



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD JURÍDICA, SOCIAL Y ADMINISTRATIVA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Título:**

**“EFECTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA NO RENOVABLE Y LA FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN 118 PAÍSES, CON DATOS DE PANEL USANDO TÉCNICAS DE COINTEGRACIÓN Y CAUSALIDAD, EN EL PERIODO 1970-2016”.**

**Tesis previa a la obtención del grado de Economista.**

**Autora:**

**Estefanía Elizabeth Lara Pacheco.**

**Director:**

**Econ. Pablo Vicente Ponce Ochoa, Mg. Sc**

**LOJA – ECUADOR**

**2019**

## CERTIFICACIÓN

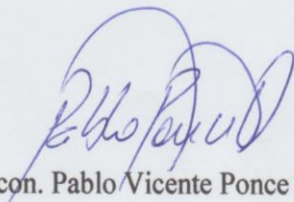
Econ. Pablo Vicente Ponce Ochoa, Docente de la carrera de Economía de la Universidad Nacional de Loja y Director de Tesis.

### **CERTIFICA:**

Haber dirigido, asesorado y revisado detenida y minuciosamente, durante todo su desarrollo, la Tesis titulada: **“Efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016.”**, de autoría de Estefanía Elizabeth Lara Pacheco, previo a la obtención del grado de Economista.

La presente tesis cumple con lo establecido en la norma vigente de la Universidad Nacional de Loja, por lo que autorizo su impresión, presentación y sustentación, ante los organismos pertinentes.

Loja, 19 de marzo de 2019



Econ. Pablo Vicente Ponce Ochoa, Mg.Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

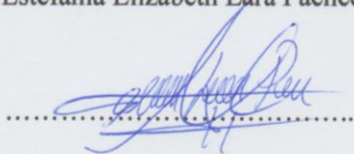
## AUTORÍA

Yo, Estefanía Elizabeth Lara Pacheco, declaro ser la autora del presente trabajo de Tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

**Autora:** Estefanía Elizabeth Lara Pacheco

**Firma:** .....



**Cédula:** 1150351060

**Fecha:** 29 de Mayo de 2019

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Estefanía Elizabeth Lara Pacheco, declaro ser la autora de la Tesis titulada “Efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016”, como requisito para optar al grado de Economista.

Además, 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 de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional. Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, 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 copia de la tesis que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 29 días del mes de Mayo de dos mil diecinueve, firma de la autora.

**Firma:**



**Autora:** Estefanía Elizabeth Lara Pacheco

**Cedula:** 1150351060

**Dirección:** Loja

**Correo electrónico:** laraestefania6@gmail.com

**Teléfono:** 2613765

### **DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de tesis:** Econ. Pablo Vicente Ponce Ochoa, Mg. Sc.

**Tribunal de grado:**

Econ. Michelle Faviola López Sánchez, Mg. Sc.

**Presidenta**

Econ. Jorge Eduardo Flores Chamba, Mg. Sc.

**Vocal 1**

Ing. Carlos Marcelo León Castro. PhD

**Vocal 2**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por darme fortaleza a lo largo de mi vida, especialmente durante mi formación universitaria.

A mi familia, mi pilar fundamental cuyo amor y comprensión me han impulsado a seguir adelante en todo momento.

A la Universidad Nacional de Loja, Facultad Jurídica, Social y Administrativa de manera especial a la Carrera de Economía, a sus autoridades y docentes por su profesionalismo y su compromiso con la educación.

Al Econ. Pablo Ponce por su buena predisposición, consejos y paciencia a la hora de brindar su asesoría para la elaboración del presente trabajo de Tesis.

*Estefanía Elizabeth Lara Pacheco*

## **DEDICATORIA**

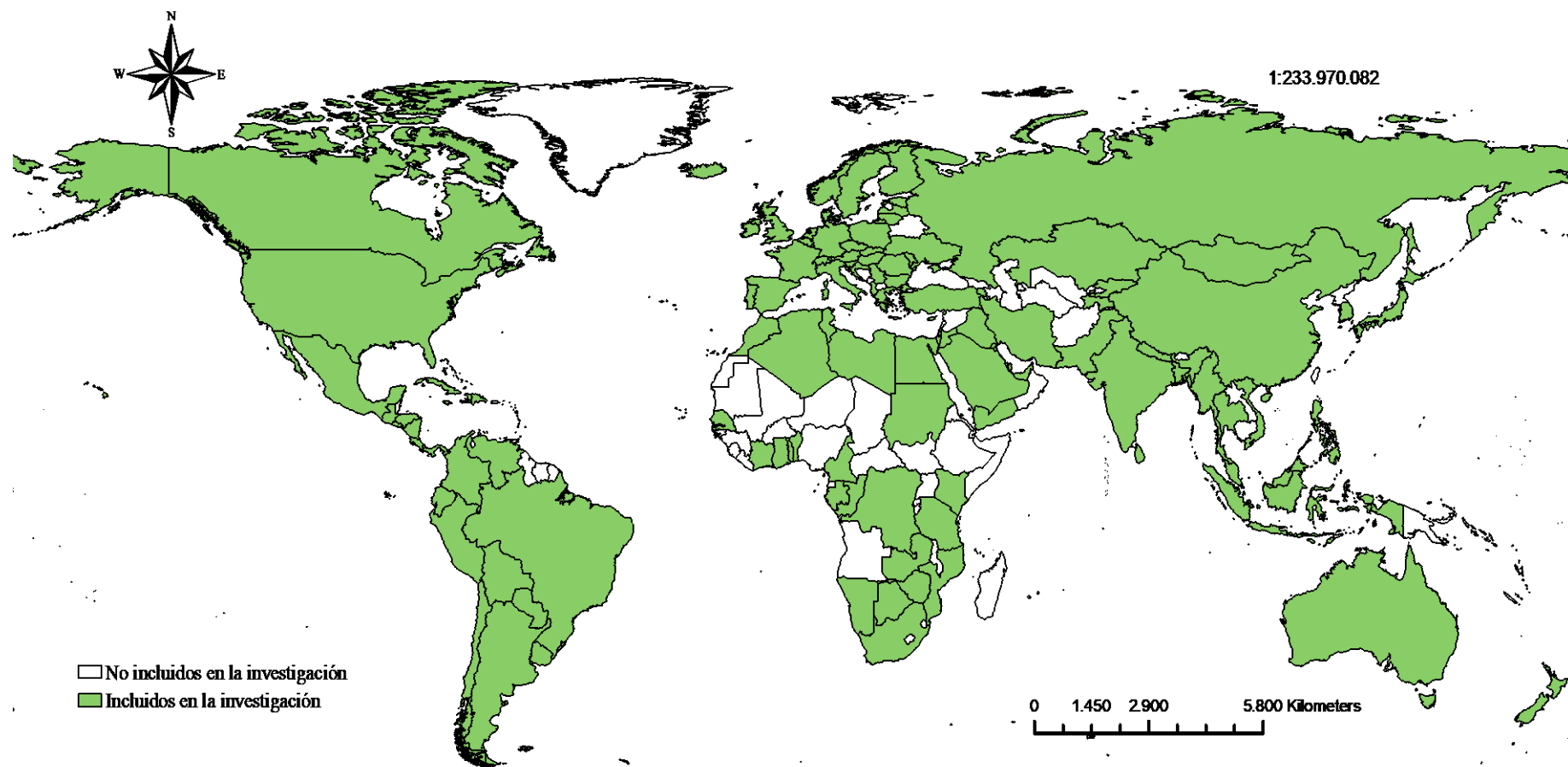
A mis padres Raúl y Cesilia, por su amor incondicional e infinito apoyo. Y a mi hermano Christian por sus palabras de aliento y motivación para salir adelante.

*Estefanía Elizabeth Lara Pacheco*

**ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN**

**BIBLIOTECA: FACULTAD JURÍDICA SOCIAL Y ADMINISTRATIVA**

TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR (A)/ NOMBRE DEL DOCUMENTO	FUENTE	FECHA: AÑO	ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN			NOTAS OBSERVACIÓN
				MUNDIAL	REGIONAL	OTRAS DEGRADACIONES	
TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO DE ECONOMISTA	Estefanía Elizabeth Lara Pacheco  “EFECTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA NO RENOVABLE Y LA FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN 118 PAÍSES, CON DATOS DE PANEL USANDO TÉCNICAS DE COINTEGRACIÓN Y CAUSALIDAD, EN EL PERÍODO 1970-2016”.	UNL	2019	MUNDIAL	--	CD	Economista



*Mapa 1. Ámbito geográfico de la investigación*

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial



## ESQUEMA DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÁMBITO GEOGRÁFICO.....	vii
ESQUEMA DE CONTENIDOS.....	ix
a. TÍTULO.....	1
b. RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
c. INTRODUCCIÓN.....	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
e. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
f. RESULTADOS.....	45
g. DISCUSIÓN.....	64
h. CONCLUSIONES.....	73
i. RECOMENDACIONES.....	75
j. BIBLIOGRAFÍA.....	76
k. ANEXOS.....	89

**a. TÍTULO**

“EFECTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA NO RENOVABLE Y LA FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN 118 PAÍSES, CON DATOS DE PANEL USANDO TÉCNICAS DE COINTEGRACIÓN Y CAUSALIDAD, EN EL PERÍODO 1970-2016”.

## **b. RESUMEN**

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto del capital humano y el consumo de energía no renovable, en el crecimiento económico a nivel mundial. Los datos utilizados fueron tomados de las bases de Barro y Lee (2016) y del Banco Mundial (2017); las variables que se emplearon para el desarrollo de la presente investigación fueron el PIB per cápita, el capital humano y el consumo de energía no renovable. Estas variables componen la teoría desarrollada por Solow – Swan (1956) que involucra al capital humano y Stiglitz (1974) a los recursos naturales. Los resultados encontrados revelan una relación positiva y significativa, para todos los grupos de países y a nivel global entre las variables, cabe destacar que existe un mayor efecto del consumo de energía no renovable en el crecimiento económico en comparación con el capital humano además de una relación de cointegración en el largo y corto plazo. En cuanto a la fuerza del vector de cointegración, éste es más contundente y significativo en el consumo de energía no renovable, mientras que el capital humano tiene una relación débil para todos los grupos de países; la relación de causalidad, presenta variaciones de acuerdo al grupo de ingresos para las variables analizadas. Ésta investigación, propone una calificación de los países por niveles de ingreso, más amplia 6 categorías, con respecto a las 4 definidas por el Banco Mundial. Las implicaciones de política propuestas sugieren que las economías deben asignar más recursos a la inversión en capital humano, particularmente en las áreas relacionadas con el desarrollo de capacidades. Además de inversiones destinadas a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que permitan mejorar la eficiencia energética.

**Palabras clave:** Capital Humano. Energía. Crecimiento Económico. Datos de Panel. Cointegración. Causalidad.

**Código JEL:** C22. E23. J24

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to evaluate the effect of human capital and non-renewable energy consumption on economic growth worldwide. The data used were taken from the databases of Barro and Lee (2016) and the World Bank (2017); the variables used for the development of this research were GDP per capita, human capital and non-renewable energy consumption. These variables compose the theory developed by Solow - Swan (1956) that involves human capital and Stiglitz (1974) to natural resources. The results show a positive and significant relationship, for all groups of countries and globally among the variables, it should be noted that there is a greater effect of non-renewable energy consumption on economic growth compared to human capital in addition to a relationship of cointegration in the long and short term. As for the strength of the cointegration vector, it is more forceful and significant in the consumption of non-renewable energy, while human capital has a weak relation for all groups of countries; the causality relation, presents variations according to the income group for the variables analyzed. This research, proposes a qualification of the countries by income levels, broader 6 categories, with respect to the 4 defined by the World Bank. The proposed policy implications suggest that economies should allocate more resources to investment in human capital, particularly in areas related to capacity development. In addition to investments aimed at the research and development of new technologies to improve energy efficiency.

**Keywords:** Human Capital. Energy. Economic growth. Panel Data. Causality. Cointegration

**JEL Code:** C22. E23. J24

### **c. INTRODUCCIÓN**

El crecimiento económico tiene un comportamiento variable, de acuerdo al Banco Mundial el crecimiento a nivel global en 2010 alcanzó un 3,6% mientras que en 2018 fue del 3%, en el largo plazo los avances logrados en los niveles de vida y la reducción de la pobreza pueden verse afectados; esto debido a un escaso aumento de la productividad, así como inversiones insuficientes en salud y educación. Las cifras oficiales publicadas por el Banco Mundial (2018), muestran que el capital humano un componente clave en el desarrollo de las economías, explica entre el 10 % y 30% las diferencias en el ingreso per cápita de los países. De acuerdo al Foro Económico Mundial (2017) tan solo 25 países han desarrollado su capital humano en el 70% o más y 14 se mantienen por debajo del 50%; debido a la ineficiente inversión en educación y consecuente falta de acceso a este servicio, en muchos países se desaprovecha las capacidades y potencialidades que poseen los individuos. La preparación académica representa una considerable mejora en la calidad de vida y propicia el desarrollo en un determinado país.

El crecimiento económico se traduce en un aumento de la producción de bienes y servicios dentro de una economía, por lo cual, la proporción de energía utilizada también aumenta en vista de que los procesos de industrialización demandan mayor uso de la misma. Es así que el consumo de energía se ha elevado desde el año 2012, pero a un ritmo menos acelerado en comparación con la década anterior.

De acuerdo con el Foro Económico Mundial (2017), este aumento del consumo se debe particularmente a los países emergentes que basan su crecimiento en la energía que en la actualidad, puede proceder de fuentes renovables o no renovables; estas últimas tienden a agotarse y degradan el medio ambiente. Según datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) en el año 2007, todavía más de 2.500 millones de personas es decir, el 40% de la población mundial, basaban su consumo energético en recursos contaminantes;

esta parte de la población se concentra en países de África, Latinoamérica y Asia (países no pertenecientes a la OCDE). Aunque las economías en los últimos años han centrado su atención en las energías renovables, por el hecho de disminuir la contaminación, la transición a éstas, es lenta.

En este contexto se puede apreciar que el capital humano y el consumo de energía no renovable, tienen un comportamiento relevante dentro de la dinámica del crecimiento económico. El pilar fundamental para la formación de capital humano es la educación y si bien los avances han sido significativos, no está siendo aprovechado en el total de su capacidad, afectando de esta manera al crecimiento. El consumo de energías no renovables tiene efectos contraproducentes, debido a la contaminación que se genera en la extracción y utilización de los recursos naturales. El desarrollo de la presente investigación, permitirá determinar el efecto y conocer la relación de estas variables con el crecimiento a nivel mundial y por niveles de ingreso; de esta forma formular propuestas y se propicie un mayor aprovechamiento de recursos y prevenir efectos adversos.

En base a lo mencionado anteriormente, cabe señalar que existe literatura empírica y teórica sobre la relación entre el capital humano, el consumo de energía no renovable y el crecimiento económico. Una de las teorías más utilizadas es la función de producción de Solow-Swan (1956) la cual supone que la función de producción tiene rendimientos constantes. Con Solow (1956) se inicia la estructura teórica que da importancia a los individuos, específicamente el capital humano, como componente fundamental en el desarrollo productivo de la industria y el crecimiento económico. Stiglitz (1974) por su parte menciona que la utilización de recursos naturales proporciona un aumento en el crecimiento económico, ya que a medida que más recursos se utilicen existirá una mayor producción. En esta investigación, se abordará el consumo de energía no renovable como una variable proxy a los recursos naturales del modelo de Stiglitz mencionado. Los modelos económicos endógenos utilizados para explicar el

proceso de crecimiento, generalmente se centran en el capital y el trabajo como factores de producción y dejan a un lado el papel de la energía, es así que autores como Pirlogea y Cicea (2012), Di Maria y Valente (2008) y Pittel y Rübhelke (2011) proporcionan referencias a la literatura más reciente. De igual manera Salim, Yao y Chen (2017) proporciona evidencia empírica contribuyendo de esta manera al estudio de las variables antes mencionadas.

La hipótesis planteada consiste en que el nivel de capital humano y el consumo de energías no renovables, tienen un efecto positivo en el crecimiento económico a nivel mundial y por niveles de ingresos a lo largo del periodo considerado. Para alcanzar el objetivo general, se desarrollarán los siguientes objetivos específicos: analizar la evolución entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el período 1970-2016; examinar la relación de corto plazo y largo plazo entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016. Y finalmente estimar la relación de causalidad entre las variables entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.

En la presente investigación se utilizaron datos procedentes del World Development Indicators del Banco Mundial (2017) y la base de Barro y Lee (2016) para 118 países, en el período 1960-2016. Los países y el período de tiempo fueron seleccionados por la disponibilidad de los datos para las variables utilizadas, esto permitió hacer estimaciones usando un panel de datos balanceado. La variable dependiente es el logaritmo del PIB per cápita y las variables independientes: el logaritmo del consumo de energía no renovable y el promedio de años de escolaridad, como medida del capital humano.

Salim y Chen, (2017) indagaron la relación de las variables utilizadas en la presente investigación y proponen como una extensión a su estudio, se aborde una cantidad mayor de

países, debido a que su estudio es aplicado únicamente a las provincias de China. Por lo tanto la relevancia de esta investigación radica en que se tomaron en cuenta 118 países además de una nueva clasificación de los mismos más amplia, que es más coherente con las diferencias de ingresos entre los países.

Los resultados encontrados en esta investigación, señalan la existencia de una relación positiva y significativa de las variables consumo de energía no renovable, capital humano y crecimiento económico, para todos los grupos de ingresos y a nivel global. Existe cointegración en el largo y corto plazo, además el vector de cointegración es más contundente y significativo en el consumo de energía, mientras que el capital humano tiene una relación débil para todos los grupos de países. La relación de causalidad presenta variaciones de acuerdo al grupo de ingresos, para las variables analizadas.

Las implicaciones de política derivadas de esta investigación sugieren que los países que componen los grupos PIMB y PIB deben enfocar mayores inversiones a la energía renovable, la generación de nuevas tecnologías mejorará su eficiencia energética. En cuanto a los PIEB, debido al efecto que tiene el capital humano en sus economías, deben destinar más recursos a la educación, para impulsar el crecimiento, los grupos PIB, PIMB además de reforzar la calidad educativa, es necesario que promuevan la implementación de becas especialmente en el nivel superior de educación.

Luego de la introducción, el presente trabajo está conformado por: d) Revisión de literatura, compuesto a su vez por: antecedentes, fundamentación teórica y fundamentación legal. e) Materiales y métodos, que comprende las secciones de: materiales, tipo de investigación y método de investigación. f) Resultados, g) Discusión, h) Conclusiones, i) Recomendaciones, j) Bibliografía, k) Anexos.



## d. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. Antecedentes

La función de producción de Solow - Swan (1956) es una de las teorías más utilizadas, para explicar el crecimiento. “El punto de partida de cualquier teoría del crecimiento debe ser una función de producción agregada, que es una especificación de la relación entre la producción agregada y los factores de producción” (Blanchard, Amighini, y Giavazzi, 2012, p.263).

El modelo de crecimiento supone que en la función de producción, al aumentar en la misma proporción el trabajo y capital, se obtienen rendimientos constantes. De lo contrario, los aumentos no uniformes en alguno de los dos factores generan un aumento cada vez menor de la producción; esto se denomina rendimientos decrecientes del capital. Solow (1956) inicia la estructura teórica que da importancia al ser humano como componente fundamental en el desarrollo productivo de la industria y el crecimiento económico. La relación entre la producción agregada y los dos factores viene dada por:

$$Y = F(K, N) \quad (1).$$

En la Ecuación 1, Y es al igual a la producción agregada. K es el capital, la suma de todas las máquinas, plantas y edificios de oficinas. N es el trabajo, es decir, el número de trabajadores que hay en la economía. Una función que permite un alto grado de sustitución entre capital y trabajo es la de Cobb-Douglas (1928). Esta describe apropiadamente la relación entre la producción, el capital físico y el trabajo, la cual tiene rendimientos constantes a escala y rendimientos marginales decrecientes con respecto a cada factor. La ecuación es la siguiente:

$$Y = K^{\alpha} N^{1-\alpha} \quad (2).$$

En este sentido, se reconoce el desempeño del capital humano dentro de la actividad económica, impulsando el crecimiento en los diferentes países. Teóricamente, se demuestra la

necesidad de acumular capital tanto físico, como humano; así como la complementariedad de estos factores para contribuir en este proceso.

El crecimiento económico, además puede verse potenciado o limitado por los recursos que posee un determinado país. Stiglitz (1974) sostuvo que la utilización de recursos naturales proporciona un aumento en el crecimiento económico, a medida que más recursos naturales se utilicen se obtendrá una mayor producción, y así más ingresos. Sin embargo, en el largo plazo menciona la idea de la existencia de una relación negativa entre crecimiento económico y recursos naturales, debido a la degradación del medio ambiente que supone su utilización.

Sin embargo, destaca que esta relación puede eliminarse a través de políticas debidamente diseñadas para el contexto de cada economía. (Rodríguez-Arias y Gómez-López, 2014). De este modo, es posible suprimir los efectos de una mala administración de los recursos naturales, para obtener un máximo aprovechamiento por su extracción. Estos recursos, a su vez representan fuentes de energía, elemento central dentro de la producción de bienes y servicios.

$$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}R^{\beta} \quad (3).$$

La Ecuación (3) incorpora el factor de los recursos naturales. Donde  $\alpha$  es un número comprendido entre 0 y 1. Las elasticidades producto del capital físico y trabajo representada están representadas por  $\alpha$ , los recursos por  $\beta$ . Miden la respuesta del producto ante un cambio producido en los niveles de los factores mencionados si lo demás permanece constante, (Blanchard, Amighini, y Giavazzi, 2012).

De esta manera, se plantea la estructura teórica que sustenta la utilización de las variables en esta investigación. A continuación, se presentan las principales investigaciones que constituyen la evidencia empírica, es decir estudios similares aplicados para diferentes ámbitos geográficos.

Los estudios que incorporan el capital humano, el consumo de energía y el crecimiento fueron desarrollados por autores como Alaali y Taylor (2015), quienes en su estudio muestran que la educación y el consumo de energía tienen un efecto significativo en el crecimiento económico. Existen efectos diferenciales de la energía y el capital humano sobre el crecimiento económico de los países desarrollados y exportadores de petróleo. El consumo de energía tiene un efecto positivo significativo en ambos tipos de países y se indica que la energía debe ser utilizada de manera más eficiente para garantizar un crecimiento sostenible.

En la investigación desarrollada por Pablo-Romero y Sánchez-Braza (2015) las elasticidades calculadas con respecto al uso de energía son positivas para los países pertenecientes a OCDE, BRICS (elasticidades más altas, alrededor de 0,37), NAFTA, Asia oriental, Europa oriental y países de la UE15 (elasticidades menores, alrededor del 0,12). Se observaron débiles relaciones de sustitución entre la energía y el capital humano para todos los grupos, a excepción de los países BRICS y del este de Europa, que muestran relaciones de complementariedad.

Fang y Chang (2016) examinan la cointegración y la relación causal entre el consumo de energía y el desarrollo económico en 16 países de Asia y el Pacífico durante el período 1970-2011 utilizando la función de producción aumentada que considera no solo el capital físico y la mano de obra sino también el capital humano. Este es probablemente uno de los primeros en la literatura de nexos de crecimiento energético que incluye el capital humano en el marco multivariado. Encuentra una relación de cointegración a largo plazo entre estas variables. Los resultados de las pruebas de causalidad de Granger (2003), encuentran que el crecimiento económico causa el uso de energía en la región, pero la relación varía según los países. Confirman una relación de cointegración a largo plazo entre el Producto Interno Bruto, el capital físico, el trabajo, el capital humano y el uso de energía en los países de Asia Pacífico.

Los resultados muestran que la energía, es un contribuyente importante al desarrollo económico.

Chen y Fang (2017) investigaron la cointegración y la relación causal entre el crecimiento económico y el consumo total de energía, utilizando un marco multivariado que considera el capital humano. Los resultados sugieren que el capital humano ejerce 2-3 veces el efecto del capital físico en la economía y la energía también juega un papel importante. Además, los resultados de las pruebas de causalidad de Granger tanto para el panel como para las provincias individuales, brindan perspectivas sustanciales. Sugieren que es importante examinar los efectos causales, tanto del uso total de energía como del consumo desagregado de ésta, antes de que los gobiernos locales realicen actividades energéticas y económicas específicas.

Las investigaciones están clasificadas de acuerdo a la relación del capital humano y el consumo de energía, con el crecimiento económico.

### **1.1 Capital humano y crecimiento económico**

Los trabajos de Uzawa (1965) y Lucas (1988) introdujeron inicialmente, el capital humano, como variable principal de la función de producción Cobb-Douglas. Sustituyeron el factor trabajo (L), por el factor capital humano (H) y reconocen al capital humano como un factor de producción sustancial, dentro del proceso de crecimiento.

La evidencia empírica que analiza la relación entre el capital humano y el crecimiento económico, está conformada por las investigaciones de autores que desarrollaron sus investigaciones para países asiáticos. Chang y Shi (2016) ponen especial énfasis en el capital humano avanzado, como impulsor del crecimiento a través de la innovación tecnológica. A medida que aumenta el capital humano, el efecto es significativo, positivo y a largo plazo en el crecimiento económico. La calidad educativa también desempeña un papel importante en el nivel de ingresos a largo plazo, y es un determinante en el proceso de crecimiento.

Li y Wang (2016) mediante la técnica de Método Generalizado de Momentos (GMM) estimaron modelos de paneles dinámicos con datos a nivel provincial chino. Manifiestan que la inversión en educación tiene un efecto positivo a largo plazo sobre la acumulación de capital humano. Al distinguir entre diferentes tipos de capital humano, encontraron evidencia bastante sólida de que el capital humano básico contribuye al crecimiento chino a través del "canal de acumulación de factores" y al capital humano avanzado a través del "canal de productividad".

Breton (2015) en su investigación aplicada para Japón en el periodo 1969-2007 proporcionan evidencia considerable de que los aumentos en el capital humano influyen en el crecimiento. Los resultados empíricos indican que la tasa de crecimiento económico de Japón ha disminuido debido a la desaceleración del crecimiento del capital humano. El coeficiente estimado en el modelo indica que cada año adicional de escolaridad promedio aumentó el PIB en Japón en un 20% y que la desaceleración del crecimiento en la escolarización redujo la tasa de crecimiento anual en 1.2% entre 1969 y 2007. Esta tasa es inusualmente alta comparada con otros países de ingresos altos, los cuales invierten una proporción más alta en escolaridad y menor en capital físico. Este hallazgo indica que Japón podría aumentar su tasa de crecimiento de forma más rentable, mediante el reequilibrio de sus tasas de inversión entre el capital humano y al poner más énfasis en la inversión en la educación formal.

Las investigaciones hechas a nivel global comprenden los estudios de Dias y Tebaldi (2012) quienes señalan que la acumulación de capital humano y físico, fomenta la creación de tecnología y el crecimiento de la producción, a nivel global. La productividad contribuye a aumentar los rendimientos de la acumulación de capital humano e induce a los trabajadores no educados a invertir en educación y educarse. Esto genera un mecanismo de acumulación de auto perpetuación.

Čadil, Petkovová y Blatná (2014) en su artículo se centran en la estimación del efecto de la dotación de capital humano en el crecimiento económico en el período 2007-2011. Usando datos NUTS<sup>1</sup> 2 regionales exponen que, en general, no existe suficiente evidencia para concluir que el capital humano sea un factor positivo de crecimiento en las regiones de la UE en el período seleccionado. Por el contrario, especialmente en las regiones agrícolas, existe un efecto negativo de la dotación de capital humano en el crecimiento. La razón de tal resultado puede ser causada por varios factores. En primer lugar, la población altamente educada que vive en regiones agrícolas trabaja parcialmente en otros lugares, en regiones casi urbanizadas. En general, para la mayoría de los grupos, no se observa ningún efecto del capital humano en el crecimiento, antes de la crisis, durante este período o en el año 2010, que trajo el primer signo de recuperación.

Teixeira y Queirós (2016) investigaron la relación del capital humano en el crecimiento económico durante el periodo (1960-2011) y para países más desarrollados (OCDE), el impacto de la interacción entre el capital humano y el cambio estructural es positivo. En cuanto a países de transición y mediterráneos en un período de tiempo más corto (1990-2011), encontraron que el capital humano tiene un impacto significativo y positivo en el crecimiento económico de los países, pero el efecto del capital humano a través de la especialización en alta tecnología y actividades de conocimiento intensivo son negativas. El último resultado indica que, la falta de estructuras industriales capaces de integrar adecuadamente a individuos altamente educados en el sistema productivo hace que los países experimenten resultados económicos decepcionantes.

Los datos utilizados por Pelinescu (2015) en su modelo son anuales para el período 2000-2012. Los resultados revelaron una relación positiva, estadísticamente significativa entre el PIB per cápita y la capacidad innovadora de capital humano (evidenciada por el número de patentes)

---

<sup>1</sup> Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas, clasificación jerárquica de 5 niveles que subdivide cada Estado miembro en un número de regiones NUTS 1, se subdividen a su vez en un número de regiones NUTS 2

y la calificación de los empleados (educación secundaria) según lo esperado. Sin embargo, en 2008 y 2009 se presentó una relación negativa que podría ser consecuencia del impacto de la crisis financiera. Estadísticamente, el modelo de datos indica una correlación positiva y significativa, resultó inesperada la relación negativa entre el gasto en educación en el PIB y el PIB per cápita; una posible explicación es la heterogeneidad de los países considerados. No obstante, el bajo nivel de coeficientes lleva a la conclusión de que los resultados se validan frente a los de Nonnemen y Vanhoudt (1996), que se utilizaron como proxy para la participación del capital humano en el gasto en educación en el PIB.

Las estimaciones de Patrinos y Psacharopoulos (2010) señalan que los rendimientos brutos de la educación para 98 países, presentan el patrón clásico de rendimientos decrecientes de la educación, según el nivel de desarrollo económico y el nivel de educación. En general, la tasa promedio de retorno a otro año de escolaridad es del 10%. Los retornos más altos se registran para los países de ingresos bajos y medios. Son más altos en la región de América Latina y el Caribe y para la región de África subsahariana. Los retornos a la escolarización para Asia se encuentran aproximadamente en el promedio mundial. Los rendimientos son menores en los países de altos ingresos de la OCDE. Durante los últimos 12 años, el rendimiento promedio de la escolarización ha disminuido en 0,6 puntos porcentuales. Al mismo tiempo, el promedio de los niveles de la escuela ha aumentado. Por lo tanto, y de acuerdo con la teoría, un aumento en la oferta educativa, ha llevado a un ligero descenso en los retornos a la escolarización.

Park (2006) argumenta que una economía funcionaría mejor, cuando asigna recursos para apoyar todos los niveles de educación, en lugar de cuando se enfoca en promover un nivel particular. Tzeremes (2014) sugiere evidencia de rendimientos decrecientes del capital humano y, una relación no lineal. Enfoca su investigación a una muestra de 123 países para el período 1970–2011. Los resultados del análisis no paramétrico, revelan una relación no lineal entre el

capital humano, el cambio tecnológico y los niveles de eficiencia de los países. Sin embargo, esto no está confirmado para el caso de las economías en desarrollo.

Schündeln y Playforth (2014) en la India los resultados sugieren que los retornos privado y social a la educación son muy diferentes y sugieren que los efectos de la mala asignación de capital humano en este país fueron significativos. De manera general, la mayoría de la evidencia empírica coincide con la teoría, ratificando el papel importante que desempeña el capital humano en el crecimiento económico, particularmente a largo plazo.

## **1.2 Consumo de energía y crecimiento económico**

La relación del consumo de energía no renovable y el crecimiento económico desarrollada por Kraft y Kraft (1978) en su estudio pionero, encontraron causalidad unidireccional que va desde el Producto Nacional Bruto hasta el consumo de energía. La dirección de la causalidad encontrada en su investigación asume una hipótesis de conservación, para los Estados Unidos en el período posterior a la guerra. Cuando el coeficiente no presenta una marcada sensibilidad de la producción con relación a los cambios en el consumo de energía, resulta factible implementar programas de conservación energética sin que el crecimiento económico se vea afectado (Nieto y Robledo, 2012). En contraste, Stern (1993) examina la relación causal entre el PIB y el consumo de energía para el período 1947-1990, en este mismo país. Utilizando un modelo de vector autorregresivo multivariado, y no encuentra evidencia de causalidad entre el consumo de energía y el producto interno bruto.

Las siguientes investigaciones sostienen que existe una relación positiva entre el consumo de energía y crecimiento económico. La investigación realizada por Gozgor, Lau, y Lu (2018) para los 36 países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), sugieren una relación significativa entre el consumo de energía y el



crecimiento tanto a corto como a largo plazo; al igual que los estudios de Salahuddin y Alam (2016), para este mismo grupo de países.

Los resultados empíricos de la investigación de Shahbaz, Zakaria, Shahzad y Mahalik (2018) para los países de China, Japón, Brasil y Corea del Sur muestran que la relación entre el crecimiento económico y el consumo de energía es principalmente positiva. Debido a estos resultados, la marcada correlación entre el consumo de energía y el crecimiento económico en estos países, los gobiernos quienes a su vez son los responsables de la formulación de políticas, deberían considerar la energía como un recurso potencial, para impulsar el crecimiento.

Antonakakis, Chatziantoniou y Filis (2017) revelan que a nivel mundial, los efectos de los diversos tipos de energía el consumo sobre el crecimiento económico varían de acuerdo al nivel de ingresos. La dinámica en el largo plazo presentó una relación negativa significativa en los sectores de bajos ingresos, ingresos medios altos y altos ingresos. Wolde-Rufael (2014) para las economías en transición, manifiesta que la variabilidad en los países entre energía y crecimiento puede atribuirse a las diferencias en la importancia de la energía como insumo en el crecimiento económico de cada país, la eficiencia técnica, las limitaciones de capacidad de producción y posibles externalidades negativas por el consumo de energía como emisiones de carbono.

Azam, Khan, Bakhtyar y Emirullah (2015) en su investigación para los países de Indonesia, Malasia, Tailandia, Singapur y Filipinas demuestran que existe una relación de cointegración en el largo plazo, significativa entre el consumo de energía y el crecimiento económico. Adams, Klobodu y Opoku (2016) los hallazgos de su estudio muestran que los beneficios de la energía son mayores que los costos externos que vienen con el uso de la misma. Sarwar, Chen, y Waheed (2017), por su parte muestran resultados que confirman que los países en desarrollo, dependen en gran medida del consumo de electricidad. La dinámica a largo plazo presenta una

relación negativa significativa en los sectores de bajos ingresos, ingresos medios altos, altos ingresos. Appiah (2018) revela que los efectos de los diversos tipos de energía en el consumo sobre el crecimiento económico varían de acuerdo a los grupos de países.

En contraste las siguientes investigaciones, sostienen que no existe un aporte significativo de esta variable al crecimiento. Alshehry y Belloumi (2015) para Arabia Saudita los resultados indican que la contribución de la energía al crecimiento no es significativa. Shahbaz, Hoang, Mahalik, y Roubaud (2017) en sus resultados muestran que solo los choques negativos al consumo de energía tienen impactos en el crecimiento económico de la India. Tang, Tan, y Ozturk (2016) para Vietnam; Shahbaz, Zakaria, Shahzad, & Mahalik (2018) los resultados empíricos, expuestos en su investigación muestran que la relación entre el crecimiento económico y el consumo de energía es principalmente positiva para todos los países analizados en su estudio, aunque existen grandes diferencias, entre grupos de países. De igual manera Kristjanpoller, Sierra, y Scavia (2018); Tugcu y Topcu (2018) para los países miembros del G7, Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido, sugieren una inestabilidad entre el aumento de la producción y el consumo de energía.

## **2. Fundamentación teórica**

### **2.1 Producto Interno Bruto**

#### **2.1.1 Definición**

El Producto Interior Bruto (PIB) es el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos dentro de un país, en un periodo determinado. Todos los bienes y servicios se expresan utilizando precios de mercado. Se incluyen todos los bienes y servicios producidos en la economía y vendidos legalmente en los mercados, esto incluye bienes tangibles y servicios intangibles. Solo se incluye en valor de los bienes y servicios finales, debido a que el valor de los bienes intermedios ya está incluido en los bienes finales. Mankiw, (2012).

$$PIB = C + I + G + (X - M) \quad (4).$$

## **2.1.2 Tipos**

### *2.1.2.1 PIB real*

PIB real, que es la producción de bienes y servicios valuados a precios constantes. Esta medida nos da la posibilidad de comparar la producción real de un determinado país en periodos de tiempo diferentes. El cálculo se realiza a partir de los precios de un año base y permite, aislar los cambios producidos en los precios. El incremento del PIB real no muestra de manera directa, los cambios tecnológicos que modifican las características de los bienes y servicios producidos por una economía. Sin embargo, es la mejor y más utilizada forma de calcular el crecimiento económico de una nación. (Pampillon, 2013)

### *2.1.2.2 PIB nominal*

La producción de bienes y servicios valuados a los precios actuales, es decir, el nivel de precios existente en ese periodo de tiempo, se denomina PIB nominal. Es el valor a precios de mercado de la producción de bienes y servicios finales producidos en un país durante un período determinado de tiempo, trimestre, semestre o anual. Cuando existe inflación, se genera un aumento substancial de precios, por lo que aunque la producción no aumenta, el PIB si sufre un incremento (Ramales ,2010).

### *2.1.2.3 PIB per cápita*

El PIB per cápita se define como un indicador económico que mide la relación entre el nivel de renta de un país, representado por el valor total de mercado de todos los bienes y servicios finales generados por la economía de una nación, en un periodo de tiempo de un año generalmente y su población (Galán, 2018). Se considera que los países con mayor PIB per

cápita generalmente tienen una base económica más amplia para impulsar el desarrollo de su población.

### ***2.1.3 Componentes del Producto Interno Bruto***

#### ***2.1.3.1 Consumo***

Es el gasto de los hogares destinado a bienes y servicios, Los bienes incluyen el gasto del hogar en bienes duraderos, como automóviles y electrodomésticos, y bienes no duraderos, como alimentos y ropa. Los servicios incluyen artículos intangibles como cortes de cabello y cuidados médicos. Se excluye compras de viviendas nuevas.

#### ***2.1.3.2 Inversión***

Es la compra de equipo de capital, inmuebles, maquinaria, mobiliario o fábricas, incluido inventarios y estructuras, que serán utilizados para producir más bienes y servicios de consumo, Astudillo y Paniagua (2012). La inversión en estructuras incluye el gasto en viviendas nuevas. Siendo este gasto considerado como inversión por parte de los hogares.

#### ***2.1.3.3 Gasto***

El gasto gubernamental incluye la compra de bienes y servicios de gobiernos locales, estatales. Incluyen los pagos de salarios de los trabajadores del gobierno, así como el gasto en obras públicas.

#### ***2.1.3.4 Exportaciones netas***

Las exportaciones netas son iguales a las compras hechas por extranjeros de bienes producidos internamente (exportaciones) menos las compras domésticas de bienes extranjeros (importaciones). La palabra netas en el término de exportaciones netas se refiere al hecho de que las importaciones se restan de las exportaciones Mankiw, (2012).

## 2.2 Crecimiento económico

Autores como Kuznets (1966) definen al crecimiento económico de un determinado país como el incremento continuo del producto per cápita o por trabajador. Esto se puede interpretar como un aumento del valor de los bienes y servicios, que son producidos por una economía durante un período de tiempo determinado.

Case y Fair (2012), sustentan que el crecimiento se caracteriza por el incremento en la producción total de una economía. Esto sucede cuando un país adquiere nuevos recursos o cuando aprende a producir más con los existentes. Los nuevos recursos pueden significar una fuerza laboral más numerosa o un incremento en el capital.

“El crecimiento, además, debe entenderse como un fenómeno: i) tendencial, es decir, no elimina la posibilidad de oscilaciones cíclicas en torno a una línea ascendente; ii) sostenido, o sea que se extiende a lo largo de un periodo de tiempo lo suficientemente largo como para que el nuevo nivel se transforme en un piso relativamente irreversible. Es decir, que no se trate (el crecimiento y el decrecimiento) de fluctuaciones de corte coyuntural”. (Valenzuela, 2008, p.7)

La fórmula para calcular la tasa de crecimiento económico es:

$$\text{Crecimiento económico} = \frac{(PIB_2 - PIB_1)}{PIB_1} = \frac{\Delta PIB}{PIB_1} \times 100 \quad (5).$$

Donde:

PIB<sub>2</sub>: Es el producto interno bruto real en el período 2, PIB<sub>1</sub>: Producto interno bruto real en el período 1, ΔPIB: Variación del producto bruto interno real.

## **2.3 Recursos Naturales**

El Informe de Comercio Mundial (2010), define a los recursos naturales como “materiales existentes en el entorno natural escasos y económicamente útiles en la producción o el consumo, estos pueden encontrarse en estado bruto o haber sido sometidos a un mínimo proceso de elaboración”. Las sociedades aprovechan estos recursos, para mediante su explotación lograr su bienestar y desarrollo.

### ***2.3.1 Recursos energéticos***

Un recurso energético es todo elemento o medio, que puede ser utilizado como fuente de energía eficiente. A través de este, es posible conseguir de manera correcta y satisfactoria energía. De manera convencional se conoce que la naturaleza proporciona una variedad de estos tipos de recursos, entre ellos el gas, el petróleo, el carbono (Puma, 2016).

#### ***2.3.1.1 Fuentes no renovables***

Son aquellos que existen en una cantidad determinada. No se renuevan en el corto plazo y son agotables pues las reservas disminuyen con la explotación, Martínez y Caro (2010). No pueden ser sustituidos o reutilizados debido a que no existe sistema de producción o recuperación. Son utilizados como fuente de energía y comprende el uso de combustibles fósiles: el petróleo, el gas natural y el carbón, que son producto de restos de seres vivos enterrados millones de años atrás y que se transformaron bajo condiciones de presión y temperatura en este tipo de combustibles, Soria (2010). Actualmente, la demanda mundial de energía se satisface principalmente con este tipo de fuentes. Dentro de esta clasificación también se encuentra la energía nuclear (uranio).

#### *2.3.1.1.1 Ventajas*

Carbón: Es un recurso relativamente abundante, pues cuenta con existencia de reservas importantes, además de un menor coste de obtención que en otros tipos de energía. Otra de las características más relevantes es que es posible obtener una gran cantidad de energía a partir de poco volumen de este elemento. No presenta problemas de fuga como sí ocurre en los casos del petróleo y del gas, por lo que esto disminuye el riesgo de contaminación (Minería, C. 2012).

Petróleo: Una de las ventajas del petróleo es su facilidad de extracción; el método utilizado para llevar a cabo este proceso, incluye técnicas que se ha ido perfeccionando a lo largo de un siglo; obteniendo un aprovechamiento máximo de este recurso. Otra ventaja del petróleo es que tiene una alta densidad, es decir que a partir de cantidades pequeñas se puede generar cantidades importantes de energía, el kilogramo promedio de petróleo quemado puede generar hasta 10,000 kilocalorías de energía. El petróleo al igual que sus derivados que incluyen gasolina, combustible diésel y aceite, materia prima para petroquímicos, ceras, aceites lubricantes y asfalto; tienen mayor facilidad de transportación, permitiendo de esta forma conectar la oferta y demanda de los mismos (Badii, Guille, Abreu, Castillo, 2016).

Gas natural: Es un recurso con un alto poder calorífico además de fácil acceso y transporte; esto se hace de forma muy eficiente tanto en tierra como en mar. En la superficie se construyen ductos, mientras que en el mar se lleva en forma líquida, lo que reduce los costos para transportarlo de un lugar a otro. Su precio es competitivo frente a combustibles similares, aunque suele estar referenciado al precio del crudo, tiene una menor volatilidad. Es estable, es decir que proporciona energía de manera continua, sin que interfieran otros factores para su utilización, como por ejemplo el clima. Es un elemento que se encuentra en estado gaseoso, por lo que no contamina el suelo o el agua. En comparación con el carbón, las emisiones del gas natural son mucho menores (Naturgy, 2016).

Uranio: Es una fuente de energía continua por lo que la producción del uranio no está ligada a factores ambientales o climáticos que impidan su extracción. La utilización del uranio, al contrario de lo que ocurre con otros combustibles, no genera la emisión de gases a la atmósfera como el CO<sub>2</sub>, por lo que se evita de este modo el efecto invernadero (Energy, 2016).

#### *2.3.1.1.2 Desventajas*

Carbón: La principal desventaja de este recurso, son las emisiones de gases de efecto invernadero, saturados de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión son liberados a la atmósfera produciendo contaminación. En general todo el proceso genera impactos negativos al medio ambiente el agua utilizada en el proceso de refrigeración es devuelta a los ríos, también se producen cenizas así como residuos producto de la combustión. Por otro lado, las reservas de este recurso son limitadas, por lo que su uso en el largo plazo está condicionado a la disponibilidad de las mismas (Piña, 2013).

Petróleo: Es una fuente de energía cuyas reservas son escasas, se estima que se agotarán en aproximadamente 50 años. Las predicciones sostienen que la cantidad de petróleo extraído será cada vez menor, por lo que su precio aumentará y eventualmente dejará de estar disponible en muchos países (Nieves, 2018). El proceso de extracción produce impactos perjudiciales para el medio ambiente: el inadecuado desecho de los altos volúmenes de agua contaminada, derrames accidentales en el proceso de producción y refinación, pozos abandonados sin ser sellados adecuadamente. La calidad del aire también se ve afectada por el uso del petróleo, las cantidades excesivas de dióxido de carbono, metano, entre otros gases, atrapan calor en la atmósfera y creando un efecto invernadero (Badii, Guille, Abreu, Castillo, 2016).

Gas natural: Las reservas existentes que se tienen son limitadas y se estima que pueden durar alrededor de 60 años, de acuerdo a datos de la Agencia Internacional de Energía. La volatilidad de este elemento hace necesario que exista mucha precaución al manejarlo, debido



a que existe el riesgo de explosiones por el uso inadecuado y accidentes por error humano. Es uno de los combustibles fósiles más limpios, sin embargo influye en el efecto invernadero, la liberación de dióxido de carbono al llegar a la atmósfera contribuye al calentamiento global. En el proceso de extracción son destruidas áreas naturales, además de contaminar suelo y agua (Gascan, 2007).

Uranio: Se producen diferentes residuos que requieren un manejo especial, ya que son altamente tóxicos durante miles de años. Las alternativas más viables y utilizadas incluyen el enterrar o almacenar en superficie dichos residuos. El enterramiento consiste en depositar los residuos a varios metros de profundidad, en formaciones geológicas estables e impermeables; aunque siempre está latente el riesgo de contaminación de corrientes de aguas subterráneas. Otra desventaja consiste en el riesgo de accidentes nucleares, poniendo en peligro la vida de las personas de manera directa, CRANA (2018).

### *2.3.1.2 Fuentes renovables*

Se denomina recursos renovables a los que se son relativamente inagotables, ya sea por la abundante disponibilidad de los mismos o por ser capaces de regenerarse por medios naturales. Proporcionan una fuente de energía, que permite un aprovechamiento ilimitado, debido a que se renueva constantemente en la naturaleza, Martínez y Caro (2010). Son tan antiguas como el Sol o el planeta, se han utilizado desde la antigüedad para molinos de vientos, ruedas hidráulicas, etc. Actualmente son más utilizadas para la producción de energía eléctrica, Soria (2010).

#### *2.3.1.2.1 Ventajas*

Biomasa: El uso de esta fuente de energía no emite contaminantes sulfurados o nitrogenados además supone una disminución de las emisiones de dióxido de carbono; puesto que la cantidad emitida, es la misma que fue absorbida por las plantas durante su crecimiento.

Debido al reciclaje de la biomasa, se produce una disminución de residuos utilizando los excedentes agrícolas, esto también representa oportunidades para este sector, con el aprovechamiento de algunos tipos de biomasa, principalmente la forestal y los cultivos energéticos, contribuyendo de esta manera a un aumento de la economía local (Lucas, Peso, Rodríguez y Prieto, 2012).

**Hidráulica:** Esta fuente de energía es inagotable y tiene un bajo impacto ambiental y puesto que no contamina el proceso de transformación es decir, que no produce residuos ni da lugar a la emisión de gases o partículas que contaminen la atmósfera, siendo una fuente de alta fiabilidad. La construcción de las presas para embalsar el agua permiten regular el caudal del río, evitando eventuales inundaciones y abasteciendo mediante el riego de las tierras bajas en época de sequía, (Hadzich, 2013).

**Eólica:** La energía eólica es inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles contribuyendo a evitar el cambio climático, debido a que está exento de problemas de contaminación. Esto implica que no genera impactos negativos como los originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión. Esto representa un beneficio directo para el aire, el suelo, fauna y vegetación (Moreno Cortés, 2017).

**Solar:** Este tipo de energía no contamina, el uso de sistemas solares permite la producción de energía con un impacto ambiental mínimo, ya que su proceso de transformación no requiere de combustión y no se genera residuos o desechos contaminantes, como en otros tipos de energía además de considerarse una fuente relativamente inagotable. Otra ventaja es que su aprovechamiento reduce la dependencia de otros países para la generación y abastecimiento de energía (ERenovable, 2018).

**Geotérmica:** Es reconocida como una fuente amigable con el medio ambiente, el aprovechamiento de yacimientos energéticos próximos conlleva la construcción de menos

infraestructuras para el transporte de dicha energía por lo que el uso de suelo no es extenso, como es el caso de otras fuentes de energía. El calor de la tierra se encuentra a disposición durante las 24 horas del día y a lo largo de todo el año, por lo que su disponibilidad no representa un inconveniente (Barrero, 2008).

#### *2.3.1.2.2 Desventajas*

**Biomasa:** El rendimiento energético es menor en comparación con los derivados de los combustibles fósiles, es decir, que para conseguir la misma cantidad de energía se requiere utilizar una cantidad mayor de materia prima; ocasionando complicaciones en el transporte y almacenamiento. Los costes de producción, de esta fuente de energía aún son mayores, frente a la energía proveniente de fuentes no renovables (Lucas, Peso, Rodríguez y Prieto, 2012).

**Hidráulica:** El uso de esta fuente de energía puede ocasionar alteraciones en la fauna y flora del río, como consecuencia de cambios irreversibles en los ecosistemas fluviales durante su construcción. Uno de los problemas que pueden ocasionar los embalses es la evaporación de agua, provocando un aumento de la humedad relativa del ambiente. En regiones tropicales, estudios han demostrado que generan focos infecciosos de enfermedades como consecuencia del estancamiento de las aguas. CRANA (2018).

**Eólica:** La principal desventaja es la incapacidad para controlar el viento, este es menos predecible y no puede ser utilizada como única fuente de generación eléctrica, como causa de la variabilidad del viento la producción eléctrica desciende y afecta a la planificación prevista. Los parques eólicos se sitúan generalmente en zonas apartadas y para transportar la energía son necesarias torres de alta tensión y cables de gran capacidad causando impacto en el paisaje y a las aves migratorias (Moreno Cortés, 2017).

Solar: El coste de instalación de una planta fotovoltaica puede resultar elevado. Adicionalmente, las tecnologías existentes tienen rendimientos muy bajos en comparación con otras plantas de producción; esto significa que la energía producida es menor a la que podría producirse. Al tener una concentración baja, la luz solar debe ser capturada por las superficies más extensas por lo que se pueden tomar tierras que pueden ser utilizadas como zonas agrícolas (ERenovable, 2018).

Geotérmica: La principal desventaja radica en que los yacimientos hidrotermales llevan disueltos gases y otras sustancias químicas entre estos el mercurio y compuestos de azufre, los mismos que requieren un tratamiento adecuado para evitar que contaminen la atmósfera y las aguas circundantes. El deterioro del paisaje es otro posible impacto que conlleva la instalación de una central geotérmica. (Barrero, 2008).

## **2.4 Capital humano**

El reconocido economista, Adam Smith (1776) sostiene que “el hombre que ha sido educado a costa de mucho trabajo y tiempo y debe poder realizar un trabajo que le reembolse el costo de su formación con al menos, los beneficios ordinarios de un capital de igual valor” (p.159). De esta manera se aborda el reconocimiento de las habilidades que poseen los individuos como generadoras de beneficios que retribuyan sus costos de preparación.

El conocimiento y la salud establecen incrementos de la productividad individual y por lo tanto el crecimiento económico, esto de acuerdo a las teorías del capital humano. Schultz (1960), presentó por primera vez el término capital humano, y definió que los factores de producción decisivos para el mejoramiento del bienestar de las personas en situación de pobreza, son los adelantos en el conocimiento y el mejoramiento de habilidades. Determinó que el capital humano está compuesto por elementos cualitativos, habilidades, atributos similares que influyen en la capacidad individual para realizar el trabajo productivo.

Becker (1964) formalizó la teoría del capital humano como tal, consideró a la educación y la formación como inversiones que realizan las personas con el propósito de incrementar su eficiencia productiva y por lo tanto sus ingresos. También sostuvo que los individuos toman en cuenta el costo de oportunidad que se presenta a la hora de optar por su preparación.

El capital humano aborda lo relacionado con la cualificación de los trabajadores, además de otros elementos. Esta variable además se incorpora en modelos de desarrollo de los países, García y Rivera (2017), cada uno se enfoca en diferentes aspectos psicológico, social, pedagógico, laboral, económico, etc.

#### **2.4.1 Medición**

García y Rivera (2017) señalan que los indicadores más comúnmente utilizados para el análisis del capital humano, dentro de la literatura son:

- Años medios de estudio: Se define como el promedio de años que ha cursado una persona, a lo largo de su vida.
- Experiencia: Número de años que una determinada persona lleva desempeñándose en el mercado laboral.
- Capacitación y/o educación continua: Modalidad formativa compuesta por actividades y programas de aprendizaje de forma teórica y práctica que se suele realizar por medio de cursos especializados en aquello que se debe aprender, para mejorar las cualificaciones, conocimientos y competencias de los trabajadores.
- Salud: Puede estar asociado a las inversiones que se realizan para este sector o la tasa de mortalidad, que expresa la proporción de personas que mueren por una causa específica en un período y territorio geográfico determinado.
- Uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICS): Se refiere a la capacidad que posee una persona sobre conocimientos tecnológicos, que le permitan

desenvolverse cómodamente y así afrontar los retos que la sociedad le va a imponer en su quehacer profesional en permanente autoformación.

- Profesionales con postgrado y/o especializaciones: Número de personas que decidieron continuar con su formación luego de su preparación universitaria.
- Características de la escuela: Es decir, si cuenta con implementos básicos, como aulas en buenas condiciones, pupitres, etc. que permitan garantizar la formación de los escolares.
- Índice de motivación efectiva: Es el resultado final que indica el nivel de motivación de la persona o el esfuerzo que está dispuesto a realizar en su trabajo, permite conocer los puntos fuertes y débiles de los procesos de motivación, información que orienta de una forma eficaz la posible intervención posterior para incrementar los niveles de motivación.
- Tasa Global de Fecundidad (TGF): Combina las tasas de fecundidad de todos los grupos de edad durante un período de tiempo determinado y es definida como el promedio de hijos nacidos vivos que tendrían las mujeres durante toda su vida reproductiva, si las tasas de fecundidad obtenidas en encuestas se mantuviesen invariables en el tiempo.
- Índice de Capital en Liderazgo: Se construye considerando factores pertenecientes a la dimensión individual y describen las actitudes, competencias y cualidades personales tanto del líder de la empresa, y líderes inmediatos. La dimensión Organizacional está referida a los sistemas organizativos y elementos de la cultura empresarial, que los líderes principales desarrollan y refuerzan, para adaptar la dinámica de la empresa a las condiciones cambiantes del negocio.
- Índice de equidad de género: Diseñado para medir las brechas de género en lo que respecta al acceso a recursos y oportunidades en cada país. El objetivo del índice es

realizar un ranking de los países participantes en función de su brecha de género y no de su nivel de desarrollo.

#### *2.4.1.1 Índice de capital Humano*

El Banco Mundial (2018) elaboró un índice que mide el talento y la capacidad de la población para producir valor. El índice mide el capital humano de la próxima generación, definido como la cantidad de capital humano que un niño nacido hoy puede esperar alcanzar en vista de los riesgos de la mala salud y la mala educación que prevalecen actualmente en el país donde vive ese niño. El ICH tiene tres componentes:

1. La supervivencia: Este componente refleja el hecho de que los niños nacidos hoy necesitan sobrevivir hasta que pueda comenzar el proceso de acumulación de capital humano a través de la educación formal. La supervivencia se mide utilizando la tasa de mortalidad de menores de 5 años.
2. Años esperados de escolarización ajustada al aprendizaje: La información sobre la cantidad de educación que un niño puede esperar obtener a partir de los 18 años se combina con una medida de calidad: cuánto aprenden los niños en la escuela en función del desempeño relativo de los países en las pruebas de rendimiento de los estudiantes internacionales; esta combinación produce los años esperados de la escuela ajustada al aprendizaje. Por ajustar la calidad, este componente refleja la realidad que los niños en algunos países aprenden mucho menos que los de otros países, a pesar de estar en la escuela por un período de tiempo similar.
3. Salud: Este componente utiliza dos indicadores para el entorno de salud general de un país: la tasa de retraso del crecimiento de los niños menores de 5 años; que refleja el entorno de salud que se experimenta durante el desarrollo prenatal, infantil y en la primera infancia. La tasa de supervivencia de adultos, definida como la proporción de

personas de 15 años que sobrevivirán hasta los 60 años; que refleja el rango de resultados de salud que un niño nacido hoy puede experimentar como adulto.

El índice resultante oscila entre 0 y 1, un país en el que un niño nacido hoy puede esperar alcanzar tanto la salud total, es decir sin retraso en el crecimiento y el 100% de supervivencia adulta, como el potencial educativo completo (14 años de escuela de alta calidad para los 18 años) puntúa un valor de 1 en el índice (Banco Mundial, 2018).

#### *2.4.1.2 Tasa de escolaridad*

La tasa de escolarización se define como el porcentaje de personas en edad escolar que asisten a algún establecimiento educativo, independientemente del nivel de enseñanza en el que se encuentren. Es el cociente entre la población que asiste al sistema educativo formal de cada grupo de edad y el total de población de ese grupo de edad, multiplicado por cien. SITEAL (2007).

##### *2.4.1.2.1 Tasa neta de escolarización primaria*

La educación formal constituye la estructura básica del sistema educativo, se encuentra organizado en cuatro niveles de enseñanza: inicial, primario, medio y superior o universitario. La tasa neta de escolarización primaria expresa en qué medida la población debiera estar asistiendo a la educación primaria está escolarizada en el nivel que corresponde de acuerdo a su edad. La tasa neta de escolarización primaria es el cociente entre las personas escolarizadas en el nivel primario con la edad perteneciente al nivel y el total de población de ese grupo de edad, por cien. SITEAL (2007).

### **3. Fundamentación legal**

El desarrollo de la presente investigación se apoyará en los siguientes objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015).



*Objetivo 4: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (p.19).*

El desarrollo de la presente investigación, contribuirá a destacar y fortalecer la necesidad de invertir en capital humano. La educación es el pilar sobre el que se sientan las bases que posibilitarán la inclusión de un determinado individuo, en el ámbito laboral en el futuro. Un mayor acceso a educación de calidad y desarrollo de habilidades y capacidades especialmente a edad temprana, aseguran el aprovechamiento del potencial de una persona; lo que se verá reflejado en el crecimiento económico, el desarrollo de un país y el bienestar de su población.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (2015), a través del Marco de Acción de Educación 2030 ofrece orientación a los gobiernos para cumplir con los objetivos propuestos. En este sentido se extiende el ámbito de acción de Educación 2030 desde el aprendizaje en los primeros años de la infancia, hasta la formación, capacitación de jóvenes y adultos, con esto se pretende alcanzar resultados de calidad, en el aprendizaje de la población.

En lo referente al consumo de energía, de igual manera la ONU como parte de los ODS, propone:

*Objetivo 7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos” (p.21).*

La energía es fundamental para impulsar el crecimiento, sin embargo el consumo de fuentes de energías no renovables, sigue siendo predominante en la actualidad. Esta investigación espera contribuir a la literatura más reciente, para resaltar la importancia de transición adecuada del uso de energías no renovables a las fuentes renovables, creando comunidades más sostenibles y asegurando una disminución de la contaminación preservando el medio ambiente.

## **e. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Materiales**

Para la elaboración del informe de tesis se utilizaron los siguientes materiales:

#### **Equipos de computación**

- Computadora
- Impresora
- Memoria USB

#### **Softwares para el procesamiento de datos**

- STATA12
- ARCGIS 10.3

#### **Suministros de oficina**

- Carpetas y perfiles
- Resma de papel bond
- Calculadora

#### **Servicios**

- Transporte
- Internet

### **2. Tipos de investigación**

#### **2.1 Exploratoria**

La presente investigación fue de tipo explorativa debido a la búsqueda de información, datos, criterios que se llevó a cabo y permitió interpretar, contrastar con la demás evidencia

empírica y evaluar el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016.

## **2.2 Descriptiva**

La investigación fue de tipo descriptiva, puesto que se describió las características más importantes del problema de investigación, para luego dar paso al análisis de los aspectos que determinan el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el período 1970-2016. La investigación se orientó en conocer la realidad fenómeno.

## **2.3 Correlacional**

La investigación es de tipo correlacional puesto que se evaluó el grado de asociación entre cada una de las variables para después, cuantificar y analizar el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016, mediante técnicas estadísticas y econométricas.

## **2.4 Explicativa**

La investigación también cumplió con las cualidades de tipo explicativa, ya que permitió identificar el comportamiento y la relación de las variables pertenecientes a este trabajo de tesis. Los resultados a su vez fueron interpretados y explicados para posteriormente establecer conclusiones y plantear recomendaciones que representen una alternativa a la solución de la problemática de investigación.

## **2.5 Confirmatoria**

El desarrollo del presente trabajo investigativo también fue de tipo confirmatorio, como su nombre lo indica, tuvo como característica principal probar la fuerza y capacidad de explicación de las teorías en las que se basa esta investigación, mediante el análisis del efecto de las variables: consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial en 118 países y por niveles de ingreso.

## **3. Métodos de investigación**

### **3.1 Método científico**

#### ***3.1.1 Inductivo***

El respectivo análisis de los datos permitió formular conclusiones para cada objetivo a partir de la hipótesis planteada en el presente tema de investigación. Obteniendo mayores conocimientos sobre el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial y por niveles de ingresos.

#### ***3.1.2 Deductivo***

Este método permitió partir de conceptos generales es decir desde del problema planteado hasta llegar a obtener conclusiones específicas y recomendaciones del tema de investigación desarrollado en la presente tesis; además tuvo especial importancia en la construcción de la fundamentación teórica, permitiendo abarcar los conceptos más relevantes para respaldar la investigación.

#### ***3.1.3 Analítico***

Este método fue utilizado luego del proceso de tratamiento de los datos para realizar un análisis de la información estadística, lo que permitió llegar a resultados concluyentes. Se

descompuso el problema para observar la naturaleza y los efectos del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico. Este método permitió conocer más acerca de la esencia del fenómeno de estudio.

#### ***3.1.4 Sintético***

Este método fue empleado debido a que se unificaron todos los elementos que comprenden el presente tema de investigación, para interpretar los resultados encontrados de manera concisa; dando cumplimiento de esta manera, a los objetivos planteados obteniendo una completa comprensión del efecto que tienen las variables consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial y por niveles de ingresos.

#### ***3.1.5 Estadístico***

El método estadístico permitió el adecuado manejo de los datos de la investigación, mediante la utilización de programas estadísticos se realizó el procesamiento de dichos datos y se obtuvo estadísticos descriptivos, regresiones, gráficos y tablas como parte de los resultados; esto permitió realizar conclusiones y formular las recomendaciones correspondientes, dando cumplimiento a los objetivos.

### **4. Técnicas de investigación e instrumentos de recolección de datos.**

#### **4.1 Técnicas investigativas**

##### ***4.1.1 Bibliográfica***

La investigación fue bibliográfica puesto que para llevar a cabo el presente trabajo investigativo se utilizaron fuentes de información secundaria como publicaciones, libros, artículos y revistas científicas a través de internet y bibliotecas virtuales. Esta técnica permitió

recolectar la información teórica y evidencia empírica necesaria referente al tema de investigación.

#### ***4.1.2 Estadística***

Para el análisis de los datos con los que se llevó a cabo esta investigación, se utilizó la técnica estadística, de esta manera se obtuvieron resultados que luego fueron interpretados permitieron formular las respectivas conclusiones, recomendaciones e implicaciones de política.

#### ***4.1.3 Causal***

Se midió la relación funcional causa-efecto entre las variables independientes el consumo de energía no renovable y el capital humano y la dependiente el crecimiento económico realizando una regresión lineal simple, esto permitió conocer la direccionalidad del efecto es decir, que variable causa a la otra.

### ***4.2 Instrumentos de recolección de datos***

#### ***4.2.1 Ficha bibliográfica***

Este instrumento fue utilizado para el registro y localización de las diferentes fuentes de información, incluyendo datos de los libros que no se han realizado de manera periódica. Su utilidad fue esencial para el orden sistemático de las obras consultadas o por consultar en el transcurso de la recolección de evidencia, para la sustentación del presente trabajo de tesis.

#### ***4.2.2 Ficha hemerográfica***

Mediante este instrumento se recopiló información de artículos consultados en diversas publicaciones periódicas, como revistas científicas, artículos de prensa de fuentes oficiales, entre otros documentos, que constituyeron la evidencia empírica con la que se contrastó los resultados encontrados en esta investigación.

### **4.2.3 *Ficha de trabajo***

Este instrumento permitió realizar resúmenes de lecturas analizadas, además de facilitar borradores de citas textuales, observaciones, comentarios y reflexiones de las fuentes de información consultadas.

### **4.2.4 *Instrumentos para análisis de datos y generación de variables.***

Se utilizaron softwares estadísticos para realizar el respectivo tratamiento de los datos, lo que permitió la generación de los resultados y su posterior análisis, para así dar cumplimiento al objetivo propuesto.

## **5. Tratamiento de los datos**

### **5.1 Análisis de datos**

En la presente investigación los datos se obtuvieron de la base World Development Indicators del Banco Mundial (2017) y la base de Barro y Lee (2016). Las variables utilizadas en el modelo econométrico usando datos en panel son: consumo de energía no renovable, medida en kg de petróleo equivalente per cápita, el promedio de años de escolaridad y el PIB per cápita medida en dólares U.S constantes de 2010. Se efectuó un análisis para determinar el comportamiento de las variables durante el período de estudio.

El método Atlas propuesto por el Banco Mundial (2016) clasifica a los países en cuatro grupos, sin embargo esta clasificación es ambigua puesto que en un mismo grupo se encuentran países con marcadas diferencias de ingresos. En el presente trabajo en primer lugar, se obtuvo el promedio histórico del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita; luego tomando como referencia el valor más alto y el más bajo, se realizaron seis intervalos más ajustados para posteriormente agrupar a los 118 países en seis grupos, mostrando así una clasificación más acorde a la realidad.

Los grupos propuestos en la presente investigación son de PIEB<sup>2</sup> (US \$ 1.499 o menos), PIB<sup>3</sup> (US \$ 1.500-5.000), PIMB<sup>4</sup> (US \$ 5.001-10.000), PIMA<sup>5</sup> (US \$ 10.001- 15.000), PIA<sup>6</sup> (US \$ 15.001-20.000), y PIEA<sup>7</sup> (US \$20.001 o más). Luego de la clasificación de los países por niveles de ingresos, se realizó una interpolación de los datos disponibles del promedio de años de escolaridad de la base obtenida de Barro y Lee (2016). Posteriormente, se planteó el modelo econométrico donde se realizó un análisis, mediante pruebas estadísticas para determinar el comportamiento del promedio de años de escolaridad (capital humano), consumo de energía no renovable y el crecimiento económico a nivel global en el periodo 1970-2016, así como la relación de estas variables y su causalidad.

## 5.2 Variables

La Tabla 1 detalla el nombre de las variables, medición, las transformaciones que se aplicaron y como se encuentran especificadas a lo largo de la investigación, cabe destacar que se aplicó logaritmos debido a que las variables presentan magnitudes elevadas, de esta forma los cálculos se pudieron realizar utilizando magnitudes similares entre las variables.

---

<sup>2</sup> PIEB= Países de Ingresos Extremadamente Bajos

<sup>3</sup> PIB= Países de Ingresos Bajos

<sup>4</sup> PIMB= Países de Ingresos Medios Bajos

<sup>5</sup> PIMA= Países de Ingresos Medios Altos

<sup>6</sup> PIA=Países de Ingresos Altos

<sup>7</sup> PIEA= Países de Ingresos Extremadamente Altos



**Tabla 1.** Descripción de las variables utilizadas en el modelo

Variable	Medida	Definición	Transformación	Expresión
Crecimiento económico	PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010).	Producto interno bruto dividido por la población de medio año	Logaritmo	LogPIB
Consumo de energía no renovable	Uso de energía (kg equivalente de petróleo per cápita)	Consumo de energía primaria antes de la transformación en otros combustibles finales.	Logaritmo	LogEnergía
Capital humano	Promedio de años de escolaridad	Número promedio de años escolares aprobados para las personas de 15 y más años de edad.	Ninguna	Ch

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

A lo largo de la investigación se presentan las abreviaturas: LogPIB per cápita, LogEnergía y Ch para referirse a crecimiento económico, consumo de energía no renovable y capital humano respectivamente. La Tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en el presente trabajo investigativo, logaritmo del PIB per cápita, el promedio de años de escolaridad (capital humano), el logaritmo del consumo de energía per cápita, la media, la desviación estándar, valores mínimos y máximos y las observaciones a lo largo del tiempo y entre países. Las variaciones de las variables medidas por la desviación estándar, no tienen una tendencia marcada. El PBI varió más entre países que dentro de ellos. Hubo variaciones similares en la escolaridad y consumo de energía. El número de observaciones disponibles asegura que los parámetros se generalicen entre países y en el tiempo.

**Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables**

Variable		Mean	Des. Est	Min	Max	Observaciones
LogPIB	Global	8,50	1,538	0,362	11,641	N= 5546
	Entre países		1,464	5,010	11,111	n= 118
	Dentro del país		0,488	2,569	10,371	T-bar= 47
LogEnergía	Global	7,20	1,079	4,449	10,032	N= 5544
	Entre países		1,045	4,873	9,614	n= 118
	Dentro del país		0,382	5,391	8,495	T-bar= 46,98
CH	Global	7,11	2,949	0,060	16,421	N= 5546
	Entre países		2,515	1,305	12,374	n= 118
	Dentro del país		1,557	0,706	12,705	T-bar= 47

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

### 5.2.1 Variable dependiente

La variable independiente es el PIB per cápita que se define como el producto interno bruto dividido por la población de medio año. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los bienes y servicios incluido los impuestos que pudieran existir sobre estos y menos los subsidios que no se encuentran incluidos en el valor de los productos. Los datos están en dólares estadounidenses constantes de 2010 (Index Mundi, 2018).

### 5.2.2 Variables independientes

Consumo de energías no renovables: Uso de energía primaria antes de transformación en otros combustibles finales, equivalente a la producción nacional más las importaciones y las variaciones de existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a barcos y aviones implicados al transporte internacional.

Capital humano: Número promedio de años escolares aprobados para las personas de 15 y más años de edad. Se calcula sumando los años aprobados desde el primer año de primaria hasta el último grado alcanzado de las personas de 15 años y más de edad, entre el total de la población, del rango de edad mencionado; en un determinado año.

### 5.3 Metodología de la investigación

El panel balanceado, como primer paso se estimó un modelo de regresión básico. La variable dependiente es el logaritmo del PIB per cápita  $\log(Y_{it})$  y las variables independientes son el logaritmo del consumo de energía  $\log(E_{i,t})$  y el promedio de años de escolaridad  $H_{i,t}$ , del país  $i = 1, \dots, 118$  del período  $t = 1970, \dots, 2016$ . La ecuación (6) muestra la relación entre estas:

$$\text{Log } Y_{i,t} = (\gamma_0 + \partial_0) + \log(E)_{i,t} + H_{i,t} + \theta_{i,t} \quad (6).$$

Los parámetros  $(\gamma_0 + \partial_0)$  capturan la variación en tiempo y sección transversal. Y el parámetro  $\theta_{i,t}$  es el término de error estocástico.

La prueba de Hausman (1978) permitió seleccionar entre un modelo de efectos fijos o aleatorios. La prueba de Wooldridge (2002) sugiere la presencia de autocorrelación y la prueba del multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan muestra que el modelo tiene heterocedasticidad, en la Ecuación 1. Las series temporales tienen un comportamiento tendencial. Con la finalidad que la serie no presente problema de raíz unitaria, las pruebas Dickey & Fuller Augmented (1981), Phillips y Perron (1988), Levine, Lin y Chu (2002), Im, Pesaran y Shin (2003), y Breitung (2002), ayudó a eliminar el efecto de tendencia de las variables, que se estimó a partir de la ecuación:

$$y_t = \alpha_0 + \lambda y_{t-1} + \alpha_1 t + \sum_{i=2}^p \beta_j y_{t-i-1} + \varepsilon_t \quad (7).$$

Donde  $y_t$  es la serie que, contiene al menos una raíz unitaria,  $\alpha_0$  es la intersección y  $\alpha_1$  captura el efecto tendencial del tiempo,  $\varepsilon_t$  es el error gaussiano, y “p” representa la extensión de la diferencia. En la Ecuación (7), cuando el parámetro  $\lambda$  es significativo, al menos uno de los paneles tiene una raíz unitaria. El uso de cinco pruebas diferentes hizo más confiables las

estimaciones que se realizaron posteriormente, asegurando que no presenten el problema de la raíz de la unidad.

La siguiente etapa determina el equilibrio a corto y largo plazo entre las tres variables a través de la prueba de cointegración formulada por Pedroni (1999), el equilibrio a largo plazo se determina mediante por la ecuación:

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{ij} E_{it-j} + \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{ij} H_{it-j} + \sum_{j=1}^{n-1} \omega_{1j} \log Y_{i,t-j} + \pi_i ECT_{t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (8).$$

Los parámetros  $\beta$ ,  $\omega$  y  $\pi$  se estimaron y el término  $ECT_{t-1}$  es el vector de cointegración de equilibrio a largo plazo. El término  $\varepsilon_{i,t}$  representa el error aleatorio estacionario con media cero y es la longitud del desfase determinada por el criterio de información de Akaike (1974). El equilibrio a corto plazo se obtiene mediante la prueba de Westerlund (2007) a partir de la ecuación:

$$\begin{aligned} \log Y_{i,t} = & \delta'_i d_t + \alpha_i (\log Y_{i,t-1} - \beta'_i E_{i,t-1} \\ & + \beta'_i H_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{pi} \alpha_{ij} \log Y_{i,t-j} + \sum_{j=-qi}^{pi} \gamma_{ij} E_{i,t-j} + \sum_{j=-qi}^{pi} \gamma_{ij} H_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (9).$$

La expresión  $d_t$  es el elemento determinista. El supuesto es que el vector k-dimensional de  $E_{i,t}$  y  $H_{i,t}$  es aleatorio y no depende de  $\varepsilon_{i,t}$ , por lo que estos errores son independientes a través del tiempo y países. En el siguiente paso se realizó una estimación de la fuerza del vector de cointegración del capital humano, el consumo de energía y el producto real per cápita utilizando el enfoque de Pedroni (2001) y aplicado por Neal (2014). La fuerza de la relación entre las variables en cada país se estimó mediante un modelo dinámico de mínimos cuadrados ordinarios (DOLS) y para grupos de países a través de una dinámica ordinaria del modelo de panel de mínimos cuadrados (PDOLS).

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \delta_i E_{i,t} + \delta_i H_{i,t} + \sum_{j=-p}^p E_{i,t} \Delta + \sum_{j=-p}^p H_{i,t} \Delta + \mu_{i,t} \quad (10).$$

La Ecuación 10 plantea la relación entre las variables, en la cual P es el número de rezagos y avances en la regresión DOLS, además  $\partial \log Y_{i,t} / \partial \log X_{i,t} = \delta_i$  mide el cambio en el PIB per cápita cuando varía el capital humano y la energía. Los coeficientes  $\delta$  y los valores t se obtienen de valores promedio en todo el panel. El estimador PDOLS se promedia a lo largo de la dimensión entre los grupos. Neal (2014) y la hipótesis nula establece que  $\beta_i = \beta_o$ . En la última etapa, se utiliza la prueba desarrollada por Dumitrescu & Hurlin (2012) para determinar la existencia y la dirección de causalidad entre las variables usando la siguiente expresión:

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log Y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k E_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k H_{i,t-k} + \mu_{i,t} \quad (11).$$

En la Ecuación 11 se asume que  $\beta^i$  y  $\alpha_i$  están fijados en la dimensión de tiempo. El parámetro autorregresivo  $\gamma_i^k$  y el coeficiente de regresión  $\beta_i^k$  varían entre las secciones transversales. La hipótesis nula plantea que no hay una relación causal para ninguna de las secciones transversales del panel  $H_0: \beta_i = 0$

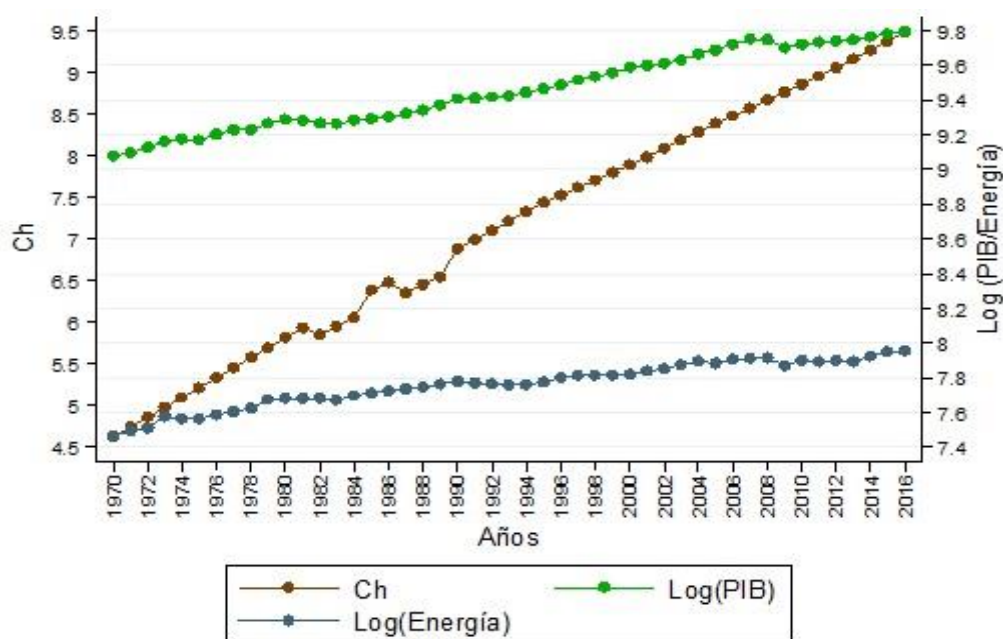
## f. RESULTADOS

En el siguiente apartado se muestran los resultados para cada objetivo específico, se presentan estimaciones, figuras y mapas, con sus respectivos análisis que permitirán dar cumplimiento con el objetivo general de investigación planteado.

### 1. Resultado del objetivo específico 1.

*Analizar la evolución del consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, periodo 1970-2016.*

#### 1.1 Evolución del consumo de energía no renovable, la formación de capital humano y crecimiento económico a nivel global en el periodo 1970-2016.



**Figura 1.** Evolución del consumo de energía no renovable, formación de capital humano y PIB per cápita en el periodo 1970-2016, a nivel mundial.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016).

La Figura 1 muestra la evolución del consumo de energía no renovable, la formación del capital humano y el PIB per cápita en el periodo 1970-2016 a nivel mundial. El capital humano, tiene un comportamiento positivo durante el periodo de análisis; se presenta un aumento de 4,5

en el promedio de años de escolaridad a 9,5. En el año 1982 inicialmente se aprecia una disminución, seguida de una recuperación de 0,5 en el año 1986 cuando se registra una nueva disminución en la misma magnitud. En 1990 alcanza un aumento de 0,5 y a partir de esta fecha se mantiene una tendencia creciente.

El PIB per cápita presenta una tendencia positiva, a lo largo del periodo considerado el aumento fue de 0,8 con fluctuaciones como en la década de 1970 debido a la crisis del petróleo. En el 2008 se registra un descenso, ocasionado por la crisis financiera y económica, que tuvo su origen en EEUU y sus efectos se propagaron a nivel mundial, el PIB per cápita pasó de 9 510,619 a 9 232,152 dólares en el año 2009. (Banco Mundial, 2018).

El consumo de energía no renovable muestra un incremento de 0,6 durante el periodo 1970-2016, esta variable tiene una tendencia positiva sin aumentos marcados; las variaciones más destacadas, se presentaron en la década de 1970. En 2010 se observa un descenso, explicado por la adopción de energías renovables que para este año aumentó un 4% en todo el mundo, de esta manera se da paso a una nueva forma de producción reduciendo el factor contaminante del proceso extractivo de recursos naturales.

## **1.2 Evolución del consumo de energía no renovable, la formación de capital humano y crecimiento económico por grupos de ingresos, en el periodo 1970-2016**

En la Figura 2 se observa que en los grupos de países con ingresos extremadamente altos, altos y medios altos, el comportamiento de las variables es más estable en comparación con los países de ingresos medios bajos, bajos y extremadamente bajos. Los grupos PIEA, PIA son los responsables de los cambios más profundos en la economía mundial.

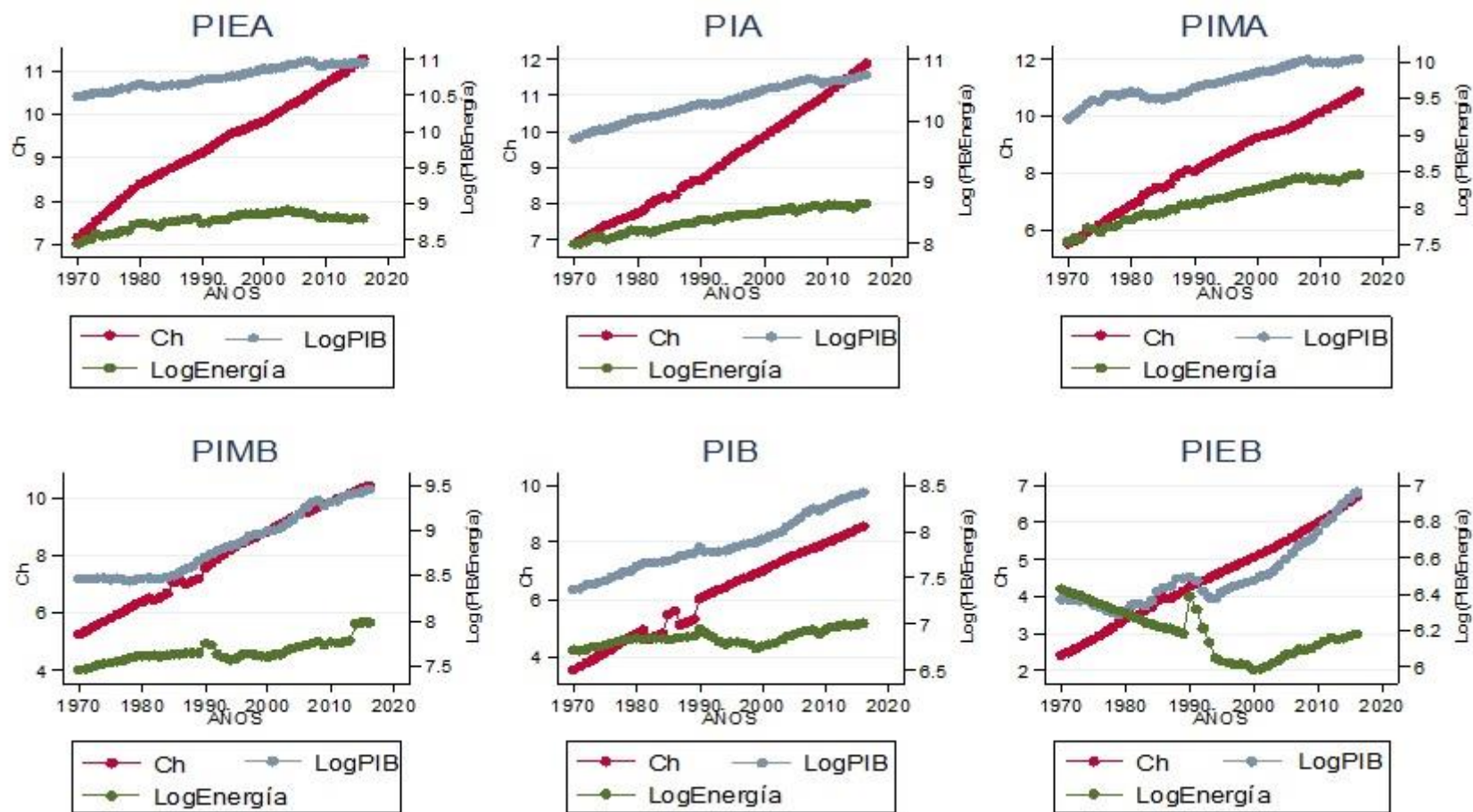
El capital humano, medido por el promedio de años de escolaridad, sugiere que el número de niños escolarizados sigue en aumento, para todos los grupos de países. En los grupos PIEA,

PIA y PIMA se mantiene una tendencia positiva en el capital humano, esto se ve reflejado en el promedio de años de escolaridad, que se ubica por encima de los 11 años sin presentar variaciones considerables a lo largo del periodo. En los grupos PIMB, PIB el promedio de años de escolaridad se ubica en los 10 años, sin embargo, estos grupos si presentan decrecimientos considerables. Los PIMB no registran los decrecimientos de una manera tan marcada; en cambio los PIB evidencian una disminución de 0,5 años y posteriormente en 1990 una recuperación que se ha mantenido. En los PIEB el comportamiento de la variable ha sido progresivo, aunque es evidente el rezago, puesto que de 2 años de promedio de escolaridad únicamente ha aumentado hasta los 7; un determinante importante ha sido la falta de recursos, así como las disparidades de género.

El crecimiento económico medido por el PIB per cápita, en todos los grupos presenta una tendencia positiva. Los grupos PIEA, PIA alcanzan 11 puntos, los PIMA y PIMB durante los años considerados bordean los 10 y 9,5 puntos respectivamente; en los PIB y PIEB esta cifra disminuye a 8,5 y 7 de acuerdo a cada grupo de ingreso. Los países que poseen un menor ingreso, dentro del rango establecido, han experimentado mayores fluctuaciones dentro del proceso de crecimiento.

El consumo de energías no renovables presenta una tendencia lineal, sin un acentuado comportamiento creciente en los PIEA, PIA y PIMA, particularmente los PIEA muestran una tendencia decreciente a partir del año 2010; este comportamiento puede explicarse debido al aumento en la adopción de energías renovables. En el caso de los países con PIMA, PIB y PIEB, se observa un punto de inflexión en el año 1990, antes de este año existe una notable tendencia a la baja, después de este se observa una notable recuperación y tiende a estabilizarse en los años siguientes. En estos grupos de países existe una tendencia al alza, es decir a un aumento del consumo de energía no renovable.





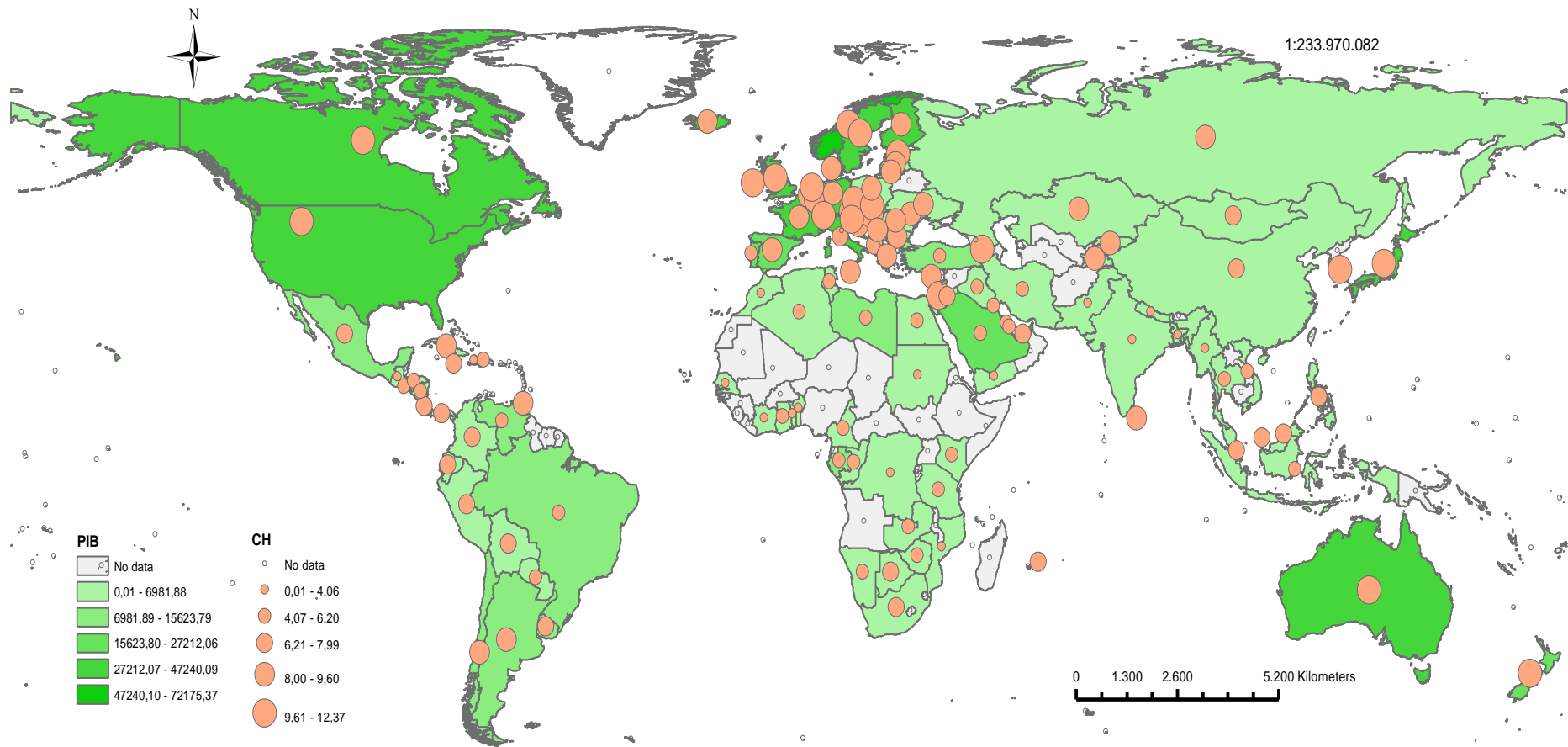
**Figura 2.** Evolución del consumo de energía no renovable, formación de capital humano y PIB per cápita por niveles de ingresos, en el periodo 1970-2016.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

De manera adicional, como parte complementaria se presentan mapas que permiten tener una apreciación más amplia de la relación entre las variables independientes, (consumo de energía no renovable y capital humano) y la variable dependiente (crecimiento económico).

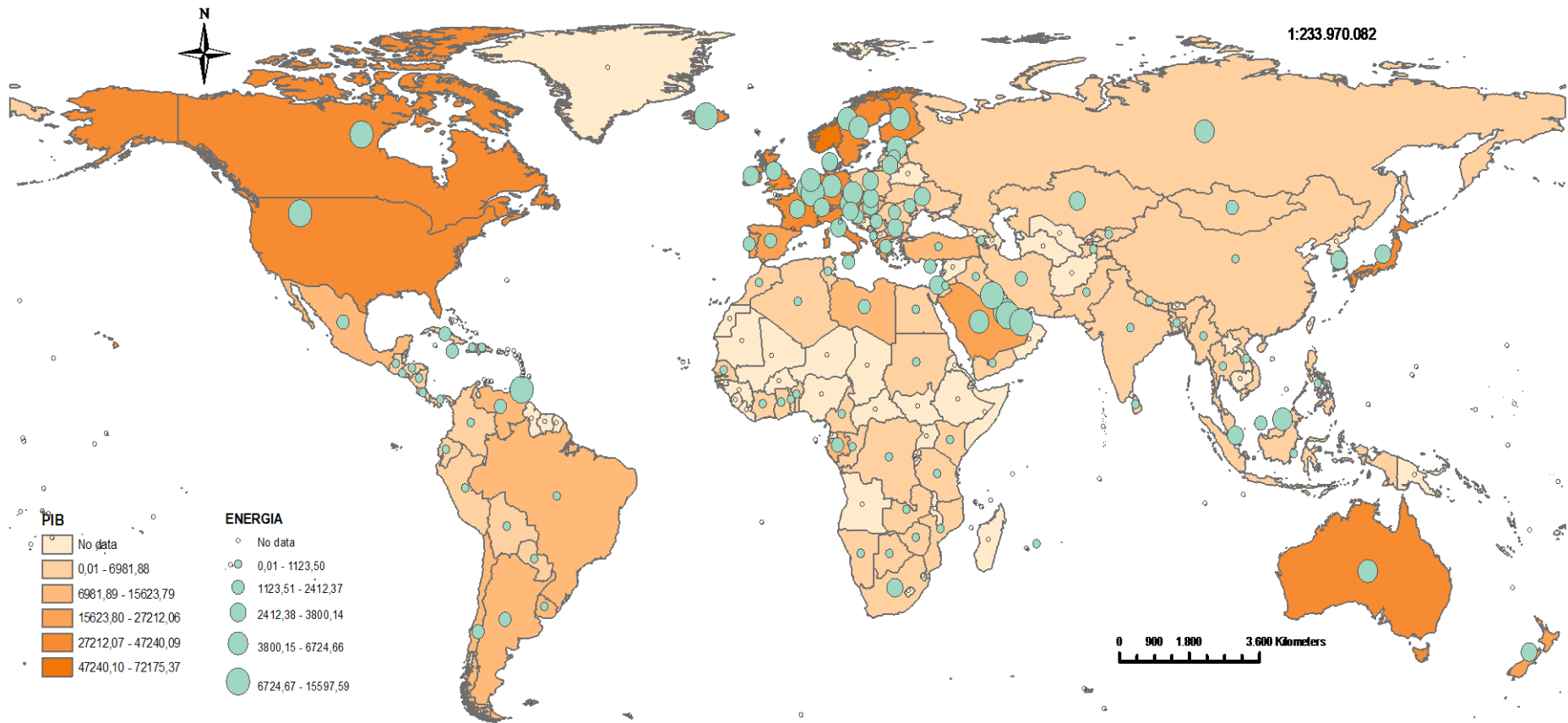
El Mapa 2 muestra el PIB per cápita y el capital humano a nivel mundial, se observa que existe una relación directamente proporcional entre estas dos variables. Los países que poseen mayores niveles de PIB per cápita poseen un mayor capital humano. Los países europeos y América tienen los más altos niveles de capital humano. Los países africanos son los que poseen menores niveles de esta variable, debido a la insuficiencia de recursos disponibles para invertir en educación, manteniéndolos rezagados de percibir un mayor crecimiento y desarrollo.

El Mapa 3 ilustra la relación entre el PIB per cápita y consumo de energía no renovable, se aprecia que los mayores consumidores de este tipo de energía son los países de mayores ingresos. El nivel de desarrollo de estas economías, basado en el sector industrial hace necesario el uso de mayores cantidades de energía.



*Mapa 2. PIB per cápita y capital humano a nivel mundial.*

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016).



**Mapa 3.** PIB per cápita y consumo de energía no renovable a nivel mundial.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2016).

## 2. Resultado del objetivo específico 2

*Examinar la relación de corto plazo y largo plazo entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.*

La Tabla 3 muestra los resultados de la estimación de línea base del modelo GLS del PIB per cápita, el consumo de energía y el capital humano a nivel mundial y por grupos de países. De esta manera se corrige la autocorrelación y la heterocedasticidad del modelo. La prueba de Hausman (1978) rechaza la hipótesis nula, por lo tanto los efectos individuales están correlacionados con las variables explicativas. Los paneles se estimaron con efectos fijos, esto significa que los estimadores obtenidos son consistentes y eficientes, Girón (2017). Los resultados obtenidos indican una relación positiva y estadísticamente significativa entre el producto per cápita, el consumo de energía y la escolaridad a nivel mundial y para todos los grupos por niveles de ingreso.

**Tabla 3. Regresiones de línea base del modelo GLS.**

	GLOBAL	PIEA	PIA	PIMA	PIMB	PIB	PIEB
LogEnergía	0,513*** (45,49)	0,0535*** (4,10)	0,274*** (9,74)	0,143*** (5,81)	0,360*** (12,01)	0,342*** (18,64)	0,235*** (7,23)
CH	0,0620*** (20,35)	0,0658*** (10,35)	0,0951** (13,91)	0,0841*** (8,94)	0,0277*** (4,11)	0,0159*** (5,37)	0,0701*** (8,23)
Constant	4,515*** (58,01)	9,544*** (74,03)	7,148*** (30,44)	7,886*** (41,84)	6,024*** (28,44)	5,441*** (45,48)	4,843*** (25,33)
Hausman test	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
Serial correlation (p-value)	0,972	0,971	0,969	0,962	0,967	0,976	0,965
Observations	5546	752	423	658	940	1927	846

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

La Tabla 4 muestra los resultados de la prueba de raíz unitaria del PIB per cápita, el consumo de energía, expresados en logaritmos y el capital humano, medido por años de escolaridad; los resultados se estimaron con los efectos del tiempo y sin estos. Las pruebas de Levine, Lin y Chu (2002) reportan el estadístico “t” ajustado, Im, Pesaran y Shin

(2003) W-t-bar y Breitung (2002) reporta lambda, estas se basan en pruebas paramétricas. Por el contrario las pruebas Fisher de Dickey & Fuller Augmented (1981), Phillips y Perron (1988) que reportan el estadístico Z, son no paramétricos.

Breitung (2002) se basa en la homogeneidad de la raíz unitaria, es decir a través de paneles, mediante el criterio de información Akaike (AIC) se determinó la longitud del rezago. El orden de integración es I (2) para el logaritmo del PIB per cápita, el logaritmo del consumo de energía no renovable y capital humano (promedio de años de escolaridad), el valor p es menor a 0,05 entonces se acepta la hipótesis alternativa de la estacionalidad en los paneles.

**Tabla 4. Pruebas de raíces unitarias**

Grupo	Variable	Sin efectos del tiempo					Con efecto del tiempo				
		LL	UB	IPS	ADF	PP	LL	UB	IPS	ADF	PP
Global	<b>PIB</b>	-41,00*	-5,92*	-66,19*	-43,06*	-80,70*	-48,65*	-4,68*	-69,89*	-37,42*	-80,94*
	<b>E</b>	-33,33*	-7,38*	-68,67*	-41,70*	-87,74*	-33,04*	-7,47*	-70,96*	-41,50*	-87,47*
	<b>H</b>	-48,43*	-52,71*	-77,55*	-67,02*	-86,85*	-62,82*	-33,15**	-68,96*	-30,67*	-64,43*
PIEA	<b>PIB</b>	-23,86*	-2,04*	-30,72*	-13,84*	-30,36*	-16,40*	-2,58*	-22,94*	-14,92*	-29,62*
	<b>E</b>	-10,66*	-1,43	-27,05*	-17,04*	-32,50*	-0,81	-1,83*	-23,40*	-17,40*	-32,03*
	<b>H</b>	-28,37*	-11,26*	-23,05*	-6,82*	-21,17*	-28,34*	-11,27*	-23,03*	-6,59*	-21,08*
PIA	<b>PIB</b>	-10,33*	-1,52*	-19,27*	-8,45*	-22,95*	-13,97*	-1,52	-20,17*	-10,59*	-22,00*
	<b>E</b>	-15,34*	-2,53*	-22,35*	-10,10*	-24,37*	-0,35	-1,39	-19,36*	-10,72*	-24,37*
	<b>H</b>	-13,94*	-12,30*	-18,70*	-13,40*	-21,98*	-19,40*	-8,76*	-17,96*	-5,61*	-16,28*
PIMA	<b>PIB</b>	-18,12*	-0,67	-25,44*	-14,40*	-29,43*	-10,00*	-0,77	-21,06*	-13,16*	-28,01*
	<b>E</b>	-19,88*	-1,38	-28,51*	-14,18*	-30,40*	-22,91*	-1,56	-31,60*	-14,03*	-30,40*
	<b>H</b>	-15,72*	-15,96*	-24,40*	-18,71*	-27,89*	-23,24*	-11,02*	-23,09*	-8,05*	-20,67*
PIMB	<b>PIB</b>	-23,33*	-8,21*	-24,57*	-16,23*	-31,58*	-22,41*	-5,75*	-27,47*	-15,10*	-32,16*
	<b>E</b>	-6,96	-6,07*	-22,33*	-18,67*	-36,28*	-15,76*	-5,61*	-28,02*	-17,36*	-36,29*
	<b>H</b>	-18,71*	-21,43*	-30,68*	-25,91*	-35,87*	-23,69*	-14,27*	-28,28*	-13,71*	-28,02*
PIB	<b>PIB</b>	-32,42*	-1,51	-42,28*	-22,84*	-49,72*	-36,00*	-1,97*	-43,70*	-21,07*	-40,06*
	<b>E</b>	-14,62*	-6,20*	-40,07*	-23,71*	-51,37*	-20,88*	-5,94*	-42,39*	-23,76*	-51,38*
	<b>H</b>	-34,15*	-32,79*	-53,89*	-12,44*	-45,62*	-33,50*	-20,85*	-43,62*	-4,33*	-23,98*
PIEB	<b>PIB</b>	-10,65*	-6,82*	-26,34*	-14,96*	-34,47*	-12,44*	-2,08*	-29,57*	-14,90*	-32,60*
	<b>E</b>	-4,78*	-6,72*	-23,21*	-17,93*	-34,09*	-9,64*	-5,71*	-24,60*	-15,72*	-33,90*
	<b>H</b>	-17,79*	-17,01*	-24,31*	-16,75*	-18,83*	-26,26*	-12,38*	-26,05*	-9,86*	-10,57*

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

## 2.1 Relación a largo plazo

La Tabla 5 reporta la prueba de cointegración de Pedroni (1999) para encontrar evidencia de una relación entre las variables en el largo plazo. El estadístico de prueba calculado debe ser menor al valor crítico en términos absolutos para rechazar la hipótesis nula de la ausencia de cointegración. Los estadísticos son panel-v, el cual se basa en la relación de varianzas, panel-rho, panel-PP y panel-ADF. La prueba de cointegración para determinar la relación a largo plazo de Pedroni (1999) muestra que existe una relación de equilibrio a nivel global entre las series. Los estadísticos ADF, PP, p-statistic y v-statistic muestran que las dos series se mueven juntas y a la vez en el tiempo y en la sección transversal. Los estadísticos dentro y entre las dimensiones de los paneles, son estadísticamente significativas, para todos los grupos de países, incluido a nivel global. Se comprueba de esta manera la existencia de una relación en el largo plazo entre las variables.

**Tabla 5.** Resultados del test de cointegración de largo plazo de Pedroni

	GLOBAL	PIEA	PIA	PIMA	PIMB	PIB	PIEB
<i>Dentro de las estadísticas de prueba de dimensión</i>							
Panel v-statistic	-1,57	1,65	2,07	0,80	1,41	0,94	1,85
Panel p-statistic	-40,89***	-18,58**	-13,43***	-17,91**	-18,01***	-29,49***	-23,71***
Panel pp-statistic	-87,47***	-39,09***	-27,50***	-39,68**	-34,11***	-68,28***	-59,53***
Panel ADF-statistic	-41,72***	-17,94***	-16,68***	-27,01**	-13,66***	-26,48***	-17,62***
<i>Entre las estadísticas de prueba de dimensión</i>							
Panel p-statistic	-58,48***	-16,75**	-12,26***	-16,62**	-16,06***	-26,62***	-21,61***
Group pp-statistic	-153,10***	-43,34***	-30,33***	-45,75**	-37,95***	-77,55***	-66,53***
Panel ADF-statistic	-73,95***	-18,34**	-17,98***	-27,56**	-14,93**	-25,00***	-22,65***

Nota: \*\*significancia al 1%, \*\*\*significancia al 1%.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

Los resultados de la prueba de cointegración de Pedroni no reportan la fuerza del vector o el efecto en cada país, por lo tanto a continuación se estima la magnitud del efecto de manera individual. La Tabla 6 muestra los resultados encontrados, se reporta el estadístico t, tomando en cuenta la significancia que debe ser menor a 0,05; el



estadístico en cuestión es el más confiable. El panel DOLS es paramétrico y establece una opción alternativa para obtener el estimador de panel OLS desarrollado por Phillips & Moon (1999) y Pedroni (2001). Primero, se reporta los estimadores obtenidos por mínimos cuadrados dinámicos (DOLS) para los países individualmente con efectos de tiempo fijo (WT) y sin efecto de tiempo (WOT).

El PIB per cápita y el consumo de energía no renovable se expresaron en logaritmos, mientras que el capital humano está medido como el promedio de años de escolaridad. Los estimadores se interpretan como elasticidad de una manera directa, observamos que existe una relación positiva, entre el PIB per cápita el consumo de energía mientras que en el caso del capital humano, la relación es negativa en una significativa proporción de países. Si el coeficiente tiene una tendencia o es mayor que 1, la fuerza del vector de cointegración es contundente; podemos apreciar esta relación en los PIMB, PIB y PIEB. Es decir tienen un vector de cointegración que indica que los cambios tanto en capital humano como en el consumo de energía tienen un impacto fuerte en el crecimiento económico de los países. Por el contrario en los grupos de países con ingresos elevados los coeficientes no superan la unidad en su mayoría y no son estadísticamente significativos, existiendo una fuerza de cointegración a largo plazo débil para estos grupos de países.

**Tabla 6. Resultados del modelo DOLS individual para países.**

PIEA					PIA					PIMA				
País	ENERGIA		CH		País	ENERGIA		CH		País	ENERGIA		CH	
	WD	WOD	WD	WOD		WD	WOD	WD	WOD		WD	WOD	WD	WOD
Australia	-0,03	0,08	-0,33	-0,24	Alemania	0,26	0,35	-0,00	0,12	Arabia Saudita	0,95*	1,12*	1,31	0,09
Austria	0,10	-0,34	-0,38	-0,76	Finlandia	0,66	0,38	-0,16	-0,09	Bahréin	0,40	0,79*	0,95*	0,27
Bélgica	-0,30	-0,63*	-0,53	-0,71	Francia	0,42	0,59	0,32	-0,15	Chipre	0,17	0,14	-0,03	-0,11
Brunei	0,12	0,04	0,12	0,11	Irlanda	0,88*	1,43*	-0,31	-0,14	Eslovenia	0,14	-0,28	-0,16	-0,08
Canadá	-0,12	0,46	-0,12	0,07	Islandia	0,03	-0,25	-0,20	1,15	España	-0,05*	0,90*	-0,22*	0,02
Dinamarca	-0,03	0,32	0,15	0,43	Italia	-0,42	0,86*	0,49*	-1,06	Gabón	4,40*	4,40*	1,97	5,73*
Emiratos	0,69	0,82	0,07	0,32	Nueva Zelanda	-0,23	-0,16	0,05	0,14	Grecia	0,66*	0,98*	0,03	0,19
Estados Unidos	1,02*	0,76*	-0,00	-0,26	Reino Unido	0,69	1,04*	-0,04	-0,20	Israel	0,74*	0,31	-0,29	0,07
Japón	0,26	-0,13	-0,39	-0,32	Singapur	0,43*	0,18	-0,10	-0,11	Malta	0,14	0,07	-0,91*	-1,34
Kuwait	0,04	0,04	-0,34	-0,36						Rep. Corea	0,48	0,15	0,07	-0,03
Luxemburgo	0,33	0,38	0,14	0,35						Rep. Checa	1,56*	0,74	0,42*	0,26*
Noruega	0,03	0,19	-0,17	0,15						Portugal	0,22	1,27*	-0,00	-0,04
Países Bajos	0,44*	0,15	0,18	-0,30						Trinidad y Tobago	-0,35	0,24	-0,70	4,26
Qatar	0,08	0,01	0,85*	0,10						Venezuela	0,90	0,66	0,22	-0,16
Suecia	-0,35	0,22	-0,03	0,08										
Suiza	0,20	0,46	0,06	-0,04										

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

*Tabla 6. Resultados del modelo DOLS individual para países (continuación)*

PIMB					PIB					PIEB				
País	ENERGIA		CH		País	ENERGIA		CH		País	ENERGIA		CH	
	WD	WOD	WD	WOD		WD	WOD	WD	WOD		WD	WOD	WD	WOD
Argentina	-0,13	0,33	-0,82*	0,42	Albania	0,73	0,61	-0,30*	-0,32*	Bangladesh	-1,37	-0,51	-0,47	0,24
Brasil	1,74*	0,78*	-0,29	-0,26*	Argelia	0,90*	0,24	-0,23*	-0,25*	Benín	0,35	0,12	-5,09*	0,28
Chile	-0,09	0,53	-0,28	0,53	Armenia	0,82	0,80	-4,61*	-2,01	Congo	2,57	4,31*	-0,78	0,48
Costa Rica	1,14*	0,56*	0,35*	0,17*	Bolivia	0,17	0,31*	-0,45*	0,03	Haití	0,13	-0,04	0,19	-0,00
Croacia	-0,38	-0,39	0,35*	0,01	Botsuana	-0,09	0,49	-0,20	-0,19	India	-1,02	0,17	-0,59	-0,27
Estonia	1,55	0,04	-4,40*	-3,55*	Bulgaria	1,33*	1,51*	0,00	-0,02	Kenia	2,98	1,51*	-0,03	0,04
Eslovaquia	-2,98	-4,32	-0,60	-2,51	Camerún	1,53	1,08	-0,01	-2,67	Kirguistán	0,78	0,84*	0,50	1,01
Hungría	1,03	0,42	0,20	0,02	China	0,51	0,30	-0,57*	0,09	Moldavia	0,71	0,14	5,26	-0,03
Irán	1,23	1,53	0,09	-0,06	Colombia	0,31	0,23	0,05	-0,03	Mozambique	6,09	-20,00*	-0,82	-1,23
Letonia	-2,34	-0,41	7,04*	4,37	Costa de marfil	0,22	0,42	-0,15	-0,26*	Myanmar	0,54	0,07	0,49	-0,08
Libia	-3,38*	-3,09*	-0,52	0,32	Cuba	0,67	0,86*	-0,23*	0,06	Nepal	-0,21	0,44	-0,54	0,22
Lituania	-0,89	-0,62	-0,24	1,06	Ecuador	-1,71*	-0,56	-0,33*	0,24	Pakistán	0,38	1,30*	0,11	0,12
Malasia	0,95	0,51	0,42*	0,10	Egipto	0,83*	0,57*	-0,15	0,14	Senegal	1,31	0,78*	-0,09	-0,17
México	-0,38	1,29*	-1,03*	0,41	El Salvador	0,33	0,85	-0,73*	0,39	Tayikistán	1,11	1,18*	-2,25	-1,79
Panamá	0,62	0,95*	-0,37	0,83	Filipinas	0,12	0,94	0,42*	-0,20*	Tanzania	-3,67*	0,79	0,15	1,26
Polonia	-7,25*	-7,90*	-4,87	-5,07	Gana	-0,28	0,13	-0,66*	-0,06	Togo	3,14*	2,62*	1,08	0,58
Rusia	2,62*	2,45*	1,15*	-2,16*	Guatemala	-0,22	0,05	0,33*	0,07*	Vietnam	-6,14	-12,28	-1,05	-1,25
Sudáfrica	0,11	0,59	-0,23*	-0,06	Honduras	0,06	0,91	0,36*	0,12*	Zimbabue	0,80	2,09	-0,16	-0,66
Turquía	1,44*	1,12*	-0,36	-0,44	Indonesia	1,11	0,23	-0,18*	-0,00					
Uruguay	1,15	1,10*	-0,40	-0,61	Iraq	-1,34	-1,42	1,21	-1,18					
					Jamaica	0,10	0,08	-0,18	0,09					
					Jordán	2,55*	2,15*	-0,95*	-0,53					

Kazajistán	1,87	1,36	-3,93*	-2,63*
Mauricio	2,14	2,14	-0,23	0,12
Marruecos	-0,36	-0,65	-0,25	-0,04
Mongolia	0,01	0,47	-0,45*	-0,51*
Namibia	0,49	0,61	-0,46*	0,19
Nicaragua	0,97	0,62	0,43	-4,02
Paraguay	0,45	1,03*	-0,14	0,32
Perú	1,31*	0,95	-0,29	-0,01
Rep. Dom.	0,85*	0,64	0,50*	-0,17
Rep. Congo	0,52	0,04	-0,10	0,50
Rumania	4,11	3,26	-0,18	-10,46*
Serbia	-1,08	-0,46	-0,73	-1,04
Sri Lanka	0,82	0,24	-0,32*	-0,05
Sudan	-1,14	-0,08	0,03	-0,13
Tailandia	0,34	0,56*	0,08*	0,00
Túnez	0,97*	-0,12	-0,61*	0,34
Ucrania	0,46	0,34	-0,25	1,84
Yemen	-0,10	-0,21	-0,41*	0,17
Zambia	-1,12	1,21	-0,36*	-0,27

---

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

Se estima, a continuación la fuerza del vector de cointegración por grupos de países, que se muestra en la Tabla 7. Se presentan los resultados para un modelo con variable dummy y otro sin variable dummy, para asegurar la consistencia de los parámetros obtenidos. En el caso de la energía el coeficiente es estadísticamente significativo para todos los grupos de países, en el caso del capital humano resulta ser significativa en el PIEA y a nivel global. Los resultados sin la variable dummy enfatizan que la fuerza del vector de cointegración es más fuerte en la variable energía, por el contrario el capital humano resulta no significativo para ningún grupo de países, excepto los PIMA.

**Tabla 7. Resultados del modelo PDOLS para grupos de países**

Grupos	Con efecto del tiempo				Sin efecto del tiempo			
	Energía		Capital Humano		Energía		Capital Humano	
	$\beta_i$	<i>t-statistics</i>	$\beta_i$	<i>t-statistics</i>	$\beta_i$	<i>t-statistics</i>	$\beta_i$	<i>t-statistics</i>
GLOBAL	0,55	13,41	-0,27	-9,24	0,72	15,77	-0,23	-2,38
PIEA	0,15	2,29	-0,04	-0,80	0,18	2,74	-0,08	-1,23
PIA	0,30	3,03	-0,02	-1,15	0,49	4,40	-0,03	-0,94
PIMA	0,74	5,40	0,18	0,82	0,82	7,08	0,65	1,34
PIMB	-0,21	2,54	-0,24	-0,33	-0,22	6,00	-0,31	-0,26
PIB	0,54	5,52	-0,35	-4,99	0,58	6,50	-0,47	-3,13
PIEB	0,38	1,91	-0,22	-1,29	1,31	6,16	-0,09	-0,08

Nota: \*, \*\* indica el rechazo de la hipótesis nula en el nivel del 5%, 10% respectivamente para  $H_0: = 1$

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

## 2.2 Relación a corto plazo

Existe la posibilidad de que los cambios en el PIB per cápita varíen inmediatamente como resultado de los cambios en el consumo de energía y el capital humano. Esta relación se puede medir a través del modelo VECM propuesto por Westerlund (2007).

La Tabla 8 muestra los resultados de esta prueba de cointegración, las pruebas de Levine, Lin y Chu (2002), Im, Pesaran y Shin (2003) y Breitung (2002) y las pruebas de

Fisher de Dickey & Fuller Augmented (1981) y Phillips y Perron (1988) mostraron que la serie no tiene el problema de raíz unitaria. Entonces, en la siguiente etapa se estima la prueba de cointegración de Westerlund, los resultados son reportados para todo el panel y por grupos de países. Los resultados encontrados permiten que la hipótesis alternativa de cointegración entre las dos series analizadas, sea aceptada. Esto indica que un cambio en el consumo de energía y el capital humano genera cambios inmediatos en el producto per cápita. La existencia de un equilibrio a corto plazo de las variables se cumple a nivel global y en todos los grupos debido a que los estadísticos son significativos al 1%.

**Tabla 8.** Resultados de la corrección de error de Westerlund

	Statistic	Value	Z-value	P-value
<i>GLOBAL</i>	Gt	-6,81	-55,39	0,00
	Ga	-57,45	-64,93	0,00
	Pt	-80,09	-61,24	0,00
	Pa	-75,67	-104,75	0,00
<i>PIEA</i>	Gt	-6,92	-20,90	0,00
	Ga	-56,68	-23,48	0,00
	Pt	-26,36	-19,08	0,00
	Pa	-56,98	-27,51	0,00
<i>PIA</i>	Gt	-7,04	-16,11	0,00
	Ga	-49,18	-14,55	0,00
	Pt	-21,01	-15,68	0,00
	Pa	-56,96	-20,62	0,00
<i>PIMA</i>	Gt	-6,86	-19,28	0,00
	Ga	-52,48	-19,83	0,00
	Pt	-25,65	-18,95	0,00
	Pa	-58,88	-26,79	0,00
<i>PIMB</i>	Gt	-6,59	-21,60	0,00
	Ga	-51,19	-22,91	0,00
	Pt	-28,80	-20,58	0,00
	Pa	-50,77	-26,65	0,00
<i>PIB</i>	Gt	-6,59	-30,97	0,00
	Ga	-56,48	-37,43	0,00
	Pt	-40,12	-28,24	0,00
	Pa	-57,70	-44,72	0,00
<i>PIEB</i>	Gt	-7,32	-24,20	0,00
	Ga	-75,30	-35,69	0,00
	Pt	-34,74	-27,75	0,00
	Pa	-95,16	-53,15	0,00

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)

### 3. Resultado del objetivo específico 3

*Estimar la relación de causalidad entre las variables entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.*

Los resultados de la prueba de causalidad propuesta por Dumitrescu y Hurlin (2012) se presentan en la Tabla 8. Estos muestran que en los países de ingresos medios altos existe una relación causal bidireccional entre el crecimiento y la energía. Los resultados muestran también la causalidad unidireccional desde el consumo de energía no renovable hasta el crecimiento para el grupo de PIMB y a nivel global, es decir la primera variable causa a la otra. Finalmente, existe causalidad que va desde el capital humano hasta el crecimiento económico, en todos los grupos de países excepto en PIMA Y PIMB; por otro lado se encontró causalidad bidireccional, es decir los efectos de esta variable se deben a los efectos de tiempo del PIB per cápita a nivel global y en los grupos PIEA y PIEB.

**Tabla 9.** Resultados de la prueba de causalidad basada en Dumitrescu y Hurlin

Dirección causal	Grupo	W-bar	Z-bar	P-value
Crecimiento→ Energía	GLOBAL	3,35	1,55	0,11
	PIEA	2,87	-0,20	0,84
	PIA	3,23	0,28	0,77
	PIMA	8,40	8,25	0,00
	PIMB	2,90	-0,17	0,86
	PIB	2,63	-0,95	0,34
	PIEB	2,02	-1,68	0,09
Crecimiento→ CH	Global	3,86	3,82	0,00
	PIEA	7,06	6,64	0,00
	PIA	3,44	0,54	0,58
	PIMA	3,97	1,48	0,13
	PIMB	2,74	-0,47	0,63
	PIB	2,60	-1,02	0,30

	PIEB	5,23	3,87	0,00
Energía → Crecimiento	Global	4,08	4,80	0,00
	PIEA	3,04	0,06	0,94
	PIA	3,59	0,72	0,46
	PIMA	6,41	5,21	0,00
	PIMB	6,05	5,57	0,00
	PIB	3,39	1,02	0,30
	PIEB	2,82	-0,29	0,76
	CH → Crecimiento	Global	5,31	10,26
PIEA		4,94	3,17	0,00
PIA		1,00	-2,44	0,01
PIMA		2,58	-0,63	0,52
PIMB		3,61	1,12	0,26
PIB		8,63	14,73	0,00
PIEB		4,25	2,17	0,02

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017) y Barro y Lee (2016)



## **g. DISCUSIÓN**

### **1. Discusión del objetivo específico 1**

*Analizar la evolución del consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, periodo 1970-2016.*

En esta investigación a nivel mundial, durante el periodo 1970 – 2016, las variables presentan un comportamiento positivo. El crecimiento económico, medido por el PIB per cápita, presenta una tendencia creciente, sin embargo, existen variaciones en las décadas de 1970 y 1980. Los países occidentales se vieron sumidos en una grave crisis económica, mientras el precio del petróleo aumentaba de 2,90 a los 11,90 dólares, se produjo un aumento de la inflación y muchos países entraron en una etapa de bajo crecimiento económico (Economipedia, 2018).

Los grupos PIEA y PIA muestran un crecimiento sostenido a lo largo del período, con el aumento de 0,5% y la variación más significativa en el 2008. Los grupos más afectados fueron los PIMB y PIEB como consecuencia de la crisis del petróleo en 1970, provocando que en el primer grupo no existan aumentos y en el segundo exista un decrecimiento del 0,2%. En su informe para la CEPAL, Ocampo et al (2014) justifican estos decrecimientos por la crisis de la deuda latinoamericana; dentro de esta investigación, estos países se encuentran agrupados en los PIMB, que no experimentaron un incremento de la producción permaneciendo constante en 8,5%. La crisis financiera que se desarrolló a inicios de los años 1980, debido a los créditos que contrajeron 18 países, produjo inestabilidad en su crecimiento. Una situación similar se repite en el 2008 en todos los grupos de países excepto los PIEB, como consecuencia de las crisis financieras en Estados Unidos y la crisis de la deuda en los países europeos.

Por el contrario en este periodo los PIMA y PIEA experimentaron un crecimiento acelerado, los países asiáticos que conforma a este grupo crecieron a una tasa anual promedio de 6,3% en las décadas de 1970 y 1980. Esto como una consecuencia del nivel de la inversión que se financió con recursos internos y cambios institucionales (la inversión era del 25% del Producto Interno en 1982). Hubo una mayor apertura al comercio internacional, poseían muy poca deuda externa y una distribución del ingreso más igualitaria (Cabrera, 2014). Estos resultados permiten tener una visión clara de que las crisis económicas, tienen un efecto particularmente contundente en los grupos de países con ingresos más bajos.

En lo que respecta al consumo de energía no renovable la tendencia ha sido creciente; de acuerdo con el Foro Económico Mundial (2017), dicho consumo aumentó desde el 2012 pero a un ritmo más bajo que durante la década anterior. No obstante el consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables se duplicó del 8,5% aproximadamente en 2004 al 17,0 % en el año 2016, Eurostat, (2018). Este aumento produjo una disminución del consumo de energía en el año 2009; en otras palabras, se produjo una sustitución en las fuentes de energía. El consumo de energías no renovables ha disminuido entre un 5 y 10%, esto es debido a la influencia de los PIA y PIEA.

Los PIB aún mantienen una tendencia al alza y como lo confirma el Foro Económico Mundial (2017), estos basan su crecimiento en la utilización de combustibles fósiles debido al costo menor que representa para sus países. En el estudio denominado “Oferta y demanda de energía: tendencias y perspectivas”, publicado por la FAO (2008), los países de Asia no pertenecientes a la OCDE y países de África tuvieron un aumento en el consumo de combustibles fósiles del 31,6% y 6,3% respectivamente. En el grupo PIEB se observa un crecimiento en la década de 1990; de manera general el consumo de energía no renovable en los grupos de ingresos altos se muestra una tendencia a la baja, esto

resulta favorable, debido a que este tipo de recursos son escasos y en el largo plazo provoca contaminación y degradación del medio ambiente.

La variable capital humano representada por el promedio de años de escolaridad ha tenido un aumento constante, a nivel global se incrementó de 4,5 a 9,5 el promedio. El artículo “Competitividad internacional y educación en los países de América Latina y el Caribe”, publicado por la Revista Iberoamericana de Educación situaba a los países de América Latina y el Caribe en 5,9 en comparación con los 9,5 en los países de mayores ingresos, los 8,4 en Europa Oriental y Central, y los 7,6 años en Asia Oriental, esto como consecuencia de una mayor inversión en la cobertura en educación primaria, particularmente en los PIMB.

En esta categoría se encuentran países de América Latina que si bien registraron disminuciones en la década de 1980, recuperaron su tendencia al alza; es así que en esta región para el año 2000 se registraba un 94% de cobertura en educación primaria y actualmente casi todos los niños de entre 6 a 12 años (un 98%) están escolarizados (UNESCO, 2014). Evidenciando de esta manera que los gobiernos reconocen el papel que el ser humano posee dentro del proceso de crecimiento de un país. En las últimas décadas, la cantidad de años de escolarización completados por un adulto promedio en el mundo en desarrollo se ha elevado a más del triple al pasar de dos años en 1950 a más de siete años en 2010, (Banco Mundial, 2018); aunque cabe resaltar que muchos de estos niños no continúan con su formación académica.

Los cambios experimentados a lo largo de los años 1980 – 1990 se deben principalmente a dos factores. En primer lugar a la disminución de la tasa de natalidad que a comienzos de la década de los 80, en los países en desarrollo tuvo como efecto un menor incremento del número de niños en edad escolar. (UNICEF, 1988).

Adicionalmente la crisis económica que atravesó América Latina repercutió en el sector educativo, debido a una caída de la inversión en educación (Massón y Torres, 2009).

Los resultados expresan un comportamiento similar del capital humano y el crecimiento económico, siendo el consumo de energía el que presenta una disminución, evidenciando de esta forma una transición hacia el consumo basado en fuentes renovables, en los países de ingresos elevados; marcando una diferencia con los países de bajos ingresos que aun dependen del uso de fuentes de energía no renovables.

## **2. Discusión del objetivo específico 2**

*Examinar la relación de corto plazo y largo plazo entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.*

Existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre el producto per cápita el consumo de energía no renovable y el capital humano para todos los grupos de países y a nivel global. Los resultados coinciden con la teoría desarrollada por Solow (1956), quien señala que, el efecto del capital humano es positivo en el crecimiento económico. Hay una relación positiva del consumo de energía no renovable, proxy de los recursos naturales, en el modelo de crecimiento de Stiglitz (1974).

Las estimaciones mediante GLS muestran una mayor elasticidad del capital humano en los PIB, es decir, un efecto mayor en el crecimiento debido a los rendimientos decrecientes del estado estacionario. Patrinos y Psacharopoulos (2010) coinciden con estos hallazgos, en su investigación los retornos más altos se registraron para los países de ingresos bajos y medios; estos fueron más altos en la región de América Latina y el Caribe y para la región de África subsahariana. En el mismo contexto Tzeremes (2014) sugiere evidencia de rendimientos decrecientes del capital humano y una relación no

lineal, enfocando su investigación a una muestra de 123 países para el período 1970–2011. Esto demuestra que el capital humano tiene un mayor efecto en las economías con los niveles más bajos de crecimiento.

El consumo de energía no renovable tiene una elasticidad menor en los PIEA, la razón es que estos países son los pioneros en adoptar el uso de energías renovables. Esto supone una disminución del consumo de energías no renovables, por este motivo su efecto en el crecimiento económico es menor en comparación a los demás grupos. Por otro lado, Ocal y Aslan (2013) enfatizan el hecho de que la energía renovable es un recurso energético costoso especialmente para los países en desarrollo, por lo que el consumo de energía no renovable sigue siendo la mejor alternativa dentro de su contexto, en su producción.

Los resultados de la investigación de Pablo-Romero y Sánchez-Braza (2015) respaldan los obtenidos en las estimaciones realizadas en la presente, las elasticidades calculadas con respecto al uso de energía son positivas, para todos los grupos de países, los BRICS tienen las elasticidades más altas, alrededor de 0,37. Este resultado es similar a las obtenidas en esta investigación, en particular los PIMB grupo donde se encuentran 3 de los 5 países que conforman los BRICS tienen una elasticidad de 0,36 siendo la diferencia de 0,01, por el contrario los países del grupo PIEA presentaron la elasticidad más baja.

Las pruebas de cointegración realizadas al modelo econométrico señalan la existencia de cointegración en el largo plazo en todos los grupos de países, lo que se traduce en que el consumo de energía no renovable incide en el crecimiento económico, a través de los años. Las investigaciones de Fang y Chang (2016) son acordes a nuestros resultados obtenidos, examinan la cointegración y la relación causal entre el consumo de energía y el desarrollo económico en 16 países de Asia y el Pacífico durante el período 1970-2011;

encontrando una relación de cointegración a largo plazo entre estas variables. Por el contrario los resultados contrastan con los expuestos por Antonakakis, Chatziantoniou y Filis (2017), Appiah (2018) quienes sostienen que los efectos de los diversos tipos de energía sobre el crecimiento económico varían de acuerdo a los grupos de ingresos.

En cuanto al capital humano se obtuvo resultados similares a los encontrados por Chang y Shi (2016) y Li y Wang (2016) por su parte manifiestan que la inversión en educación tiene un efecto positivo a largo plazo sobre la acumulación de capital humano, que se considera el motor del crecimiento económico.

Se pudo confirmar de igual manera la existencia de una relación en el corto plazo para las variables de estudio en todos los niveles de ingreso así como a nivel mundial, es decir el efecto de las variables en el crecimiento económico es casi inmediato. Estos hallazgos discrepan con (Soytas, Sary, 2007), (Chontanawat, Hunt, Pierse, 2008) quienes enfatizan la existencia de una relación a corto plazo, pero únicamente en los países menos desarrollados con importantes correlaciones positivas.

En los hallazgos de esta investigación, se pudo comprobar la hipótesis de que existe un efecto positivo y significativo del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico. Además no existe una distinción en los países por grupos de ingresos o a nivel mundial, para una relación en el largo plazo entre las variables analizadas.

En lo que respecta a la fuerza del vector de cointegración del capital humano, este es débil para la mayoría de los grupos de países por nivel de ingresos, estimados en el PDOLS. Estos resultados confirman los descubrimientos de Qadri y Waheed (2014) quienes a través de su investigación concluyen que la incidencia de la educación en el crecimiento económico es bastante débil. Sin embargo resulta ser significativo para los

grupos de países con ingresos bajos, ratificando el papel que desempeña el capital humano en las primeras etapas de crecimiento de una economía. En comparación, el consumo de energía no renovable presenta una mayor fuerza de cointegración, en particular con los grupos de ingresos bajos. Es preciso señalar entonces que el efecto del consumo de energía no renovable en el crecimiento es más contundente que el efecto del capital humano.

### **3. Discusión del objetivo específico 3**

*Estimar la relación de causalidad entre las variables entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.*

Los resultados muestran la existencia de causalidad bidireccional entre el consumo de energía y crecimiento en el grupo PIMA, resultados similares a los encontrados por Tugcu y Topcu (2018) quienes encontraron igualmente causalidad bidireccional en el grupo PIA.

Chang et al. (2001), Paul y Bhattacharya (2004) exploraron las relaciones causales entre el consumo de energía y el producto para Taiwán de 1982 a 1997 y la India respectivamente. Sus hallazgos mostraron que las variables estaban cointegradas y que había una interacción bidireccional entre el consumo de energía no renovable y el producto. En el grupo PIEA no se encontró relación de causalidad, Stern (1993) examinó la relación causal entre el Producto Interno Bruto y el consumo de energía para el período 1947-1990, en países pertenecientes a este nivel de ingresos utilizando un modelo de vector autorregresivo multivariado, de igual manera no descubrió evidencia de causalidad entre el consumo de energía y el producto interno bruto.

Esto implica que mientras exista mayor crecimiento, será necesario un mayor consumo de energía no renovable para suplir las necesidades energéticas que conlleva un aumento

de la producción. Un mayor consumo de energía implica un aumento en la producción de bienes y servicios, consecuentemente se propiciará el crecimiento económico.

La causalidad unidireccional va desde el consumo de energía hasta el crecimiento para el grupo PIMB. Tang, Tan, y Ozturk (2016) encontraron causalidad unidireccional que va desde el consumo de energía hasta el crecimiento económico, para Vietnam en el periodo 1970 – 2011. Por lo tanto, los países pertenecientes a este grupo de ingresos al igual que en la evidencia empírica, se evidencia que son dependientes del consumo de energía no renovable, para generar crecimiento en sus economías. Esto implica que su crecimiento no es sostenible, puesto que involucra contaminación y degradación del medio ambiente, lo que se traduce en un deterioro de la calidad de vida de los habitantes de estos países.

En el caso del capital humano existe una relación bidireccional con el crecimiento económico en el grupo PIEA y PIEB, esto significa que los efectos de esta variable se deben a los efectos de tiempo del PIB per cápita. Afzal, Rehman, Farooq y Sarwar (2011) examinaron la relación para Pakistán en el período 1970-2009, encontrando resultados similares para su caso de estudio. Abubakar, Kassim, y Yusoff (2015) en su investigación para países africanos pertenecientes al grupo PIEB, demostraron una relación bidireccional donde el mayor capital humano acumulado llevará a un mayor crecimiento económico, lo que a su vez fomenta una mayor acumulación de capital humano, denominando a este comportamiento “ciclo virtuoso”.

En cuanto a la causalidad unidireccional del capital humano al crecimiento, investigaciones como las de Arshad y Munir (2015), apoyan los resultados obtenidos en esta investigación donde existe causalidad unidireccional desde el capital humano hacia el crecimiento en los PIA. Fahimi, Saint, Seraj y Akadiri (2018) en su estudio para países



que componen el grupo PIB en el presente trabajo investigativo, encontraron una relación de causalidad unidireccional que va desde el capital humano al crecimiento económico. Es decir, que el crecimiento está inducido por el desarrollo del capital humano; respaldando de esta manera los resultados obtenidos mediante las estimaciones realizadas en este trabajo de tesis.

Los resultados de la prueba de causalidad sugieren que el consumo de energía no renovable es un determinante del crecimiento económico, especialmente en los grupos de países con niveles medios de ingresos. El cambio a energías renovables puede contribuir al aumento de la producción sin ocasionar daños ambientales. Mientras que en el caso del capital humano mostró un comportamiento significativo en los niveles extremos de ingresos, destacándose la relación causal desde el capital humano hacia el crecimiento.

Las implicaciones de política derivadas de esta investigación sugieren que: los países que componen los grupos PIMB y PIMB deben conducir inversiones al sector de la energía renovable, así como invertir más recursos a la generación de nuevas tecnologías que les permita mejorar su eficiencia energética. En cuanto a los PIEB, debido al efecto que tiene el capital humano deben destinar más recursos para impulsar el crecimiento económico, los grupos PIB, PIMB, además reforzar la calidad educativa y promover la implementación de programas de financiamiento en el nivel superior de educación. De esta manera se promueva la constante preparación académica y mayor desarrollo de las capacidades y habilidades de los individuos.

## **h. CONCLUSIONES**

### **1. Objetivo específico 1**

La evolución de las variables durante el periodo analizado ha registrado variaciones considerables, en el caso del PIB per cápita, la década de 1980 y el año 2009 presentan disminuciones significativas debido a los conflictos bélicos y la crisis financiera que se produjeron ocasionando decrecimientos en esta variable. El consumo de energía presentó un comportamiento lineal y es el cambio más pronunciado dentro de las variables analizadas, puesto que tiene una ligera tendencia a decrecer. Esto es por la sustitución que los países, especialmente los que componen al grupo de países con ingresos extremadamente altos, medios altos y altos, han hecho hacia el consumo de energías limpias, reemplazando el consumo de energías no renovables. El capital humano por su parte presento un comportamiento positivo en todo el periodo, con decrecimientos en la década de 1980 debido a la disminución de las tasas de natalidad, que experimentaron los países de ingresos bajos.

### **2. Objetivo específico 2**

Los resultados mostraron efecto positivo del consumo de energías no renovables y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel global y por niveles de ingreso; mediante las estimaciones se encontró relación en el corto y largo plazo entre las variables, es decir que los efectos en el aumento del PIB per cápita, se observan de manera inmediata y se extienden a lo largo del tiempo. En cuanto a la fuerza del vector de cointegración resultó ser significativo y más contundente en la variable consumo de energía, por lo que incide de manera directa en el crecimiento económico. La variable capital humano mostro una relación débil para la mayoría de grupos, a excepción del grupo de ingresos bajos, en cuyo caso la fuerza del vector fue significativa. Lo que

demuestra que en los países que no se han alcanzado un nivel de desarrollo significativo, el capital humano medido por años de escolaridad promedio, es un determinante dentro del crecimiento.

### **3. Objetivo específico 3**

Los resultados determinaron la existencia de causalidad unidireccional que va desde el consumo de energía no renovable al crecimiento económico en los grupos PIMA y PIMB, la relación es significativa evidenciando la dependencia de dicho consumo para impulsar el crecimiento, en estas economías. En el caso del capital humano existe una relación de causalidad unidireccional desde esta variable al crecimiento económico para los PIA y PIB. En el caso de los grupos PIEA y PIEB la relación de causalidad es bidireccional, es decir los efectos de esta variable se deben a los efectos de tiempo del PIB per cápita. Estos extremos indican que durante un determinado nivel de desarrollo, la educación, así como perfeccionamiento de habilidades y capacidades que poseen los individuos es un elemento esencial en el crecimiento de una economía.

## **i. RECOMENDACIONES**

- Debido al efecto significativo del consumo de energía, es necesario que los gobiernos, particularmente PIMB destinen mayor cantidad de recursos a la investigación y desarrollo (I+D), para la generación de energías renovables.
- Se debe diseñar políticas que garanticen la implementación de energías limpias y de esta manera asegurar una adecuada transición de los recursos no renovables hacia energías renovables sin que el crecimiento económico se vea afectado.
- El capital humano elemento central dentro del crecimiento económico, debe asegurar su participación dentro de este proceso mediante una adecuada inversión en este sector. Además de garantizar la accesibilidad a este servicio en todos sus niveles, con la calidad suficiente que permita reforzar las habilidades y competencias de los individuos, para un competente desempeño en su vida profesional.
- Es necesario que el Estado provea un entorno social, político adecuado mediante la dotación de servicios básicos, saneamiento, seguridad y pleno cumplimiento de sus derechos. Con el fin de contribuir, a un incremento de los años de escolaridad, medida del capital humano en esta investigación.
- El capital humano puede ser medido de múltiples formas, por lo que una extensión del presente trabajo de investigación podría consistir en medir el efecto de esta variable medida por el número de profesionales con especialización, en los grupos de países por nivel de ingreso.

## **j. BIBLIOGRAFÍA**

- Abubakar, A., Kassim, S. H., & Yusoff, M. B. (2015). Financial development, human capital accumulation and economic growth: empirical evidence from the Economic Community of West African States (ECOWAS). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 172, 96-103.
- Adams, S., Klobodu, E. K. M., & Opoku, E. E. O. (2016). Energy consumption, political regime and economic growth in sub-Saharan Africa. *Energy Policy*, 96, 36–44.
- Afzal, M., Rehman, H. U., Farooq, M. S., & Sarwar, K. (2011). Education and economic growth in Pakistan: A cointegration and causality analysis. *International Journal of Educational Research*, 50(5–6), 321–335.
- Ahsan, H., & Haque, M. E. (2017). Threshold effects of human capital: Schooling and economic growth. *Economics Letters*, 156, 48–52.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716-723.
- Alaali, F., Roberts, J., & Taylor, K. (2015). The Effect of Energy Consumption and Human Capital on Economic Growth: An Exploration of Oil Exporting and Developed Countries. *SERPS (Sheffield Economics Research Papers Series)*, (015).
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2015). Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,

- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2017). Energy consumption, CO<sub>2</sub>emissions, and economic growth: An ethical dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(September 2016), 808–824.
- Appiah, M. O. (2018). Investigating the multivariate Granger causality between energy consumption, economic growth and CO<sub>2</sub>emissions in Ghana. *Energy Policy*, 112(October 2017), 198–208.
- Arshad, S., & Munir, K. (2015). Factor Accumulation and Economic Growth in Pakistan: Incorporating Human Capital. Munich Personal RePEc Archive, (61160).
- Asteriou, D., & Agiomirgianakis, G. (2001). Human capital and economic growth. *Journal of Policy Modeling*, 23(5), 481–489.
- Astudillo Moya, M., & Paniagua Ballinas, J. F. (2012). Fundamentos de economía.
- Atems, B., & Hotaling, C. (2018). The effect of renewable and nonrenewable electricity generation on economic growth. *Energy Policy*, 112(October 2017), 111–118.
- Attanasio, O., Meghir, C., Nix, E., & Salvati, F. (2017). Human capital growth and poverty: Evidence from Ethiopia and Peru. *Review of Economic Dynamics*, 25, 234–259.
- Azam, M., Khan, A. Q., Bakhtyar, B., & Emirullah, C. (2015). The causal relationship between energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 732–745.
- Badii, M. A. Guille, J. Abreu, y C. Castillo (2016). Petroleo Global: Fuentes e implicaciones (Global petroleum: Sources and implications). *International Journal of Good Conscience*. 11(2)110-143.
- Banco Mundial (2018) El déficit de capital humano.

- Barrero, A. (2008). Energías renovables para todos. *Energía geotérmica y del mar*
- Barro, R y Lee, J (2013), "A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010." *Journal of Development Economics*, vol 104, pp.184-198.
- Becker, G. (1964). S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education.
- Blanchard, O., & Amighini, A. e Giavazzi, F. (2012). Macroeconomía.
- Bokova, I., & de la UNESCO, D. G. (2014). Informe de Seguimiento de la EPT en el Mundo.
- Breitung, J. (2002). Nonparametric tests for unit roots and cointegration. *Journal of Econometrics*, 108(2), 343-363.
- Breton, T. R. (2015). Human capital and growth in Japan: Converging to the steady state in a 1% world. *Journal of the Japanese and International Economies*, 36, 73–89
- Breusch, T. S., and A. R. Pagan. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies* 47: 239–253.
- Cabrera, A. A. (2014). Historia Económica Mundial 1950–1990. *Economía Informa*, 385, 70-83
- Čadil, J., Petkovová, L., & Blatná, D. (2014). Human Capital, Economic Structure and Growth. *Procedia Economics and Finance*, 12(March), 85–92.
- Case Karl, E., & Fair Ray, C. (2008). Principios de Macroeconomía.
- Chang, X., & Shi, Y. (2016). The Econometric Study on Effects of Chinese Economic Growth of Human Capital. *Procedia Computer Science*, 91, 1096-1105.

- Chen, Y., & Fang, Z. (2017). Industrial electricity consumption, human capital investment and economic growth in Chinese cities. *Economic Modelling*, (September), 1–15.
- Choi, K.-H., & Shin, S. (2015). Population aging, economic growth, and the social transmission of human capital: An analysis with an overlapping generations model. *Economic Modelling*, 50, 138–147.
- Chontanawat, J., Hunt, L. C., & Pierse, R. (2008). Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries. *Journal of policy modeling*, 30(2), 209-220.
- Conti, M., & Sulis, G. (2016). Human capital, employment protection and growth in Europe. *Journal of Comparative Economics*, 44(2), 213–230.
- Crana Fundazioa (2018). CRANA. Ventajas y desventajas: Fuentes de energía renovable y no renovable
- Crana Fundazioa (s.f). La energía hidroeléctrica y su afección ambiental en los ríos.
- Di Maria, C., & Valente, S. (2008). Hicks meets Hotelling: the direction of technical change in capital–resource economies. *Environment and Development Economics*, 13(6), 691-717.
- Dias, J., & Tebaldi, E. (2012). Institutions, human capital, and growth: The institutional mechanism. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(3), 300–312.
- Dickey, D., Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49, 1057-1072.
- Dissou, Y., Didic, S., & Yakautsava, T. (2016). Government spending on education, human capital accumulation, and growth. *Economic Modelling*, 58, 9–21.



- Douglas, P. C., & Cobb, C. W. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18(1), 139-165.
- Dumitrescu, E. I., y Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Erenovable (2018). Energía Solar, ventajas y desventajas.
- Eurostat (2018). Estadísticas de energía renovable.
- Fajardo (2016). Energía Hidraulica.
- 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.
- Fahimi, A., Saint Akadiri, S., Seraj, M., & Akadiri, A. C. (2018). Testing the role of tourism and human capital development in economic growth. A panel causality study of micro states. *Tourism management perspectives*, 28, 62-70.
- FAO, R. (2008). Oferta y demanda de energía: tendencias y perspectivas. Bosques y energía: cuestiones clave. *Estudio FAO Montes (FAO)*.
- Fleisher, B., Li, H., & Zhao, M. Q. (2010). Human capital, economic growth, and regional inequality in China. *Journal of Development Economics*, 92(2), 215–231.
- Foro Económico Mundial (2017). Global energy architecture performance index report 2017.
- Free Energy (2016). Ventajas del uso del Uranio. *Energy Clean*
- Galán, J. S. (2018). Economipedia. Definiciones de pib per capita, nominal y real.

- García, M., & Rivera, R. C. (2017). Indicadores para medir el capital humano en micro, pequeñas y medianas empresas en México. *Cimexus*, 12(2), 167-178.
- Garrido, A. A. (2009). La energía como elemento esencial de desarrollo. Consecuencias de un modelo energético insostenible.
- Gascan (2007). El gas natural: El gas natural en el mundo
- Gozgor, G., Lau, C. K. M., & Lu, Z. (2018). Energy consumption and economic growth: New evidence from the OECD countries. *Energy*, 153, 27–34.
- Grant, J. P., & UNICEF. (1988). Estado mundial de la infancia 1988. In Estado mundial de la infancia 1988. Unicef.
- Guillen, A., Badii, M. H., Garza, F., & Acuña, M. (2015). Descripción y Uso de Indicadores de Crecimiento Económico. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 10(1).
- Hanushek, E. A. (2013). Economic growth in developing countries: The role of human capital. *Economics of Education Review*, 37, 204–212.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1251-1271.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 401-403.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1–28.
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24.

- Li, T., & Wang, Y. (2018). Growth channels of human capital: A Chinese panel data study. *China Economic Review*, 51, 309-322.
- Lucas Jr, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.
- Lucas, A., Peso, C., Rodríguez, E., & Prieto, P. (2012). Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad. Editor: Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. ITAGRA. CT.
- Mankiw, G. (2012). Principios de Economía (Sexta Edición ed.). Distrito Federal: Cengage Learning Editores.
- Marín, J. P. A. (2002). Competitividad Internacional y Educación en los países de América Latina y El Caribe. *Revista Iberoamericana de Educación*, (30), 63-104.
- Martínez, A. C., & Caro, R. (2010). Fuentes energéticas. In *La Nueva Geopolítica de la Energía* (pp. 21-34). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Massón Cruz, R. M., & Torres Saavedra, A. R. (2009). La Unesco, las políticas y los sistemas educativos de los países de la región latinoamericana. *VARONA*, (48-49).
- Mezghani, I., & Ben Haddad, H. (2017). Energy consumption and economic growth: An empirical study of the electricity consumption in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75(October), 145–156.
- MINERÍA, C. G. (2012). Perfil de mercado del carbón. *Secretaría de Economía de México*.
- Moreno Cortés, P. A. (2017). Energía eólica: ventajas y desventajas de su utilización en Colombia.

- Mundial, B. (2018). Base de datos Banco Mundial.
- Naturgy (2016). Gas Natural: Ventajas y desventajas. *Empresa Eficiente*
- Neal, T. (2014). Panel cointegration analysis with xtpedroni. *Stata Journal 14*: 684–692.
- Nieto, C. A. B., & Robledo, J. C. (2012). Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel. *ECOS de Economía*, 16(35), 73-89.
- Nieves, V (2018). El recurso agotable que nunca se agotará. *El economista*.
- Nonneman, W., & Vanhoudt, P. (1996). A further augmentation of the Solow model and the empirics of economic growth for OECD countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 111(3), 943-953.
- Ocal, O., & Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and sustainable energy reviews*, 28, 494-499.
- Ocampo, J. A., Stallings, B., Bustillo, I., Velloso, H., & Frenkel, R. (2014). *La crisis latinoamericana de la deuda desde la perspectiva histórica*. CEPAL.
- OMC (2010). *Informe Mundial del Comercio*.
- Pablo-Romero, M. del P., & Sánchez-Braza, A. (2015). Productive energy use and economic growth: Energy, physical and human capital relationships. *Energy Economics*, 49, 420–429.
- Pampillon, R (2013). Diccionario Económico. *Economy Weblog*
- Park, J. (2006). Dispersion of human capital and economic growth. *Journal of Macroeconomics*, 28(3), 520–539.

- Patrinos, H. A., & Psacharopoulos, G. (2010). Returns to education in developing countries.
- Paul, S., & Bhattacharya, R. N. (2004). Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results. *Energy economics*, 26(6), 977-983.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 653-670.
- Pedroni, P. (2001). Purchasing power parity tests in cointegrated panels. *Review of Economics and Statistics*, 83(4), 727-731.
- Pelinescu, E. (2015). The impact of human capital on economic growth. *Procedia Economics and Finance*, 22, 184-190.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P., Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- Piña, A (2013). Carbón mineral como combustible para generación de energía. Jornadas Técnicas de la Facultad de Ingeniería: *La energía como factor de desarrollo*.
- Pirlogea, C., & Cicea, C. (2012). Econometric perspective of the energy consumption and economic growth relation in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 5718-5726.
- Pittel, K., & Rübhelke, D. T. G. (2011). International climate finance and its influence on fairness and policy. Basque Centre for Climate Change (BC3), Bilbao. BC3 Working Paper 2011-04.

- Puma, W. (2016). Recursos Energéticos.
- Qadri, F. S., & Waheed, A. (2014). Human capital and economic growth: A macroeconomic model for Pakistan. *Economic Modelling*, 42, 66–76.
- Ramales, M (2010). Producto Interno Bruto (PIB) nominal y real. *EUMEDNET*
- Rodríguez-Arias, N., & Gómez-López, C. S. (2014). La maldición de los recursos naturales y el bienestar social. *Ensayos Revista de Economía (Ensayos Journal of Economics)*, 33(1), 63-90.
- Salahuddin, M., & Alam, K. (2016). Information and Communication Technology, electricity consumption and economic growth in OECD countries: A panel data analysis. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 76, 185-193.
- Salim, R., Yao, Y., & Chen, G. S. (2017). Does human capital matter for energy consumption in China? *Energy Economics*, 67, 49–59.
- Sarwar, S., Chen, W., & Waheed, R. (2017). Electricity consumption, oil price and economic growth: Global perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76(February 2016), 9–18.
- Schultz, T. W. (1960). Capital formation by education. *Journal of political economy*, 68(6), 571-583.
- Schündeln, M., & Playforth, J. (2014). Private versus social returns to human capital: Education and economic growth in India. *European Economic Review*, 66, 266-283.
- Shahbaz, M., Hoang, T. H. Van, Mahalik, M. K., & Roubaud, D. (2017). Energy consumption, financial development and economic growth in India: New

- evidence from a nonlinear and asymmetric analysis. *Energy Economics*, 63, 199–212.
- Shahbaz, M., Zakaria, M., Shahzad, S. J. H., & Mahalik, M. K. (2018). The energy consumption and economic growth nexus in top ten energy-consuming countries: Fresh evidence from using the quantile-on-quantile approach. *Energy Economics*, 71, 282–301.
- Shao, S., & Yang, L. (2014). Natural resource dependence, human capital accumulation, and economic growth: A combined explanation for the resource curse and the resource blessing. *Energy Policy*, 74(C), 632–642.
- Sierra, A., & Scavia, J. (2018). Dynamic co-movements between energy consumption and economic growth. A panel data and wavelet perspective. *Energy Economics*, 72, 640-649.
- SITEAL, U. (2007). Informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina 2007.
- Smith, A. (1776). An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations: Volume One. London: printed for W. Strahan; and T. Cadell, 1776, 10(C), 159-160
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94
- Soria, C. P. G. (2010). “Evaluación de alternativas de generación de electricidad desde el punto de vista de su impacto ambiental, para sectores no conectados a redes eléctricas”. *Trabajo de Diploma, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) y Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, Cuba.*

- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Stern, D. I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy economics*, 22(2), 267-283.
- Stiglitz, J. (1974). Growth with exhaustible natural resources: efficient and optimal growth paths. *The review of economic studies*, 41, 123-137.
- Tang, C. F., Tan, B. W., & Ozturk, I. (2016). Energy consumption and economic growth in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1506–1514.
- Teixeira, A. A. C., & Queirós, A. S. S. (2016). Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. *Research Policy*, 45(8), 1636–1648.
- Tugcu, C. T., & Topcu, M. (2018). Total, renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: Revisiting the issue with an asymmetric point of view. *Energy*, 152, 64–
- Tzeremes, N. G. (2014). The effect of human capital on countries' economic efficiency. *Economics Letters*, 124(1), 127–131.
- UNESCO, (2014). El número de niños sin escolarizar en el mundo no logra reducirse.
- Uzawa, H. (1965). Optimum technical change in an aggregative model of economic growth. *International economic review*, 6(1), 18-31.
- Valenzuela, C (2008). Economía de la salud. Editorial Oriente. Santiago de Cuba
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709-748.



Wolde-Rufael, Y. (2014). Electricity consumption and economic growth in transition countries: A revisit using bootstrap panel Granger causality analysis. *Energy Economics*, 44, 325–330.

Wooldridge, J.M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press, Cambridge, MA.

World Bank. (2016). *World Development Indicators*. Washington D.C.

Zhang, C., & Zhuang, L. (2011). The composition of human capital and economic growth: Evidence from China using dynamic panel data analysis. *China Economic Review*, 22(1), 165–171.

k. ANEXOS

ANEXO 1



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**Facultad Jurídica, Social y Administrativa**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Tema:**

**“EFECTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA NO RENOVABLE Y LA FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN 118 PAÍSES, CON DATOS DE PANEL USANDO TÉCNICAS DE COINTEGRACIÓN Y CAUSALIDAD, EN EL PERIODO 1970-2016”.**

Proyecto del trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Economista.

**Autora:**

Estefanía Elizabeth Lara Pacheco

**Director de tesis:**

Econ. Pablo Ponce, Mg.Sc.

**Loja – Ecuador**

**a. Tema**

**“Efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016”.**

**b. Problemática**

La educación proporciona beneficios, que aumentan en proporción al nivel de preparación de los individuos. De acuerdo a cifras oficiales publicadas por el Banco Mundial (2018), el capital humano, explica entre el 10 % y 30% de las diferencias en el ingreso per cápita de los países. Esto supone que la preparación académica representa una considerable mejora en la calidad de vida y propicia el desarrollo en un determinado país.

Sin embargo, en el Informe del Capital Humano Global publicado por el Foro Económico Mundial (2017), que presenta los resultados de la evaluación a 130 países; revela que actualmente se ha desarrollado el 62% del capital humano a nivel global. Tan solo 25 países han alcanzado el 70% o más y 14 se mantienen por debajo del 50%. Debido a la ineficiente inversión en educación y consecuente falta de acceso a estos servicios en muchos países, se desaprovecha las capacidades y potencialidades que poseen los individuos. El Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias (2015), confirma estos resultados, los países pertenecientes a Oriente Medio y Norte de África consiguieron calificaciones menores al promedio internacional.

En el mismo contexto, el crecimiento económico, implica una mayor producción dentro de una economía, por lo cual, la proporción de energía usada también aumenta; esto debido a los procesos de industrialización que demandan un mayor uso de la misma.

Es así que el consumo de energía ha elevado desde el año 2012, pero a un ritmo menos acelerado en comparación con la década anterior.

De acuerdo con, Foro Económico Mundial (2017), este aumento del consumo se debe particularmente a los países emergentes, que basan su crecimiento en la energía. En la actualidad, esta, puede proceder de fuentes renovables o no renovables. Estas últimas, tienden a agotarse resultando más costosas y tienen un impacto contaminante para el medio ambiente. Aunque las economías han centrado su atención en las energías renovables, precisamente por el hecho de una disminución en la contaminación, la transición a estas, es lenta.

### **1. Planteamiento del problema**

El rol que desempeñan en el crecimiento económico, tanto el capital humano como el uso de energías requiere especial atención. A nivel global es necesario una completa transición a las energías amigables con el medio ambiente. La energía es un elemento central en el desarrollo. Las comunidades que carecen de esta, 1000 millones de personas, según los Indicadores de Desarrollo Mundial del Banco Mundial (2018), a su vez, no tienen acceso a servicios básicos como establecimientos médicos y educativos. Estos se ven seriamente afectados, poniendo en riesgo el crecimiento económico. La energía hace posibles inversiones, la innovación y la generación de nuevas industrias que son los motores de la creación de empleo y del crecimiento para las economías. De manera conjunta, las inversiones en capital humano, no deben dejarse a un lado, debido a que se debilitaría significativamente la competitividad de un país. En un mundo globalizado en constante transformación, las economías necesitan cada vez más talento para sustentar un crecimiento que en la actualidad es inestable.

Los datos publicados por el Banco Mundial (2017), en su informe denominado Perspectivas Económicas Mundiales, demuestran que el crecimiento se presenta con diferencias, en distintas zonas geográficas. Asia Oriental y el Pacífico disminuirán del 6,4% en 2017 al 6,2% en 2018. Europa y Asia central del 3,7% a 2,9%. Mientras que Asia meridional crecerá un 6,9%, con respecto al 6,5% en 2017. América Latina y el Caribe crecerán un 2% en 2018, lo que representa un aumento respecto del 0,9% estimado en 2017. Oriente Medio y Norte de África pasaran del 1,8% al 3% en 2018. África al sur del Sahara del 2,4% al 3,2%. De manera general el crecimiento de la economía mundial se acercará al 3,1%. Sin embargo, estos cambios se consideran como una mejora de corto plazo. Es por esto que es necesario, potenciar un desarrollo sostenible. Destinando una mayor atención tanto a la parte de la conservación ambiental como al ámbito educativo y la formación de capital humano.

## **2. Formulación del problema**

El presente trabajo de investigación analizara y dará respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico en 118 países del mundo, en el periodo 1970-2016?

La hipótesis que se pretende comprobar o rechazar, mediante el desarrollo de la presente investigación, es que el capital humano y el consumo de energías no renovables tienen un efecto positivo y significativo en el corto y largo plazo en el crecimiento económico, en 118 países del mundo, en el periodo 1970-2016.

## **3. Alcance del problema**

La investigación se llevara a cabo tomando en cuenta 118 países, clasificados de acuerdo a su nivel de ingresos. Está delimitada de manera temporal, contempla el periodo comprendido entre los años 1970 – 2016. Se utilizaran herramientas econométricas para

datos de panel, técnicas de cointegración para estimar la relación en el corto y largo plazo y además se estimara la causalidad entre las variables: consumo de energías no renovables, la formación de capital humano y el crecimiento económico de los países. Para la realización de esta investigación no existe ninguna limitación significativa de recursos.

#### **4. Evaluación del problema**

La presente investigación analizara el efecto del consumo de energías no renovables, la formación de capital humano en el crecimiento económico de a nivel global. Una insuficiente inversión en la educación produce que uno de los recursos más importantes, el talento, habilidades y capacidades de los habitantes de un determinado país no sean aprovechados. Por otro lado, el 81% de la energía total que se consume a nivel global, proviene de fuentes de energías no renovables que incluyen petróleo, gas natural y carbón. El consumo de las mismas representa, la extracción de recursos y su agotamiento además de la generación de contaminación que pone en peligro la calidad de vida de las personas. La investigación aportara a la futura formulación de políticas económica, orientando a los países a mejorar sus políticas sociales y energéticas.

#### **5. Preguntas directrices**

- ¿Cuál es la evolución a nivel global y por niveles de ingreso entre el consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, en el periodo 1970-2016?
- ¿Cuál es la relación de corto y largo plazo entre el consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, en el periodo 1970-2016?

- ¿Cuál es la relación de causalidad entre el consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, en el periodo 1970-2016?

### **c. Justificación**

#### **1. Justificación académica**

La presente investigación aporta al reconocimiento de la importancia y relevancia del tema analizado en el ámbito académico. Permitiendo aplicar, reforzar y complementar los conocimientos adquiridos, a lo largo de la formación universitaria. El desarrollo del tema de investigación, contribuye a la obtención de competencias profesionales y servirá como futura referencia dentro de la evidencia empírica para futuras investigaciones. Además representa, un requisito necesario previo a la obtención del título de Economista en la Universidad Nacional de Loja.

#### **2. Justificación económica**

El análisis del efecto del consumo de energías no renovables y el capital humano en el crecimiento económico, permitirá cuantificar la relación de estas variables. El análisis de los resultados, a su vez contribuirá a obtener una visión más clara y objetiva del papel que desempeñan dentro de una economía de acuerdo a su respectivo nivel de ingreso. La importancia de llevar a cabo la presente investigación, radica en el impacto que tienen estas variables, pudiendo las variaciones de las mismas afectar al crecimiento de los países, especialmente aquellos que no han alcanzado un determinado nivel de desarrollo

#### **3. Justificación social**

El capital humano abarca conocimientos, habilidades y destrezas que poseen los individuos, esto a su vez les permite desempeñar un determinado rol como miembros productivos de la sociedad. Una adecuada inversión en capital humano, mediante el

acceso a educación de calidad, problemas como la pobreza pueden ser resueltos, creando sociedades más productivas. El consumo de energías no renovables, aunque sigue representando el mayor porcentaje en comparación con otras fuentes se encuentra en transición hacia la generación de energías limpias. Las políticas enfocadas en disminución de la contaminación y el impacto en el medio ambiente, permitirán una mejora sustancial en la calidad de vida

#### **d. Objetivos**

##### **1. Objetivo general**

Evaluar el efecto el consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016.

##### **2. Objetivos específicos.**

- Analizar la evolución entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.
- Examinar la relación de corto plazo y largo plazo entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.
- Estimar la relación de causalidad entre las variables entre consumo de energía no renovable, el capital humano y el crecimiento económico, a nivel global y por ingresos, en el periodo 1970-2016.



## **e. Marco teórico**

### **1. Antecedentes.**

Existe evidencia empírica que analiza la relación entre el capital humano y el crecimiento económico. En este sentido autores como Zhang y Zhuang (2011) resaltan la importancia de la educación superior, por encima de la primaria y secundaria, al aumentar la extensibilidad de la acumulación de capital humano más allá de la educación primaria dentro del proceso de crecimiento económico, poniendo especial énfasis en el capital humano avanzado como impulsor del mismo. En esta misma línea Días y Tebaldi (2012) demuestran en su estudio que la acumulación de capital humano, fomenta la creación de tecnología y el crecimiento de la producción. El aumento de la productividad contribuye a mejorar los rendimientos de la acumulación de capital humano e induce a los trabajadores a invertir en educación. Shao y Yang (2014), enfatizan la importancia de la transmisión del capital humano entre las generaciones para que un país crezca en el largo plazo.

Ahsan y Haque (2017) sostienen que la acumulación de capital humano se considera un determinante importante en el proceso de crecimiento económico, siempre y cuando, la acumulación de capital en una economía cruce un umbral de desarrollo. Así mismo, Park (2006) enfoca su investigación en la ampliación de la cobertura de la educación para la acumulación del capital humano. Argumenta que una economía funcionaría mejor cuando asigna recursos para apoyar todos los niveles de educación, en lugar de cuando se enfoca en promover un nivel particular. Tzeremes (2014) por su parte en su estudio sugiere evidencia de rendimientos decrecientes del capital humano y, una relación no lineal. Sin embargo, esto no está confirmado para el caso de las economías en desarrollo

En lo que respecta a la relación entre el consumo de energía con el crecimiento los estudios de Gozgor, Lau, y Lu (2018) para los 36 países que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), sugieren una relación significativa entre el consumo de energía y el crecimiento tanto a corto como a largo plazo. Antonakakis, Chatziantoniou y Filis (2017) revelan que los efectos de los diversos tipos de energía el consumo sobre el crecimiento económico varían de acuerdo al nivel de ingresos. La dinámica en el largo plazo presentó una relación negativa significativa en los sectores de bajos ingresos, ingresos medios altos, altos ingresos.

Los resultados empíricos de la investigación de Shahbaz, Zakaria, Shahzad y Mahalik (2018) para los países de China, Japón, Brasil y Corea del Sur muestran que la relación entre el crecimiento económico y el consumo de energía es principalmente positiva. Este resultado implica que a bajos niveles de consumo de energía, el crecimiento económico es bajo. Sin embargo, cuando aumenta el consumo de energía, el crecimiento económico también aumenta en estos países. Debido a estos resultados, la marcada correlación entre el consumo de energía y el crecimiento económico en estos países, los gobiernos quienes a su vez son los responsables de la formulación de políticas, deberían considerar la energía como un recurso potencial, para impulsar el crecimiento. Wolde-Rufael (2014) manifiesta la existencia de un apoyo limitado para el crecimiento impulsado por la electricidad, esto debido a que algunas economías no cumplen con los estándares de eficiencia energética. La variabilidad en los países entre energía y crecimiento puede atribuirse a las diferencias en la importancia de la energía como insumo en el crecimiento económico de cada país, la eficiencia técnica de cada país, las limitaciones de capacidad de producción de cada país y posibles externalidades negativas por el consumo de energía como emisiones de carbono.

## 2. Fundamentación teórica

Existe una amplia literatura empírica y teórica sobre la relación entre el capital humano, el consumo de energía y el crecimiento económico. La función de producción de Solow - Swan (1956) es una de las teorías más utilizadas para explicar las variaciones de estas variables. El modelo de crecimiento supone que la función de producción tiene rendimientos constantes. Con Solow (1956) se inicia la estructura teórica que da importancia al ser humano como componente fundamental en el desarrollo productivo de la industria y el crecimiento económico.

El crecimiento económico, además puede verse potenciado o limitado por los recursos que posee un determinado país. Stiglitz (1974) sostuvo que la utilización de recursos naturales proporciona un aumento en el crecimiento económico, a medida que más recursos naturales se utilicen se obtendrá una mayor producción, y así más ingresos. Sin embargo, en el largo plazo menciona la idea de la existencia de una relación negativa entre crecimiento económico y recursos naturales, debido a la degradación del medio ambiente que supone su utilización.

Sin embargo, destaca que esta relación puede eliminarse a través de políticas debidamente diseñadas para el contexto de cada economía. (Rodríguez-Arias y Gómez-López, 2014). De este modo, es posible suprimir los efectos de una mala administración de los recursos naturales, para obtener un máximo aprovechamiento por su extracción. Estos recursos, a su vez representan fuentes de energía, elemento central dentro de la producción de bienes y servicios.

$$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}R^{\beta} \quad (1).$$

La Ecuación (1) incorpora el factor de los recursos naturales. La utilización de estos recursos, dentro del contexto analizado, puede proporcionar un aumento en el crecimiento

económico. Mientras más recursos naturales sean explotados, la producción también será mayor, la oferta de igual manera se incrementará, generando así más ingresos.

Donde  $\alpha$  es un número comprendido entre 0 y 1. Las elasticidades producto del trabajo y el capital, están representadas por  $\alpha$  y  $\beta$  de manera respectiva. Mide la respuesta del producto ante un cambio producido en los niveles del trabajo o del capital usados en la producción, si permanecen constantes los demás factores. Estos valores son constantes determinadas por la tecnología disponible, (Blanchard, Amighini, y Giavazzi, 2012).

Salim, Yao y Chen (2017) proporcionan evidencia empírica para el estudio de las variables mencionadas. De esta manera proveen referencias a la literatura más reciente.

## **2.1 Energía**

### ***2.1.1 Energía no renovable***

Las energías no renovables son aquellas que existen en una cantidad limitada. No se renuevan a corto plazo y son agotables pues las reservas disminuyen con la explotación, Martínez y Caro (2010). No pueden ser sustituidas o reutilizadas debido a que no existe sistema de producción o recuperación. Esta energía está basada principalmente en el uso de combustibles fósiles: el petróleo, el gas natural y el carbón, que son producto de restos de seres vivos enterrados millones de años atrás y que se transformaron bajo condiciones de presión y temperatura en este tipo de combustibles, Soria (2010). Actualmente, la demanda mundial de energía se satisface principalmente con este tipo de fuentes. Dentro de esta clasificación también se encuentra la energía nuclear (uranio).

### ***2.1.2 Energía renovable.***

Se denomina Energía Renovable a la que se obtiene de fuentes naturales relativamente inagotables, ya sea por la enorme cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales. Este tipo de energía, permite un aprovechamiento

ilimitado, debido a que se renueva constantemente en la naturaleza, Martínez y Caro (2010). Las energías renovables son tan antiguas como el Sol o el planeta. Se han utilizado desde la antigüedad para molinos de vientos, ruedas hidráulicas, etc. Actualmente son más utilizadas para la producción de energía eléctrica, Soria (2010).

## **2.2 Capital humano**

El reconocido economista, Adam Smith (1776) sostiene que “el hombre que ha sido educado a costa de mucho trabajo y tiempo y debe poder realizar un trabajo que le reembolse el costo de su formación con al menos, los beneficios ordinarios de un capital de igual valor” (p.159). De esta manera se aborda el reconocimiento de las habilidades que poseen los individuos como generadoras de beneficios que retribuyan sus costos de preparación.

El conocimiento y la salud establecen incrementos de la productividad individual y por lo tanto el crecimiento económico, esto de acuerdo a las teorías del capital humano. Schultz (1960), presentó por primera vez el término capital humano, y definió que los factores de producción decisivos para el mejoramiento del bienestar de las personas en situación de pobreza son los adelantos en el conocimiento y el mejoramiento de habilidades. Determinó que el capital humano está compuesto por elementos cualitativos, habilidades, atributos similares que influyen en la capacidad individual para realizar el trabajo productivo.

Becker (1964) formalizó la teoría del capital humano como tal. La educación y la formación son consideradas como inversiones que realizan las personas con el propósito de incrementar su eficiencia productiva y por lo tanto sus ingresos. También sostuvo que los individuos toman en cuenta el costo de oportunidad que se presenta a la hora de optar por su preparación.

## **2.3 Crecimiento económico**

Se define al crecimiento económico de un determinado país como el incremento continuo del producto per cápita o por trabajador. Esto se puede interpretar como un aumento del valor de los bienes y servicios que son producidos por una economía durante un período de tiempo determinado, Kuznets (1966).

### ***2.3.1 PIB per cápita***

El PIB per cápita se define como un indicador económico que mide la relación entre el nivel de renta de un país, representado por el valor total de mercado de todos los bienes y servicios finales generados por la economía de una nación, en un periodo de tiempo de un año generalmente, y su población (Galán, 2018). Se considera que los países con mayor PIB per cápita generalmente tienen una base económica más amplia para impulsar el desarrollo de su población.

## **3. Fundamentación legal.**

El desarrollo de la presente investigación se apoyará en los siguientes objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015).

*Objetivo 4: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (p.19).*

El desarrollo de la presente investigación, contribuirá a destacar y fortalecer la necesidad de invertir en capital humano. La educación es el pilar sobre el que se sientan las bases, que posibilitarán la inclusión de un determinado individuo en el ámbito laboral, en el futuro. Un mayor acceso a educación de calidad y desarrollo de habilidades y capacidades especialmente a edad temprana, asegura el aprovechamiento del potencial de

una persona. Lo que se verá reflejado en el crecimiento económico, el desarrollo de un país y el bienestar de su población.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (2015), a través del Marco de Acción de Educación 2030 ofrece orientación a los gobiernos para cumplir con los objetivos propuestos. En este sentido se extiende el ámbito de acción de Educación 2030 desde el aprendizaje en los primeros años de la infancia, hasta la formación, capacitación de jóvenes y adultos. Con esto se pretende alcanzar resultados de calidad, en el aprendizaje de la población.

En lo referente al consumo de energía, de igual manera la ONU como parte de los ODS, propone:

*Objetivo 7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos “ (p.21).*

La energía es fundamental para impulsar el crecimiento, sin embargo el consumo de fuentes de energías no renovables, sigue siendo predominante en la actualidad. Esta investigación espera contribuir a la literatura más reciente, para resaltar la importancia de transición adecuada del uso de energías no renovables a las fuentes renovables. Creando comunidades más sostenibles y asegurando una disminución de la contaminación preservando el medio ambiente.

## **f. Metodología**

### **1. Tipo de investigación**

#### **1.1 Explorativa**

La presente investigación será de tipo explorativa, debido a la búsqueda de información, datos y criterios, que permitirán interpretar y evaluar el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico

a nivel mundial en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016.

### **1.2 Descriptivo.**

La investigación será de tipo descriptiva, se describirá y analizara los aspectos que determinan el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016. La investigación se enfocara en conocer la realidad fenómeno.

### **1.3 Correlacional.**

La investigación es de tipo correlacional, dado que se comprobará el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016, mediante técnicas estadísticas y econométricas.

### **1.4 Explicativa.**

La investigación también cumple con las cualidades de tipo explicativa, permitirá identificar el comportamiento de las variables. Los resultados serán interpretados y explicados para posteriormente formular políticas que representen una alternativa a la solución de la problemática de investigación.

## **2. Métodos de investigación.**

### **2.1 Método científico.**

#### ***2.1.1 Inductivo.***



El respectivo análisis de los datos permitirá formular las conclusiones a partir de la hipótesis planteada en el presente tema de investigación. Obteniendo mayores conocimientos sobre el efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico a nivel mundial.

### ***2.1.2 Deductivo.***

Mediante este método partiremos de conceptos generales hasta llegar a conclusiones específicas del tema de investigación, a desarrollar.

### ***2.1.3 Analítico.***

Este método será utilizado para el proceso de análisis de la información estadística. De esta manera el todo se descompone en partes y se puede determinar las causas-efectos de las variables a estudiar.

### ***2.1.4 Sintético.***

Este método será empleado debido a que se unificarán todas las partes que comprenden el presente tema de investigación. Interpretando cada una de las mismas y sus características para llegar a una completa comprensión del mismo.

### ***2.1.5 Estadístico.***

Se utilizarán particularmente programas estadísticos para el procesamiento de los datos. Se podrán obtener de gráficos y tablas, como parte de los resultados esto permitirá realizar conclusiones y formular las respectivas recomendaciones.

## **3. Población y muestra.**

### **3.1 Muestra.**

La presente investigación no contara con el cálculo de una muestra, puesto que los datos corresponden a nivel global, 118 países en el período de estudio 1970-2016. Estas economías estarán agrupadas considerando su nivel de ingreso. Esto se realizará mediante el manejo de datos históricos de las base de datos del Banco Mundial (2017). Países de Ingresos Extremadamente Altos (PIEA), Países de Ingresos Altos (PIA), Países de Ingresos Medios Altos (PIMA), Países de Ingresos Medios Bajos (PIMB), Países de Ingresos Bajos (PIB) y por último los Países de Ingresos Extremadamente Bajos (PIEB). Esta clasificación corresponde a una alternativa a la propuesta por el Banco Mundial, mostrando una clasificación más ajustada al contexto económico de la realidad global.

#### **4. Técnicas de investigación e instrumentos de recolección de datos.**

##### **4.1 Técnicas investigativas**

###### ***4.1.1 Bibliográfica.***

La investigación será bibliográfica, para desarrollar el presente trabajo investigativo se utilizaran fuentes de información secundaria: publicaciones, libros, artículos y revistas científicas a través de internet y bibliotecas virtuales. Esta técnica permitirá recolectar la información teórica necesaria referente al tema de investigación.

###### ***4.1.2 Estadística.***

Para el análisis de los datos con los que se llevara a cabo esta investigación, se utilizara la técnica estadística, de esta manera se obtendrán resultados que permitirán formular las respectivas conclusiones e implicaciones de política.

###### ***4.1.3 Correlación.***

Se utilizará esta técnica para medir el grado de asociación entre las variables de la relación a estudiar en el presente tema de investigación.

## **4.2 Instrumentos de recolección de datos.**

### **4.2.1 *Ficha bibliográfica.***

Este instrumento será utilizado para el registro y localización de fuentes de información, con el fin de llevar la investigación de una manera ordenada.

### **4.2.2 *Instrumentos para análisis de datos y generación de variables.***

Se utilizara los paquetes estadísticos para el análisis de los datos.

## **5. Tratamiento de los datos.**

### **5.1 Análisis de datos.**

En la presente investigación los datos se obtendrán de la base World Development Indicators del Banco Mundial (2017) y la base de Barro y Lee (2016). Las variables utilizadas en el modelo econométrico usando datos en panel son la tasa de crecimiento anual del consumo de energía no renovable, medida en kg de petróleo equivalente per cápita, el promedio de años de escolaridad y el PIB per cápita medida en dólares U.S constantes de 2010. Se efectuará un análisis para determinar el comportamiento de las variables durante el período de estudio.

En primer lugar, los 118 países se clasifican en 6 grupos de acuerdo a Producto Interno Bruto (PIB) per cápita del 2016, mostrando así una diferenciación con el método Atlas propuesto por el Banco Mundial (2016) el cual clasifica a los países de acuerdo a su nivel de ingresos en cuatro grupos. Los grupos propuestos en la presente investigación son de Países de Ingresos Extremadamente Bajos (US \$ 1499 o menos), Países de Ingresos Bajos (US \$ 1500-5000), Países de Ingresos Medios Bajos (US \$ 5001-10000), Países de Ingresos Medios Altos (US \$ 10001- 15000), Países de Ingresos Altos (US \$ 15001-20000), y Países de Ingresos Extremadamente Altos (US \$20001 o más).

Luego de la clasificación de los países por niveles de ingreso se realizara una interpolación de los datos disponibles del promedio de años de escolaridad de la base obtenida de Barro y Lee (2016). Con los datos disponibles se planteara el modelo econométrico donde se realizará un análisis, mediante pruebas estadísticas para determinar el comportamiento del promedio de años de escolaridad (capital humano), consumo de energía no renovable y el crecimiento económico a nivel global en el periodo 1970-2016. Así como la relación de estas variables y su causalidad.

## 5.2 Estrategia econométrica

La estrategia econométrica global está diseñada para evaluar el nivel de cointegración entre el crecimiento económico, el consumo de energía y el capital humano. En la primera etapa se estima un modelo de regresión básico de datos de panel. La variable dependiente es el logaritmo del PIB per cápita  $\log(Y_{it})$  y las variables independientes son el logaritmo del consumo de energía  $\log(E_{i,t})$  y el promedio de años de escolaridad  $H_{i,t}$ , del país  $i = 1, \dots, 118$  del período  $t = 1970, \dots, 2016$ . La ecuación (2) formaliza la relación entre estas:

$$\text{Log } Y_{i,t} = (\gamma_0 + \partial_0) + \log(E)_{i,t} + H_{i,t} + \theta_{i,t} \quad (2).$$

Los parámetros  $(\gamma_0 + \partial_0)$  capturan la variabilidad en tiempo y sección transversal. Finalmente, el parámetro  $\theta_{i,t}$  es el término de error estocástico.

La prueba de Hausman (1978) permitirá elegir entre un modelo de efectos fijos o aleatorios. La prueba de Wooldridge (2002) sugiere la presencia de autocorrelación y la prueba del multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan muestra que el modelo tiene heterocedasticidad, en la Ecuación 1. Las series temporales tienen un comportamiento tendencial. Para garantizar que la serie no tenga problema de la raíz unitaria, un conjunto de pruebas Dickey & Fuller Augmented (1981), Phillips y Perron (1988), Levine, Lin y

Chu (2002), Im, Pesaran y Shin (2003), y Breitung (2002), ayudaran a eliminar el efecto de tendencia de las variables, que se pueden estimar a partir de la siguiente ecuación:

$$y_t = \alpha_0 + \lambda y_{t-1} + \alpha_1 t + \sum_{i=2}^p \beta_j y_{t-i-1} + \varepsilon_t \quad (3).$$

Donde  $y_t$  es la serie que, contiene al menos una raíz unitaria,  $\alpha_0$  es la intersección y  $\alpha_1$  captura el efecto de tendencia del tiempo,  $\varepsilon_t$  es el error gaussiano, y “p” representa la longitud de la diferencia. En la Ecuación (3), cuando el parámetro  $\lambda$  es significativo, se puede concluir que al menos uno de los paneles tiene una raíz unitaria. El uso de cinco pruebas diferentes asegura que las series utilizadas en las estimaciones posteriores no tienen el problema de la raíz de la unidad.

La siguiente etapa de la estrategia econométrica determina el equilibrio a corto y largo plazo entre las tres variables utilizando la prueba de cointegración desarrollada por Pedroni (1999), el equilibrio a largo plazo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{ij} E_{it-j} + \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{ij} H_{it-j} + \sum_{j=1}^{n-1} \omega_{1j} \log Y_{i,t-j} + \pi_i ECT_{t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (4).$$

Los parámetros  $\beta$ ,  $\omega$  y  $\pi$  se van a estimar, y el término  $ECT_{t-1}$  es el vector de cointegración de equilibrio a largo plazo. El término  $\varepsilon_{i,t}$  representa el error aleatorio estacionario con media cero y es la longitud del desfase determinada con el criterio de información de Akaike (1974). El equilibrio a corto plazo se determina mediante la prueba de Westerlund (2007) a partir de la siguiente ecuación:

$$\log Y_{i,t} = \delta_i d_t + \alpha_i (\log Y_{i,t-1} - \beta_i E_{i,t-1} + \beta_i H_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{pi} \alpha_{ij} \log Y_{i,t-j} + \sum_{j=-qi}^{pi} \gamma_{ij} E_{i,t-j} + \sum_{j=-qi}^{pi} \gamma_{ij} H_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (5).$$

El término  $d_t$  es el componente determinista. Se supone que el vector k-dimensional de  $E_{i,t}$  y  $H_{i,t}$  es aleatorio e independiente de  $\varepsilon_{i,t}$ , por lo que se supone que estos errores son independientes a través del tiempo y los países. La prueba de cointegración a corto y largo plazo solo indica la existencia o no de un vector que se relaciona con las variables en cuestión. En la próxima etapa se estimara la fuerza del vector de cointegración de las variables capital humano, el consumo de energía y el producto real per cápita utilizando el enfoque de Pedroni (2001) y aplicado por Neal (2014). La fortaleza de la relación entre las tres variables en cada país se estimara utilizando un modelo dinámico de mínimos cuadrados ordinarios (DOLS) y para grupos de países a través de una dinámica ordinaria del modelo de panel de mínimos cuadrados (PDOLS). La siguiente ecuación plantea la relación entre las variables:

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \delta_i E_{i,t} + \delta_i H_{i,t} + \sum_{j=-p}^p E_{i,t} \Delta + \sum_{j=-p}^p H_{i,t} \Delta + \mu_{i,t} \quad (6).$$

Dónde P es el número de rezagos y avances en la regresión DOLS, mientras que  $\partial \log Y_{i,t} / \partial \log X_{i,t} = \delta_i$  mide el cambio en el PIB per cápita cuando cambia el capital humano y la energía. Los coeficientes  $\delta$  y los valores t se obtienen de valores promedio en todo el panel. El estimador PDOLS se promedia a lo largo de la dimensión entre los grupos. Neal (2014) y la hipótesis nula establece que  $\beta_i = \beta_o$ . En la cuarta etapa, finalmente, usamos la prueba formalizada por Dumitrescu & Hurlin (2012) para determinar la existencia y la dirección de causalidad entre las variables usando la siguiente expresión:

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k \log Y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k E_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k H_{i,t-k} + \mu_{i,t} \quad (7).$$

En la Ecuación 6 asumimos que  $\beta^i$  y el término  $\alpha_i$  esta fijado en la dimensión de tiempo. El parámetro autorregresivo  $\gamma_i^k$  y el coeficiente de regresión  $\beta_i^k$  varían entre las secciones transversales. La hipótesis nula a plantea la no existencia de una relación causal para ninguna de las secciones transversales del panel  $H_0: \beta_i = 0$ .

### **5.3 Procedimiento de la investigación.**

Para la ejecución de la presente investigación, se seguirá el siguiente procedimiento:

- 1) Seleccionar el tema y título de la investigación, delimitando la temática de estudio  
Efecto del consumo de energía no renovable y la formación de capital humano en el crecimiento económico en 118 países, con datos de panel usando técnicas de cointegración y causalidad, en el periodo 1970-2016.
- 2) Estructurar el marco teórico de la investigación, considerando las investigaciones que sirvan de antecedentes, además de las bases teóricas del estudio.
- 3) Definir los criterios de la metodología, determinando el tipo de investigación, técnicas e instrumentos que se van a utilizar.
- 4) Analizar la información descriptiva, tomando en cuenta los elementos necesarios que fundamenten la parte teórica, para generar las conclusiones finales del presente estudio.
- 5) Cumplir revisiones con el tutor asignado para aplicar más adelante, las correcciones necesarias y elaborar el informe escrito de la investigación para su posterior presentación.

#### **g. Esquema de contenidos.**

a. Título

b. Resumen

Abstract

c. Introducción

d. Revisión de literatura

e. Materiales y métodos

f. Resultados

g. Discusión

h. Conclusiones

i. Recomendaciones

j. Bibliografía



### h. Cronograma.

La investigación tiene prevista una duración de 8 meses a partir del mes de octubre del 2018, de acuerdo al siguiente cronograma.

ACTIVIDADES	2018												2019																						
	Octubre			Noviembre				Diciembre					Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo						
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Elección del tema																																			
Elaboración y corrección del proyecto																																			
Aprobación del proyecto																																			
Revisión de literatura																																			
Recolección y elaboración de base de datos																																			
Análisis de resultados																																			
Redacción de conclusiones y recomendaciones																																			
Presentación del borrador de tesis																																			



## **i. Presupuesto y financiamiento**

### **1) Presupuesto.**

La presente investigación tendrá un costo de \$ 540,50 el mismo que se detalla continuación:

*Tabla 1. Presupuesto de la investigación*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Anillados	15	\$ 1,50	\$ 22,50
Impresión de borradores	1000	\$ 0,10	\$ 100,00
Empastados	5	\$ 15,00	\$ 75,00
CD	2	\$ 1,50	\$ 6,00
Pen drive	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Servicio de internet	20	\$ 0,80	\$ 100,00
Papel bond (resmas)	10	\$ 5,00	\$ 50,00
Trámites legales			\$ 100,00
Transporte	10	\$ 1,50	\$ 15,00
Material de escritorio	20	\$ 0,50	\$ 10,00
Otros			\$ 50,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 540,50</b>

**Fuente:** La autora

### **2) Financiamiento.**

La siguiente investigación, será financiada en su totalidad por la autora de la misma

## **j. Bibliografía**

Ahsan, H., & Haque, M. E. (2017). Threshold effects of human capital: Schooling and economic growth. *Economics Letters*, 156, 48–52.

Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2017). Energy consumption, CO2emissions, and economic growth: An ethical dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(September 2016), 808–824.

Cf, O. D. D. S. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*.

- Dias, J., & Tebaldi, E. (2012). Institutions, human capital, and growth: The institutional mechanism. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(3), 300–312.
- Galán, J. S. (2018). *Economipedia*. Definiciones de PIB per cápita.
- Garzon Soria, C. P. (2010). Evaluación de alternativas de generación de electricidad desde el punto de vista de su impacto ambiental, para sectores no conectados a redes eléctricas.
- Gozgor, G., Lau, C. K. M., & Lu, Z. (2018). Energy consumption and economic growth: New evidence from the OECD countries. *Energy*, 153, 27–34.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1–28.
- Martínez, A. C., & Caro, R. (2010). Fuentes energéticas. In *La Nueva Geopolítica de la Energía* (pp. 21-34). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Mundial, B. (2018). Base de datos Banco Mundial.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2016). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA).
- Park, J. (2006). Dispersion of human capital and economic growth. *Journal of Macroeconomics*, 28(3), 520–539.
- Salim, R., Yao, Y., & Chen, G. S. (2017). Does human capital matter for energy consumption in China? *Energy Economics*, 67, 49–59.
- Shahbaz, M., Zakaria, M., Shahzad, S. J. H., & Mahalik, M. K. (2018). The energy consumption and economic growth nexus in top ten energy-consuming countries: Fresh evidence from using the quantile-on-quantile approach. *Energy Economics*, 71, 282–

- Shao, S., & Yang, L. (2014). Natural resource dependence, human capital accumulation, and economic growth: A combined explanation for the resource curse and the resource blessing. *Energy Policy*, 74(C), 632–642.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations: Volume One*. London: printed for W. Strahan; and T. Cadell, 1776, 10(C), 159-160
- Tzeremes, N. G. (2014). The effect of human capital on countries' economic efficiency. *Economics Letters*, 124(1), 127–131.
- Wolde-Rufael, Y. (2014). Electricity consumption and economic growth in transition countries: A revisit using bootstrap panel Granger causality analysis. *Energy Economics*, 44, 325–330.
- World Economic Forum. (2017). *The global human capital report*.
- Wolde-Rufael, Y. (2014). Electricity consumption and economic growth in transition countries: A revisit using bootstrap panel Granger causality analysis. *Energy Economics*, 44, 325–330.
- Zhang, C., & Zhuang, L. (2011). The composition of human capital and economic growth: Evidence from China using dynamic panel data analysis. *China Economic Review*, 22(1), 165–171.

## ANEXO 2

*Tabla 10. Países incluidos en la investigación.*

GRUPO	PAÍSES
<i>PIEA</i>	Australia, Austria, Bélgica, Brunei, Canadá, Dinamarca, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Japón, Kuwait, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Qatar, Suecia, Suiza
<i>PIA</i>	Alemania, Finlandia, Francia, Irlanda, Islandia, Italia, Nueva Zelanda, Reino Unido, Singapur
<i>PIMA</i>	Arabia Saudita, Bahrein, Chipre, Eslovenia, España, Gabón, Grecia, Israel, Malta, República de Corea, República Checa, Portugal, Trinidad y Tobago, Venezuela.
<i>PIMB</i>	Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Croacia, Estonia, Eslovaquia, Hungría, Irán, Letonia, Libia, Lituania, Malasia, México, Panamá, Polonia, Rusia, Sudáfrica, Turquía, Uruguay.
<i>PIB</i>	Albania, Argelia, Armenia, Bolivia, Botsuana, Bulgaria, Camerún, China, Colombia, Costa de Marfil, Cuba, Ecuador, Egipto, El Salvador, Filipinas, Ghana, Guatemala, Honduras, Indonesia, Iraq, Jamaica, Jordán, Kazajistán, Mauricio, Marruecos, Mongolia, Namibia, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana, República del Congo, Rumania, Serbia, Sri Lanka, Sudán, Tailandia, Túnez, Ucrania, Yemen, Zambia.
<i>PIEB</i>	Bangladesh, Benín, Congo, Haití, India, Kenia, Kirguistán, Moldavia, Mozambique, Myanmar, Nepal, Pakistán, Senegal, Tayikistán, Tanzania, Togo, Vietnam, Zimbabue.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017).

### ANEXO 3

#### TEST DE HAUSMAN A NIVEL GLOBAL

```
. hausman fixed random
```

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed	(B) random		
lenergia	.158537	.2224201	-.0638831	.004976
ch	.1599057	.1570297	.002876	.

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg

Test: Ho: diferencia en los coeficientes no sistemática.

```
chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
        =      151.46
Prob>chi2 =      0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)
```

La probabilidad es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se sugiere utilizar un modelo de efectos fijos.

## ANEXO 4

### TEST DE HAUSMAN POR NIVELES DE INGRESOS.

- Países de ingresos extremadamente altos (PIEA)

```
. hausman fixed1 random1
```

	—— Coefficients ——		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed1	(B) random1		
lenergia	-.1612783	-.1106306	-.0506477	.0104822
ch	.100125	.0912196	.0089054	.0015768

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg

Test: Ho: diferencia en los coeficientes no sistemática.

```
chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          =      22.81
Prob>chi2 =      0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)
```

La probabilidad es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se sugiere utilizar un modelo de efectos fijos.

- Países de ingresos altos (PIA).

	—— Coefficients ——		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed2	(B) random2		
lenergia	.5952357	.5677756	.0274601	.0059983
ch	.1291806	.1294494	-.0002688	.

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg

Test: Ho: diferencia en los coeficientes no sistemática.



```

chi2(2) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
        =      11.14
Prob>chi2 =      0.0038
(V_b-V_B is not positive definite)

```

La probabilidad es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se sugiere utilizar un modelo de efectos fijos.

- **Países de ingresos medios altos (PIMA)**

	— Coefficients —			
	(b) fixed3	(B) random3	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
lenergia	.4266372	.4186805	.0079568	.007889
ch	.0820442	.0813304	.0007138	.0017996

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg

Test: Ho: diferencia en los coeficientes no sistemática

```

chi2(2) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
        =      373.02
Prob>chi2 =      0.0000

```

La probabilidad es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se sugiere utilizar un modelo de efectos fijos.

- **Países de ingresos medios bajos (PIMB)**

```
. hausman fixed4 random4
```

	— Coefficients —			
	(b) fixed4	(B) random4	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
lenergia	-.3675782	-.3783472	.010769	.0359391
ch	.244034	.2258548	.0181792	.0027267

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg

Test: Ho: diferencia en los coeficientes no sistemática

```
chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          =      161.66
Prob>chi2 =      0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se sugiere utilizar un modelo de efectos fijos.

- **Países de ingresos bajos (PIB)**

```
. hausman fixed5 random5
```

	Coefficients			
	(b) fixed5	(B) random5	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
lenergia	.2782662	.2535669	.0246992	.0096972
ch	.1623993	.1603615	.0020377	.0005658

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg

Test: Ho: diferencia en los coeficientes no sistemática

```
chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          =      29.90
Prob>chi2 =      0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se sugiere utilizar un modelo de efectos fijos.

- Países de ingresos extremadamente bajos (PIEB)

```
. hausman fixed66 random66
```

	Coefficients			
	(b) fixed66	(B) random66	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
lenergia	.1873388	.1313573	.0559814	.0245712
ch	.162703	.1545724	.0081307	.0038291

b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg

Test: Ho: diferencia en los coeficientes no sistemática

```
chi2(2) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
        =      5.98
Prob>chi2 =      0.0503
```

La probabilidad no supera a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se sugiere utilizar un modelo de efectos fijos.

## ANEXO 5

### PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO DE LA REGRESIÓN DE LÍNEA BASE A NIVEL

#### GLOBAL

- Prueba de autocorrelación de Wooldridge

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1,      117) =      39.146
      Prob > F =      0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta autocorrelación.

- Prueba de heterocedasticidad de Wald

```
H0:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  for all i
chi2 (118) = 7.9e+05
Prob>chi2 = 0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta heterocedasticidad

## PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO DE LA REGRESIÓN DE LÍNEA POR NIVELES DE INGRESO

### PAÍSES DE INGRESOS EXTREMADAMENTE ALTOS (PIEA)

- Prueba de autocorrelación de Wooldridge

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1,      15) =    345.136
      Prob > F =      0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta autocorrelación.

- Prueba de heterocedasticidad de Wald

```
H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i

chi2 (16) =    5932.44
Prob>chi2 =      0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta heterocedasticidad

### PAÍSES DE INGRESOS ALTOS (PIA)

- Prueba de autocorrelación de Wooldridge

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1,      8) =    1933.744
      Prob > F =      0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta autocorrelación.

- Prueba de heterocedasticidad de Wald

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

```
chi2 (9) = 1038.21
Prob>chi2 = 0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta heterocedasticidad

### PAISES DE INGRESOS MEDIOS ALTOS (PIMA)

- Prueba de autocorrelación de Wooldridge

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1, 13) = 180.831
      Prob > F = 0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta autocorrelación

- Prueba de heterocedasticidad de Wald

```
H0:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  for all  $i$ 
chi2 (14) = 24928.45
Prob>chi2 = 0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta heterocedasticidad

### PAISES DE INGRESOS MEDIOS BAJOS (PIMB)

- Prueba de autocorrelación de Wooldridge

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1, 19) = 91.864
      Prob > F = 0.0000
```

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta autocorrelación

- **Prueba de heterocedasticidad de Wald**

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

chi2 (20) = 1.0e+05  
 Prob>chi2 = 0.0000

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta heterocedasticidad

### PAISES DE INGRESOS BAJOS (PIB)

- **Prueba de autocorrelación de Wooldridge**

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F( 1, 40) = 83.496  
 Prob > F = 0.0000

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta autocorrelación

- **Prueba de heterocedasticidad de Wald**

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

chi2 (41) = 2.7e+05  
 Prob>chi2 = 0.0000

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta heterocedasticidad

### PAÍSES DE INGRESOS EXTREMADAMENTE BAJOS (PIEB)

- **Prueba de autocorrelación de Wooldridge**

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F( 1, 17) = 17.418  
 Prob > F = 0.0006

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta autocorrelación

- Prueba de heterocedasticidad de Wald

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

chi2 (18) = 2.0e+05  
Prob>chi2 = 0.0000

La probabilidad es menor a 0,05 por lo que el modelo presenta heterocedasticidad



## ÍNDICE

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	vi
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN .....	vii
ESQUEMA DE CONTENIDOS .....	ix
a. TÍTULO.....	1
b. RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
c. INTRODUCCIÓN.....	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA .....	8
1. Antecedentes.....	8
1.1 Capital humano y crecimiento económico.....	11
1.2 Consumo de energía y crecimiento económico.....	15
2. Fundamentación teórica .....	17
2.1 Producto Interno Bruto .....	17
2.2 Crecimiento económico.....	20
2.3 Recursos Naturales.....	21
2.4 Capital humano.....	27
3. Fundamentación legal .....	31
e. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
2. Tipos de investigación .....	33
2.1 Exploratoria.....	33
2.2 Descriptiva .....	34
2.3 Correlacional.....	34
2.4 Explicativa.....	34
2.5 Confirmatoria.....	35
3. Métodos de investigación .....	35
3.1 Método científico .....	35

4.	Técnicas de investigación e instrumentos de recolección de datos. ....	36
4.1	Técnicas investigativas .....	36
5.	Tratamiento de los datos .....	38
5.1	Análisis de datos.....	38
5.2	Variables.....	39
5.3	Metodología de la investigación.....	42
f.	RESULTADOS .....	45
1.	Resultado del objetivo específico 1. ....	45
1.1	Evolución del consumo de energía no renovable, la formación de capital humano y crecimiento económico a nivel global en el periodo 1970-2016. ....	45
1.2	Evolución del consumo de energía no renovable, la formación de capital humano y crecimiento económico por grupos de ingresos, en el periodo 1970-2016 .....	46
2.	Resultado del objetivo específico 2 .....	52
2.1	Relación a largo plazo .....	55
2.2	Relación a corto plazo .....	60
3.	Resultado del objetivo específico 3 .....	62
g.	DISCUSIÓN.....	64
1.	Discusión del objetivo específico 1 .....	64
2.	Discusión del objetivo específico 2 .....	67
3.	Discusión del objetivo específico 3 .....	70
h.	CONCLUSIONES.....	73
1.	Objetivo específico 1 .....	73
2.	Objetivo específico 2 .....	73
3.	Objetivo específico 3.....	74
i.	RECOMENDACIONES .....	75
j.	BIBLIOGRAFÍA.....	76
k.	ANEXOS.....	89
	ANEXO 1.....	89
	ANEXO 2.....	117
	ANEXO 3.....	118
	ANEXO 4.....	119
	ANEXO 5.....	123
	ÍNDICE.....	129
	ÍNDICE DE MAPAS	
	ÍNDICE DE FIGURAS	

## INDICE DE TABLAS

### ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa 1.</b> Ámbito geográfico.....	viii
<b>Mapa 2.</b> PIB per cápita y capital humano a nivel global.....	51
<b>Mapa 3.</b> PIB per cápita y consumo de energía no renovable a nivel global.....	52

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evolución del consumo de energía no renovable, la formación de capital humano y el crecimiento económico a nivel global, en el periodo 1970-2016.....	45
<b>Figura 2.</b> Evolución del consumo de energía no renovable, la formación de capital humano y el crecimiento económico por niveles de ingreso, en el periodo 1970-2016.....	49

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de las variables utilizadas en el modelo.....	40
<b>Tabla 2.</b> Estadísticos descriptivos de las variables.....	41
<b>Tabla 3.</b> Regresiones de línea base del modelo GLS.....	53
<b>Tabla 4.</b> Pruebas de raíces unitarias.....	55
<b>Tabla 5.</b> Resultados del test de cointegración de largo plazo de Pedroni.....	56
<b>Tabla 6.</b> Resultados del modelo DOLS individual para países.....	58
<b>Tabla 7.</b> Resultados del modelo PDOLS para grupos de países.....	61
<b>Tabla 8.</b> Resultados de la corrección de error de Westerlund.....	62
<b>Tabla 9.</b> Resultados de la prueba de causalidad basada en Dimitrescu y Hurlin.....	63