(4), 49-61.
- Pinilla-Rivera, M., Díaz-Rodríguez, C., & Sánchez-Buendía, E. E. (2018). Crecimiento económico y emisiones de CO2 en América Latina, 1990-2015. *Semestre Económico*, 21(49), 41-55.
- Rathe, M., & Hernández, P. (2015). GASTO NACIONAL EN SALUD. *CEP*, 368, R234g.
- Ross, C. E., & Wu, C. (1995). The links between education and health. *American sociological review*, 719-745.
- Saravia Matus, S., Gil, M., Blanco, E., Llavona, A., & Naranjo, L. (2020). *Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el cumplimiento del ODS 6 en América Latina y el Caribe*.
- Unicef. (2020). *Estado mundial de la infancia 2019: Niños, alimentos y nutrición-Crecer bien en un mundo en transformación*. United Nations.
- United Nations. (2023). *El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible | Naciones Unidas*. United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- Varabyova, Y., & Müller, J.-M. (2016). The efficiency of health care production in OECD countries: A systematic review and meta-analysis of cross-country comparisons. *Health Policy*, 120(3), 252-263.
- Wang, K., Lee, Y., Lin, C., & Tsai, Y. (2018). The effects of health shocks on life insurance consumption, economic growth, and health expenditure: A dynamic time and space

- analysis. *Sustainable Cities and Society*, 37, 34-56.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.032>
- Wang, Z., Asghar, M., Zaidi, S., & Wang, B. (2019). Dynamic linkages among CO2 emissions, health expenditures, and economic growth: Empirical evidence from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15285-15299.
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-04876-x>
- World Health Organization. (2001). *Quantification of health effects of exposure to air pollution: Report on a WHO working group, Bilthoven, Netherlands 20-22 November 2000*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Yao, W., Gao, D., & Sheng, P. (2019). The impact of education on healthcare expenditure in China: Quantity or quality. *Applied Economics Letters*, 26(14), 1192-1195.
<https://doi.org/10.1080/13504851.2018.1542118>
- Ye, L., & Zhang, X. (2018). Nonlinear Granger Causality between Health Care Expenditure and Economic Growth in the OECD and Major Developing Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), Article 9.
<https://doi.org/10.3390/ijerph15091953>
- Zaidi, S., Gmiden, S., & Saidi, K. (2018). How energy consumption affects economic development in select African countries. *Quality & Quantity*, 52, 501-513.

Anexo 1. Datos utilizados en el modelo econométrico.

| PAIS | AÑO | GDP | CO2 | HEALTH (SALUD) | NOX | EDU | RNE | ISF | UP |
|-----------|------|---|---|--|--|--|---|--|---------------------|
| | | PIB per cápita (US\$ a precios constant s de 2010) | Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita) | Gasto nacional en salud del gobierno general (% del gasto corriente en salud) | Emisiones de óxido nitroso (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2) | Gasto público en educació n, total (% del PIB) | Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía final) | Personas que utilizan servicios de saneamiento gestionados de forma segura, zonas urbanas (% de la población urbana) | Población urbana |
| ARGENTINA | 2000 | 10672,722 | 3,568 | 54,732 | 39280 | 16,226 | 9,850 | 47,845 | 33045629 |
| | 2001 | 10090,653 | 3,342 | 54,852 | 39080 | 16,356 | 11,510 | 48,054 | 33480950 |
| | 2002 | 8895,320 | 3,101 | 54,556 | 39620 | 16,442 | 11,620 | 48,264 | 33910889 |
| | 2003 | 9581,970 | 3,335 | 54,712 | 43550 | 14,355 | 10,820 | 48,475 | 34330154 |
| | 2004 | 10341,643 | 3,656 | 51,799 | 43770 | 15,139 | 9,290 | 48,686 | 34747780 |
| | 2005 | 11141,311 | 3,737 | 51,419 | 43390 | 15,803 | 9,640 | 48,899 | 35175563 |
| | 2006 | 11913,959 | 3,924 | 52,602 | 44750 | 15,510 | 9,180 | 49,112 | 35608120 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|------|-----------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|----------|
| | 2007 | 12857,093 | 4,083 | 54,310 | 47170 | 15,102 | 7,720 | 49,326 | 36034446 |
| | 2008 | 13246,635 | 4,152 | 55,099 | 45840 | 15,748 | 7,650 | 49,541 | 36459843 |
| | 2009 | 12336,862 | 3,848 | 59,960 | 40250 | 16,021 | 8,590 | 49,756 | 36897033 |
| | 2010 | 13551,339 | 4,100 | 58,953 | 41470 | 15,048 | 8,790 | 49,973 | 37055902 |
| | 2011 | 14200,270 | 4,281 | 60,321 | 42600 | 15,155 | 8,830 | 50,189 | 37543830 |
| | 2012 | 13895,634 | 4,264 | 62,427 | 42070 | 14,518 | 8,610 | 50,405 | 38027774 |
| | 2013 | 14071,509 | 4,342 | 63,597 | 43510 | 14,458 | 8,910 | 50,618 | 38509756 |
| | 2014 | 13567,948 | 4,209 | 65,424 | 43850 | 13,799 | 9,790 | 50,833 | 38990109 |
| | 2015 | 13789,060 | 4,302 | 66,714 | 43500 | 13,963 | 9,400 | 51,048 | 39467043 |
| | 2016 | 13360,212 | 4,202 | 62,111 | 46450 | 13,356 | 9,380 | 51,264 | 39940546 |
| | 2017 | 13595,037 | 4,071 | 63,199 | 49040 | 13,264 | 10,370 | 51,354 | 40410674 |
| | 2018 | 13105,397 | 3,976 | 61,406 | 48210 | 12,523 | 10,520 | 51,409 | 40877099 |
| | 2019 | 12716,224 | 3,741 | 62,361 | 48530 | 12,530 | 10,740 | 51,918 | 41339571 |
| BOLIVIA | 2000 | 2017,395 | 0,955 | 55,329 | 6040 | 13,658 | 29,740 | 27,987 | 5309144 |
| | 2001 | 2015,377 | 0,920 | 54,174 | 6010 | 13,868 | 29,910 | 28,913 | 5449335 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|-------|--------|------|--------|--------|--------|---------|
| 2002 | 2029,618 | 0,933 | 53,144 | 6890 | 14,733 | 28,280 | 29,825 | 5588053 |
| 2003 | 2048,560 | 1,002 | 53,008 | 6580 | 14,982 | 26,310 | 30,731 | 5728610 |
| 2004 | 2097,258 | 1,030 | 52,137 | 7440 | 15,325 | 25,230 | 31,635 | 5871784 |
| 2005 | 2152,362 | 1,072 | 54,270 | 7980 | 15,762 | 23,130 | 32,534 | 6017470 |
| 2006 | 2216,545 | 1,177 | 56,021 | 7660 | 16,436 | 21,480 | 33,432 | 6167232 |
| 2007 | 2277,504 | 1,244 | 59,093 | 7650 | 16,986 | 20,270 | 34,721 | 6320212 |
| 2008 | 2376,078 | 1,327 | 58,650 | 7670 | 15,001 | 17,850 | 36,029 | 6475247 |
| 2009 | 2414,130 | 1,393 | 61,037 | 7660 | 15,800 | 16,210 | 37,355 | 6632261 |
| 2010 | 2471,474 | 1,484 | 58,768 | 9520 | 18,200 | 15,340 | 38,698 | 6791318 |
| 2011 | 2556,830 | 1,598 | 58,391 | 8460 | 15,800 | 13,540 | 40,058 | 6952386 |
| 2012 | 2643,691 | 1,648 | 57,031 | 8480 | 17,460 | 12,800 | 41,436 | 7114992 |
| 2013 | 2777,721 | 1,744 | 58,523 | 8470 | 15,690 | 12,060 | 42,818 | 7273140 |
| 2014 | 2882,807 | 1,870 | 62,624 | 8050 | 15,070 | 10,550 | 44,209 | 7428682 |
| 2015 | 2975,649 | 1,872 | 65,741 | 8580 | 16,340 | 8,020 | 45,617 | 7584842 |
| 2016 | 3054,893 | 1,954 | 64,821 | 9080 | 17,640 | 7,950 | 47,043 | 7741971 |

| | | | | | | | | | |
|---------------|------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| | 2017 | 3135,032 | 1,989 | 68,528 | 8890 | 18,020 | 7,270 | 48,486 | 7899666 |
| | 2018 | 3219,201 | 2,001 | 72,805 | 8800 | 19,010 | 7,370 | 49,947 | 8058094 |
| | 2019 | 3242,949 | 1,897 | 71,236 | 9720 | 13,520 | 8,670 | 51,426 | 8217386 |
| | 2000 | 6745,866 | 1,783 | 41,636 | 123930 | 11,452 | 42,660 | 35,742 | 142795391 |
| | 2001 | 6749,890 | 1,792 | 41,089 | 129860 | 10,611 | 41,330 | 36,168 | 145337135 |
| | 2002 | 6868,704 | 1,761 | 42,387 | 140220 | 9,637 | 42,850 | 36,586 | 147774310 |
| | 2003 | 6865,182 | 1,702 | 42,857 | 145710 | 9,986 | 45,110 | 37,002 | 150126745 |
| | 2004 | 7178,356 | 1,778 | 42,670 | 156220 | 10,412 | 45,180 | 37,416 | 152434477 |
| | 2005 | 7325,912 | 1,776 | 41,631 | 155130 | 11,265 | 46,130 | 37,828 | 154731704 |
| BRASIL | 2006 | 7534,552 | 1,777 | 42,927 | 152980 | 12,426 | 46,670 | 38,238 | 156991180 |
| | 2007 | 7909,835 | 1,848 | 42,486 | 158620 | 13,223 | 47,190 | 38,646 | 159201638 |
| | 2008 | 8231,110 | 1,939 | 43,744 | 152420 | 14,083 | 47,040 | 39,053 | 161361139 |
| | 2009 | 8142,771 | 1,799 | 44,163 | 148640 | 14,726 | 48,920 | 39,457 | 163480329 |
| | 2010 | 8673,909 | 2,027 | 45,021 | 166180 | 14,160 | 46,810 | 39,860 | 165594717 |
| | 2011 | 8935,288 | 2,111 | 44,499 | 165610 | 15,269 | 45,260 | 40,262 | 167726203 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|------|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| | 2012 | 9025,325 | 2,271 | 43,362 | 166610 | 15,728 | 43,490 | 41,154 | 169827068 |
| | 2013 | 9216,143 | 2,413 | 44,519 | 167210 | 15,593 | 42,320 | 42,063 | 171885100 |
| | 2014 | 9183,471 | 2,515 | 44,053 | 174020 | 15,444 | 41,710 | 42,987 | 173941724 |
| | 2015 | 8783,226 | 2,365 | 43,256 | 171370 | 16,218 | 43,620 | 43,928 | 175989923 |
| | 2016 | 8426,853 | 2,161 | 43,063 | 175480 | 15,929 | 45,460 | 44,884 | 177986118 |
| | 2017 | 8470,951 | 2,189 | 41,738 | 183640 | 16,505 | 45,330 | 45,856 | 179958546 |
| | 2018 | 8553,876 | 2,065 | 41,092 | 178490 | 16,148 | 46,950 | 46,845 | 181939117 |
| | 2019 | 8592,222 | 2,051 | 40,741 | 182050 | 15,958 | 47,570 | 47,849 | 183878366 |
| | 2000 | 8550,711 | 3,284 | 35,795 | 6570 | 16,428 | 31,360 | 50,930 | 13213754 |
| | 2001 | 8722,575 | 3,120 | 36,364 | 6510 | 17,129 | 32,150 | 51,187 | 13406973 |
| | 2002 | 8904,538 | 3,130 | 37,542 | 6580 | 17,451 | 33,070 | 51,434 | 13591764 |
| CHILE | 2003 | 9227,912 | 3,165 | 38,248 | 6330 | 17,637 | 31,620 | 51,655 | 13744299 |
| | 2004 | 9746,183 | 3,432 | 39,466 | 6870 | 17,021 | 31,440 | 53,219 | 13891581 |
| | 2005 | 10214,733 | 3,460 | 39,342 | 6550 | 16,199 | 32,260 | 54,796 | 14037420 |
| | 2006 | 10727,103 | 3,499 | 41,349 | 6760 | 16,231 | 32,910 | 56,384 | 14185272 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|------|-----------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|----------|
| | 2007 | 11171,419 | 3,914 | 42,259 | 7270 | 16,746 | 30,460 | 57,984 | 14334623 |
| | 2008 | 11479,282 | 4,081 | 43,525 | 8040 | 17,401 | 30,830 | 59,597 | 14488641 |
| | 2009 | 11234,968 | 3,888 | 46,861 | 7960 | 17,036 | 31,530 | 61,221 | 14647961 |
| | 2010 | 11773,004 | 4,102 | 47,104 | 8210 | 17,853 | 27,040 | 62,857 | 14806204 |
| | 2011 | 12382,379 | 4,453 | 47,157 | 7660 | 17,748 | 28,790 | 64,505 | 14963678 |
| | 2012 | 13017,068 | 4,521 | 47,936 | 7670 | 19,667 | 30,310 | 66,164 | 15120117 |
| | 2013 | 13318,595 | 4,740 | 47,649 | 7200 | 19,678 | 30,230 | 67,836 | 15276709 |
| | 2014 | 13421,538 | 4,329 | 47,736 | 6800 | 19,921 | 26,950 | 69,519 | 15441376 |
| | 2015 | 13569,948 | 4,602 | 48,017 | 6840 | 19,594 | 25,070 | 71,185 | 15611340 |
| | 2016 | 13644,623 | 4,783 | 49,653 | 6510 | 21,156 | 24,550 | 72,757 | 15809289 |
| | 2017 | 13615,524 | 4,740 | 50,399 | 6540 | 21,311 | 24,110 | 74,372 | 16070668 |
| | 2018 | 13906,770 | 4,631 | 50,822 | 6590 | 21,366 | 25,460 | 75,707 | 16375738 |
| | 2019 | 13765,118 | 4,799 | 50,917 | 6770 | 21,234 | 25,260 | 77,152 | 16686776 |
| COLOMBIA | 2000 | 4003,840 | 1,488 | 74,533 | 18630 | 13,296 | 28,030 | 15,160 | 29002337 |
| | 2001 | 4007,383 | 1,479 | 75,051 | 19140 | 13,571 | 27,240 | 15,328 | 29631013 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|----------|
| 2002 | 4045,160 | 1,403 | 76,188 | 19390 | 15,302 | 28,800 | 15,495 | 30258416 |
| 2003 | 4141,858 | 1,367 | 77,380 | 20110 | 15,540 | 30,700 | 15,661 | 30879897 |
| 2004 | 4300,879 | 1,347 | 73,532 | 20370 | 15,417 | 29,180 | 15,826 | 31494420 |
| 2005 | 4447,406 | 1,365 | 71,820 | 20760 | 15,531 | 29,080 | 15,989 | 32098047 |
| 2006 | 4684,885 | 1,349 | 72,085 | 21260 | 13,771 | 29,690 | 16,152 | 32688341 |
| 2007 | 4938,939 | 1,367 | 70,652 | 22780 | 14,498 | 30,420 | 16,313 | 33266384 |
| 2008 | 5041,879 | 1,364 | 69,361 | 21970 | 13,855 | 29,970 | 16,473 | 33827174 |
| 2009 | 5041,963 | 1,399 | 72,052 | 22160 | 15,451 | 30,910 | 16,632 | 34381839 |
| 2010 | 5209,544 | 1,418 | 72,225 | 22710 | 15,927 | 29,750 | 16,790 | 34940430 |
| 2011 | 5510,900 | 1,525 | 73,500 | 22040 | 14,772 | 28,910 | 16,947 | 35492726 |
| 2012 | 5667,294 | 1,522 | 69,862 | 21580 | 15,022 | 28,900 | 17,103 | 36031220 |
| 2013 | 5899,554 | 1,662 | 69,857 | 20240 | 16,263 | 32,290 | 17,258 | 36556170 |
| 2014 | 6106,862 | 1,697 | 70,404 | 20920 | 14,809 | 32,380 | 17,412 | 37069292 |
| 2015 | 6228,426 | 1,703 | 70,831 | 20410 | 14,293 | 31,600 | 17,564 | 37584580 |
| 2016 | 6290,852 | 1,736 | 70,329 | 20550 | 14,927 | 30,740 | 17,716 | 38152200 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|------|-----------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|----------|
| | 2017 | 6280,664 | 1,551 | 71,041 | 21550 | 15,469 | 32,530 | 17,867 | 38896985 |
| | 2018 | 6320,762 | 1,595 | 71,614 | 22610 | 12,837 | 30,720 | 18,017 | 39804944 |
| | 2019 | 6403,877 | 1,615 | 71,884 | 22860 | 13,719 | 30,720 | 18,167 | 40703994 |
| | 2000 | 7646,027 | 1,244 | 64,923 | 1560 | 18,820 | 32,950 | 38,851 | 2349793 |
| | 2001 | 7768,439 | 1,337 | 65,557 | 1450 | 19,153 | 32,110 | 38,627 | 2448551 |
| | 2002 | 7898,633 | 1,339 | 66,862 | 1440 | 19,240 | 32,540 | 38,395 | 2545843 |
| | 2003 | 8109,824 | 1,385 | 66,375 | 1560 | 20,152 | 33,300 | 38,155 | 2642175 |
| | 2004 | 8340,829 | 1,397 | 66,017 | 1460 | 20,431 | 39,160 | 37,909 | 2738293 |
| COSTA | 2005 | 8545,747 | 1,453 | 63,957 | 1530 | 20,543 | 41,730 | 37,655 | 2834329 |
| RICA | 2006 | 9041,386 | 1,498 | 66,109 | 1550 | 20,643 | 42,400 | 37,394 | 2930529 |
| | 2007 | 9647,860 | 1,712 | 66,211 | 1650 | 21,022 | 41,190 | 37,126 | 3026939 |
| | 2008 | 9966,048 | 1,670 | 67,820 | 1730 | 20,811 | 40,700 | 36,436 | 3123883 |
| | 2009 | 9746,490 | 1,578 | 70,943 | 1520 | 23,408 | 40,720 | 35,777 | 3220427 |
| | 2010 | 10137,582 | 1,538 | 72,315 | 1640 | 22,881 | 40,390 | 35,122 | 3315819 |
| | 2011 | 10453,522 | 1,588 | 70,193 | 1860 | 23,010 | 38,020 | 34,472 | 3410168 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|------|-----------|-------|--------|------|--------|--------|--------|---------|
| | 2012 | 10832,756 | 1,573 | 70,680 | 1800 | 23,502 | 38,060 | 33,831 | 3502521 |
| | 2013 | 10975,696 | 1,624 | 71,000 | 1830 | 22,831 | 37,800 | 33,232 | 3592214 |
| | 2014 | 11240,711 | 1,616 | 71,021 | 1750 | 23,110 | 37,620 | 32,650 | 3678801 |
| | 2015 | 11529,955 | 1,540 | 72,706 | 1810 | 23,373 | 38,330 | 32,084 | 3762581 |
| | 2016 | 11893,323 | 1,634 | 73,324 | 1950 | 23,423 | 36,810 | 31,533 | 3844155 |
| | 2017 | 12267,161 | 1,654 | 73,509 | 1910 | 30,151 | 36,200 | 31,000 | 3923162 |
| | 2018 | 12470,957 | 1,660 | 72,394 | 1960 | 26,087 | 35,700 | 30,487 | 3999318 |
| | 2019 | 12662,422 | 1,621 | 72,536 | 1960 | 24,551 | 35,760 | 30,333 | 4071490 |
| | 2000 | 4113,507 | 2,553 | 83,697 | 3710 | 7,700 | 34,430 | 40,366 | 8365215 |
| | 2001 | 4231,821 | 2,466 | 81,217 | 3870 | 8,360 | 34,050 | 40,224 | 8416167 |
| | 2002 | 4280,234 | 2,365 | 80,505 | 3570 | 9,570 | 34,800 | 40,082 | 8465223 |
| CUBA | 2003 | 4431,003 | 2,289 | 79,532 | 3330 | 9,940 | 33,560 | 39,955 | 8505469 |
| | 2004 | 4675,808 | 2,259 | 80,044 | 3420 | 10,270 | 33,770 | 39,843 | 8535826 |
| | 2005 | 5189,950 | 2,340 | 84,865 | 3190 | 10,560 | 26,310 | 39,539 | 8562116 |
| | 2006 | 5808,665 | 2,378 | 85,597 | 3350 | 9,060 | 21,960 | 39,231 | 8583640 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|------|----------|-------|--------|------|--------|--------|--------|---------|
| | 2007 | 6225,380 | 2,456 | 90,107 | 3430 | 11,870 | 18,590 | 38,919 | 8601178 |
| | 2008 | 6477,805 | 2,372 | 90,969 | 3480 | 14,060 | 18,730 | 38,602 | 8616795 |
| | 2009 | 6567,987 | 2,391 | 91,802 | 3370 | 13,120 | 18,970 | 38,282 | 8632201 |
| | 2010 | 6720,678 | 2,490 | 90,779 | 3410 | 12,840 | 15,610 | 37,958 | 8648121 |
| | 2011 | 6903,940 | 2,442 | 88,987 | 3630 | 14,240 | 19,200 | 37,797 | 8664868 |
| | 2012 | 7105,434 | 2,537 | 86,704 | 3560 | 16,479 | 19,380 | 37,641 | 8683386 |
| | 2013 | 7292,738 | 2,550 | 87,608 | 3670 | 16,520 | 18,240 | 37,500 | 8698029 |
| | 2014 | 7362,342 | 2,355 | 90,251 | 3860 | 15,802 | 23,160 | 37,365 | 8709909 |
| | 2015 | 7683,758 | 2,576 | 90,331 | 3760 | 15,264 | 21,150 | 37,235 | 8719925 |
| | 2016 | 7721,792 | 2,396 | 89,607 | 3630 | 14,938 | 19,200 | 37,111 | 8725410 |
| | 2017 | 7865,372 | 2,315 | 89,442 | 3620 | 13,565 | 22,000 | 36,988 | 8726424 |
| | 2018 | 8048,017 | 2,358 | 88,905 | 3540 | 12,660 | 24,110 | 36,868 | 8726939 |
| | 2019 | 8042,949 | 2,290 | 89,285 | 3560 | 14,226 | 21,540 | 36,751 | 8726192 |
| ECUADOR | 2000 | 4227,553 | 1,746 | 28,850 | 4100 | 1,151 | 19,430 | 39,936 | 7613657 |
| | 2001 | 4322,342 | 1,888 | 33,440 | 5340 | 1,275 | 17,050 | 39,985 | 7809948 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|-------|--------|------|-------|--------|--------|----------|
| 2002 | 4421,934 | 1,849 | 31,583 | 4840 | 1,569 | 17,100 | 40,031 | 7988495 |
| 2003 | 4463,597 | 1,854 | 30,659 | 4770 | 2,567 | 16,550 | 40,078 | 8155754 |
| 2004 | 4746,807 | 1,934 | 31,125 | 4980 | 2,781 | 16,730 | 40,120 | 8325670 |
| 2005 | 4912,527 | 2,049 | 30,080 | 4770 | 2,982 | 16,160 | 40,288 | 8497612 |
| 2006 | 5041,334 | 2,151 | 31,870 | 4870 | 3,129 | 14,190 | 40,451 | 8672589 |
| 2007 | 5063,984 | 2,150 | 38,308 | 4600 | 3,240 | 15,880 | 40,607 | 8850960 |
| 2008 | 5294,899 | 2,186 | 39,037 | 4980 | 3,976 | 15,320 | 40,757 | 9031505 |
| 2009 | 5236,054 | 2,340 | 41,780 | 5220 | 4,342 | 12,870 | 40,900 | 9213492 |
| 2010 | 5331,384 | 2,485 | 46,346 | 5490 | 4,507 | 11,790 | 41,038 | 9396971 |
| 2011 | 5657,213 | 2,435 | 47,326 | 5570 | 4,727 | 13,150 | 41,175 | 9577064 |
| 2012 | 5881,381 | 2,395 | 50,838 | 5430 | 4,643 | 13,200 | 41,310 | 9752988 |
| 2013 | 6078,440 | 2,525 | 56,244 | 5400 | 5,005 | 11,850 | 41,441 | 9925137 |
| 2014 | 6215,838 | 2,619 | 61,194 | 5330 | 5,261 | 12,180 | 41,567 | 10095187 |
| 2015 | 6130,587 | 2,564 | 57,566 | 4850 | 4,999 | 13,070 | 41,688 | 10267878 |
| 2016 | 5965,643 | 2,422 | 60,661 | 4940 | 4,363 | 14,750 | 41,804 | 10444726 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|------|----------|-------|--------|------|-------|--------|--------|----------|
| | 2017 | 6012,803 | 2,309 | 61,179 | 5020 | 4,614 | 17,050 | 41,811 | 10630944 |
| | 2018 | 5976,245 | 2,359 | 62,682 | 5140 | 4,621 | 16,330 | 41,754 | 10859572 |
| | 2019 | 5863,911 | 2,265 | 61,771 | 5160 | 4,226 | 17,730 | 41,699 | 11097565 |
| | 2000 | 2957,372 | 0,945 | 44,183 | 1160 | 2,839 | 33,510 | 18,783 | 3510261 |
| | 2001 | 2968,632 | 0,980 | 43,440 | 1240 | 2,988 | 33,110 | 18,783 | 3560761 |
| | 2002 | 3003,698 | 0,988 | 45,604 | 1200 | 3,243 | 34,020 | 18,783 | 3607607 |
| | 2003 | 3042,835 | 1,080 | 46,266 | 1210 | 3,135 | 33,850 | 18,688 | 3649920 |
| | 2004 | 3065,419 | 1,107 | 47,267 | 1300 | 3,765 | 33,330 | 18,594 | 3688208 |
| EL | 2005 | 3147,225 | 1,133 | 50,353 | 1440 | 3,178 | 34,080 | 18,500 | 3722193 |
| SALVADOR | 2006 | 3285,918 | 1,200 | 57,555 | 1390 | 3,493 | 34,760 | 18,407 | 3752635 |
| | 2007 | 3341,617 | 1,262 | 54,346 | 1490 | 3,610 | 28,240 | 18,313 | 3794143 |
| | 2008 | 3399,332 | 1,139 | 53,987 | 1570 | 4,458 | 31,500 | 18,220 | 3864044 |
| | 2009 | 3315,802 | 1,097 | 49,654 | 1480 | 4,660 | 32,200 | 18,127 | 3933080 |
| | 2010 | 3373,044 | 1,070 | 53,951 | 1490 | 4,048 | 32,620 | 18,034 | 4001758 |
| | 2011 | 3488,150 | 1,105 | 59,769 | 1450 | 3,899 | 29,520 | 17,941 | 4070597 |

| | | | | | | | | | |
|---------------|------|----------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|----------|
| | 2012 | 3572,671 | 1,099 | 59,910 | 1420 | 3,712 | 30,270 | 17,848 | 4139585 |
| | 2013 | 3638,163 | 1,044 | 62,666 | 1280 | 3,801 | 27,540 | 17,756 | 4208463 |
| | 2014 | 3686,096 | 1,061 | 62,204 | 1210 | 3,824 | 23,950 | 17,663 | 4276749 |
| | 2015 | 3761,514 | 1,123 | 64,300 | 1250 | 3,910 | 21,030 | 17,571 | 4343053 |
| | 2016 | 3845,022 | 1,147 | 64,470 | 1200 | 3,825 | 20,710 | 17,479 | 4406672 |
| | 2017 | 3921,316 | 1,018 | 63,746 | 1240 | 3,725 | 24,990 | 17,388 | 4466558 |
| | 2018 | 4009,717 | 1,085 | 63,851 | 1160 | 3,606 | 23,210 | 17,296 | 4520410 |
| | 2019 | 4104,918 | 1,242 | 63,480 | 1170 | 3,385 | 19,390 | 17,205 | 4568607 |
| | 2000 | 8954,804 | 3,874 | 45,217 | 38140 | 3,992 | 12,170 | 17,828 | 73132993 |
| | 2001 | 8782,127 | 3,811 | 43,758 | 38610 | 4,241 | 11,340 | 17,965 | 74590443 |
| | 2002 | 8646,163 | 3,825 | 42,689 | 35980 | 4,455 | 10,680 | 18,099 | 76056158 |
| MÉXICO | 2003 | 8641,722 | 3,951 | 41,509 | 36650 | 5,073 | 10,170 | 19,989 | 77520574 |
| | 2004 | 8849,511 | 3,984 | 43,458 | 36700 | 4,727 | 10,210 | 21,916 | 78995700 |
| | 2005 | 8925,237 | 4,099 | 42,237 | 38930 | 4,846 | 10,310 | 23,877 | 80460988 |
| | 2006 | 9200,403 | 4,194 | 42,827 | 38260 | 4,700 | 9,820 | 25,874 | 81892383 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|------|-----------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-----------|
| | 2007 | 9288,162 | 4,221 | 43,818 | 39280 | 4,691 | 9,460 | 27,904 | 83306647 |
| | 2008 | 9276,055 | 4,190 | 45,914 | 38460 | 4,820 | 9,770 | 29,970 | 84700556 |
| | 2009 | 8677,758 | 4,038 | 46,668 | 39020 | 5,188 | 9,170 | 32,069 | 86085517 |
| | 2010 | 9001,686 | 4,113 | 50,219 | 39620 | 5,159 | 9,360 | 34,201 | 87567088 |
| | 2011 | 9199,146 | 4,191 | 52,804 | 40370 | 5,106 | 9,070 | 36,368 | 89164082 |
| | 2012 | 9401,978 | 4,202 | 53,082 | 41910 | 5,103 | 8,970 | 38,567 | 90758420 |
| | 2013 | 9404,596 | 4,056 | 53,751 | 44080 | 4,696 | 9,230 | 40,800 | 92306597 |
| | 2014 | 9553,266 | 3,892 | 52,082 | 39320 | 5,257 | 9,760 | 43,066 | 93808838 |
| | 2015 | 9753,380 | 3,925 | 52,201 | 39360 | 5,229 | 9,190 | 45,364 | 95260846 |
| | 2016 | 9897,150 | 3,895 | 51,280 | 43600 | 4,907 | 9,220 | 47,695 | 96701350 |
| | 2017 | 9997,687 | 3,839 | 50,535 | 43880 | 4,518 | 9,990 | 50,059 | 98108030 |
| | 2018 | 10120,364 | 3,649 | 49,675 | 43120 | 4,254 | 10,030 | 52,454 | 99404550 |
| | 2019 | 10013,703 | 3,592 | 49,308 | 44150 | 4,785 | 10,340 | 54,882 | 100623628 |
| PARAGUAY | 2000 | 4056,239 | 0,687 | 38,628 | 6290 | 4,230 | 70,410 | 43,981 | 2835060 |
| | 2001 | 3954,701 | 0,693 | 34,729 | 7280 | 3,830 | 69,840 | 44,945 | 2916691 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|---------|
| 2002 | 3897,783 | 0,715 | 30,840 | 7170 | 3,410 | 67,680 | 45,881 | 2992166 |
| 2003 | 4015,501 | 0,736 | 33,218 | 7810 | 3,380 | 67,050 | 46,776 | 3050124 |
| 2004 | 4129,771 | 0,733 | 32,394 | 7060 | 2,870 | 66,750 | 47,655 | 3103824 |
| 2005 | 4171,245 | 0,676 | 32,836 | 7530 | 2,740 | 68,810 | 48,523 | 3156489 |
| 2006 | 4326,109 | 0,714 | 35,109 | 7520 | 2,770 | 66,460 | 49,380 | 3207898 |
| 2007 | 4515,400 | 0,665 | 34,574 | 8500 | 4,810 | 68,440 | 50,227 | 3258272 |
| 2008 | 4761,880 | 0,765 | 32,168 | 7820 | 4,790 | 65,810 | 51,062 | 3308734 |
| 2009 | 4701,617 | 0,801 | 38,403 | 8000 | 3,340 | 65,360 | 51,887 | 3360926 |
| 2010 | 5163,476 | 0,874 | 38,990 | 8740 | 3,090 | 63,610 | 52,701 | 3418538 |
| 2011 | 5315,394 | 0,893 | 42,276 | 9160 | 3,280 | 62,460 | 53,505 | 3482053 |
| 2012 | 5207,027 | 0,875 | 46,435 | 9210 | 3,470 | 63,430 | 54,297 | 3548485 |
| 2013 | 5561,548 | 0,883 | 43,744 | 9930 | 4,670 | 62,550 | 55,082 | 3615222 |
| 2014 | 5774,583 | 0,924 | 47,708 | 10180 | 4,789 | 62,540 | 55,858 | 3683303 |
| 2015 | 5861,402 | 1,031 | 47,172 | 10020 | 3,338 | 60,510 | 56,625 | 3753105 |
| 2016 | 6025,097 | 1,146 | 47,157 | 10130 | 3,435 | 62,490 | 57,383 | 3824264 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|------|----------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|----------|
| | 2017 | 6226,685 | 1,268 | 45,797 | 10950 | 3,090 | 60,120 | 58,129 | 3895863 |
| | 2018 | 6338,514 | 1,315 | 44,919 | 10080 | 3,283 | 59,240 | 58,823 | 3968124 |
| | 2019 | 6229,225 | 1,257 | 45,999 | 10440 | 3,470 | 60,090 | 59,520 | 4040715 |
| PERÚ | 2000 | 3279,396 | 1,074 | 53,023 | 8190 | 3,228 | 38,570 | 10,654 | 19468935 |
| | 2001 | 3255,630 | 0,982 | 52,437 | 8190 | 3,037 | 41,230 | 12,335 | 19841910 |
| | 2002 | 3393,036 | 1,014 | 51,077 | 8400 | 2,821 | 40,210 | 14,066 | 20186530 |
| | 2003 | 3497,401 | 0,983 | 50,921 | 8480 | 2,938 | 40,910 | 15,846 | 20510054 |
| | 2004 | 3635,202 | 1,120 | 52,004 | 8540 | 2,958 | 37,830 | 17,675 | 20821131 |
| | 2005 | 3828,900 | 1,112 | 54,990 | 8550 | 2,839 | 38,350 | 19,552 | 21120020 |
| | 2006 | 4083,255 | 1,087 | 50,257 | 8750 | 2,653 | 38,700 | 21,476 | 21405293 |
| | 2007 | 4397,105 | 1,182 | 48,672 | 9160 | 2,629 | 36,050 | 23,448 | 21679951 |
| | 2008 | 4764,129 | 1,329 | 48,092 | 9060 | 2,868 | 33,710 | 25,454 | 21907680 |
| | 2009 | 4782,608 | 1,419 | 50,363 | 9580 | 3,140 | 32,920 | 27,499 | 22117000 |
| | 2010 | 5142,077 | 1,540 | 51,900 | 9450 | 2,867 | 32,170 | 29,587 | 22340162 |
| | 2011 | 5421,401 | 1,643 | 50,970 | 9620 | 2,664 | 30,630 | 31,718 | 22584945 |

| | | | | | | | | |
|------|----------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|----------|
| 2012 | 5701,674 | 1,618 | 52,492 | 9690 | 2,923 | 30,800 | 33,892 | 22848874 |
| 2013 | 5977,256 | 1,656 | 55,845 | 9750 | 3,297 | 28,350 | 36,108 | 23126579 |
| 2014 | 6056,108 | 1,752 | 59,548 | 9650 | 3,696 | 28,560 | 38,367 | 23425055 |
| 2015 | 6180,195 | 1,776 | 60,879 | 9900 | 3,969 | 27,430 | 40,669 | 23757776 |
| 2016 | 6337,658 | 1,826 | 61,659 | 9980 | 3,813 | 27,200 | 43,012 | 24140046 |
| 2017 | 6400,117 | 1,717 | 62,169 | 10240 | 3,931 | 27,590 | 45,398 | 24563784 |
| 2018 | 6530,503 | 1,695 | 61,498 | 9810 | 3,714 | 27,890 | 47,826 | 25089127 |
| 2019 | 6550,528 | 1,729 | 62,891 | 10150 | 3,820 | 28,481 | 50,296 | 25635888 |

Nota: Elaboración propia con base a datos del Banco Mundial (2023).