

FACULTAD DE NEGOCIOS

Carrera de **ECONOMÍA**

“CRECIMIENTO ECONÓMICO Y SU INCIDENCIA
SOBRE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL
PERÚ DE 1960 A 2020”

Tesis para optar al título profesional de:

Economista

Autores:

Pamela Carolina Fabian Vera
Elícita Maricely Fernández Vásquez

Asesor:

Mg. María Graciela Zurita Guerrero
<https://orcid.org/0000-0002-0993-5684>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	MARCO ANTONIO HONORIO ACOSTA	18856111
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ALVARO LARRY LUIS MENDOZA CASTILLO	40872130
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ALDO COTRINA VILLAR	06447940
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mi madre, Jesica Vera Miranda quien representa el pilar más importante en mi vida por el apoyo y amor incondicional que me brinda a cada momento.

A mi padre, José Fabian Loyola por enseñarme a amar y haberme dado la oportunidad de contar con una educación de calidad y valores.

Fabian Vera, Pamela

A mi madre que me ha enseñado que la debilidad es una fortaleza para creer en uno mismo. A mi padre por su preocupación y su carácter para seguir adelante.

Su esfuerzo y apoyo incondicional para cumplir nuestra meta; los problemas y las felicidades que conllevaron a cumplir el objetivo.

Principalmente un agradecimiento a mí, por la capacidad innata que tengo para aprender, por no desmayar en las dificultades, por tener la resiliencia suficiente para no caer y por todo el esfuerzo que dedique. Gracias.

Fernández Vásquez, Elícita Maricely

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por la fuerza, perseverancia y protección que nos brinda en los momentos más difíciles de nuestra vida.

A nuestro docente y asesor de tesis Percy Escalante.

Quien nos guía en el desarrollo de nuestro trabajo de investigación y brindarnos los conocimientos necesarios para ser profesionales de éxito

A nuestros amigos.

Con los compartimos gratos momentos, lo cual permite que la carrera sea más fructífera y llena de experiencias gratificantes

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	17
1.4. Hipótesis	17
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS	21
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	26
REFERENCIAS	28
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	25
---------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la actividad económica de Perú en millones de soles con información disponible en el Banco de Central de Reserva del Perú.	22
<i>Figura 2.</i> Emisiones de CO2 en kilotoneladas de Perú con datos del Banco Mundial.	23
<i>Figura 3.</i> Análisis gráfico de series a partir de datos del BCRP y Banco Mundial.	23
<i>Figura 4.</i> Análisis gráfico de series en un modelo lineal con datos del BCRP y Banco Mundial. ..	24
<i>Figura 5.</i> Comparación de predicción de modelo con datos reales	25

RESUMEN

La presente investigación aborda el problema de crecimiento económico en relación a la contaminación ambiental motivado por los recientes resultados en niveles de contaminación de Perú, donde el principal objetivo de investigación es determinar la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en Perú de 1960 a 2020 orientado a lo postulado por Kuznets, quien sostiene que países emergentes o en vías de desarrollo de ingresos bajos tendrían una relación positiva entre crecimiento y contaminación. Considerando un diseño no experimental de enfoque cuantitativo estimamos una regresión econométrica por mínimos cuadrados dinámicos generalizados (DGLS) encontrando que un aumento del crecimiento económico en 1% aumenta las emisiones de CO₂ en 1.01%, siendo el traspaso positivo. Con una estimación econométrica, la cual minimiza la suma total de los residuos a un nivel de 0.3094, con un error estándar total de la regresión en 0.07. Estas cifras muestran que la correlación lineal de ambas series es de 97.43%, donde el crecimiento económico mostraría una explicación de casi la totalidad de las emisiones de CO₂.

PALABRAS CLAVES: Crecimiento, contaminación, Kuznets.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La economía global ha mantenido un crecimiento alrededor del 3% anual de acuerdo a las cifras del Banco Mundial (2022) donde se ha impulsado por sus orígenes en la extracción y explotación de recursos no renovables (como por ejemplo minerales, petróleo y otros).

Donde, de acuerdo al análisis reciente del FMI (2022) los precios máximos alcanzados por los minerales han promovido el aumento de los niveles productivos de los sectores mineros, siendo en la mayor parte de países exportadores realizados en altos niveles de informalidad tributaria, laboral y ambiental.

Bajo estos niveles de informalidad, el reciente reporte de la OMS (2022) señala puntuales resultados basados en evidencia, como en el que de acuerdo a cifras globales de monitoreo de condiciones de salud en la población, es la contaminación del aire la principal fuente de deterioro de salud para la ciudadanía. Sus nuevas directrices establecen un cambio sobre los umbrales apropiados para determinar los niveles de calidad de aire en zonas de influencia. Y, dadas las condiciones históricas presentes, el monitoreo de la calidad de aire es medida a través de las emisiones de CO₂ como indicador de contaminación ambiental.

Adicionalmente, la OMS (2022) señala que el 90% de las personas en el mundo respiran aire contaminado; y, que en países de ingresos bajos y medianos de Asia, África y América más del 90% de muertes están relacionadas a la contaminación del aire, donde identifican que cada umbral de contaminación del aire reduce la esperanza de vida de 2 a 24 meses.

El crecimiento económico de Perú de los últimos 70 años ha sido en promedio 3.8% anual, según cifras del INEI (2020), ha venido impulsando el aumento de los niveles de producción, en especial del sector minería, destacado por el modelo primario exportador

peruano sostenido en recursos mineros metálicos principalmente, como también sostiene el BCRP (2022) para años recientes. Además, impulsando otros sectores como se señala en el estudio de IPE (2021), que el crecimiento de un sector principal de la economía peruana ejerce una dinámica sobre otros sectores generando sinergia entre las actividades económicas.

Si bien, esto alienta el desempeño económico peruano, por otro lado se tiene un aumento de la contaminación ambiental. Es por ello, que a nivel global se firmó el tratado de París, siendo Perú uno de los participantes, con información relevante del incremento de la contaminación ambiental y del crecimiento económico, se toma el acuerdo de generar políticas de cambio a las tecnologías productivas para conservar el estado del planeta a través de menor contaminación, como puede verse en UNFCCC (2015).

Bajo el contexto actual, y de acuerdo a cifras reportadas en MINAM (2021), la demanda de energía para industrias y de uso vehicular son las principales causas de emisiones de CO₂ para Perú. Lo cual refuerza la tendencia con las cifras detalladas en INEI (2021) con los indicadores de emisiones de gases de efecto invernadero donde las actividades del sector energía y de procesos industriales, como por ejemplo industria de energía, manufactura, construcción, transporte, industria de minerales, químicos y otros.

De acuerdo al reporte de Lee y Greenstone (2021), Perú está situado como líder Latinoamericano en la emisión de CO₂, además se señala que las distintas causas de contaminación ambiental son monitoreadas principalmente con la emisión de CO₂, siendo este el indicador principal de medición.

En el año 2020 ocurrió la COVID-19 teniendo dos marcados efectos para nuestro estudio. El primero, que redujo significativamente el total de actividad económica y por tanto el crecimiento económico del Perú. El segundo, con la reducción del crecimiento económico,

las empresas tuvieron menor producción, lo que ocasionó menor cantidad de emisiones de dióxido de carbono siendo menor la contaminación ambiental.

La relación de crecimiento económico y contaminación ambiental ha sido analizada y desarrollada a nivel macroeconómico por Kuznets (1960) que sostiene que en países de ingresos bajos o emergentes la relación entre las variables es positiva, donde a mayor crecimiento económico genera mayor contaminación ambiental; y, cuando se implementan cambios tecnológicos, sobre todo en países de ingresos altos y desarrollados esta relación cambia y a mayor crecimiento económico menor cantidad de contaminación ambiental dado que se prioriza el sector ambiental como una consolidación de largo plazo.

A nivel microeconómico Wulf (2021) desarrolla la relación bajo elecciones en preferencia, donde la utilidad del consumo de los agentes aumenta en relación a su nivel de consumo y consideran que cada nivel de consumo en unidades genera un porcentaje de contaminación ambiental que deprecia la calidad de mano de obra; por lo que, a mayor consumo se requiere mayor producción y se degrada la salud de los trabajadores. Manteniendo el estado de desarrollo tecnológico, la senda de largo plazo mostraría que aumentos del consumo de los agentes genera crecimiento económico y aumenta la contaminación ambiental, siendo a periodos futuros un resultado de disminución de producción por menor cantidad de mano de obra puesto que se redujo su calidad en el tiempo; por lo que, la relación a corto plazo difiere de la de largo plazo, siempre que no se cambien parámetros ambientales de supervisión.

Teniendo un marco de referencia para el análisis en la agenda pendiente para el Perú, y considerando la realidad problemática se considera el principal problema de investigación, que está relacionado a determinar la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en Perú. Bajo lo cual, las autoridades, profesionales y sociedad civil

podrán tener evidencia para implementar recomendaciones de política para mejorar el estado de esta problemática.

Antecedentes

Al respecto, se han dado diversos estudios para estudiar esta relación. Como el de Shahbaz, Solarin y Ozturk (2016) analizan la influencia de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en África con información de 1971 a 2012 para 19 países africanos tomando como indicador de crecimiento al PIB (producto interno bruto) y de contaminación ambiental a la emisión total de CO₂ (dióxido de carbono) con un modelo de corrección de errores (ECM) determinan que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 5.08% sobre la contaminación ambiental.

Bakari et al (2017) quienes estudian la relación de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en Túnez con datos anuales de 1971 a 2015 mediante un modelo de corrección de errores (ECM) considerando como indicadores al producto bruto interno y las emisiones de CO₂, respectivamente para los 45 datos. Encuentran que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 1.06% sobre la contaminación ambiental.

Sánchez (2017) analiza la relación de de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental a nivel global, segmentando en países de ingresos altos, medios altos, medios bajos y de ingresos bajos con datos anuales de 1990 a 2013 mediante un modelo de corrección de errores (ECM) considerando como indicadores al producto bruto interno y las emisiones de CO₂, respectivamente para los 24 observaciones de cada serie. Encuentran que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 0.146% sobre la contaminación ambiental en países de ingresos altos, -0.008% en países de ingresos medios altos, 0.005% en países de ingresos medios bajo y -0.016% en países medios bajos.

Balsalobre-Lorente et al (2018) investiga la relación de efecto del crecimiento económico sobre el nivel de contaminación ambiental en países Europeos (Alemania, Francia, Italia, España y Reino Unido) con datos de 1985 a 2007 encontrando que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 0.008% sobre la contaminación ambiental y de 2008 a 2016 en 0.01%.

Para países emergentes del Asia como China, India, entre otros; Hanif et al (2019) analizan la influencia de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en economías emergentes del Asia para 15 países con datos anuales de 1990 a 2013 mediante un modelo de corrección de errores (ECM) considerando como indicadores al producto bruto interno y las emisiones de CO₂, respectivamente para los 360 datos. Encuentran que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 0.22% sobre la contaminación ambiental.

Del Gioppo (2019) investiga la relación de contaminación ambiental mediante emisiones de dióxido de carbono (CO₂) respecto al crecimiento económico con fines de establecer una relación entre las mismas con información para Ecuador de 2000 a 2018 realiza una análisis de tendencia central para determinar una relación positiva de incidencia entre ambas variables y proyecta los resultados hasta el 2050.

Quinde, Vaca, Rosales y Lazo (2019) analizan la influencia de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en América Latina y El Caribe como un total a nivel de un promedio con información de 1960 a 2011 tomando como indicador de crecimiento al PIB (producto interno bruto) y de contaminación ambiental a la emisión total de CO₂ (dióxido de carbono) con una estimación por vector autorregresivos (VAR) determinan que la relación entre ambas es positiva

Gómez, Cerquera y Acero (2021) investigan la relación de crecimiento económico sobre contaminación ambiental para 217 países a nivel global con información de 1990 a 2012 en frecuencia anual. Considerando el indicador de emisiones de carbono (CO₂) para la contaminación ambiental y el producto bruto interno para el crecimiento económico encuentra con una estimación para datos panel para 4,991 observaciones por mínimos cuadrados en primeras diferencias la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 2.15% sobre la contaminación ambiental, con efectos aleatorios es 3.56% y con efectos fijos en 3.37%.

Alanya (2019) analiza influencia de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental para Perú con datos anuales de 1991 a 2018 mediante mínimos cuadrados ordinarios considerando como indicadores al producto bruto interno y deterioro ambiental. Encuentra que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 0.72% sobre la contaminación ambiental.

Olascoaga (2020) estudia la incidencia del crecimiento económico y sus efectos sobre la contaminación ambiental para Perú con datos anuales de 2000 a 2017 mediante mínimos cuadrados ordinarios considerando como indicadores al producto bruto interno y emisiones de CO₂. Encuentra que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 0.30% sobre la contaminación ambiental.

Mullo (2018) analiza el crecimiento económico y sus efectos sobre la contaminación ambiental para Ecuador con datos anuales de 1970 a 2015 mediante mínimos cuadrados ordinarios considerando como indicadores al producto bruto interno y deterioro ambiental. Encuentra que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 2.53% sobre la contaminación ambiental.

Falconí, Burbano, & Cango (2016) analizan las relaciones de crecimiento económico y contaminación ambiental para todos los países reportados en la base de datos global del Banco Mundial a través de un modelo de corrección de errores (ECM) con cambios en tendencia de ingresos, encontrando que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 1.59% sobre la contaminación ambiental en países de bajos altos, 0.68% en países de ingresos medios y 0.29% en países de altos bajos.

Sugiawan y Managi (2016) analizan la influencia de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en Indonesia con información de 1971 a 2010 tomando como indicador de crecimiento al PIB (producto interno bruto) y de contaminación ambiental a la emisión total de CO₂ (dióxido de carbono) con una estimación por rezagos autorregresivos distribuidos (ARDL) determinan que la incidencia del crecimiento económico por cada 1% es de 0.87% sobre la contaminación ambiental.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 a 2020?

Problemas específicos

- ¿Cómo ha sido la evolución del crecimiento económico en el Perú entre los años 1960-2020?
- ¿Cómo ha sido la evolución de la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020?
- ¿Cómo se medirá la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020?

Justificación de la investigación

La justificación teórica de investigación se basa en la teoría de curva medioambiental de Kuznets para países pobres y emergentes, en la cual durante sus fases de mejoras hacia países desarrollados atraviesan una relación positiva entre contaminación ambiental y crecimiento económico; hasta que, al lograr tener altos ingresos la relación se vuelve negativa.

La justificación metodológica orienta el uso de información reciente que contrasta la relación mencionada en la curva medioambiental teórica de Kuznets para países pobres y emergentes en una relación de largo plazo con métodos estadísticos acorde a los propósitos de la investigación, en determinar la relación entre el crecimiento económico y la contaminación ambiental en Perú.

La justificación práctica resalta el análisis realizado sobre temas de economía ambiental a través de indicadores de contaminación ambiental en Perú a través del crecimiento económico, permitiendo generar evidencia reciente y sostenida en un análisis de largo plazo para los hacedores de política económica social.

Limitaciones y restricciones de la investigación

Se tienen limitaciones respecto al acceso de información a nivel distrital y provincial del total de emisiones de CO₂ para el indicador de contaminación ambiental, lo cual podría enfatizar un análisis a profundidad nacional, esto debido a que las cifras son publicadas por el Banco Mundial en relación a una fuente privada de información.

Otra limitación es la de la frecuencia del reporte de información sobre contaminación ambiental, el cual es anual; sin embargo, sería importante considerar un valor mensual para la toma de acciones acorde a la estacionalidad de la actividad económica.

1.3. Objetivos

Determinar la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 a 2020.

Objetivos específicos

- Describir la evolución del crecimiento económico del Perú entre los años 1960 y 2020.
- Describir la evolución de la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 y 2020.
- Estimar de forma cuantitativa la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 y 2020.

1.4. Hipótesis

La incidencia del crecimiento económico en la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 a 2020 es positiva.

Hipótesis específicas

- El crecimiento económico en el Perú entre los años 1960-2020 ha sido positivo.
- La contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020 ha sido creciente.
- La estimación de incidencia de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020 es estadísticamente significativa.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La población del trabajo de investigación lo conforman las series históricas del crecimiento económico y la contaminación ambiental bajo la unidad de análisis de Perú.

Considerando la disponibilidad de información del Banco Central de Reserva y el portal de datos abiertos del Banco Mundial, por muestreo probabilístico por conveniencia decidimos tomar el rango de fechas de 1960 a 2020 en frecuencia anual para la investigación, teniendo un total de 61 observaciones anuales.

La técnica que se empleará para recolectar información acerca de ambas variables, es el análisis documental considerando instrumentos como reportes económicos y anexos estadísticos publicados por BCRP (2021) y Banco Mundial (2022).

Con los datos obtenidos se realizan análisis estadísticos descriptivos y gráficos para identificar el comportamiento de las series durante el periodo de análisis, seguido de un análisis cuantitativo lineal entre las series, con lo cual se cumplen los objetivos propuestos.

El desarrollo de cambio económico en producción de acuerdo a la contaminación tiene lo postulado por Kuznets (1960) quien sostiene que el aumento de la población sostiene el crecimiento de la fuerza laboral L y por tanto a la producción. Representado en una función de producción con insumos de capital L y trabajo K :

$$\text{Producción} = f(\text{Trabajo}(L), \text{Capital}(K)) \quad (1)$$

Adicionalmente, las necesidades de la población P requieren de un sostenimiento de bienes y servicios que al ser producidos generan residuos los cuales son contaminantes C que puede ser expresado como un ratio α , ello, en una función de producción representaría una degradación de la fuerza laboral en el tiempo a medida de los aumentos de la contaminación.

$$\frac{\partial \text{Producción}}{\partial \text{tiempo}} = \frac{\partial f(\text{Población degradada}(\alpha P))}{\partial \text{tiempo}} < 0; \alpha < 0 \quad (2)$$

Por lo que, la estimación debe representar las variaciones de la producción respecto a la situación de la contaminación ambiental en el valor α , reordenando la expresión:

$$\text{Contaminación}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Crecimiento económico}_t \quad (3)$$

Donde, Contaminación hace referencia al total de emisiones de CO² en Perú por año y Crecimiento económico al total de producción bruta interna en Perú por año.

Haciendo uso del programa Eviews 10, se centra el análisis en el cumplimiento de los objetivos de la investigación con énfasis en validación estadística. El análisis técnico se enfoca en identificar el cumplimiento de la siguiente estrategia metodológica:

Inicialmente se caracterizan las series estadísticas a través de sus momentos estadísticos en media y varianza. Seguido de una evaluación de pruebas de estacionariedad bajo el esquema de raíces unitarias en niveles con el método de Dickey Fuller aumentado (ADF) y su par estimado en primeras diferencias para su corrección, Hansen (1992).

Estos problemas son comunes en las series de tiempo económicas y su corrección compromete la interpretación como la pérdida de observaciones; por lo que, en la misma lectura de Hansen (1992) podemos considerar el análisis sobre una relación de largo plazo con la que el método de corrección de errores es acertado llegando a una cointegración de largo plazo lo que permite superar la presencia de irregularidades que afectan la estimación.

Para el análisis de datos se emplea el método de mínimos cuadrados dinámicos (DLS) que permite subsanar la mayoría de los problemas identificados comúnmente en las series económicas.

Adicionalmente, se emplea el uso del método de covarianzas de White para la corrección de heterocedasticidad, convirtiendo el método de mínimos cuadrados dinámicos (DLS) a mínimos cuadrados dinámicos generalizados (DGLS, por la generalización de los estimadores), con la ecuación característica dada por:

$$Contaminación_t = Crecimiento'_t \beta + \sum_{j=-q}^r (\Delta Crecimiento_{t+j}') + v_t \quad (5)$$

Lo cual es evaluado con la minimización de la suma total de residuos al cuadrado y con histogramas, para mostrar que el argumento permite mostrar que se obtienen los mejores estimadores de entre los posibles a estimar:

$$\hat{\beta} = \underset{\beta}{arg. min} (Y - X\beta)' \Omega^{-1} (Y - X\beta) \quad (6)$$

Y, que estos estimadores tienden en distribución a los parámetros poblacionales:

$$\sqrt{n}(\hat{\beta} - \beta) \xrightarrow{d} N(0, (X' \Omega^{-1} X)^{-1}) \quad (7)$$

El proceso de análisis de información sigue el procedimiento de extracción de información de las plataformas digitales del Banco Mundial y del Banco Central de Reserva del Perú y su descarga en formato de hoja de cálculo distribuidos y almacenados en celdas. Esta información es importada en el software de vistas econométricas (EViews) en su versión 10. Los resultados muestran las capturas de los cálculos resumidos en tablas y figuras para su comprensión general.

Los resultados del trabajo representan la consolidación de análisis realizado a partir de datos no experimentales y tomados de fuentes secundarias de instituciones oficiales lo cual muestra el compromiso de no manipulación de la información en lineamiento con los aspectos éticos de transparencia y honestidad personal y profesional de los autores junto a lo que representa la normativa de la casa de estudios.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

La actividad económica del Perú tiene larga historia, de acuerdo a nuestra muestra evaluamos el periodo de 1960 a 2020. En estos años, existe un cambio de tendencia marcado en 2 tramos. El primero, desde 1960 a 1990, con un aumento de la actividad, medida a través del producto bruto interno a soles de 2007 para capturar el cambio de cantidades, mas no de precios. Y, el segundo cambio periodo de 1990 a 2020 con un cambio en la velocidad de aceleración de la actividad económica.

Dentro de la serie destacan algunos episodios para contextualizar los hechos, en los años 1988 a 1992 se tuvo una etapa de reconstrucción de la economía nacional con la caída de la actividad económica y un contexto hiperinflacionario para luego sufrir recuperar la estructura alrededor de 4 años después y volver a tener el mismo nivel de producción 10 años después.

Otro suceso, fue el choque de la crisis financiera internacional en 2009 marcado porque los socios comerciales de Perú, quienes compran los productos mineros metálicos exportados sufrieron una reducción grave en su posesión de activos por el choque global de la burbuja inmobiliaria de Estados Unidos en 2008, siendo la repercusión en Europa y Asia el golpe hacia la actividad económica peruana.

Por último, el más reciente hecho con la presencia de la Covid-19 en 2020 en Perú y su escala a nivel de pandemia en marzo de 2020; hechos que estancaron el dinamismo del crecimiento económico al limitar la movilidad de personas, reducción de empleos e ingresos. Estos hechos marcaron el comportamiento de la evolución de la actividad económica como puede verse en la siguiente figura:

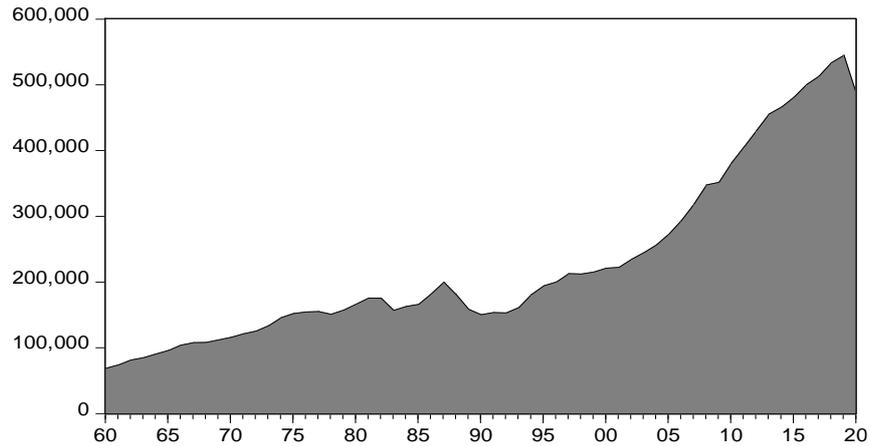


Figura 1. Evolución de la actividad económica de Perú en millones de soles con información disponible en el Banco de Central de Reserva del Perú.

La contaminación ambiental en el Perú es medida a través del total de emisiones de CO₂ que se produce, notando varios cambios de tendencia en la serie. Mostrando que desde el 2005 hasta años recientes los valores aumentaron drásticamente, siendo los valores previos sostenidos alrededor de la media de largo plazo.

Las emisiones tienen una media de largo plazo alrededor de 27,000 kilotoneladas de CO₂ al año, siendo los valores de años recientes distantes a la media, por lo que son tomados como atípicos estadísticamente. La aceleración de la serie de emisiones de CO₂ comparte el periodo de aceleración de la actividad económica.

Con un máximo cercano a 60,000 kt y valores superiores a 50,000 kt en los últimos 10 años, la serie muestra una marcada asimetría positiva, notando que existe una tendencia compartida a la actividad económica.

Estos hechos marcaron el comportamiento de la evolución de la contaminación ambiental medida en emisiones de CO₂ como puede verse en la siguiente figura:

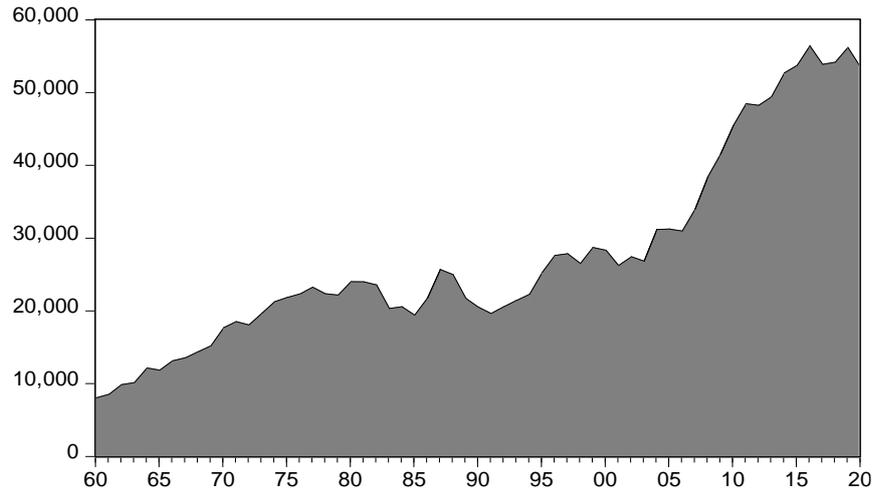


Figura 2. Emisiones de CO2 en kilotoneladas de Perú con datos del Banco Mundial.

De manera exploratoria, con el uso de herramientas gráficas encontramos que existe una relación positiva y directa entre las series, como puede apreciarse en la figura, donde un aumento de la actividad económica se mueve en sintonía con las emisiones de CO2.

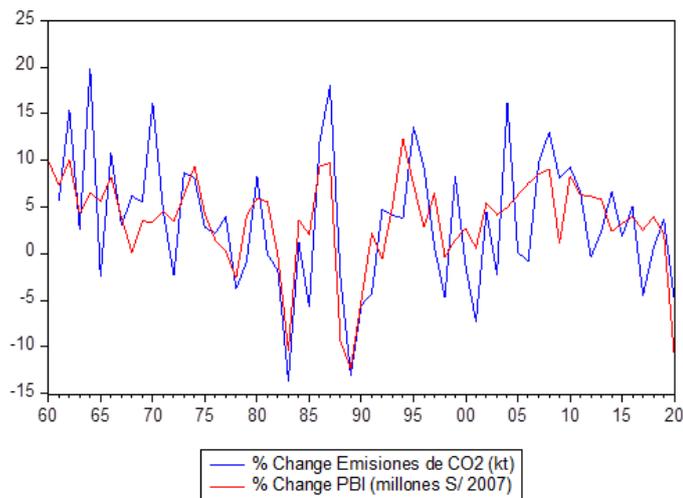


Figura 3. Análisis gráfico de series a partir de datos del BCRP y Banco Mundial.

Marcada esta tendencia, decidimos proyectar una relación lineal que compacte las observaciones vistas de acuerdo al uso de logaritmos como herramienta de interpretación como semielasticidades, como puede verse en la siguiente figura:

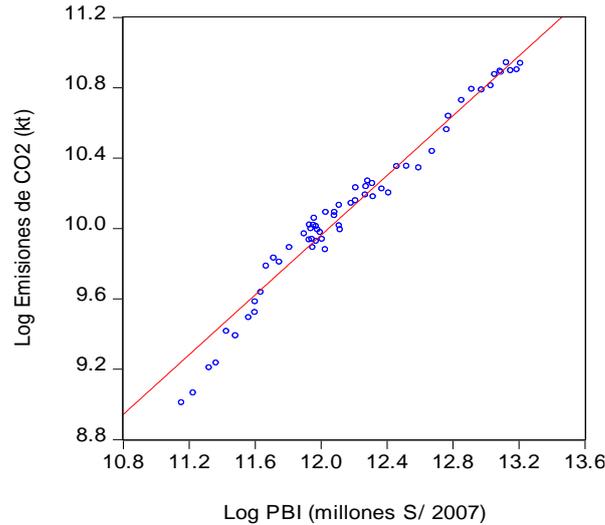


Figura 4. Análisis gráfico de series en un modelo lineal con datos del BCRP y Banco Mundial.

Considerando el método DGLS para la estimación econométrica para las variables de interés como el crecimiento económico y la contaminación ambiental, medidas a través de indicadores como actividad económica y las emisiones de CO₂ en sus coeficientes de largo plazo, estimamos la siguiente ecuación característica:

$$\text{Contaminación}_t = \text{Crecimiento}'_t \beta + \sum_{j=-q}^r (\Delta \text{Crecimiento}_{t+j}') + v_t$$

Encontramos que un aumento del crecimiento económico (medido como el logaritmo natural de la variación interanual del PBI real en soles de 2007) en 1% aumenta las emisiones de CO₂ (medido como el logaritmo natural del total de emisiones en kilotonnes) en 1.018%, siendo el traspaso positivo; por lo que un aumento del crecimiento económico aumenta el nivel de contaminación ambiental, como puede verse en la tabla 1.

El modelo estimado minimiza la suma total de los residuos a un nivel de 0.3094 de acuerdo a su optimización, con un error estándar total de la regresión en 0.07. Estas cifras muestran que la correlación lineal de ambas series es de 97.43%, donde el crecimiento económico mostraría una explicación de casi la totalidad de las emisiones de CO₂, siendo todos los estimadores significativos al 95% de confianza.

Tabla 1

Estimación econométrica.

Variable dependiente: Log(Emissiones de CO2)

Method: Dynamic Least Squares (DLS)

Sample (adjusted): 1960 2020

Included observations: 61 after adjustments

Cointegrating equation deterministic: Constante Tendencia lineal

Fixed leads and lags specification (lead=1, lag=1)

White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Log (Crecimiento económico)	1.018521	0.070081	14.53351	0.0000
Constante	-2.120123	0.789249	-2.686255	0.0096
Tendencia	-0.004719	0.002067	-2.283552	0.0264
R-squared	0.974336	Mean dependent var	10.12087	
Adjusted R-squared	0.971914	S.D. dependent var	0.455946	
S.E. of regression	0.076411	Sum squared resid	0.309446	
F-statistic	82.16546	F-prob	0.000000	

Estimaciones propias a partir de datos del BCRP y Banco Mundial.

El modelo estimado, además, permite mostrar la serie con los resultados de la estimación econométrica en comparación con la serie de datos originales, como puede verse en la siguiente figura:

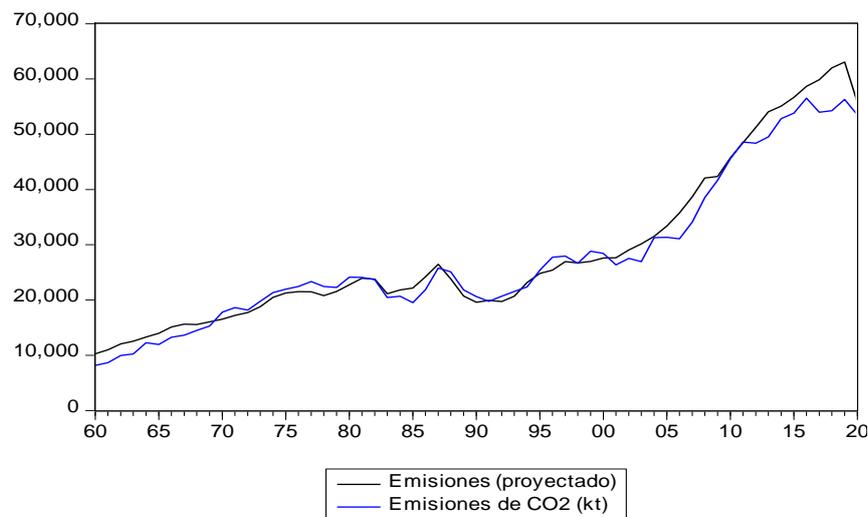


Figura 5. Comparación de predicción de modelo con datos reales

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Conclusiones

La evolución del crecimiento económico es medido a través del crecimiento de la actividad económica del Perú, la cual es evaluada en el periodo de 1960 a 2020. En estos años, se nota una marcada tendencia desde 1960 a 1990, con un aumento acelerado de la actividad. La cual se ralentiza en el periodo de 1991 a 2020 por cambios en la sostenibilidad macrofiscal del Perú. Dentro de la serie destacan algunos episodios singulares, como los años 1988 a 1992 con la reconstrucción de la economía nacional, el choque de la crisis financiera internacional en 2009 y la presencia de la covid-19 en 2020.

La evolución de la contaminación ambiental en el Perú es medida a través del total de emisiones de CO₂ producidos en su territorio, mostrando que desde el 2005 hasta el 2020 los valores aumentaron drásticamente, acorde a la industrialización de la actividad económica, en su mayoría informal. Y, en consecución al impulso a la actividad minera primera exportadora que se incentivó desde el 2006 al 2011 para la venta de commodities mineros metálicos, lo cual aceleró el nivel de emisiones en la contaminación ambiental.

La estimación de forma cuantitativa de la relación de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental se realiza con métodos econométricos encontrando que un aumento del crecimiento económico en 1% aumenta las misiones de CO₂ en 1.01%, siendo el efecto positivo.

Discusión

El comportamiento de relación positiva entre las variables de investigación se encuentra acorde lo esperado a países pobres o emergentes. De acuerdo con la hipótesis general de la presente investigación se acepta la hipótesis de que la incidencia del

crecimiento económico en la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 a 2020 es positiva. Además, esto permite corroborar lo propuesto por Kuznets (1960), quien señala la relación positiva entre el crecimiento económico sobre la emisión de dióxido de carbono para países pobres, emergentes o en vías de desarrollo en su proceso de industrialización.

Encontramos que la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental del Perú entre los años 1960 a 2020 es positiva. Donde, según nuestras estimaciones, el aumento del crecimiento económico en 1% aumenta las emisiones de CO₂ en 1.01%, siendo el traspaso positivo.

En este sentido, los resultados son coherentes a lo estudiado por Del Gioppo, F. (2019) para Ecuador y Quinde et al (2019) para América Latina, en el mismo sentido de la tendencia. La estimación alcanzada para Perú de 1.01% es cercana a los valores alcanzados en lo analizado para países pobres por Shahbaz et al. (2016) para África (5.08%), Sugiawan y Managui (2016) para Indonesia (0.87%), Bakari et al. (2017) para Túnez (1.06%), Mullo (2018) para Ecuador (2.53%) y Gómez et al. (2021) para 217 países a nivel global (3.61%).

Para el caso peruano, el valor alcanzado de la relación de largo plazo es cercano al de otras estimaciones, como la de Alanya, E. (2019) con un valor de 0.72% y Olascoaga (2020) con un valor de 0.30%, la diferencia con dichos autores radica en el periodo de análisis y el método de estimación.

Sin embargo, nuestros resultados son más distante de otros estudios, principalmente por ser de países de altos ingresos, como el caso de Balsalobre-Lorente et al. (2018) quienes analizan países Europeos (0.01%), Hanif et al. (2019) con países asiáticos emergentes recientes (0.22%) y Falconí et al (2016) para países de altos ingresos en 0.29%, quienes también estudiaron la relación de largo plazo de la contaminación ambiental con el crecimiento económico.

REFERENCIAS

- Alanya, E. (2019). *Relación entre el PBI, deterioro ambiental y desarrollo sostenible 1991-2018*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND_05a0fd8d9453198b92f6913b00308294
- Bakari et al. (2017). *Do Incidences of Contamination Hurt Tunisian Economic Flourishing?* Munich: Munich Personal RePEc Archive. Recuperado el 15 de 05 de 2022, de https://mpr.aub.uni-muenchen.de/80897/1/MPRA_paper_80897.pdf
- Balsalobre-Lorente et al. (2018). *How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO2 emissions? .: ELSEVIER*. Recuperado el 12 de 08 de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421517307255?via%3Dihub>
- Banco Mundial. (20 de 08 de 2022). *Datos Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?locations=PE>
- Banco Mundial. (2022). *Global Economic Prospects*. Washington: World Bank. Recuperado el 20 de 08 de 2022, de <https://www.bancomundial.org/es/publication/global-economic-prospects>
- BCRP. (2021). *Estadísticas BCRP*. Obtenido de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM04935AA/html>
- BCRP. (2022). *Reporte de inflación*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Recuperado el 30 de 07 de 2020, de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2022/junio/reporte-de-inflacion-junio-2022.pdf>
- Buenrostro, O., & Israde, I. (2003). *La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca del lago de Cuitzeo, México*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/370/37019401.pdf>
- Del Gioppo, F. (2019). Inserción de Dióxido de Carbono (CO2) con base al crecimiento económico y la población en Ecuador (2000– 2050). *Económicas CUC*, 40(2). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7381728>
- Falconí, F., Burbano, R., & Cango, P. (2016). La discutible curva de Kuznets. *Flacso Andes*, 1(1). Obtenido de <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/62767-la-discutable-curva-de-kuznets>
- Falconí, F., Burbano, R., & Cango, P. (2016). LA DISCUTIBLE CURVA DE KUZNETS. *FLACSO*. Obtenido de <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/62767-la-discutable-curva-de-kuznets>

- FMI. (2022). *Informes de perspectivas de la economía mundial*. Washington: Fondo Monetario Internacional.
- Gómez, C., Cerquera, O., & Acero, E. (2021). La curva medioambiental de Kuznets y el crecimiento económico sostenible en Colombia. *Apuntes del CENES*, 40(71). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7893549>
- Hanif et al. (2019). *Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO2 emissions in emerging Asian economies: Some empirical evidence*. .: ELSEVIER. Recuperado el 30 de 05 de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544219300131>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL.
- INEI. (2019). *Anuario de Estadísticas Ambientales*. Lima.
- INEI. (2020). *Panorama de la economía peruana 1950-2019*. Lima: INEI. Recuperado el 15 de 06 de 2022, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1726/Libro.pdf
- INEI. (2021). *Anuario de estadísticas ambientales*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado el 08 de 07 de 2022, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1827/libro.pdf
- IPE. (2021). *Contribución de la minería a la economía nacional*. Lima: Instituto Peruano de Economía. Recuperado el 21 de 06 de 2022, de <https://www.ipe.org.pe/portal/contribucion-de-la-mineria-a-la-economia-nacional/#:~:text=2.3%20millones%20de%20nuevos%20empleos,e%20indirectos%20para%20el%20pa%C3%ADs.>
- Kerlinguer, N., & Lee, H. (2002). *Investigación del Comportamiento* (Cuarta ed.). México: McGraw-Hill.
- Kuznets, S. (1960). *Demographic and economic change in developed countries*. Nueva York: Columbia University Press. Recuperado el 30 de 06 de 2022, de <https://www.nber.org/books-and-chapters/demographic-and-economic-change-developed-countries>

- Larrain, F., & Sachs, J. (2002). *Macroeconomía en la economía global*. Argentina: Pearson Education.
- Lee, K., & Greenstone, M. (2021). *Air quality index*. Chicago: Air quality life index. Recuperado el 21 de 07 de 2022, de https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2021/08/AQLI_2021-Report.EnglishGlobal.pdf
- MINAM. (2021). *Informe nacional sobre el estado del ambiente 2014-2019*. Lima: Ministerio del ambiente. Recuperado el 12 de 07 de 2022, de https://sinia.minam.gob.pe/inea/wp-content/uploads/2021/07/INEA-2014-2019_red.pdf
- Mullo, A. (2018). *Crecimiento económico y medio ambiente: Aplicación de la curva ambiental de Kuznets para el Ecuador, periodo 1970-2015*. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4953/1/UNACH-EC-FCP-ECO-2018-0006.pdf>
- OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Lima. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Olascoaga, L. (2020). *Análisis del crecimiento económico y sus efectos en la degradación ambiental en el Perú bajo la curva ambiental de Kuznets en el periodo de los años 2000 al 2017*. Tesis de Grado, Universidad San Ignacio de Loyola., Perú. Obtenido de <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/9907>
- OMS. (2022). *Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 12 de 08 de 2022, de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Panayotou, T. (1993). *Green Markets: The Economics of Sustainable Development*. San Francisco: Island Pres.
- Quinde, V., Baca, G., Quinde, F., & Lazo, L. (2019). Análisis de cointegración entre el crecimiento económico y deterioro medio-ambiental. Un análisis empírico del desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. *Revista de Economía del Caribe*(24). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21062019000200008
- Sánchez, V. (2017). Relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, un análisis a nivel global por niveles de ingresos. *Revista Económica*, 2(1). Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/454>

- Shahbaz, M., Adebola, S., & Ozturk, I. (2016). Hipótesis ambiental de la curva de Kuznets y el papel de la globalización en países africanos seleccionados. *Ecological Indicators*, 67, 623-636. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X16301285>
- Sugiawan, Y., & Managui, S. (2016). La curva ambiental de Kuznets en Indonesia: exploración del potencial de energía renovable. *energy policy*, 98, 187-198. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421516304542>
- UNFCCC. (2015). *Acuerdo de París*. París: Naciones Unidas contra el Cambio Climático. Recuperado el 01 de 07 de 2022, de https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf
- Wulf, E. (2021). Energía, crecimiento y medio ambiente: análisis desde la perspectiva de la microeconomía. *Revista mexicana de economía y finanzas.*, 15(4). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-53462020000400621

ANEXOS

Anexo I. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente
¿Cuál es la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú de 1960 a 2020?	Determinar la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú de 1960 a 2020.	<p>Hi: La incidencia del crecimiento económico en la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 – 2020 es positiva.</p> <p>Ho: La incidencia del crecimiento económico en la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960 – 2020 no es positiva.</p>	Crecimiento económico (Producto Bruto Interno)
Problema específicos	Objetivo específicos	Hipótesis específicos	Variable dependiente
<ul style="list-style-type: none"> – ¿Cómo ha sido la evolución del crecimiento económico en el Perú entre los años 1960-2020? – ¿Cómo ha sido la evolución de la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020? – ¿Cómo se medirá la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020? 	<ul style="list-style-type: none"> – Describir la evolución del crecimiento económico en el Perú entre los años 1960-2020. – Describir la evolución de la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020. – Estimar de forma cuantitativa la incidencia del crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020. 	<ul style="list-style-type: none"> – El crecimiento económico en el Perú entre los años 1960-2020 ha sido positivo. – La contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020 ha sido creciente. – La estimación cuantitativa de incidencia de crecimiento económico sobre la contaminación ambiental en el Perú entre los años 1960-2020 es estadísticamente significativa. 	Contaminación ambiental (Emisión de CO ₂)

Anexo 2. Matriz de operacionalización

ESTUDIANTE (S):	Pamela Carolina Fabián Vera			
	Elícita Maricely Fernández Vásquez			
TÍTULO: Crecimiento económico y su incidencia sobre la contaminación ambiental en el Perú de 1960 a 2020.				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Contaminación Ambiental	Se refiere a la integración de agentes químicos, físicos y biológicos que alteran el medio ambiente y la estabilidad de la cadena productiva y el ciclo de vida de la población. Estas acciones son realizadas por el ser humano afectando la vida de las plantas y los animales por introducción de máximos permitidos de dichos agentes.	Contaminación del aire	Logaritmo natural de las emisiones de CO2 en kilotones	Intervalo
Crecimiento Económico	Es el aumento del PIB de un país, el cual se encuentra afectado por variables exógenas como la geografía y parcialmente endógenas, el comercio y las instituciones, las cuales permiten generar productividad y dotación de factores con el objetivo de lograr un incremento en la renta nacional.	Valor de los bienes y servicios / Calidad de servicios / Capital físico / Capital humano /	Logaritmo natural de la variación interanual del Producto Bruto Interno en soles de 2007	Intervalo

Anexo 3. Pruebas de raíces unitarias en niveles y diferencias

Null Hypothesis: Crecimiento Económico has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.693753	0.8402
Test critical values:		
1% level	-3.544063	
5% level	-2.910860	
10% level	-2.593090	

Null Hypothesis: D(Crecimiento Económico) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.070601	0.0342
Test critical values:		
1% level	-3.544063	
5% level	-2.910860	
10% level	-2.593090	

Null Hypothesis: Emisiones de CO₂ has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.290786	0.9760
Test critical values:		
1% level	-3.544063	
5% level	-2.910860	
10% level	-2.593090	

Null Hypothesis: D(Emisiones de CO₂) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.081818	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.546099	
5% level	-2.911730	
10% level	-2.593551	

Anexo 4. Pruebas de raíces unitarias para series conjuntas

Group unit root test: Summary

Series: Crecimiento económico, Emisiones CO₂

Sample: 1960 2020

Exogenous variables: Individual effects

Automatic selection of maximum lags

Automatic lag length selection based on SIC: 0

Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-3.02162	0.0013	2	119
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-4.99325	0.0000	2	119
ADF - Fisher Chi-square	32.5976	0.0000	2	119
PP - Fisher Chi-square	32.6173	0.0000	2	119

Anexo 5. Pruebas de Wald sobre estimadores

Wald Test:

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	339485.1	(3, 53)	0.0000
Chi-square	1018455.	3	0.0000

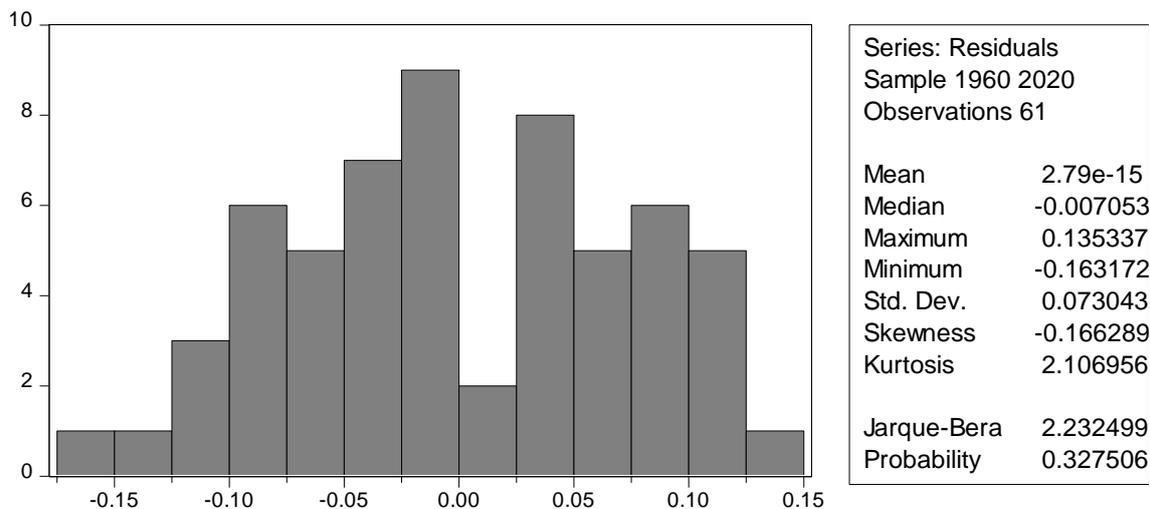
Null Hypothesis: C(1)=C(2)=C(3)=0

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(1)	1.018521	0.070081
C(2)	-2.120123	0.789249
C(3)	-0.004719	0.002067

Restrictions are linear in coefficients.

Anexo 6. Histograma de residuos



Anexo 7. Matriz de covarianzas entre estimadores

Variables	Log(Crecimiento económico)	Constante	Tendencia
Log(Crecimiento económico)	0.004911	-0.055290	-0.000138
Constante	-0.055290	0.622914	0.001541
Tendencia	-0.000138	0.001541	4.27E-06

Anexo 8. Prueba de raíz unitaria sobre residuos

Null Hypothesis: Residuos del modelo estimado has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.033628	0.0376
Test critical values:		
1% level	-3.548208	
5% level	-2.912631	
10% level	-2.594027	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.