

Efecto causal de la energía sustentable y no sustentable en el crecimiento económico: nueva evidencia empírica global por grupos de países

Brayan Tillaguango¹ Verónica Loaiza²

Carrera de Economía. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador

Fecha de recepción: Agosto 2018. Fecha de aceptación: Diciembre 2018

Resumen

El objetivo de esta investigación es estimar el efecto de la energía sustentable y no sustentable en el crecimiento económico, tanto a nivel mundial como por grupo de países. Utilizamos datos de panel de 94 países para el periodo 2000-2016. Los países se clasifican según los niveles de ingresos utilizando el Método Atlas del Banco Mundial. Los resultados demuestran que en el periodo analizado, el efecto de las energías renovables son estadísticamente significativas a nivel global, como también en los países de ingresos altos (HIC) y en los países de ingresos medios bajos (MLIC), es decir, que las energías renovables son un importante factor en pro del crecimiento económico tanto en el corto plazo, donde se incrementa la capacidad energética de los países, y también en el largo plazo donde además de tener una mayor capacidad energética, también se contrarresta el deterioro de los recursos naturales y en consecuencia disminuye contaminación, los cuales tienen efectos negativos en el crecimiento económico. El presente estudio contribuye con resultados que aportaran con la formulación de políticas que permitan hacer un cambio estructural en materia energética de los países, incentivando el consumo de energías amigables con el medio ambiente y la economía.

Palabras clave: Energía Sustentable; Energía no Sustentable; Crecimiento Económico

Códigos JEL: Q42. Q43. O47

Causal effect of sustainable and unsustainable energy on economic growth: new global empirical evidence by groups of countries

Abstract

The objective of this research is to estimate the effect of sustainable and unsustainable energy on economic growth, both globally and by group of countries. We use panel data from 94 countries for the period 2000-2016. Countries are classified according to income levels using the World Bank Atlas Method. The results show that in the period analyzed, the effect of renewable energies is statistically significant globally, as well as in high-income countries (HIC) and in lower-middle-income countries (MLIC), that is, that the Renewable energies are an important factor in favor of economic growth both in the short term, where the energy capacity of the countries is increased, and also in the long term where, in addition to having greater energy capacity, the deterioration of resources is also counteracted natural and consequently decreases pollution, which have negative effects on economic growth. The present study contributes with results that will contribute to the formulation of policies that make it possible to make a structural change in countries' energy matters, encouraging the consumption of energy that is friendly to the environment and the economy.

keywords: Sustainable energy; Unsustainable energy; Economic growth

JEL codes: C23. Q5. O18. Q4. J24.

¹Autor: Brayan Tillaguango. Universidad Nacional de Loja. La Argelia. Correo electrónico: brayan.tillaguango@unl.edu.ec

²Coautor: Verónica Loaiza. Universidad Nacional de Loja. La Argelia. Correo electrónico: veronica.loaiza@unl.edu.ec

1. Introducción

Hay una gran cantidad de autores realizan investigaciones sobre los efectos causales que provocan las energías sustentables y no sustentables sobre el crecimiento económico y la mayoría de estas investigaciones lo realizan con una muestra representativa de países (datos de panel). Los autores Chiou-Wei et al. (2016) en una de sus investigaciones usando datos de panel encuentran evidencia que apoya una hipótesis de neutralidad para los países Estados Unidos, Tailandia y Corea del Sur. Sin embargo por otro lado en los países de Filipinas y Singapur los resultados revelan una causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico hasta el consumo de energía, mientras que en los países de Taiwán, Hong Kong, Malasia e Indonesia se encuentra que el consumo de energía puede haber afectado el crecimiento económico.

La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial. El uso y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales renovables con el fin de proveer energía no contaminante remonta a la década de los setenta, cuando se produjeron eventos mundiales importes en el mercado del petróleo, provocando en los años posteriores precios muy elevados de esta fuente de energía no renovable (CEPAL, 2016).

Una de las alternativas energéticas de alto impacto para desarrollo sustentable es el uso de las energías alternas, que impacta sustancialmente en el desarrollo económico, en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas y contribuye de manera sustancial a la protección del medio ambiente a través del aprovechamiento y uso racional de los recursos naturales. El séptimo objetivo de desarrollo sostenible afirma que entre 1990 y 2010, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica aumento en 1.700 millones. Sin embargo, a la par con el crecimiento de la población mundial, también lo hará la demanda de energía accesible (CEPAL, 2016). La economía global dependiente de los combustibles fósiles y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la agenda de desarrollo sustentable, ahora actualizada con la economía verde y con la del cambio climático. Sugiere la promoción de las energías renovables como una de sus estrategias cruciales. Hay dos razones principales: las fuentes fósiles aún son predominantes y generan diversos contaminantes, incluyendo los principales gases de invernadero (GEIS), y dichas fuentes son no renovables.

Desde el 2011 y gracias a los esfuerzos por promover la energía limpia, más de un 20% de la energía mundial es generada por fuentes renovables. Sin embargo una de cada siete personas aún no tiene acceso a la electricidad. Debido a que la demanda sigue aumentando es preciso un incremento considerable en la producción de energía renovable en todo el mundo. Chaabouni Saidi (2017) en su estudio realizado sobre el impacto del crecimiento económico y el uso de las energías en las emisiones de carbono, concluyó que el uso de energías tiene un impacto positivo en el crecimiento.

El sector energético es uno de los más importantes para generar factores esenciales para todas las actividades productivas y bienes de consumo fundamentales para los hogares. Esta investigación tiene como objetivo analizar el efecto causal de la energía sustentable y no sustentable en el crecimiento económico en un grupo de países, en el periodo 2000- 2017. Para lograr cumplir este objetivo planteamos un modelo de regresión múltiple con datos de panel.

Esta investigación parte de la hipótesis que un incremento de la energía sustentable y no sustentable generan un mayor crecimiento económico. Para ello se analizará la evolución de las variables consumo de energía eléctrica y el uso de energía (Kg de equivalente del petróleo por cápita), así como también del PIB per cápita. Esta investigación busca dar respuesta a la interrogante. ¿El efecto causal de la energía sustentable y no sustentable en el crecimiento económico es

positivo? Además realizara un aporte significativo robusteciendo la evidencia empírica en este tema, también se estima variables de control que dan mayor énfasis al modelo planteado.

El artículo se estructura de la siguiente manera: además de la introducción cuenta con cuatro secciones adicionales. En la segunda sección se presenta una breve revisión de los avances de la literatura que existe hasta la actualidad. La tercera sección describe los datos y plantea el modelo econométrico. La cuarta sección presenta y discute los resultados encontrados con relación a la teoría y a la evidencia empírica. Finalmente en la quinta sección constan los resultados y conclusiones.

2. Revisión y literatura previa

La teoría de propuesta por Chaabouni Saidi (2017) donde afirma que el uso de energía tiene un impacto positivo en las emisiones de dióxido de carbono para todos los paneles. Pero sobre todo el PIB per cápita tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo en las emisiones de dióxido de carbono para el panel mundial, para Europa, Asia del Norte, Medio Oriente, Norte de África y en África Subsahariana. Además, nuestros resultados empíricos indican la presencia de una curva en forma de U invertida entre dióxido de carbono y PIB per cápita.

En cuanto a la energía sustentable Ohler Fetters (2014) señalan que los resultados de un modelo de corrección de errores de panel comúnmente utilizado encuentran (a) una relación bidireccional entre generación agregada renovable agregada y PIB real, (b) biomasa, hidroelectricidad, residuos y la energía eólica exhibe una relación positiva a largo plazo con el PIB, (c) la hidroelectricidad y la generación de residuos muestran una relación bidireccional positiva a corto plazo con el crecimiento del PIB, y (d) biomasa, hidroelectricidad y generación de electricidad de residuo tiene mayor impacto en el PIB real a largo plazo. Ampliando el análisis para considerar la posibilidad de rupturas estructurales y dependencia transversal. Se encuentra que en el corto plazo, los aumentos de biomasa y la generación de residuos afectan negativamente al PIB, mientras que la energía renovable y la hidroelectricidad incrementan el PIB. Por otro lado Salim, Hassan Sha (2014) en su estudio utilizando cointegración y causalidad de Granger, encontró una relación positiva entre los diferentes tipos de energía, la producción y el crecimiento económico, además de una causalidad unidireccional entre el crecimiento económico y el consumo de energía sustentables.

China es uno de los países con las más altas tasas de contaminación derivada principalmente del uso de energías provenientes de combustibles fósiles. Los autores Fang Chang (2016), encuentra en su estudio realizado en este país que el consumo de energía no sustentable a largo plazo si afecta al crecimiento económico de este país además de aumentar las emisiones de CO₂, lo que estos autores sugieren es que se utilice la innovación tecnológica para crear más fuentes de energía amigables con el ambiente donde vivimos. Para Long et al. (2015), es clave que se desarrolle la energía hidroeléctrica y nuclear en China por toda la capacidad que tienen en estos dos tipos de energía y repercutirá directamente en el crecimiento económico de este país. Bajo esta misma lógica y en un estudio realizado por Wang et al. (2016) sugiere que es muy necesario comprender mejor la relación que existe entre el crecimiento económico, consumo de energía y emisiones de CO₂.

En los países de ingresos altos, como menciona la investigación de Park Hong (2013) donde se mostró que en Corea del Sur el crecimiento económico y la emisión de CO₂ eran coincidentes. El análisis de correlación del crecimiento económico y del consumo energético del país mostró una correlación significativa entre el crecimiento económico y los combustibles fósiles, que emiten CO₂, como el carbono en el sector industrial, los productos petrolíferos, el gas natural licuado en los sectores residencial/comercial e industrial. De igual forma, en los países de ingresos medios altos como es el caso de Malasia una investigación realizada por Azlina (2012) donde demuestra que entre 1970 y 2009 ex-

iste una relación largo plazo entre el consumo de energía, los precios de la energía y el crecimiento económico. En los países de ingresos medios altos, como es el caso de Turquía un estudio realizado para el periodo 1970-2006 por Erdal Esengün (2008), donde afirman que un aumento de consumo de energía afecta directamente al crecimiento económico y que el crecimiento económico también estimula más el consumo de energía, es decir, que tienen una causalidad bidireccional. En fin la investigación concluyó que la energía es un factor limitante para el crecimiento económico de Turquía y, por tanto, los shocks a los suministros de energía tendrán un efecto negativo en el crecimiento económico. Y por último, en los países de ingresos bajos Al-mulali, Fereidouni Lee (2014) en su investigación sobre América Latina encontró que tanto el consumo de electricidad renovable, el consumo de electricidad no renovable, la formación bruta de capital mixto, y el comercio total están integradas y además tienen un gran efecto positivo en el crecimiento del PIB, pero al final los resultados del estudio indican que el consumo de electricidad renovable es más significativo que el consumo de electricidad no renovable en cuanto al impulso del crecimiento económico a corto plazo y largo plazo.

Si hablamos de una de las potencias mundiales como lo es Estados Unidos y también uno de los países con mayores niveles de contaminación, bajo estas premisas los autores Bowden Payne (2009), encontraron una causalidad bidireccional entre la energía primaria comercial y residencial con el PIB real. Estos autores sugieren que las políticas en materia energética y ambiental deberían reconocer la relación que existe entre el consumo de energía y el PIB real. En Canadá Ghali El-Sakka (2004), utilizando un modelo VEC, encontró causalidad bidireccional entre el crecimiento de la producción y el uso de energía, con estos resultados una importante implicación de política es que la energía no se considera como una limitación para el crecimiento económico.

Otro estudio de Shahbaz et al. (2015) sobre si el consumo renovable ayuda al crecimiento económico, los resultados revelan que todas las variables de estudio están integradas pues muestran una gran relación entre ellas. Además, el consumo de energía renovable, capital y el incremento del crecimiento económico. El análisis de causalidad muestra un efecto de acople entre el crecimiento económico y consumo de energía renovable. Cabe destacar que en los estudios antes mencionados la producción y consumo de energía sustentable juega un papel fundamental en el crecimiento económico, especialmente la de energía hidroeléctrica y eólica porque estas aprovechan mejor los recursos naturales. A diferencia de la biomasa y energías residuales que en el corto plazo genera crecimiento, pero, a largo plazo causa ineficiencia en el crecimiento por factores de contaminación que estas ocasionan.

En lo que concierne a energías no renovables, un estudio realizado por Mehrara (2007) sobre el consumo de energía y crecimiento económico en el caso de los países exportadores de petróleo, afirma que existe una fuerte causalidad unidireccional desde el crecimiento económico hasta el consumo de energía para los países exportadores de petróleo. En la mayoría de los principales países exportadores de petróleo, las políticas gubernamentales mantienen los precios internos por debajo del nivel del mercado libre, lo que da lugar a altos niveles de consumo de energía nacional. Los resultados implican que la conservación de energía mediante la reforma de políticas de precios de la energía no tiene repercusiones perjudiciales sobre el crecimiento económico de países a largo plazo, asume una forma de U invertida. En los países dependientes de petróleo esta energía es uno de los principales motores que generan crecimiento económico. Las principales actividades económicas dependen del uso de este combustible para funcionar eficientemente y obtener réditos para el crecimiento del país.

Los autores Taghvaei, Mavuka Shirazi (2017), realizaron un estudio en Irán, un país con una economía mixta y sumamente dependiente de la exportación de diferentes tipos de hidrocarburos, encontraron una relación negativa entre los diferentes tipos de energía y el crecimiento

económico, es decir, lo que sugieren estos autores en su investigación es que ni el creciente consumo de energía ni el cambio en los precios afecta directamente al crecimiento económico. Entonces, aumentar el consumo de energía sustentable ayudara a mejorar la calidad ambiental pero no influirá en el crecimiento económico. Por otro lado, Salahuddin Alen (2015), en su investigación realizada en Australia utilizando la prueba ARDL de límites para la cointegración encontraron que el uso de Internet y el crecimiento económico estimulan el consumo de energía eléctrica. La prueba de causalidad de Granger confirma la existencia de una causalidad unidireccional que va desde el uso de Internet hasta el crecimiento económico.

Los autores Dersiaes, Martinopoulos Tsoulfidis (2013), en su estudio revelan una causalidad unidireccional que va desde el consumo de energía hasta el crecimiento económico, resultados que permitirán a Grecia implementar políticas más efectivas considerando la protección ambiental. Los resultados de Hondroyannis, Lolos Papapetrou (2002), coinciden con los resultados propuesto por los autores antes mencionados.

La investigación realizada por Aziz (2011), utilizando modelos de cointegración y modelos VEC, donde nos demuestran que existe una relación a largo plazo entre el consumo de energía y el crecimiento económico, además causalidad unidireccional que el crecimiento económico ejerce sobre el consumo de energía, con estos resultados sugiere que las políticas deben estar dirigidas a la conservación de la energía sin poner en riesgo la estabilidad del país en cuestión. Los autores Jebli, Youssef Ozturk (2015), realizan una investigación utilizando cointegración y causalidad de Granger, donde los resultados muestran que efectivamente existe cointegración entre las variables, además encontraron causalidad bidireccional desde la energía hasta el crecimiento económico, la económica de Vietnam es dependiente de la energía entonces la política energética debería estar direccionada a proporcionar mayor cantidad de energía para mejorar el crecimiento económico.

En países del oriente asiático, los autores Bastola Sapkota (2015) examinan la relación causal de la energía y la emisión de CO2 con el crecimiento económico, donde encuentran una causalidad unidireccional que va desde el crecimiento económico hasta las emisiones de CO2 y el consumo de energía. Estos resultados tienen mucha coherencia con los resultados realizado en la investigación de Maji (2015). Los autores Al-mulali, Fereidouni Lee (2014), en su investigación utilizando el modelo VEC, encuentran que efectivamente existe una relación a largo plazo entre las variables consumo de energía, el PIB real y la evolución de los precios, por lo tanto, lo que se sugiere con estos resultados es que las políticas deberían estar estructuradas de tal manera que exista una eficiencia económica induciendo directamente la conservación de la energía como fuente para mejorar la economía en países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

En general, en la mayoría de los países el uso de energía renovable y no renovable tiene un efecto significativamente positivo en el crecimiento económico de cada uno de estos países. Las principales actividades económicas se mueve por medio del uso de estas energías, la energías no renovables en la mayoría de los casos solo generan crecimiento a corto plazo, a la largo generan contaminación y de los recursos naturales, incurriendo en pérdidas para los países. Las energías renovables o pesar de representar menor proporción frente a las no renovables inciden positivamente el crecimiento económico a largo plazo porque solo necesitan de una infraestructura inicial, además, no degeneran el medio ambiente y son el tipo de energías que se están promoviendo en los últimos años, por tanto, tienen mayor aceptación en el mercado.

3. Datos y metodología

3.1. Datos

Con el objetivo de analizar empíricamente los efectos causales de la energía renovable y energía no renovable en el crecimiento económico, utilizamos datos del *World Development Indicators* (WDI) del Banco Mundial (2017). La investigación abarca 94 países para el periodo 2000 al 2016. Para la categorización de los países, utilizamos la clasificación del Atlas del Banco Mundial, que lo realizan por su nivel de ingresos;

obteniendo así la siguiente clasificación: países de ingresos altos (HIC), países de ingreso medios altos (MHIC), países de ingresos medios bajos (MLIC), y países de ingresos bajos (LIC).

Las variables PIB per cápita (US \$ constantes del año 2010), el consumo de energía eléctrica (KW per cápita) y el uso de energía (Kg de equivalente de petróleo per cápita) son las variables del modelo original y se las puede observar detalladamente en la Tabla 1. Además, se utilizó cinco variables de control: la formación bruta de capital (precios constantes 2010), el valor agregado de las manufacturas (precios constantes 2010), la población urbana, y el promedio de años de escolarización total Tabla 2.

Tabla 1. Cuadro de resumen de variables del modelo original

| Variables | | Símbolo | Descripción |
|----------------|---|---------------|---|
| Dependiente | GDP per cápita | $PIBper_{it}$ | El PIB per cápita, el producto interno bruto dividido por la población de mitad de año. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productos residentes en la economía, más cualquier impuesto al producto y menos cualquier subsidio no incluido en el valor de los productos. |
| Independientes | Consumo de energía eléctrica | CE_{it} | El consumo de energía eléctrica mide la producción de plantas de energía y plantas de calor y energía combinadas, menos las pérdidas de transmisión, distribución y transformación y el uso propio de las plantas de calor y energía. |
| | Uso de energía (Kg de equivalente de petróleo per cápita) | UE_{it} | Se refiere al uso de energía primaria antes de la transformación a otros combustibles de uso final, que es igual a la producción inicial más las importaciones y los cambios de las existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a los buques y aeronaves dedicados al transporte internacional. |

Tabla 2. Definición de variables de control

| Variables | | Símbolo | Descripción |
|----------------|---|---------------|---|
| Dependiente | GDP per cápita | $PIBper_{it}$ | El PIB per cápita, el producto interno bruto dividido por la población de mitad de año. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productos residentes en la economía, más cualquier impuesto al producto y menos cualquier subsidio no incluido en el valor de los productos. |
| Independientes | Consumo de energía eléctrica | CE_{it} | El consumo de energía eléctrica mide la producción de plantas de energía y plantas de calor y energía combinadas, menos las pérdidas de transmisión, distribución y transformación y el uso propio de las plantas de calor y energía. |
| | Uso de energía (Kg de equivalente de petróleo per cápita) | UE_{it} | Se refiere al uso de energía primaria antes de la transformación a otros combustibles de uso final, que es igual a la producción inicial más las importaciones y los cambios de las existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a los buques y aeronaves dedicados al transporte internacional. |

En el siguiente apartado analizaremos la relación gráfica que existe entre el PIB per cápita y la energía eléctrica: Así mismo, la relación entre el PIB per cápita y el uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita)

La Figura 1 muestra la relación entre el PIB per cápita y la energía eléctrica donde podemos observar que existe una relación positiva entre

las variables a nivel global. De igual manera la relación es positiva en los países de ingresos altos (HIC). Además, a medida que el ingreso disminuye en los países también disminuye la relación entre el PIB per cápita y la energía eléctrica. Sin embargo, en los países de ingresos medios tenemos que existe una relación negativa entre las variables estimadas en el modelo.

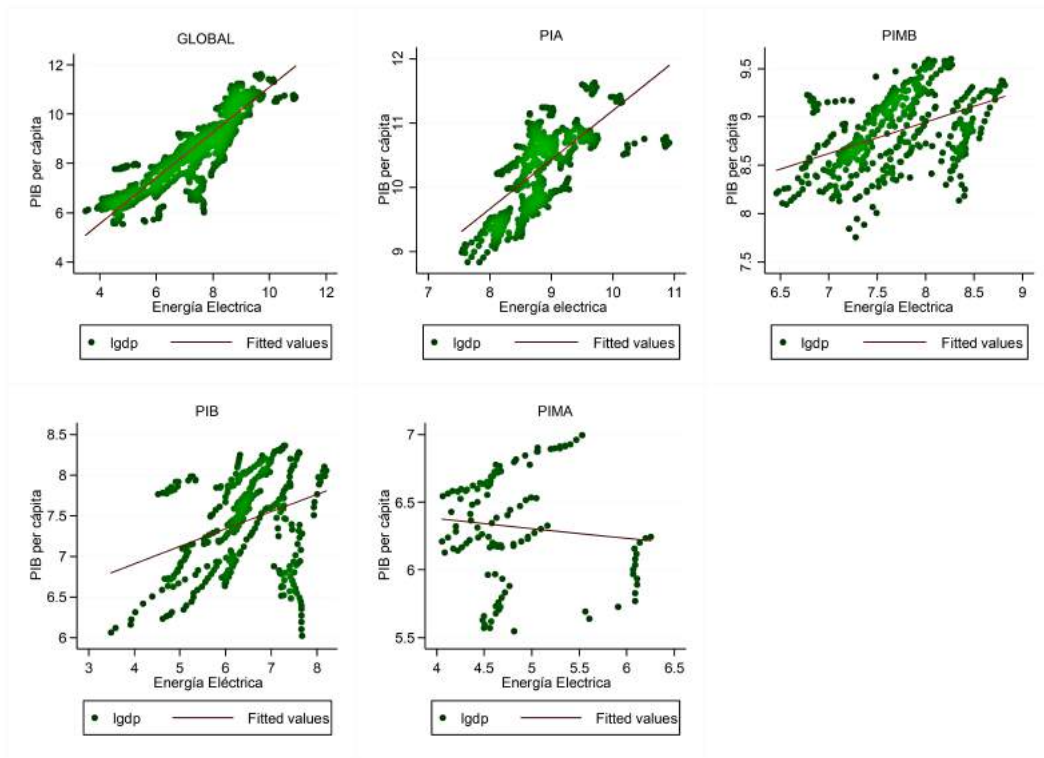


Figura 1. Correlación entre las emisiones de CO2 y la urbanización

La Figura 2 muestra la relación entre el PIB per cápita y el consumo de energía (kg de equivalente de petróleo por cápita), donde podemos observar que existe una relación positiva a nivel global entre las variables. Tanto en los países de ingresos altos (HIC) como en los países de ingresos bajos (LIC), la relación entre las variables PIB per cápita y

consumo de energía es directamente proporcional. En los países de ingresos medios bajos (MLIC) la relación disminuye. Finalmente en los países de ingresos medios altos (MHIC) la relación entre las variables es inversamente proporcional.

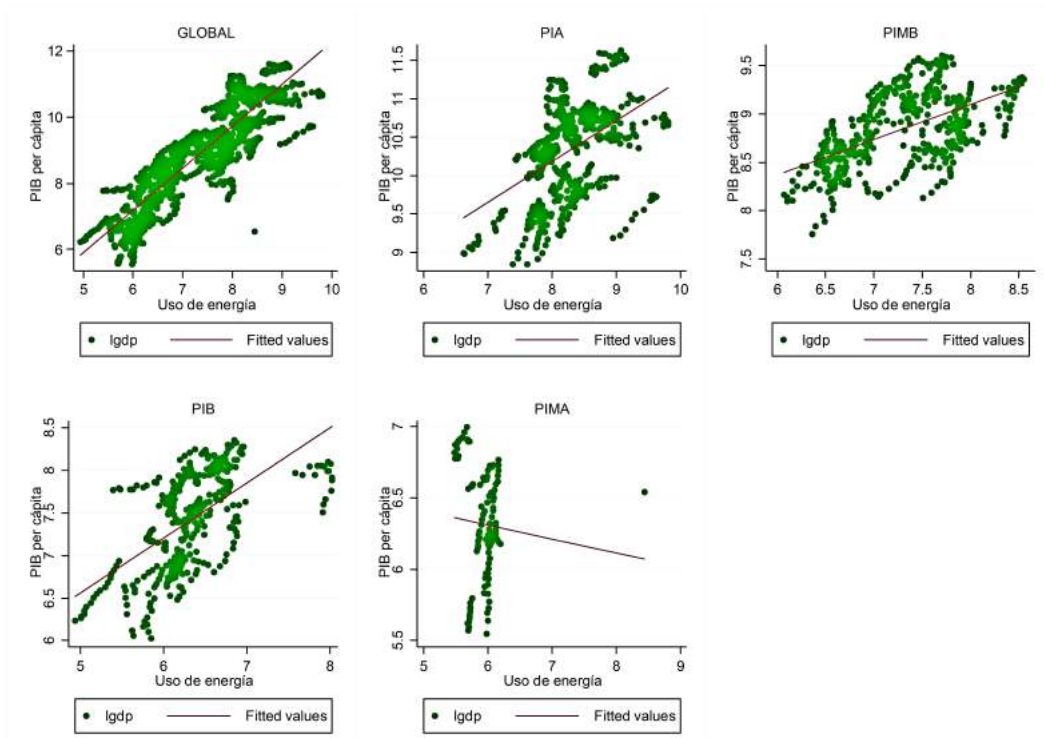


Figura 2. Evolución del PIB per cápita y el uso de energía 2000 - 2016

La Figura 3 muestra la relación del crecimiento económico y el uso de energía, la intensidad mayor del color verde representa que el país tiene un PIB per cápita mayor. En cambio mientras mayor es el tamaño de los círculos de color amarillo, mayor es el consumo de energía eléctrica. Como podemos observar existe una relación directa entre los países que tienen un PIB per cápita elevada y un alto consumo de en-

energía eléctrica. En los últimos años algunos países que ya tienen un importante desarrollo económico han optado por centrarse en la conservación de su ecosistema, aportando a las energías renovables, como la energía eléctrica. Aunque el uso de combustibles fósiles, y energías no renovables aun tengan mucha incidencia en el crecimiento económico de los países.

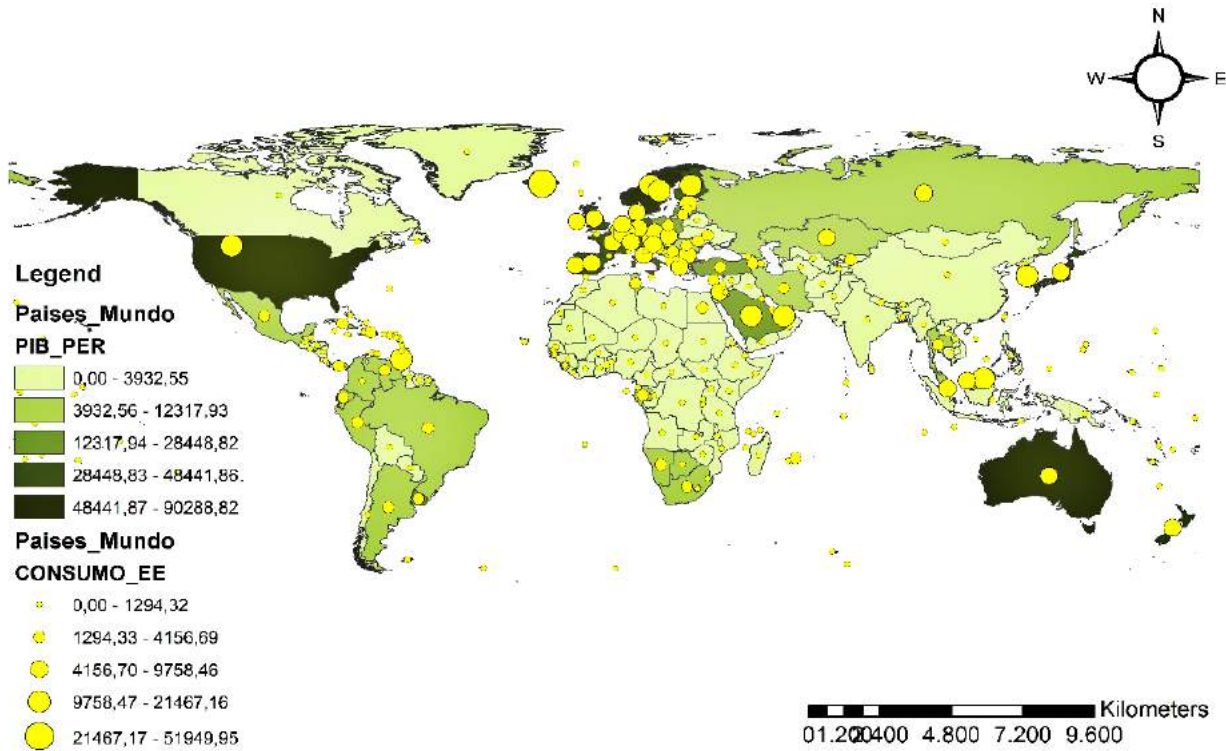


Figura 3. Crecimiento económico y uso de energía eléctrica

La Figura 4 muestra la relación entre el crecimiento económico (PIB per cápita) y el uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita). A medida que la intensidad del color verde se intensifica los países tienen un mayor PIB per cápita, mientras que mayor es el tamaño de los círculos rojos, el uso de energía no renovable también es mayor. El alto uso de energías no renovables se da tanto en los países con un crecimiento económico alto, como también los que tienen un crecimiento menor. Pero observamos que el tamaño de las economías es un factor importante para que el uso de las energías no renovables se incre-

mente. Según Correa, Vasco Pérez (2005) la hipótesis de la Curva Medio Ambiental de Kuznets explora la relación existente entre crecimiento económico y calidad ambiental, intentando demostrar que a corto plazo el crecimiento económico genera un mayor deterioro medio ambiental, pero en el largo plazo, en la medida que las economías son más ricas, se plantea que el crecimiento económico es beneficioso para el medio ambiente, esto es, la calidad del medio ambiente mejora con el incremento en el ingreso.

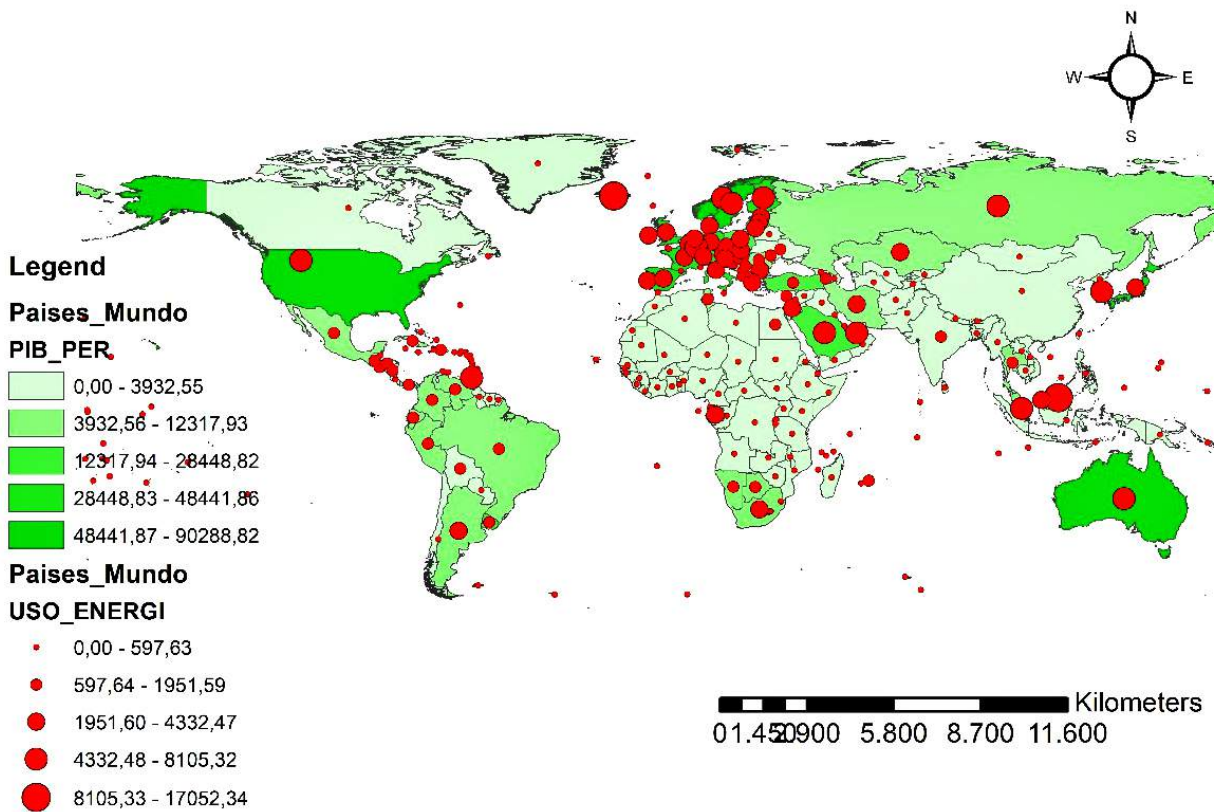


Figura 4. Crecimiento económico y uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita)

Los estadísticos descriptivos del modelo se encuentran en la Tabla 3. La media global del PIB per cápita es 8,95, la desviación estándar de esta variable para todos los países es de 1,47; entre los países es 1,47 y al interior de cada país es 0,15. La media de la energía eléctrica es 7,67 y la desviación estándar de esta variable para todos los países es 1,43, entre países es 1,42, y al interior de cada país es 0,17. La media del consumo de energía es 8,95. La desviación estándar de esta variable para todos los países es 1,03, entre países es 1,03, y al interior de cada país es 0,13.

En la Tabla 3 también se muestran los estadísticos descriptivos de las variables de control. La media global de la formación bruta de capital (FBK) es 23,83, la desviación estándar a nivel global es 1,89, entre

países 1,87, y dentro de los países 0,33. La media de la población urbana a nivel global es 15,84, la desviación estándar a nivel global es 1,55, entre los países es 1,56, y dentro de los países 0,11. La media de las manufacturas a nivel global es 23,27, la desviación estándar global es 2,04, entre países 2,03, y dentro de los países 0,31. La media de la escolarización a nivel global es 9, la desviación estándar global es 2,61, entre los países 2,55, y dentro de estos 0,64. En las variables tanto del modelo como las de control existe mayor dispersión de los datos a nivel global o entre los países por las distintas estructuras económicas, sociales y políticas que tiene cada país. En cambio la dispersión de los datos dentro de los países es baja, por tanto, los datos se encuentran cerca de la media de cada una de las variables.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos

| Variables | | Media | Desv. estándar | Mínimo | Máximo | Observaciones |
|----------------------|---------|-------|----------------|--------|--------|---------------|
| l(PIB per cápita) | General | 8,95 | 1,47 | 5,55 | 11,63 | N=1598 |
| | Entre | | 1,47 | 5,74 | 11,54 | n=94 |
| | Dentro | | 0,15 | 8,25 | 9,41 | T=17 |
| l(energía eléctrica) | General | 7,67 | 1,43 | 3,49 | 10,91 | N=1598 |
| | Entre | | 1,42 | 4,38 | 10,59 | n=94 |
| | Dentro | | 0,17 | 6,45 | 8,97 | T=17 |
| l (uso de energía) | General | 7,39 | 1,03 | 4,93 | 9,81 | N=1598 |
| | Entre | | 1,03 | 5,20 | 9,56 | n=94 |
| | Dentro | | 0,13 | 6,80 | 9,77 | T=17 |
| l(FBK) | General | 23,83 | 1,89 | 19,08 | 28,86 | N=1598 |
| | Entre | | 1,87 | 20,02 | 28,74 | n=94 |
| | Dentro | | 0,33 | 21,52 | 25,42 | T=17 |
| l(población urbana) | General | 15,84 | 1,55 | 11,64 | 19,90 | N=1598 |
| | Entre | | 1,56 | 11,73 | 19,70 | n=94 |
| | Dentro | | 0,11 | 15,15 | 16,30 | T=17 |
| l(manufacturas) | General | 23,27 | 2,04 | 12,23 | 29,25 | N=1598 |
| | Entre | | 2,03 | 19,27 | 28,20 | n=94 |
| | Dentro | | 0,31 | 16,23 | 25,10 | T=17 |
| Escolarización | General | 9,00 | 2,61 | 1,08 | 16,42 | N=1598 |
| | Entre | | 2,55 | 1,78 | 13,07 | n=94 |
| | Dentro | | 0,64 | 6,38 | 13,02 | T=17 |

3.2. Metodología

La estrategia econométrica que analiza el efecto de la energía renovable y la energía no renovable en el crecimiento económico, se realiza en diferentes etapas. En la primera parte, para decidir cuál es el estimador más adecuado para nuestro modelo sea este fijo o variable, empleamos la prueba de Hausman (2005). Usando el procedimiento de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) con sus siglas en inglés GLS (MGM, 1986), que es una extensión más eficiente de MCO, aplicado cuando las varianzas de las observaciones son desiguales, es decir en el caso de encontrarse heterocedasticidad o auto correlación, en el modelo.

La aplicación de la teoría económica de por Chaabouni, Saidi (2017) donde se afirma que el uso de energía tiene un impacto positivo en las emisiones de dióxido de carbono para todos los paneles. El PIB per cápita tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo en el carbono para el panel mundial, para Europa y Asia del Norte, y para el Medio Oriente, el Norte de África y en África Subsahariana. Para lo cual se plantea un modelo de datos de panel con el fin de verificar econométricamente la relación entre dichas variables: Esta relación se estima mediante la siguiente ecuación de regresión lineal.

$$PIBper_{it} = (\beta_0 + \alpha_0) + \lambda_1 ICE_{it} + \lambda_2 IUE_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Para darle un mayor peso al modelo se incorporaron variables de control, obteniendo la ecuación 2

$$PIBper_{it} = (\beta_0 + \alpha_0) + \lambda_1 ICE_{it} + \lambda_2 IUE_{it} + \lambda_3 IFBC_{it} + \lambda_4 IPUR_{it} + \lambda_5 IMNF_{it} + \lambda_6 IESC_{it} + \epsilon_{it} \quad (2)$$

Donde $PIBper_{it}$ representa la variable dependiente, producto interno bruto per cápita para cada país, CE_{it} representa una de las variables independientes consumo de energía eléctrica, UE_{it} representa otra de las variables independientes uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita). Entre las variables de control tenemos; FBC_{it} representa la formación bruta de capital, PUR_{it} población urbana, MNF_{it} manufacturas, ESC_{it} promedio años de escolaridad total.

4. Discusión de resultados

La teoría de propuesta por Chaabouni Saidi (2017) donde se afirma que el uso de energía tiene un impacto positivo en las emisiones de dióxido de carbono para todos los paneles. El PIB per cápita tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo en el carbono para el panel mundial, para Europa y Asia del Norte, y para el Medio Oriente, el Norte de África y en África Subsahariana.

En cuanto a la energía sustentable Ohler Fetters (2014), señala que los resultados de un modelo de corrección de errores de panel comúnmente utilizado encuentran (a) una relación bidireccional entre generación agregada renovable agregada y PIB real, (b) biomasa, hidroelectricidad, residuos y la energía eólica exhibe una relación positiva a largo plazo con el PIB, (c) la hidroelectricidad y la generación de residuos muestran una relación bidireccional positiva a corto plazo con el crecimiento del PIB, y (d) biomasa, hidroelectricidad y generación de electricidad de residuo tiene mayor impacto en el PIB real a largo plazo. En lo que concierne a energías no renovables un estudio realizado por Mehrara (2007) sobre el consumo de energía y crecimiento económico, en el caso de los países exportadores de petróleo afirma en sus resultados. Existe una fuerte causalidad unidireccional desde el crecimiento económico hasta el consumo de energía para los países exportadores de petróleo.

La Tabla 4 reporta los resultados de la estimación de la función del efecto causal de las energías no renovables y renovables evidencia empírica para un grupo de países. La tabla contiene la regresión que se estimó mediante los datos obtenidos del Banco Mundial 2017 periodo 2000 al 2016. La variable dependiente es el logaritmo el PIB per cápita, las variables independientes es logaritmo del consumo de energía y el logaritmo del uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita). La tabla presenta cinco regresiones usando el método de efectos, el primer modelo contempla una relación entre el PIB per cápita y las energías renovables y no renovables a nivel de todos los países tomados para el estudio (GLOBAL). La segunda regresión, la relación contempla solo los países de ingresos altos (HIC) de todo el grupo de países. La tercera regresión contempla los países de ingresos medios altos (MHIC), la cuarta regresión reúne los países de ingresos medios bajos (MLIC) y la quinta regresión en cambio reúne los países de ingresos bajos (LIC).

Tabla 4. Resultados de las regresiones de línea base GLS

| Variable | GLOBAL | HIC | MHIC | MLIC | LIC |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Consumo de energía eléctrica | 0,21*** (15,28) | 0,49*** (13,43) | 0,13*** (4,88) | 0,11*** (4,45) | -0,03 (-0,76) |
| Uso de energía | 0,07*** (5,47) | 0,04 (1,49) | 0,11*** (4,02) | 0,22*** (6,47) | 0,01 (0,74) |
| Constante | 7,84*** (62,90) | 5,70*** (21,33) | 6,82*** (41,82) | 5,13*** (25,82) | 6,20*** (34,63) |
| Prueba de Hausman | 0,00 | 0,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Efectos fijos (país) | No | No | No | No | No |
| Efectos fijos (tiempo) | No | No | No | No | No |
| Observaciones | 1598 | 663 | 442 | 374 | 119 |

El consumo de energía renovable a nivel global contribuye significativamente al crecimiento económico, cuando la energía renovable aumenta en una unidad el crecimiento económico aumenta en 0,22. En los países de ingresos altos (HIC) el efecto del consumo de energía renovable es estadísticamente significativo, cuando el consumo de energía se incrementa en una unidad el crecimiento económico aumenta en 0,49. De igual manera en los países de ingresos medios altos (MHIC) el efecto de la energía renovable es estadísticamente significativo, cuando el consumo de energía se incrementa en una unidad el crecimiento económico también lo hace en 0,13. En los países de ingresos medios bajos (MLIC) el parámetro es estadísticamente significativo aunque el efecto disminuye con relación a los anteriores modelos, cuando el consumo de energía se incrementa en una unidad el crecimiento económico aumenta en 0,11. En los países de ingresos bajos (LIC), el efecto del consumo de energía no es estadísticamente significativo, además, su incidencia es de carácter negativo. Los países a medida que crecen sus economías, estas necesitan más energías para el normal funcionamiento tanto de sus industrias, como de las estructuras necesarias para incrementar la producción. La mayoría de los países desarrollados en los últimos años está apostando por las energías renovables, mediante la construcción de hidroeléctricas, parques eólicos, biomasa, etc. Estas energías además de brindar crecimiento en el corto plazo tienen un comportamiento significativo en el crecimiento a largo plazo. A diferencia de los países de ingresos bajos, que no incurren mucho en proyectos de energía renovables, porque no es rentable considerando que su industria no es muy tecnificada y no necesita mucha energía, la que utilizan la toman de fuentes de energía no renovables, como el petróleo.

El uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita) o energía no renovable a nivel global contribuye en menor proporción que la energía renovable en el crecimiento económico, cuando la energía no renovable se incrementa en una unidad a nivel global el crecimiento económico también lo hace en 0,07. En los países de ingresos altos

(HIC) el efecto del uso de la energía no renovable en el crecimiento económico es estadísticamente significativo, cuando esta se incrementa en una unidad el crecimiento económico también lo hace en 0,04. En los países de ingresos medios altos (MHIC) el efecto del uso de energía no renovable es estadísticamente significativo, cuando el uso de la energía no renovable se incrementa en una unidad el crecimiento económico se incrementa en 0,106. El uso de energía no renovable en los países de ingresos medios bajos y su efecto en el crecimiento económico es estadísticamente significativo, cuando aumenta el uso de energía no renovable en una unidad el crecimiento económico también se incrementa en 0,22.

Mientras que en los países de ingresos bajos (LIC) la incidencia no es estadísticamente significativa a pesar de que la relación es positiva. Como se observa en la tabla a medida que los países tienen mayor desarrollo el efecto del uso de energía no renovable en el crecimiento económico comienza a disminuir. Los países que ya tienen un desarrollo estable, les interesa más conservar mejor su ecosistema y un medio para lograr este objetivo es utilizar energías renovables, puesto que las energías no renovables son necesarias cuando un país está comenzando a crecer, porque a largo plazo estas energías inciden de manera negativa en el crecimiento, principalmente porque deterioran el capital natural de los países.

La Tabla 5 representa cinco modelos de regresión utilizando el método de efectos fijos. Las regresiones presentan ahora la inclusión de variables de control. Las variables de control incluidas son la formación bruta de capital, la población urbana, las manufacturas y el capital humano medido como el promedio de años de escolarización total. La primera regresión entre las variables es entre todos los países considerados para el estudio. La segunda regresión la relación se da en los países de ingresos altos (HIC), la tercera regresión en los países de ingresos medios altos (MHIC), la cuarta regresión en los países de ingresos medios bajos (MLIC) y la quinta regresión en los países de ingresos bajos (LIC).

Tabla 5. Resultados del modelo básico con variables de control

| Variable | GLOBAL | HIC | MHIC | MLIC | LIC |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Consumo de energía eléctrica | 0,17*** (13,08) | 0,49*** (16,76) | 0,04 (1,66) | 0,12*** (4,92) | -0,05 (-1,34) |
| Uso de energía | 0,06*** (5,30) | -0,08** (-2,96) | 0,11*** (4,69) | 0,21*** (5,91) | 0,01 (0,55) |
| Formación bruta de capital | 0,19*** (26,03) | 0,25*** (18,79) | 0,19*** (15,30) | 0,11*** (6,45) | 0,10*** (5,53) |
| Población urbana | -0,17*** (-18,57) | -0,24*** (-14,48) | -0,16*** (-10,75) | -0,39*** (-15,26) | -0,29*** (-8,25) |
| Manufacturas | 0,03*** (6,81) | 0,05*** (5,08) | 0,03*** (4,10) | 0,21*** (9,38) | 0,01 (0,94) |
| Capital humano | 0,01 (1,20) | 0,03*** (7,20) | -0,03 (-1,55) | -0,03*** (6,25) | 0,06 (1,10) |
| Constante | 5,53*** (42,65) | 2,66*** (14,17) | 4,86*** (26,46) | 4,52*** (15,95) | 8,23*** (13,46) |
| Prueba de Hausman | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Efectos fijos (país) | No | No | No | No | No |
| Efectos fijos (tiempo) | No | No | No | No | No |
| Observaciones | 1598 | 663 | 442 | 374 | 119 |

El consumo de energía renovable en comparación con la tabla anterior a nivel global disminuyó considerablemente su efecto en el crecimiento económico puesto que existen otras variables que influyen en el crecimiento económico. El consumo de energía renovable tanto en los países de ingresos altos como los países de ingresos medios bajos su efecto es estadísticamente significativo, mientras que en los países de ingresos medios altos como en los países de ingresos bajos el efecto no tiene significancia. En los países de ingresos bajos existe una particularidad, que el efecto de las energías renovables como no renovables no es estadísticamente significativo en el crecimiento económico.

Al-mulali, Fereidouni Lee (2014) en su investigación sobre América Latina encontró que tanto el consumo de electricidad renovable, el consumo de electricidad no renovable, la formación bruta de capital mixto, y el comercio total están integradas y además tienen un gran efecto positivo en el crecimiento del PIB, pero al final los resultados del estudio indican que el consumo de electricidad renovable es más significativo que el consumo de electricidad no renovable en cuanto al impulso del crecimiento económico a corto plazo y largo plazo. Como se evidencia en los resultados obtenidos cuando un país que está en desarrollo utiliza más energía no renovable pero a medida que pasan los años esta producción de energía no renovable causa efectos negativos en el crecimiento económico. En los países de ingresos de ingresos medios bajos (MLIC) la incidencia por cada aumento en una unidad de las energías no renovables el crecimiento económico se incrementa en 0,21 en cambio en los países más desarrollados (HIC) los cuales ya han consumido la gran parte de sus reservas de energías no renovables el efecto de estas se torna negativo para el crecimiento económico principalmente que para su obtención se debe explotar en gran medida el capital natural del país, otro efecto negativo es que causan altas tasas de contaminación y deterioran el crecimiento económico del país a largo plazo.

Naseri, Motamedi Ahmadian (2016) el aumento del consumo de energía renovable conduce al aumento del crecimiento económico en estos países. En otras palabras, ese aumento del consumo de energía renovable, la eficiencia de las energías está aumentando y conduce a un alto crecimiento económico. Además, un desarrollo en tecnología puede resultar en un mayor crecimiento económico de esos países. Como evidenciamos los resultados a nivel global el consumo de energía renovable disminuye a 0,17, sin embargo, la variable sigue siendo estadísticamente significativa. En los países de ingresos altos (HIC), con las variables de control la incidencia de las energías renovables se mantiene, además es estadísticamente significativa. En los países de ingresos media altos (MHIC), cuando añadimos las variables de control, la variable perdió

totalmente su significancia. En los países de ingresos medios bajos en el segundo modelo con las variables de control, la incidencia sufre un pequeño incremento, además, el parámetro es estadísticamente significativo. En los países de ingresos medios bajos el parámetro no tiene significancia y su efecto es inversamente proporcional.

En las variables de control tomadas para el modelo. La formación bruta de capital tiene una incidencia positiva en el crecimiento económico, su incidencia oscila entre 0,3 y 0,1 para los grupos de países. Rodríguez-Pose Frick (2017) demostraron mediante un estudio en 68 países de todo el mundo, que no existe una relación uniforme entre la concentración urbana y el crecimiento económico. La concentración urbana es beneficiosa para el crecimiento económico en los países de ingresos altos, mientras que este efecto no es válido para los países en desarrollo. Nuestros resultados en cambio afirman que la población urbana tiene un efecto negativo para todos los grupos de países tal como lo muestra la Tabla 5.

Los autores Szirmaia Verspagna, (2015) en su investigación encontraron que existe un impacto positivo moderado de la fabricación en el crecimiento. Contrastando con nuestra investigación, los resultados obtenidos muestran que la manufacturas al igual tienen una incidencia positiva y estadísticamente significativa en el crecimiento económico, tanto a nivel global como en la mayoría de los grupos de países, únicamente en los países de ingresos bajos (LIC) la incidencia es no es estadísticamente significativa, puesto que estos aún no tiene una estructura desarrollada que les aporte al crecimiento económico. Su Liu (2016) Afirman que el capital humano contribuye al crecimiento es servir como un facilitador de las transferencias de tecnología derivadas de la IED. Además, encontramos algunas pruebas sugestivas de que el efecto complementario de la IED-capital humano es más fuerte para la IED de alta tecnología que para la IED de mano de obra intensiva. En contraste con nuestros resultados podemos afirmar que el capital humano juega también un papel importante en los países de ingresos altos (MHIC) y países de ingresos medios bajos (MLIC), los cuales necesitan de una intensidad en tecnología como es el caso de los países con ingresos altos, mientras que los países ingresos bajos necesitan capital humano para fortalecer su industria primaria.

5. Conclusiones e implicaciones de política

En la presente investigación, los resultados demuestran que en el periodo analizado el consumo de energía renovable a nivel global contribuye significativamente al crecimiento económico, como también en los países de ingresos altos (HIC) y en los países de ingresos medios bajos (MLIC). Las energías renovables son un importante factor para contribuir positivamente al crecimiento económico tanto en el corto plazo donde se incrementa la capacidad energética de los países, como también en el largo plazo donde además de tener una mayor capacidad energética, también contribuyen a disminuir el deterioro de los recursos naturales y en consecuencia de esto a disminuir la contaminación, los cuales tienen efectos negativos en el crecimiento económico. Si observamos el mundo actualmente el crecimiento del uso de energías limpias y amigables con el medio ambiente han ido en aumento, las grandes potencias mundiales son las que más invierten en este tipo de energía y de esta manera han logrado mejorar sustancialmente su crecimiento económico pero haciéndolo sustentable.

Muchos de los autores citados en la presente investigación obteniendo resultado robustos sugieren que las energías sustentables aportaran no solo a la economía de un país sino también a proteger el medio ambiente dejando atrás la costumbre de los hidrocarburos. Este trabajo investigativo presenta muchas limitaciones, tales como carencia de datos para realizar un análisis más amplio, solo pudimos con datos hasta el 2016. Una reducción del número de países por la falta de información. Se recomienda realizar una ampliación de este modelo mediante la inclusión de variables que tengan una mayor cobertura para representar los distintos tipos de energías, tanto sustentables como no sustentables. El estudio realizado contribuye a la formulación de políticas que permitan cambiar la estructura energética de los países, de la utilización de energías no sustentables a la producción y consumo de energías sustentables.

Referencias bibliográficas

- [1] Al-mulali, U., Fereidouni, H. G., & Lee, J. Y. (2014). Electricity consumption from renewable and non-renewable sources and economic growth: Evidence from Latin American countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 290-298.
- [2] Alvarado, R., Ponce, P., Criollo, A., Córdova, K., & Khan, M. K. (2018). Environmental degradation and real per capita output: New evidence at the global level grouping countries by income levels. *Journal of Cleaner Production*, 189, 13-20.
- [3] Alvarado, R., Ponce, P., Alvarado, R., Ponce, K., Huachizaca, V., & Toledo, E. (2019). Sustainable and non-sustainable energy and output in Latin America: A cointegration and causality approach with panel data. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100369.
- [4] Alvarado, R., & Toledo, E. (2017). Environmental degradation and economic growth: evidence for a developing country. *Environment, Development and Sustainability*, 19(4), 1205-1218.
- [5] Aziz, A. (2011). On the causal links between energy consumption and economic growth in Malaysia. *International Review of Business Research Papers*, 7(6), 180-189.
- [6] Azlina, A. A., & Mustapha, N. N. (2012). Energy, economic growth and pollutant emissions nexus: the case of Malaysia. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 65, 1-7.
- [7] Bastola, U., & Sapkota, P. (2015). Relationships among energy consumption, pollution emission, and economic growth in Nepal. *Energy*, 80, 254-262.
- [8] Ben Jebli, M., Ben Youssef, S., & Ozturk, I. (2015). The role of renewable energy consumption and trade: Environmental kuznets curve analysis for sub-saharan Africa countries. *African Development Review*, 27(3), 288-300.
- [9] Bowden, N., & Payne, J. E. (2009). The causal relationship between US energy consumption and real output: a disaggregated analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 180-188.
- [10] CEPAL, N. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo sostenible. *Una Oportunidad para America Latina y el Caribe Naciones UNidas Santiago de Chile (Chile)[Internet]*.
- [11] Chaabouni, S., & Saidi, K. (2017). The dynamic links between carbon dioxide (CO2) emissions, health spending and GDP growth: A case study for 51 countries. *Environmental research*, 158, 137-144.
- [12] Chiou-Wei, S. Z., Zhu, Z., Chen, S. H., & Hsueh, S. P. (2016). Controlling for relevant variables: Energy consumption and economic growth nexus revisited in an EGARCH-M (Exponential GARCH-in-Mean) model. *Energy*, 109, 391-399.
- [13] Correa Restrepo, F., Vasco Ramírez, A. E., & Pérez Montoya, C. (2005). La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia. Grupo de Economía Ambiental (GEA). *Semestre económico*, 8(15), 13-30.
- [14] Dergiades, T., Martinopoulos, G., & Tsoulfidis, L. (2013). Energy consumption and economic growth: Parametric and non-parametric causality testing for the case of Greece. *Energy economics*, 36, 686-697.
- [15] Erdal, G., Erdal, H., & Esengün, K. (2008). The causality between energy consumption and economic growth in Turkey. *Energy Policy*, 36(10), 3838-3842.
- [16] Fang, Z., & Chang, Y. (2016). Energy, human capital and economic growth in Asia Pacific countries—Evidence from a panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics*, 56, 177-184.
- [17] Flores-Chamba, J., López-Sánchez, M., Ponce, P., Guerrero-Riofrío, P., & Álvarez-García, J. (2019). Economic and Spatial Determinants of Energy Consumption in the European Union. *Energies*, 12(21), 4118.
- [18] Ghali, K. H., & El-Sakka, M. I. (2004). Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. *Energy economics*, 26(2), 225-238.
- [19] Hondroyannis, G., Lolos, S., & Papapetrou, E. (2002). Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece. *Energy economics*, 24(4), 319-336.
- [20] Long, X., Naminse, E. Y., Du, J., & Zhuang, J. (2015). Nonrenewable energy, renewable energy, carbon dioxide emissions and economic growth in China from 1952 to 2012. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 680-688.
- [21] Maji, I. K. (2015). Does clean energy contribute to economic growth? Evidence from Nigeria. *Energy Reports*, 1, 145-150.
- [22] Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: the case of oil exporting countries. *Energy policy*, 35(5), 2939-2945.
- [23] Naseri, S. F., Motamedi, S., & Ahmadian, M. (2016). Study of mediated consumption effect of renewable energy on economic growth of OECD countries. *Procedia Economics and Finance*, 36(Supplement C), 502-509.
- [24] Ohler, A., & Feters, I. (2014). The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources. *Energy economics*, 43, 125-139.

- [25] Park, J., & Hong, T. (2013). Analysis of South Korea's economic growth, carbon dioxide emission, and energy consumption using the Markov switching model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 543-551.
- [26] 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.
- [27] Rehmann, F., & Pablo-Romero, M. (2018). Economic growth and transport energy consumption in the Latin American and Caribbean countries. *Energy Policy*, 122, 518-527.
- [28] Rodríguez-Pose, A., & Frick, S. A. (2017). Big or small cities? On city size and economic growth.
- [29] Salahuddin, M., & Alam, K. (2015). Internet usage, electricity consumption and economic growth in Australia: A time series evidence. *Telematics and Informatics*, 32(4), 862-878.
- [30] Sarango, D. (2018). Análisis de la relación entre el consumo de energía y las emisiones de carbono en Ecuador. *Revista Vista Económica*. Vol.4, 32-45.
- [31] Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M., & Zaman, K. (2015). Does renewable energy consumption add in economic growth? An application of auto-regressive distributed lag model in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 576-585.
- [32] Sinha, A., Sengupta, T., & Alvarado, R. (2020). Interplay between technological innovation and environmental quality: formulating the SDG policies for next 11 economies. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118549.
- [33] Su, Y., & Liu, Z. (2016). The impact of foreign direct investment and human capital on economic growth: *Evidence from Chinese cities*. *China Economic Review*, 37, 97-109.
- [34] Szirmai, A., & Verspagen, B. (2015). Manufacturing and economic growth in developing countries, 1950–2005. *Structural Change and Economic Dynamics*, 34, 46-59.
- [35] Taghvaaee, V. M., Mavuka, C., & Shirazi, J. K. (2017). Economic growth and energy consumption in Iran: an ARDL approach including renewable and non-renewable energies. *Environment, Development and Sustainability*, 19(6), 2405-2420.
- [36] Wang, S., Li, Q., Fang, C., & Zhou, C. (2016). The relationship between economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from China. *Science of the Total Environment*, 542, 360-371.
- [37] Wang, Q., Su, M., Li, R., & Ponce, P. (2019). The effects of energy prices, urbanization and economic growth on energy consumption per capita in 186 countries. *Journal of cleaner production*, 225, 1017-1032.