

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE ECONOMIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



**“EL IMPACTO AMBIENTAL Y SUS FACTORES
DETERMINANTES EN EL PERÚ EN EL PERIODO
1971-2014”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE ECONOMISTA

TESISTAS : LUIS ENERSON GARCIA MORALES
YEN RICHARD FIGUEROA HIDALGO

ASESOR : Mg. JULIO CESAR CASTRO CÉSPEDES

HUANUCO-PERU

2020

DEDICATORIA

Por supuesto, para mi mamá Graciela; mis hermanos, Percenia e Isau; mis tíos, Pablo, Hilmar, Helen y Adalmira, quienes fueron motor y motivo durante mi vida académica. Para mi sobrina, Nedith, de quien esperamos que pinte de verde su educación. También, a mis antepasados, quienes tenían una vida más amígales con el medio ambiente.

LUIS GARCIA

A mis padres; por su constante apoyo moral y económico incondicional, que fueron soporte y motivo en mis estudios superiores; a mis hermanos y familia entera, por brindarme sus consejos y alentarme a cumplir el desafío más importante de mi vida.

YEN FIGUEROA

NOTA DE LOS AUTORES:

- ✓ Luis García Morales y Yen Richard, Facultad de Economía, Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- ✓ La información concerniente a este documento deberá ser enviada a la Facultad de Economía, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Av. Universitaria N° 601-607, Pillco. E-mail: garciamorales776@gmail.com

RESUMEN

Existen diversos trabajos que explican la relación entre el deterioro ambiental y la actividad económica en nuestro país. Sin embargo, en el Perú existe poca evidencia empírica a nivel país respecto a este tema. La propuesta de la siguiente investigación es analizar el impacto ambiental en el Perú y sus factores determinantes, basado en el modelo STIRPAT. La lógica que sigue este modelo es que, a mayor impacto ambiental, mayor será el deterioro del medio ambiente. Existen diversas formas que se podrían medir el impacto ambiental; sin embargo, en este estudio nos limitamos a utilizar el dióxido de carbono como proxy del impacto ambiental, porque es el indicador que tomo el autor al plantear el modelo. La hipótesis que se propone bajo el modelo es que los factores determinantes más inmediatos del impacto ambiental son el tamaño de la población, afluencias (PBI per-cápita), consumo de energía fósil, el nivel de tecnología (emisión por unidad de consumo de energía) que se utiliza para la producción de bienes de consumo y el protocolo de Kioto.

La estimación del modelo se realizó por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). En la estimación todas las variables, excepto el protocolo de Kioto, resultaron ser estadísticamente significativos. Las variables: Afluencias (PBI per-cápita), consumo de energía fósil y tecnología, resultaron los signos esperados. Sin embargo, la variable población resulto un signo diferente a lo esperado. Del resultado, podemos desprender que existe una relación positiva entre el consumo de energía y PBI per-cápita con el impacto ambiental. Por otro lado, que hay una relación negativa entre la tecnología y la población con el impacto ambiental.

Palabras clave: Impacto ambiental, emisiones de dióxido de carbono, población, producto bruto interno per cápita, consumo de energía fósil, tecnología y el protocolo de Kioto.

ABSTRACT

There are several works that explain the relationship between environmental deterioration and economic activity in our country. However, in Peru there is little empirical evidence at the country level regarding this issue. The proposal of the following research is to analyze environmental impact and its determining factors, based on the STIRPAT model. The logic behind this model is that the higher the environmental impact, the greater the environmental deterioration. There are several ways that the environmental impact could be measured; however, in this study we limit ourselves to using carbon dioxide as a proxy for the environmental impact, because it is the indicator that the author took when he proposed the model. The hypothesis proposed under the model is that the most immediate determinants of environmental impact are population size, inflows (GDP per capita), fossil energy consumption, the level of technology (emission per unit of energy consumption) used for the production of consumer goods, and the Kyoto protocol.

The model was estimated by the Ordinary Minimum Square (OLS) method. In the estimation all variables, except the Kyoto protocol, were found to be statistically significant. The variables: Inflows (GDP per capita), fossil energy consumption and technology, were the expected signs. However, the population variable turned out to be a different sign than expected. From the result, we can conclude that there is a positive relationship between energy consumption and GDP per capita with environmental impact. On the other hand, there is a negative relationship between technology and population with environmental impact.

Keywords: Environmental impact, carbon dioxide emissions, population, gross domestic product per capita, fossil energy consumption, technology and the Kyoto protocol.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPITULO I.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION	
1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.1.1. antecedentes del problema	10
1.1.2. Fundamentación del problema	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1. Problema general:.....	13
1.2.2. Problemas específicos:	13
1.3. OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS	14
1.3.1. Objetivo general:.....	14
1.3.2. Objetivos específicos:	14
1.4. Justificación e importancia.	14
1.5. Limitaciones.....	15
CAPITULO II	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1. REVISIÓN DE ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	16
2.2. REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS.....	18
2.3. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.	42
2.4. MARCO SITUACIONAL.....	45
2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.	47
2.6. HIPÓTESIS, VARIABLES, INDICADORES Y DEFINICIONES OPERACIONALES.....	48
2.6.1. El modelo teórico.....	48
2.6.2. Hipótesis: General y Específicas	50
2.6.3. Sistema de Variables-Dimensiones e Indicadores	51
2.6.4. Definición Operacional de Variables e Indicadores.....	52
CAPITULO III.....	53
MARCO METODOLOGICO	53
3.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.3. UNIVERSO/POBLACIÓN Y MUESTRA	54
3.3.1. Determinación de la población.....	55
3.3.2. Selección de datos.....	55

3.5. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	55
3.4.1. Fuentes, periodicidad y descripción de los datos	55
3.4.2. Técnicas de recolección de datos	56
3.4.3. Instrumentos de recolección de datos	57
3.5. EL MODELO ECONOMETRICO Y PROCEDIMIENTOS DEL ANÁLISIS DE LOS DATOS	57
3.5.1. El modelo econométrico	57
CAPITULO IV	62
HECHOS ESTELIZADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
4.1. PRINCIPALES HECHOS ESTILIZADOS	62
4.2. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONOMETRICO	67
4.3. DISCUSION DE RESULTADOS	73
CAPITULO V	77
CONCLUSIONES FINALES	72
BIBLIOGRAFÍA	79

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una realidad. Gran parte de este cambio es explicado por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Pachauri, Meyer y Stocker (2014), señalan que las actividades económicas como principal causante de las emisiones de dióxido de carbono y, por ende, del cambio climático. También, como es de saber, el aumento en el número de habitantes y el consumo energético hacen que los residuos emitidos sean mayores. Siguiendo a Watson, Zinyowera y Moss (1996), podemos decir que la tecnología es clave para la reducción del impacto ambiental. En ese sentido, la presente investigación tiene por finalidad analizar y evaluar los factores determinantes del impacto ambiental que, en cierto modo, explica el cambio climático que vivimos en la actualidad.

Esta investigación busca responder al debate sobre los factores determinantes del impacto ambiental en el Perú. Por tanto, la pregunta que busca responder es la siguiente: ¿Cuáles son los factores determinantes del impacto ambiental en el Perú? Pues, la respuesta a esta pregunta se realizará a través del modelo STIRPAT. La estimación econométrica es en base al método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Por tanto, la investigación tiene por objetivo principal: Estimar los factores determinantes del impacto ambiental para el Perú en el periodo 1971-2014. Cabe mencionar que la emisión de dióxido de carbono es el proxy del impacto ambiental. La hipótesis general que se plantea, es lo siguiente: La población, afluencia (PBI per-cápita), consumo de energía fósil y la tecnología como factores determinantes del impacto ambiental. Para conseguir este objetivo, se propone los siguientes objetivos específicos:

- Revisar el marco referencial de STIRPAT.

- Analizar la relación que existe entre la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica de producción de los bienes de consumo con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014.
- Analizar el grado de respuesta del impacto ambiental en el Perú, ante las variaciones en la población, afluencias, consumo energético y la mejora tecnológica, durante el periodo 1971 -2014.
- Conocer la relación del protocolo de Kioto con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014.

La estructura de la investigación es la siguiente: Capítulo I, se analiza el planteamiento del problema de investigación; capítulo II, se analiza el marco teórico; capítulo III, se analiza el aspecto metodológico; capítulo IV, se analiza los hechos estilizados como primeras evidencias, resultados y discusión; capítulo V, las conclusiones finales. Esta investigación trata de analizar para el caso peruano, estudios que se realizaron para el caso de América latina y la Unión Europea.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. antecedentes del problema

1.1.1.1. Antecedentes internacionales

Dossantos y Bengochea (2015) realizó un trabajo para los países del mediterráneo (reúne países de la UE, de la ribera sur del mediterráneo y algunos cercanos a este mar) conformando su interés de investigación los 25 países de la Unión Europea (UE). En este trabajo busca analizar el posible impacto ambiental que ha sido derivado del crecimiento económico y de la variación de la tasa de población en los 25 países de la unión europea. Según estos autores, el problema ambiental está relacionado con los cambios que se dan en la producción de bienes y servicios (PBI) y la población. Es decir, ante un incremento en el PBI y la población se produce un efecto invernadero que perjudica al medio ambiente.

Zilio (2007) realizó un trabajo para los países de América Latina para los periodos de 1982-2005. En este trabajo analiza los determinantes de las emisiones antropogénicas de las emisiones de dióxido de carbono. Según este autor existe un consenso que a mayor concentración de emisiones de dióxido de carbono mayor será el deterioro ambiental, por ello fundamenta lo vital que son el de analizar los factores que influyen en las emisiones. El problema en cuestión la que se analiza en este trabajo es en cuanto afecta las actividades económicas (entendiendo como la producción, población y el grado tecnológico) en el deterioro ambiental (mayores emisiones).

Patiño (2016) en su trabajo enfocado al país de Colombia, analiza los determinantes de la presión ambiental (entendido como Emisiones de CO₂ per cápita y energía primaria per cápita). Este trabajo busca responder a la relación que existe entre

la presión ambiental y las principales actividades económicas de dicho país. Es decir, la relación de las emisiones de dióxido de carbono con el PBI, población, consumo de energía primaria y electricidad.

Por último, Días y Cancelo (2010) realizaron un estudio para los países pertenecientes a la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En este trabajo analiza el por qué en otros países a mayor crecimiento económico se incrementan emisiones de efecto invernadero y en otros disminuyen, siguiendo en algunos casos la forma de U invertida. Para tal fin, tomó a las emisiones de dióxido de carbono y azufre como parte de emisiones de efecto invernadero y el PBI de diferentes países.

1.1.1.2. Antecedentes nacionales

Sabemos que el crecimiento económico es fundamental para el desarrollo de nuestro país; sin embargo, la mayor producción en cierto modo viene seguida de un deterioro ambiental. Desde esa perspectiva, Huanchi y Calsin (2015) en su trabajo tratan de analizar el crecimiento económico y el cambio climático. Entendiendo un cambio climático por mayores emisiones de gases de efecto invernadero, provocados tanto por la naturaleza y antropógenos. Entre los Gases de efecto invernadero tomó como referente a las emisiones de dióxido de carbono. En este, busca responder los determinantes que explican las emisiones de dióxido de carbono en la economía peruana. En vista que, un incremento en la emisión conlleva a un mayor grado de calentamiento global, por ende, más propenso al cambio climático (deterioro ambiental). La explicación se basa a la hipótesis planteada en la curva ambiental de Kuznets.

El trabajo de Minaya (2018) es similar al anterior, con la única diferencia (muy importante) que este utiliza otro indicador para medir la calidad del medio ambiente. En vista, que las emisiones de dióxido de carbono solo recogen una parte de los gases de

efecto invernadero, opta como indicador proxy al consumo doméstico de material (CDM). El CDM muestra la cantidad de uso recursos naturales transformados en una economía. Al igual que el anterior, busca explicar la relación que existe entre el crecimiento económico y el medio ambiente.

1.1.2. Fundamentación del problema

Las mejoras en la actividad económica son un requisito importante, pero no lo suficiente, para alcanzar el desarrollo económico de un país. Es por ello, hoy en día, más allá de solo buscar la mejora económica, se busca la sostenibilidad del medio ambiente. La sostenibilidad del ambiente en el sentido de que el deterioro sea lo más mínimo posible al realizar una actividad con fines económicos.

En la actualidad uno de los temas calientes tanto a nivel mundial y nacional es el impacto ambiental. Este impacto recae por diferentes factores y, entre ellos, destaca las emisiones de dióxido de carbono por quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento. Según el Ministerio de Energía y Minas (en sus siglas MINEM), para el periodo 1990–2015, las emisiones de dióxido de carbono, provenientes de la transformación de energía primaria en secundaria y consumo propio, se incrementaron hasta alcanzar 15,3 mil millones de kilogramos en el año 2015. En los consumos finales, las emisiones de dióxido de carbono, en el periodo de 1990–2015, se incrementaron de 15,4 a 36,9 mil millones de kilogramos, generados mayormente por los consumos en los sectores transporte e industrial (MINEM, 2015). El incremento de las emisiones de dióxido de carbono hace que el ambiente en la que vivimos sea cada vez más contaminado, por ende, la calidad de vida de las personas se verá afectada.

Por otro lado, la economía peruana casi en gran parte se sostiene de la actividad minera. Sin lugar a dudas, es el sector de gran importancia que sirve como canal de

ingreso de las divisas al Perú. Además, es considerado por varios economistas como el motor de la economía peruana. Sin embargo, según Glave (2017) hay un costo oculto detrás de esa actividad como la contaminación al medio ambiente, pérdida de biodiversidad, pérdida de bosques, etc. En ese sentido, el uso y manejo irresponsable de los recursos naturales está provocando que el deterioro ambiental sea cada vez mayor.

En diferentes lugares de nuestro país, se puede ver las manifestaciones de grupos de personas (indígenas) que son afectados por la forma en la que operan las empresas, ya sea por la actividad minera, petrolera, etc. Estas actividades, en su gran mayoría, afectan el cultivo y la calidad de aire en los lugares donde operan las empresas. Por ello, las manifestaciones, más allá de solo estar en contra de la contaminación, buscan la conservación de los recursos naturales como fuente de su subsistencia diaria.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema general:

PG: ¿Cuáles son los factores determinantes del impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014?

1.2.2. Problemas específicos:

PE1: ¿Cuál es la relación de la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014?

PE2: ¿Cómo responde el impacto ambiental ante las variaciones en el tamaño de la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica en el Perú, durante el periodo 1971 -2014?

PE3: ¿Cuál es la relación del protocolo de Kioto con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971 -2014?

1.3. OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.3.1. Objetivo general:

OG: Estimar los factores que determinan el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014.

1.3.2. Objetivos específicos:

OE1: Describir la relación que existe entre la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014.

OE2: Describir el grado de respuesta del impacto ambiental en el Perú, ante las variaciones en la población, afluencias (renta), consumo energético y el avance tecnológico, durante el periodo 1971 -2014.

OE3: Conocer la relación del protocolo de Kioto con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014.

1.4. Justificación e importancia.

Este trabajo se realiza con el fin de conocer los factores inmediatos que determinan el impacto ambiental en nuestro país. También, conocer la incidencia que tiene el protocolo de Kioto como medida de política ambiental. De esa manera, brindar un conocimiento más consiente sobre el tema ambiental al momento de actuar frente a cualquier actividad económica y política.

Hoy en día el tema ambiental es muy discutido a nivel mundial, dado que los efectos del cambio climático son cada vez más visibles en diferentes lugares. De la misma manera, en nuestro país es imposible negar el cambio climático. Por ende, es importante analizar los factores que determinan el impacto ambiental para el caso peruano; esto en aras de brindar una mayor percepción a la población e instituciones

públicas y privadas. A la población con la finalidad de concientizar al uso razonable y sostenible de los recursos naturales. A las instituciones con la finalidad de inculcar mayores propuestas con lo que respecta al tema ambiental.

1.5. Limitaciones

En cuanto a la parte teórica, como se corrobora en el marco teórico, se adolece de teorías para hacer el análisis ambiental desde el punto de vista de la economía. Es más, es poco satisfactorio los modelos teóricos existentes hasta la actualidad para relacionar la economía con el medio ambiente.

Es clarísimo que el fondo estamos analizando el impacto ambiental. Por ello, la segunda limitación es que solo estamos estudiando las emisiones de dióxido de carbono como parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, debido a la no disponibilidad de datos hasta el año 2019, solo se consideró desde 1971 hasta el año 2014.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. REVISIÓN DE ANTECEDENTES TEÓRICOS

En lo que se trata antecedentes teóricos se trata de revalorar la contribución de distintas posturas teóricas elaboradas con respecto al impacto ambiental. Las teorías sobre el tema ambiental han experimentado un desarrollo significativo a lo largo del tiempo. Los trabajos de Ehrlich y Holdren (1971), Kuznets (1955), Kaya y Yakabori (1997), Leopold (1971) y Stanley (1835) son las referencias importantes para entender la teoría entorno a los determinantes del impacto ambiental.

El modelo de Ehrlich y Holdren (1971) establece que existe una aproximación simple, pero de gran relevancia sobre la relación entre la variación de la actividad económica y el deterioro ambiental. A partir de ese entonces el modelo fue utilizado por varios autores para testear las investigaciones en el cambio ambiental. El modelo denominado IPAT (en vocabulario de los autores) parte del supuesto de que los determinantes más inmediatos del impacto ambiental (I) son el tamaño poblacional (P), afluencias (A) y la tecnológica (T) que se utiliza al momento de la producción.

Una importante aproximación de ver que el desarrollo económico reduce la contaminación ambiental es mediante el modelo planteado por Kuznets (1955). El modelo trata de explicar la relación del crecimiento económico y la contaminación ambiental, en concreto para un mejor entendimiento se analiza en dos etapas: la primera, donde ambas siguen una misma relación y la segunda, donde esta relación se invierte. En algunos casos, la relación entre crecimiento económico y la calidad ambiental sigue una forma de U invertida; de ahí: la denominación “Curva de Kuznets Ambiental”. En otras palabras, los problemas inicialmente empeoran para posteriormente mejorar (por

ejemplo, concentraciones atmosféricas de SO₂ o de partículas en suspensión, etc.); es decir, la relación entre crecimiento económico y la calidad ambiental no es constante a lo largo de las etapas del desarrollo económico. La explicación de esta relación se debe a que en niveles bajos de desarrollo existe nivel muy limitado de impacto ambiental de residuos que, además, son en su mayor parte orgánico y, por tanto, biodegradables. Por otro lado, en etapas de crecimiento económico intenso, se produce el nivel de deterioro ambiental debido a la utilización de métodos intensivos en la agricultura; la mayor tasa de extracción de recursos naturales (normalmente en exceso de las tasas naturales de la generación de los recursos) y un proceso creciente de industrialización y urbanización, conlleva una elevación del nivel de toxicidad de emisiones. Finalmente, en niveles de desarrollo elevados suelen frenarse las tasas de degradación ambiental debido a que se producen cambios estructurales y mejoras en las tecnologías e informaciones en economía terciarizadas y, suelen observarse cambios en las preferencias de los individuos, que se reflejan cambios en las pautas de consumo, regulaciones ambientales más estrictas y mayores gastos en protección y conservación ambiental.

Kaya y Yakabori (1997) desarrolló un modelo que permite explicar los factores que influyen en las tendencias de las emisiones de dióxido de carbono. De la misma manera, los factores que influyen en las tendencias energéticas.

Leopold (1971) estableció un modelo de carácter cualitativo para la evaluación de impacto ambiental. El análisis consiste en una matriz de doble entrada en donde las columnas están representadas las diversas actividades que se realizan en el proyecto y en las filas presentan los factores ambientales que se consideran como críticos. Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, la primera indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental. Las medidas de magnitud e importancia a veces suelen estar

relacionadas, pero no siempre están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medido en términos de cantidad (ejemplo: área afectada, volumen de agua, número de árboles, etc.), mientras la importancia en términos de sensibilidad¹.

Por último, El efecto Rebote, o más comúnmente la paradoja de Jevons, denominada así por su descubridor Jevons como se señala en el trabajo de Missemer (2012). Establece que a medida que el perfeccionamiento tecnológico aumenta la eficiencia con la que se usa unos recursos, es más probable un aumento del consumo de dicho recurso que una disminución. La explicación es que un avance tecnológico permite una mejora en el proceso económico; al mismo tiempo, el avance tecnológico permite reducir el costo de los productos incentivando de esa manera una mayor demanda. De tal manera, que el consumo podría llevar a una contaminación mucho mayor. Concretamente, la paradoja de Jevons implica que las introducciones de tecnologías con mayor eficiencia energética podrían, en cierto modo, aumentar el consumo total de energía.

2.2. REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS

En lo que se trata estudios empíricos se trata de revalorar la contribución de distintos estudios elaborados con respecto a la degradación ambiental, y, a partir de ello, elaborar un modelo alternativo.

Dadas estas premisas, a continuación, abordaremos los estudios empíricos:

2.2.1. Estudio empírico de Dossantos y Bengochea

Dossantos y Bengochea (2015) analizó Los Determinantes de CO₂ en los Países Mediterráneos. En el trabajo se analizó a 25 países pertenecientes a la Unión para el

¹ La sensibilidad en el sentido de que tan expuestos están los recursos naturales ante el desarrollo de una actividad económica. Si la sensibilidad es alta, entonces más expuestos estarán los recursos naturales y, por lo tanto, será de mayor importancia.

Mediterráneo y las siguientes variables: crecimiento demográfico, renta per cápita y estructura productiva. La muestra comprende datos del periodo 2009-2014.

El modelo utilizado es el STIRPAT para analizar los determinantes de CO_2 en los ribereños del mediterráneo. Parten del modelo formulado por Dietz y Rosa (1997), dado linealidad con logaritmos que permite interpretar directamente los coeficientes de las variables explicativas como elasticidades:

$$\ln I_{it} = \beta_{01} + \beta_1(\ln P_{it}) + \beta_2(\ln A_{it}) + \beta_3(\ln T_{it}) + \delta_i + e_{it}$$

El subíndice i significa los diferentes países y t los diferentes años. I es la cantidad de emisiones de CO_2 en toneladas, P representa la población total de cada país, A contiene el Producto Nacional Bruto per cápita a precios corrientes. T mide la intensidad energética, siendo esta el consumo energético por unidad de PIB generado, medido en toneladas equivalentes de petróleo. Por último, δ capta los efectos individuales de cada país y e es el término de error.

La técnica econométrica utilizada en dicho trabajo es datos de panel. Se ha estimado para el total de la muestra y para distintos subconjuntos de países según su continente geográfico (Europa, Asia y África). Los países que formaron la muestra fueron: Los países que forman la muestra son: Albania, Argelia, Bosnia, Croacia, Chipre, Egipto, Francia, Macedonia, Grecia, Israel, Italia, Jordania, Líbano, Libia, Malta, Montenegro, Marruecos, Palestina, Portugal, Serbia, Eslovenia, España, Siria, Túnez y Turquía. Todos ellos son países dispares en cuanto a población, economía o política.

Como se observa en la tabla 1, la significación conjunta es alta en todos los modelos estimados y los coeficientes tienen los signos esperados: un aumento de la población o de la renta per cápita o de la intensidad energética se traduce en mayores

emisiones de CO₂. Las tres variables explicativas se muestran estadísticamente significativas, salvo en el modelo de efectos fijos donde solo lo es la renta.

Tabla 1:: Determinantes de las emisiones de CO2 (toda la muestra)

	OLS	GLS	FE	RE
CONSTANT	-5,0502 *** (1,26)	-4,4359 *** (0,23)	11,2528 *** (4,31)	-2,6261 *** (0,76)
LN_P	0,9663 *** (0,03)	0,9543 *** (0,01)	0,2749 (0,24)	0,9392 *** (0,03)
LN_A	0,9599 *** (0,13)	0,8963 *** (0,02)	0,2022 * (0,11)	0,6311 *** (0,07)
LN_T	1,0235 *** (0,20)	0,9235 *** (0,04)	0,0384 (0,11)	0,4338 *** (0,09)
R ²	0,98	0,99	0,99	
S.E. REGR.	0,2094	0,9802	0,0479	0,2372
WALD			$\chi^2(24)=1,6e+26$	
Breusch-Pagan				$\chi^2(1)=93,24$
P. VALUE				0,000
HAUSMAN				$\chi^2(3)=34,189$
P. VALUE				0,000

Significatividad: *** 1% ** 5% * 10%. Desviación típica entre paréntesis.

Dado que la muestra contiene países muy dispares, con estructura productiva, costumbres y políticas muy diferentes, se han reagrupado en sub muestras ajustadas a territorios más concretos. Con esta finalidad se han efectuado los siguientes grupos:

- 1) Países mediterráneos europeos. Integrados en la UE: Francia, Grecia, Italia, Malta, Portugal, Eslovenia, España (UE). No integrados en la UE: Albania, Bosnia, Croacia, Chipre, Serbia, Montenegro y Turquía.
- 2) Países africanos: Argelia, Egipto, Libia, Marruecos y Túnez.
- 3) Países asiáticos (Oriente Medio): Israel, Jordania, Líbano, Palestina y Siria.

➤ Países mediterráneos europeos

Para este grupo ha realizado tres estimaciones. Primeramente, se han incluido todos los países (Tabla 2), y posteriormente se han analizado por separado dos grupos: los estados que pertenecen a la Unión Europea (Tabla 3) y aquellos países que, o bien hace relativamente poco que se han incorporado a la UE, o son países candidatos para entrar en ella en los próximos años (Tabla 4). Pensamos que realizar esta segregación tiene sentido puesto que en la Unión Europea la normativa ambiental es más estricta y

sus países tienen un nivel mayor de riqueza, por lo que no tener en cuenta estas diferencias podría introducir un sesgo importante en los resultados.

Los datos de la Tabla 2 muestran que el comportamiento de los países europeos no presenta grandes diferencias respecto al observado para el conjunto de la Unión del Mediterráneo, si bien los coeficientes estimados indican que, en estos países, tanto un aumento de la población, como del PIB o de la intensidad energética, tienen un mayor impacto medioambiental. Aunque las diferencias no sean excesivamente grandes, este hecho puede resultar en principio algo extraño, dado que en la UE se tienen políticas ambientales menos laxas que en los países orientales o los pertenecientes a la Liga Árabe. La explicación reside en que este grupo de países incluye tanto los estados pertenecientes a la UE-15 como los de nueva incorporación, en los que es posible que las políticas que se han visto obligados a adoptar aún no hayan tenido un gran efecto, y también se encuentran en la muestra países candidatos a la UE, con unas políticas menos severas en cuanto a la protección del medioambiente.

La Tabla 3 muestra los resultados que se han obtenido en dicha investigación para los países europeos que pertenecen al llamado EU-15. Estos son Francia, Grecia, Italia, Malta, Portugal, Eslovenia y España. El contraste de Breusch-Pagan indica que la varianza del error no es significativamente distinta de 0. El test de Hausman corrobora que el mejor método para estimar los coeficientes es el de efectos aleatorios. Los resultados obtenidos parecen confirmar la hipótesis planteada anteriormente: que el mayor impacto sobre el medioambiente en la Unión Europea se puede deber a que las políticas ambientales en los países recién incorporados todavía no han causado el efecto deseado. El efecto de la población sobre las emisiones es similar al obtenido en los casos anteriores, con una elasticidad cercana a la unidad (las emisiones aumentan un 0,95%

cuando la población aumenta un 1%). En cambio, el impacto que tiene el PIB per cápita es mucho menor: las emisiones aumentan un 0,39% cuando este aumenta un 1%. Un resultado similar se encuentra en la intensidad energética, que eleva las emisiones un 0,42% cuando esta aumenta un punto porcentual. Estos resultados, pueden indicar que las políticas medioambientales que lleva a cabo la Unión Europea son efectivas, o al menos más adecuadas que las del resto de países que forman la Unión para el Mediterráneo.

La tabla 4 muestra resultados para el grupo de países europeos que no pertenecen a la Unión Europea: Albania, Bosnia, Croacia, Chipre, Serbia, Montenegro y Turquía. Los test aplicados revelan que el modelo más adecuado en este caso es el de mínimos cuadrados generalizados, en el que todas sus variables vuelven a ser, tanto independientemente como de manera conjunta, significativas al 1%. Un aumento de la población de un 1% incrementa un 1,02% la emisión de CO₂, que va en concordancia con los análisis anteriores. Sin embargo, un aumento del 1% en el PIB per cápita aumenta las emisiones un 1,41% y un aumento del 1% en la intensidad energética lo aumentaría en media un 1,63%.

Tabla 2: Determinantes de las emisiones de CO2 (países europeos)

	OLS	GLS	FE	RE
CONST	-5,3949 *** (1,81)	-5,0417 *** (0,55)	11,0706 (8,20)	-2,6131 ** (1,01)
LN_P	0,9614 *** (0,03)	0,9790 *** (0,01)	0,2689 (0,44)	0,9533 *** (0,04)
LN_A	1,0195 *** (0,23)	0,9466 *** (0,08)	0,2079 (0,22)	0,5931 *** (0,11)
LN_T	1,1142 *** (0,32)	1,0742 *** (0,12)	0,0019 (0,17)	0,3766 ** (0,14)
R ²	0,98	0,99	0,99	
S.E. REGR.	0,2496	1,0058	0,0715	0,3074
WALD			$\chi^2(15)=1,04e+28$	
B-P				$\chi^2(1)=63,367$
P. VALUE				0,0000
HAUSMAN				$\chi^2(3)=15,408$
P. VALUE				0,0014

Significatividad: *** 1% ** 5% * 10%. Desviación típica entre paréntesis.

Tabla 3: Determinantes de las emisiones de CO2 (países europeos de la UE-15)

	OLS	GLS	FE	RE
CONST	-9,3001 *** (0,48)	-9,0879 *** (0,61)	7,2902 (13,16)	-6,6678 *** (1,86)
LN_P	1,0377 *** (0,02)	1,0263 *** (0,02)	0,4161 (0,68)	1,0238 *** (0,06)
LN_A	1,4004 *** (0,08)	1,4170 *** (0,07)	0,3289 (0,43)	1,0157 *** (0,19)
LN_T	1,5291 *** (0,13)	1,6330 *** (0,09)	-0,0184 (0,26)	0,8006 *** (0,22)
R ²	0,98	0,99	0,99	
S.E. REGR.	0,1974	0,9832	0,0994	0,1651
B-P				$\chi^2(1)=1,6075$
P. VALUE				0,20

Tabla 4: Determinantes de las emisiones de CO2 (países europeos no UE-15)

	OLS	GLS	FE	RE
CONST	-0,2178 (3,72)	-0,6942 (1,39)	24,4705 (14,30)	-0,4751 (1,27)
LN_P	0,9517 *** (0,04)	0,9641 *** (0,01)	-0,5082 (0,83)	0,9512 *** (0,04)
LN_A	0,3210 (0,44)	0,3863 ** (0,16)	0,2468 (0,17)	0,3977 *** (0,13)
LN_T	0,1985 (0,22)	0,3640 *** (0,10)	0,3237 (0,20)	0,4239 ** (0,17)
R ²	0,99	0,99	0,99	
S.E. REGR.	0,1634	0,9777	0,0282	0,1651
B-P				$\chi^2(1)=38,805$
P. VALUE				0,00
HAUSMAN				$\chi^2(3)=4,4325$
P. VALUE				0,21

➤ Países africanos

La Tabla 5 muestra los resultados para los países ubicados en África; siendo estos Argelia, Egipto, Libia, Marruecos y Túnez, todos ellos pertenecientes a la Liga Árabe. En este caso nos encontramos con unos resultados similares a los obtenidos en el segundo grupo de países de la Unión Europea, aunque reflejan una menor influencia de los regresores incluidos. El contraste de Breusch-Pagan y el contraste de Hausman indican que el mejor modelo es el de efectos aleatorios. Todas las variables son estadísticamente significativas al 1%. En el caso del PIB per cápita, un aumento de un 1% incrementa las emisiones un 1,01%. Respecto de la intensidad energética, un aumento de un punto porcentual hace aumentar un 0,81% las emisiones. Un aumento de 1% de la población hace que las emisiones de dióxido de carbono aumenten un 1,02%.

Tabla 5: Determinantes de las emisiones de CO2 (países africanos)

	OLS	GLS	FE	RE
CONST	-7,4406 *** (1,34)	-6,8568 *** (0,90)	8,9965 (11,76)	-6,7880 *** (1,88)
LN_P	1,0522 *** (0,04)	1,0402 *** (0,03)	0,1189 (0,69)	1,0249 *** (0,07)
LN_A	1,0339 *** (0,08)	0,9920 *** (0,06)	0,9589 ** (0,32)	1,0139 *** (0,11)
LN_T	0,8123 *** (0,09)	0,8388 *** (0,06)	0,7122 * (0,33)	0,8195 *** (0,12)
R ²	0,99	0,99	0,99	
S.E. REGR.	0,0731	1,0892	0,0368	0,0735
P.VALUE				0,001
HAUSMAN				$\chi^2(3)=3,0823$
P.VALUE				0,379

➤ Países del oriente medio

Los países que analiza el autor para la sub muestra son: Israel, Jordania, Líbano, Palestina y Siria. En la tabla 6 sus variables son significativas con un margen de error menor al 1%. Los resultados son muy similares a los de los países africanos. Esta similitud no resulta extraña ya que son países con características muy parecidas a las descritas anteriormente. Cuando la población aumenta un 1%, las emisiones lo hacen en un 0,97%. Cuando el PIB per cápita aumenta un 1%, el CO₂ lo hace en media en un 0,96%, mientras que cuando la intensidad energética se incrementa un 1%, las emisiones lo hacen un 0,88%. Estos datos, al igual que en los países africanos, revelan la importancia de imponer políticas ambientales relativamente estrictas para frenar las emisiones de CO₂, como las que se llevan a cabo en la Unión Europea.

Tabla 6: Determinantes de las emisiones de CO2 (países de Oriente Medio)

	OLS	GLS	FE
CONST	-5,4994 *** (0,21)	-5,3216 *** (0,45)	11,1238 (8,60)
LN_P	0,9913 *** (0,03)	0,9739 *** (0,03)	0,3134 (0,49)
LN_A	0,9427 *** (0,05)	0,9617 *** (0,08)	0,1678 (0,33)
LN_T	0,8328 *** (0,13)	0,8759 *** (0,16)	0,1605 (0,33)
R ²	0,99	0,99	0,99
S.E. REGR.	0,0490	1,1266	0,0389
WALD			$\chi^2(5)=65,9284$

Significatividad: *** 1% ** 5% * 10%. Desviación típica entre paréntesis.

Finalmente, en la Tabla 7 presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada grupo de países: miembros de la Unión Europea, resto de países de Europa, países africanos, y por último los pertenecientes a Oriente Medio. Los datos muestran la elasticidad estimada de cada variable considerada respecto a las emisiones de CO₂. Los valores son similares a los obtenidos en estudios realizados para otras zonas del mundo. La diferencia más destacada se da en los países mediterráneos pertenecientes a la Unión Europea, donde el impacto de los factores analizados es menor que el correspondiente a los países con menor riqueza donde no se llevan a cabo tantas medidas de protección del medioambiente.

Tabla 7:: Determinantes de las emisiones de CO2 por grupos de países

	UE	Resto Europa	África	Asia
POBLACIÓN	0,95%	1,03%	1,02%	0,97%
PIB P.C.	0,40%	1,42%	1,01%	0,96%
INT. ENERG.	0,42%	1,63%	0,82%	0,88%

2.2.2. Estudio empírico de Mariana I. Zilio

Según Zilio (2007) existe un consenso que a mayores concentraciones de gases de efecto invernadero en la troposfera provienen de la actividad humana. En este sentido, las emisiones de dióxido de carbono juegan un rol preponderante, puesto que son la principal causa del calentamiento global. En dicho trabajo examina los Determinante de la emisiones antropogénicas de CO₂ en los países latinoamericanos durante el periodo de 1982-2005.

Para ello, utilizó la técnica econométrica sobre datos de panel, para una muestra de 23 países de la región. La primera variable incluido en el modelo es la variable de actividad económica. Dado , a que entre el setenta y el setenta y cinco por ciento de las emisiones antropogénicas de CO₂ provienen de la quema de combustibles fósiles para la generación de energía en la actividad industrial.

La segunda variable empleada en el modelo para explicar la emisiones de CO₂ es la población. Además, de combinación de varios aportes tomó como conveniente utilizar en el modelo la población urbana como porcentaje de la población total.

Las dos últimas variables cuantitativas a incorporar guardan relación directa con el sector energético.

Por un lado, incorpora al modelo una media de eficiencia energética. En ese sentido, la condición de no desarrollados de los países de la región implica que los indicadores reflejan grandes ineficiencias en el uso de la energía, debido principalmente a la composición de las matrices energéticas, sesgadas hacia el uso de fuentes no renovables. Con ese fin en dicho trabajo tomó la intensidad energética, definida como el consumo de energía por unidad de PBI en barriles equivalentes de petróleo. Por el otro lado, está relacionado con el sector energético-y ultima variable a incluir-que es el consumo per cápita de energía del sector transporte.

Consideró esta variable porque es el principal responsable de la quema de combustibles fósiles en el sector industrial.

Por último, se incluye dos variables cualitativas al modelo. La primera, está relacionado con la ratificación firmado internacionalmente en donde se comprometieron en realizar esfuerzos en pos de la mitigación de los efectos de cambio climático. En ese sentido, el modelo incluyo una variable dicotómica que toma el valor 1 a partir de la ratificación de la UNFCCC y 0 previo a este acto, que empleó como proxy del compromiso de avanzar el diseño de política y legislación ambiental en los países de la región. La segunda, está relacionado con el protocolo de Kioto firmado el 10 de diciembre 1997, el protocolo constituye uno de los primeros intentos conjunto por suavizar los efectos del cambio climático antropogénico, al obligar a los países a industrializados adherentes a reducir, entre los años 2008 y 2012, sus emisiones colectivas de gases de efectos invernadero en un 5,2 % con respecto a los valores de 1990. Por ese motivo se incorpora dicha variable dicotómica que toma el valor de 1 a partir de la ratificación de Kioto.

La muestra analizada en este trabajo, la aplicación de test de Hausman indica la conveniencia de realizar la estimación de efectos aleatorios. Una posible explicación para esto sería que las diferencias en las estructuras económicas e institucionales, la situación socio-política y el nivel de desarrollo alcanzado en estos países, si bien existen, no son significativos.

El modelo planteado se especificó en lineal, dado el fundamento planteado por modelo Kuznets y por el estadio de crecimiento que se encontraban todas las economías que componen las muestras. El modelo se especificó de la siguiente manera:

$$\ln \text{EMI}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{PBIIND}_{it} + \beta_2 \ln \text{POB}_{it} + \beta_3 \ln \text{INTENER}_{it} + \beta_4 \ln \text{TRANSP}_{it} \\ + \beta_5 \ln \text{UNFCCC}_{it} + \beta_6 \ln \text{KYOTO}_{it} + u_{it}$$

Donde i representa los diferentes países, t los diferentes momentos de tiempo, EMI las emisiones de dióxido de carbono, PBIIND el producto bruto interno industrial, POB la población, INTENER la intensidad energética, TRANSP el consumo de energía per-cápita del sector transporte, UNFCCC un variable dicotómica de ratificación de convenio de Marco de la Naciones Unidas para el Cambio Climático, Kioto una variable dicotómica de ratificación del protocolo de Kioto, u la variable estocástica y los betas los parámetros. El resultado de la regresión se muestra en la tabla 8. Todas las variables incluidas resultaron ser significativas, y, a excepción de UNFCCC, todas presentan el signo esperado.

Tabla 8: Estimación considerando la población total

lnemi	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnpbiind	.077563	.0185642	4.18	0.000	.0411778	.1139482
lnpob	.9220156	.0387219	23.81	0.000	.8461221	.9979092
lnintenerg	.2168659	.02296	9.45	0.000	.1718652	.2618666
lntransp	.8767558	.0286087	30.65	0.000	.8206838	.9328278
unfccc	.0291855	.0131935	2.21	0.027	.0033267	.0550443
kyoto	.0751601	.013532	5.55	0.000	.0486378	.1016824
_cons	.0000464	.3340061	0.00	1.000	-.6545936	.6546864
sigma_u	.28384585					
sigma_e	.09345586					
rho	.90219758	(fraction of variance due to u_i)				

Conforme a lo esperado, el Producto Bruto Interno del sector industrial, la población, intensidad energética y el consumo per cápita y el consumo per cápita del sector transporte resultan ser claros determinantes cuantitativos de las emisiones de dióxido de carbono para los países de América Latina para el periodo de 1982-2005. De

las dos variables cualitativas incluidas, ambas resultan significativas, pero solo la ratificación de Kioto presenta el signo esperado.

Según el resultado, la Convención de Marco de Naciones Unidas contra el cambio climático resulta significativa para explicar el nivel de emisiones de dióxido de carbono en los países de América Latina, pero presenta signo contrario a lo esperado. Existen dos posibles razones para ello. La primera es que la ratificación no haya tenido un impacto en el marco institucional que regula las actividades en los países de la región. La segunda razón es que la ratificación de UNFCCC no sea un buen proxy para reflejar la evolución del marco institucional de control ambiental, precisamente por su carácter jurídico no vinculante.

Como se mencionó en un apartado anterior que sería más conveniente incorporar al análisis la población urbana como variable demográfica en lugar de la población total, realizó otra estimación que se muestra en la tabla 9. Sin embargo, solo encontró datos en forma anual hasta el año 2000, por lo que en caso de reemplazar la variable población total por población urbana, el estudio de panel se resume al periodo de 1982-2000. Esta reducción de la muestra llevo a eliminar de la especificación la variable dicotómica de la ratificación de protocolo de Kioto, ya que 15 de los 23 países de la muestra firmaron el acta después del año 2000 o todavía no lo han hecho, mientras que 7 lo hicieron en el año 1999.

Tabla 9: se presentan los resultados obtenidos al remplazar la variable población por población urbana

lnemi	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnpbiind	.4663536	.0305566	15.26	0.000	.4064637	.5262435
lnpoburbana	.852369	.1235688	6.90	0.000	.6101786	1.094559
lnintenerg	.160826	.0266334	6.04	0.000	.1086255	.2130264
lntransp	.7957835	.0368083	21.62	0.000	.7236405	.8679265
unfccc	.0458408	.0146092	3.14	0.002	.0172073	.0744742
_cons	1.681264	.5103687	3.29	0.001	.6809594	2.681568
sigma_u	.32227017					
sigma_e	.09191581					
rho	.92477274	(fraction of variance due to u_i)				

Los resultados obtenidos en dicha tabla solo difieren con respecto a la tabla 8 en la variable de actividad industrial. Si bien la variable sigue siendo ampliamente significativa, registro un cambio notable en el coeficiente que pase de 0.7 en la tabla 8, a 0.46 en la tabla 9. El motivo de este cambio puede deberse principalmente a que las variables PBI industrial y población se hayan más correlacionadas a que el PIB industrial y Población Urbana, por lo que el remplazo efectuado mejoraría el resultado de la estimación.

El hecho de que la población urbana presente una correlación menor con el PBI industrial que la población total, no es una generalidad en todas las economías del mundo. Sin embargo, es una idea válida para los países de América Latina, por el hecho que presentan un porcentaje de Población Urbana menor que el registro en los países industrializados. De esa manera, la inclusión de la variable Población Urbana en la regresión implica que un alto porcentaje de población total no está contemplada, y por ende que los resultados pueden diferir ostensiblemente.

Por otro lado, y tal como sucedería en la primera estimación, la variable UNFCCC mantiene la significatividad como en relación al valor de su coeficiente. Lo mismo sucede con la intensidad energética.

2.2.3. Trabajo empírico por Patiño Pascumal Lourdes Isabel

Según Patiño en el trabajo titulado “Estructura Productiva, Eficiencia Energética y emisiones de CO_2 en Colombia”, existe relación entre los indicadores de presión ambiental (Emisiones de CO_2 per cápita y energía primaria per cápita) con el PBI per cápita y otras variables relevantes, durante el periodo 1971-2011. Además, La relación que establece entre la emisión per cápita o la energía per cápita con respecto a las diferentes variables mencionadas varía según los datos, el periodo analizado, el marco regulatorio y, en general, el contexto de cada región, como se reflejó en los estudios empíricos. Para dicho análisis planteó dos modelos.

En el modelo 1, la ecuación estimada es:

$$\ln\left(\frac{TPES}{POB}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{PIB}{POB}\right) + \beta_2 \left(\ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)\right)^2 + \beta_3 \ln\left(\frac{EP_{GN} + EP_{HIDRO}}{EP_{TOTAL}}\right) + (1 - \gamma) \ln\left(\frac{TPES}{POB}\right)_{t-1}$$

Donde $\ln\left(\frac{TPES}{POB}\right)$ es el logaritmo natural del consumo de energía primaria per cápita; $\ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)$ se refiere al logaritmo natural del PBI per cápita (lineal y cuadrático, recogiendo el efecto escala y estructural, respectivamente); $\ln\left(\frac{EP_{GN} + EP_{HIDRO}}{EP_{TOTAL}}\right)$ señala el logaritmo natural y la hidroenergía en el total de la energía. Estos dos tipos de energía, conjuntamente, generan la mayor parte de electricidad del país. Por último, aparece la variable dependiente rezagada que indica la relación que tiene el consumo de energía con el periodo anterior y convierte el modelo en dinámico.

En el modelo 2, la ecuación estimada es:

$$\ln\left(\frac{CO_2}{POB}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{PIB}{POB}\right) + \beta_2 \left(\ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)\right)^2 + \beta_3 \ln\left(\frac{EP_{GN} + EP_{HIDRO}}{EP_{TOTAL}}\right) + \beta_4 G + (1 - \gamma) \ln\left(\frac{TPES}{POB}\right)_{t-1}$$

Ahora $\ln\left(\frac{CO_2}{POB}\right)$ es el logaritmo natural de emisiones de CO_2 per cápita; $\ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)$ se refiere al PBI per cápita (lineal y cuadrático); señala el logaritmo natural de la

participación de las energías renovables en la generación de las emisiones; G presenta la variable dicotómica que corresponde a cero antes de 1998 y uno después de 1998 e incorpora el efecto de regulación. Finalmente, se encuentra rezagada, que convierte el modelo en dinámico y muestra la relación de la generación de emisiones con el periodo anterior.

Como se muestra las tablas 10 y 11, Las estimaciones se realizaron, por MCO, tanto para las emisiones de dióxido de carbono per cápita y consumo de energía per cápita. Los modelos no presentan el problema de autocorrelación y ni heterocedasticidad. en el caso del modelo de emisiones se corrige el problema de autocorrelación. Asimismo, la capacidad explicativa conjunta de la variable incluida en los modelos es alta puesto que, estos presentan una bondad de ajuste elevada. Además, cuando aplico el Test de Estacionalidad, las variables individuales son no estacionario, pero su combinación lineal si lo son.

Los modelos fueron estimados usando una estructura dinámica, siguiendo al MAP, donde la variable dependiente rezagada resultó ser muy significativa en todos los casos. En los modelos de la tabla 10 y 11, todas las variables son significativas al 99%, excepto el PBI per cápita real lineal y cuadrático que en ambos modelos son significativas al 95 %.

En el caso del modelo de energía, el coeficiente relacionado con la composición de las fuentes primarias de energías más usadas en el país en la generación de electricidad corresponde a -0.17. es decir que, si aumenta en 1% la proporción de la producción de energía a partir de gas natural e hidroeléctricas, disminuye la energía primaria en 0.17% en el corto plazo y en un 0.47 % en el largo plazo. Es probable que el descenso en el consumo energía sea a la mayor eficiencia que tienen estas fuentes energéticas en el

proceso de transformación, lo que, en otras cosas, puede estar relacionado con la cogeneración, mayor I+D, mejor rendimiento de las nuevas tecnologías, y la descentralización en la generación de energía y la consiguiente disminución de pérdidas, contribuyendo al ahorro energía primaria.

En relación con el coeficiente de la proporción energética renovable del modelo de las emisiones de CO_2 , se observa que la elasticidad de consumo de energía renovable con respecto a la generación de emisiones de CO_2 corresponde a -0.31 en el corto plazo y -0.93 en el largo plazo, mostrando un impacto favorable para el medio ambiente. En el largo plazo, esto significa que un aumento de 1% en la proporción de uso de energías renovables contribuye a una disminución en la generación de emisiones per cápita del -0.93 %. Los resultados obtenidos son ligeramente altas con respecto a la literatura. En Colombia los posibles elementos que podían haber favorecido las emisiones son el impulso de la política de biocombustible promovida por la ley 693 del 2001 y el plan de acción indicativo 2010-2015 del uso racional de energía. La variable dicotómica G del modelo de emisiones CO_2 relacionada con el instrumento de regulación resulta ser significativa al 1%, indicando que las medidas tomadas por el gobierno (después de 1998) relacionada con el control de las emisiones y calidad de aire, han tenido un impacto favorable en la conservación del medio ambiente. El coeficiente de la variable correspondiente a -0.12 en el corto plazo y -0.37 en el largo plazo. En el último caso significa que, manteniendo fijo los demás factores, las alternativas de CO_2 per cápita disminuyen durante el periodo de regulación (con respecto a si no existiera regulación), pues cuando se establecen instrumentos de control sobre las emisiones de CO_2 del sector industrial y transporte, las emisiones per cápita disminuyen un 0.37% después de 1998.

Tabla 10: Resultado de emisiones de corto plazo del modelo de logaritmo lineal de las del consumo de energía per cápita

Descripción	Coefficiente Corto Plazo	Error estándar	Valor estadístico	Valor P
Modelo de la energía				
INTERCEPTO	-2.14	0.74	-2.90	0.0064 ***
LNPIB_POB	1.70	0.67	2.52	0.0166 **
LNPIB_POB^2	-0.39	0.17	-2.30	0.0278 **
LN(EP_GN+EP_HIDRO)/EP_TOTAL	-0.17	0.05	-3.29	0.0023 ***
LNTPES_POB(-1)	0.64	0.10	6.23	0.0000 ***
Modelo de las emisiones de CO₂				
INTERCEPTO	-1.44	0.43	-3.31	0.0023 ***
LNPIB_POB	1.20	0.44	2.72	0.0104 **
LNPIB_POB^2	-0.29	0.12	-2.44	0.0206 **
LN(EP_RENOV/EP_TOTAL)	-0.31	0.06	-4.88	0.0000 ***
G	-0.12	0.02	-7.97	0.0000 ***
LNCO2_POB(-1)	0.67	0.06	10.42	0.0000 ***
AR(1)	-0.51	0.17	-3.06	0.0044 ***
Descripción	Modelo energía		Modelo Emisiones	
R ² Ajustado	0.80		0.92	
DW	1.8		1.95	
F significación conjunta	40.29 ***		73.97 ***	
Test de White	1.2		1.5	
P-valor White	0.32		0.20	
Test del Multiplicador de Lagrange	2.5		0.4	
P-valor ML	0.9		0.67	
Punto de inflexión (Miles de US\$ 2000)	8573		7713	
Chow Breakpoint test 1996	3.0			
p--Valor Chow Breakpoint test 1996	0.02 **			
N	40		39	

Nota: ***,** denota el nivel de significancia al 1% y 5%, respectivamente.

Tabla 11: Resultado de emisiones de largo plazo del modelo de logaritmo lineal de y del consumo de energía per cápita

Descripción	Coefficiente Largo Plazo	Error estándar	Valor estadístico	Valor P
Modelo de la energía				
INTERCEPTO	-5.95	1.4059	-4.2331	0.0002 ***
LNPIB_POB	4.72	1.3775	3.4259	0.0016 ***
LNPIB_POB^2	-1.10	0.3629	-3.0261	0.0046 ***
LN(EP_GN+EP_HIDRO)/EP_TOT.	-0.47	0.1229	-3.7881	0.0006 ***
Modelo de las emisiones de CO₂				
INTERCEPTO	-4.35	0.798	-5.446	0.0000 ***
LNPIB_POB	3.64	0.891	4.088	0.0003 ***
LNPIB_POB^2	-0.89	0.256	-3.484	0.0015 ***
LN(EP_RENOV)/EP_TOTAL	-0.93	0.145	-6.431	0.0000 ***
G	-0.37	0.058	-6.324	0.0000 ***
Nota: ***, ** denota el nivel de significancia al 1% y 5%, respectivamente.				

2.2.4. Trabajo empírico por Huanchi Mamani William A. y Giavana

Calsin Quispe

Huanchi y Calsin (2015) realizó un trabajo para el caso peruano. En este trabajo de investigación se planteó como objetivo el determinar la posible existencia de relación entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental. Para tal sustento de su hipótesis utilizó el modelo de Curva Medioambiental de Kuznets (CMK)². El

² La Curva Medioambiental de Kuznets plantea que a un inicio el deterioro ambiental incrementa a medida que crece el país (incremento del PBI per cápita), llegando así a un punto de inflexión donde el deterioro ambiental empieza a reducirse tomando la forma "U" invertida.

modelo econométrico, basado en el modelo teórico CMK, que se realizó la estimación fue de la siguiente manera:

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^2 + \beta_3 Y_t^2 + \beta_4 Y_t + \beta_5 Z_t + \varepsilon_t$$

Donde E representa la contaminación ambiental, Y el PBI per cápita y Z el vector que contiene las variables adicionales (Entre ellos la apertura comercial, población urbana y consumo de combustible fósil).

Dado que es un tema de series de tiempo y de largo plazo, el autor propone un análisis de cointegración entre las variables. La prueba de cointegración dio como resultado la existencia de una relación de cointegración, dado ello pasó a estimar Vector de Corrección de Error (VEC). La estimación lo realizó bajo dos métodos: (1) El método de Johansen y (2) el método de Pesaran, Shin y Smith (PSS).

En la tabla 12 se observa las estimaciones que se realizaron en dicho trabajo. La bondad de ajuste es alta, es decir las emisiones de dióxido de carbono es explicado en 64.27 % por la apertura comercial y el PBI per cápita. El PBI per cápita y la apertura comercial resultan ser estadísticamente significativos según t-student, por lo tanto, ante el incremento del PBI per cápita y mayores aperturas comerciales vendrá seguido del incremento de emisiones de dióxido de carbono. El Res1 señala la velocidad de ajuste del nivel de emisiones de dióxido de carbono al equilibrio de largo plazo.

Tabla 12: Estimación por el método de Johansen y su prueba

Modelo normalizado Johansen emisiones de CO2				
LCO2	C	LPBIP	LAC	Res1
	1.357668	0.345956 (-4.3108)	0.265139 (-3.5970)	-0.4596 (-3.588)
Los números entre paréntesis son los t- estadísticos. Res1 es el vector de corrección de errores.				
Test Johansen – emisiones de CO2				
Pruebas	Test	Valor del Estadístico (p-value)		H ₀
Usuales	R-squared	0.6427		
	Adjusted R-squared	0.4789		
	Schwarz criterion	-2.8140		
	F-statistic	8.9250		
Residuale	LM Test (1)	26.9883	0.0816	Aceptar
	LM Test (2)	22.7481	0.1206	Aceptar

En la tabla 13 se observa que los resultados son casi similares al método de Johansen. La bondad de ajuste es alta, es decir que las emisiones de dióxido de carbono son explicadas en un 67.15 % por el PBI per cápita y el acuerdo comercial. La prueba de F-Fisher nos muestra que es estadísticamente significativo, por lo tanto, respaldan a las variables que se consideraron como exógenas. El Durbin- Watson muy próximo a 2 nos indica que no hay presencia de autocorrelación. La prueba de ARCH y White muestran la no existencia de heterocedasticidad. Finalmente, se muestra que existe estabilidad³ en el modelo por las pruebas de Ramsey, CUSUM y CUSUM al cuadrado.

³ Estabilidad en el sentido a la no existencia de quiebre estructural en el modelo.

Tabla 13: Estimación por el método de PSS y sus diferentes pruebas

Ecuación de cointegración de PSS emisiones de CO2				
LCO2	C	LPBIP	LAC	Res1
	1.7639	0.3645	0.2789	-0.4742
	(3.3741)	(4.3611)	(-3.2079)	(-4.0184)
Los números en paréntesis indican los t- estadísticos Res1 representa el vector de corrección de errores.				
Evaluación del modelo por diferentes pruebas PSS - emisiones de CO2				
Pruebas	Test	Valor del Estadístico	(p- value)	H₀
Usuales	R-squared	0.67155		
	Adjusted R-squared	0.54206		
	Durbin-Watson Stat	2.14421		
	Schwarz criterion	-1.61725		
	F-statistic	7.53589	0.0000	
	ARCH (1)	1.298343	0.3841	Aceptar
	White	0.594623	0.9324	Aceptar
Estabilidad	Ramsey RESET Test	1.036963	0.3086	Aceptar
	Cusum			Correcto
	Cusum of Squares			Correcto

Los resultados obtenidos en este trabajo tanto por la Metodología de Johansen y de Pesaran, Shin y Smith (PSS), muestran que existe una relación de largo plazo estable entre las emisiones de dióxido de carbono y el crecimiento económico, es decir las emisiones de dióxido de carbono y PBI per cápita crecen juntas. Finalmente, el autor concluye que, la hipótesis basado en la Curva Medioambiental de Kuznets (CMK) bajo el planteamiento de la existencia de una relación de “U” invertida entre la emisión de dióxido de carbono y el crecimiento económico, es rechazada, dado que la evidencia empírica mostró una relación lineal.

2.2.5. Trabajo empírico por Minaya Flóres Gretell Aurora

Minaya (2018) realizó un trabajo para el caso peruano considerando el periodo 1970-2015, parecido al anterior, con la diferencia que utilizó el Consumo Doméstico Material (CDM) como indicador proxy de la presión ambiental. El Consumo Doméstico de Material (CDM) es la cantidad que se utiliza de los recursos naturales que son transformados en una economía. La hipótesis propuesta, basado en la Curva Medioambiental de Kuznets (CMK), es que a medida que el país tiende a desarrollarse existirá un punto de inflexión en donde la presión ambiental cambiará su tendencia hacia la baja. Es decir, a medida que incrementa el PBI per cápita el CMK llegará a un punto donde descenderá. Para tal fin, expuso el modelo econométrico de tres formas:

$$1) \text{CDM}_t = \beta_1 Y_t + \varepsilon_t$$

$$2) \text{CDM}_t = \beta_1 Y_t + \beta_2 (Y_t)^2 + \varepsilon_t$$

$$3) \text{CDM}_t = \beta_1 Y_t + \beta_2 (Y_t)^2 + \beta_3 d(\text{año}) + \varepsilon_t$$

Donde CMD representa el consumo doméstico de material, Y representa el PBI per cápita o solo ingreso y d es una dummy que representa el cambio a una política neoliberal que se dio en el año 1992.

Las estimaciones se realizaron bajo el método de mínimos cuadrados ajustados. Para un mejor entendimiento separo la estimación tanto del ingreso e ingreso per cápita. En la tabla 14 se puede observar los resultados de la estimación teniendo en cuenta los ingresos totales. La estimación para la primera ecuación muestra que el PBI es estadísticamente significativo. Para la segunda ecuación el PBI al cuadrado resulta ser no significativo, es decir que existe un deterioro a medida que sigue creciendo el PBI. En la tercera ecuación, lo particular de ello, es que la variable dummy resultó ser

estadísticamente significativo, lo que implica que el deterioro ambiental se incrementó a partir de la política neoliberal adoptada en el año 1992.

Tabla 14: Resultados de la estimación de CKA con el variable ingreso

	(1)	(2)	(3)
	CDM	CDM	CDM
PBI	1.721*** (0.104)	4.632*** (0.507)	3.115*** (0.679)
PBI ²		-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
d(año)			85064.730*** (26568.970)
Constante	-66838.417*** (20924.117)	-418635.665*** (64714.516)	-246310.300*** (82851.381)
R-cuadro	0.877	0.939	0.957
LR chi2			
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000
PseudoR2			
Observaciones	46	46	46
Errores estándar en paréntesis			
Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE Elaboración: propia			
Donde * significa un p<0.10, ** significa un p<0.05 y *** significa un p<0.01			

En la tabla 15 se puede observar los resultados de la estimación de la CKA teniendo en cuenta el PBI per cápita. Tanto el PBI per cápita, ni el PBI per cápita al cuadrado resultan ser estadísticamente no significativos, lo que implica la imposibilidad de existencia de CKA en forma de “U” invertida. Finalmente, En la columna 3 se puede observar la estimación de la ecuación (3) donde la dummy es estadísticamente significativo, esto muestra que el ajuste estructural de los noventa si llevo al mayor deterioro ambiental (o mayor contaminación).

Tabla 15: Resultados de la estimación de CKA con el PBI per cápita

	(1)	(2)	(3)
	CDM	CDM	CDM
PBI per cápita	61.465***	-23.075	26.423
	(4.001)	(77.607)	(50.301)
PBI per cápita ²		0.004	0.001
		(0.003)	(0.002)
d(año)			237130.559***
			(22704.811)
Constante	-277591.155***	166924.649	-117188.683
	(46357.320)	(414739.563)	(281426.001)
R-cuadro	0.529	0.542	0.896
LR chi2			
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000
PseudoR2			
Observaciones	46	46	46
Errores estándar en paréntesis			
Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE Elaboración: propia			
Donde * significa un p<0.10, ** significa un p<0.05 y *** significa un p<0.01			

Finalmente, en el trabajo concluye que la CKA no toma la forma de “U” invertida para el periodo en estudio. Es decir, la relación entre la contaminación en términos de residuos y el PBI (o PBI per cápita) resultó ser positiva.

2.3. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

En esta parte se trata de conceptualizar algunas palabras que se utilizan a lo largo de la investigación. Entre ellos lo siguiente:

- Impacto ambiental

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019) el impacto ambiental está relacionado con el efecto que produce el actuar humano y demás factores sobre el medio ambiente. Extendiendo este concepto podemos decir que es la alteración en la línea de base ambiental. Los impactos pueden ser de carácter directa e indirecta; la directa, relacionado con un periodo corto de tiempo y que el impacto a veces se visualiza al instante; la indirecta, relacionado con el impacto que se mostraran a largo plazo.

- Emisiones de dióxido de carbono

Según Organismo de Evaluación y fiscalización Ambiental (OEFA, 2019) el dióxido de carbono y otros gases son denominados como gases de efecto invernadero. Estos gases contribuyen a que la temperatura de la tierra sea equilibrada, es decir, viable para sobrevivencia de los seres vivos. Sin embargo, la excesiva carga de algunos gases de efecto invernadero, como la emisión de dióxido de carbono y el metano por la actividad humana, alteran la temperatura del planeta poniendo de esa manera en riesgo la vida de los seres vivos.

- Población

Siguiendo al Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú (INEI, 2019) es el total de personas (tanto varones y mujeres) que habitan dentro de un determinado territorio. Entre la población tenemos a la parte rural y urbana. El sector urbano aquellas personas que viven cerca al capital de una región, provincia y distrito. Mientras el sector rural representa a la parte periferia.

- Renta Per-cápita

Según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2019) es el indicador que mide el nivel de ingreso promedio por cada habitante de una determinada

población. Para dicho cálculo, se toma el producto interno bruto (PIB) y luego se lo divide con el total de habitantes. Es decir, es el coeficiente entre el PIB y el total de habitantes.

- Consumo energético

Según Comisión Económica para América Latina Y el Caribe (CEPAL, 2019) el consumo energético es la cantidad de energía que es consumida por toda la población en un determinado territorio. Se entiende por territorio al grupo de análisis donde podría ser conformado a nivel país u órganos más pequeños.

- Tecnología

Es la acumulación del conocimiento científicos que, en cierto modo, permite crear y diseñar nuevos bienes y servicios. Todo ello, en aras de brindar un soporte a la humanidad a adaptarse al medio ambiente y satisfacer sus necesidades básicas. También, es catalogado como un colaborador que permite la eficiencia en la producción de otros bienes (Comisión Económica para América Latina Y el Caribe [CEPAL], 2019)

- Contaminación ambiental

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019) es todo tipo de materiales (Físicos, químicos y biológicos) que se introducen al medio ambiente, y que de alguna manera dañan al medio ambiente. Entre estos materiales están los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, dióxido de azufre, etc. En efecto, provocan daños a la salud de las personas, el hábitat de los animales y vegetales.

- Calentamiento global

Siguiendo al Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019) el calentamiento global es el aumento continuo y desmesurado en la temperatura del sistema planetario:

tierra. Este aumento provoca desequilibrios al medio ambiente y, por ende, cambios en la calidad de vida de los seres vivos que habitan en la tierra.

- El protocolo de Kioto

Es un instrumento que sirve para poner en práctica lo acordado en la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el cambio climático. La finalidad principal de este convenio es reducir las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

2.4. MARCO SITUACIONAL.

En la actualidad, el tema ambiental es un tema muy tocado casi en todos los países del mundo tanto en las instituciones públicas y privadas. De la misma manera, en la gran mayoría de las disciplinas en las universidades. Entre ellos se tocan conceptos como el cambio climático, presión ambiental, calentamiento global, huella ecológica...; en conclusión, siempre están referenciados como el tema ambiental.

Desde años atrás se dieron varios avances sobre este tema tanto en lo teórico y lo práctico. La parte teórica estuvo relacionada con la teoría del crecimiento económico y el medio ambiente. El tema de “crecimiento económico” es muy tocado, aunque no de manera explícita a un inicio, desde que la persona empezó dar inicios la actividad económica en faz de la tierra. Es así, que los preponderantes de la economía clásica como Adam Smith, Malthus, David Ricardo, etc. empiezan dar algunas pinceladas sobre el tema. Todo esto se llega a concretizar en la Economía Neoclásica, denominado también la economía ortodoxa, representado por Jevons, Solow, Wilfredo Pareto, Alfred Marshall, Léon Walras, etc. donde se empieza a tomar mayor énfasis el tema de crecimiento económico como medio para lograr el desarrollo económico de la población. Finalmente, desde esa época hasta ahora, la mayoría de los países en el mundo viven encapsulados en hacer crecer cada vez más su economía, medidos en términos de Producto Bruto Interno (PBI).

Por otro lado, “la degradación ambiental” se da inicio al mismo tiempo que comienza la actividad económica, aunque no era de incumbencia en ese momento. Luego, uno de los representantes de la economía clásica, Thomas Malthus, empieza tomar énfasis sobre las posibles incidencias de la actividad económica a la naturaleza. En vista de que la actividad económica provocaba rupturas hacia el medio ambiente, denominado externalidades, se propuso el modelo de “Impuestos Pigouvianos” que consistía en poner impuestos y subsidios a las empresas que generaban externalidades (Gómez, 2000). Este modelo hasta el día de hoy es aplicado por diferentes estados de diferentes países. También, en esta misma época se estaba desarrollando la economía ecológica propuesto por Georgescu Roegen, como se detalla en el trabajo de carpintero (2006) y Hernández (2008), con una mirada a la economía como un subsistema del medio ambiente, contrario a lo propuesto por los ambientalistas.

Por otro lado, durante los últimos periodos hubo varias intervenciones con respecto al reducción del grado de contaminación al medio ambiente. El protocolo de Kioto, adoptado el 09 de diciembre de 1997 en Japón, con carácter de tratado que buscaba reducir las emisiones de dióxido de carbono. El Protocolo de Montreal, en abril del 2011, un tratado firmado por 197 países con la finalidad de proteger la capa de ozono mediante la supresión gradual en todo el mundo del uso de sustancias, como el CFC, que causan la reducción de la capa de ozono. EL Convenio de Estocolmo, fue firmado en 2001 y entro en vigor en mayo del 2004, que buscaba eliminar o restringir la producción de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). Convenio de LRTAP, firmado por primera vez en Genova en 1979 y entro en vigor en 1983, con el fin de desarrollar “ocho protocolos” que identificaban las medidas para reducir la contaminación del aire. El Convenio OSPAR, adoptado en 1998, un tratado por el cual 15 países de la costa de atlántico del noreste sumados la Unión Europea cooperan para proteger el medio

ambiente del atlético del noreste. Para el caso Perú, aparte de ser parte de algunos convenios, tiene como política el aplicar impuestos a las empresas en caso contaminen. Además, un dato importante lo muestra la plataforma EIR⁴ en donde el Perú cuenta con 7667 conflictos ambientales en diferentes lugares de nuestro país, entre ellos se muestra que la gran mayoría de problemas son de carácter minero. Sin embargo, las medidas de intervención en reducción a la contaminación no son del todo eficaces, porque la emisión en los últimos años siguió una tendencia creciente dejando una huella ecológica irrecuperable.

A lo largo del tiempo se trató de avanzar tanto en lo teoría y lo práctico; sin embargo, hay irregularidades en la que se tiene que mejorar. De hecho, las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular las emisiones de dióxido de carbono, fueron incrementándose en los últimos años. Por tanto, el tema ambiental no solo se debe mirar desde la perspectiva ortodoxa más sino desde una perspectiva multidisciplinaria y multiparadigmática. He ahí, la cuestión: ser capaces de seguir la línea y adoptar lo que el filósofo Morín (2009) denominaba “pensamiento complejo”.

2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Impacto ambiental**

Definimos al impacto ambiental como la alteración en la línea de base ambiental. en forma particular, en este trabajo definiremos como la alteración en las emisiones de dióxido de carbono sobre el medio ambiente.

- **Población**

Es definido como el total de personas que habitan en nuestro país. Entre ellos están la parte rural y la parte urbana.

⁴ Para mayor detalle véase la plataforma EIRhatlas.

- PBI Per-cápita

Definido como el ingreso promedio por cada persona en el Perú. Esto representa el coeficiente entre el total de lo que se produce en Perú y el número de la población.

- Tecnología

Es el conjunto de conocimientos que permitieron dar avances en diferentes actividades económicas, en pocas palabras incrementar la eficiencia. Es así, que se define como la eficiencia lograda en el Perú al momento de realizar alguna actividad económica, dado al uso de herramientas cada vez más sofisticados en diferentes sectores.

- Consumo energético

Definido como el consumo de energía por toda la población en Perú. Se divide en energía primaria y secundaria. La energía primaria relacionada con los recursos fósiles, es decir con aquellos que se extraen de la naturaleza. La energía secundaria relacionada con energías que son producidos por la mano del hombre.

- El protocolo de Kioto

Es un convenio firmado por varios países con la finalidad de reducir las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), entre ellos las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

2.6. HIPÓTESIS, VARIABLES, INDICADORES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

2.6.1. El modelo teórico

Este es un modelo básico que servirá como marco de análisis para entender los determinantes del impacto ambiental, y, que luego serán utilizados para la formulación

del modelo econométrico. Dado a que somos una economía en caminos al desarrollo, en esta investigación se asumirá que aún no llegamos al punto de inflexión como se plantea en la Curva de Kuznets, es decir, al punto donde el ingreso y la degradación ambiental toman direcciones distintas.

Consideremos el siguiente modelo de IPAT planteado por Ehrlich- Holdren/Commoner en los años setentas (Ehrlich y Holdren, 1970, 1971,1972; Commoner Corr y Stamler, 1971), adaptado también en el libro de Labandeira, León y Vázquez (2007), para la explicación del deterioro medio ambiental. Esto es,

$$I = P \times A \times T$$

(1)

Donde I es el impacto ambiental, P es el tamaño de la población, A es la afluencias o consumo per cápita en unidades monetarias, y T es la tecnología, entendida como la cantidad de recursos utilizados y residuos generados por unidad de producción.

Sin embargo, las principales limitaciones del modelo IPAT es que el número de factores es limitado y además el impacto de los factores es proporcional y se considera que todos los factores afectan en la misma medida al medio ambiente. Además, la limitación quizás más fuerte es que no se puede realizar la prueba estadística. Por ello, en aras de una mejor explicación surge el modelo STIRPAT planteado por York, Rosa, y Dietz (2003), que no es más que otra cosa que el modelo IPAT en su versión estocástica. Es decir,

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d e$$

(2)

Donde i representa diferentes individuos, e representa el error estocástico, a representa el constante del modelo, y b, c, d son los exponentes de las variables población

(P), Afluencias (A) y la tecnología (T), respectivamente. Tomando logaritmos a la ecuación (2), obtenemos la siguiente expresión;

$$\ln(I_i) = a + B\ln(P_i) + C\ln(A_i) + D\ln(T_i) + e_i$$

(3)

Existen varios autores en donde agregan más factores a esta ecuación, con la finalidad de una mejor explicación. Siguiendo el trabajo Waggoner y Ausubel (2002) agregamos el consumo energético (CE) a la ecuación (3). Reemplazando a la ecuación (3) obtenemos,

$$\ln(I_i) = a + B\ln(P_i) + C\ln(A_i) + D\ln(CE_i) + F\ln(T_i) + e_i$$

(4)

Donde:

- $T = \frac{\text{EMISIONES}}{\text{USO ENERGETICO}}$

De esta ecuación podemos deducir que existe relación entre la población, afluencias (renta país), consumo energético y mejora tecnológica con el impacto ambiental. Por otro lado, debido a que el consumo energético y la tecnología consideran entre sus coeficientes el uso energético, anticipamos la existencia de problemas de multicolinealidad que se tendrá consideración en la parte econométrica.

2.6.2. Hipótesis: General y Específicas

2.6.2.1. Hipótesis General

H.G: Los factores determinantes que inciden en el impacto ambiental son la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica en el Perú, durante el periodo 1971-2014.

2.6.2.2. Hipótesis Especifica

H.E.1: Existe una relación directa entre el tamaño de población, afluencias (renta) y el consumo energético con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014. Mientras tanto, existe relación inversa entre el impacto ambiental y la mejora tecnológica en el Perú, durante el periodo 1971-2014.

H.E.2: El impacto ambiental en el Perú, responden moderadamente a las variaciones en el tamaño de la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica, durante el periodo 1971-2014.

H.E.3: Existe relación inversa entre el protocolo de Kioto y el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014.

2.6.3. Sistema de Variables-Dimensiones e Indicadores

En esta parte presentamos las variables para el sustento de nuestra investigación, es decir, la variable dependiente e independiente (En términos econométricos, la endógena y la exógena). Cabe anticipar que, de aquí en adelante, la variable impacto ambiental (I) presentado en el modelo teórico será representado por las emisiones de dióxido dado que es el componente principal de los gases de efecto invernadero (GEI). Las variables relevantes para la presente investigación son las siguientes:

- **Variable Endógena:** Impacto ambiental.
- **Variables Exógenas:** Población, afluencias (renta), consumo energético, mejora tecnológica y el protocolo de Kioto.

De esa manera, tenemos que el impacto ambiental está en función de la población, consumo energético, afluencias, mejora tecnológica y el protocolo de Kioto. Veamos,

IMPACTO AMBIENTAL

= F(POBLACION, AFLUENCIAS, CONSUMO ENERGETICO, TECNOLOGIA, KIOTO)

2.6.4. Definición Operacional de Variables e Indicadores

A continuación, en la tabla N° 16 se presenta la definición operacional de las variables, dimensiones e indicadores.

Tabla 16: definición operacional de variables

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE				
Impacto ambiental	Cuantitativa	Gas incoloro que produce el actuar humano y demás factores.	Cantidad de emisiones que se producen por cada persona.	Medido por emisiones de dióxido de carbono en toneladas métricas per-cápita.
VARIABLE INDEPENDIENTE				
Población	Cuantitativa	Cantidad de habitantes en un determinado territorio.	El número de personas que habitan en el Perú.	Medido por el nivel de población.
Afluencias (renta)	Cuantitativa	Cantidad de ingresos que genera un país por la actividad económica.	Es el cociente entre el ingreso total y el total de población (PBI/Población).	Medido por el PBI per-cápita.
Consumo energético	Cuantitativa	Cantidad de energía o potencia utilizada.	Cantidad de energía que consume en Perú.	Medido por el consumo de energía proveniente de energía fósil.
Mejora tecnológica	Cuantitativa	Mejora en la eficiencia ambiental al momento de realizar una actividad.	Cociente entre emisiones y uso energético (emisiones/uso energético).	Medido por intensidad de emisiones.
Protocolo de Kioto	Cualitativa	Acuerdo para reducir gases de efecto invernadero que causan el deterioro ambiental.	Es una variable dicótoma que opera con 0 antes del protocolo de Kioto y con 1 después del protocolo.	Medido por el indicador dicotómica entre ceros y unos.

Nota:

1. El uso energético es el uso de energía primaria antes de su transformación.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo explicativa; según Cortés (2012); las investigaciones de tipo explicativas están dirigidas a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos que pueden ser físicos o sociales, a su vez hace mención que los estudios de tipo explicativo van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos. Estas investigaciones son más estructuradas que las demás clases de estudios. Por otro lado, Salinas (2012), manifiesta que las investigaciones de tipo de explicativa tratan de analizar y/o explicar las causas de los efectos estudiados, para la presente investigación no solo describe la situación, fenómeno, características, relación entre causa y efecto, etc.; de las variables de estudio, sino trata de responder cómo las intervenciones cambiarias esterilizadas influyen sobre el nivel de inflación. De igual manera, Arias (2012) la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa – efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

En cuanto al nivel de investigación, el mismo se va a caracterizar por ser descriptivo correlacional, lo que permitirá en cierta medida sustentar las condiciones explicativas del estudio.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación es No Experimental. Según Cortés (2012), la investigación No Experimental se caracteriza porque no hay manipulación de la

variable Independiente, es decir no se asignan al azar los grupos. Solo se observan los cambios que ocurren. A su vez indica que la investigación no experimental es la que no manipula deliberadamente las variables a estudiar; lo que hace este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto actual, para después analizarlo. En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes.

Existen diferentes criterios para clasificar la investigación no experimental, adoptaremos la dimensión temporal, es decir, de acuerdo con el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan los datos. Siguiendo la clasificación de series de tiempo dentro del diseño No Experimental, la presente investigación es Longitudinal; en este tipo de estudios se obtienen datos de la misma población en diferentes momentos. Aquí se comparan los datos obtenidos en las diferentes oportunidades a la misma población muestra y se pueden analizar los cambios a través del tiempo de determinadas variables o en las relaciones entre ellas.

Por lo que en la presente investigación se utiliza datos sobre los determinantes del impacto ambiental (basada en el indicador de emisiones de dióxido de carbono) durante cuarenta y cuatro (44) años, para testear el modelo econométrico.

3.3. UNIVERSO/POBLACIÓN Y MUESTRA

Para poder determinar la población y muestra en la presente investigación, se tomó en cuenta el criterio de López (2004), el cual propone que primero debemos seleccionar la población de estudio, luego definir la unidad de análisis o estudio, para delimitar la población y extraer la muestra.

3.3.1. Determinación de la población

En la presente investigación se utiliza datos de fuente secundario. Por ello, para la recolección de información se acudió a la plataforma del ente que desarrolla y recopila toda la información sobre las variables en estudio. En este caso; Banco Mundial (BM⁵), el ente que recopila datos para el indicador emisiones de dióxido de carbono y uso energético; el Instituto de Estadística e Informática (INEI), el ente que recopila y proyecta la información acerca de la población; el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), el ente que recopila y procesa datos del PBI y PBI per-cápita.

3.3.2. Selección de datos

La muestra para la presente investigación viene ser la base de datos que comprende el periodo 1971-2014. La frecuencia para tal periodo está distribuida anualmente. Por tanto, la suma total es de 44 observaciones para los siguientes indicadores: Emisiones de dióxido de carbono, población, PBI per-cápita, consumo energético e intensidad de emisiones (tecnología).

3.5. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Fuentes, periodicidad y descripción de los datos

Los datos para todas las variables corresponden al periodo 1971-2014, contando en un total de 44 observaciones. A continuación, se detalla la explicación para cada uno de las variables.

- Los datos para las emisiones de dióxido de carbono del Perú están expresados en toneladas métricas Per cápita. Estos datos se obtuvieron de la plataforma web del Banco Mundial (BM) correspondientes al periodo 1971-2014, divididos

⁵ La página del Banco Mundial (BM) recolecta y procesa datos de diversos ámbitos.

anualmente. Esta elección se hizo debido a que algunas variables no cuentan con los datos actualizados.

- Los datos para la evolución de la población del Perú se obtuvieron del sistema web del Instituto Nacional de Estadística E Informática (INEI). Estos datos expresan el total de personas que habitan en el territorio peruano. Los datos comprenden los periodos 1971-2014, divididos anualmente.
- Los datos del PBI per cápita están expresados en miles de dólares por persona. Estos datos se obtuvieron de la plataforma web del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) correspondientes al periodo 1971-2014, divididos anualmente.
- El consumo energético expresa el consumo de energía proveniente de energía fósil. El uso de energía fósil esta medido en kilogramos equivalentes de petróleo por persona. Estos datos se obtuvieron de la plataforma web del Banco Mundial (BM) correspondientes al periodo 1971-2014, divididos anualmente.
- La intensidad de emisiones (tecnología) expresa las emisiones que se generan por unidad de uso de energía primaria sin transformación. Las emisiones están medidas en toneladas métricas per cápita y el uso de energía primaria en kilogramos equivalentes de petróleo por persona. Estos datos se obtuvieron de la plataforma web del Banco Mundial (BM) correspondientes al periodo 1971-2014, divididos anualmente.

3.4.2. Técnicas de recolección de datos

3.4.2.1. Análisis documental.

Mediante el análisis documental se recolectan datos de fuentes secundarias.

En ese sentido, debido a que esta investigación está basada en fuente secundaria, los datos a recolectar son mediante esta técnica.

3.4.3. Instrumentos de recolección de datos

3.4.3.1. Ficha de registro de datos.

El instrumento que se utiliza es la ficha de registro de datos. Esto permite registrar y resumir los datos que se extraen de fuentes bibliográficas, es decir, de las plataformas institucionales en línea.

3.5. EL MODELO ECONOMETRICO Y PROCEDIMIENTOS DEL ANÁLISIS DE LOS DATOS

3.5.1. El modelo econométrico

Considerando la ecuación (4) del modelo teórico y demás estudios anteriores, el modelo definido para este trabajo de investigación viene dado por:

$$CO2_t = F(P_t, A_t, C_t, T_t, KIOTO_t)$$

Donde:

$CO2_t$: Expresa el impacto ambiental medido en emisiones de dióxido de carbono en el periodo t;

P_t : Expresa el total de población de Perú en el periodo t;

A_t : Expresa el PBI per cápita del Perú en el periodo t;

C_t : Expresa el consumo energético en el periodo t;

T_t : Expresa la mejora tecnológica en el periodo t;

$Kioto_t$: Es una variable dicótoma que toma el valor de 1 a partir del protocolo Kioto y 0 previo a ese acto.

De ese modo, el modelo para la estimación se expresa de la siguiente manera:

$$\ln(CO2_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(P_t) + \beta_3 (\ln A_t) + \beta_4 \ln C_t + \beta_5 \ln T_t + \beta_6 KIOTO_t + \varepsilon_t$$

(5)

Donde:

$\ln(CO2_t)$: Expresa el impacto ambiental medido en emisiones de dióxido de carbono tomado logaritmo en el periodo t ;

$\ln(P_t)$: Expresa el total de población de Perú tomado logaritmo en el periodo t ;

$\ln(A_t)$: Expresa el PBI per cápita del Perú tomado logaritmo en el periodo t ;

$\ln C_t$: Expresa el consumo energético tomado logaritmo en el periodo t ;

$\ln T_t$: Expresa la mejora tecnológica tomado logaritmo en el periodo t ;

$Kioto_t$: Es una variable dicótoma que toma el valor de 1 a partir del protocolo Kioto y 0 previo a ese acto;

ε_t : Error estocástico;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$: coeficientes.

3.5.2. Procedimientos

En primer lugar, se tomó logaritmos a las variables acorde como se expresa en el modelo econométrico. Luego, dado que en la mayoría de los casos las series temporales son no estacionarias, se trató de identificar la presencia de raíz unitaria en la serie. Por tanto, para este análisis se empleó el método Dickey-Fuller Generalizado (Gujarati & Porter, 2010, PP. 754-759). La serie no presenta raíz unitaria, es decir, las series son estacionarias y no requieren tomar diferencias.

Para empezar, veamos el modelo planteado en la ecuación (5). Se puede observar que la variable consumo energético (uso energético/PBI) y la tecnología (emisiones/uso energético) están meramente correlacionados, debido a que sus coeficientes de ambas variables contienen al uso energético. En el modelo clásico de regresión lineal, la existencia de correlación entre las variables regresoras causa la violación en el

cumplimiento de uno de los supuestos: denominado la “multicolinealidad” (Wooldridge, 2010, p. 346). Siguiendo ese planteamiento podemos considerar que en el modelo (5) existe el problema de multicolinealidad, por lo cual no sería conveniente el método de mínimos cuadrados ordinarios sin antes hacer algunos arreglos. En ese sentido; en segundo lugar, hemos tratado de buscar alternativas para arreglar dicho problema.

Existen varios planteamientos para el levantamiento del problema de multicolinealidad. En este trabajo hemos tomado el método de regresión con variables ortogonales presentado por Novales, Salmerón, García, García y López (2015) para el caso de dos variables correlacionados y el trabajo de Salmerón, García, García, y García (2016) para el caso de tres variables correlacionados. Este método consiste en separar la serie en dos partes; por una parte, los correlacionados con otras regresoras y la otra parte, los no correlacionados (llamase a estos, la parte pura). Luego, la parte pura de la serie remplazara a la variable que esta correlacionado y se estima por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Empezamos realizando una primera regresión auxiliar para la variable consumo energético (C), ya que, es una de las variables que esta correlacionado. Veamos,

$$\ln(C_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(P_t) + \beta_3 (\ln A_t) + \beta_5 \ln T_t + V_t$$

(6)

Estimando por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) obtenemos los residuos de consumo energético (V_t), que denotaremos por RC. Estos residuos sustituirán a la variable $\ln(C_t)$ en el modelo (5), y van a representar la parte de dicha variable que no tiene ninguna relación con el resto de las variables regresoras del modelo (5). Haciendo los remplazos respectivos obtenemos lo siguiente,

$$\ln(\text{CO}_2_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(P_t) + \beta_3 (\ln A_t) + \beta_4 \ln \text{RC}_t + \beta_5 \ln T_t + \beta_6 \text{KIOTO}_t + \varepsilon_t$$

(7)

Ahora, creamos la segunda regresión auxiliar para la variable mejora tecnológica. En esta segunda regresión auxiliar aparecerá como variable regresada a la mejora tecnológica y veremos que ya no aparece en las regresoras el consumo energético. Veamos,

$$\ln IE_t = \beta_1 + \beta_2 \ln(P_t) + \beta_3 (\ln A_t) + w_t$$

(8)

Estimando por mínimos cuadrados ordinario (MCO) al modelo (8) obtendremos los residuos de la tecnología (w_t), que denotaremos por RT . Estos residuos sustituirán en el modelo (7) a la variable $\ln IE_t$, y van a representar la parte de dicha variable que no tiene ninguna relación con el resto de las variables regresoras. Finalmente, el modelo a estimar será de la siguiente manera,

$$\ln(CO2_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(P_t) + \beta_3 (\ln A_t) + \beta_4 \ln RC_t + \beta_5 \ln RT_t + \beta_6 KIOTO_t + \varepsilon_t$$

(9)

Después de haber remplazado a las dos variables que mantenían una relación, estimamos con el método mínimos cuadrados ordinarios (MCO) al modelo (9).

Luego de realizar la estimación, en la tercera parte analizamos el cumplimiento de los supuestos clásicos planteados en el modelo de regresión lineal (Wooldridge, 2010, pp. 345-351). Para ello, realizamos las siguientes pruebas: El factor de inflación de la varianza (FIV) y el número de condición (NC), para comprobar la no existencia del problema de Multicolinealidad; Test de Breush Pagan, Durbin Watson y los respectivos correlogramas, para la prueba de autorrelación; Test de Gleiser y White, para la prueba de Heterocedasticidad.

Finalmente, analizamos todos los estadísticos correspondientes que sirven como soporte para la corroboración de la hipótesis. Las pruebas a considerar son los siguientes: El coeficiente de determinación (R-cuadrado) y coeficiente de determinación ajustado

(R-cuadrado ajustado), que sirve para ver el ajuste del modelo que estamos explicando; la prueba de t-student y el P-value, para ver si las variables son estadísticamente significativos de manera individual; la prueba de F-Fisher, para ver si las variables son estadísticamente significativos de manera global; otras pruebas más que no hemos denotado, pero que serán de gran ayuda en la contrastación.

CAPITULO IV

HECHOS ESTELIZADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

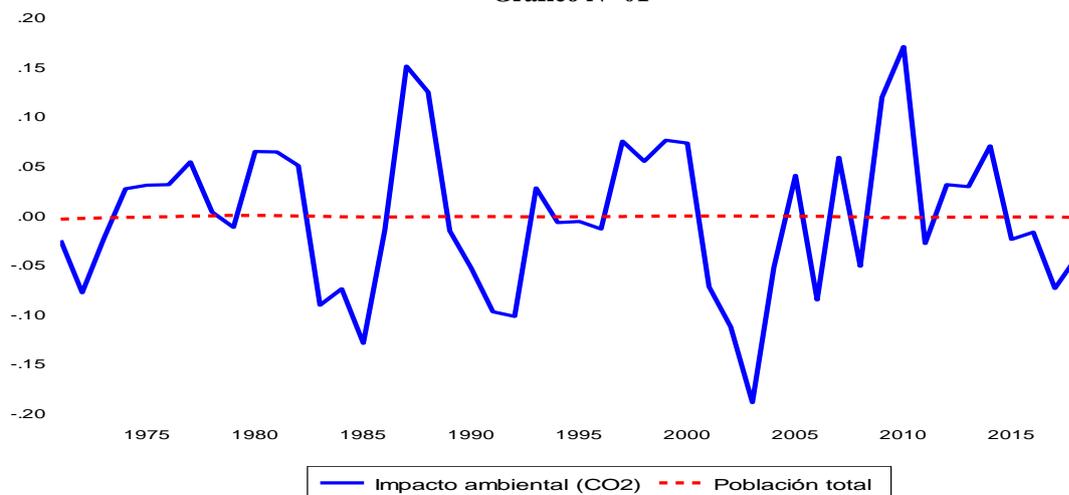
4.1. PRINCIPALES HECHOS ESTILIZADOS

En esta sección, analizamos las primeras evidencias que determinan el impacto ambiental (medido por las emisiones de CO₂). En tal sentido, presentamos algunos hechos estilizados que registran las relaciones del impacto ambiental (medido por las emisiones de CO₂) con: población total y urbana, PBI per cápita y del sector industrial, consumo de energía procedente de combustibles fósiles y la mejora tecnológica. Estos hechos estilizados se basan en información anual para el periodo 1971-2014.

Todas las variables se muestran en términos de ciclos, entendido en este caso como fluctuaciones en la tasa de crecimiento de una variable alrededor de su tendencia. Siguiendo el trabajo de Hodrick y Prescott (1980), empleamos el filtro de Hodrick y Prescott (HP) para obtener el componente cíclico. Este filtro trata de eliminar la tendencia y componentes irregulares de la serie.

En el gráfico 1, vemos el comportamiento del impacto ambiental (medido por emisiones de CO₂) y población total en el Perú. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de -0.26. El impacto es muy sensible a lo largo del tiempo; mientras tanto, no ocurre lo mismo con la población total.

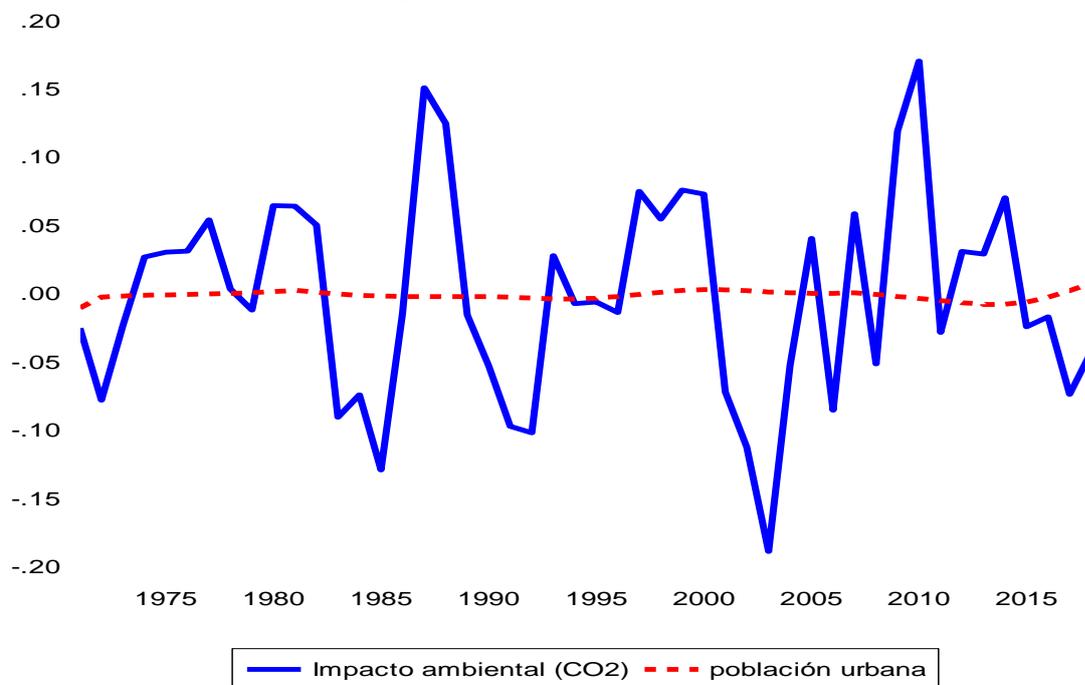
Grafico N° 01



Elaboración propia.
FUENTE: INEI y BM.

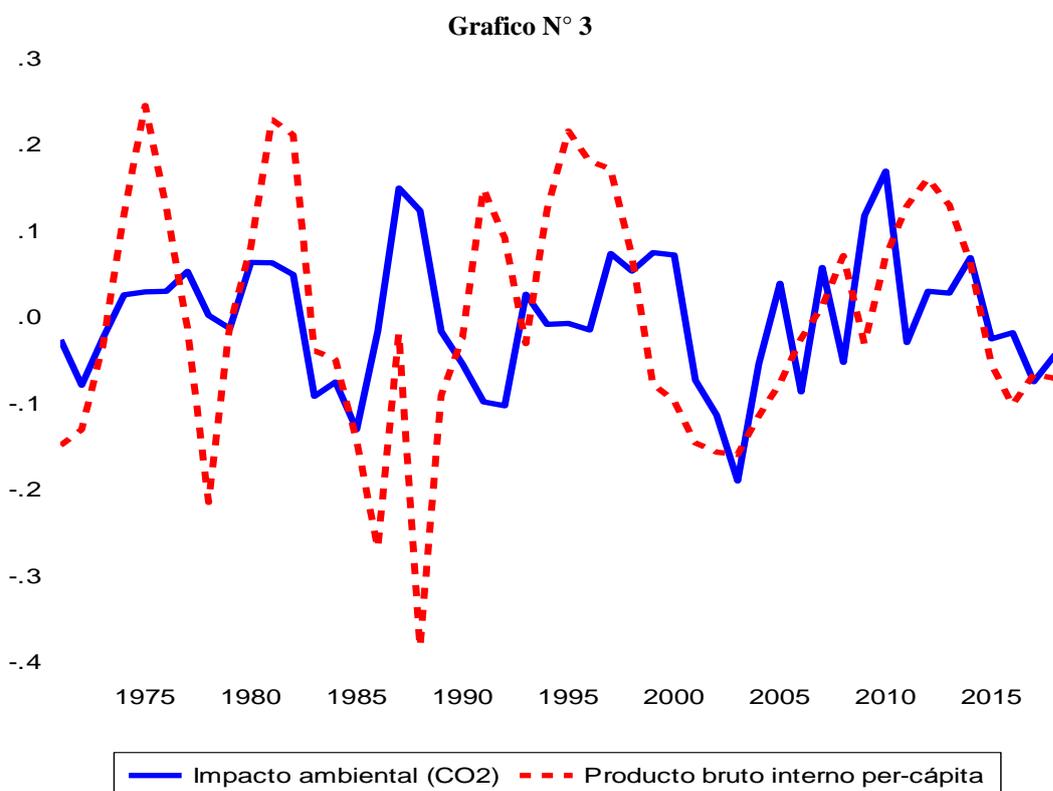
En el grafico 2, vemos el comportamiento del impacto ambiental (medido por emisiones de CO₂) y población urbana en el Perú. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de -0.09.

Grafico N° 02



Elaboración propia.
FUENTE: INEI y BM.

En el grafico 3, mostramos el comportamiento del impacto ambiental (medido por emisiones de CO₂) y PBI per-cápita del Perú. El coeficiente de correlación es mayor, a 0.21. El impacto al ambiente se ve reflejada ante el cambio del PBI Per-cápita a lo largo del periodo. Es claro que a mayor crecimiento del PBI se incrementa las emisiones de dióxido de carbono; por ende, mayor es la contaminación.

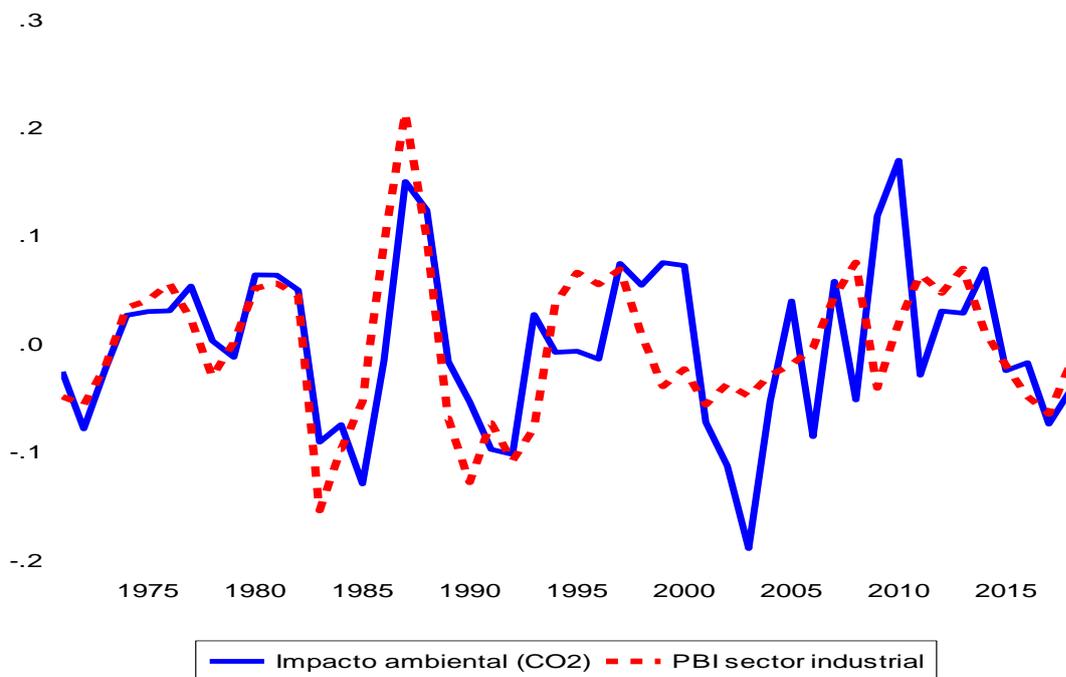


Elaboración propia.
FUENTE: INEI y BCRP.

En el grafico 4, observamos el comportamiento del impacto ambiental (medido por emisiones de CO₂) y PBI del sector industrial del Perú. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de 0.58, donde es relativamente alto. El impacto ambiental se muestra muy sensibles al cambio del

PBI sector industrial. También, se puede ver que en los años ochenta se redujo el impacto al ambiente, debido a que varias industrias cerraron a causa de la recesión que sufrió el Perú.

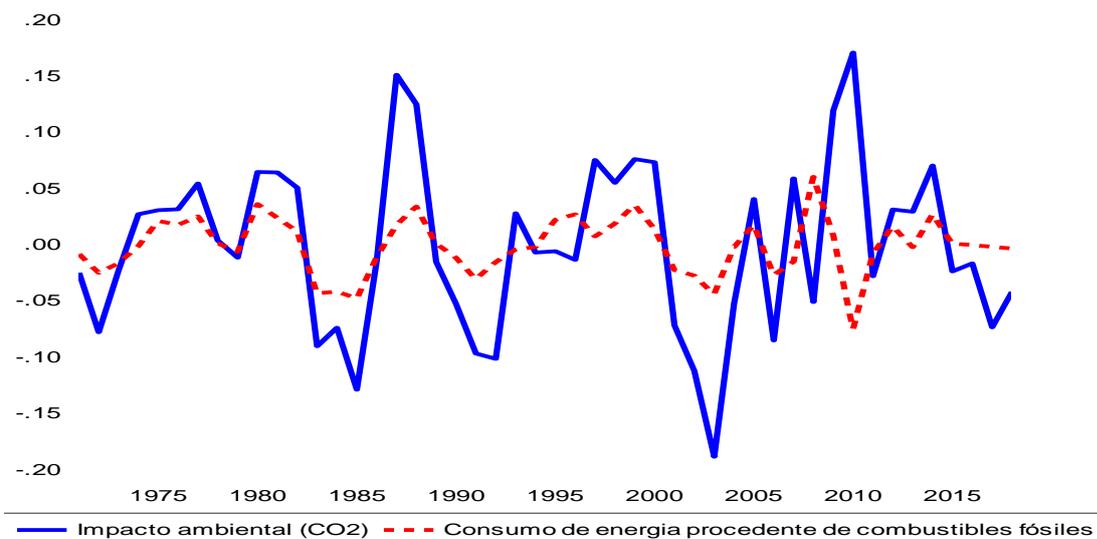
Grafico N° 4



Elaboración propia.
FUENTE: INEI y BCRP.

El grafico 5, muestra la conexión entre el impacto ambiental (medido por emisiones de CO₂) y el consumo de energía procedemnte de energía fósil. Se puede ver que estan correlacionado positivamente, siendo la correlacion de 0.46. La correlacion es meramente alta debido a que gran parte del pais utiliza energia fosil para la produccion, que conlleva a un mayor impacto al ambiente.

Grafico N° 5

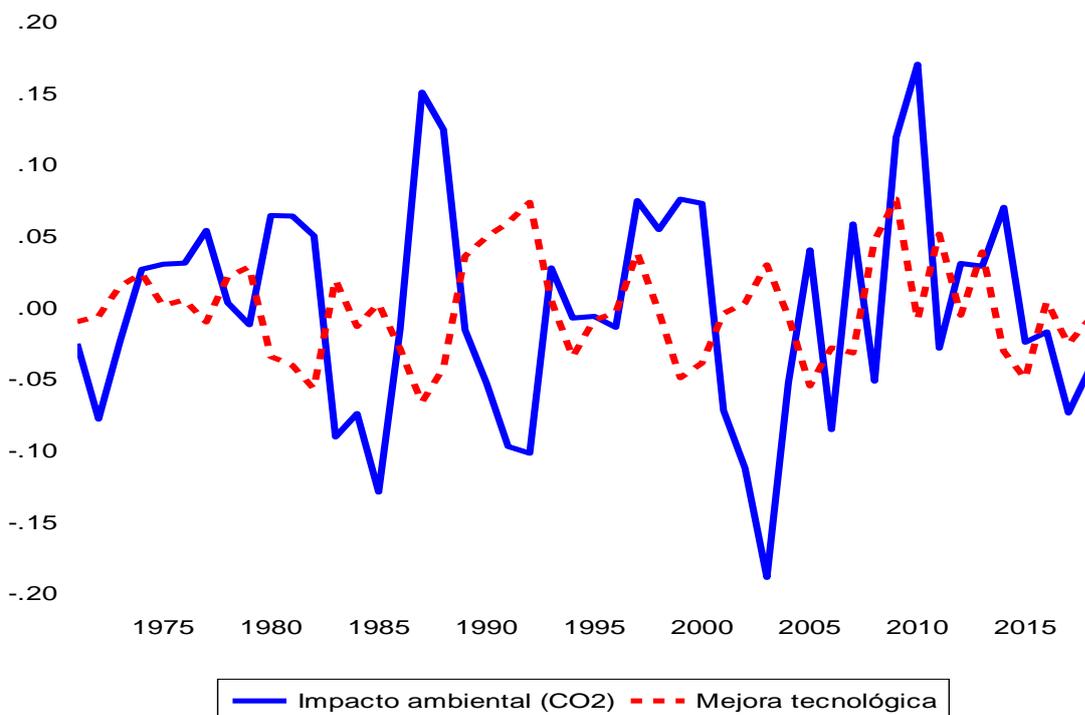


Elaboración propia.

FUENTE: INEI y BCRP.

Finalmente, el grafico 6 presenta la conexión entre el impacto ambiental (medido por emisiones de CO₂) y un factor crucial, que es la mejora tecnológica. La tecnología es expresado como la emisiones de dióxido de carbono por unidad de consumo de energía para la producción. Estas dos variables están negativamente correlacionadas, con un coeficiente de correlación de -0.35.

Grafico N° 6



Elaboración propia.

FUENTE: INEI y BCRP.

4.2. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO

El modelo a estimar es perteneciente a la quinta ecuación que se logró en la parte de modelo econométrico. Las variables que forman parte del análisis son: Impacto ambiental (medido por emisiones de CO₂), población total, afluencias (PBI per-cápita), consumo energético, mejora tecnológica, y, finalmente una variable dicótoma que representa el protocolo de Kioto (Kyoto en su denominación inglés).

Con la finalidad de suavizar las series y dado que el modelo es considerado en su forma logarítmica, en primer lugar, pasamos a tomar logaritmo a todas las variables. Cabe mencionar que se antecederá la letra “L” a todas las variables con la finalidad de recordar que está en su forma logarítmica.

Una vez convertido las series a logaritmos, pasamos a estimar el modelo. La estimación se realiza por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Esta estimación se observa en la tabla 14. Todas las variables, excepto el protocolo de Kioto, resultan ser estadísticamente significativos a un nivel de significancia de 5%, según p-valor. El coeficiente de afluencias (LA), consumo energético (LC) y la mejora tecnológica (LT) resultan ser según como se ha propuesto en la hipótesis. Se espera un coeficiente positivo de la variable población (LP); sin embargo, resulto contrario a o propuesto en la hipótesis. Debido a que el modelo estimado tuvo quiebre estructural, según como se muestra en el grafico 7 (revisar el anexo), se ha agregado la variable dicótoma R con la finalidad de contrarrestar.

Tabla N° 14: Estimación del modelo econométrico

Dependent Variable: LCO2				
Method: Least Squares				
Date: 08/04/20 Time: 13:59				
Sample (adjusted): 1972 2018				
Included observations: 47 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C1	11.30187	2.826374	3.998717	0.0003
LP	-0.816315	0.186895	-4.367781	0.0001
LA	0.361249	0.057608	6.270850	0.0000
LC	1.522648	0.393947	3.865108	0.0004
LT	-1.301423	0.194681	-6.684892	0.0000
KYOTO	0.043346	0.031127	1.392584	0.1714
R	0.264711	0.057300	4.619700	0.0000
R-squared	0.784457	Mean dependent var		0.102637
Adjusted R-squared	0.752126	S.D. dependent var		0.122157
S.E. of regression	0.060818	Akaike info criterion		-2.625249
Sum squared resid	0.147954	Schwarz criterion		-2.349695
Log likelihood	68.69335	Hannan-Quinn criter.		-2.521556
Durbin-Watson stat	2.133655			

Elaboración propia.

FUENTE: BM, INEI Y BCRP.

De ello, se puede observar que la población (LP), PBI per-cápita (LA), consumo de energía procedente de energía fósil (LC), el protocolo de Kioto y el quiebre estructural explican en un 78.5 % el comportamiento del impacto ambiental medido por emisiones de dióxido de carbono (LCO2), según el R-squared. Podemos decir que nuestras variables independientes son importantes a la hora de explicar el impacto ambiental. Si analizamos los valores obtenidos en la estimación (ver tabla 1), deducimos que:

- Un incremento de 1 % en la población total hace que el impacto ambiental varíe en un -0.8%. Esto muestra que, no necesariamente, el incremento de la población puede producir mayor impacto al ambiente.

- Un incremento de 1 % del PBI per-cápita (afluencia) hace que el impacto al ambiente se incremente en 0.36 %.
- Un incremento de 1 % en el consumo de energía fósil hace que el impacto ambiental varíe en un 1.52 %. Por tanto, el impacto ambiental aumente a una velocidad más rápida que el consumo energético.
- Si el factor mejora tecnológica incrementa en 1 %, el impacto ambiental lo hará en -1.3%. Lo que estamos diciendo con esto es que una mejora en la tecnología hace que el impacto al ambiente se reduzca: un aumento del factor T nos está diciendo que se reducen el impacto al ambiente, por lo que la tecnología es mejor.
- Finalmente, suponiendo que la variable Kioto fuera estadísticamente significativo, podemos decir que la probabilidad de ocurrencia a favor que las emisiones de dióxido de carbono se reduzcan; fue de casi nulo, es decir, el protocolo no dio mejoras. La relación existente es positiva.

➤ **Análisis de la significancia individual - prueba “t-student”**

En esta sección pasamos a analizar el grado de significancia de cada uno de las variables en base a la prueba de t-student. En la tabla 15 podemos observar el valor estimado (t-statistic) y en el grafico 7 el valor de tabla a un grado de significancia de 5%.

Para tal análisis hacemos las pruebas:

- **Hipótesis Nula** (betas iguales a cero)

$$H_0: \beta_1 = 0; \beta_2 = 0; \beta_3 = 0; \beta_4 = 0; \beta_5 = 0$$

- **Hipótesis alterna** (betas diferentes de cero)

$$H_1: \beta_1 \neq 0; \beta_2 \neq 0; \beta_3 \neq 0; \beta_4 \neq 0; \beta_5 \neq 0$$

Recordando que:

β_1 : coeficiente de población.

β_2 : coeficiente de afluencias (PBI per-cápita).

β_3 : coeficiente de consumo energético.

β_4 : coeficiente de mejora tecnológica.

β_5 : coeficiente de protocolo de Kioto.

Donde la aceptación de la hipótesis nula a favor que el coeficiente sea igual a cero, significa que dichas variables exógenas no influyen en las variaciones del impacto ambiental. Mientras tanto, cuando rechazamos la hipótesis nula decimos lo contrario. Sabemos que, cuando el valor estimado es mayor al valor de tabla ($t_e > t_t$), rechazamos la hipótesis. Haciendo una comparación podemos decir que: población, afluencias (PBI per-cápita), consumo energético y la mejora tecnológica caen en la zona de rechazo, es decir, son estadísticamente significativos. Mientras tanto, el protocolo de Kioto cae en la zona de aceptación, es decir, no es estadísticamente significativo.

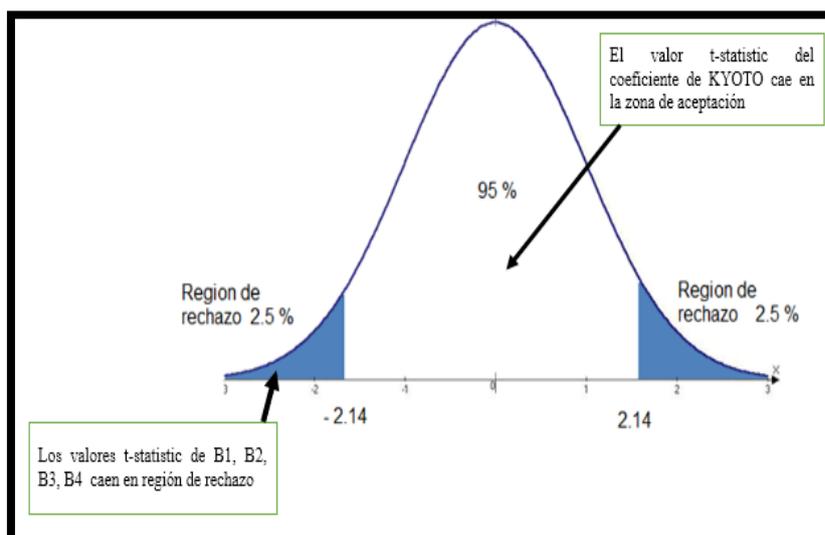
Tabla N° 15: Valor estimado de “t-statistic)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C1	11.30187	2.826374	3.998717	0.0003
LP	-0.816315	0.186895	-4.367781	0.0001
LA	0.361249	0.057608	6.270850	0.0000
LC	1.522648	0.393947	3.865108	0.0004
LT	-1.301423	0.194681	-6.684892	0.0000
KYOTO	0.043346	0.031127	1.392584	0.1714

Elaboración propia.

FUENTE: BM, INEI Y BCRP.

Grafico N° 7: El valor de tabla de “t-stadistic”



➤ **Análisis de multicolinealidad**

Siguiendo el trabajo de García, García, Gómez y Pérez (2017) se pudo corregir el problema de multicolinealidad usando el método de variables ortogonales que se presentó a primera instancia. Para tal análisis se utilizó el Factor de Inflación de Varianza (FIV). Según Neter, Wasserman y Kutner (1989) se considera que existen problemas de multicolinealidad en el modelo si el valor del FIV es mayor a 10. Definimos,

$$\mathbf{FIV} = \frac{1}{1-R^2} \quad ; \text{ donde el } R^2 \text{ muestra el R-squared.}$$

De ahí, hallando el FIV con el valor de R^2 tomado del cuadro 1 obtenemos un 4.6. Este valor se encuentra por debajo de 10, por tanto, podemos afirmar la no existencia de multicolinealidad.

➤ **Análisis de auto-correlación**

En la tabla 15 podemos observar la salida del estadístico Durbin-Watson que es de 2.1. El digito se encuentra muy cercano a lo recomendado que es 2, según como se explica en el texto de

Gujarati y Porter (2010). Por lo tanto, las estimaciones no presentan autocorrelación. Además, podemos corroborar el resultado mediante el cuadro 16 y 17, donde se muestran la Prueba de Breusch-Godfrey y el correlograma de residuos. En la prueba de Breusch-Godfrey se busca probar si se acepta o rechaza la hipótesis nula a favor de la “no existencia de autocorrelacion”. Pues, en la salida de la prueba se acepta la hipótesis nula; es decir, no hay autocorrelacion. El correlograma de residuos nos permite ver si los residuos se salen de la banda de confianza, si es así, entonces podemos sospechar de la “existencia de autocorrelacion”. Sin embargo, se puede observar la permanencia de los residuos dentro de la banda.

Tabla N° 16: prueba de Breusch-Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test				
F-statistic	0.123122	Prob. F(2,38)	0.8845	
Obs*R-squared	0.302603	Prob. Chi-Square(2)	0.8596	
Test Equation: Dependent Variable: RESID Method: Least Squares Date: 08/04/20 Time: 14:48 Sample: 1972 2018 Included observations: 47 Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C1	0.320937	2.967941	0.108134	0.9145
LP	-0.021704	0.196459	-0.110475	0.9126
LA	0.006072	0.060223	0.100831	0.9202
LC	0.037518	0.416615	0.090054	0.9287
LT	-0.025077	0.205732	-0.121889	0.9036
KYOTO	0.001286	0.031953	0.040254	0.9681

Elaboración propia.
 FUENTE: BM, INEI Y BCRP.

Tabla N° 17: Correlograma de residuos

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.071	-0.071	0.2489	0.618
		2	-0.020	-0.025	0.2698	0.874
		3	0.054	0.051	0.4229	0.935
		4	0.017	0.024	0.4383	0.979
		5	0.025	0.031	0.4737	0.993
		6	0.004	0.006	0.4746	0.998
		7	0.076	0.076	0.8071	0.997
		8	-0.224	-0.219	3.7629	0.878
		9	0.194	0.178	6.0473	0.735
		10	0.116	0.122	6.8800	0.737
		11	-0.119	-0.091	7.7906	0.732
		12	0.017	-0.003	7.8093	0.800
		13	-0.119	-0.141	8.7692	0.790
		14	0.082	0.072	9.2346	0.816
		15	-0.105	-0.087	10.025	0.818
		16	0.149	0.107	11.677	0.766
		17	-0.106	-0.047	12.547	0.766
		18	-0.217	-0.212	16.282	0.573
		19	0.047	-0.065	16.465	0.626
		20	-0.104	-0.083	17.394	0.627

Elaboración propia.

FUENTE: BM, INEI Y BCRP.

➤ Análisis de estabilidad y normalidad

En un inicio, mediante la prueba grafica de CUSUM al cuadrado se encontró la inestabilidad en los parámetros del modelo a lo largo del tiempo (revisar el grafico 8 del anexo). Es por ello, que se agregó una variable dicótoma (R) con la finalidad de recuperar la estabilidad. Después de incorporar la variable R vemos en el grafico 9 la existencia de estabilidad en el modelo (revisar el anexo). Por otro lado, podemos observar en la tabla 18 la prueba de Jarque- Bera. En esta prueba, podemos aceptar la hipótesis nula a favor de la existencia de normalidad en el modelo, según p-valor.

4.3. DISCUSION DE RESULTADOS

Resumiendo, en la regresión estimada (tabla 15) hemos encontrado que todas las variables, excepto el protocolo de Kioto, son estadísticamente

significativos. De ahí, los factores determinantes resultaron ser: Afluencias, consumo energético y la mejora tecnológica. Las variables: PBI per-cápita (LA), consumo de energía procedente de energía fósil (LC) y la tecnología (LT) resultaron ser acorde como se ha propuesto en la hipótesis. Sin embargo, hemos obtenido un signo negativo en la variable población, contrario a lo que se propuso en la hipótesis.

En diferentes investigaciones que se realizaron se encontraron relaciones positivas entre la población y el impacto ambiental. Es decir, cuando se incrementa el tamaño de la población el aprovechamiento de los recursos naturales también aumenta, por ende, mayor serán los residuos producidos por la humanidad. Sin embargo, en nuestra investigación, encontramos que a medida que se incrementa el tamaño de la población, el impacto al ambiente fue disminuyendo a lo largo del periodo en cuestión.

Las afluencias que representamos como la variación del PBI per-cápita hace que los impactos al ambiente se incrementen. Siguiendo los trabajos presentado en los antecedentes, vemos que los resultados obtenidos son parecidos. Esto es un claro ejemplo que el crecimiento económico hace que se incrementen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por ende, mayor deterioro del medio ambiente. Muchas veces se suele hablar de un fenómeno meramente ecológico muy aparte o externo respecto de la economía; sin embargo, la mayor parte de las explicaciones sobre el calentamiento de nuestros sistemas provienen de la actividad económica. De la misma manera, por citar un estudio, de los científicos Triacca, attanacio y Pasini (2013) en su papeL “la hipótesis del calentamiento global antropogénico: Testeando su robustez por medio de la causalidad de Granger” explican que la actividad económica es el determinante clave en el calentamiento global. Este resultado es de crucial importancia

para los políticos y académico. Por un lado, algunos están a favor que se imparta el crecimiento económico debido a su importancia como sostén en los programas sociales, disminuir pobreza, etc. Sin embargo, por el otro lado, algunos critican en la forma como estamos creciendo, un crecimiento con altas emisiones al medio ambiente, que en futuro no muy lejano nos podría pasar factura.

El consumo de energético guarda una relación positiva con el impacto ambiental. A mayores consumos de energía provenientes de energía fósil llevan a que el impacto ambiental sea mayor. Según los balances que realiza el Ministerio de Energía y Minas (MINEN, 2020), el consumo de energía fósil es que más se utiliza para la producción en nuestro país. Además, muestra que el sector industrial y transporte son las que más utilizan. Pues, esto explica la sensibilidad del impacto ambiental ante las variaciones del consumo de energía fósil.

Para la mejora tecnológica (emisiones por unidad de consumo de energía), se encontró una relación negativa con el impacto ambiental. Los resultados obtenidos son parecidos a los trabajos que se denotaron en los antecedentes. Siguiendo a Atoche (2012) y Zilio (2008) podemos afirmar la importancia de las mejoras en equipos que se utilizan en la producción, con la finalidad de reducir los residuos emitidos al ambiente. De ahí, podemos decir con certeza que las mejoras tecnológicas en los diferentes sectores de nuestro país, ayudan a reducir el impacto ambiental, y, en particular, las emisiones de dióxido de carbono.

Finalmente, en nuestra hipótesis, hemos propuesto una relación negativa entre el protocolo de Kioto y el impacto ambiental; sin embargo, no resultó ser así. Además, el resultado muestra que el protocolo en nuestro país, no dio resultados para reducir el impacto al ambiente. En ese sentido, es posible que las debilidades institucionales en

nuestro país condicionen el cumplimiento de los compromisos. Por otra parte, quizás la explicación se base en la informalidad y la poca cultura que tenemos frente al medio ambiente en nuestro país.

En conclusión, los resultados de la estimación son claros para el periodo 1971-2014 en caso de estimar los factores determinantes del impacto ambiental. Efectivamente algunas hipótesis que se plantean son certeras. De hecho, esto implica que además de tener una economía sólida en los últimos años, el impacto ambiental presentado como las emisiones de dióxido de carbono ha ido incrementándose.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se ha analizado los factores determinantes del impacto ambiental para el periodo 1971-2014. El marco de referencia ha sido el modelo STIRPAT desarrollado por Dietz y Rosa (1997). Este modelo relaciona el impacto ambiental, en nuestro caso las emisiones de dióxido de carbono como variable proxy, con el número de habitantes en el país, nivel de riqueza (afluencias) y su nivel tecnológico. Esta última variable se ha aproximado por la intensidad de emisiones (emisiones por unidad de uso de energía). Además, en nuestro trabajo adherimos las variables consumo energético y el protocolo de Kioto, con la finalidad de ampliar la investigación como lo hacen varios autores.

En nuestra estimación todas las variables, excepto el protocolo de Kioto, resultaron ser estadísticamente significativas. Las variables: PBI per-cápita (afluencias), consumo energético y la mejora tecnológica, resultaron acorde a como se propuso en la hipótesis. Mientras tanto, el signo de la población resulto ser diferente a lo que se ha propuesto en la hipótesis. De ahí, podemos concluir, como factores determinantes de impacto ambiental: población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica.

La relación entre el impacto ambiental (medido por las emisiones de CO₂) y la población total resultaron ser negativas. El resultado obtenido fue diferente a los autores que se mostraron en los antecedentes. Es claro que el incremento en el número de habitantes en nuestro país, no siempre traerá consigo un impacto al ambiente.

La afluencia, representado por el PBI per-cápita, resulto tener una relación positiva con el impacto ambiental (medido por las emisiones de CO₂). Es decir, que producir más bienes y servicios en la economía conlleva a más deterioro ambiental.

El consumo energético y el impacto ambiental (medido por las emisiones de CO₂) resultaron tener una relación positiva. Es decir, un incremento en el consumo energético produce mayor deterioro ambiental.

Resulta muy llamativo las mejoras tecnológicas, pues, en el resultado se obtuvo que guardan una relación negativa con el impacto ambiental (medido por las emisiones de CO₂). De ahí, podemos decir que las mejoras tecnológicas en los diversos sectores reducen el impacto al ambiente, y, de manera particular, las emisiones de dióxido de carbono.

Finalmente, la variable protocolo de Kioto resultó ser estadísticamente no significativo. Además, la estimación muestra la existencia de una relación negativa con el impacto ambiental (medido por las emisiones de CO₂), contrario a como se ha propuesto en la hipótesis. En palabras sencillas podemos decir que después que se dio inicio el protocolo, no hubo reducciones considerables en las emisiones, pese a que fue su principal objetivo. Siguiendo el trabajo de Duarte (2018) esto es explicado por la poca credibilidad que tienen las instituciones frente al cumplimiento de los protocolos.

Sabemos que, por el lado del incremento de la población no se puede hacer mucho. De la misma manera, es casi imposible pedir que se reduzca el crecimiento del PBI. En ese sentido, las principales acciones de política ambiental para disminuir el impacto ambiental, deben concentrarse en: impulsar la mejora tecnológica en los diversos sectores, uso adecuado y oportuno del consumo energético e impulsar el cumplimiento de normas y protocolos ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

Watson, R. T., Zinyowera, M. C., & Moss, R. H. (Eds.). (1996). *Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Pachauri, R. K., Meyer, L. A., & Stocker, T. (2014). IPCC 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. *Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Quinto Informe de evaluación del panel intergubernamental sobre el cambio climático*. IPCC, Ginebra, CHE.

Dossantos, L. y Bengochea, A. (2015). Determinantes de las emisiones de CO2 en los países.1-23. Recuperado de:
<https://old.reunionesdeestudiosregionales.org/Reus2015/htdocs/pdf/p1481.pdf>

Zilio, M. I. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina. Un aporte al estudio del cambio climático. *Economía y sociedad*, 14(22), 133-161.

Pascumal, P., & Isabel, L. (2016). Estructura productiva, eficiencia energética y emisiones de CO2 en Colombia.

Díaz-Vázquez, M. R., & Cancelo, M. T. (2010). Análisis de los factores determinantes de la evolución de las emisiones de CO2 y de azufre en países OCDE mediante una descomposición econométrica. *rEviSta dE Economía mundial*, (26), 85-106.

Huanchi, W. A., & Quispe, G. C. (2018). CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LA ECONOMÍA PERUANA, PERIODO 1972-2010. *Semestre Económico*, 4(2).

Flórez, M., & Aurora, G. (2018). La Curva de Kuznets Ambiental (CKA) basada en el Indicador de Consumo Material Doméstico (CDM): Perú, 1970-2015.

MINEM. (2015). Balance general de energía 2015. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=12

Glave, M. (2007). La minería peruana: lo que sabemos y lo que aún nos falta por saber. MISC.

Ehrlich, P. R., y Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212-1217.

Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1), 1-28.

Kaya, Y., y Yokobori, K. (Eds.). (1997). *Environment, energy, and economy: strategies for sustainability*. Tokyo: United Nations University Press.

Leopold, L. B. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Vol. 28, No. 2). US Dept. of the Interior.

Missemer, A. (2012). William Stanley Jevons' The Coal Question (1865), beyond the rebound effect. *Ecological Economics*, 82, 97-103.

Ministerio del Ambiente del Perú: MINAM. Consulta: 20 de noviembre de 2019 <https://www.gob.pe/minam>

Organismo de Evaluación y fiscalización Ambiental: OEFA. Consulta: 20 de noviembre de 2019 <https://www.gob.pe/oefa>

Instituto Nacional de Estadística e Informática: INEI. Consulta: 20 de noviembre de 2019 <https://www.inei.gob.pe/>

Banco Central de Reserva del Perú: BCRP. Consulta: 20 de noviembre de 2019 <http://www.bcrp.gob.pe/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe: CEPAL. Consulta: 20 de noviembre de 2019 <https://www.cepal.org/es>

Gómez, C. M. G. (2000). Teoría económica de los impuestos pigouvianos: información y eficiencia. *Lecturas de Economía*, (53), 91-123.

Carpintero, Ó. (2006). *La bioeconomía de georgescu-roegen*. Barcelona: Montesinos.

Hernández Cervantes, T. (2008). Breve exposición de las contribuciones de Georgescu Roegen a la economía ecológica y un comentario crítico. *Argumentos (México, DF)*, 21(56), 35-52.

Uribe Sánchez, J. L. E. (2009). El pensamiento complejo de Edgar Morin, una posible solución a nuestro acontecer político, social y económico. *Espacios públicos*, 12(26).

Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1970). Hidden Effects of Overpopulation. *Saturday Rev.*

Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212-1217.

Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1972). One-dimensional economy. *Bull At Sci*, 28(5), 16-27.

Commoner, B., Corr, M., & Stamler, P. J. (1971). The causes of pollution. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 13(3), 2-19.

Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental* (No. 333.7 L3.). Pearson Educación.

York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological economics*, 46(3), 351-365.

Waggoner, P. E., & Ausubel, J. H. (2002). A framework for sustainability science: A renovated IPAT identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7860-7865.

Cortés Padilla, M. T. (2012). Metodología de la Investigación. *México: Trillas, 175p.*

Salinas, P. (2012). Metodología de la investigación científica. *Mérida-Venezuela: Universidad de Los Andes.*

Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta. Fidiás G. Arias Odón.

Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. (5a. Edición). México DF, México: McGraw-Hill interamericana S.A.

Wooldridge, J. M., (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. (4a. Edición). México DF, México: Cengage Learning Editores, S.A.

Novalés, A., Salmerón, R., García, C., García, J., & López, M. M. (2015). Tratamiento de la multicolinealidad aproximada mediante variables ortogonales. In *Anales de Economía Aplicada* (Vol. 29, pp. 1212-1227).

Salmerón, R., García, J., García, C. B., & García, C. (2016). Treatment of collinearity through orthogonal regression: an economic application. *Boletín de Estadística e Investigación Operativa*, 32(3), 184-202.

Hodrick, R. J. y EC Prescott, 1980, *Ciclos comerciales estadounidenses de posguerra: una investigación empírica*. Documento de debate 451, Universidad Carnegie Mellon.

García, C. G., GARCÍA, C. B. G., Gómez, R. S., & Pérez, J. G. (2017). Regresión con variables ortogonales y regresión alzada en el modelo STIRPAT. *Estudios de Economía Aplicada*, 35(3), 717-734.

Neter, J., Wasserman, W. y Kutner, MH (1989). Modelos de regresión lineal aplicados.

Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (quinta edición). México: McGRAW-HILL/Interamericana Editores, SS DE CV.

Triacca, U., Attanasio, A., & Pasini, A. (2013). Anthropogenic global warming hypothesis: testing its robustness by Granger causality analysis. *Environmetrics*, 24(4), 260-268.

MINEN. (26 de JULIO de 2020). *MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_publicaSector.php?idSector=12

Atoche Sandoval, J. L. (2012). Determinantes de las emisiones de dióxido de carbono: Un análisis de datos de panel para 80 países del mundo: 1990–2008.

Zilio, M. I. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina. Un aporte al estudio del cambio climático. *Economía y sociedad*, 14(22), 133-161

Duarte, C. (2018). El Protocolo de Kioto:¿ logro o fracaso. *Recuperado el*, 31.

Mendoza, W. (2014). Cómo investigan los economistas. Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación. Lima, Perú. Editorial PUCP.

Georgescu-Roegen, N., Naredo, J. M., & Grinevald, J. (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico*. Madrid, España: Fundación Argentaria.

Ekins, P. (2002). *Economic growth and environmental sustainability: the prospects for green growth*. Routledge.

ANEXOS

I. MATRIZ DE CONSISTENCIA

“El impacto ambiental y sus factores determinantes en el Perú en el periodo 1971-2014”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cuáles son los factores determinantes del impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Estimar los factores que determinan el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014.</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Los factores determinantes que inciden en el impacto ambiental son la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica en el Perú, durante el periodo 1971-2014.</p>	<p>V1: VD: Emisiones de dióxido de carbono.</p> <p>Indicador:</p> <ol style="list-style-type: none"> Medido por emisiones de dióxido de carbono en toneladas métricas per-cápita.
<p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la relación de la población, consumo energético, afluencias (renta) y la mejora tecnológica con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014? ¿Cómo responde el impacto ambiental ante las variaciones en el tamaño de la población, afluencias (renta) consumo energético y la mejora tecnológica, durante el periodo 1971 -2014? ¿Cuál es la relación del protocolo de Kioto con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971 -2014? 	<p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> Describir la relación que existe entre la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014. Describir el grado de respuesta del impacto ambiental en el Perú, ante las variaciones en la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica, durante el periodo 1971 -2014. Conocer la relación del protocolo de Kioto con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014. 	<p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> Existe una relación directa entre el tamaño de población, afluencias (renta) y el consumo energético con el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971-2014. Mientras tanto, existe relación inversa entre el impacto ambiental y la mejora tecnología en el Perú, durante el periodo 1971-2014. El impacto ambiental en el Perú, responden moderadamente a las variaciones en el tamaño de la población, afluencias (renta), consumo energético y la mejora tecnológica, durante el periodo 1971 -2014. Existe relación inversa entre el protocolo de Kioto y el impacto ambiental en el Perú, durante el periodo 1971 -2014. 	<p>V2: VI: Población, Renta, Consumo energético, mejora tecnológica y Protocolo de Kioto.</p> <p>Indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> Medido por el nivel de población. Medido por el PBI per-cápita. Medido por el consumo de energía fósil. Medido por intensidad de emisiones. Medido por el indicador dicotómica entre ceros y unos.

II. MATRIZ DE DATOS

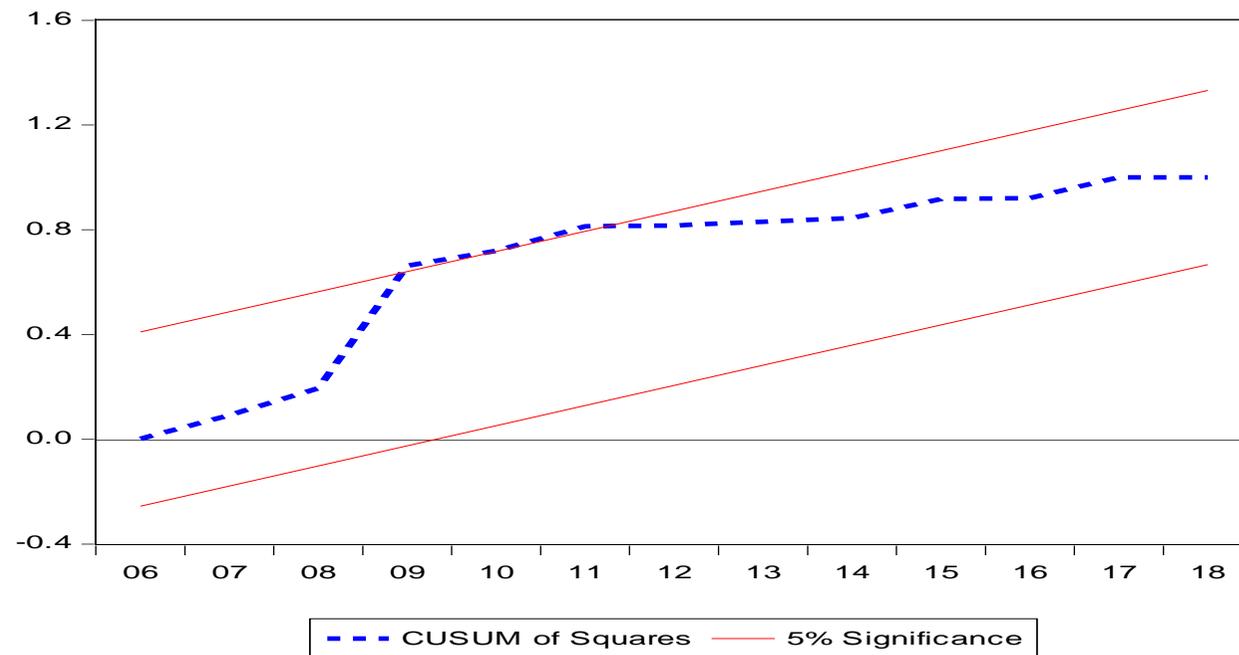
FUENTE:	Banco Mundial (BM)	INEI	BCRP	Banco Mundial (BM)	Banco Mundial (BM)	Banco Mundial (BM)
AÑO	EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO (TONELADAS MÉTRICAS PER CÁPITA)	NÚMERO DE HABITANTES (POBLACIÓN TOTAL)	PBI PER CÁPITA (US\$ corrientes)	USO DE ENERGÍA (KG DE EQUIVALENTE DE PETRÓLEO PER CÁPITA)	CONSUMO DE ENERGIA PROCEDENTE DE ENERGIA FOSIL (% DEL TOTAL)	INTENSIDAD DE EMISIONES (EMISIONES/USO ENERGETICO)
1971	1.345	13567714	599.12	659.7189132	58.19919188	0.026061099
1972	1.278	13953235	646.14	641.9884712	57.77346614	0.026788643
1973	1.352	14348084	752.22	650.7430805	58.80490918	0.028011055
1974	1.422	14751106	922.85	670.0308416	60.22126062	0.028931504
1975	1.424	15161146	1094.16	671.3280298	62.07483238	0.028954549
1976	1.417	15580807	1006.89	663.9899102	62.26744025	0.029748946
1977	1.436	16010843	899.26	670.2879098	63.05548592	0.029999049
1978	1.346	16447370	748.99	634.0219317	61.76383529	0.031724455
1979	1.302	16886456	932.75	615.9437278	61.44138385	0.032787086
1980	1.375	17324179	1033.42	641.5548328	64.1386106	0.031637202
1981	1.340	17760219	1203.71	629.819265	63.34010355	0.032390245
1982	1.285	18197198	1182.73	625.8342711	62.5476917	0.032927248
1983	1.084	18635588	919.17	561.904665	59.16433501	0.036815854
1984	1.071	19075874	910.97	562.3081173	59.31115233	0.037015294
1985	0.987	19518555	836.95	535.0807915	59.08567456	0.03916231

1986	1.080	19965797	753.53	532.6515799	61.55586815	0.039601873
1987	1.246	20417262	1000.53	534.7107282	63.73177838	0.039853324
1988	1.187	20869717	729.88	514.408211	65.21668448	0.042687888
1989	1.010	21319883	1040.96	464.6510744	63.55264502	0.048309369
1990	0.955	21764515	1196.59	441.0345717	63.28006275	0.051116174
1991	0.901	22203931	1539.45	423.9700177	62.65214326	0.053732573
1992	0.889	22640305	1573.54	404.3471325	64.20497478	0.056513323
1993	1.009	23073150	1501.96	423.5187337	65.57455066	0.054507624
1994	0.976	23501974	1881.74	430.5709751	66.3603423	0.053905166
1995	0.983	23926300	2194.02	451.5048668	68.62247109	0.056765723
1996	0.985	24348132	2232.08	456.4838952	69.5043471	0.058416081
1997	1.090	24767794	2306.44	433.8555772	68.61724901	0.062216556
1998	1.084	25182269	2163.12	448.404404	69.76566572	0.060869161
1999	1.126	25588546	1924.49	470.0110164	71.19740134	0.059166698
2000	1.145	25983588	1955.59	461.8931922	69.90923825	0.06082575
2001	1.014	26366533	1941.48	440.1259959	67.54891157	0.06402712
2002	1.003	26739379	2021.24	438.1142032	67.40480063	0.065533141
2003	0.964	27103457	2145.64	425.1701341	66.54729184	0.068327941
2004	1.155	27460073	2417.04	466.0677573	69.74942824	0.066816465
2005	1.333	27810540	2729.50	489.6523362	71.55882901	0.064421218
2006	1.241	28151443	3154.33	471.4453633	68.949293	0.066911253
2007	1.516	28481901	3606.07	505.9504003	70.35520249	0.067312922
2008	1.436	28807034	4220.62	526.3965805	76.57105976	0.073343941
2009	1.796	29132013	4196.31	547.4265572	73.40752337	0.075812909

2010	1.984	29461933	5082.35	643.0658206	68.26017768	0.06968338
2011	1.696	29797694	5869.32	649.2562376	73.87026165	0.073704336
2012	1.866	30135875	6528.97	692.9539738	76.65912386	0.069109929
2013	1.920	30475144	6756.75	684.1540906	76.24394606	0.071498513
2014	2.052	30814175	6679.34	790.2171922	79.55568357	0.065833799

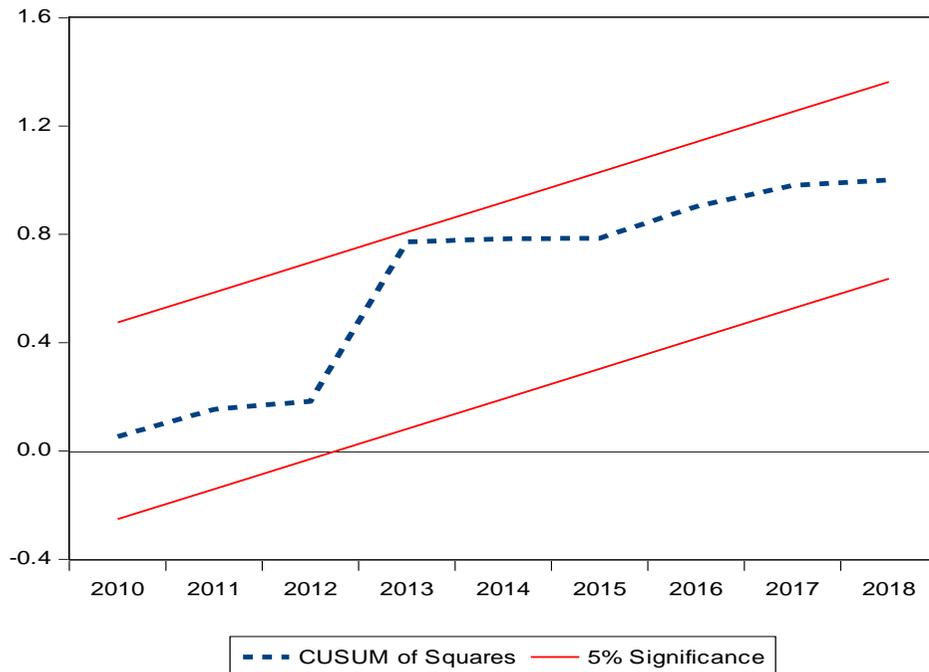
III. PRUEBAS DE ESTABILIDAD Y NORMALIDAD

Grafico N° 7: Prueba de CUSUM al cuadrado a primera instancia



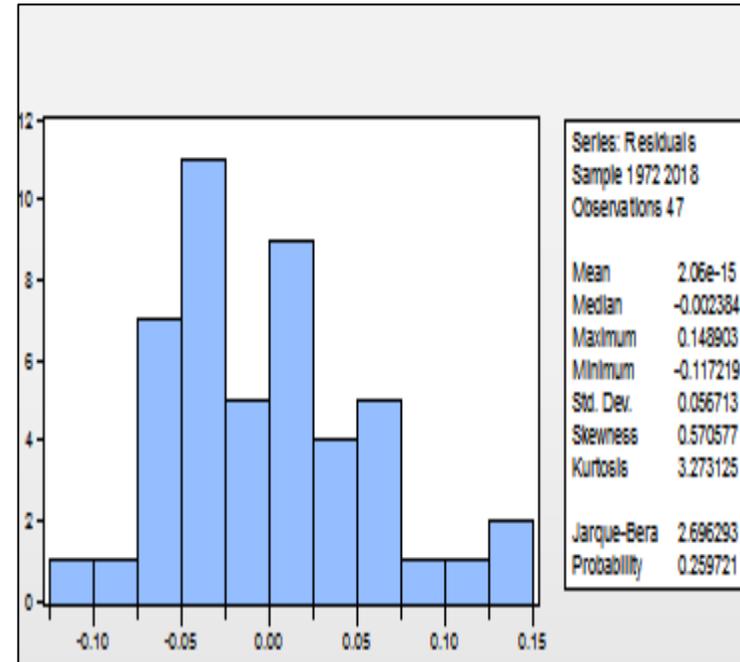
Elaboración propia.
FUENTE: BM, INEI Y BCRP

Grafico N° 8: Prueba de CUSUM al cuadrado



Elaboración propia.
FUENTE: BM, INEI Y BCRP

Tabla N° 18: Prueba de Jarque-Bera



Elaboración propia.
FUENTE: BM, INEI Y BCRP.



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO



FACULTAD DE ECONOMÍA

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 099-2019-SUNEDU/CD

RESOLUCIÓN N° 016-2020-UNHEVAL-FE-D

Cayhuayna, 06 de enero de 2020

Visto:

Los documentos que se acompañan en tres (03) folios;

CONSIDERANDO:

Que, con Resolución N° 052-2016-UNHEVAL-CEU, de fecha 26.AGO.2016, se resuelve proclamar y acreditar a partir del 02.SET.2016 hasta el 01.SET.2020, a los Decanos de las 14 facultades de la UNHEVAL, siendo el Dr. Victor Pedro CUADROS OJEDA el Decano de la Facultad de Economía;

Que, en el Reglamento de Grados y Títulos en el Capítulo IV: **DE LA MODALIDAD DE TESIS**, en su Artículo 14° señala: "El alumno que va a obtener el título profesional por la modalidad de tesis debe presentar, en el último año de estudios de su carrera profesional, el Proyecto de Tesis, con el visto bueno del profesor de la asignatura de tesis o similar, solicitando al Decano de la Facultad el nombramiento de un Asesor de Tesis";

Que, con FUT N° 0515670, de fecha 31.DIC.2019, presentado por los alumnos egresados **Luis Enerson GARCIA MORALES** y **Yen Richard FIGUEROA HIDALGO** de la Escuela Profesional de Economía, solicita autorización para titularse por la modalidad de tesis colectivo y nombramiento de asesor de tesis, proponiendo al **Mg. Julio César CASTRO CÉSPEDES**, quien firma en señal de aceptación;

Estando a las atribuciones otorgadas al Decano por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto Reformado de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

- 1° **AUTORIZAR** a los Egresados **Luis Enerson GARCIA MORALES** y **Yen Richard FIGUEROA HIDALGO**, de la Escuela Profesional de Economía, acogerse a la modalidad de tesis colectivo para su titulación, por lo expuesto en los considerandos de la presente Resolución.
- 2° **NOMBRAR** al docente **Mg. Julio César CASTRO CÉSPEDES**, Asesor de tesis colectivo de los Egresados en Economía **Luis Enerson GARCIA MORALES** y **Yen Richard FIGUEROA HIDALGO**, de la Escuela Profesional de Economía.
- 3° **DAR A CONOCER** la presente Resolución al asesor y a los interesados.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Econ. Timoteo ZAMBRIANO TOLEDO
DECANO (e)

Distribución:
Asesor / Interesados (02) / Archivo
dov/Sec.



"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN - HUÁNUCO
FACULTAD DE ECONOMÍA

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 099-2019-SUNEDU/CD
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL PARA OTORGAMIENTO DEL
TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA

En la ciudad de Huánuco a los 14 días del mes de Octubre del 2020, siendo las 11am, se reunieron en la Plataforma de Videoconferencia de sustentación virtual: <https://unheval.webex.com/unheval/j.php?MTID=m21e7001325a08c3c00b05987fc6fb437>, los Miembros Integrantes del Jurado Examinador de la Tesis colectiva titulada: "EL IMPACTO AMBIENTAL Y SUS FACTORES DETERMINANTES EN EL PERÚ EN EL PERIODO 1971-2014", presentado por los Bachilleres de Economía Luis Enerson GARCIA MORALES y Yen Richard FIGUEROA HIDALGO, Aprobada con RESOLUCIÓN N° 163-2020-UNHEVAL-FE-D, procediendo a dar inicio el acto de sustentación virtual para obtener el TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA, siendo los Miembros del Jurado los siguientes docentes:

- Dra. María Teresa CORCINO BARRUETA PRESIDENTE
- Mg. Isidro Teodolfo ENCISO GUTIERREZ SECRETARIO
- Mg. Roque VALDIVIA JARA VOCAL
- Dr. Victor CUADROS OJEDA ACCESITARIO

Asesor de Tesis: Mg. Julio César CASTRO CÉSPEDES (Resolución N° 016-2020-UNHEVAL-FE-D)

Finalizada la sustentación virtual de la Tesis, el Jurado procedió a deliberar y verificar, habiendo obtenido el siguiente calificativo:

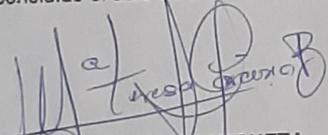
Apellidos y Nombres del Tesista	1er. Miembro	2do. Miembro	3er. Miembro	Promedio Final
GARCIA MORALES Luis Enerson	16	16	16	16
FIGUEROA HIDALGO Yen Richard	16	16	16	16

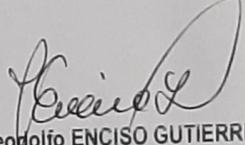
Que de acuerdo al Art. 32° del Reglamento de Grados y Títulos vigente, tiene el equivalente a Buena

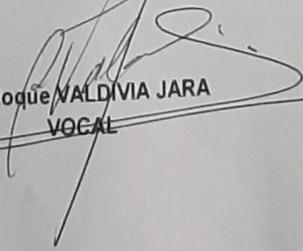
OBSERVACIONES:

.....

Se dio por concluido el acto de sustentación virtual a horas 12.50 pm en fe de lo cual firmamos.


 Dra. María Teresa CORCINO BARRUETA
 PRESIDENTE


 Mg. Isidro Teodolfo ENCISO GUTIERREZ
 SECRETARIO


 Mg. Roque VALDIVIA JARA
 VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	24/11/2019	1 de 2

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: GARCIA MORALES LUIS ENERSON

DNI: 61103027

Correo electrónico: garciamorales776@gmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 958106122 Oficina _____

Apellidos y Nombres: FIGUEROA HIDALGO YEN RICHARD

DNI: 73620545

Correo electrónico: Figuesoahidalgo2@gmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 921370986 Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____

Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de:	<u>ECONOMIA</u>
E. P. :	<u>ECONOMIA</u>

Título Profesional obtenido:

ECONOMISTA

Título de la tesis:

" EL IMPACTO AMBIENTAL Y SUS FACTORES
DETERMINANTES EN EL PERU EN EL PERIODO
1971-2014 "

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	24/11/2019	2 de 2

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- () 1 año
- () 2 años
- () 3 años
- () 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 24 de noviembre del 2020

Firma del autor y/o autores: