



1859

UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad jurídica, Social y Administrativa

Carrera de Economía

“Efecto del valor agregado bruto al costo de los factores y del crecimiento de la población urbana en el aumento de los gases de efecto invernadero: Un estudio con datos panel a nivel global utilizando técnicas de cointegración y causalidad, periodo 1990-2018”

Trabajo de titulación previa la obtención
del título de Economista.

AUTOR:

Yordi David Balcázar Cueva

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN:

Econ. José Rafael Alvarado López Mg. Sc.

LOJA-ECUADOR

2022

Certificación del trabajo de titulación



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

ECONOMÍA

FACULTAD JURÍDICA, SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

Loja, 09 de marzo de 2022

Señor
Econ. José Rafael Alvarado López Mg. Sc.

**DOCENTE DE LA CARRERA DE ECONOMÍA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LOJA**

CERTIFICA:

Que, el trabajo de titulación titulado **“Efecto del valor agregado bruto al costo de los factores y del crecimiento de la población urbana en el aumento de los gases de efecto invernadero: un estudio con datos panel a nivel global utilizando técnicas de cointegración y causalidad, periodo 1990-2018”**, desarrollado por **YORDI DAVID BALCAZAR CUEVA**, estudiante egresado de la Carrera de Economía, previo a la obtención del Grado de Economista, ha sido realizado bajo mi dirección, control y supervisión, cumpliendo los requerimientos establecidos en el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, la misma que ha sido culminada satisfactoriamente con un avance del 100%, motivo por el cual autorizo su presentación para que continúe con los siguientes trámites respectivos.

Esto es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad. Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JOSE RAFAEL
ALVARADO LOPEZ**

Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C. Sr. Yordi David Balcázar

Ciudad Universitaria “Guillermo Falconí Espinosa” Casilla letra “S”
Teléfono: 2547 – 252 Ext. 101: 2547-200

Autoría

Yo, Yordi David Balcázar Cueva, declaro ser autor del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de este. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de titulación en el Repositorio Digital Institucional-Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1105114175

Fecha: Loja, 21 de julio del 2022

Correo electrónico: yordi.balcazar@unl.edu.ec

Teléfono o celular: 0980597115

Carta de autorización del trabajo de titulación por parte del autor para la consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica del texto completo

Yo, Yordi David Balcázar Cueva declaro ser el autor del trabajo de titulación titulado “Efecto del valor agregado bruto al costo de los factores y del crecimiento de la población urbana en el aumento de los gases de efecto invernadero: Un estudio con datos panel a nivel global utilizando técnicas de cointegración y causalidad, periodo 1990-2018”, como requisito para optar por el título de **ECONOMISTA** autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copias del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiún días del mes de julio del dos mil veintidós, firma el autor.

Firma:

Autor: Yordi David Balcázar Cueva

Cédula: 1105114175

Dirección: Buenavista-Chaguarpamba, Loja

Correo electrónico: yordi.balcazar@unl.edu.ec

Celular: 0980597115

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de titulación: Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Presidente del Tribunal: Econ. Karen Gabriela Ñíguez Cueva, Mg. Sc.

Miembro del Tribunal: Econ. Jessica Ivanova Guamán Coronel, Mg. Sc.

Miembro del Tribunal: Econ. Wilfrido Ismael Torres Ontaneda, Mg. Sc.

Dedicatoria

A Dios, quien inspiró mi espíritu y me llenó de sabiduría para llevar a cabo la presente investigación, pues sin él nada sería posible.

A mis padres Francisca Cueva y José Adarcilio Balcázar, quienes han sido mi pilar fundamental durante toda mi vida. Me han brindado todo su amor y dedicación, para seguir cumpliendo cada una de mis metas.

A la Sra. Juana Ramón quien con mucho cariño sin tener lazos de consanguinidad me ha acompañado durante mi etapa universitaria. Ella ha representado la figura de una abuela, esa abuelita que siempre quise tener.

A todos mis hermanos, particularmente a Tania y Aly, pues me brindaron su apoyo incondicional cuando más lo necesité.

Finalmente, pero no menos importante a mi enamorada Keisey, quien ha estado conmigo durante toda nuestra etapa de formación académica, alentándome cada vez que pensaba que ya no sería posible.

Yordi David Balcázar

Agradecimiento

Mi gratitud:

A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad de Economía por permitirme una formación profesional, moral y ética durante el transcurso de mis estudios.

A mi director del Trabajo de Titulación, el Econ. José Rafael Alvarado López, Mg. Sc., quien, además de ser parte de mi formación como profesional, dedicó su tiempo para el feliz cumplimiento de esta importante investigación.

A mi familia por todo el apoyo y el amor brindado durante mi carrera universitaria.

Yordi David Balcázar

Índice de contenidos

Hojas preliminares

Portada	
Certificación de trabajo de titulación	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos.....	ix

Cuerpo del trabajo de titulación

1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	8
5. Metodología	16
6. Resultados	28
7. Discusión	43
8. Conclusiones	58
9. Recomendaciones	60
10. Bibliografía	62
11. Anexos.....	70

Índice de tablas

Tabla 1. Listado de países	16
Tabla 2. Clasificación ATLAS.....	17
Tabla 3. Descripción de variables	18
Tabla 4. Estadísticos descriptivos	20
Tabla 5. Prueba de Multicolinealidad	37
Tabla 6. Regresión por Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles.	37
Tabla 7. Prueba de cointegración de Westerlund (2007)	38
Tabla 8. Prueba de cointegración de Pedroni (1999)	39
Tabla 9. Resultados de las estimaciones PDOLS por grupos de países	40
Tabla 10. Resultados prueba de causalidad de Dumistrecu-Hurlin (2012).....	42
Tabla 11. Regresión MCO por grupos de países.....	73
Tabla 12. Prueba de autocorrelación de Wooldridge (2002).....	74
Tabla 13. Prueba de autocorrelación de Born y Breitung (2016).....	74
Tabla 14. Prueba de heterocedasticidad de Wald (1949) por grupos de países.....	75
Tabla 15. Prueba de homogeneidad de panel de Yamagata y Pesaran (2008) por grupos de países.....	75
Tabla 16. Pruebas de dependencia de sección transversal.....	76
Tabla 17. Prueba de raíz unitaria CIPS Pesaran (2007).....	77
Tabla 18. Prueba de raíces unitarias CADF Pesaran (2003).....	79

Índice de figuras

Figura 1. Evolución temporal de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global y por grupos de países.....	29
Figura 2. Evolución temporal del valor agregado bruto a nivel global y por grupos de países.....	30
Figura 3. Evolución temporal del crecimiento de la población urbana a nivel global y por grupos de países.....	31
Figura 4. Correlación gráfica entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el valor agregado bruto a nivel global y por grupos de países.....	32
Figura 5. Correlación gráfica entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la urbanización a nivel global y por grupos de países.....	32

Índice de anexos

Anexo 1. Certificado de traducción al idioma inglés del resumen.....	71
Anexo 2. Mapa de cobertura de la investigación.....	72
Anexo 3. Regresión MCO por grupos de países.....	73
Anexo 4. Prueba de autocorrelación de Wooldridge (2002) y Prueba de autocorrelación de Born y Breitung (2016).....	74
Anexo 5. Prueba de heterocedasticidad de Wald (1949) y Prueba de autocorrelación de homogeneidad de panel de Yamagata y Pesaran (2008).....	75
Anexo 6. Pruebas de dependencia de sección transversal.....	76
Anexo 7. Prueba de raíz unitaria CIPS Pesaran (2007).....	77
Anexo 8. Prueba de raíces unitarias CADF Pesaran (2003).....	79

1. Título

Efecto del valor agregado bruto al costo de los factores y del crecimiento de la población urbana en el aumento de los gases de efecto invernadero: Un estudio con datos panel a nivel global utilizando técnicas de cointegración y causalidad, periodo 1990-2018

2. Resumen

El impacto que ha tenido la actividad humana sobre el medioambiente a través de la historia ha sido de gran envergadura y el análisis de esta relación apenas ha tomado importancia desde muy pocos años atrás. Considerando la problemática actual, esta investigación tiene como objetivo general examinar el efecto del valor agregado al costo de los factores y la urbanización en los gases de efecto invernadero a nivel mundial, a través de un estudio econométrico utilizando técnicas de cointegración y causalidad con datos de panel en el periodo 1990-2018. Para ello se tomó como base teórica los postulados de la hipótesis ambiental de Kuznets en una muestra de 80 países del mundo divididos por grupos de ingresos, cuyos datos fueron obtenidos de la base de datos del Banco Mundial (2021) y de PRIMAP-hist (2021). Los resultados obtenidos mediante las pruebas de Westerlund (2007), Pedroni (1999) y Pedroni (2001), permitieron comprobar que existe una relación de largo plazo entre el valor agregado bruto, la urbanización y el consumo de energía no renovable, siendo estas significativas para explicar el aumento de los niveles de contaminación ambiental de la mayoría de los grupos analizados. Por lo que se rechaza la existencia de la hipótesis ambiental, y se menciona como principales recomendaciones, fortalecer los lazos de cooperación internacional con respecto al cambio climático y programas de apoyo tecnológico, la aplicación de sistemas de seguimiento de la huella de carbón, así como la planificación económica articulada entre lo urbano y rural con miras de largo plazo.

Palabras clave. Crecimiento económico, Medioambiente, Econometría, Política gubernamental.

Códigos JEL. F43. F18. C01. I28

2.1. Abstract

The impact that human activity has had on the environment throughout history has been of great magnitude and the analysis of this relationship has hardly taken on importance since a few years ago. Considering the current problem, this research has the general objective of examining the effect of value added at the cost of factors and urbanization on greenhouse gases worldwide, through an econometric study using cointegration and causality techniques with data from panel in the period 1990-2018. For this, the postulates of the Kuznets environmental hypothesis were taken as a theoretical basis in a sample of 80 countries in the world divided by income groups, whose data were obtained from the World Bank database (2021) and PRIMAP-hist (2021). The results obtained through the Westerlund (2007), Pedroni (1999) and Pedroni (2001) tests, allowed us to verify that there is a long-term relationship between gross value added, urbanization and non-renewable energy consumption, these being significant. to explain the increase in the levels of environmental contamination of most of the groups analyzed. Therefore, the existence of the environmental hypothesis is rejected, and it is mentioned as main recommendations, to strengthen international cooperation ties with respect to climate change and technological support programs, the application of carbon footprint monitoring systems, as well as articulated economic planning between urban and rural with long-term perspectives.

Keywords. Economic growth, Environment, Econometrics, Government policy.

JEL codes. F43. F18. C01. I28

3. Introducción

Por lo general el medio ambiente no se ha tenido en cuenta de manera apropiada en las primeras etapas del desarrollo de la humanidad, el cambio climático ha venido incrementado constantemente, y no parece haber un punto de inflexión que lo revierta. Pues se contabiliza que las concentraciones de gases de efecto invernadero vienen en aumento desde 1750 y son principalmente causados por actividades humanas, y, contrario a disminuir, desde 2011 se ha evidenciado que los niveles de contaminación han crecido de manera acelerada (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

El incremento de la actividad humana e intensidad económica ha provocado que los gases de efecto invernadero incurran en cambios ambientales y sociales en un mundo que se encuentra en pleno crecimiento (McMichael, 2013). Este crecimiento se presenta desde mediados del siglo XVII, con el cambio de la población de una producción de subsistencia rural hacia un esquema de producción industrial, desde entonces la producción mundial ha crecido un 240%, de esta forma se ha alterado el clima, los océanos y la erosión del suelo en gran manera (Sachs, 2015).

Tal es la magnitud del problema que, entre el 60 % y el 70 % de los ecosistemas del mundo se degradan más rápido de lo que se pueden recuperar (Millennium Ecosystem Assessment, 2009). La cubierta de hielo ártico ha disminuido en un 40% en los últimos años, y su área de extensión se ha reducido en más de un 14 %, el continente africano es de los más afectados al poseer el 73 % de las tierras agrícolas en proceso de degradación, además se espera que para 2050 a nivel mundial entre un 10 % y un 20 % de las áreas verdes actuales se transformen en áreas urbanas, ocasionando así una pérdida de hábitats naturales (Alonso et al., 2010).

Sumado a esto, la urbanización contraria a contribuir al desarrollo ha generado efectos negativos en algunos países, por ejemplo, en África, los asentamientos urbanos se llegaron a duplicar, y se espera que se triplique la población urbana entre 2010 y 2050 (Organización de las Naciones Unidas-Hábitat, 2011). Por si fuera poco, el costo humano de la contaminación del aire es extremadamente alto, según cifras del African Economic Outlook (2016) al menos 24000 muertes en 2013 fueron causadas por la contaminación ambiental.

Con el aumento de la población mundial, la presión para disponer de una superficie de tierra se ha multiplicado, lo cual incrementa en gran medida, el riesgo de desertificar muchas áreas que hoy son verdes. El aumento del consumo y de la población a nivel mundial

contribuyeron a la generación de problemas ambientales como la alteración del uso de la tierra, de la biodiversidad, el aumento del clima, y la dispersión de la biota por encima del límite geográfico natural, y con ello peligros para la salud humana (De la Fuente & Suarez, 2008).

Peligros como la contaminación del aire, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2020) en 2016, a nivel mundial 9 de cada 10 personas respiraron aire de mala calidad y más de la mitad de la población se expuso a niveles de contaminación atmosférica al menos 2,5 veces superior, siendo la población de países de ingresos bajos y medianos los más afectados con del 90 % de las muertes atribuibles a la contaminación atmosférica.

Aparte de la afectación al medioambiente y la salud, el coste de la degradación aumenta cada año, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2016) para hacer frente a este problema se usarían entre 140 y 300 mil millones de dólares por año hasta 2030. En función de la problemática, el estudio y análisis de la situación ambiental en el mundo ha tomado gran protagonismo en los últimos años. Para Chang (2005) el medio ambiente ya debe ser visto como bien económico porque los recursos naturales escasean y tienen horizontes de agotamiento conforme son consumidos por la actividad humana.

Una vez planteado este preámbulo, esta investigación toma como referencia la hipótesis de Kuznets ambiental (CKA), introducida por Grossman y Krueger (1991). La cual establece que la relación entre crecimiento económico y la degradación ambiental presenta una forma de U invertida, indicando que los bajos niveles de crecimiento están correlacionados con un creciente deterioro en el medio ambiente, pero después de pasar cierto punto de inflexión el ingreso per cápita tiende a responder de manera contraria, conforme aumentan los ingresos la contaminación disminuyen (Catalán, 2014).

De acuerdo con la problemática se plantean las siguientes hipótesis: 1) ¿Cuál es la evolución y la correlación entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018? 2) ¿Existe equilibrio a largo plazo entre los gases de efecto invernadero el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018? 3) ¿Existe una relación de causalidad entre los gases de efecto invernadero el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018?

Con la finalidad de verificar las hipótesis planteadas se han formulado los siguientes objetivos específicos, 1) Analizar la evolución y la correlación entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018. 2) Estimar la relación de equilibrio a largo plazo entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018. 3) Estimar la relación de causalidad entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1991-2018, con la finalidad de brindar soluciones de política para mitigar el problema.

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en la presente investigación, se emplearon datos del Banco Mundial (2021) y de PRIMAP-hist (2021) para 80 países. Con base en estos datos se realizó la estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados, misma que considera la autocorrelación y la heterocedasticidad del valor agregado bruto del costo de los factores (VAB), la energía renovable y no renovable para con las emisiones de gases de efecto invernadero. Adicional, se examinó la presencia de dependencia transversal mediante la prueba de Pesaran (2004), Pesaran (2005), Bailey et al. (2016), la significancia de esta condición realizó una estimación de panel de segunda generación, usando la prueba CIPS para evaluar la raíz unitaria.

Para hallar la relación de cointegración se usó la estimación de Westerlund (2007) con repeticiones Bootstrap. También se usó el estimador de Pedroni (1999) cuyos resultados permitieron aceptar la cointegración. Con el estimador de Pedroni (2001) se obtuvo la fuerza del vector de cointegración, de lo que se pudo concluir, que, con efectos del tiempo, el valor agregado bruto tiene un impacto positivo en las emisiones de gases de efecto invernadero, no obstante, la urbanización tiene un efecto reductor en el grupo global, el de ingresos medios bajos y medios altos, y en el grupo de ingresos altos y bajos este efecto es positivo.

La energía no renovable es causante del aumento de la contaminación, y al considerar el consumo de energía renovable se observa que esta tiene la capacidad de reducir la contaminación en el largo plazo. Por último, la estimación de causalidad de tipo Granger propuesta por Dumistrecu-Hurlin (2012) permite concluir que los resultados obtenidos en el largo plazo tienen en su mayoría efectos bidireccionales es decir una variable causa a la otra haciendo de esta relación muy significativa. De esta manera se respalda la relación dinámica que experimentan las variables en el largo plazo.

En síntesis, y para mayor comprensión del lector, se menciona que el trabajo se encuentra dividido en 11 secciones: 1) título de la investigación, 2) resumen, 3) introducción, en la sección 4) se aborda el marco teórico respecto a los antecedentes y evidencia empírica, en la sección 5) se muestran los datos usados y el tratamiento econométrico de los mismos, en la sección 6) se presentan los resultados que se obtuvieron para responder a las hipótesis planteadas en esta investigación, en la séptima sección, 7), se discuten y contrastan los resultados hallados para con otros planteados por diversos autores.

Continuando con el esquema de contenidos, en la octava sección, 8) se expone las conclusiones que se desprenden de los resultados hallados en esta investigación. Por otra parte, en la novena sección, 9) se plantean recomendaciones de política en función de dichas conclusiones descritas. En la décima sección, 10) se detalla la bibliografía utilizada. Finalmente, en la onceava sección, 11) se enlistan los anexos de esta investigación.

4. Marco Teórico

4.1 Antecedentes

La preocupación por la sostenibilidad del entorno ambiental ha sido y es uno de los temas de mayor interés para la sociedad en su conjunto. Uno de los pioneros en mostrar interés por la conservación ambiental fue Malthus (1798), quien influenciado por las ideas absolutistas y el pesimismo de la adaptación humana planteaba que la progresión geométrica del crecimiento poblacional llevaría al colapso del sistema de producción y abasto, ya que cada 25 años la población tiende a incrementarse exponencialmente, mientras los recursos disponibles para satisfacer su demanda serían insuficientes, ya que estos crecen geométricamente.

Avanzando un poco más en el tiempo, Fourier (1824) fue el precursor en señalar el impacto de los gases de efecto invernadero, también considerado para algunos el padre de esta rama, ya que, gracias a sus postulados, se sienta la base sobre la importancia y concientización de lo peligroso que pueden llegar a ser dichos gases en la atmósfera, si bien este autor no se relaciona directamente con las teorías económicas, sus aportes sirven dentro del campo ambiental para múltiples análisis, entre ellos los relacionados con la toma de decisiones económicas, productivas y políticas.

En consecuencia, Tyndall (1861) siguiendo los pasos de Fourier (1824) logra demostrar a la comunidad científica de su época que los gases de dióxido de carbono logran captar la luz solar y el calor, lo que provoca un aumento de la temperatura, problema que se ve demostrado en el derretimiento glaciar y aumento de los océanos. Mientras que, Arrhenius (1896) siguiendo a Tyndall (1861) logra ahondar en el estudio del cambio climático al identificar el metano, el vapor de agua y el dióxido de carbono como los principales gases que participan en la desglaciación de los polos.

Sin embargo, hasta ahora solo se ha hablado del tema como un problema físico o natural, y no se lo ha relacionado directamente con la interacción económica y social como tal. Por lo cual, se puede mencionar a Pigou (1920) como el pionero de la época moderna en relacionar la conservación ambiental, el crecimiento económico, y el bienestar colectivo; desde el utilitarismo este analiza la externalidad negativa del proceso de producción inherente que incurre en la población, para este autor la vinculación del gobierno como ente regulador al aplicar impuestos para frenar la contaminación resulta crucial.

Mientras que, Coase (1960) plantea el problema de la contaminación ambiental desde una perspectiva marginalista para resolver la pérdida de bienestar mediante la no intervención de un ente regulador como el gobierno, sino, que propone soluciones eficientes mediante la negociación privada de las partes, con el acuerdo de una compensación o reposición de los derechos perdidos siempre que su coste sea el menor. Por su parte, Kaldor (1966) de forma contraria con las corrientes ecologistas, defendía el proceso de industrialización como motor primordial del crecimiento económico, pues se espera que en los países altamente industrializados se alcancen altos niveles de ingresos debido a la producción con alto valor agregado en un sistema de economía abierta al comercio.

No obstante, Kuznets (1972) no tan contrario a la idea de que la industria genere el máximo de beneficios para la sociedad, plantea que en el corto plazo toda actividad que conduzca al incremento del PIB va a generar un incremento de la contaminación, pero, en el largo plazo esta se verá reducida por el mismo crecimiento económico, evidenciando la forma de una curva invertida. Cabe mencionar que, esta teoría empezó a tomar fuerza en los análisis económicos de la época, y en la actualidad sigue siendo un referente teórico para la evaluación de la relación económica ambiental. Es por ello por lo que sirve de sustento para la elaboración de este trabajo de investigación.

Siguiendo los postulados de Kuznets, Bacha (1979) expone que la forma de U invertida entre la desigualdad de ingresos y el PNB per cápita, desempeña en la economía del desarrollo un papel similar al de la curva de Phillips en la macroeconomía moderna. Su fuerza radica en que se centran más en las variables desatendidas de importancia crítica para la formulación de políticas económicas. De manera similar Essien (1980) manifiesta que existe una relación interdependiente entre el crecimiento económico a largo plazo sobre la contaminación, por lo que se debe adoptar una política ambiental y energética adecuada para proteger el medio ambiente.

Por su parte, Goodland & Ledec (1987) exponen que, relacionando el Producto Nacional Bruto como medida del progreso del desarrollo económico fomenta la sobreexplotación rápida de la base de recursos naturales de un país, y el consumo extravagante de recursos naturales por parte de los países industrializados puede socavar las perspectivas de desarrollo a largo plazo de los países en desarrollo. Finalmente, Stern et ál. (1994) afirma que en la mayoría de los casos no hay retroalimentación entre la calidad del medioambiente y crecimiento económico.

Considerando los antecedentes de la urbanización y la contaminación, Kahn et al. (1976) destacan que la explosión demográfica desmesurada y el crecimiento no controlado, podría resultar catastrófico, por lo tanto, el crecimiento económico debe limitarse severamente. De igual manera Marsh & Christenson (1976) concluyen que el apoyo a los controles ambientales disminuyó, en cambio el desarrollo económico aumentó de 1973 a 1975, lo que indica que la reacción a los problemas públicos responde rápidamente a las situaciones sociales.

El crecimiento económico se da principalmente a costa de la calidad ambiental, una mayor urbanización puede conducir a una mayor contaminación del aire urbano (Mukherjee & Kathuria, 1991). Parikh & Shukla (1995) concluyen que las emisiones de efecto invernadero tienen una correlación positiva con los niveles de urbanización de los países analizados, aun así, el uso agregado de energía aumenta con la urbanización, lo que confirma el fuerte vínculo entre el consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero con el desarrollo.

Los efectos de la urbanización y el crecimiento económico se ven reflejados en la investigación Black & Henderson (1999) para estos autores la urbanización y los niveles de crecimiento tienen una relación estrecha, demostrando como la urbanización afecta la eficiencia del proceso de crecimiento y a su vez como los efectos secundarios promueven la aglomeración y la acumulación de capital humano, con base en la relación positiva concluyen que el efecto exógeno de la movilización conlleva al crecimiento endógeno.

Respecto al consumo de energía, la conservación del medio ambiente es, en esencia, una cuestión de reasignación y reemplazo del factor escaso de producción, el razonamiento de la curva de Kuznets que la producción debe crecer para crear un margen para la conservación del medio ambiente es discutible porque ha sido incorrectamente tratado, la energía consumida derivada del proceso económico aumenta conforme la producción y esto no es considerado por dicha teoría (Huetting, 1987).

Por lo que aumentar la participación de las energías renovables puede ser una buena alternativa para lograr simultáneamente la protección ambiental sin desacelerar el crecimiento económico, especialmente para los países que cuentan con abundantes recursos naturales y condiciones climáticas ideales para implementar el despliegue de energías renovables como como países latinoamericanos (Hwang, 1990). Las emisiones de CO₂ pueden llegar a ser irreversibles, y las políticas de reducción de emisiones podrían ser una herramienta política factible para lograr el desarrollo sostenible a largo plazo (Bekhet y Yasmin, 1990).

En síntesis, en este apartado se pudo mostrar al lector un compendio de los antecedentes existentes acerca de las repercusiones del crecimiento económico en el medio ambiente, así como el papel que ejerce el proceso de urbanización, las opiniones de los autores analizados acerca de los beneficios y perjuicios son divergentes, pero se puede decir que se pudo observar un creciente número de literatura que se inclina en demostrar un efecto negativo del crecimiento económico sobre el ecosistema, y la urbanización parece apoyar este proceso.

4.2 Evidencia empírica

Para esta sección del trabajo de investigación se procedió a realizar una división por temática de la literatura empírica existente, es decir se aborda la relación entre el valor bruto agregado y la contaminación ambiental. En consecuencia, en la segunda parte se resume la literatura correspondiente a la relación: crecimiento de la población urbana y la contaminación ambiental. Finalmente, en la tercera sección se considera las variables de control como el consumo de energía renovable y energía no renovable.

Para el primer grupo de literatura, se puede citar el trabajo de Vélez (2016) quien utilizando técnicas de cointegración para la Comunidad Andina de Naciones (CAN) en el periodo 1980-2015 logra encontrar una relación de equilibrio de largo plazo y una relación unidireccional entre el PIB per cápita, tasa de urbanización y el VAB de los tres sectores de la economía, siendo la urbanización precursora del crecimiento de estas naciones. En el caso de Venezuela, Robalino et al. (2016) aplican técnicas de cointegración para el período 1980-2025, llegando a la conclusión que no se cumple la hipótesis EKC.

En el caso de Turquía para el periodo 1980 al 2011 Jebil & Youssef (2016) evalúan la relación entre el Producto Interno Bruto (PIB) real, el consumo de energía renovable y no renovable, y valor añadido agrícola, mediante técnicas de cointegración pueden determinar equilibrio a corto y largo plazo, y con las pruebas de causalidad se halla que existe una causalidad bidireccional, por lo que el supuesto de Kuznets (EKC) no es válido. En el estudio de Özokcu & Özdemir (2017) para 26 países de la OCDE también concluyen que la degradación ambiental no puede resolverse automáticamente mediante el crecimiento económico.

De manera similar, Khan et al. (2018) expone una buena aproximación al entendimiento de la problemática, pues de su investigación para Pakistán durante el periodo 1981 a 2015 logra obtener resultados que se pueden destacar acerca de las variables valor agregado, la energía renovable y el porcentaje de área forestal, las mismas que logran compensar el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero en el largo plazo.

De manera contraria, Adedoyin et al. (2020) encuentra en su investigación que, si bien el valor agregado agrícola reduce las emisiones de CO₂ en África subsahariana, la urbanización y la renta de los recursos naturales resultan perjudiciales para la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en el largo plazo. Además, con el análisis de causalidad se revela una relación bidireccional entre el valor agregado agrícola y las emisiones de CO₂.

En consecuencia, Usman et al. (2020) en su estudio sobre el impacto de la huella ambiental, concluyen mediante el uso de técnicas de cointegración y causalidad que existe una relación negativa del progreso económico con la huella ecológica en África y Europa; aparte, al considerar la utilización de energías renovables esta genera la reducción de la huella ecológica en Asia, Europa, y América; comprobando así la existencia de la hipótesis EKC, en estos continentes.

Luego tenemos el trabajo de Anwar et al. (2019), quienes identifican una relación causal y de cointegración entre la contaminación ambiental, el valor agregado de la agricultura, la industrialización, la urbanización, y el consumo de energía para un grupo de 59 países por grupos de países en el lapso de 1982 a 2015, obteniendo como resultados que en el largo plazo un mayor valor agregado agrícola conduce a un aumento de las emisiones de CO₂, en los países de ingresos medianos altos y de ingresos altos teniendo también doble causalidad.

De manera similar, Anwar et al. (2020) en su investigación sobre el valor agregado industrial per cápita, el transporte y la contaminación ambiental para 33 países socios de la iniciativa de la franja y ruta en el periodo 1986 a 2017, concluyen que el aumento del valor agregado industrial per cápita y el transporte de mercancías deterioran la calidad del medio ambiente a largo plazo, y cuya relación es de carácter unicausal.

En esta segunda sección se aborda la relación urbanización y contaminación ambiental. Empezando por el trabajo de Adams et al. (2018) quienes examina el efecto de la urbanización, los ingresos, la apertura comercial y la calidad institucional en Ghana periodo 1965 al 2011, y se puede observar cómo las estimaciones a largo plazo condicionadas por la calidad institucional revelan que la medida en que la apertura comercial y la urbanización mejoran el desempeño ambiental.

Bajo este mismo enfoque Ponce y Alvarado (2019) analizan la contaminación del aire, la producción per cápita, la inversión extranjera directa, apertura comercial y urbanización en 100 países durante 1980-2017, mediante estimaciones de cointegración (DOLS y PDOLS) logran concluir que existe equilibrio de corto y largo plazo entre las variables a nivel global y por grupos de países, también se comprueba la existencia de una relación causal unidireccional que va desde la producción, la urbanización y la IED hasta la contaminación del aire.

En el análisis del continente africano, considerando un panel de 44 países Salahuddin et al. (2019) estiman los impactos que tienen la urbanización y la globalización sobre las emisiones de dióxido de carbono, en el lapso de 1984-2016 y usando el método de

cointegración y causalidad de Granger logran concluir que tanto la globalización como la urbanización tienen un efecto positivo en las emisiones de CO₂ provocando el aumento de esta en el largo plazo y de manera bidireccional. En el caso de Turquía Kirikkaleli & Kalmaz (2020) realizan un análisis mediante estimadores de cointegración de largo plazo, FMOLS y DOLS, concluyendo que la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets es válida, y también se confirma la existencia de un papel moderador de la urbanización en los indicadores de emisiones de CO₂ dada la dirección del efecto que tiene sobre esta última con la prueba de causalidad.

Luego, Abbasi et al. (2020) estudian el comportamiento de las variables energía renovable, la urbanización, el crecimiento económico, la apertura comercial y la huella ecológica para los países Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica (CIVETS); mediante análisis de cointegración y causalidad concluyen que el consumo de energía no renovable y la urbanización son los principales contribuyentes a la degradación ambiental en los países de CIVETS.

Por otro lado, Ahmed et al. (2020) usando técnicas econométricas de cointegración para el conjunto de países miembros del G7 en el lapso de 1971 a 2014 logran determinar que, el consumo de energía, y las importaciones aumentan la degradación ambiental, más, sin embargo, el capital humano la reduce; mediante la relación de causalidad se logra observar que la urbanización, capital humano y crecimiento económico son bidireccionales.

Utilizando técnicas de cointegración de panel y de causalidad de Granger Abbasi et al. (2020) analiza el impacto de la urbanización y el consumo de energía en las emisiones de dióxido de carbono para los países de Bangladesh, China, India, Indonesia, Malasia, Nepal, Pakistán y Sri Lanka en el periodo 1982 a 2017, hallando como principales resultados que existe una relación a largo plazo entre urbanización, consumo de energía y emisiones de CO₂, así como una relación bidireccional. Deng et al. (2020) concluyen que el consumo de energía no renovable reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.

En concordancia, Yang & Khan (2021) a través de técnicas econométricas de cointegración para 30 países miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE) obtienen como resultados que el valor añadido industrial y la formación de capital mejoran la sostenibilidad medioambiental, sin embargo, el crecimiento económico, la urbanización, la biocapacidad y el crecimiento de la población deterioran la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

Para concluir, en el sur de Asia, Islam (2021) analiza el impacto del consumo de energía, el valor agregado industrial, la urbanización y la contaminación ambiental durante el periodo 1971-2018, y usando técnicas de cointegración concluye que el consumo de energía y la urbanización tienen impactos significativos en la contaminación ambiental, pero el valor agregado es neutral en cuanto al número de emisiones.

En síntesis, la literatura empírica abordada en toda esta sección demuestra diversos panoramas, por un lado, existen autores que destacan la importancia del crecimiento económico para alcanzar el desarrollo y la disminución de la degradación ambiental basando sus supuestos en ideas no tan actuales de la economía neoclásica, y por otro lado, los autores que contradicen dicha relación, lo cierto es que el ritmo de producción que ha presentado el sistema global conlleva a que cada vez se consuma más de la cuota permisible de recursos naturales, lo que deslegitima la hipótesis que el crecimiento económico conllevaría a una mejora ambiental.

5. Metodología

5.1. Tratamiento de los datos

5.1.1 Análisis de los datos

Con el propósito de determinar la relación entre la contaminación ambiental y el valor agregado al coste de los factores, que en pocas palabras viene siendo el PIB ya descontado de los costos e impuestos. Se utilizó información de tipo secundaria de fuentes oficiales como: la base de indicadores del desarrollo sostenible del Banco Mundial (2021) y la serie de emisiones históricas nacionales PRIMAP-hist (2021). La muestra total analizada se encuentra conformada por 80 países de todo el mundo, para el periodo de 1990 al 2019, los mismos que fueron escogidos en función de la disponibilidad de datos para la construcción de un panel de datos balanceado que posteriormente permita la adecuada modelación econométrica, y se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1

Listado de países

Grupo	Listado de países
Ingreso alto	Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Chile, Chipre, Corea, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Japón, Letonia, Lituania, Países bajos, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, Arabia Saudí, Singapur, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Reino Unido, Estados Unidos
Ingreso medio alto	Albania, Argentina, Botsuana, Brasil, Bulgaria, Colombia, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, Jamaica, Jordania, Kazajistán, Líbano, Mauricio, México, Namibia, Panamá, Paraguay, Perú, Rusia, Tanzania, Trinidad y Tobago, Turquía, Uruguay, Zambia
Ingreso medio bajo	Bolivia, Camerún, Egipto, República arábiga, El Salvador, Haití, Honduras, India, Irán, Kenia, Kirguistán, Mongolia, Marruecos, Nepal, Nicaragua, Nigeria, Pakistán, Senegal, Travistan, Túnez, Ucrania, Uzbekistán
Ingreso bajo	Etiopia, Mozambique, Yemen

Dichos países se encuentran divididos por su nivel de ingreso según lo refiere la clasificación ATLAS, mismo que se presenta en la Tabla 2. Este clasificador es elaborado por El Banco Mundial y agrupa las economías a nivel mundial en grupos según su ingreso nacional bruto, en este caso se utilizó la información según el grupo alto, mediano alto, mediano bajo y

bajo. Cabe mencionar que cada año se actualizan los datos, en este trabajo se utilizó la clasificación de 2020-2021.

Tabla 2

Clasificación ATLAS

Grupo	Nivel de ingreso	Abreviación
Ingreso bajo	< \$ 1036	PIB
Ingreso medio bajo	\$ 1036 - \$ 4045	PIMB
Ingreso medio alto	\$ 4046 - \$ 12535	PIMA
Ingreso alto	> \$ 12535	PIA

Una vez dicho esto, en la Tabla 3 se puede observar como variable dependiente la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), que para efectos de estimación fue convertida a logaritmo, este proxy de la contaminación ambiental permite establecer un vínculo más completo al considerar no solamente la polución por dióxido de carbono. Por otro lado, se considera el valor agregado bruto al costo de los factores como la variable independiente, esta variable también sufrió una transformación logarítmica y funciona como proxy de crecimiento económico, con la diferencia que esta variable toma a consideración el valor de producción obtenida ya restada de sus impuestos y costos, arrojando un valor neto.

En consecuencia, se detalla las variables usadas como control, las cuales fueron tomadas en función de la revisión de literatura. En primer lugar, se destaca la variable el crecimiento de la población urbana, la misma que sirve como proxy para medir el nivel de urbanización, recordando la hipótesis del crecimiento endógeno producto de la movilidad de la periferia a la urbe. Por otro lado, se tiene la variable consumo de energía no renovable, también en escala logarítmica, la cual ayuda a representar el nivel en el que los países continúan usando combustibles y contaminantes fósiles, con la que se espera evaluar el efecto negativo que puede presentar en el medioambiente.

Tabla 3*Descripción de variables*

Variable	Descripción	Unidad de medida	Símbolo	Fuente
Dependiente				
Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	Es la emisión de gases de efecto invernadero para cada país y gas de Kioto. Los datos del subsector para Energía, Procesos Industriales y Agricultura están disponibles para CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O, sin incluir la contaminación por uso de la tierra	Toneladas métricas MtCO ₂	GEI	PRIMAP-hist (PIK)
Independientes				
Valor agregado bruto al costo de los factores	El valor agregado bruto al costo de los factores (anteriormente PIB al costo de los factores) se obtiene de la suma del valor agregado de los sectores de agricultura, industria y servicios. Si el valor agregado de estos sectores se calcula a valores de precio de comprador, el valor agregado bruto al costo de los factores se obtiene restando los impuestos netos a los productos al PIB.	US\$ a precios constantes de (2010)	VAB	Banco Mundial (2021)
Control				
Crecimiento de la población urbana	Población urbana se refiere a las personas que viven en zonas urbanas según la definición de la oficina nacional de estadísticas. Se calcula utilizando las estimaciones demográficas del Banco Mundial y las proporciones urbanas de las Perspectivas de Urbanización en el Mundo de las Naciones Unidas.	% anual	URB	Banco Mundial (2021)
Consumo de energía no renovable	Es el consumo de energía primaria antes de la transformación en otros combustibles finales, lo que equivale a la producción nacional más las importaciones y las variaciones de existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a barcos y aviones afectados al transporte internacional	Kg equivalente de petróleo per cápita	ENR	Banco Mundial (2021)
Consumo de energía renovable	Son fuentes de energía inagotables e indefinidas que se producen a partir de fuentes naturales (sol, viento, agua, biomasa vegetal o animal, entre otras).	% del consumo total de energía final	ER	Banco Mundial (2021)

Por último, se tomó la variable consumo de energía renovable, la cual se encuentra medida en porcentaje del consumo total de energía, con esta variable se puede establecer una relación que permite conocer el grado de aceptación y responsabilidad que poseen los países ante el cambio energético comprendido en los objetivos del desarrollo sostenible. Una vez mencionado todo el detalle de las variables, se procedió a realizar el análisis descriptivo de los datos utilizados, cuyos resultados se ven reflejados en la Tabla 4.

A partir de estos resultados se puede afirmar que, a nivel general, las variables utilizadas en esta investigación conforman un panel de datos balanceado, cuyas observaciones son las mismas para todos los grupos, 2320, lo que permite la correcta estimación de las pruebas requeridas. Por el lado de la contaminación ambiental se puede evidenciar que alrededor de 3,66 toneladas métricas de CO₂ se emiten por país, además se observa que el grupo intragrupo es el de menor variación.

Con relación al valor agregado al coste de los factores se puede apreciar que el nivel de producción de valor agregado de los países oscila alrededor del 25%, de igual manera a la variable anterior, se destaca que el intragrupo sigue siendo más estable a comparación de los otros. Con respecto a la urbanización se aprecia que el crecimiento que tienen las urbes en promedio es del 1,84% anualmente, aquí también se comprueba que el grupo más eficiente es el intragrupo.

Casi por terminar, la variable energía no renovable demuestra que en promedio por persona se consume 4,08 kg del equivalente al petróleo, de esta manera se controla y supervisa de manera cuantitativa. Por último, la energía renovable no ha tenido gran desempeño, pero tampoco ha sido tenue, pues se observa que en promedio el 28% de la energía total que se consume es de tipo renovable, cifra que deja en tela de duda si se lograría alcanzar las metas de los objetivos del desarrollo sostenible en 2030.

Tabla 4*Estadísticos descriptivos*

Variable		Media	Desviación estándar	Min	Max	Observaciones
Emisiones de gases de efecto invernadero	General	3,67	1,90	-1,34	8,74	N = 2320
	Entre		1,88	0,49	8,65	n = 80
	Dentro		0,31	1,84	5,25	T = 29
Valor agregado al coste de los factores	General	25,15	1,94	21,39	30,47	N = 2320
	Entre		1,92	22,03	30,17	n = 80
	Dentro		0,32	24,18	26,32	T = 29
Urbanización	General	1,85	1,66	-2,28	11,50	N = 2320
	Entre		1,50	-1,17	5,25	n = 80
	Dentro		0,72	-1,89	9,27	T = 29
Energía no renovable	General	4,09	0,66	0,81	4,61	N = 2320
	Entre		0,66	1,47	4,60	n = 80
	Dentro		0,12	2,60	4,81	T = 29
Energía renovable	General	28,10	27,12	0,01	97,74	N = 2320
	Entre		26,82	0,01	94,76	n = 80
	Dentro		4,99	4,59	52,82	T = 29

En síntesis, en este apartado se presentó los datos que fueron considerados para la investigación, así como sus fuentes de información, y también se evaluó de manera general las características estadísticas que presentan las variables, cabe mencionar además que, a diferencia de otras investigaciones tradicionales, en este trabajo se hizo uso de la variable valor agregado bruto al coste de los factores como una proxy de crecimiento económico, al ser una medida más ajustada luego de descontar impuestos a la producción, así como también resulta preponderante evaluar en conjunto el papel de la energía renovable y la urbanización.

5.2 Estrategia econométrica

Una vez presentado y detallado el apartado descriptivo de las variables utilizadas, en esta parte del trabajo de investigación se explica la construcción de la estrategia econométrica que permite dar respuesta a las hipótesis de investigación expresada a través de los tres objetivos específicos planteados anteriormente. Dicho esto, se procede a explicar al lector de manera simplificada y ordenada el procedimiento a seguir para cada objetivo.

Objetivo específico 1. *Analizar la evolución y la correlación entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, mediante un análisis descriptivo.*

Para responder al primer objetivo de este trabajo investigativo, se realiza en primer lugar un análisis descriptivo de la evolución en el tiempo que ha experimentado los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización, esto mediante gráficas evolutivas, tanto a nivel global como por grupos desagregados de países según su nivel de ingresos, a partir de este análisis se espera obtener la tendencia general que han seguido estas variables y poder hacer inferencias con respecto a la situación de cada país.

En segundo lugar, se complementa el análisis con la evaluación de la fuerza y el sentido de la asociación de la relación entre estas variables mediante un análisis de correlación gráfico. La importancia de este método es muy amplia, ya que permite en primera instancia ver el sentido que toma la tendencia de la relación entre las variables de estudio, la dispersión de los datos, y así poder comprobar que la relación sea consistente y justificable para continuar con los siguientes procesos econométricos del caso.

Objetivo específico 2. *Determinar el equilibrio a largo plazo entre los gases de efecto invernadero el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, a través de la aplicación de test de cointegración de panel.*

Previo a estimar la relación de equilibrio de largo plazo entre las variables resulta necesario probar la validez de los datos ante posibles problemas estadísticos que pueden llegar a presentar los paneles de datos cuyo componente temporal no sea tan extenso, como el trabajado aquí. Para ello se parte de la estimación inicial por Mínimos Cuadrados Ordinarios, la cual se detalla en la ecuación 1.

$$\log(GEI)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log(VAB)_{it} + \beta_2(URB)_{it} + \beta_3 \log(ER)_{it} + \beta_4 \log(ENR)_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Donde el logaritmo de las emisiones de gases de efecto invernadero $\log(GEI)_{it}$ de cada país i ($i = 1, 2, \dots, I$) en el período t ($t = 1990, 1991, \dots, 2019$) depende del coeficiente beta ($\beta_1 \dots \beta_n$) el cual toma una valoración para el Valor Agregado Bruto al coste de los factores $\log(VAB)_{it}$, la urbanización $(URB)_{it}$, el logaritmo de la energía renovable $\log(ER)_{it}$, la energía no renovable $\log(ENR)_{it}$, y el término de error ϵ_{it} . Mientras que, β_0 viene siendo el intercepto de la estimación

De esta ecuación se desprende el análisis del comportamiento de los residuos, mediante la prueba de Hausman (1978) se valida si los residuos permanecen estáticos o variantes en el tiempo. No obstante, además de comprobar el proceso que siguen las perturbaciones también se evalúa la normalidad de la distribución de estas, la cual se puede determinar a través del estadístico modificado de Wald (1949), el cual se detalla en la ecuación (2) cuyo nivel de significancia (<0.05) confirma o rechaza este (>0.05) problema.

$$W = \sum_{i=1}^{N_g} \frac{(\hat{\sigma}_i^2 - \hat{\sigma}^2)^2}{V_i} \quad (2)$$

Donde el proceso de normalidad estará en función de la sumatoria total de los individuos en el tiempo $\sum_{i=1}^{N_g}$, para la razón de las varianzas de manera global e individual al cuadrado $(\hat{\sigma}_i^2 - \hat{\sigma}^2)^2$. Luego de haber evaluado la heterocedasticidad, interesa evaluar si los residuos se encuentran correlacionados en serie. Situación que es común en este tipo de paneles debido a que el efecto dinámico de la variable dependiente a menudo se distribuye en varios períodos de tiempo, en ese caso la correlación serial puede conducir a obtener estimaciones ineficientes y errores estándares sesgados (Baltagi, 2008).

Para comprobar dicho problema, en primer lugar, se realiza la prueba de autocorrelación serial de Wooldridge (2002), esta prueba usa los residuos de la regresión automáticamente en primeras diferencias, estimando el parámetro β_1 y haciendo una regresión de ΔY_{it} sobre ΔX_{it} , confirmando así la existencia de autocorrelación serial si el resultado de la correlación de los errores diferenciados y rezagados es igual o menor a 0.05, la cual se resume en (4).

$$\Delta Y_{it} = \Delta X_{it} \beta_1 + \Delta \epsilon_{it} \quad (3)$$

$$\text{Corr}(\Delta \epsilon_{it} - \Delta \epsilon_{it-1}) \leq 0.05 \quad (4)$$

Adicionalmente se convalida los resultados al realizar la prueba de correlación serial de los errores propuesta por Born y Breitung (2016), la misma que es eficiente ante procesos heterocedásticos, a diferencia de Wooldridge (2002); dentro de la cual se puede observar como el término de error de la prueba de regresión exhibe heterocedasticidad en la dimensión de tiempo, al aplicar transformaciones hacia atrás y hacia adelante trata de eliminar los efectos individuales.

$$\tilde{n}_{it}^0 = u_{it} - \frac{1}{T-t+1} (u_{it} + \dots + u_{iT}) \quad (5)$$

Donde el término de error u_{it} se resta de la razón $\frac{1}{T-t+1}$ de los componentes temporales de los residuos $(u_{it} + \dots + u_{iT})$. Dicho esto, si en el panel se encontrase estos dos problemas estadísticos, se debe tomar a consideración un método adicional para resolverlos, en este caso se ha considerado como regresión de línea base a el método por Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles, el cual logra estimar y corregir la relación lineal en presencia de heterocedasticidad y autocorrelación, dicha formulación sirve como punto de entrada al análisis real del panel de cointegración, es por ello que en el apartado (6) se transforma la ecuación inicial en un panel de datos.

$$\log (GEI)_{it} = (\gamma_0 + \delta_1) + \gamma_1 \log(VAB)_{it} + \gamma_2 (URB)_{it} + \gamma_3 \log(ER)_{it} + \gamma_4 \log(ENR)_{it} + \vartheta_{it} \quad (6)$$

Donde el logaritmo de las emisiones de gases de efecto invernadero $\log (GEI)_{it}$ de cada país i ($i = 1, 2, \dots, I$) en el período t ($t = 1990, 1991, \dots, 2019$) depende del coeficiente gamma ($\gamma_1 \dots \gamma_n$) el cual demuestra el impacto que tiene el valor agregado bruto al coste de los factores $\log(VAB)_{it}$, la urbanización $(URB)_{it}$, el logaritmo de la energía renovable $\log(ER)_{it}$, la energía no renovable $\log(ENR)_{it}$, sobre la variable dependiente. Mientras que, $(\gamma_0 + \delta_1)$ viene siendo el intercepto de la estimación

Una vez dicho esto, el análisis de cointegración parte de un punto muy importante, la homogeneidad de la pendiente del panel, por lo cual, se debe comprobar si las variables tienden a ser homogéneas entre sí, o si por el contrario divergen, para ello se aplicó la prueba de Pesaran y Yamagata (2008), la cual es una versión estandarizada de la prueba de homogeneidad de la pendiente de Swamy para modelos de datos de panel donde la cruz, y se demuestra en la ecuación 7.

$$F = \frac{N(T-k-1)}{k(N-1)} \left(\frac{RSSR-USSR}{USSR} \right) \quad (7)$$

Donde $RSSR$ y $URSS$ representan la suma de cuadrados residuales restringidos y no restringidos, respectivamente, obtenidos bajo la hipótesis nula ($\beta_1 = \beta$), esta prueba basada en F es válida para $N > T$. Luego se realizaron las pruebas de dependencia transversal CD de Pesaran (2004), (8), y Bailey et al. (2016), (9), para establecer si existe o no dependencia de sección cruzada, lo que posteriormente permite determinar si se deben realizar las pruebas de segunda o primera generación de datos panel. La hipótesis nula para ambas pruebas es que existe independencia transversal (>0.05) y la hipótesis alternativa dependencia transversal (<0.05).

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \sqrt{T} \rho_{ij} \right) \rightarrow N(0,1) \quad (8)$$

$$\alpha(\hat{u}_v^2) = 1 + \frac{1}{2} \frac{\ln(\hat{\sigma}_x^2)}{\ln(N)} - \frac{\hat{c}_N}{2[N \ln(N)] \hat{\sigma}_x^2} \quad (9)$$

En el caso de la prueba de Pesaran (2004), el estadístico parte de $\sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}}$ la raíz cuadrada de la razón entre las observaciones temporales para la sustracción de las observaciones temporales rezagadas y el conjunto total de individuos rezagado, por la sumatoria de los individuos $\sum_{j=i+1}^N$ y $\sqrt{T} \rho_{ij}$ la raíz del componente temporal por la matriz ponderada del conjunto de individuos. Mientras que, el estadístico de Bailey et al. (2016) denota como la sumatoria de la unidad y $\frac{1}{2} \frac{\ln(\hat{\sigma}_x^2)}{\ln(N)}$ un medio del logaritmo natural de la varianza de X , sobre el logaritmo natural del total de individuos, todo restado de la razón entre \hat{c}_N y $2[N \ln(N)] \hat{\sigma}_x^2$.

En caso de resultar significativa la dependencia de sección transversal se considera las pruebas de raíz unitaria CADF (10) de Pesaran (2004), “las regresiones CADF son las del test ADF a las que se añaden como regresores las medias de sección cruzada de los niveles y primeras diferencias retardados de las series individuales” (Penabed et al., 2012, p.200). También se considera la prueba CIPS (11) de Pesaran (2007), que es una forma simplificada de la prueba CADF.

$$\Delta y_{it} = a_{i0} + a_{i1t} + b_{iy_{i,t-1}} + d_{i0} \Delta \bar{y}_t + c_{i\bar{y}_{t-1}} + \delta_{i1} \Delta y_{i,t-1} + d_{i1} \Delta \bar{y}_{t-1} + u_{it} \quad (10)$$

$$CIPS(N, T) = t - \bar{t} = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (11)$$

De la prueba CADF se destaca que, Δ representa la diferenciación a la que se somete cada una de las variables, $a_{i0} + a_{i1t}$ representa el intercepto, mientras que, $b_{iY_{i,t-1}}$ representa la relación t de la sección transversal aumentada. $c_i \bar{y}_{t-1}$ representa el factor común de la media de la sección transversal de y_{it} , δ_{i1} mide el grupo comparado bajo el supuesto de errores no correlacionados. De la estimación CIPS, se destaca que, \bar{t} representa la ratio del coeficiente estimado de la variable dependiente rezagada en la intersección $y_{i,t-1}$, lo que se encuentra en función de la sumatoria del conjunto temporal e individual.

Una vez identificado el orden de integración del panel, para comprobar si la cointegración es viable entre las variables se realiza la estimación auto regresiva de corrección de errores (VEC), por sus siglas en inglés, usando la prueba (12) planteada por Westerlund (2007), se pretende conocer el equilibrio que poseen las variables en conjunto para con la dependiente en el corto plazo, tal como se muestra en la siguiente ecuación.

$$Y_{i,t} = \delta_i d_t + \alpha_i (y_{i,t-1} - \beta_i X_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} y_{it-j} + \sum_{j=1}^{q_i} \gamma_{ij} X_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

Donde $\delta_i d_t$ representan los componentes deterministas, $t = 1, \dots, T$ representa el componente temporal y $i = 1, \dots, N$ representa el componente individual para cada país. α_i representa la corrección de error obtenido del vector de cointegración para la variable dependiente $y_{i,t-1}$ y la independiente $y_{i,t-1}$. $\sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} y_{it-j}$ viene siendo la sumatoria de las observaciones individuales según las ordenes de retraso p_i para la variable dependiente. Mientras que, $\sum_{j=1}^{q_i} \gamma_{ij} X_{i,t-1}$, representa la sumatoria de las observaciones individuales según las ordenes de retraso q_i . Luego se evalúa la convergencia en el largo plazo, para ello se aplica el estimador de Pedroni (1999), el cual se resume en la ecuación 13.

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{ij} X_{it-j} + \sum_{j=1}^{n-1} \omega_{ij} Y_{it-j} + \pi_i ECT_{i,t-1} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

Donde la dependiente $Y_{i,t}$ se encuentra explicada por el intercepto de la estimación α_i , los parámetros β , ω y π son estimadores asociados con los regresores que explican la relación

de convergencia, mientras que, $\pi_i ECT_{i,t-1}$ es el término de corrección de errores que convalida la cointegración. No obstante, con la prueba de Pedroni (2001) se valida la fuerza del vector de cointegración.

Objetivo específico 3. *Estimar la relación de causalidad entre los gases de efecto invernadero el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, con la aplicación del Test de Granger.*

Finalmente, para dar cumplimiento al objetivo 3, se lleva a cabo la estimación de la relación de causalidad de tipo Granger para panel elaborada por Dumitrescu y Hurlin (2012) para analizar la existencia de causalidad entre las variables gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización, y así mismo poder determinar cuál es su dirección, recordando que las mismas pueden ser unidireccionales o bidireccionales, en la ecuación (14) se resume la dinámica de la estimación.

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k x_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

Hay que mencionar que esta prueba se realiza en relación una a una con cada variable, donde $x_{i,t-k}$ representa las variables independientes, esta prueba asume que $\beta_i = \beta_1 \dots (\beta_k)$, y que el término α_i es fijo en la dimensión tiempo. Además, el parámetro autorregresivo $y_{i,t-k}$ y el coeficiente de regresión β_i^k varían entre las secciones transversales. A continuación, se detallan las relaciones ecuación por ecuación, incluyendo las variables de control, y detallando el efecto de una sobre la otra y viceversa.

$$\log(GEI)_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \log(VAB)_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

$$\log(VAB)_{i,t-k} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log(VAB)_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

$$\log(GEI)_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \text{URB}_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

$$URB_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k URB_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (18)$$

$$\log(GEI)_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \log(ENR)_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

$$\log(ENR)_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log(ENR)_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (20)$$

$$\log(GEI)_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \log(ER)_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

$$\log(ER)_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log(ER)_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k \log(GEI)_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (22)$$

6. Resultados

En la sección anterior se mencionó a detalle todo el procedimiento metodológico que se usó para poder obtener resultados acordes a la hipótesis que se pretende comprobar con este trabajo de investigación, es decir, poder determinar si el valor agregado bruto y la urbanización llegan a incidir en el aumento de los gases de efecto invernadero. Por lo cual, siguiendo el mismo esquema presentado en metodología, se resumen los principales resultados obtenidos para cada objetivo específico.

Objetivo específico 1. *Analizar la evolución y la correlación entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, mediante un análisis descriptivo.*

Para responder al primer objetivo, en la Figura 1 se puede apreciar que la evolución temporal de la contaminación ambiental a nivel global refleja un crecimiento constante desde mediados de la década del 90, siendo mucho más sostenido a partir de 1999, año en que se manifiesta el fenómeno de la globalización¹; producto de la expansión capitalista los mercados a nivel mundial emprendieron un ritmo de aceleración productiva que desencadenó en el aumento de la contaminación, misma que se vio frenada en el periodo 2008-2009 producto de la crisis internacional, los niveles de producción disminuyeron. Mientras que, a partir de 2010 con el repunte de la economía se vuelve a incrementar el nivel de polución hasta el periodo 2018.

No obstante, en el grupo de países de ingreso alto se puede observar un comportamiento diferente al de la media global, ya que, en principio se evidencia un crecimiento constante desde mediados de 1990 hasta 2008, donde producto del estallido inmobiliario, los principales países de Europa y América se vieron mayormente afectados, la disminución de la demanda agregada, lo que se tradujo en disminución de los niveles de gases de efecto invernadero. No obstante, a partir de 2010 hasta 2018 se distingue una tendencia negativa, que en el largo plazo se presentaría con forma de U invertida, lo que hasta el momento permitiría coincidir con Kuznets y su hipótesis medioambiental.

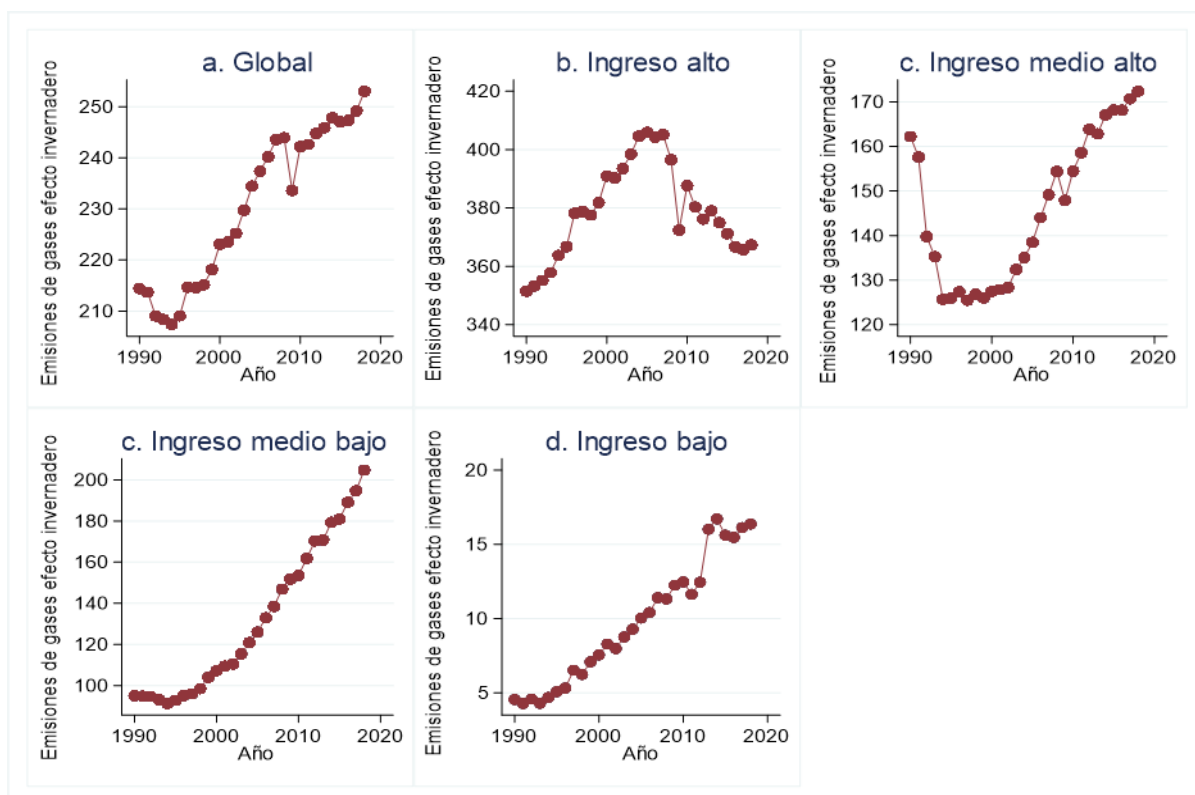
Esta situación resulta un tanto llamativa considerando que la mayor parte de los gases de efecto invernadero son emitidos por los países considerados como altamente industrializados, situación que se explicaría gracias al papel de la política ambiental local como

¹ Dentro del capitalismo, se estima que la globalización se adoptó a nivel mundial a partir de 1999 (Bello et al., 2010).

principal responsable de mantener estables los niveles de polución. Adicional, la presión política por parte de organismos como la ONU, OEA, y CEPAL llevaron a que la mayoría de los países adopten mecanismos de financiamiento ambiental como licencias y patentes.

Figura 1

Evolución temporal de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global y por grupos de países



Nota. Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2021) y de PRIMAP-hist (2021)

Continuando con los países de ingreso medio alto, medio bajo y bajo, se puede observar que estos no siguen la tendencia mostrada en el grupo de ingreso alto, ya que existe una tendencia marcada hacia el alza a partir del año 2000, misma que se ralentiza en el periodo 2008-2009 debido a la crisis financiera, no obstante, los niveles de polución incrementaron rápidamente a partir de 2010. Cabe destacar que, los principales contaminantes son los países de ingreso medio alto, donde destacan Rusia, seguido por México, Brasil, y Turquía. Asimismo, dentro de los países de ingreso medio bajo destacan Irán, India, y Uzbekistán, una característica en común es que todos estos países tienen un alto componente de explotación de recursos naturales por lo que los ubica en una posición mayor.

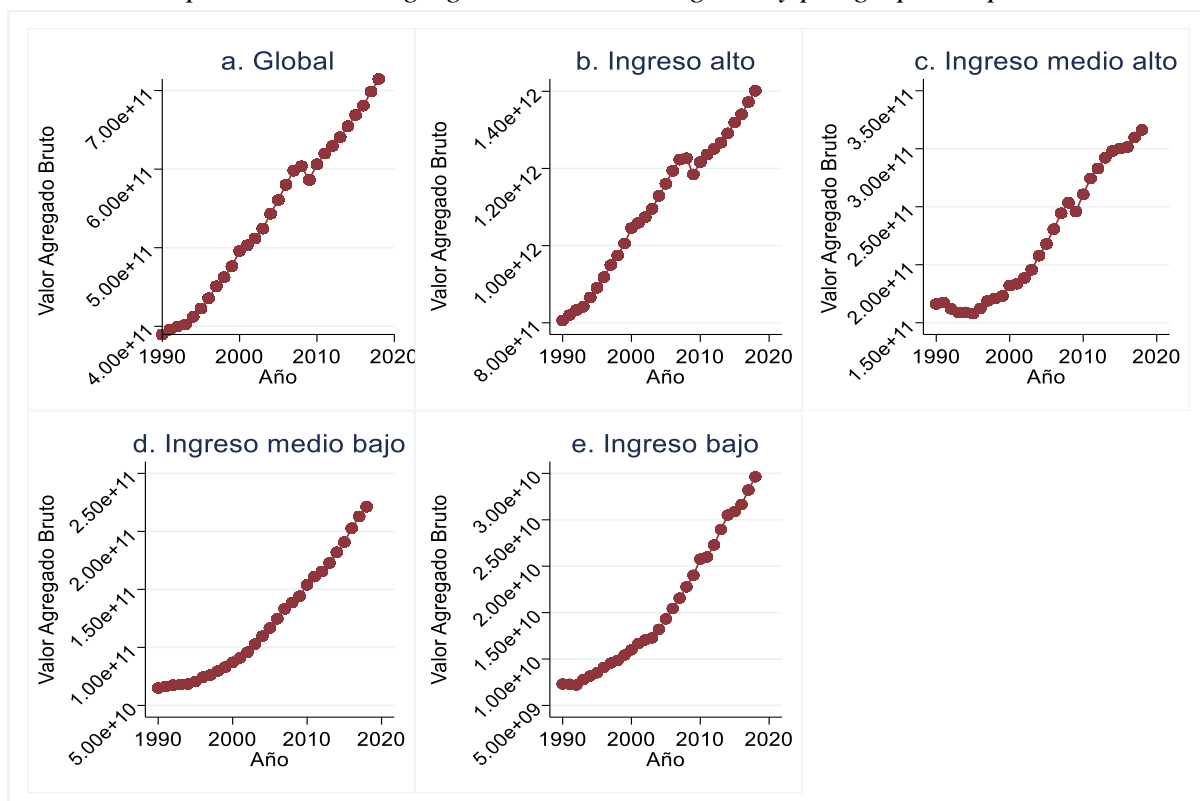
Por otra parte, considerando el análisis evolutivo del valor agregado bruto se evidencia que en todos los grupos de países existe un crecimiento a partir de 1990, mismo que se mantiene

hasta finalizar el periodo de análisis. De manera desagregada, en el grupo de países de ingreso alto se puede apreciar que el valor agregado presenta un crecimiento sostenido durante toda la década del 90. La década siguiente del 2000 también demuestra un comportamiento creciente que es interrumpido en 2009 producto de la crisis financiera de 2008 que afectó principalmente a la economía de estos países, particularmente los factores que explican el crecimiento se debe a que se experimentó un periodo de estabilidad macroeconómica producto de la acumulación de reservas internacionales de diversos países lo cual se vio incentivada por la apreciación del dólar.

Posterior a esta época, en el periodo comprendido entre 2011 a 2018 se evidenció un crecimiento económico interanual muy por encima del promedio registrado entre 2000 y 2010, lo que respondería a la aceleración económica debido a los paquetes de estímulos financieros que se aplicaron en países miembros de la Unión Europea y Estados Unidos. También es destacable que, dentro del grupo de países de ingreso medio alto y medio bajo, la expansión del mercado comercial asiático, encabezado por China, Singapur, Corea del Sur, India y Turquía han logrado alrededor de la década del 90 su consolidación en países de todo el mundo, lo que ha provocado un incremento promedio constante de sus ingresos.

Figura 2

Evolución temporal del valor agregado bruto a nivel global y por grupos de países



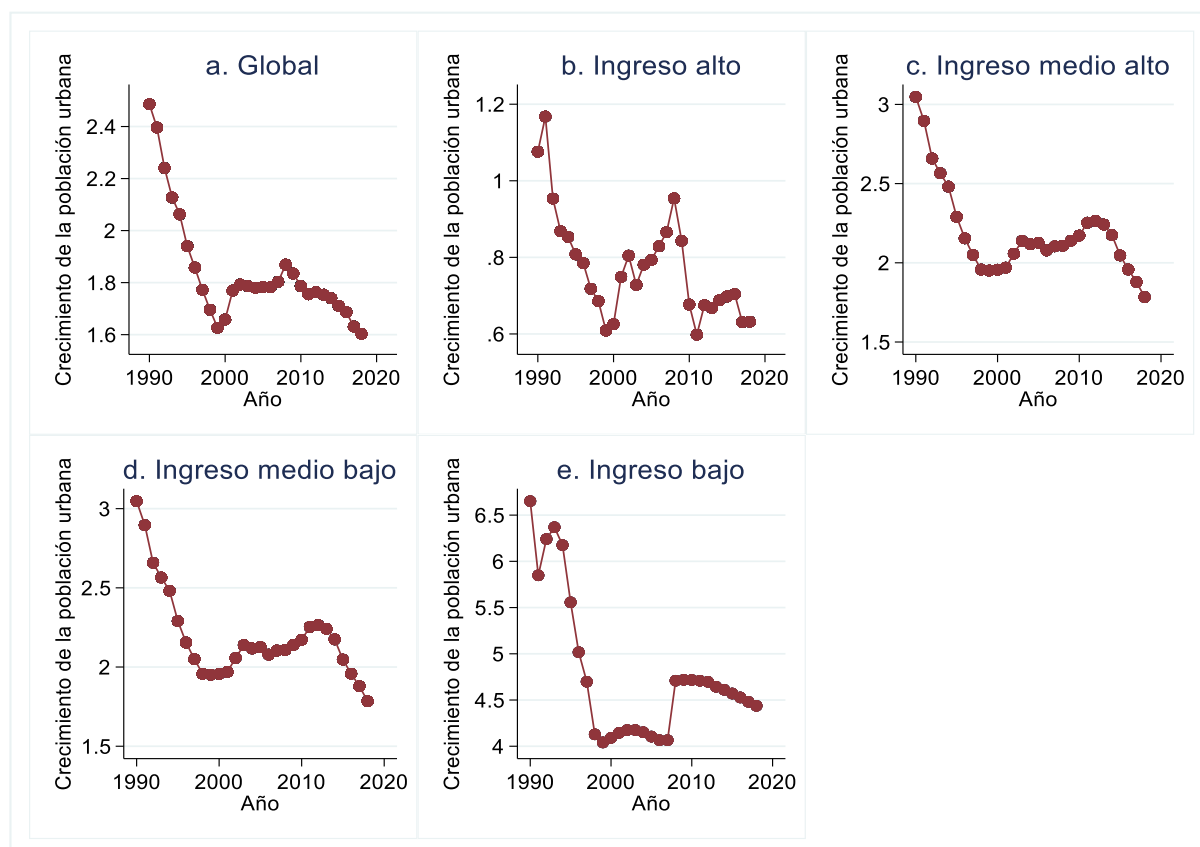
Nota. Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2021) y de PRIMAP-hist (2021)

En consecuencia, al analizar la evolución temporal de la urbanización se puede apreciar que en el periodo de 1990 al 2000 existió un crecimiento de la población que reside en zonas urbanas. La disminución del éxodo rural en el decenio de 1990 demostraba niveles inferiores de concentración urbana a los de décadas anteriores en varias regiones del mundo, teniendo un papel primordial la desconcentración demográfica hacia las áreas no metropolitanas, y ciudades consideradas como intermedias. En el año 2000 aproximadamente más de un tercio de la población urbana del mundo vivía en centros urbanos muy concentrados, mientras los dos tercios restantes vivía en centros urbanos con menos aglomeración.

Las principales causales para que el ritmo de urbanización haya disminuido son el envejecimiento poblacional y las bajas tasas de fecundidad que experimenta toda la región americana y asiática. Según la CEPAL (2019) la proyección poblacional urbana demostraría que entre 2015 y 2030 los países subdesarrollados serán los que mayor población acojan y los centros altamente desarrollados casi no van a aumentar su densidad, explicando de esta forma la tendencia que se presenta actualmente.

Figura 3

Evolución temporal del crecimiento de la población urbana a nivel global y por grupos de países



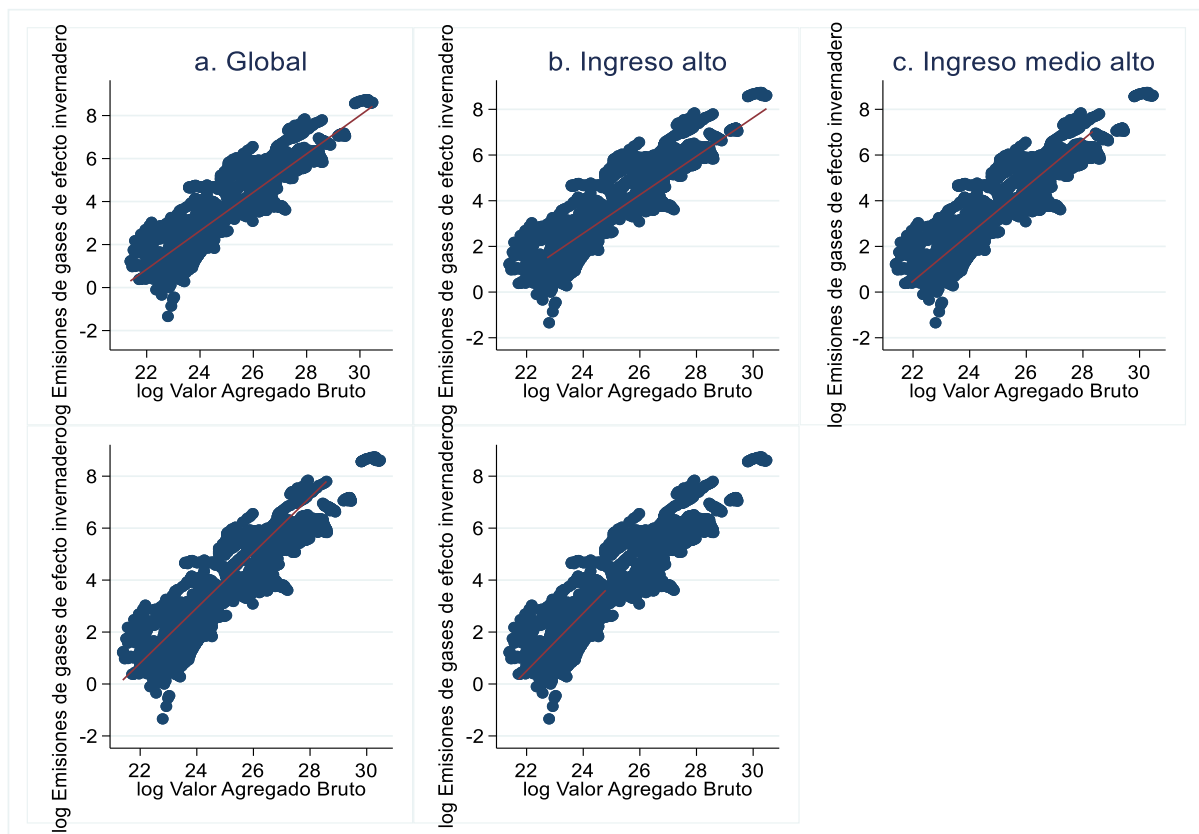
Nota. Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2021) y de PRIMAP-hist (2021)

Una vez terminado la primera parte del análisis del objetivo 1, se procede con el segundo apartado, para ello se realizó el análisis de los gráficos de correlación, los cuales se resumen en la Figura 4, donde se puede apreciar que para todos los grupos de países el valor agregado bruto al coste de los factores mantiene una relación positiva para con las emisiones de gases de efecto invernadero, es decir, conforme el ritmo de producción se incrementa lo hacen en la misma cuantía la contaminación medioambiental.

Por lo tanto, desde el punto de vista teórico, no se puede aceptar la hipótesis ambiental de Kuznets como válida o aplicable dentro de ningún grupo de países, aún en los que son más desarrollados, cuya evolución temporal parecía evidenciar el tradicional comportamiento de U invertida, por lo general la hipótesis de Kuznets ha sido criticada² por su veracidad y capacidad para ser tomada como una medida real para socavar la contaminación.

Figura 4

Correlación gráfica entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el valor agregado bruto a nivel global y por grupos de países



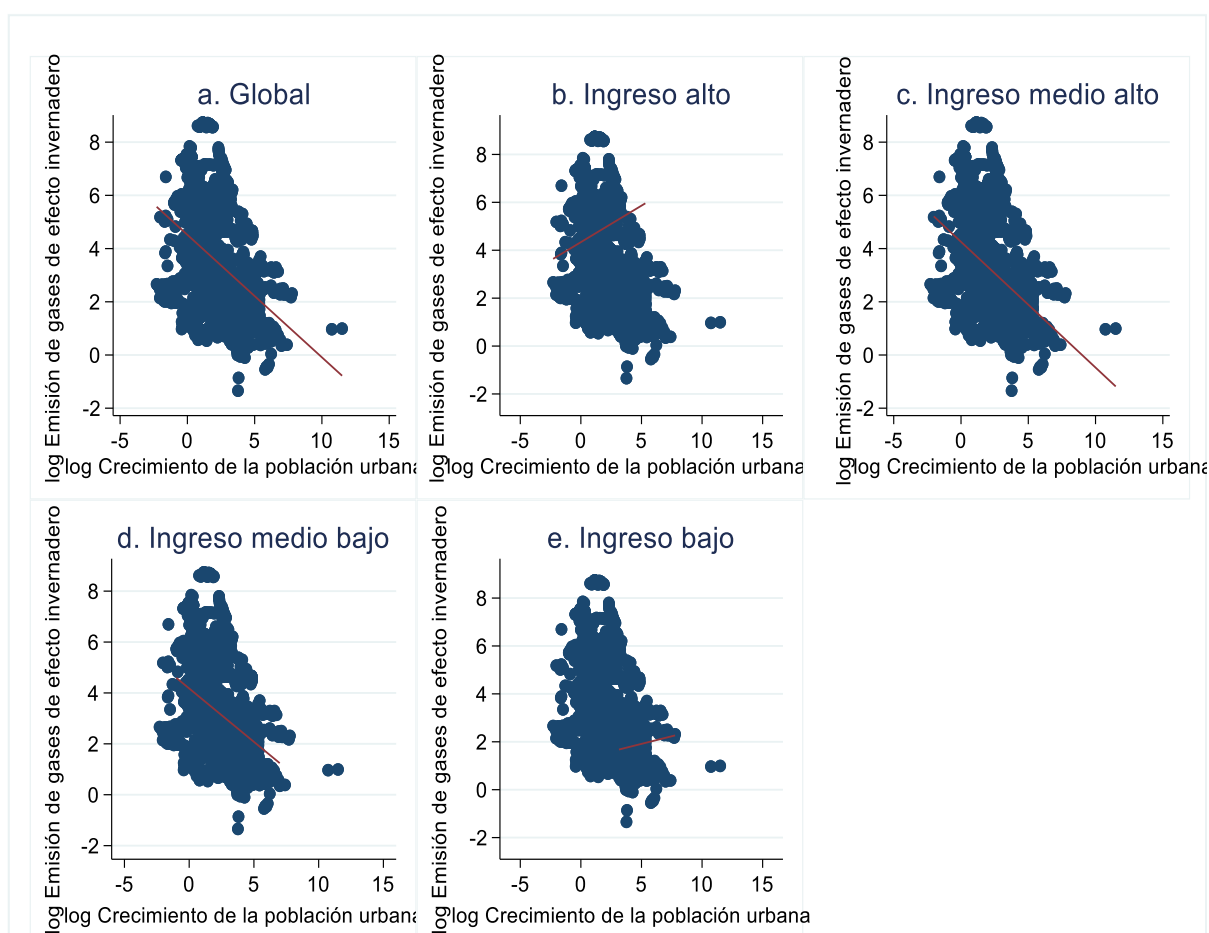
Nota. Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2021) y de PRIMAP-hist (2021)

² Rojas et al. (2019) y Enríquez (2020) rechazan la validez de los postulados de la hipótesis ambiental de Kuznets debido a que los problemas ambientales no se resuelven solamente por el incremento de los ingresos.

Por otra parte, analizando la correlación entre la urbanización y la contaminación ambiental, se puede observar que la mayoría de grupos mantiene una tendencia negativa, es decir a mayor crecimiento de la población urbana, menor es el ritmo de crecimiento de las emisiones de CO₂. No obstante, para el grupo de ingreso alto se observa que la tendencia resulta positiva, es decir un mayor crecimiento urbano conduce a un aumento de la contaminación ambiental. Lo cual se podría ver explicado por la sobrepoblación existente en los países de alta industrialización, ya que la mayoría de las personas prefieren residir cerca de estas zonas por el acceso a mejores servicios.

Figura 5

Correlación gráfica entre las variables emisiones de gases de efecto invernadero y la urbanización a nivel global y por grupos de países



Nota. Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2021) y de PRIMAP-hist (2021)

Además, cabe mencionar que las externalidades negativas asociadas al crecimiento urbano con una débil planificación territorial y los tradicionales desafíos estructurales de la sociedad repercuten en baja productividad, informalidad y falta de inversión en infraestructura,

ya que se limitan los beneficios que las ciudades pueden generar para el desarrollo de economías de escala, con el surgimiento de brechas particularmente importantes en empleos de calidad para la población.

Una vez visto a primera instancia el comportamiento correlacional de las variables se puede concluir que las relaciones teóricas propuestas por Kuznets (1992) no se cumplen a totalidad ya que en los diferentes grupos, el crecimiento económico, representado por la variable valor agregado bruto al coste de los factores conduce al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, y la relación de la urbanización para con la dependiente parece apoyar este escenario de contaminación inminente.

Objetivo específico 2. *Determinar el equilibrio a largo plazo entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, a través de la aplicación de test de cointegración de panel*

Para cumplimiento del segundo objetivo se procedió a realizar una primera estimación básica por Mínimos Cuadrados Ordinarios para las variables de interés y de control, el mismo que se encuentra en el Anexo 3, del cual se puede apreciar que el valor agregado bruto al coste de los factores tiene un efecto explicativo positivo sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los grupos de países. Por otro lado, la urbanización logra reducirlas en todos los grupos, de igual manera la energía renovable posee gran potencial para explicar el decrecimiento de los GEI.

A partir de esta estimación se calculan los valores que evalúan la presencia de multicolinealidad entre las variables, para ello se hace uso del estadístico del Factor de Inflación de Varianza o Factor de Aumento de Varianza, el cual se muestra en la Tabla 5, y del mismo se puede destacar que ninguna variable se encuentra por encima del límite permitido³, así mismo la media general, por lo cual se descarta este problema estadístico, y se concluye que las variables son óptimas para la modelación econométrica.

Tabla 5

Prueba de multicolinealidad

Variable	VIF	1/VIF
Energía renovable	3,86	0,17
Energía no renovable	3,43	0,18
Urbanización	1,40	0,71
Valor agregado al coste de los factores	1,24	0,80
Mean VIF	2,48	

Adicionalmente, se evaluó la presencia de efectos fijos o aleatorios, mediante la prueba de Hausman (1978), los resultados reportados reflejan que los efectos fijos predominan para todas las muestras de países y en la muestra global. No obstante, los resultados obtenidos pueden verse comprometidos por problemas estadísticos que podrían llegar a invalidar las

³Se habla colinealidad si el valor calculado del Factor de Inflación sobrepasa el límite de 5, y existe multicolinealidad severa cuando el valor sobrepasa el límite de 10.

inferencias, por ejemplo, la correlación en serie en modelos lineales de datos panel tiende a sesgar los errores estándar y hace que los resultados sean menos eficientes (Drukker, 2003).

Es por ello que, mediante la prueba de autocorrelación de Wooldridge (2002) y Born y Breitung (2016), la cual se detalla en el Anexo 4, se comprueba que en efecto para todos los grupos de países existe este problema, salvo para el grupo de países de ingresos bajos mediante la primera prueba, sin embargo, con la prueba de Born y Breitung (2016) se termina por confirmar la presencia de esta al presentar significancia para cada variable, cabe mencionar que este método reacciona eficazmente en presencia de heterocedasticidad, por lo que se procedió a comprobar también este problema.

Mediante la prueba modificada de Wald, detallada en el Anexo 5, se puede determinar que, para todos los grupos a excepción del grupo de ingresos bajos, existe presencia de heterocedasticidad dada la hipótesis de significancia conjunta. Una vez dicho esto, se procedió a estimar la regresión de línea base que permite obtener estimadores consistentes ante la presencia de estos problemas, para dicha relación se usa el método de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF) cuyos resultados se resumen en la Tabla 6.

Donde se puede observar como a nivel general y en la mayoría de los grupos, las variables analizadas tienen alta significancia estadística al 99%. Siendo el valor agregado bruto la variable que más contribuye al crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero para todos los grupos de países. Viéndose mayormente afectados los países pertenecientes al grupo de ingreso medio bajo, y medio alto, dichos países se encuentran conformados por países de la región sudamericana y asiática, por su estructura económica la mayoría de estos no cuentan con planes de producción sostenible que no les permiten controlar su nivel de polución proveniente de la expansión del proceso productivo.

Por otro lado, la urbanización tiende a disminuir la contaminación ambiental en todos los grupos de países, y su valor explicativo es muy tenue para con las emisiones de gases de efecto invernadero. Siendo el grupo de ingresos medio bajo en donde se observa un efecto mucho más significativo (-0,16%) para explicar los niveles de contaminación, recordando que dentro de esta muestra se ubican países como Haití, Honduras, Pakistán, y la India, la introducción de población a las zonas urbanas donde se concentra la mayoría de las industrias generaría una nueva cultura de responsabilidad ambiental compartida.

Tabla 6*Regresión por Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF)*

VARIABLES	Global	Ingreso alto	Ingreso medio alto	Ingreso medio bajo	Ingreso bajo
Valor agregado bruto	0,79***	0,80***	0,92***	0,99***	0,87***
	-942,40	-1803,88	-1956,15	-1226,64	-29,10
Urbanización	0,01***	-0,10***	-0,09***	-0,16***	-0,07***
	-17,40	(-265,52)	(-133,69)	(-130,42)	(-3,80)
Energía no renovable	0,05***	0,76***	0,66***	0,38***	0,44***
	-12,88	-377,17	(-110,44)	-68,58	-5,82
Energía renovable	-0,01***	-0,01***	-0,03***	-0,00***	0,00
	(-156,87)	(-560,21)	(-299,86)	(-116,00)	-0,45
Constante	-	-19,57***	-15,73***	-21,58***	-19,24***
	16,19***	(-1427,56)	(-550,43)	(-847,27)	(-24,26)
	(-1010,05)				
Observaciones	2320,00	928,00	696,00	609,00	87,00

Nota. * indica el valor estadístico para $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

En consecuencia, la variable energía no renovable logra aumentar significativamente la contaminación en el grupo de países de ingreso alto, y los países de ingreso medio bajo y bajo, salvo en el grupo de ingreso medio alto. Situación que se ve explicada por la forma en la que se desempeñan estas economías, dado el alto consumo de combustibles fósiles. Por último, el consumo de energía renovable tiene un efecto reductor en la emisión de gases de efecto invernadero en la mayoría de los grupos de países, pero su efecto es muy leve, y finalmente, en el grupo de ingreso bajo se concluye que no existe ninguna relación estadísticamente significativa.

Ahora, centrándose en el análisis de cointegración, se evalúa la estabilidad de la pendiente del panel, mediante la prueba de estabilidad de Yamagata & Pesaran (2008), revisar Tabla 15 de Anexo 5, se permite rechazar la hipótesis nula que plantea pendientes homogéneas, implicando que los coeficientes de pendiente no son idénticos en las unidades transversales, por lo que el modelo verdadero consiste en pendientes heterogéneas, y tratar de imponer la homogeneidad solo produciría resultados inconsistentes y sesgados (Yamagata, 2008).

Ante la presencia de heterogeneidad se realizó la prueba de dependencia de sección transversal, revisar Anexo 6, en donde se resumen tres pruebas, siendo la primera la de Pesaran (2004), seguida por Pesaran (2015) y por último la de Bailey et al. (2016), de la primera y segunda prueba se puede concluir que en efecto existe tal problema en todos los grupos de

países al encontrar valores por debajo de 0.05. En la tercera prueba se observa que los valores alfa sobrepasan el condicionante 0.5, cabe mencionar que las dos últimas pruebas no son aplicables para el grupo de ingresos bajos por su extensión.

Una vez identificada la dependencia transversal, se procedió a realizar la prueba de raíz unitaria, en este caso se usa la prueba CIPS de Pesaran (2007), revisar Anexo 7, y CADF Pesaran (2003), revisar Anexo 8, estas pruebas son consistentes ante la ya mencionada dependencia de sección transversal, y los resultados obtenidos reflejan que en niveles las variables para todos los grupos de países no son estacionarias, por lo que al aplicar la primera diferenciación este problema se corrige obteniendo valores consistentes en todos los grupos.

Posterior a esto se procedió a evaluar el proceso de cointegración, en primer lugar, se evalúa la relación de equilibrio en el corto plazo, para ello se hace uso de la prueba de Westerlund (2007), en la Tabla 7 se resumen los resultados obtenidos para cada uno de los grupos de países, esta prueba considera la corrección de la dependencia transversal al realizar una simulación Bootstrap, en este caso el conteo fue hasta 100, donde los estadísticos *Gt* y *Ga* comprueban la hipótesis de que al menos una unidad está cointegrada, mientras que, *Pt* y *Pa* aceptan que todo el panel se encuentra cointegrado.

Tabla 7

Prueba de cointegración de Westerlund (2007)

Grupo	Estadístico	Valor	Z-valor	p.valor robusto
Global	Gt	-2,58	-5,23	0,00
	Ga	-6,98	3,64	0,00
	Pt	-32,85	-14,51	0,00
	Pa	-14,62	-10,40	0,02
Ingreso alto	Gt	-2,61	-3,49	0,00
	Ga	-7,37	2,00	0,00
	Pt	-26,90	-14,02	0,00
	Pa	-9,90	-2,93	0,00
Ingreso medio alto	Gt	-2,39	-1,94	0,01
	Ga	-6,11	2,59	0,00
	Pt	-12,52	-3,63	0,05
	Pa	-5,16	0,64	0,08
Ingreso medio bajo	Gt	-2,33	-1,58	0,02
	Ga	-6,21	2,36	0,00
	Pt	-14,68	-5,74	0,02
	Pa	-7,78	-1,04	0,04
Ingreso bajo	Gt	-2,36	-0,65	0,15
	Ga	-6,30	0,87	0,01

Pt	-2,07	0,57	0,05
Pa	-5,53	0,13	0,02

Dicho esto, con el estadístico robusto se obtiene resultados consistentes para la cointegración de corto plazo en presencia de dependencia transversal, por lo cual, se puede constatar que para cada grupo de países se cumplen las hipótesis de cointegración al menos en una unidad, salvo en la muestra de países de ingreso bajo, en donde no se halla evidencia estadística robusta, tan solo se encuentra para alguna unidad en especial debido al valor del estadístico superior a 0.05. En síntesis, se comprueba en la mayoría de los grupos la existencia de un proceso de cointegración de corto plazo, al obtener valores de probabilidad por debajo de 0.05.

Por otro lado, siguiendo el esquema de cointegración, se evalúa la relación de largo plazo, haciendo uso de la prueba de Pedroni (1999), cuyos resultados se resumen en la Tabla 8, a partir de los cuales se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración y aceptar la hipótesis alternativa, dejando en evidencia la existencia de una relación de largo plazo entre las emisiones de GEI y cada una de las variables analizadas al presentarse valores estadísticamente significativos en los estadísticos paramétricos y no paramétricos ADF, PP, p y v, tanto para la muestra global como para cada uno de los grupos de países.

Tabla 8

Prueba de cointegración Pedroni (1999)

	Global	Ingreso alto	Ingreso medio alto	Ingreso medio bajo	Ingreso bajo
Estadísticos de prueba dentro de dimensión					
Panel estadístico v	-4,366	-2,01	-2,564	-2,521	-1,542
Panel estadístico-p	-7,649	-3,401	-6,533	-4,804	-1,629
Panel estadístico-PP	-30,53	-16,45	-20,26	-15,57	-9,053
Panel estadístico-ADF	-26,91	-14,02	-19,49	-14,82	-7,453
Estadísticos de prueba entre dimensiones					
Panel estadístico-p	-4,742	-1,561	-4,782	-3,317	-1,041
Panel estadístico-PP	-33,7	-17,43	-21,7	-16,79	-9,704
Panel estadístico-ADF	-28,99	-14,9	-20,11	-15,57	-7,929

Como tal se puede concluir que el panel de pendiente heterogénea se mueve de manera conjunta y simultánea en el tiempo para todas las muestras de países, sin embargo, con esta prueba solo se confirma la presencia de un efecto de cointegración entre las variables, para

poder medir su impacto o, dicho de otra manera, la fuerza del vector de cointegración, Pedroni (2001) plantea como alternativa el uso de estimadores PDOLS, los cuales son una extensión de los mínimos cuadrados ordinarios dinámicos, y se ven resumidos en la Tabla 9.

Tabla 9

Resultados de las estimaciones PDOLS por grupos de países

Grupo	Variables	Con efectos del tiempo		Sin efectos del tiempo	
		β	Estadístico	β	Estadístico
Global	Valor agregado bruto	4,24	23,52	4,24	18,40
	Urbanización	19,72	5,12	4,41	5,36
	Energía no renovable	17,23	7,18	6,72	11,91
	Energía renovable	-0,05	-0,64	144,90	-6,25
Ingreso alto	Valor agregado bruto	2,71	13,02	1,61	6,78
	Urbanización	13,61	5,46	15,85	3,00
	Energía no renovable	26,21	-0,37	15,88	8,65
	Energía renovable	17,88	-2,62	365,40	-8,39
Ingreso medio alto	Valor agregado bruto	5,86	24,89	4,76	17,82
	Urbanización	-1,85	4,13	5,81	2,44
	Energía no renovable	5,78	2,29	1,54	8,18
	Energía renovable	-1,34	-1,41	-0,68	0,84
Ingreso medio bajo	Valor agregado bruto	6,41	5,39	9,20	9,14
	Urbanización	-12,40	-1,82	-14,15	3,28
	Energía no renovable	3,33	4,07	0,01	3,84
	Energía renovable	-0,02	0,63	-2,79	-1,82
Ingreso bajo	Valor agregado bruto	9,44	5,39	-6,43	-1,69
	Urbanización	1,51	1,28	0,99	2,32
	Energía no renovable	4,71	5,33	-2,46	-0,06
	Energía renovable	-3,07	-4,91	-7,79	-2,45

Para culminar esta sección, los resultados reflejan como en el largo plazo considerando los efectos del tiempo y sin estos, el valor agregado bruto tiene un efecto positivo para con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero para todas las muestras de países, lo que desmiente la hipótesis de Kuznets ambiental y la relación negativa que por teoría se esperaría hallar conforme aumentan los recursos de un país, no está por demás recordar que en este caso el VAB viene siendo una proxy similar al crecimiento económico, solo que este es más ajustado dado la reducción de costes e impuestos a la producción. Por el contrario, la urbanización, y la energía renovable tienen efectos divergentes entre grupos.

Objetivo específico 3. *Estimar la relación de causalidad entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, con la aplicación del Test de Granger*

Con el propósito de responder al objetivo específico 3, en esta sección de resultados se presenta la causalidad de las variables independientes para con la dependiente y viceversa, esto con el fin de poder estimar si el efecto adverso de la contaminación es provocada por causas exógenas a esta como el valor agregado bruto al costo de los factores, la urbanización, que es creciente en la mayoría de países, así como el consumo de energías provenientes de bases fósiles y sobre todo el papel que cumplen las energías renovables.

En la Tabla 10 se presentan los resultados de la estimación de causalidad para paneles de datos propuesta por Dimistrecu-Hurlin (2012), de la que se puede observar que existe una relación estadísticamente significativa que permite afirmar la relación bicausal entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el valor agregado bruto al costo de los factores en la muestra global y el resto de muestras de países, por lo tanto, esta proxy de crecimiento económico conlleva una cuota de contaminación inherente producto del proceso industrial productivo, y así mismo este proceso contaminante tiene un efecto sobre el último.

Como se pudo observar en los resultados de largo plazo, el mayor efecto contaminante se observa en el grupo de países de ingresos bajos y el menor efecto se dio en los países de ingresos altos, por lo cual, el efecto potenciador del crecimiento económico no tiende a cumplirse bajo ningún esquema de crecimiento de ingresos, la contaminación afecta por igual conforme se avanza en el proceso productivo, he de allí que se obtenga una relación fuerte y bicausal sin importar el nivel de riqueza. Por otro lado, también se destaca el papel de la urbanización con un efecto bicausal y estadísticamente significativo.

Como se observó en la estimación de largo plazo la urbanización tiene efectos significativos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero solamente en el grupo de ingresos medio alto y medio bajo, la relación bidireccional confirma que hay un efecto doble entre el aumento de las masas en las urbes, sin embargo, tiene un efecto contrario en los países más industrializados donde ya se halla una cuota alta de población urbana, por lo tanto, sus efectos tienden a provocar estragos, situación que se ve contrastada por el grupo de países bajos donde solamente hay una relación unidireccional.

Por el lado de la energía no renovable se observa una relación bidireccional, para la mayoría de los grupos de países, salvo para los grupos de países de ingresos bajos, donde es el

consumo de energía no renovable quien provoca un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por último, la energía renovable también es significativa para la mayoría de los grupos de países, salvo el grupo de ingresos bajos, donde las emisiones de GEI no tienen un efecto sobre el consumo de energía renovable, pero si esta última sobre los gases de efecto invernadero.

Tabla 10

Resultados prueba de causalidad de Dumistrecu-Hurlin (2012)

		Global	Ingreso alto	Ingreso medio alto	Ingreso medio bajo	Ingreso bajo
Emisiones de GEI → Valor agregado bruto	Z-bar	25,48	11,10	23,76	9,95	1,82
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
Valor agregado bruto → Emisiones de GEI	Z-bar	29,90	2,95	23,95	9,95	3,60
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Emisiones de GEI → Urbanización	Z-bar	11,73	5,94	10,45	3,46	2,45
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Urbanización → Emisiones de GEI	Z-bar	19,53	10,53	15,20	8,82	0,12
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89
Emisiones de GEI → Energía no renovable	Z-bar	11,03	5,94	7,25	7,20	-0,61
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
Energía no renovable → Emisiones de GEI	Z-bar	11,28	5,94	5,50	6,05	4,36
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Emisiones de GEI → Energía renovable	Z-bar	15,71	15,61	6,71	4,54	-0,89
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
Energía renovable → Emisiones de GEI	Z-bar	14,18	9,54	7,07	6,99	3,57
	p-valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

7. Discusión

Objetivo específico 1. *Analizar la evolución y la correlación entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, mediante un análisis descriptivo.*

Como se pudo apreciar en la sección anterior, la evolución en el tiempo de la contaminación ambiental demuestra que los países de ingreso alto mantienen una tendencia en forma de U invertida, es decir los niveles de contaminación parecen aumentar desde 1990 a 2008, pero disminuyen en el largo plazo considerando el periodo 2010 a 2018. La razón para que diversos países desarrollados hayan experimentado bajas tasas de contaminación, se debe a la implementación de medidas para compensar la pérdida de competitividad empresarial, particularmente la Unión Europea ha tomado las iniciativas encaminadas a lograr industrias eco amigables con el ambiente (CEPAL, 2014).

Es destacable el desenvolvimiento de países nórdicos como Suecia, Finlandia, Dinamarca y Nueva Zelanda los cuales tienen un régimen totalmente comprometido con el cambio climático desde inicios de los 90. Los países nórdicos se posicionaron en el desarrollo sostenible de la sociedad desde una etapa temprana, este éxito también se debe a su alto grado de apertura económica, libre comercio, y años de concientización social (Nordic Council of Ministers, 2019). Mientras que, en Latinoamérica la política ambiental no tuvo mayor protagonismo a inicios de la década del 90, si bien ciertos países como México y Chile se adentraban en este ámbito, no es hasta 2005 con el Protocolo de Kioto que algunos países se unieron al compromiso de conservación ambiental (Günther y Gutiérrez, 2017).

En la década de 2010 la planificación económica ambiental proponía la idea de que luego de la crisis originada en 2008 significaría un cambio radical, poniendo fin a un estilo de desarrollo insostenible. Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados, el problema no se vería del todo resuelto, ya que en 2016 se generaron 242 millones de toneladas de desechos, de los cuales, el 34 % lo hicieron los países desarrollados de la región norteamericana y europea, mientras que, la región de Asia oriental y el Pacífico, a pesar de poseer menor población generan 23 % del total (Banco Mundial, 2014).

Por lo que se observa, se mantienen diferencias marcadas entre regiones en el adecuado manejo medioambiental. Esta diferencia normalmente es conocida como brecha financiera de adaptación, donde los costos financieros de la adaptación al cambio climático en los países en

desarrollo y la cantidad de dinero realmente disponible para cubrir costos de la degradación ambiental significan una comparativa económica, social, y cultural que aleja a los países de menores recursos de poder lograr la conservación ambiental (PNUMA, 2016). Aunque también influye el grado de educación y conciencia ambiental de la población, la mayoría de las ocasiones la falta de recursos y de planificación llevan al fracaso a los proyectos realizados.

Por lo tanto, esta brecha es un problema que engloba ciertos factores, pero que es completamente inherente a la conformación del conjunto de la economía como tal, pues alrededor de todo el globo existe desigualdad, crisis financieras, sanitarias, demográficas, migratorias y ambientales, donde prevalece la inequidad, ya que la mayor parte de la degradación ambiental se produce en la India, China y África Subsahariana, países de estructuras económicas débiles, que están siendo encaminadas a un peligroso deterioro del suelo y puede llegar a disminuir a la mitad la producción alimentaria (Gligo et al., 2020).

Actualmente, a nivel global se requiere más materiales por unidad de producción que hace 20 años, lo que ha provocado un aumento de la presión ejercida sobre el medio ambiente por cada unidad de actividad económica, la región asiática, encabezada por India y China como ya se mencionó, han elevado considerablemente su nivel de producción a costa de la conservación medioambiental, mientras que, los países europeos y norteamericanos han mantenido una mejor postura en el ámbito político ambiental (Banco Mundial, 2018).

Por otra parte, el panorama evolutivo del valor agregado bruto⁴ en el lapso 1990 al 2018 muestra que presentó una tendencia muy marcada hacia el alza en todos los grupos de países, sin embargo, persisten ciertas diferencias entre grupos, por ejemplo, en los países de ingresos altos esta variable había experimentado un crecimiento constante y superior al 24% en la década del 90 al 2000, mientras que, en los países de bajos ingresos alcanzaba del 20 al 22%. Situación similar al grupo de ingresos medios bajos donde el valor agregado bruto disminuyó considerablemente desde el año 1992 a 1997.

Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2006) expone que existieron diferencias en la intensidad del crecimiento en el periodo 1993-1998 para diversas regiones, pues, en África, Asia y en América Latina y Caribe, el crecimiento económico fue más lento y gradual, al contrario de Europa, y principalmente en América de Norte, donde el crecimiento fue más rápido y significativo.

⁴ Como ya se ha mencionado a lo largo de este documento esta variable sirve como proxy de crecimiento económico, por lo que es comparada desde ese punto de vista.

(Cabrera, 2014) también concuerda que en la década del 90 varios países en desarrollo se vieron afectados debido a la crisis del sistema monetario europeo entre 1992-1993, la crisis del efecto tequila de 1994-1995, y la crisis asiática que inicio en 1996.

Posterior a esta década el efecto positivo se presenta homogéneo en todos los grupos analizados, siendo el grupo de ingresos altos el de mejor tendencia, pues la prosperidad de la segunda mitad de los años noventa tuvo que ver con la recuperación de la economía norteamericana, aunque tiempo después tuvo un desfaz con el atentado de 2001, Según la Organización Mundial del Comercio (2002) la llegada de capital extranjero directo aumentó pronunciadamente desde la segunda mitad de 1990 en todo el mundo, en cambio, en 2001, aunque se redujera las entradas de IED en países desarrollados, el crecimiento fue moderado gracias al sector de los servicios, y en los países asiáticos y latinoamericanos se registraron fuertes entradas netas de capital en ese mismo año.

Este crecimiento continuó su ritmo desde 2002 a 2006 en un contexto caracterizado por una creciente burbuja inmobiliaria y el gran endeudamiento público y privado (Rapoport & Brenta, 2010). En el periodo 2007 a 2008 surge la crisis financiera producto del efecto especulativo llevado a cabo en Estados Unidos y en algunos países de la Unión Europea años antes, no obstante, su efecto fue de rápida recuperación, pues para el año 2010 existe una recuperación total del ritmo de crecimiento económico y de las relaciones comerciales; es partir del tercer trimestre de 2009 el crecimiento de las exportaciones a nivel global se incrementaban a un ritmo vertiginoso (Noguer, 2011).

En consecuencia, el lapso transcurrido entre el 2010 al 2018 estuvo marcado por un crecimiento más sostenido, pese a que se presentaron diversas complicaciones que pusieron en riesgo la estabilidad de las economías más grandes y pequeñas, el efecto del crecimiento en las economías en desarrollo fue decente. Resultados que pueden ser reafirmados con lo expuesto por la CEPAL (2013) que menciona que la recuperación del crecimiento de las exportaciones es mayor en los países exportadores de productos agroindustriales y menor es el efecto en los exportadores de hidrocarburos.

Mientras que, en el periodo 2012-2013, la fuerte demanda de bienes y servicios por parte de China a países en desarrollo logró mitigar el ralentizado crecimiento económico que experimentaban, ya en el 2015 el crecimiento del comercio estuvo a la par del PIB a nivel mundial (OMC, 2016). Parte de esta recuperación también se debe al aumento de la participación de las cadenas de valor agregado de la manufactura a nivel global, la cual presentó

mayor participación en los países de altos ingresos al pasar de 9,5% en 2000 a 12,7% en 2017, especialmente este aumento se dio en los países europeos, mientras que, la tasa de participación declinó en los países de ingresos medianos altos (Li et al., 2019).

Analizando el papel de la urbanización se observa como a través del tiempo esta ha presentado una tendencia hacia la baja en la mayoría de los países, distinguiéndose tres etapas, una que abarca antes del 2000 y es la más pronunciada, luego del 2000 la urbanización tiende a aumentar ligeramente hasta 2010, para luego volver a decaer a finales de la década. Precisamente esta primera etapa estuvo muy marcada en América Latina a fines de los 90. Esto se debe a que de 1980 a 1990 se redujo el crecimiento demográfico debido a la baja de niveles de fecundidad, así como la desconcentración demográfica hacia las áreas no metropolitanas, es decir zonas urbanas pero que no poseían gran aglomeración (CEPAL, 2002).

En lo que respecta a 2010 las regiones de Asia y América Latina lideraban el crecimiento de la población urbana, siendo esta última región donde mayor población vivía en las zonas urbanas, llegando al 75% de ocupación (ONU, 2010). Las perspectivas de la CEPAL (2019) exponen que en el largo plazo el porcentaje de urbanización será mucho menor al presentado en los últimos años. Sin embargo, en la última década se ha observado un cambio drástico del crecimiento urbano en la región latinoamericana, ya que las políticas de poblacionales han provocado que la fecundidad en la región llegue a niveles muy bajos, al igual que en la región europea (Cabella y Nathan, 2018).

De manera similar, la ONU (2018) expone que cerca del 55% de la población mundial vive en zonas urbanas, siendo Norteamérica y América Latina las zonas con mayor aglomeración urbana, no obstante, en algunos países se ha visto que en los últimos años el número de habitantes ha disminuido en las zonas urbanas, la mayor parte de estas se hallan en países de Asia y Europa, y este patrón se explica por las bajas tasas de fertilidad, la contracción económica, la inmigración y los desastres naturales

Ahora, centrándose en la segunda parte de este objetivo, a partir del análisis de correlación gráfica se demostró que, para todos los grupos de países, las emisiones de gases de efecto invernadero se encuentran correlacionadas positivamente con el valor agregado bruto, visto de otra manera, conforme aumentan los ingresos percibidos producto de un aumento de la producción los niveles de degradación ambiental se exacerban, provocando así un dilema económico medioambiental difícil de solventar.

De tal manera se rechaza al menos de manera gráfica que la relación hipotética ambiental de Kuznets sea válida en ninguna muestra analizada. Estos resultados son similares a los hallados por Jebli & Youssef (2017), Agboola, & Bekun (2019) y Kalayci (2019) este último estudiando el efecto de la contaminación y el crecimiento económico en los países del TLCAN durante el periodo 1990-2015 concluye que existe una relación positiva entre el crecimiento económico apertura comercial y emisiones de CO₂.

Los resultados obtenidos con los hallados por estos autores comparten similares causales, puesto que aún en los países de mayores ingresos, los niveles de contaminación todavía son altos independiente del estado de la economía, la contaminación se ha mantenido constante, los países altamente industrializadas, tienden a contaminar por la cantidad elaborada más que por el proceso propio por el que atraviesa la economía general, y sumado a esta, las imposiciones tributarias ambientales también han tendido a ser muy laxas en la mayoría de países lo que da un mayor margen de incremento de la contaminación.

De igual manera, en los países de menores ingresos la contaminación se ha mantenido constante al alza, aun existiendo procesos recesivos de la economía, entonces ¿influye el crecimiento del PIB o ¿el crecimiento del valor agregado? la respuesta a estas interrogantes probablemente sea la misma para los dos casos, si lo hace, la diferencia marcada entre estas dos radica en el origen y volumen del comercio. Empero en países tecnificados e industrializados, las recesiones producto del precio de materias pueden llegar a beneficiar a los fabricantes, aportando la misma cuota de contaminación por un menor precio, en los países de canastas de exportación de menor valor agregado un mayor aumento de extracción de recursos significa mayor contaminación (Martínez, 2014).

Por otro lado, la correlación gráfica entre el crecimiento urbano y la contaminación refleja que para el grupo de países de ingreso alto y bajo existe un incremento de las emisiones de GEI, por el contrario, para el grupo de países de ingreso medio alto y medio bajo la relación es negativa, la dinámica entre estos grupos de países funciona como dos polos. La sobrepoblación de las grandes urbes llega a provocar en ocasiones que se sature la capacidad de absorción de la nueva población en determinado lugar, junto con ello resulta más difícil mitigar los efectos adversos de la acción humana sobre el medioambiente si no se tiene un control adecuado del crecimiento poblacional (Luna et al., 2018).

En los países de menores ingresos la capacidad de inserción la nueva masa urbana resulta más difícil de lograr, al no contar con la infraestructura ni la planificación adecuada,

pero esto no es impedimento para la movilización, el crecimiento urbano siempre se orienta a las urbes de mayor densidad poblacional. Según Guan et al. (2018) el nivel de urbanización de los países más desarrollados en la última década aumentó de 70,1% a 77,5%, mientras que, la urbanización en los países subdesarrollados aumentó de 29,5% a 46,0%.

Por lo tanto, el resultado final en líneas generales permite afirmar que el nivel de contaminación es mayor conforme se incrementa el proceso de producción, y la urbanización crezca sin una planificación que controle los límites productivos y de subsistencia permisibles. Bajo los lineamientos de la hipótesis ambiental de Kuznets (1972) se permite rechazar la eficacia de la misma para solucionar los problemas ambientales. Si bien el grupo de ingresos altos muestra una relación curva que parece convalidar estos postulados, lo cierto es que en la mayoría de los grupos de países la contaminación se mantiene a ritmos excesivamente altos pese al pasar del tiempo.

Objetivo específico 2. *Determinar el equilibrio a largo plazo entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, a través de la aplicación de test de cointegración de panel*

En consecuencia, los resultados correspondientes al segundo objetivo de investigación responden a una estimación de efectos fijos, mismos que se comprobaron mediante la prueba de Hausman (1978). Adicionalmente, con el estadístico modificado de Wald (1949) y las pruebas de Wooldridge (2002) y Born y Breitung (2016), se analizó la existencia de heterocedasticidad y autocorrelación respectivamente, de lo que se pudo comprobar que existen estos dos problemas estadísticos en todos los grupos de países.

Por lo cual, siguiendo lo establecido por trabajos como los de Rasool et al. (2020); Wei et al. (2021) se utilizó como método de corrección la regresión de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles, cuyos resultados demostraron que el valor agregado bruto sirve como medida de crecimiento económico para explicar el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Pese a que el efecto en general es positivo, sigue existiendo dicha diferenciación entre grupos.

Es destacable que, en el grupo de ingresos altos se logra apreciar que el efecto del valor agregado bruto es menor que en el resto de los grupos, siendo los países de ingresos medios bajos los que mayor representación tienen el aumento de la contaminación ambiental. Una de las posibles causas de este comportamiento radica en que los países más desarrollados cuentan con industrias más tecnificadas y limpias, que generan mayor valor agregado y un menor impacto medioambiental (Martillo Alchundia et al., 2018).

Mientras que, en los países que cuentan con menor valor agregado su matriz productiva es muy limitada y en la mayoría, como los latinoamericanos o africanos, estos dependen económicamente de la extracción de recursos naturales del subsuelo, en esta muestra destacan países como India, Camerún, Bolivia, Pakistán, entre otros. Al respecto, Ren et al. (2014) argumentan que la minería y la explotación de canteras como industria básica produce productos y materiales de bajo valor agregado que producen a su vez una alta cuota de contaminación.

Un segundo posible causal de este comportamiento en los países de altos ingresos se debe al comercio internacional y la externalización de la contaminación; los dos más grandes contaminadores del mundo, Estados Unidos y China, transfieren entre el 6% y 19% de su contaminación hacia otros países. Por lo cual, Dai et al. (2021) reafirman los beneficios obtenidos de valor agregado de las exportaciones de Estados Unidos y China son mucho más altos que el traslado de la contaminación, sin embargo, esta brecha se está achicando con el paso del tiempo.

Por otra parte, la urbanización se encuentra ligada al desarrollo económico, el cual ha dependido de actividades como la industria petrolera, la agroindustria que generan una mayor afluencia de población a zonas cercanas donde se concentran este tipo de actividades, y con ello derivan en un consumo intenso de combustibles (Romero et al, 2016). Sin embargo, los resultados obtenidos mediante la estimación GLS demuestran un leve efecto reductor de las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque, como se dijo este efecto es apenas significativo.

Dichos resultados pueden verse contrastados con la realidad económica y social de cada país, desde la base teórica propuesta por Hederson (2004); Henderson et al. (2009) se propone que el mayor beneficio de la migración del campo a la ciudad es el incremento de la mano de obra hacia actividades de alta productividad y de mayor ingresos, situación que se ha evidenciado al menos en la mayoría de países de la región asiática que, entre el lapso de la década del 90 al 2000 experimentaron un auge de crecimiento urbano y económico.

Sin embargo, precisamente debido este crecimiento de la producción y de la población, los niveles de contaminación también pueden verse comprometidos, Para Shi (2003) el cambio de población a nivel mundial durante las últimas dos décadas está más que proporcionalmente asociado con el crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono, y que el impacto del cambio de población en las emisiones es mucho más pronunciado que del crecimiento económico. Katircioğlu y Katircioğlu (2018) también reafirman que el crecimiento urbano conlleva al aumento de la contaminación debido al aumento del consumo de energía y combustibles.

Continuando, al considerar el consumo de energía renovable y no renovable, se puede observar que, para todos los grupos de países, las energías no renovables tienen un efecto positivo en la contaminación ambiental, es decir, cuanto más se consuma combustibles fósiles, mayor será el aumento de los gases de efecto invernadero, según Fujiwara (2010) los sectores

de la energía y los transportes son los responsables del 39% de emisiones de gases contaminantes en el mundo. Mientras que, la generación a partir de fuentes renovables soluciona la problemática ambiental y permite diversificar la matriz energética (Cortés y Londoño, 2017).

De manera similar con los datos hallados, Dogan y Seker (2016) confirman que la energía no renovable logra aumentar las emisiones de CO₂ en la Unión Europea, Por otro lado, Ito (2017) sugiere que el consumo de energía no renovable tiene un impacto nocivo en los países en desarrollo más que en los desarrollados. Esta situación se ha venido advirtiendo por organismos internacionales con accionar sobre el cambio climático, la contaminación afecta a todos los países por igual, y la mayor fuente de contaminación son las actividades procedentes de energías fósiles, romper con ese paradigma es la tarea propuesta por los ODS 2030, pero alcanzarlos se torna complicado debido a la falta de apoyo por parte de la sociedad y de las grandes industrias.

Al abordar el tema del consumo de energías renovables, estas demuestran tener un efecto significativo para reducir la contaminación en todos los grupos, aunque su efecto sea bastante leve, se puede observar mejores resultados en el grupo de ingresos altos y, medios altos. Mientras que, en los países de más bajos ingresos el efecto es casi nulo. Dichos resultados se pueden afianzar con los obtenidos por Shafiei & Salim (2014) quienes concluyen que en el grupo de países de la OCDE el consumo de energía renovables disminuye las emisiones de CO₂. De manera similar Jaforullah & King (2015) mencionan que en el caso estadounidense los niveles de emisión de CO₂ están negativamente relacionados con el uso de energía renovable.

En concordancia con lo anterior, Paramati et al. (2017) en su investigación hallan que dentro del G20, principales economías del mundo, el consumo de energía renovable reduce sustancialmente las emisiones de CO₂ y aumenta la producción económica. Por otro lado, Bamati, & Raoofi. (2020) plantean que la producción de energía renovable está determinada por la exportación de alta tecnología en los países desarrollados, más, sin embargo, esta no es estadísticamente significativa para explicarla en el grupo de países en desarrollo.

En síntesis, los resultados descritos con los mencionados por estos autores tienen un punto en común, el uso de energías renovables solamente coadyuva al mejoramiento del medioambiente en países cuyos ingresos son superiores, por lo cual, las emisiones de CO₂ tienen diversos impactos dependiendo si los países son desarrollados o se encuentran en vías

de desarrollo, y aquí influye aparte del dinero, la capacidad tecnológica de respuesta, capital humano disponible, mismos que son insuficientes en países en vías de desarrollo.

Bien, hasta ahora se ha visto en primera instancia las aproximaciones relacionadas al VAB y la emisión de GEI, el panorama de esta estimación nos da a conocer que existe un problema contundente, pues conforme avanza el crecimiento económico, aun cuando la producción tenga o no gran potencial de valor agregado, este provoca la degradación ambiental. Por lo cual, haciendo uso de técnicas de cointegración se procedió a evaluar si esta relación tiende a prevalecer en el largo plazo.

En primer lugar, al evaluar la homogeneidad del panel se pudo comprobar que no existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis que la pendiente del panel se comporta de forma homogénea, esto se llevó a cabo mediante la prueba de Pesaran y Yamagata (2008), misma que es usada por Mensah et al. (2019) y Alvarado et al. (2021), hallando resultados similares respecto a la heterogeneidad del panel. Adicionalmente, se comprobó la existencia de dependencia de sección transversal entre las unidades con las pruebas de Pesaran (2004), seguida por Pesaran (2015) y Bailey et al. (2016). Con la evidencia necesaria para aceptar la dependencia de sección transversal, se utilizaron pruebas de raíz de unitaria segunda generación para validar la estacionariedad del panel, dichas pruebas fueron CIPS de Pesaran (2007) y CADF Pesaran (2003), estas pruebas son usadas por otros autores como Mercan & Karakaya (2015), Acaravci & Erdogan (2016), y Jardón et al. (2017) obteniendo resultados similares.

En consecuencia, se evaluó el equilibrio en el corto plazo, para ello se aplicó la prueba de Westerlund (2007) con una simulación Bootstrap de conteo máximo a 100, cuyos resultados permiten argumentar que los estadísticos robustos Gt y Ga son estadísticamente significativos para aceptar que al menos una unidad se encuentra cointegrada, mientras que, los estadísticos Pt y Pa aceptan que todo el panel se encuentra cointegrado. Esta prueba es lo suficientemente eficaz para permitir la dependencia tanto dentro como entre las unidades de sección transversal, incluso en muestras pequeñas (Westerlund & Edgerton, 2007).

Los resultados obtenidos coinciden con los de Cialani (2017) quien, al analizar 150 países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, logra concluir que mediante la prueba de arranque Westerlund (2007) existe un proceso de cointegración en el corto plazo. De manera similar, al estudiar un panel conformado por 68 países en vías de desarrollo y condicionado por la heterogeneidad y la correlación transversal, Dimitriadis et al. (2021) encuentran que

mediante la prueba de Westerlund (2007) Bootstrap existe cointegración entre la contaminación, el crecimiento económico y el consumo de energía renovable y no renovable.

Casi por finalizar, la estimación de largo plazo mediante la prueba de cointegración de Pedroni (1999) permite la presencia de interdependencia transversal, por lo cual, en presencia de esta los resultados obtenidos son consistentes y reflejan que tanto dentro como entre las dimensiones las variables consumo de energía renovable, no renovable, y el valor agregado se mueven de manera conjunta y simultánea con las emisiones de CO₂ para todos los grupos de países. Estos resultados pueden verse respaldados por otros hallados por investigadores como Velez (2016); Jebil & Youssef (2016); Khan et al. (2018); Anwar et al. (2019) quienes usando técnicas de cointegración hallan una relación significativa en el largo plazo entre el valor agregado y la contaminación.

Por otro lado, al analizar el papel de la urbanización se observa que también es estadísticamente significativa en todos los grupos, resultados que son similares a los hallados por Kasman & Duman (2015) y Ramos & Jumbo (2018). Por último, la energía renovable y no renovable también presenta significancia para confirmar la existencia de una relación de largo plazo, los cuales pueden ser reafirmados por Dogan (2017); Zoundi (2017) quienes en sus estudios determinan que el nivel de contaminación proveniente de fuentes fósiles son los principales precursores del proceso de contaminación, y destacan como medida de política la creación de regulaciones impositivas para la disminución del consumo de este tipo de energías, por opciones renovables.

Una vez dicho esto, los resultados PDOLS para la urbanización reflejan que para la mayoría de grupos el crecimiento urbano aumenta la contaminación, a excepción de los países de ingreso medio alto y medio bajo donde existe un efecto negativo sobre la contaminación en el largo plazo, es decir la migración rural a las ciudades y el extenso crecimiento poblacional urbano tiende a mejorar el producto interno si se absorbe la nueva mano de obra en actividades industriales de menos impacto y de mayor valor. Estos resultados son compartidos por Adams et al. (2018), Ponce & Alvarado (2019) y Kirikkaleli & Kalmaz (2020).

Al respecto del consumo de energías renovables y no renovables mediante la estimación dinámica se obtuvo que el consumo de energías no amigables con el ambiente provocan el incremento de los GEI en el largo plazo, mientras que, la energía renovable disminuye en la mayoría de grupos la contaminación, a excepción del grupo de ingresos altos, aunque el beta obtenido es menor que la energía contaminante, dichos resultados son similares y concluyentes

a los obtenidos por Ulucak & Khan (2020), y Luo et al. (2021) quienes concluyen que las fuentes renovables de energía y la promoción de innovaciones para la eficiencia energética pueden reducir las emisiones de CO₂.

Por lo tanto, en función del contraste realizado se puede afirmar que la hipótesis ambiental de Kuznets (1972) no se puede aceptar como una alternativa viable de protección ambiental de largo plazo, ya que el crecimiento de la economía, visto por el aumento del valor agregado bruto, no reduce la degradación ambiental en ningún grupo de países, y no permite minimizar el problema; los países en vías de desarrollo, por otra parte llevan el peor escenario debido al modelo de producción primario que representa la mayoría de estos, lo cual dificulta garantizar un crecimiento sostenido en el tiempo.

Objetivo específico 3. *Estimar la relación de causalidad entre los gases de efecto invernadero, el valor agregado al costo de los factores y la urbanización a nivel mundial y por niveles de ingreso, periodo 1990-2018, con la aplicación del Test de Granger*

Antes de adentrarse completamente al tercer objetivo de esta investigación, es de mencionar que los resultados obtenidos hasta el momento para la relación entre el valor agregado y la contaminación han mostrado comportamientos similares, pues desde el análisis gráfico no se apoya la supuesta relación teórica planteada por Kuznets, tampoco se lo hace con el análisis preliminar FGLS, y al observar los resultados de la prueba de corto y largo plazo de Westerlund (2007) y Pedroni (2001) se confirma un proceso de cointegración, pero el efecto que tiene el VAB sobre las emisiones de GEI es significativo, provocando así el aumento de la contaminación.

Mediante el análisis de causalidad de tipo Granger planteado por Dumistrecu & Hurlin (2012) se analizó la dirección de tal efecto, esta prueba sigue la causalidad de Granger (1969) pero aplicado para modelos de datos de panel de pendiente heterogénea promediando entre las unidades transversales, lo que lo convierte en una prueba consistente y de buenas propiedades ante dependencia de sección transversal. Dicho esto, al analizar la dirección del efecto de largo plazo del crecimiento económico se obtuvo que existe una relación bidireccional con las emisiones de GEI.

Como se observó en los resultados dinámicos (PDOLS) el grupo donde mayor se siente el impacto de la degradación ambiental es en el grupo de países de menor valor agregado o de menores ingresos, precisamente se explicaba que dentro de esta muestra prevalece un indicador común, estos países al ser mayormente exportadores de materias primas, recursos naturales como el petróleo, tienen una fuente productiva de poco valor, por lo cual, esta limitante hace que se encuentren en desventaja frente a otros países cuya base comercial se especializa en diversos productos elaborados, esta actividad genera mayores repercusiones en el ambiente que las actividades en países que no poseen una base productiva dependiente de recursos naturales.

Al respecto, Alshehry, & Belloumi (2015) analizando la relación causal dinámica del consumo de energía, el crecimiento económico y la contaminación ambiental en Arabia Saudí, obtienen resultados similares al concluir que existe una relación de causalidad bidireccional entre las emisiones de dióxido de carbono y el crecimiento económico. De igual manera Jebil & Youssef (2016) analizando el caso de Turquía con las pruebas de causalidad hallan como

resultado que existe una causalidad bidireccional, por lo que el supuesto de Kuznets (EKC) no es válido.

Mientras que, Lu (2017) analizando 24 países asiáticos de bajos ingresos reafirman los resultados hallados al concluir que existe una causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico a las emisiones de CO₂, y, además, se encontraron dos relaciones causales bidireccionales entre las emisiones de CO₂ y el consumo de energías renovables. Por su parte, Anwar et al. (2020) en su investigación sobre el valor agregado industrial per cápita, el transporte y la contaminación concluyen que el VAB causa el deterioro de la calidad del medio ambiente a largo plazo, y cuya relación es de carácter unidireccional.

Por lo tanto, se podría decir que las políticas ambientales y energéticas necesitan ser personalizadas en todos los países, en lugar de ser estandarizadas, también en la formación de políticas ambientales además del crecimiento económico los efectos de factores sociales y demográficos debería ser considerado (Fotourehchi & Şahinöz, 2017). Ya que el papel que juegan las políticas ambientales en los países en desarrollo muestra resultados adversos

Ahora, al abordar el tema de la urbanización, en los resultados obtenidos se puede observar que la relación causal entre esta y las emisiones de gases de efecto invernadero es bidireccional en la mayoría de grupos, salvo por el grupo de ingresos bajos, aquí hay una relación unidireccional que va desde la urbanización hacia las emisiones de gases de efecto invernadero, dichos resultados se asemejan a los encontrados por Salahuddin et al. (2019), quien expone que la globalización y la urbanización tienen un efecto positivo y bidireccional en las emisiones de CO₂.

De manera contraria Kirikkaleli & Kalmaz (2020) concluyen de su estudio para Turquía que existe un papel moderador de la urbanización en los indicadores de emisiones de CO₂ dada la dirección del efecto que tiene sobre esta última con la prueba de causalidad. De manera similar. El crecimiento de la población en los países menos desarrollados ha tenido grandes avances, pero con ello la urbanización también ha ido incrementándose, dejando en peligro la capacidad de mantener un desarrollo equilibrado. La migración a las ciudades por falta de oportunidades productivas y la sobreexplotación en las zonas rurales provoca que el fenómeno de la urbanización sea causa de la contaminación y a su vez esta genere más contaminación.

Es por ello por lo que, el Banco Mundial (2010) destaca la inversión en zonas rurales para desacelerar la ola de emigrantes a las ciudades, pues en muchos países en desarrollo estas zonas aglutinan a la mayoría de las personas pobres y absorber ese trabajo en la zona urbana

requiere de décadas. Por lo cual, resulta fundamental poder vincular nuevamente el sector agrícola con el resto de la economía, el desarrollo agrícola optimizado podría generar mayores oportunidades para la población rural antes que optar por la emigración a las ciudades y garantiza la seguridad alimentaria (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017).

Los resultados de la prueba de causalidad para las variables consumo de energía renovable y no renovable permiten dilucidar que para todos los grupos a excepción de los países de ingresos bajos tanto el consumo de energía renovable como no renovable tienen una relación bidireccional, solo en el grupo mencionado dicho efecto es unidireccional, es decir va desde el consumo de energía hacia la contaminación ambiental y no viceversa, lo que deja al entendimiento el problema arraigado al consumo de energías cuyas fuentes no son adecuadas para garantizar la conservación ambiental en el largo plazo, ante esto resulta necesario cambiar la forma en cómo se están llevando las actividades productivas, y cotidianas en los países menos comprometidos con el cuidado ambiental.

Autores como Boontome et al. (2017) exponen resultados similares, por ejemplo, en su estudio para Tailandia concluyen que existe una causalidad unidireccional que va desde el consumo de energía no renovable hasta las emisiones de CO₂. Jebil et al. (2020) por su parte plantean que el consumo de energía renovable conduce a una disminución de valores agregados industriales y en las emisiones de CO₂ en todos los grupos de países a excepción de los países de ingresos medios bajos. Mientras que, Usman et al. (2020) concluye que, al considerar la utilización de energías renovables en Asia, Europa, y América estas logran la reducción de la huella ecológica considerablemente.

Para finalizar, se puede afirmar que la hipótesis ambiental de Kuznets (1972) no se cumple, ya que el efecto que tiene el crecimiento económico repercute directamente en el nivel de contaminación, viéndose mayormente afectados los países en vías de desarrollo con bases primarias de producción y la dependencia de recursos naturales. Por lo cual, el cambio de matriz productiva y energética a nivel global es una alternativa que ya no debe ser considerada como opción, sino como una necesidad, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es un tema que debe ser primordial de todos los gobiernos, llegar a 2030 con menores emisiones es el primer paso de un camino que apenas se ha comenzado, pero que ya lleva décadas provocando estragos en lo económico y social.

8. Conclusiones

Una vez presentados los resultados para cada objetivo específico, y, siguiendo la hipótesis general de investigación, la cual pretende comprobar la validez de la hipótesis ambiental de Kuznets para 80 países del mundo divididos por grupos de ingresos en el corto y largo plazo durante el periodo de 1980 a 2018; se puede afirmar que dicha hipótesis no se cumple, por lo que en función de ello se detallan las siguientes conclusiones:

En primer lugar, del análisis de evolución y correlación se concluye que el valor agregado bruto y las emisiones de gases de efecto invernadero han mantenido un ritmo constante de crecimiento a lo largo del tiempo en la mayoría de los grupos analizados, salvo por el grupo de países de ingreso alto, en donde la contaminación tiende a disminuir con el pasar del tiempo. No obstante, la correlación entre las variables reveló que el incremento de la actividad económica conduce al aumento de la contaminación, por lo que se concluye que la hipótesis ambiental de Kuznets (1972) no es válida, ya que los buenos resultados presentados por el grupo de países desarrollados responderían a otros factores como la política fiscal, la cultura, y la conciencia ambiental, antes que solo a un incremento directo de los ingresos.

Por otro lado, evaluando el proceso de convergencia, mediante el estimador de Westerlund (2007); Pedroni (1999); Pedroni (2001) se llega a la conclusión que todas las variables mantienen una relación significativa en el corto y largo plazo, evidenciándose que el valor agregado bruto, la energía no renovable y la urbanización tienen un efecto positivo sobre las emisiones de GEI en todos los grupos, siendo el grupo de ingresos bajos y medios bajos donde el efecto tiende a ser mayor, lo que se explicaría por la dependencia de estos países en de materias primas ligadas al proceso de contaminación como la extracción de recursos naturales, consumo de energías de fuente fósil, y el proceso de urbanización sin planificación. De esta manera se rechaza nuevamente la validez de la hipótesis de Kuznets (1972), y se destaca el papel de la energía renovable como determinante para mitigar este problema.

Finalmente, del análisis de causalidad mediante el estimador de Dumistrecu & Hurlin (2012) se concluye que existe un efecto bidireccional en la mayoría de las variables, siendo destacable el papel del valor agregado bruto y el consumo de energía renovable. Esta direccionalidad permite entender como los procesos de interacción entre variables económicas y ambientales se relacionan de manera conjunta, lo que hace unos años atrás la teoría económica creía intrascendente, hoy es un tema de suma importancia para la comunidad

académica, los gobiernos, y el mundo entero. Por lo que resulta de vital importancia la implementación de políticas encaminadas a mitigar y corregir estos problemas en el largo plazo.

9. Recomendaciones

Ante el creciente efecto del crecimiento económico, se recomienda a los países de altos ingresos aumentar el porcentaje de zonas protegidas destinadas para la conservación ambiental, particularmente zonas boscosas y océanos que son las que mayormente se ven afectadas por la acción industrial, así como también diversificar el sistema de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, esto con el fin de amortiguar los efectos negativos del calentamiento global.

Se recomienda el fortalecimiento de alianzas, y la búsqueda de financiamiento internacional como el Fondo Verde Climático creado por Naciones Unidas, para que los países apliquen un sistema de sondeo y seguimiento de la huella de carbón, que permita contar con información completa de la situación ambiental, y así poder establecer las tasas adecuadas para grabar con impuestos a las actividades que mayor contaminación generen, esto con el propósito de llevar a cabo una correcta distribución de las obligaciones ambientales y controlar así el nivel de contaminación.

Como se pudo evidenciar anteriormente, los países de menores ingresos son quienes mayores problemas de conservación ambiental demuestran, sin embargo, se encuentran en su mayoría dotados de recursos naturales que les permitiría cambiar su forma de producción tradicional basada en energías fósiles, por lo que se recomienda encaminarse en un proceso de cambio de matriz productiva basada en una producción de mayor valor agregado a largo plazo, identificando ventajas comparativas que permitan obtener mayores beneficios económicos, pues el depender de una canasta de producción primaria condena su desarrollo sostenible. Para su financiamiento los países pueden aumentar su porcentaje de gasto público, o la conformación de alianzas internacionales como la Alianza global contra el cambio climático para estados insulares en desarrollo y países menos desarrollados.

Con respecto a los efectos de la urbanización en el medio ambiente, se recomienda aplicar un plan de reordenamiento territorial enfocado en la planificación económica articulada entre lo urbano y rural con miras de largo plazo, donde estén inmersos gobiernos abiertos cuya gobernabilidad se vea encaminada por un modelo de economía circular de metas fijas, y garantizar la disponibilidad de energías sustentables, para de esta manera aliviar el exceso de consumo energético y de recursos en las ciudades altamente pobladas.

Finalmente, los gobiernos deben procurar de manera articulada con el sector privado la creación de plazas de empleo, así como la atracción de inversión extranjera que permita absorber el aumento de la mano de obra, retomar la mira en el agro es una solución para socavar el desempleo existente e ir reduciendo la sobrepoblación de las zonas urbanas, los países en desarrollo como los latinoamericanos, asiáticos y africanos cuentan con un gran potencial aun no explotado.

10. Bibliografía

- Abbasi, M. A., Parveen, S., Khan, S., & Kamal, M. A. (2020). Urbanization and energy consumption effects on carbon dioxide emissions: evidence from Asian-8 countries using panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(15), 18029-18043.
- Acaravci, A., & Erdogan, S. (2016). The convergence behavior of CO₂ emissions in seven regions under multiple structural breaks. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(3), 575-580.
- Adams, S., Adom, P., & Klobodu, M. (2016). Urbanization, regime type and durability, and environmental degradation in Ghana. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(23), 23825-23839.
- Adedoyin, F., Alola, A., & Bekun, F. V. (2020). The nexus of environmental sustainability and agro-economic performance of Sub-Saharan African countries. *Heliyon*, 6(9), e04878.
- African Economic Outlook (2016). Sustainable Cities and Structural Transformation. https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/AEO_2016_Report_Full_English.pdf
- Agboola, M. O., & Bekun, F. V. (2019). Does agricultural value added induce environmental degradation? Empirical evidence from an agrarian country. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(27), 27660-27676.
- Ahmed, Z., Zafar, M. W., & Ali, S. (2020). Linking urbanization, human capital, and the ecological footprint in G7 countries: an empirical analysis. *Sustainable Cities and Society*, 55, 102064.
- Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Duarte, C. M., Montes, C., Pardo, M., ... & Valladares Ros, F. (2010). Cambio Global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra.
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2015). Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 237-247.
- Alvarado, R., Ortiz, C., Jiménez, N., Ochoa-Jiménez, D., & Tillaguango, B. (2021). Ecological footprint, air quality and research and development: the role of agriculture and international trade. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125589.
- Anwar, A., Ahmad, N., & Madni, G. R. (2020). Industrialization, freight transport and environmental quality: evidence from belt and road initiative economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(7), 7053-7070.

- Anwar, A., Sarwar, S., Amin, W., & Arshed, N. (2019). Agricultural practices and quality of environment: evidence for global perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15617-15630.
- Arrhenius, S. (1896). XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41(251), 237-276.
- Bacha, E. L. (1979). The Kuznets curve and beyond: Growth and changes in inequalities. In *Economic growth and resources* (pp. 52-88). Palgrave Macmillan, London.
- Bamati, N., & Raoofi, A. (2020). Development level and the impact of technological factor on renewable energy production. *Renewable Energy*, 151, 946-955.
- Banco Mundial. (2010). Informe sobre el crecimiento: Estrategias para el crecimiento sostenido y el desarrollo incluyente. *Washington, DC: Grupo del Banco Mundial*.
- Banco Mundial. (2014). El financiamiento basado en los resultados para los residuos sólidos urbanos. *Informe del Banco Mundial*.
- Banco Mundial. (2018). Marco operativo para el fortalecimiento de los sistemas de salud pública humana, animal y ambiental en su interfaz. *Washington, DC: Grupo del Banco Mundial*.
- Bekhet, H. y Yasmin, Y. (1990). Divulgación de la relación entre CO₂, Emisiones, Consumo de energía, Crecimiento económico y comercio bilateral entre Singapur y Malasia. *Academia Mundial de Ciencias, Ingeniería y Tecnología Vol:81*.
- Bello, W., Seoane, J., y Taddei, E. (2010). 2000: el año de la protesta global contra la globalización. *Resistencias mundiales: de Seattle a Porto Alegre*, 179-84.
- Ben Jebli, M., & Ben Youssef, S. (2017). Renewable energy consumption and agriculture: evidence for cointegration and Granger causality for Tunisian economy. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 24(2), 149-158.
- Black, D., & Henderson, V. (1999). A theory of urban growth. *Journal of political economy*, 107(2), 252-284.
- Boontome, P., Therdyothin, A., & Chontanawat, J. (2017). Investigating the causal relationship between non-renewable and renewable energy consumption, CO₂ emissions and economic growth in Thailand. *Energy Procedia*, 138, 925-930.
- Cabella, W., & Nathan, M. (2018). Los desafíos de la baja fecundidad en América Latina y el Caribe. *Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA)*, 34.
- Cabrera, A. (2014). Historia económica mundial 1950–1990. *Economía Informa*, 385, 70-83.

- Chang, M. (2005). La economía ambiental en ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, México, Miguel Ángel Porrúa.165-178.
- Cialani, C. (2017). CO₂ emissions, GDP and trade: a panel cointegration approach. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 24(3), 193-204.
- Coase, R. (1960). The Journal of LAW c. Journal of Law and Economics, 3, 1-44.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2002). Urbanización, redistribución espacial de la población y transformaciones socioeconómicas en América Latina. *CEPAL. ISBN: 9213220758*
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2014). Políticas climáticas en países desarrollados: impacto en América Latina. *Naciones Unidas, Santiago de Chile.*
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2017). El cambio climático, la agricultura y la pobreza en América Latina. *Naciones Unidas. S.17-00147*
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales. *Naciones Unidas.*
- Cortés, S., y Londoño, A. A. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38), 375-390.
- Dai, F., Yang, J., Guo, H., & Sun, H. (2021). Tracing CO₂ emissions in China-US trade: A global value chain perspective. *Science of The Total Environment*, 775, 145701.
- De la Fuente, E. B., y Suárez, S. A. (2008). Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura. *Ecología austral*, 18(3), 239-252.
- Deng, Q., Alvarado, R., Toledo, E., & Caraguay, L. (2020). Greenhouse gas emissions, non-renewable energy consumption, and output in South America: the role of the productive structure. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15.
- Dimitriadis, D., Katrakilidis, C., & Karakotsios, A. (2021). Investigating the dynamic linkages among carbon dioxide emissions, economic growth, and renewable and non-renewable energy consumption: evidence from developing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Dogan, E. (2017). CO₂ emissions, real GDP, renewable energy and tourism: evidence from panel of the most-visited countries.
- Dogan, E., & Seker, F. (2016). Determinants of CO₂ emissions in the European Union: the role of renewable and non-renewable energy. *Renewable Energy*, 94, 429-439.

- Enríquez, J. E. (2020). La Curva de Kuznets como medidor de crecimiento y desigualdad para el Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE*. ISSN: 2600-6030., 3(5), 2-11.
- Essien, A. (1980). An empirical analysis of energy consumption, CO₂ emissions and economic growth: The Nigerian case: 1980-2009. *CO₂ Emissions and Economic Growth: The Nigerian Case, 2009*.
- Fotourehchi, Z., & Şahinöz, A. (1970). The Determinants of Environmental Degradation: An Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Ekonomik Yaklasim*, 27(99), 139-139.
- Fourier, J. B. J. (1824). *Théorie du mouvement de la chaleur dans les corps solides*.
- Fujiwara, E. O. (2010). Energía y medio ambiente. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, (9), 51-65.
- Gligo, N., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzovic, F., Carrizosa, J., ... & Villamil, J. J. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Gómez, P., & Enrique, J. (2010). Environmental economics, a theoretical retrospective. *Accounting notes*, (5).
- Goodland, R., & Ledec, G. (1987). Neoclassical economics and principles of sustainable development. *Ecological modelling*, 38(1-2), 19-46.
- Gore, A. (1993). Earth in the balance: Ecology and the human spirit. *J. of Leisure Res*, 25(2), 218.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement.
- Guan, X., Wei, H., Lu, S., Dai, Q. & Su, H. (2018). Evaluación de la estrategia de urbanización en China: Logros, desafíos y reflexiones. *Hábitat Internacional*, 71, 97-109.
- Hamer, A. (1985). Urbanization patterns in the Third World: Fostering efficient growth. *Finance & Development*, 22(001).
- Henderson, J. V., Quigley, J., & Lim, E. (2009). Urbanización en China: cuestiones y opciones de política. *Manuscrito inédito, Brown University*.
- Henderson, V. (2003). The urbanization process and economic growth: The so-what question. *Journal of Economic growth*, 8(1), 47-71.
- Holdren, JP, Morris, G. y Mintzer, I. (1980). Aspectos ambientales de las fuentes de energía renovables. *Revisión anual de energía*, 5 (1), 241-291.
- Hueting, R. (1987). Economic aspects of environmental accounting. *journal of Interdisciplinary Economics*, 2(1), 55-71.2

- Hwang, Y. K. (1990). The Impacts of Economic Growth, Renewable Energy Consumption, Trade Openness and Gross Fixed Capital Formation on Environmental Degradation: Verification of the EKC and the RKC in Latin American Countries.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021 The Physical Science Basis. IPCC. ISBN 978-92-9169-158-6
- Islam, M. (2021). Influence of economic growth on environmental pollution in South Asia: a panel cointegration analysis. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 5(3), 951-973.
- Ito, K. (2017). CO₂ emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151, 1-6.
- Jaforullah, M., & King, A. (2015). Does the use of renewable energy sources mitigate CO₂ emissions? A reassessment of the US evidence. *Energy Economics*, 49, 711-717.
- Jardón, A., Kuik, O., & Tol, R. S. (2017). Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean. *Atmósfera*, 30(2), 87-100.
- Jebli, M. B., Farhani, S., & Guesmi, K. (2020). Renewable energy, CO₂ emissions and value added: Empirical evidence from countries with different income levels. *Structural Change and Economic Dynamics*, 53, 402-410.
- Kahn, H., Brown, W., & Martel, L. (1976). Next 200 years: A scenario for America and the world.
- Kalayci, C. (2019). The impact of economic globalization on CO₂ emissions: The case of NAFTA countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 356.
- Kaldor, N. (1966). Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom: an inaugural lecture. Cambridge University Press
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. *Economic modelling*, 44, 97-103.
- Katircioğlu, S. y Katircioğlu, S. (2018). Probando el papel del desarrollo urbano en la curva de Kuznets ambiental convencional: evidencia de Turquía. *Cartas de economía aplicada*, 25 (11), 741-746.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications.
- Khan, M. T. I., Ali, Q., & Ashfaq, M. (2018). The nexus between greenhouse gas emission, electricity production, renewable energy and agriculture in Pakistan. *Renewable Energy*, 118, 437-451.

- Kirikaleli, D., & Kalmaz, D. B. (2020). Testing the moderating role of urbanization on the environmental Kuznets curve: empirical evidence from an emerging market. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(30), 38169-38180.
- Kuznets, S. (1972). Innovations and adjustments in economic growth. *The Swedish Journal of Economics*, 74(4), 431-451.
- Larrouyet, M. C. (2015). Sustainable development: origin, evolution and its implementation for the care of the planet.
- Li, X., Meng, B., & Wang, Z. (2019). Recent patterns of global production and GVC participation. *Global Value Chain Development Report 2019*, 9.
- Lu, W. C. (2017). Renewable energy, carbon emissions, and economic growth in 24 Asian countries: evidence from panel cointegration analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(33), 26006-26015.
- Luo, R., Ullah, S., & Ali, K. (2021). Pathway towards Sustainability in Selected Asian Countries: Influence of Green Investment, Technology Innovations, and Economic Growth on CO₂ Emission. *Sustainability*, 13(22), 12873.
- Malthus, T. (1798). *An Essay on the Principle of Population. An Essay on the Principle of Population, as it Affects the Future Improvement of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers. St. Paul's church-yard*.
- Marsh, C. P., & Christenson, J. A. (1976). Support for Economic Growth and Environmental Protection 1973-1975.
- Martillo Alchundia, I., Alvarado Zabala, J., y Yance Carvajal, C. (2018). Alternativas ambientales para el tratamiento de los desechos tecnológicos. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, (noviembre).
- Martínez, J. M. (2014). Desarrollo económico, países emergentes y globalización. *eXtoikos*, (14), 5-14.
- Marx, K. (1867). *Das Kapital: Volume I* (Vol. 6). William Milner.
- McMichael, A. J. (2013). Globalization, climate change, and human health. *New England Journal of Medicine*, 368(14), 1335-1343.
- Mensah, I. A., Sun, M., Gao, C., Omari-Sasu, A. Y., Zhu, D., Ampimah, B. C., & Quarcoo, A. (2019). Analysis on the nexus of economic growth, fossil fuel energy consumption, CO₂ emissions and oil price in Africa based on a PMG panel ARDL approach. *Journal of Cleaner Production*, 228, 161-174.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2009). An Assessment of Assessments: Findings of the Group of Experts Pursuant to UNGA Resolution 60/30, 1, 361.

- Mukherjee, S., & Kathuria, V. (1991). Is economic growth sustainable? Environmental Quality of Indian states post 1991. *Environmental Quality of Indian States Post*.
- Nathaniel, S., Nwodo, O., Sharma, G., & Shah, M. (2020). Renewable energy, urbanization, and ecological footprint linkage in CIVETS. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(16), 19616-19629.
- Noguer, M. (2011). La recuperación del comercio mundial. Lo que la crisis se llevó. *Documentos de economía" la Caixa"*.
- Nordic Council of Ministers. (2019). Welcome to the Nordic Council of Ministers. What we do and how we do it.
- Organización de las Naciones Unidas (2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2006). Informe de la subregión del Cono Sur. Departamento Forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Organización de las Naciones Unidas-Habitat (2011). Informe anual de ONU hábitat 2010. Por un mejor futuro Urbano.
- Organización Mundial del Comercio (2002). Evolución del comercio mundial en 2001 y perspectivas para 2002.
- Organización Mundial del Comercio (2016). Examen estadístico del comercio mundial 2016. https://www.wto.org/spanish/res_s/statis_s/wts2016_s/wts16_toc_s.htm
- Özokcu, S., & Özdemir, Ö. (2017). Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 639-647.
- Paramati, S. R., Mo, D., & Gupta, R. (2017). The effects of stock market growth and renewable energy use on CO2 emissions: evidence from G20 countries. *Energy Economics*, 66, 360-371.
- Parikh, J., & Shukla, V. (1995). Urbanization, energy use and greenhouse effects in economic development: Results from a cross-national study of developing countries. *Global environmental change*, 5(2), 87-103.
- Pigou, A. C. (1920). The Economics of Welfare. <https://academic.oup.com/ej/article-abstract/31/122/206/5282353>
- Ponce, P., & Alvarado, R. (2019). Air pollution, output, FDI, trade openness, and urbanization: evidence using DOLS and PDOLS cointegration techniques and causality. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(19), 19843-19858.

- Quesnay, F. (1758). *Tableau économique*, primera edición; reproducido en 1894 en facsímil por la British Economic Association.
- Ramos, A., & Jumbo, B. (2018). Emisiones de CO₂, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano, un análisis de cointegración para datos de panel a nivel mundial período 1986-2016. *Revista Vista Económica*, 5(1), 90-104.
- Rapoport, M., & Brenta, N. (2010). La crisis económica mundial: ¿el desenlace de cuarenta años de inestabilidad? *Problemas del desarrollo*, 41(163), 7-30.
- Ren, S., Yuan, B., Ma, X., & Chen, X. (2014). International trade, FDI (foreign direct investment) and embodied CO₂ emissions: A case study of China's industrial sectors. *China Economic Review*, 28, 123-134.
- Robalino, A., Mena, Á., García, J., & Golpe, A. (2015). Studying the relationship between economic growth, CO₂ emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980–2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 602-614.
- Rojas, G. C., Tacuri, D. V., Monsalve, D. F., & Jara, J. P. (2019). Efecto de la segregación de energías en la hipótesis de la curva ambiental de kuznets. Un estudio para el caso ecuatoriano. *INNOVA Research Journal*, 4(2), 102-119.
- Romero, M., Diego, F., y Álvarez, M. (2016). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 44(2), 0-0.
- Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Salahuddin, M., Ali, M. I., Vink, N., & Gow, J. (2019). The effects of urbanization and globalization on CO₂ emissions: evidence from the Sub-Saharan Africa (SSA) countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(3), 2699-2709.
- Selden, T.M. y Song, D.S. (1994) Environmental Quality and Development: ¿Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, 147-162. <http://dx.doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>
- Shafiei, S., & Salim, R. A. (2014). Non-renewable and renewable energy consumption and CO₂ emissions in OECD countries: a comparative analysis. *Energy Policy*, 66, 547-556.
- Shi, A. (2003). The impact of population pressure on global carbon dioxide emissions, 1975–1996: evidence from pooled cross-country data. *Ecological economics*, 44(1), 29-42.
- Smith, A. (1776). *La riqueza de las naciones*.
- Solow, R. (1956). "A contribution to the theory of economic growth" in *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1, 65-94.

- Tyndall, J. (1861). XXIII. On the absorption and radiation of heat by gases and vapours, and on the physical connexion of radiation, absorption, and conduction..The bakerian lecture. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 22(146), 169-194.
- Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the ecological footprint: role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101996.
- United Nations Environment Program. (2016). The adaptation finance gap report. <https://unepdtu.org/publications/the-adaptation-finance-gap-report/>
- United Nations Environment Program. (2021). Adaptation Gap Report 2021-The Gathering Storm: Adapting to climate change in a post-pandemic world.
- Usman, M., Kousar, R., Yaseen, M. R., & Makhdum, M. S. A. (2020). An empirical nexus between economic growth, energy utilization, trade policy, and ecological footprint: a continent-wise comparison in upper-middle-income countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(31), 38995-39018.
- Vélez, K. (2016). Urbanización, especialización y crecimiento económico en los países de la Comunidad Andina. *Revista Vista Económica*, 1(1), 74-88.
- Waddle, DB (1984). Desarrollo y utilización de tecnologías de energía renovable en los países en desarrollo. Desarrollo y utilización de tecnologías de energía renovable en los países en desarrollo, (84-5548).
- Wald, A. (1949). Note on the consistency of the maximum likelihood estimate. *The Annals of Mathematical Statistics*, 20(4), 595-601.
- Wei, G., Asghar, N., Ahmad, I., Yin, W., Abbas, Q. y Farooq, F. (2021). Crecimiento económico, desequilibrio fiscal y sostenibilidad ambiental: ¿Qué es deseable e indeseable para las economías en desarrollo? *Investigación de la ciencia ambiental y la contaminación*, 28 (37), 52283-52294.
- Westerlund, J., & Edgerton, D. L. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economics letters*, 97(3), 185-190.
- Yang, X., & Khan, I. (2021). Dynamics among economic growth, urbanization, and environmental sustainability in IEA countries: the role of industry value-added. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Zoundi, Z. (2017). CO₂ emissions, renewable energy and the Environmental Kuznets Curve, a panel cointegration approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1067-1075.

11. Anexos

Anexo 1

Certificado de traducción al idioma inglés del resumen

CERTIFICACIÓN

Loja, 05 de junio del 2022

Wilson Edilberto Tene Fernández

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN “INGLÉS”

Certifico:

Que luego de haber revisado la traducción al idioma Inglés del Resumen del trabajo de titulación de grado titulado **“EFECTO DEL VALOR AGREGADO BRUTO AL COSTO DE LOS FACTORES Y DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN URBANA EN EL AUMENTO DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO: UN ESTUDIO CON DATOS PANEL A NIVEL GLOBAL UTILIZANDO TÉCNICAS DE COINTEGRACIÓN Y CAUSALIDAD, PERIODO 1990-2018”**, de autoría del estudiante Yordi David Balcázar Cueva, con cédula de ciudadanía N° **1105114175**, previa a la obtención del título de Economista, el mismo cumple con las normas ortográficas y de redacción, el cual puede ser incorporado al trabajo de titulación.

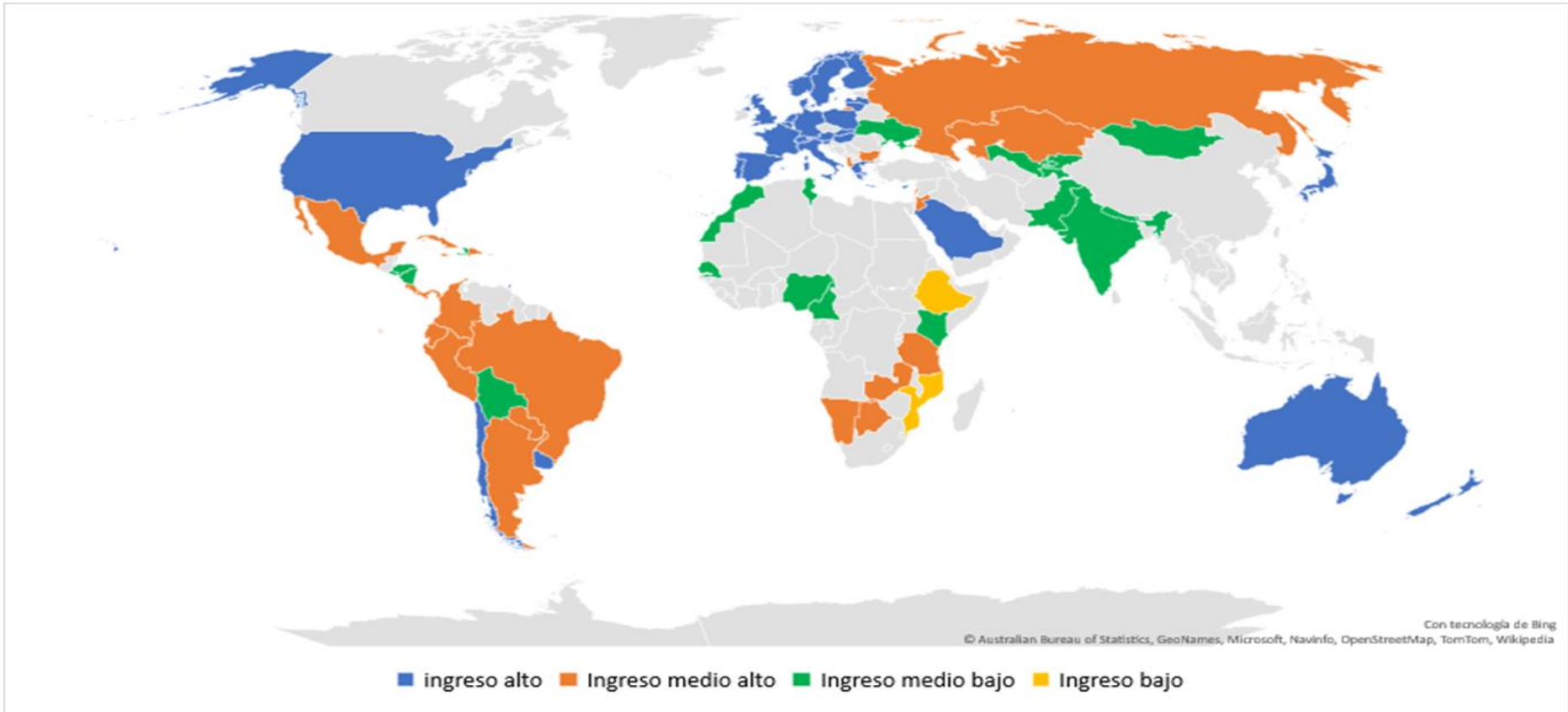


Lic. Wilson Edilberto Tene Fernández

Registro N° Senescyt 1008-14-1266375

Anexo 2

Mapa de cobertura de la investigación.



Fuente elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2021) y PRIMAP-hist (2021).

Anexo 3

Tabla 11

Regresión MCO por grupos de países

	Global	Ingreso alto	Ingreso medio alto	Ingreso medio bajo	Ingreso bajo
Valor agregado bruto	0,79*** (104,96)	0,80*** (85,10)	0,92*** (87,81)	0,99*** (69,23)	0,80*** (85,10)
Urbanización	0,011 (1,22)	-0,10*** (-6,38)	-0,09*** (-8,66)	-0,16*** (-7,81)	-0,10*** (-6,38)
Energía no renovable	0,05 (1,11)	0,77*** (8,69)	-0,67*** (-8,87)	0,38*** (4,43)	0,77*** (8,69)
Energía renovable	-0,01*** (-14,18)	-0,01*** (-13,06)	-0,03*** (-17,25)	-0,09*** (-4,97)	-0,01*** (-13,06)
Constante	-16,18*** (-52,49)	-19,58*** (-38,66)	-15,71*** (-34,94)	-21,57*** (-42,67)	-19,58*** (-38,66)
Observaciones	2320	928	696	609	928
Ajustado R^2	0,88	0,91	0,94	0,92	0,91
Prueba de Hausman (Prob>chi2)	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Efectos fijos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Nota. * indica el valor estadístico para $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Anexo 4

Tabla 12

Prueba de autocorrelación de Wooldridge (2002)

Global	Ingreso alto	Ingreso medio alto	Ingreso medio bajo	Ingreso bajo
F(1, 79)= 124.3	F(1, 31)= 145.56	F(1,23)= 25.595	F(1,20)= 263.33	F(1,20)= 14.238
Prob> F= 0,00	Prob> F= 0,00	Prob> F= 0,00	Prob> F= 0,00	Prob>F= 0,06

Tabla 13

Prueba de autocorrelación de Born y Breitung (2016)

	Variable	Qp-stat	pvalor	N	maxT
Global	Emisiones de gases de efecto invernadero	64,32	0,00	80,00	29,00
	Valor agregado bruto	163,56	0,00	80,00	29,00
	Urbanización	29,79	0,00	80,00	29,00
	Energía no renovable	27,55	0,00	80,00	29,00
	Energía renovable	43,34	0,00	80,00	29,00
Ingreso alto	Emisiones de gases de efecto invernadero	16,50	0,00	32,00	29,00
	Valor agregado bruto	42,67	0,00	32,00	29,00
	Urbanización	37,21	0,00	32,00	29,00
	Energía no renovable	23,68	0,00	32,00	29,00
	Energía renovable	23,36	0,00	32,00	29,00
Ingreso medio alto	Emisiones de gases de efecto invernadero	47,99	0,00	24,00	29,00
	Valor agregado bruto	111,67	0,00	24,00	29,00
	Urbanización	12,33	0,00	24,00	29,00
	Energía no renovable	7,09	0,03	24,00	29,00
	Energía renovable	20,89	0,00	24,00	29,00
Ingreso medio bajo	Emisiones de gases de efecto invernadero	48,33	0,00	21,00	29,00
	Valor agregado bruto	91,24	0,00	21,00	29,00
	Urbanización	15,37	0,00	21,00	29,00
	Energía no renovable	13,54	0,00	21,00	29,00
	Energía renovable	10,73	0,01	21,00	29,00
Ingreso bajo	Emisiones de gases de efecto invernadero	15,64	0,00	3,00	29,00
	Valor agregado bruto	13,96	0,00	3,00	29,00
	Urbanización	9,55	0,01	3,00	29,00
	Energía no renovable	6,00	0,05	3,00	29,00
	Energía renovable	6,03	0,05	3,00	29,00

Anexo 5

Tabla 14

Prueba de heterocedasticidad de Wald (1949)

Global	Ingreso alto	Ingreso medio alto	Ingreso medio bajo	Ingreso bajo
chi2(80)= 28029,19	chi2(32)= 34695,45	chi2 (24)= 2441,42	chi2 (21)= 22075,98	chi2 (3)= 1,88
Prob>chi2= 0,00	Prob>chi2= 0,00	Prob>chi2= 0,00	Prob>chi2= 0,00	Prob>chi2= 0,60

Tabla 15

Prueba de homogeneidad de panel de Yamagata y Pesaran (2008)

Global		Ingreso alto		Ingreso medio alto		Ingreso medio bajo		Ingreso bajo	
Delta	p-value	Delta	p-value	Delta	p-value	Delta	p-value	Delta	p-value
50,86	0,00	34,28	0,00	22,60	0,00	25,38	0,00	6,01	0,00
57,11	0,00	38,49	0,00	25,38	0,00	26,81	0,00	6,74	0,00

Anexo 6

Tabla 16

Pruebas de dependencia de sección transversal

Grupo	Variable	Pesaran (2004)		Pesaran (2015)		Bailey, Kapetianos y Pesaran (2016)	Error Estándar
		CD-test	p-valor	CD	p-valor	alfa	
Global	Emisiones de gases de efecto invernadero	48,96	0,00	293,02	0,00	0,98	0,06
	Valor agregado bruto	269,79	0,00	302,71	0,00	1,00	0,03
	Urbanización	34,09	0,00	182,84	0,00	0,93	0,04
	Energía no renovable	0,63	0,53	302,05	0,00	1,00	0,05
	Energía renovable	4,73	0,00	275,80	0,00	0,95	0,02
Ingreso alto	Emisiones de gases de efecto invernadero	16,03	0,00	119,58	0,00	1,00	0,03
	Valor agregado bruto	112,66	0,00	119,93	0,00	1,01	0,04
	Urbanización	3,43	0,00	52,77	0,00	0,86	0,03
	Energía no renovable	48,18	0,00	119,91	0,00	1,01	0,07
	Energía renovable	57,60	0,00	108,53	0,00	0,93	0,09
Ingreso medio alto	Emisiones de gases de efecto invernadero	39,47	0,00	87,61	0,00	0,89	0,08
	Valor agregado bruto	82,65	0,00	89,46	0,00	0,99	0,03
	Urbanización	13,06	0,00	57,72	0,00	0,92	0,06
	Energía no renovable	12,96	0,00	89,31	0,00	1,01	0,15
	Energía renovable	17,19	0,00	84,98	0,00	0,87	0,03
Ingreso medio bajo	Emisiones de gases de efecto invernadero	31,55	0,00	72,77	0,00	0,86	1,68
	Valor agregado bruto	66,55	0,00	78,04	0,00	0,98	0,04
	Urbanización	13,78	0,00	59,47	0,00	0,97	0,07
	Energía no renovable	4,22	0,00	77,84	0,00	1,01	0,10
	Energía renovable	13,61	0,00	74,11	0,00	0,89	0,10
Ingreso bajo	Emisiones de gases de efecto invernadero	8,16	0,00				
	Valor agregado bruto	7,38	0,00				
	Urbanización	5,96	0,00				
	Energía no renovable	5,40	0,00				
	Energía renovable	0,52	0,60				

Nota. El grupo de ingreso bajo no pudo ser calculado para las pruebas de Pesaran (2015) y Bailey, Kapetianos y Pesaran (2016) debido al tamaño de la muestra.

Anexo 7

Tabla 17

Prueba de raíz unitaria CIPS Pesaran (2007)

En niveles																
Variable	Global			Ingreso alto			Ingreso medio alto			Ingreso medio bajo			Ingreso bajo			
	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	P-valor	
Emisiones de gases de efecto invernadero	0,00	-0,32	0,37	0,00	-2,27	0,01	0,00	-3,24	0,00	0,00	-0,27	0,39	0,00	0,21	0,58	
	1,00	0,43	0,67	1,00	-2,28	0,01	1,00	-4,55	0,00	1,00	1,38	0,92	1,00	2,34	0,99	
Valor agregado bruto	0,00	-3,65	0,00	0,00	-0,48	0,31	0,00	-0,75	0,23	0,00	0,35	0,64	0,00	1,16	0,88	
	1,00	-4,65	0,00	1,00	-2,95	0,00	1,00	-0,61	0,27	1,00	-1,58	0,06	1,00	0,59	0,72	
Urbanización	0,00	-2,61	0,01	0,00	1,10	0,87	0,00	-1,38	0,08	0,00	1,08	0,86	0,00	-2,70	0,00	
	1,00	-8,45	0,00	1,00	-1,18	0,12	1,00	-3,51	0,00	1,00	-1,75	0,04	1,00	-1,45	0,07	
Energía no renovable	0,00	3,66	1,00	0,00	-3,29	0,00	0,00	-2,05	0,02	0,00	1,05	0,85	0,00	-1,45	0,07	
	1,00	5,18	1,00	1,00	-1,59	0,06	1,00	-2,47	0,01	1,00	2,72	1,00	1,00	-1,28	0,10	
Energía renovable	0,00	-3,54	0,00	0,00	-3,36	0,00	0,00	-2,79	0,00	0,00	1,18	0,88	0,00	-3,17	0,00	
	1,00	-1,21	0,11	1,00	-0,89	0,19	1,00	-1,30	0,10	1,00	3,56	1,00	1,00	-1,76	0,04	
En diferencias																
Variable	Global			Ingreso alto			Ingreso medio alto			Ingreso medio bajo			Ingreso bajo			
	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	p-valor	lags	Zt-bar	P-valor	
Emisiones de gases de efecto invernadero	0,00	-27,06	0,00	0,00	-17,51	0,00	0,00	-16,42	0,00	0,00	-11,16	0,00	0,00	-7,02	0,00	
	1,00	-13,71	0,00	1,00	-10,15	0,00	1,00	-8,01	0,00	1,00	-4,72	0,00	1,00	-2,70	0,00	
Valor agregado bruto	0,00	-12,68	0,00	0,00	-7,23	0,00	0,00	-8,32	0,00	0,00	-7,95	0,00	0,00	-1,98	0,02	
	1,00	-4,57	0,00	1,00	-2,99	0,00	1,00	-2,77	0,00	1,00	-3,55	0,00	1,00	-1,46	0,07	
Urbanización	0,00	-18,26	0,00	0,00	-11,07	0,00	0,00	-9,42	0,00	0,00	-7,35	0,00	0,00	-5,73	0,00	

	1,00	-15,86	0,00	1,00	-9,57	0,00	1,00	-7,94	0,00	1,00	-5,02	0,00	1,00	-2,47	0,01
Energía no renovable	0,00	-30,96	0,00	0,00	-19,92	0,00	0,00	-15,60	0,00	0,00	-17,00	0,00	0,00	-5,92	0,00
	1,00	-17,83	0,00	1,00	-13,01	0,00	1,00	-10,04	0,00	1,00	-6,50	0,00	1,00	-6,26	0,00
Energía renovable	0,00	-30,42	0,00	0,00	-20,42	0,00	0,00	-15,79	0,00	0,00	-16,14	0,00	0,00	-7,21	0,00
	1,00	-16,16	0,00	1,00	-11,76	0,00	1,00	-9,61	0,00	1,00	-6,32	0,00	1,00	-6,19	0,00

Anexo 8

Tabla 18

Prueba de raíces unitarias CADF Pesaran (2003)

Grupos	Variables	En niveles					En diferencias						
		t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-valor	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P-valor
Global	Emisiones de gases de efecto invernadero	-1,94	-2,51	-2,56	-2,66	3,60	1,00	-2,65	-2,51	-2,56	-2,66	-3,25	0,00
	Valor agregado bruto	-2,46	-2,51	-2,56	-2,66	-1,44	0,08	-2,79	-2,51	-2,56	-2,66	-4,57	0,00
	Urbanización	-2,45	-2,51	-2,56	-2,66	-1,36	0,09	-2,89	-2,51	-2,56	-2,66	-5,58	0,00
	Energía no renovable	-1,44	-2,51	-2,56	-2,66	8,39	1,00	-3,08	-2,51	-2,56	-2,66	-7,37	0,00
	Energía renovable	-2,25	-2,51	-2,56	-2,66	0,56	0,71	-3,00	-2,51	-2,56	-2,66	-6,62	0,00
Ingreso alto	Emisiones de gases de efecto invernadero	-2,08	-2,54	-2,61	-2,73	1,39	0,92	-2,84	-2,54	-2,61	-2,73	-3,20	0,00
	Valor agregado bruto	-2,56	-2,54	-2,61	-2,73	-1,51	0,07	-2,80	-2,54	-2,61	-2,73	-2,99	0,00
	Urbanización	-1,65	-2,54	-2,61	-2,73	4,02	1,00	-2,75	-2,54	-2,61	-2,73	-2,67	0,00
	Energía no renovable	-2,02	-2,54	-2,61	-2,73	1,78	0,96	-3,09	-2,54	-2,61	-2,73	-4,74	0,00
	Energía renovable	-2,29	-2,54	-2,61	-2,73	0,13	0,55	-3,09	-2,54	-2,61	-2,73	-4,76	0,00
Ingreso medio alto	Emisiones de gases de efecto invernadero	-2,50	-2,58	-2,66	-2,81	-1,00	0,16	-2,84	-2,58	-2,66	-2,81	-2,81	0,00
	Valor agregado bruto	-2,60	-2,58	-2,66	-2,81	-1,54	0,06	-2,84	-2,58	-2,66	-2,81	-2,77	0,00
	Urbanización	-2,12	-2,58	-2,66	-2,81	1,01	0,84	-3,82	-2,58	-2,66	-2,81	-7,94	0,00
	Energía no renovable	-2,32	-2,58	-2,66	-2,81	-0,03	0,49	-2,95	-2,58	-2,66	-2,81	-3,39	0,00
	Energía renovable	-2,09	-2,58	-2,66	-2,81	1,15	0,88	-3,07	-2,58	-2,66	-2,81	-3,99	0,00
Ingreso medio bajo	Emisiones de gases de efecto invernadero	-1,85	-2,58	-2,66	-2,81	2,27	0,99	-3,27	-2,58	-2,66	-2,81	-4,72	0,00
	Valor agregado bruto	-2,24	-2,58	-2,66	-2,81	0,33	0,63	-2,71	-2,58	-2,66	-2,81	-1,99	0,02
	Urbanización	-2,35	-2,58	-2,66	-2,81	-0,19	0,43	-3,04	-2,58	-2,66	-2,81	-3,61	0,00

	Energía no renovable	-1,89	-2,58	-2,66	-2,81	2,07	0,98	-2,94	-2,58	-2,66	-2,81	-3,12	0,00
	Energía renovable	-1,53	-2,58	-2,66	-2,81	3,86	1,00	-2,91	-2,58	-2,66	-2,81	-2,98	0,00
Ingreso bajo	Emisiones de gases de efecto invernadero	-0,73	-2,73	-2,86	-3,10	2,95	1,00	-3,76	-2,73	-2,86	-3,10	-2,70	0,00
	Valor agregado bruto	-0,50	-2,73	-2,86	-3,10	3,37	1,00	-3,09	-2,73	-2,86	-3,10	-1,46	0,07
	Urbanización	-2,59	-2,73	-2,86	-3,10	-0,52	0,30	-3,63	-2,73	-2,86	-3,10	-2,47	0,01
	Energía no renovable	-1,80	-2,73	-2,86	-3,10	0,96	0,83	-4,18	-2,73	-2,86	-3,10	-3,48	0,00
	Energía renovable	-1,94	-2,73	-2,86	-3,10	0,70	0,76	-4,04	-2,73	-2,86	-3,10	-3,21	0,00
