UNIVERSIDAD
SAN IGNACIO
DE LOYOLA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

Economía y Finanzas

CALIDAD DEL AIRE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO: EVIDENCIAS DE LA CURVA DE KUZNETS MEDIAMBIENTAL EN EL PERÚ

Tesis para optar el título profesional de licenciado en Economía y Finanzas

Alejandra Bulejes García
0000-0001-8230-9658

Asesor
Mag. Raúl Lozan Cangalaya
0000-0001-8430-7277

Lima – Perú

2021

“Calidad del aire y crecimiento económico: Evidencias de la curva de Kuznets medioambiental en el Perú”

Fecha de Sustentación y Aprobación: viernes 19 de noviembre del 2021

Presidente de Jurado

Dr. Bazán Navarro, Ciro

Jurados:

Dr. Mougenot, Benoit

Mg. Salinas Calderón, Lissy

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es determinar la relación entre el crecimiento económico y la calidad del aire para el caso peruano desde 1971 al 2010. El modelo a usar será la Curva de Kuznets Ambiental. De esta manera, de manera que se realice análisis de los resultados con apoyo del modelo econométrico en el tramo de relación directa entre crecimiento económico y calidad ambiental. Los resultados permiten concluir que el Perú sigue un crecimiento económico que genera contaminación para el periodo analizado, por lo que se recomienda diferentes políticas y/o medidas para que la relación pre-establecido con el modelo permita contaminar menos y mantener el crecimiento económico sostenible.

Palabras clave: Crecimiento económico, Medio ambiente, Calidad del aire.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN 3
Introducción 6
Justificación 8
Capítulo I: Marco referencial 10
1.1 Antecedentes 10
1.1.1 La crisis global del Medio Ambiente. 10
1.1.2 Contaminación del aire. 11
1.1.3 Cambio ambiental: Externalidades negativas. 13
1.1.4 Desarrollo Sostenible. 14
1.1.5 Bases Económicas del Desarrollo Sostenible. 20
1.2 Marco Institucional 24
1.2.1 ONERN. 24
1.2.2 CONAM. 24
1.2.3 MINAM. 25
1.3 Estructura de la Teoría que sustenta el Estudio 28
1.3.1 Curva de Kuznets Ambiental. 28
1.3.2 Presentación del Modelo. 34
1.4 Problema de investigación 35
1.4.1 Planteamiento del problema. 35
1.4.2 Formulación del problema. 37
1.5 Objetivos e hipótesis 41
1.5.1 Objetivos. 41
1.5.2 Hipótesis. 42
Capítulo II: Método 43
2.1 Tipo y diseño de Investigación 43
2.1.1 Tipo de investigación. 43
2.1.2 Diseño de investigación. 43
2.2 Variables 43
2.3 Instrumentos de investigación 44
2.4 Procedimientos 44

2.5 Limitaciones de la investigación 46
Capítulo III: Resultados 49
Capítulo IV: Discusión 51
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones 53
5.1 Conclusiones 53
5.2 Recomendaciones 55
2.1.1 Políticas Macroeconómicas. 55
Bibliografía 57
ANEXOS 61

Introducción

La presente investigación estriba en la búsqueda de la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental, tema de relevancia mundial y, actualmente, de principal interés en todos los países para la búsqueda del desarrollo sostenible, el cual comprende no sólo el desarrollo económico, sino también, el social y ambiental. A diferencia, de los constantes estudios e investigaciones de temas económicos, que solamente incluyen en su análisis al aspecto social y económico, ignorando por completo al componente medio ambiental; pues, este último ha sido recién tomado en consideración desde la década de 1980 a causa de las desastrosas y tangibles repercusiones ambientales.

Por ello, actualmente es de constante preocupación la incógnita del impacto que tiene el crecimiento económico sobre el medio ambiente. Dicho impacto se sabe que es negativo, pues existe la evidencia científica de distintos problemas ambientales de origen antropogénico, entre los que destacan los siguientes[1]:

- El efecto invernadero o cambio climático
- Agotamiento de la capa de ozono[2]
- Contaminación generalizada (aire, aguas, suelos, alimentos)
- Destrucción sistemática de recursos naturales
    - Pérdida de diversidad biológica
    - Deforestación
    - Desertificación

Dichos problemas, se han incrementado, como menciona el eminente sabio mexicano Dr. David Juan Ferriz Olivares[3]: *"La revolución industrial que partió del siglo XIX se ha hecho durante 150 años con un escaso saber y más escasa previsión de las consecuencias en la naturaleza y en la polución y actualmente la lucha por la conservación de la naturaleza se enfrenta a la realidad de que, a pesar de todas las campañas, no regulan a las industrias*

[1] Extraído de Jiménez H., Luis (2001) "Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica" Cap. 1, pág. 29
[2] "El ozono atmosférico va a otorgarnos todavía un ejemplo de la importancia de lo "pequeñísimo". […] él forma sobre nosotros una especie de quitasol que filtra la radiación solar quitándole aquello que sería nocivo a los seres vivientes y dejando pasar aquello que le es útil o necesario. […]" (Extraído de Raynaud de la F., Serge (1974) "Nuestra Tierra", pág. 211
[3] Extraído de Ferriz O, David (1994) "La Supremacía de la Jñana Yoga en la Era del Saber", pág. 74

causantes de la contaminación del ambiente y en la disolución de la capa de ozono. El deterioro del planeta y de su calidad de vida se suma a la explosión demográfica, aumentando la contaminación, la basura, los residuos tóxicos y la desertización, por ignorancia propia de la [antigua era]". Precisamente, dado el mencionado desarrollo industrial insostenible, se ha llegado a los problemas mencionados. Por ello, la contaminación ha avanzado de manera vertiginosa hasta la actualidad que se encuentra en su punto más álgido. Así según Brasdsher (1991), en su artículo, menciona como conclusión que: *"Cierta contaminación se incrementa durante las primeras etapas de desarrollo de un país y luego comienza a disminuir a medida que los países obtienen recursos adecuados para abordar los problemas de contaminación"*. Pues cuando un país tiene bajos ingresos, las personas tienden a valorar más el desarrollo económico que la calidad ambiental, pero a medida que adquieren mayores recursos, se preocupan más por la calidad ambiental. En el caso de los países en desarrollo, como lo es el Perú, es similar al primer caso, pues un país que está comenzando a industrializarse debe ya tomar en consideración el desarrollo sostenible[4] de manera integral: desarrollo ambiental, económico y social, de forma conjunta.

Así, para el desarrollo de esta investigación se ha seguido una metodología cuantitativa, a través del análisis econométrico, basándose específicamente en el modelo de la Curva de Kuznets Ambiental, la cual ha sido tema de distintas investigaciones como se evidenciará en el marco teórico; su propuesta estriba en que dicha relación se representa por una curva en forma de "U" invertida.

De esta manera, esta investigación se focalizará en Perú, como país en vía de desarrollo[5], por lo cual es de suma relevancia que dicho país tome un rol activo en el desarrollo sostenible.

Finalmente, se presenta un análisis concluyente sobre dicha relación corroborando si la curva invertida se cumple con Perú y se hace la reflexión respectiva. Así, dando respuesta a los problemas planteados, contrastando los resultados con las hipótesis generales y específicas, se obtienen las conclusiones y se brindan las recomendaciones para la demanda, la oferta y para investigadores del campo analizado.

[4] Desarrollo Sostenible: Incluye al desarrollo económico, social y ambiental, que permita a las futuras generaciones gozar de los recursos naturales actuales. Fuente: Jiménez H., Luis (2001) "Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica" Cap. 1, pág. 31

[5] Países con nivel de ingreso bajo o mediano, llamados también del "Tercer Mundo". Pues, un país desarrollado es aquel que tenga niveles de ingreso altos, superiores al que U.S. $10,000, esperanza de vida superior a 70 años e ndices de alfabetización superiores al 95%. Fuente: Stern (2004)

Justificación

El estudio sobre la relación sociedad, ambiente y economía es de gran relevancia, pues la sociedad, en general, está muy sujeta a los cambios en el medio ambiente y es de orden necesario, que el Estado vele por el bienestar de dicha sociedad. Un elemento que ha sido soslayado desde hace muchos años es, precisamente, la gestión ambiental, puesto que dados los acontecimientos económicos de las últimas décadas se plantearon muchas políticas cortoplacistas, fijándose más en los resultados tangibles y directos, priorizando la dinámica económica, en la inversión y el consumo, dejando de lado otros factores importantes, como el ambiental.

De esta manera, el conocimiento nuevo que se va a producir con el desarrollo de la investigación, busca penetrar en la relación existente entre el crecimiento económico y la calidad del aire, a través del dióxido de carbono (CO2), gas de efecto invernadero; siendo una investigación centrada en el caso del Perú para los años de 1971 y 2010. De esta manera, con la información acopiada para evaluar el desempeño macroeconómico respecto a la gestión ambiental realizada por el Estado, en sus diferentes gobiernos durante el período de análisis. Así mismo, se identifica la influencia del componente de tendencia determinística y la influencia de un factor promedio de contaminación, que sería independiente del crecimiento económico (véase Anexo 6).

Así, esta información permitirá a los hacedores de políticas macroeconómicas percibir mejor el contexto ambiental, para elegir las políticas a implantar. Consecuentemente, la legislación ambiental, la gestión ambiental y la educación ambiental podrán ser fortalecidas en argumentos para que se trascienda del Estado a la población y pueda repercutir en la mejora de la calidad de vida en Perú, de manera sostenible.

Así, con las decisiones tomadas por los hacedores de política, el beneficiario directo debe ser la población peruana que gozará del acceso a una mejor calidad de los servicios ambientales, imprescindibles para poder vivir más y mejor; además, la mejora de la salud sería notoria, como menciona la Organización Mundial de la Salud (OMS): *"La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre*

ellas el asma". Añade, que: *"Cuanto más bajos sean los niveles de contaminación del aire, mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo"*.

Mientras que, los beneficiarios indirectos de las decisiones tomadas por los hacedores de política, serían las poblaciones de flora y fauna de nuestro país, que recientemente se vienen degradando y extinguiendo. Actualmente, 301 especies de fauna silvestre del Perú[6], están amenazadas por la pérdida de su hábitat –producto de la contaminación ambiental–, tráfico ilícito y cacería furtiva. Entre estas especies, destacan la chinchilla (*Chinchilla brevicaudata*), el murciélago longirostro peruano (*Platina genovensium*), la pava aliblanca (*Penelope albipennis*), el zabullidor de Junín (*Podiceps taczanowskii*), el cocodrilo de Tumbes (*Crocodylus acutus*), el picaflor de cometa ventigris (*Taphrolesbia griseiventris*), entre otras especies.

Por lo manifestado, la presente investigación, como medio, pretende el fin de generar muchos cambios en la percepción del desarrollo, incluyendo al factor ambiental, en la ponderación prioritaria que le corresponde, en su sentido más trascendental. Con ello, concretamente, lograr que la población, como demanda; los empresarios, como oferta; y el Estado, como regulador; puedan, trascenderse y generar un cambio, desde lo más simple, como el clasificar la basura, el producir productos, y dar servicios, de manera más limpia y eco-amigable, hasta en la regulación y aplicación legal pertinente para que así se logre un verdadero desarrollo que sea sostenible en el tiempo en todas las esferas: social, ambiental y económica.

[6] Fuente: www.peruecológico.com.pe/extincion.htm

Capítulo I: Marco referencial

1.1 Antecedentes

1.1.1 La crisis global del Medio Ambiente.

Tras el crecimiento y desarrollo científico y tecnológico que permitió a la humanidad tener un desarrollo económico abundante, se puede observar que dicha bonanza se da a costa del abuso y deterioro de la naturaleza, como el aumento de pobreza.

De esta manera, la crisis ambiental, que nació en la Primera Revolución Industrial, menciona Jiménez (2001): “En última instancia, los procesos socioeconómicos y tecnológicos desencadenantes de la “Eco-crisis” se unen a la incapacidad de comprensión humana del ambiente, del mundo y de la vida en su compleja totalidad, para admitir la verdadera dimensión del hombre en la naturaleza”.

Los aspectos fundamentales de las interrelaciones entre los procesos socioeconómicos y los ecológico-ambientales, que menciona Jiménez (2001) son los siguientes:

a) “La percepción de la dinámica de un cambio global del medio ambiente, motivado principalmente por acciones humanas de índole económica que se sustentan en un sistema dominante, depredador y alentador de la asimetría Norte-Sur.
b) La reacción y adaptación “estratégica” del sistema socioeconómico, en sintonía con las fuerzas económicas e intereses, ante los cambios globales que este mismo sistema provoca en el ambiente y en la sociedad mundial.
c) El inicio de un proceso de transformación estructural que comienza en la integración entre medio ambiente y desarrollo y entre economía y ecología, bajo el común de la “sostenibilidad global”.
d) Así, se vislumbra el inicio del cambio paradigmático en la visión de la problemática ambiental, como en las teorías convencionales relacionadas con el Desarrollo, Economía, Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica”.

Por consiguiente, ante la manifestación del fenómeno del cambio global la respuesta se formula en base al concepto de sostenibilidad del desarrollo.

1.1.2 Contaminación del aire.

El aire es un elemento vital para la vida en la Tierra, sin embargo se contamina cuando los elementos que lo componen sufren alteraciones o cuando se presentan sustancias extrañas en él. Los componentes de aire son los que aparecen en la Tabla 1, los cuales no habían variado hasta hace unas décadas, como sucedió con el caso del CO2, a causa de la quema de combustibles fósiles en las actividades productivas del hombre y el exceso de la industria ganadera[7].

Tabla N° 1: Componentes del aire

COMPONENTE	FÓRMULA QUÍMICA	CONCENTRACIÓN (ppm)
Nitrógeno	N2	780 840.00
Oxígeno	O2	209 460.00
Argón	Ar	9 340.00
Neón	Ne	18.18
Helio	He	5.22
Criptón	Kr	1.11
Hidrógeno	H2	0.50
Xenón	Xe	0.09
Vapor de agua	H2O	Variable
Dióxido de carbono	CO2	322.00
Metano	CH4	1.50
Óxido nitroso	N2O	0.27
Monóxido de carbono	CO	0.19
Ozono	O3	0.02
Amoniaco	NH3	0.004
Dióxido de nitrógeno	NO2	0.001
Dióxido de azufre	SO2	0.001
Óxido nítrico	NO	0.0005
Sulfuro de hidrógeno	H2S	0.00005

Fuente: Adame, Aurora (2010) "Contaminación Ambiental y calentamiento global" Ed. Trillas, México, p. 20

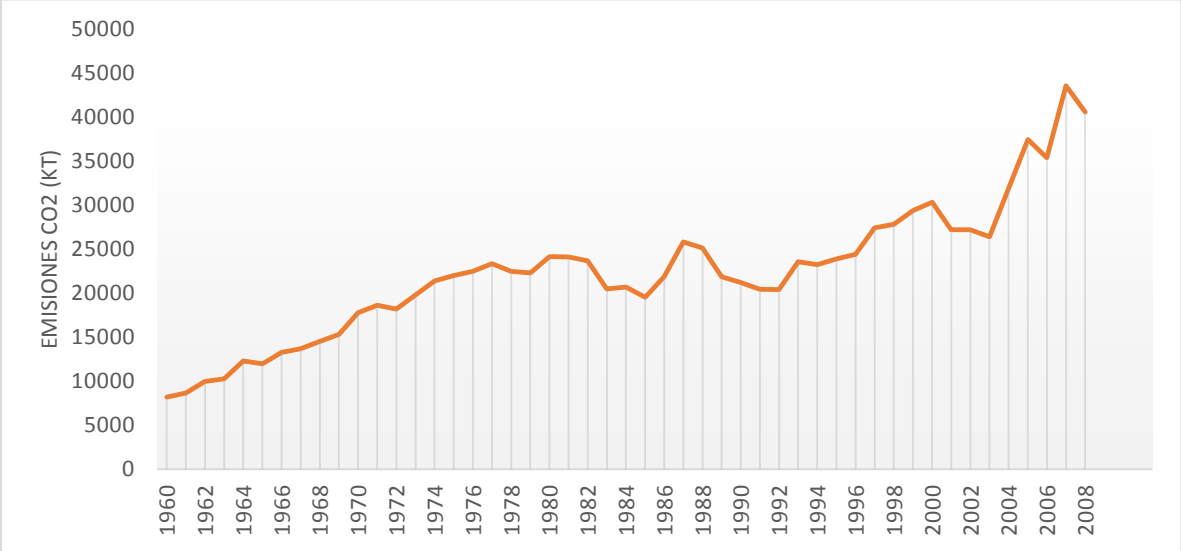
Así, los contaminantes gaseosos del aire, son en su mayoría los óxidos de carbono como el monóxido de carbono (CO), el cual según Adame (2010): *"se produce cuando la combustión de sustancias orgánicas se da sin la suficiente cantidad de oxígeno y genera erupciones volcánicas, reacciones de metano, descomposición de clorofila, incendios forestales, entre*

[7] En la obra *La larga sombra del ganado* se pone de relieve el impacto medioambiental de la ganadería. La FAO está estudiando en la actualidad una serie de medidas para lograr reducirlo.

otros". Otro gas muy nocivo es el dióxido de carbono (CO2), el cual se produce cuando la materia orgánica es quemada a la intemperie o descompuesta biológicamente; las principales fuentes de este contaminante son por la industria ganadera, la destrucción de bosques y la quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón. Si bien este gas no es muy tóxico para el hombre, lo es para el planeta ya que es uno de los gases causantes del efecto invernadero, pues permite que los rayos solares pasen a la Tierra y generen el calentamiento global; generando a su vez, derretimientos de los polos, elevando el nivel de los mares y provocando la desaparición de regiones costeras y cambios en el clima.

A continuación, el Gráfico 1 muestra las emisiones de CO2 en kt (kilo toneladas) del Perú, en el cual se aprecia cómo desde el año 2002 en adelante, se ha incrementado en menos de diez años cerca de 20,000 kt de CO2.

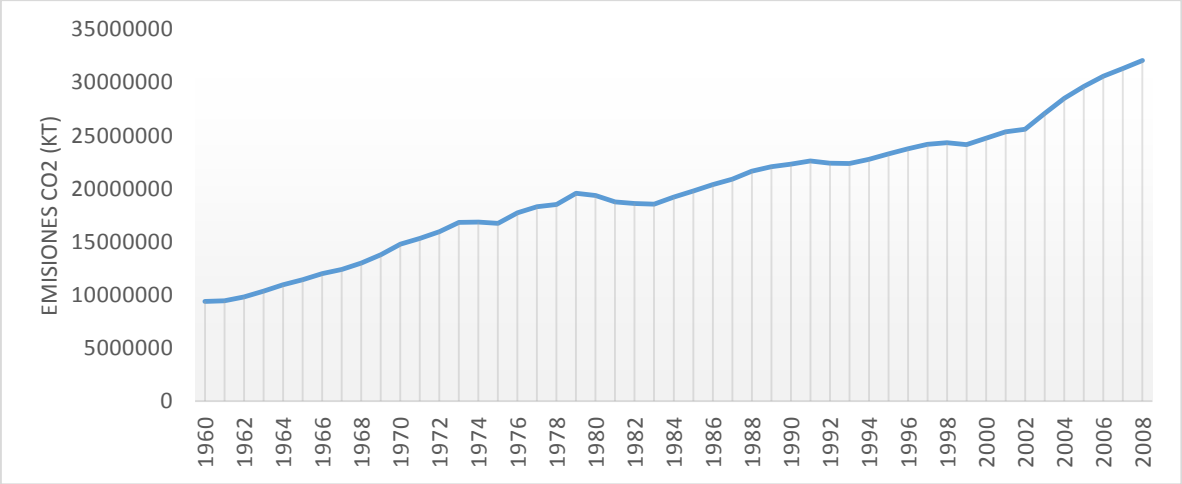
Gráfico 1: Emisiones del Perú de CO2 (kt)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

Por su parte, el Gráfico 2 presenta las emisiones de CO2 en kt del mundo, se observar una tendencia constante y recta, con ligeros cambios como desde el año 2002 que la pendiente se incrementa y supera los 30'000,000 kt de emisión CO2.

Gráfico 2: Emisiones del Mundo de CO2 (kt)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

Tanto para el caso del Perú, como para el mundo, la realidad ambiental es alarmante, dadas las nefastas consecuencias que tiene este gas de efecto invernadero sobre el medio ambiente.

1.1.3 Cambio ambiental: Externalidades negativas.

La convivencia en la Tierra entre la biósfera y el hombre debe ser armónica y cooperativa, como lo hicieron grandes culturas de la antigüedad como los Inkas[8] buscando un bienestar común, guardando una armonía entre la naturaleza y el hombre. El cambio ambiental global, justamente se da por la presencia de las acciones humanas que en busca de la producción y eficiencia de costes, generando así los siguientes problemas ambientales:

- El cambio climático, dado por la emisión de gases de "efecto invernadero" (GEI), en especial, el dióxido de carbono (CO2); pues, dichos gases generan un aumento progresivo de la temperatura del planeta, causando la elevación del nivel del mar y desequilibrios económicos, sociales y ecológicos.

[8] "Las culturas indígenas de las Américas, como la inca, tienen una larga tradición de respeto por la conexión entre los humanos y la naturaleza. En la región de los Andes, Pachamama es el nombre más común utilizado para referirse a la Madre Tierra, por lo general en quechua, aymará e incluso español. Anello de Oliva registró el término en su significado fundamental: "También adoraban la tierra fértil, que llaman Pachamama: que quiere decir la tierra madre fecunda y fructífera". El concepto andino de Pachamama expresa la simbiosis entre la humanidad y la naturaleza, confiriendo a esta última el respeto que merece" (Extraído de: Asamblea General de las Naciones Unidas (2010). "Desarrollo Sostenible Armonía con la Naturaleza".

- El agotamiento de la capa de ozono, a causa de la emisión de sustancias químicas como el clorofluorocarbono (CFC). Dicho adelgazamiento de la capa de ozono genera que los rayos ultravioleta penetren la Tierra y afecten a la salud de los seres vivos.
- La contaminación generalizada, en el caso del aire, afecta directamente a la salud humana; la lluvia ácida que destruye bosques y patrimonios históricos de la humanidad; además, de la alteración del ciclo del agua que ya va generando su escasez; los residuos industriales y domésticos que contaminan el ambiente a nivel generalizado.
- La destrucción sistemática de recursos naturales:
    - Pérdida de diversidad biológica
    - Deforestación
    - Desertificación

De esta manera, se generan externalidades[9] negativas de la humanidad para la humanidad y el medio ambiente, según Jiménez (2001) se generaliza el "síndrome del cambio global", con los siguientes aspectos que han conformado la conciencia de la insostenibilidad de los modelos de desarrollo humano en relación con el medio ambiente:

a) Amenaza a la seguridad global, por destrucción del sistema ambiental, y dificulta la viabilidad del sistema económico mundial.
b) Limita al crecimiento, a nivel de población y de producción en general.
c) La interdependencia entre la pobreza y riqueza ante la complicada interrelación entre medio ambiente y desarrollo humano.

De esta manera surge el Desarrollo Sostenible como idea-fuerza integradora.

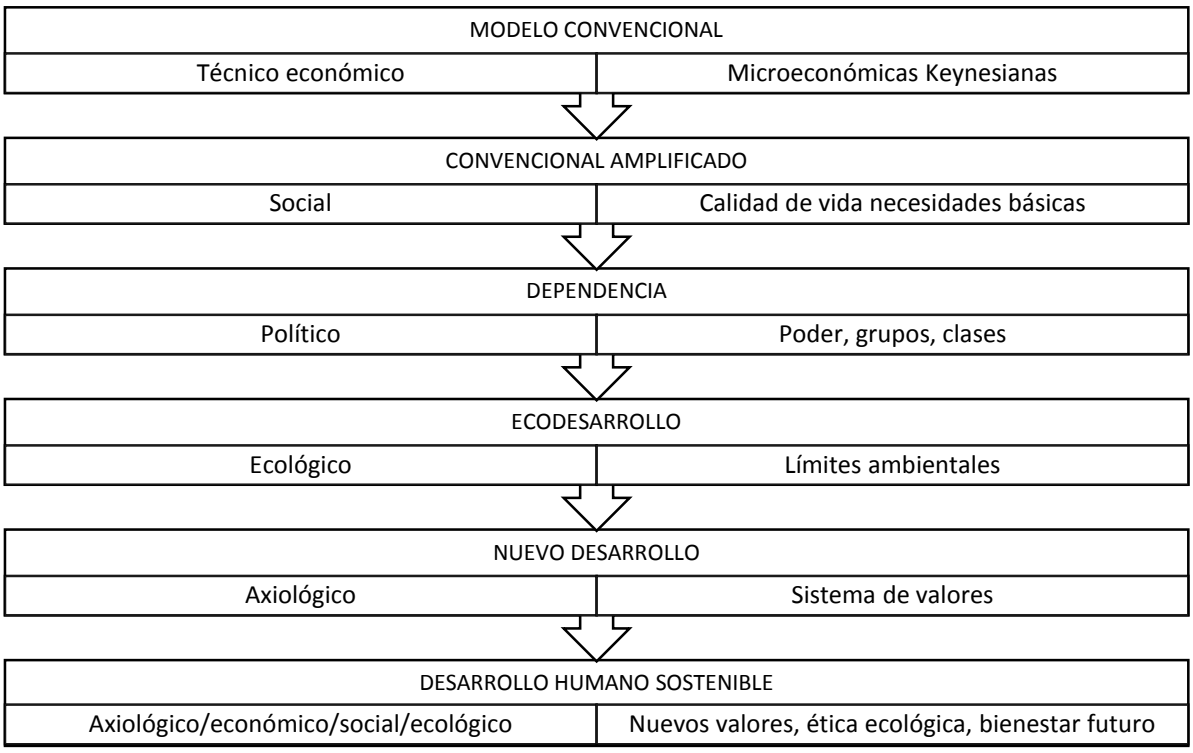
1.1.4 Desarrollo Sostenible.

Se comprende como desarrollo sostenible, cuando la humanidad satisface sus necesidades actuales y futuras, mejorando la calidad de vida dentro de los límites del medio ambiente. Éste se logra únicamente a través del espectro de tres dimensiones: económica, ambiental y social.

[9] Externalidad en el consumo: "Si a un consumidor le afecta directamente la producción o el consumo de otros. Por ejemplo, […] a la gente no le da igual la cantidad de contaminación que producen los automóviles al pasar por su calle". Externalidad en la producción: "Cuando las decisiones de una empresa o de un consumidor influyen en las posibilidades de producción de otra empresa. Un ejemplo clásico es el de una piscifactoría cuya producción resulta afectada negativamente por la cantidad de contaminantes que se viertan en las aguas que utiliza". (Varian (1999) p. 589)

Como se aprecia en el Gráfico N°3, en la parte superior, se tiene al modelo convencional, el cual posee como nivel de desarrollo Técnico económico, a través de las variables microeconómicas keynesianas, conocidas comúnmente como las abstraídas en el Producto Bruto Interno, que son: el consumo, gasto, inversión y balanza comercial.

Gráfico N°3: Teorías explicativas de los modelos de desarrollo



FUENTE: Jiménez (2001) "Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica", pág. 69

Luego, se dio el siguiente modelo llamado Convencional Ampliado o reformista, pues alcanzaba al nivel social, por lo que además de tener en consideración las variables antes mencionadas, también hace hincapié en la calidad de vida de la población y la satisfacción de sus necesidades básicas.

En el siguiente modelo, Dependencia, el ámbito político alcanza mayor protagonismo, a través del poder, grupos económicos y clases o estratos sociales, que buscan un desarrollo económico y social sistematizado y ordenado, con organismos que lo garanticen a través de su labor.

Después, se tiene al Ecodesarrollo, el cual se caracteriza por la inclusión del nivel ecológico, considerando el marco ambiental, valiéndose del establecimiento de límites ambientales, éstos

en relación a la contaminación real o potencial que tengan distintos sectores de producción o consumo.

Así, se continúa con el Nuevo Desarrollo, el cual a nivel axiológico, incluye un sistema de moral ambiental, de valores con preocupación no solo social, sino también ambiental.

Finalmente, nace el modelo de Desarrollo Sostenible, el cual incluye a todos los modelos antes mencionados en los niveles económico, social, ecológico y axiológico. Pues se da una formación educativa a la sociedad, basada en valores éticos de respeto ente la sociedad como tal y con el ambiente, lo que establece una moral colectiva que hace que el desarrollo económico, a través de políticas asertivas basadas en la ecología y la "ecoeficiencia"[10], sea sostenible en el tiempo. Como mencionan la Cont. María Nilda Cerf Arbulú y el Lic. José Miguel Esborronda Andrade (2007): "Debemos comenzar por inculcar en la niñez el amor y el respeto por la naturaleza mediante el estudio y las prácticas adecuadas a su edad, de investigaciones ecológicas y conservacionistas, propias de un niño investigador". Efectivamente, como menciona la Fundación E.L.I.C. Escuelas Libres de Investigación Científica para Niños: "La educación debe tender a la creación de un conjunto de relaciones del hombre con el medio ambiente, persiguiendo una mayor calidad y eficiencia en esas relaciones"[11].

Otro concepto importante para socavar en el desarrollo integral, es el de Desarrollo Humano Sostenible, el cual "es un proceso que mejora la suerte de los seres humanos, procesos holístico, integrado e integrador de los elementos que conforman la totalidad ambiental, un proceso en el cual los elementos y las partes solo pueden ser evaluados significativamente en su relación con el todo. Los humanos son tanto los actores como beneficiarios del proceso y su supervivencia y bienestar son su razón de ser"[12].

Es importante, identificar el medio principal para lograr el desarrollo humano sostenible: es el gran factor de institucionalidad. Es decir, se tiene el desarrollo ambiental, desarrollo social, desarrollo económico y desarrollo institucional, es así que estos cuatro elementos rigen un verdadero desarrollo sostenible. Menciona la CEPAL (2002): "En su aspecto ambiental, la

[10] Ecoeficiencia: "La ecoeficiencia se apoya en dos pilares: reducir la sobre explotación de los recursos naturales (lograr un uso más sostenible) y disminuir la contaminación asociada a los procesos productivos. ero apunta aún más allá: busca un incremento de la productividad de los recursos naturales, así como a reducir los impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos". Fuente: Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias

[11] Fuente: "El Niño Investigador en las ELIC", Invesciencias, Venezuela, 1983, p.26.

[12] Fuente: "Conferencia de Naciones Unidas sobre Salud y Ambiente en el Desarrollo Humano Sostenible" Washington, Octubre 1995

institucionalidad internacional requiere, por una parte, de la consolidación de instituciones y de los mecanismos regulatorios a nivel nacional y, por otra, de la definición de un marco comprehensivo, coherente e integrado, que permita una agenda y un acuerdo para lograr, entre otros propósitos:

i) el fortalecimiento de la dimensión ambiental en la institucionalidad global del desarrollo;
ii) una acción más coordinada de los organismos internacionales, particularmente de los de financiamiento;
iii) la sinergia entre los diversos acuerdos internacionales que inciden en la sostenibilidad del desarrollo;
iv) el involucramiento de todos los países en la adopción y cumplimiento de los compromisos; y
v) la consolidación de la cooperación regional entre los organismos internacionales y regionales en torno de prioridades definidas por los gobiernos".

Efectivamente, las actuales estructuras de la institucionalidad ambiental deberían entrar en un proceso de racionalización, como añade CEPAL: "[…] que comience por consolidar el diálogo entre los foros ministeriales de distintos sectores como espacios de deliberación y coordinación regional, y que refuerce la comunicación entre los ministros ambientales y aquellos a cargo de otras áreas del desarrollo sostenible".

"Como paso inicial, se podrían agrupar —bajo esquemas de coordinación temática única—, aquellos tratados y acuerdos que comparten objetivos y agendas en torno de los asuntos estratégicos, tales como biodiversidad, productos químicos y atmósfera, entre otros. El fortalecimiento de las instituciones ambientales globales exigirá mejores condiciones para el seguimiento y evaluación de los resultados de las convenciones y agendas comunes, y el monitoreo más sistemático del estado ambiental en la región y en el mundo".

Por otro lado, Jiménez (1980) hace una profunda revisión sobre lo que implica el desarrollo y establece de manera sistemática los Estilos de desarrollo[13] son los siguientes:

a) Desarrollo con equidad intergeneracional

[13] Fuente: Jiménez Herrero, L. M. "Ecodesarrollo" Economía Planeta, Barcelona, 1980; y "Cooperación mundial para el medio ambiente y el desarrollo sostenible" en CIDEAL, Nuevas en la cooperación Internacional, CIDEAL, Madrid, 1994

b) Desarrollo con solidaridad intergeneracional
c) No existe verdadero desarrollo si es a costa del medio ambiente, porque este es una parte indisoluble de aquel y su interdependencia exige la integración medio ambiente-desarrollo en la toma de decisiones
d) Debe ser económicamente viable, a través de una gestión racional del Medio Ambiente y sus recursos
e) Generar nuevas bases de cooperación internacional, para un nuevo Eco orden mundial.

Comprendiendo cada uno de estos estilos como base ética para una sociedad que logre transmutar su conducta basada en el consumo, a una basada en principios, como lo son el respeto por los demás, incluyendo a las generaciones futuras, cambiando así la premisa “más es mejor”, por una, “suficiente es mejor” y la consciencia de los efectos que tiene el consumo y la producción de bienes y servicios que generan externalidades negativas sobre la sociedad y el medio ambiente.

Así se establecen, principios fundamentales para mantener y lograr un desarrollo sostenible en la Tierra que son los siguientes:

a) Respetar y cuidar la comunidad de los seres vivientes
b) Mejorar la calidad de la vida humana
c) Conservar la vitalidad y diversidad de la Tierra
d) Reducir al mínimo el agotamiento de los recursos no renovables
e) Mantenerse dentro de la capacidad de carga de la Tierra
f) Modificar las actitudes y prácticas personales
g) Facultar a las comunidades para que cuiden de su medio ambiente
h) Proporcionar un marco nacional para la integración del desarrollo y la conservación.
i) Forjar una alianza mundial.

De esta manera, se espera que la sociedad educada con una formación ética, basada en el conocimiento de los efectos que tienen sus acciones sobre los demás, pueda lograr un cambio sistémico sobre la situación actual dejando de contaminar.

A continuación, se presenta el decálogo que publicó el Fondo de Defensa Medioambiental[14] (EDF por sus siglas en inglés):

- *"Visita y ayuda a sostener nuestros parque nacionales*
- *Recicla periódicos, vidrio, plástico y aluminio.*
- *Conserva la energía y utiliza focos energía-eficientes*
- *Mantén las llantas adecuadamente infladas para incrementar el uso de gasolina por kilómetro y para extender la vida de las llantas,*
- *Planta árboles*
- *Organiza un programa para reciclar los árboles de Navidad en tu comunidad,*
- *Encuentra una alternativa a los pesticidas químicos para tu jardín*
- *Organiza un grupo comunal para limpiar el río local, la carretera, el parque o la playa"*

A las cuales, Schuldt (2013) añade las siguientes:

- *"Evita comprar carnes de animales y especies en extinción*
- *Recicla*
- *Educa a tus hijos para que no desperdicien alimentos y cuiden el ambiente,*
- *Compra "verde", adquiere productos medioambiente-amigables,*
- *Adopta un estilo de vida simple,*
- *Usa bicicleta o camina*
- *Dona dinero, escribe cartas de queja a tu Gobierno local o nacional y artículos de opinión sobre el deterioro del medioambiente, la pérdida de biodiversidad o de la capa de ozono; etcétera*".

Se considera también una ampliación y explicación de la primera propuesta de Schuldt, a través de la FAO (2006) que menciona lo siguiente: "*El sector pecuario produce el 9% de las emisiones antropogénicas de CO2, gran parte a causa de la ampliación de los pastizales y de las tierras agrícolas destinadas a la producción de forrajes, y genera un volumen todavía mayor de emisiones de otros gases que tienen más potencial de calentar la atmósfera: hasta un 37% del metano antropogénico, casi todo procedente de la fermentación entérica de los rumiantes, y el 65% del óxido nitroso antropogénico, la mayor parte procedente del estiércol*". Por lo que, el reducir el consumo de carne, es una medida también muy necesaria para combatir al efecto invernadero.

[14] Fuente: Fondo de Defensa Medioambiental (http://www.edf.org/)

1.1.5 Bases Económicas del Desarrollo Sostenible.

El rol de la Economía en la búsqueda constante de la eficiencia, optimización del uso, conservación, mejora del sistema global, entre otros puntos; hace que justamente sea una de las herramientas esenciales para lograr el Desarrollo Sostenible de manera integral y sistematizada, esto lo logra a través de la Economía Ecológica.

Bajo un profundo análisis se tiene que las ciencias Economía y Ecología, nacen del griego "*oikos*" que denota casa, patrimonio. Sin embargo, la primera se encarga de la administración del patrimonio o los recursos; y la segunda, del estudio del mismo, comprendiendo el patrimonio como los seres vivos, su medio e interacción. De esta manera, se aprecia que son ciencias que estudian un mismo elemento (el patrimonio, la casa) bajo distintas posturas, que pueden y deben complementarse para lograr, como se indicó párrafos anteriores, un desarrollo sostenible.

De esta manera, es importante analizar el concepto del Producto Bruto Interno, pues es el indicador de la producción agregada, como menciona Blanchard (2000), existen tres maneras de concebirlo, que son las siguientes:

a) El PBI es el valor de los *bienes y servicios finales*[15] producidos en la economía durante un determinado periodo.
b) El PBI es la suma del *valor añadido*[16] de la economía durante un determinado periodo.
c) El PBI es la suma de las *rentas*[17] de la economía durante un determinado periodo.

Sin embargo, en la contabilidad macroeconómica, se considera al PBI como el agregado económico, que está compuesto por los siguientes elementos:

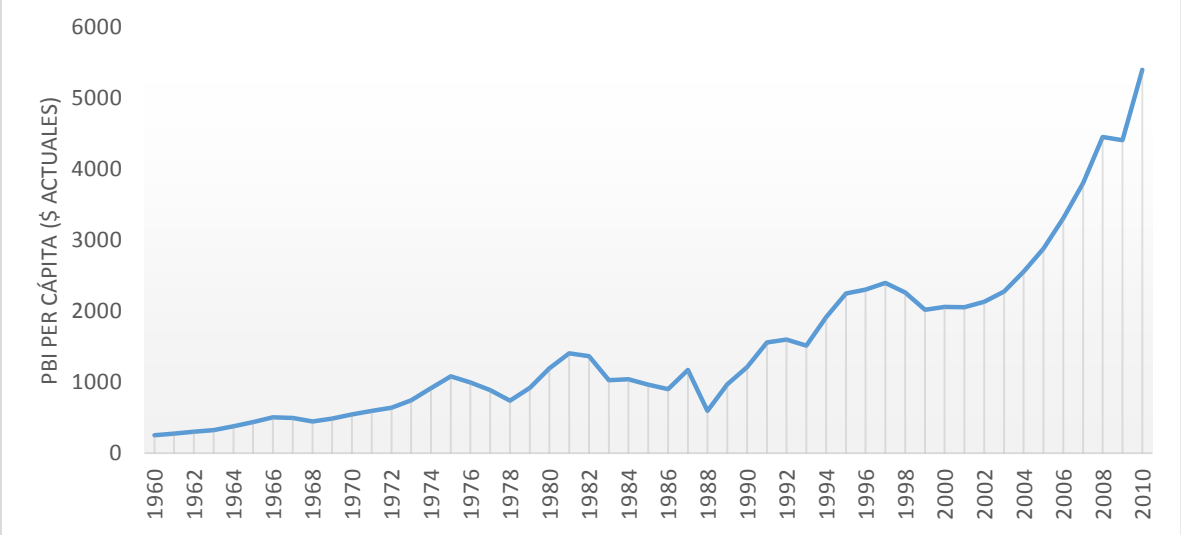
a) Consumo, que son los bienes y servicios comprados por los consumidores.

[15] Se considera bien o servicio final a todo aquel que sea comprado o adquirido directamente por el consumidor. Fuente: Blanchard (2000) "Macroeconomía" Prentice Hall.
[16] El término valor añadido es el valor que añade una empresa en el proceso de producción, ergo es el valor de su producción menos el valor de los bienes intermedios que utiliza para ello. Fuente: Blanchard (2000) "Macroeconomía" Prentice Hall.
[17] Las rentas, es el valor añadido compuesto por la suma de los impuestos indirectos, la renta del trabajo y la renta del capital. Fuente: Blanchard (2000) "Macroeconomía" Prentice Hall.

b) Inversión, que es la suma de la inversión no residencial, que es la compra de nuevas plantas o maquinarias por parte de las empresas, con la inversión residencial, que es la compra de nuevas viviendas o apartamentos por parte de individuos.
c) Gasto Público, representa los bienes y servicios comprados por el Estado en todas sus instancias.
d) Exportaciones netas o Balanza comercial, que es la diferencia entre las exportaciones, que son las compras de bienes y servicios nacionales por parte de extranjeros, e importaciones, que son las compras de bienes y servicios extranjeros por parte de los consumidores nacionales, empresas nacionales y el Estado.

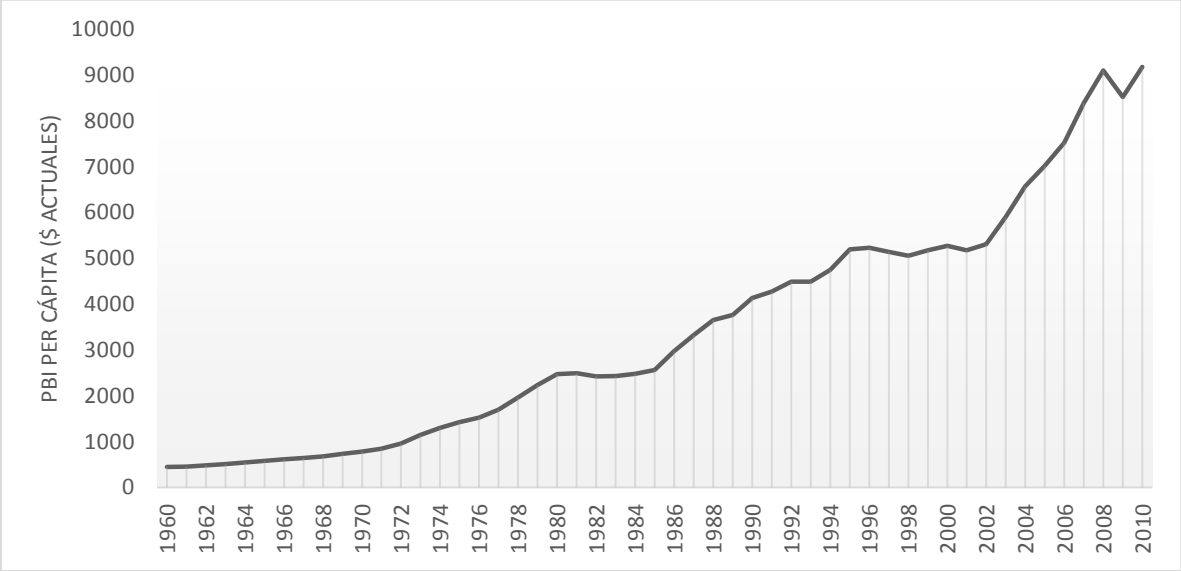
Así, el crecimiento económico se presenta a continuación en los Gráficos N° 4 y 5, siendo el cuarto para el caso peruano y el quinto para el mundo. Dicho indicador es importante para la presente investigación, pues permitirá la construcción del modelo que se verá más adelante.

Gráfico N°4: PBI per cápita del Perú ($ corriente)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

Gráfico N°5: PBI per cápita del Mundo ($ corriente)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

1.1.5.1 Sostenibilidad Paretiana.

Como parte de la economía ambiental, es necesario mencionar al equilibrio Paretiano u Óptimo de Pareto[18], el cual se da la aplicación del primer Teorema de Bienestar, que estriba en estado, presente en un escenario de producción de dos bienes, en el cual ninguno puede producir más, sin afectar en la producción del otro. En referencia a la sostenibilidad, se da también un equilibrio Paretiano, cuyos principios que rigen dicha sostenibilidad para la economía ambiental, son los siguientes:

a) Usos del capital y de los recursos naturales dentro de la capacidad asimilativa y regenerativa de los ecosistemas
b) La revalorización económica de las funciones, bienes y servicios ambientales incluyendo los reajustes de precios, la eliminación de los fallos del mercado y la asignación correcta de derechos de prioridad.
c) El mantenimiento de la escala de la economía en los límites impuestos por la ecología, dentro de un margen de seguridad amparado en criterios de precaución ante efectos irreversibles.

[18] Frank, R. (2007) “Microeconomía y Conducta” 5ta Ed., p. 554

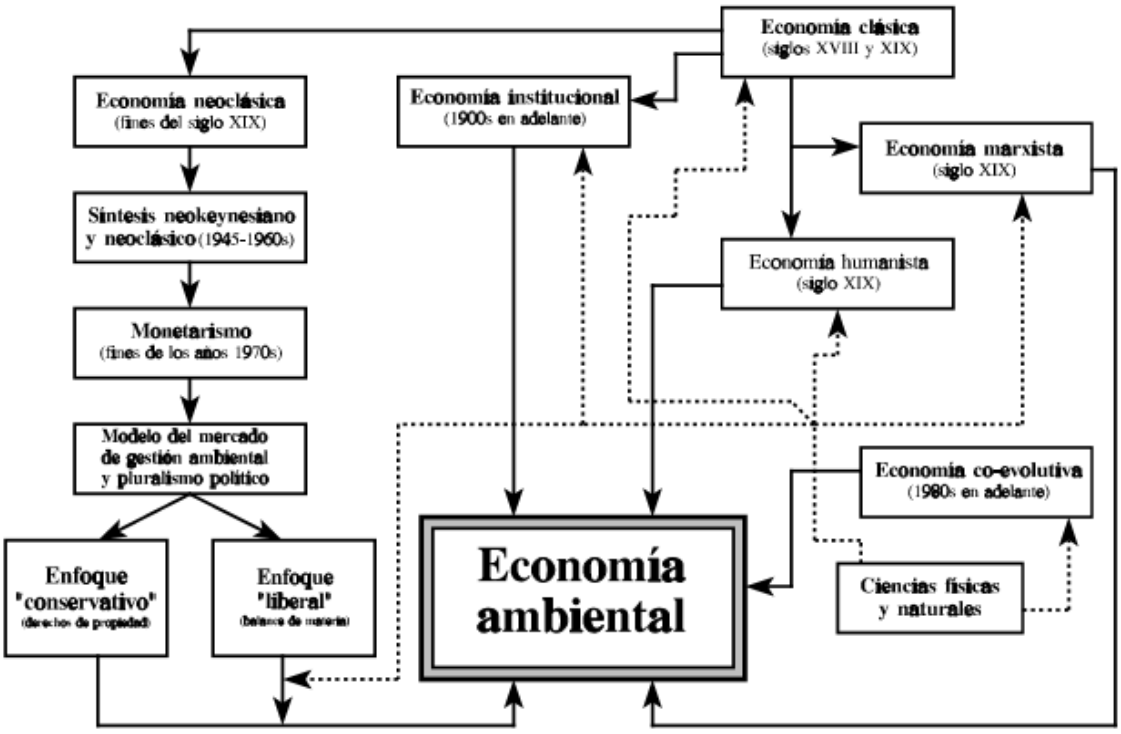
d) El aseguramiento de los capitales críticos, natural y cultural, para hacer posible la equidad intergeneracional y fomentar los procesos de sustitución del capital y recursos no renovables en renovables.

e) Medir, contabilizar e indicar los procesos de desarrollo sostenible, teniendo en cuenta las anteriores consideraciones.

1.1.5.2 Integración de la Economía y Ecología.

El Gráfico N°6 muestra la manera en que se integró la economía al medio ambiente. La cual fue desde la economía clásica, de la cual surgieron la economía neoclásica, institucional, humanista y marxista; las cuales en sus propios procesos y por aportes interdisciplinarios llegaron a conformar integradamente a la economía ambiental, que se ampliará a continuación.

Gráfico N°6: Integración de la economía con el medio ambiente



Fuente: División de Recursos Naturales CEPAL (1994) y Energía "Economía y Ecología: Dos ciencias y una responsabilidad frente a la naturaleza"- "IV Simposio Internacional de Turismo, Ecología y Municipio", Lima, Perú.

1.1.5.3 Economía Ambiental.

Se comprende como economía ambiental según Barry (1995), como: *"El estudio del flujo de residuos y de los impactos resultantes en el mundo natural"*. Por ello es que el control de la contaminación es vital para el análisis de la economía ambiental.

Es justamente, la contaminación del aire una de las de mayor preocupación para el mundo durante las últimas décadas, pues no solo es la impureza del aire, sino también los efectos colaterales como son el efecto invernadero, la lluvia ácida, el calentamiento global y la destrucción de la capa de ozono. A continuación, se fundamentará la teoría que ampara al presente estudio y permite un mayor control sobre la economía sobre el medio ambiente, que es la Curva de Kuznets Ambiental.

1.2 Marco Institucional

1.2.1 ONERN.

Por su parte, la labor institucional referida al aspecto ambiental del Perú, se puede observar en distintas etapas desde la creación de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) en 1974 al actual Ministerio del Ambiente, desde el 2008.

Se creó en el año 1974 la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), la cual funcionó como punto focal peruano ante el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Como menciona Valdez (2013): "Su función principal estaba vinculada a la realización de inventarios de recursos naturales como recursos hídricos, suelos, flora, fauna, recursos pesqueros, etcétera. La gestión de los recursos estaba asignada fundamentalmente a sectores productivos como agricultura, pesquería, minería, sectores que carecían de un marco normativo adecuado, personal capacitado y recursos financieros. En estos sectores había una clara voluntad política de hacer prevalecer volúmenes de producción antes que cumplir exigencias ambientales. Los aspectos de saneamiento y desarrollo urbano se encontraban en los sectores de salud y vivienda respectivamente, mientras que la planificación en manos del Instituto Nacional de Planificación (INP)".

1.2.2 CONAM.

De esta manera, es recién a partir del año 1990, que se prescribe el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, y permite la creación del Consejo Nacional del Ambiente (Conam). Cuya propuesta inicial fue crear un organismo de carácter supra sectorial que se

desde la Presidencia del Consejo de Ministros, permitiría una visión integral evitando conflictos entre sectores, amplía Valdez (2013): "[…] contando con un Consejo Directivo donde estuvieran representados además de representantes del Poder Ejecutivo, representantes de los sectores productivos y sociales. El Conam debía ser un espacio donde se adoptara la política nacional del ambiente, la cual debía ser de obligatorio cumplimiento para todos los sectores. Rápidamente se desnaturalizó el Conam, convirtiéndose en un ente ejecutor, pero sin la fortaleza necesaria y su consejo directivo fue copado por el sector empresarial".

1.2.3 MINAM.

Así, en el año 2008, mediante decreto legislativo 1013, se creó el Ministerio del Ambiente, en el marco de una decisión política rápida en el contexto de la negociación de un tratado de libre comercio, como opina Valdez (2013) que fue un "[…] hecho que generó el nacimiento de un organismo sin una visión clara respecto a su rol en la gestión ambiental. No queda claro si se pretendió crear un ministerio aglutinador de todas las competencias ambientales o uno que integre determinadas funciones. Lo cierto es que el Ministerio del Ambiente en la actualidad ha logrado asumir competencias ambientales específicas, pero a su vez coexiste con estructuras jurídico administrativas preexistentes en sectores productivos como minería, industrias, pesca, hidrocarburos, etcétera".

El contexto latinoamericano, replicaba la creación de un Ministerio del Ambiente, a partir de un tránsito de competencias ambientales sectoriales, y paralelamente, la creación de un Consejo Nacional del Ambiente (Conam). Sin embargo, como menciona Valdez (2013): "[…] no evidencian una mejora sustancial en la gestión ambiental del país. Luego de su creación apareció con nitidez una carencia enorme en los gobernantes de turno en relación con cuál era el rol de este nuevo ministerio y cómo debía interactuar con otros sectores como economía y fundamentalmente con los sectores productivos como minería, energía, pesquería, industrias, agricultura, etcétera. En la actualidad, vemos disputas muy claras al interior del Ejecutivo respecto a las competencias que aún mantienen sectores productivos. La creación de un sistema nacional de certificación ambiental no es otra cosa que la evidencia de esas disputas fundamentalmente con el sector minero energético. Además, en vez de crear mecanismos y procedimientos claros y transparentes que fortalezcan la institucionalidad ambiental, vemos ministerios disputando competencias, lo cual evidencia la carencia de una institucionalidad ambiental fuerte y con competencias claramente definidas. Uno de los

grandes temas es la aprobación de los estudios de impacto ambiental (EIA), sin embargo, el tema de la fiscalización respecto al cumplimiento de los compromisos contenidos en los EIA".

Actualmente, la Misión del MINAM es: "Promover la sostenibilidad ambiental del país conservando, protegiendo, recuperando y asegurando las condiciones ambientales, los ecosistemas y los recursos naturales".

Y dentro de sus principales actividades, expone los avances en la calidad del aire y el suelo, que ha venido realizando desde el año 2011[19]:

"Proteger el aire, el agua y los suelos es clave para lograr una mejor calidad de vida para todos los ciudadanos. A ello se suma el trabajo realizado por el Ministerio de Ambiente para mejorar la calidad del combustible en el país, logrando que en cinco regiones –Lima, Arequipa, Cusco, Madre de Dios y Moquegua– se cuente con diésel con un máximo 50 ppm de azufre, en beneficio de más de 11 millones de habitantes urbanos. Por otro lado, los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos establecidos durante este periodo permitirán el mejor manejo de los 17.000 pasivos ambientales que existen en el Perú.

Igual importancia tiene la actualización del marco regulatorio ambiental sectorial, el fortalecimiento de la fiscalización ambiental (Ley N° 30011), y el inicio del proceso de la elaboración del primer Informe de Desempeño Ambiental, según criterios y metodología de la OCDE. Este Informe será presentado el 2016.

Nuestros logros en detalle:

- La actualización de los Planes de Gestión del Aire en 31 ciudades a nivel nacional beneficiarán a más de 18 millones de personas, lo que representa el 60% de la población nacional.
- Con la modernización de la Refinería de Talara se dejarán de emitir al aire alrededor de 42.1 millones de kilos de dióxido de azufre al año.
- Desde el 2014 los vehículos que ingresen al parque automotor deberán cumplir con Límites Máximos Permisibles de Emisión de contaminantes para vehículos de tecnología Euro III o mayor, lo que permitirá disminuir la emisión de contaminantes al aire (D.S. N° 009-2012-MINAM). Además, se han establecido limitaciones muy severas a la importación de vehículos usados.

[19] Fuente: http://www.minam.gob.pe/logros/avances-en-la-calidad-del-aire-y-suelos/

- Se estableció la prohibición de comercializar y usar Diesel B5 con un contenido de azufre mayor a 50 ppm en los departamentos de Lima, Arequipa, Cusco, Puno, Madre de Dios y la Provincia Constitucional del Callao (D.S. N° 006-2014-MINAM)"

Respecto a la prevención para la mitigación del cambio climático[20], el MINAM destaca que:

"La planificación es clave para adaptarnos y mitigar el cambio climático. Por ello, el MINAM ya está trabajando en la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Además junto con los Ministerios de Economía y Finanzas, Relaciones Exteriores y el CEPLAN, el MINAM ha presentado el estudio "Escenarios de Mitigación del Cambio Climático en el Perú al 2050: Construyendo un desarrollo bajo en emisiones" (PlanCC) el cual propone cinco posibles caminos de reducción de emisiones para el país al 2050.

La prevención de desastres es indispensable y para ello el IGP ha instalado la red para Alerta Temprana sobre la ocurrencia de Tsunamis en la costa peruana la cual contempla la instalación de 7 nuevas estaciones sísmicas interconectadas con un sistema de telemetría sísmica satelital de tecnología VSAT. Por otro lado, el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del cambio climático en el año 2011, mediante convenios de conservación de bosques con comunidades nativas (CCNN), conservó alrededor de 130 mil Ha. de bosque. Para el 2014 se proyecta la conservación de más de 3 millones de Ha.

En detalle:

- Son 12 regiones las que ya cuentan con una Estrategia Regional de Cambio Climático: Amazonas, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Junín, La Libertad, Lambayeque, Loreto, Piura, Puno y Cajamarca.
- La red para Alerta Temprana sobre la ocurrencia de Tsunamis en la costa peruana está valorizada en casi S/.3 millones.
- El estudio "Escenarios de Mitigación del Cambio Climático en el Perú al 2050: Construyendo un desarrollo bajo en emisiones" (PlanCC) propone 77 opciones para mitigar los efectos del cambio climático con ventajas para el ciudadano".

Y finalmente, es importante destacar el impulso a la consciencia ambiental[21] que viene desarrollando este ministerio:

[20] Fuente: http://www.minam.gob.pe/logros/prevenir-para-mitigar-el-cambio-climatico/
[21] http://www.minam.gob.pe/logros/el-impulso-a-la-conciencia-ambiental/

“Generar una fuerte conciencia ambiental pasa por definir una estrategia conjunta que permita involucrar a todos los ciudadanos en la promoción del desarrollo sostenible del país. Por ello, el MINAM no sólo ha aprobado la Política Nacional de Educación Ambiental, para incluir la temática ambiental en los colegios de todo el país. También ha promovido campañas de sensibilización que permitan que la ciudadanía se convierta en un actor más de la gestión ambiental.

Además, este año se realizará la primera edición del Premio Nacional Ambiental (PNA), con el cual el MINAM reconocerá el desempeño ambiental de personas naturales o jurídicas cuyas acciones sean un ejemplo de vida sostenible en el Perú.

El MINAM cuenta con distintos canales que le permiten llegar a la ciudadanía con información clave y precisa para que los ciudadanos se conviertan en actores clave del desarrollo ambiental. Algunos de estos canales son: AmbienTV, Minam Te Escucha, Revista MINAM, Diálogos Ambientales.

En detalle:

- Se trabajó en el fortalecimiento de capacidades a más de 50 mil gestores, docentes y promotores a nivel nacional.
- Se elaboraron campañas de sensibilización que han permitido que la ciudadanía se convierta en un actor más de la gestión ambiental:

Pon de tu Parte: Casi 50 mil compromisos asumidos por ciudadanos. #Nomásmineríailegal: Contribuyó al consenso social contra esta actividad ilícita. 200 mil vistas en un video de YouTube que muestra la devastación en Madre de Dios. Reciclar para abrigar: En el 2014 se entregó 1.000 frazadas de fibra reciclada de PET a familias que sufren por las heladas en Puno, Arequipa, Pasco y Apurímac”.

1.3 Estructura de la Teoría que sustenta el Estudio

1.3.1 Curva de Kuznets Ambiental.

El ganador del Premio Nobel de 1971, Simon Kuznets (1901-1985), fue quien formuló una teoría para explicar el crecimiento o decrecimiento en la distribución del ingreso en

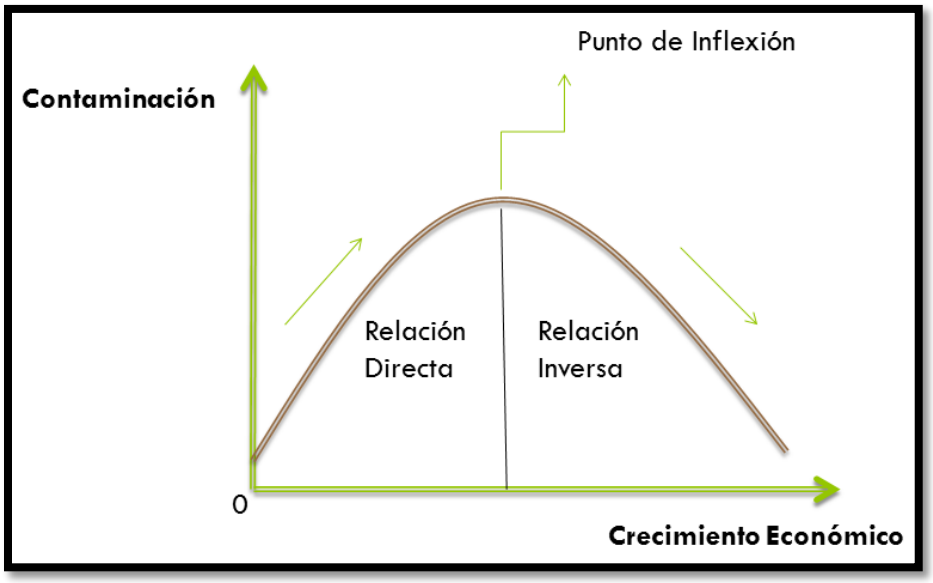
distintos países a través de su proceso de desarrollo. Dicho análisis, se concentró en el crecimiento económico, el cual difirió de la teoría Keynesiana del ahorro, a través de elementos econométricos en su análisis del PBI en Estados Unidos en 1941.

De esta manera, el planteamiento de Kuznets se basó en que al comienzo de un proceso de desarrollo las economías tienen una distribución del ingreso equitativa, pero con el paso del tiempo, dicha distribución deja de ser equitativa; sin embargo, dicho punto de inequidad, vuelve a su punto equitativo, encontrando así un desarrollo.

Dicha relación de equidad y desarrollo fue adaptada para el ámbito ambiental, en 1992 a cargo del Banco Mundial en el informe World Development Report, en el cual se definía que existían indicadores ambientales que afectaban al crecimiento con diversos impactos, generando así una relación gráfica similar a la de una U invertida; denotando así que en los primeros años del desarrollo económico de un país no se generaba mucha contaminación; pero, a medida que la economía crecía, se tenía deterioros ambientales o mayores emisiones, las cuales eran causados por los aparentes ingresos económicos; sin embargo, en cierto punto crítico, que se alcanzaba un desarrollo aparente, las emisiones de contaminantes disminuían; así se conformó la Curva de Kuznets Ambiental[22] (CKA). A continuación, se presenta la representación gráfica de la CKA, véase el Gráfico N°7:

[22] Diaz-Vazquez y Cancelo (2010) p. 14

Gráfico N°7: Curva de Kuznets Ambiental



Fuente: Elaboración propia

Según Correa (2004), establece el modelo base que se utiliza a nivel empírico para el análisis de países de la OCDE, que es el siguiente:

$$EP_{it} = \alpha_0 + \beta_1(Y_{it}) + \beta_2\left(Y_{it}^2\right) + \beta_3\left(Y_{it}^3\right) + \beta_4.Z + \gamma t + \varepsilon_{it} \dots (1)$$

Donde,

$\boldsymbol{\alpha}$: El nivel promedio de contaminación, cuando el ingreso no tiene influencia relevante sobre la contaminación

$\boldsymbol{\beta}$**:** Parámetros a estimar

$\boldsymbol{Y_{it}}$: Es la renta per cápita del país i en el momento t

Z: Es un vector de otras variables explicativas que posiblemente incluya variables ficticias para capturar la influencia específica de la demografía, la geografía o años concretos

t: Es el factor tiempo

$\boldsymbol{\varepsilon_{it}}$: Es un indicador medioambiental para el país i en el momento t

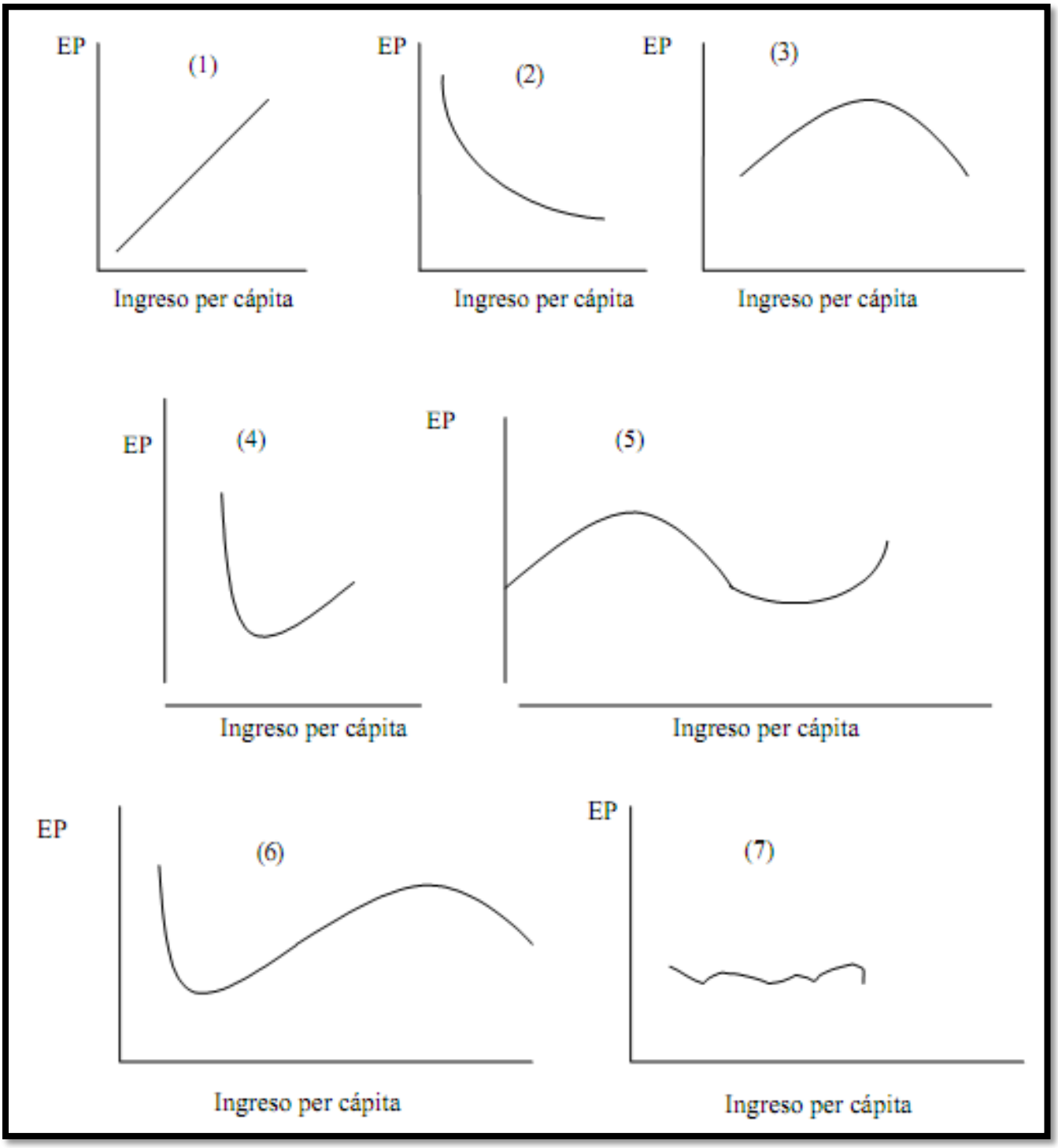
La forma funcional puede ser, pero no exclusivamente, logarítmica o lineal.

De esta manera, suponiendo que no se considere la variable Z, ni el efecto del tiempo, representado por la tendencia t, se tiene que si:

1. $\beta_1 > 0\ y\ \beta_2 = \beta_3 = 0$ Se comprende que existe una relación crecimiento, con lo que se infiere que a altos niveles de ingreso se asocia altos niveles de contaminación o emisión.
2. $\beta_1 < 0\ y\ \beta_2 = \beta_3 = 0$ Se comprende que la relación es decreciente, con lo que se infiere que altos niveles de ingreso se asocian a niveles decrecientes de emisiones,
3. $\beta_1 > 0\ y\ \beta_2 < 0\ y\ \beta_3 = 0$ Connota que existe una relación cuadrática en forma de U invertida, que es justamente la curva de Kuznets Ambiental, la cual indica que los altos niveles de ingresos están asociados con niveles decrecientes de contaminación a partir de un nivel determinado de ingreso.
4. $\beta_1 < 0, \beta_2 > 0\ y\ \beta_3 = 0$ Presenta una relación cuadrática en forma de U, que contradice la posición de la Curva de Kuznets Ambiental.
5. $\beta_1 > 0\ y\ \beta_2 < 0\ y\ \beta_3 > 0$ Presenta un polinomio cúbico, que se representa gráficamente en forma de N, semejante a la Curva de Kuznets Ambiental pero con un nuevo crecimiento de las emisiones dado un nivel de ingresos altos.
6. $\beta_1 < 0, \beta_2 < 0\ y\ \beta_3 > 0$ Presenta un polinomio cúbico, que se representa en forma de N al revés, pues los niveles de contaminación declinan en un inicio, luego crecen y finalmente decrecen.
7. $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ Presenta una conducta plana, denotando que las emisiones contaminantes no están determinadas por el ingreso.

Para una apreciación gráfica, se representa cada uno de los siete casos en el Gráfico N°8.

Gráfico N°8: Conductas en la relación entre el ingreso per cápita y la emisión de contaminantes.



Fuente: Correa, F. (2004) "Crecimiento Económico y Medio Ambiente: Una revisión analítica de la Hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets" Semestre Económico, Grupo de Economía Ambiental, Colombia, pág.16

Así, tras las evidencias empíricas se presenta un modelo más sintético, como es el modelo de Stern y Common (2001):

$$ln\left(\frac{E}{POB}\right)_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_{it}\right) + \beta_2\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_{it}\right)^2 + \varepsilon_{it} \ldots . (2)$$

Donde,

E: Son las emisiones del contaminante, en este caso CO2 (dióxido de carbono)

POB: Es la población total del país i y del tiempo t

PIB: Es el producto bruto interno

α: La ordenada en el origen específicas de cada país i

γ: La ordenada en el origen específicas del tiempo t

ε: Es la perturbación aleatoria

Si bien, se han manifestado críticas al modelo, como se menciona: *"porque se basa en la estimación de un modelo reducido para un panel de países, de forma que es bastante probable que dicho modelo esté mal especificado ya que intenta imponer CKA isomorfas y con un PBI per cápita común a todos los países del panel*". Stern y Common (2001, p.162) destacan que, al centrarse la atención en una variable específica para explicar la evolución de un indicador de deterioro ambiental, existe el riesgo potencial del sesgo por variables omitidas. Como como recuerda Stern (2004), dichos autores prestan atención a tres cuestiones que podrían estar evidenciando la existencia del problema citado, que son:

- Las diferencias entre los coeficientes estimados en las diferentes submuestras.
- Las diferencias entre los parámetros de los modelos con efectos fijos y los modelos con efectos aleatorios.
- La elevada autocorrelación detectada a pesar de haber eliminado los efectos tiempo comunes, lo que sugeriría que: "*hay variables con una elevada correlación serial que difieren entre países que están omitidas del modelo EKC básico*" (Stern y Common (2001))"

Ante lo cual, Díaz-Vázquez y Cancelo (2010) proponen estimar el modelo en primeras diferencias con dos variantes: con una ordenada en el origen constante que representa

la tasa media de progreso técnico; y la introducción de efectos fijos de tiempo que permiten capturar efectos comunes relacionados con el tiempo, además del cambio tecnológico:

$$\Delta ln\left(\frac{E}{POB}\right)_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \Delta ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_{it} + \beta_2 \Delta\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_{it}\right)^2 + \varepsilon_{it} \ldots (3)$$

Donde:

E: Son las emisiones del contaminante, en este caso CO2 (dióxido de carbono)

POB: Es la población total del país i y del tiempo t

PIB: Es el producto bruto interno

α: La ordenada en el origen específicas de cada país i

γ: La ordenada en el origen específicas del tiempo t

ε: Es la perturbación aleatoria

1.3.2 Presentación del Modelo.

Para la presente investigación, que estudia la relación de la contaminación con el crecimiento económico para el caso peruano en el periodo de 1971 a 2010, se considera una adaptación del modelo de Díaz-Vázquez y Cancelo (2010), y se añadirá una variable que está representada por el logaritmo natural del PBI per cápita al cubo, además de incluir componentes autorregresivos de orden 10 y de medias móviles de orden 19 (ARMA (10,19)), para su consistencia estadística; siendo así el modelo de la siguiente manera:

$$\Delta ln\left(\frac{E}{POB}\right)_t = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \Delta ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t + \beta_2 \Delta\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t\right)^2 + \beta_3 \Delta\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t\right)^3 + \varepsilon_t \quad \ldots (4)$$

Donde:

E: Son las emisiones del contaminante, en este caso CO2 (dióxido de carbono)

POB: Es la población total en el tiempo t

PIB: Es el producto bruto interno en el tiempo t

α: La ordenada en el origen específicas de cada país i

γ: La ordenada en el origen específicas del tiempo t

ϕ: Coeficiente autorregresivo (AR)

θ: Coeficiente de medias móviles (MA)

ε: Es la perturbación aleatoria

1.4 Problema de investigación

1.4.1 Planteamiento del problema.

1.4.1.1 Pregunta Inicial.

¿Cuál es el impacto del crecimiento económico sobre el medio ambiente?

1.4.1.2 Revisión de la literatura.

En la revisión de la literatura se observan tres niveles de relación con la temática tratada que son: Investigación general: Investigaciones que relacionan el crecimiento económico con el medio ambiente; Investigación relacionada: Investigaciones que asocian variables de crecimiento económico y contaminantes ambientales; e Investigación específica: Investigaciones que asocian variables de crecimiento económico y emisión de gases de efecto invernadero, de las cuales se identificaron los respectivos autores para cada caso, como se muestra en la Tabla N°2.

Tabla N°2: Revisión de la literatura

Nivel de relación	Temas centrales	Autores
Investigación general	Investigaciones que relacionan el crecimiento económico con el medio ambiente	Borghesi (1999) De Bruyn (2000) Osorio (2001) Dasgupta *et al* (2002) Gitly y Hernández (2002) Stern (2003) Sotomayor (2003) Alviar *et al* (2006) Correa (2007) Dinda (2010) Carson (2010) Rivers y McCoskey (2013)
Investigación relacionada	Investigaciones que asocian variables de crecimiento económico y contaminantes ambientales.	Piaggio (2007) Granda *et al* (2008) Cancelo y Díaz-Vázquez (2010) Islam y Shahbaz (2012) He y Richard (2013)
Investigación específica	Investigaciones que asocian variables de crecimiento económico y emisión de gases de efecto invernadero	Arguelles y Benavides (2006) Cruz (2009) Calvo (2013)

Fuente: Elaboración propia

1.4.1.3 Evaluación de la literatura.

Así, a partir de las investigaciones revisadas, se procedió a enlistar las variables identificadas, tanto para el crecimiento económico, como para el medio ambiente.

Variable independiente:

- Producto Bruto Interno (PBI) per cápita.

Variable dependiente:

- Emisión de Dióxido de Carbono (CO_2) per cápita.

De esta manera, de acuerdo a la disponibilidad de las variables ambientales, solamente se considera al dióxido de carbono en la pregunta modificada que sigue a continuación:

¿Cómo está influenciado el crecimiento del PBI per cápita por la emisión de dióxido de carbono?

1.4.1.4 Contextualización del problema.

Unidad de análisis: La economía del Perú

Espacio: Perú

Tiempo: Del año 1971 al año 2010

Frecuencia: Anual

1.4.1.5 Pregunta de investigación.

De esta manera, de la pregunta modificada se obtiene la pregunta de investigación:

¿Cómo está influenciado el crecimiento del PBI per cápita peruano por la emisión de dióxido de carbono en el periodo de 1971 al año 2010[23]?

1.4.2 Formulación del problema.

1.4.2.1 Estructura de la Pregunta de investigación.

General: ¿Cómo está influenciado el crecimiento del PBI per cápita peruano por la emisión de dióxido de carbono en el periodo de 1971 al año 2010?

Específicos:

a) ¿Existe un punto de inflexión en la relación del aumento de contaminación y el crecimiento económico para el Perú?
b) ¿Cuál es la relevancia que tiene el factor tiempo en la relación del crecimiento económico y el impacto en el medio ambiente para el Perú?
c) ¿Existe un factor promedio el comportamiento del crecimiento económico del Perú y su contaminación emitida?

1.4.2.2 Indagación.

[23] Se considera dicho periodo de 1971 al 2010 por la significancia estadística que existe.

¿Cómo influencia…?

1.4.2.3 Unidad de análisis.

País Perú

1.4.2.4 Variables.

- PIB per cápita (Miles de US$ a precios corrientes).
- Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)

1.4.2.5 Descripción del Problema.

El hecho a observar en la investigación es la relación que existe entre el crecimiento económico y la emisión de dióxido de carbono (CO2), como gas de efecto invernadero, en el Perú, desde 1971 al año 2010. El cual representa un problema de conocimiento porque, si bien el Perú durante las últimas décadas ha destacado en su manejo de políticas macroeconómicas[24], tanto fiscales como monetarias, ha considerado muy recientemente su gestión ambiental como un eje estratégico[25], de manera que no existe aún suficiente evidencia teórica ni empírica para evaluar dicha gestión. Por lo que, el conocer la relación existente entre el crecimiento económico y la emisión de gases de efecto invernadero –o en general de cualquier contaminante– será una información muy relevante para los decisores de políticas macroeconómicas para que consideren al componente ambiental con prioridad establecida de manera más objetiva, dada la gestión histórica.

Sin embargo, intuitivamente se puede establecer una relación aparente en referencia a las externalidades negativas que la producción y el consumo pueden producir sobre la humanidad y el medio ambiente, según Jiménez (2001) se generaliza el "síndrome del cambio global", con los siguientes aspectos que han conformado la conciencia de

[24] "Moody's ratifica perspectiva 'estable' para rating de deuda peruana" (http://m.gestion.pe/movil/economia/moodys-ratifica-perspectiva-estable-rating-deuda-peruana-2127428), "El mejor banquero central es peruano" (http://elcomercio.pe/movil/opinion/colaboradores/mejor-banquero-central-peruano-hugo-santa-maria-noticia-1786304)

[25] El Ministerio del Ambiente (MINAM) fue creado el 2011. En el siguiente enlace se puede leer sobre la gestión realizada desde su creación al 2014 (http://www.minam.gob.pe/logros/)

la insostenibilidad de los modelos de desarrollo humano en relación con el medio ambiente:

a) Amenaza a la seguridad global, por destrucción del sistema ambiental y dificulta la viabilidad del sistema económico mundial.

b) Límites al crecimiento, a nivel de población y de producción en general.

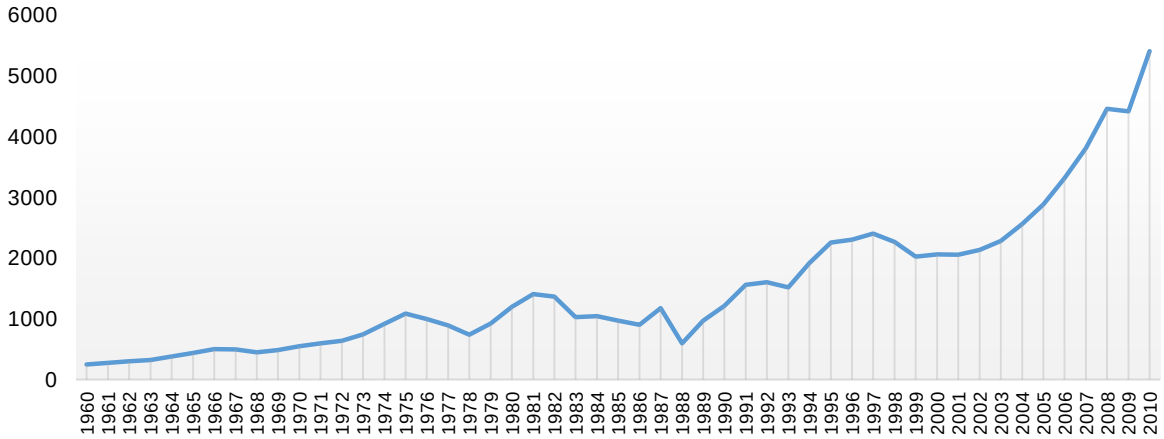
c) La interdependencia entre la pobreza y riqueza ante la complicada interrelación entre medio ambiente y desarrollo humano.

Así mismo, otro concepto importante para generar un progreso integral en las diferentes esferas, es el Desarrollo Humano Sostenible, el cual "*es un proceso que mejora la suerte de los seres humanos, proceso holístico, integrado e integrador de los elementos que conforman la totalidad ambiental, un proceso en el cual los elementos y las partes solo pueden ser evaluados significativamente en su relación con el todo. Los humanos son tanto los actores como beneficiarios del proceso y su supervivencia y bienestar son su razón de ser*"[26] .

De esta manera, en los Gráficos N°9 y N°10, se observa la evolución de las variables implicadas desde 1960, que el Banco Mundial registra información, sin embargo por razones metodológicas el estudio se centró desde 1971 hasta el año 2010.

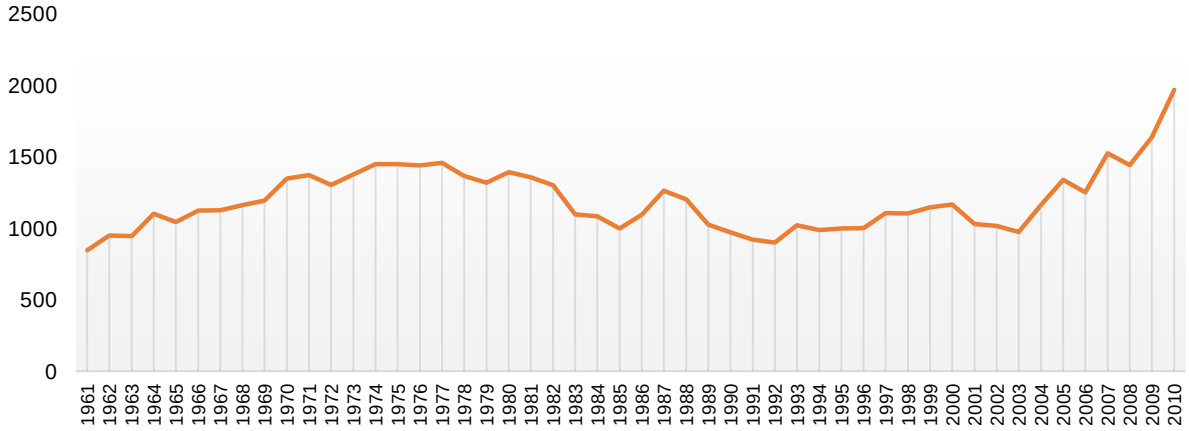
[26] Fuente: "Conferencia de Naciones Unidas sobre Salud y Ambiente en el Desarrollo Humano Sostenible" Washington, Octubre 1995

Gráfico N°9: PBI per cápita – Perú ($ actuales)



Elaboración: Personal con fuente del Banco Mundial

Gráfico N°10: Emisión de CO_2 per cápita – Perú (kg/m^3)



Elaboración: Personal con fuente del Banco Mundial

Existen algunos estudios realizados en torno a esta temática como el de Stern (2003), Correa (2004), Cancelo y Díaz-Vázquez (2010) sobre todo a nivel regional de América Latina y el Caribe, sin embargo como menciona Calvo (2013), al hacer un estudio con data panel donde intervienen muchos países, muchas veces los resultados pueden ser sesgados por la heterogeneidad de las naciones muestreadas, porque cada una tiene un manejo distinto de su economía y de las políticas ambientales, como los límites máximos permisibles y las evaluaciones de impacto ambiental. Por lo que, es

recomendable hacer estudios individuales de cada país[27], excepcionalmente, existen investigaciones de algunos países, de forma individual como es el caso del mismo Calvo (2013), Cruz (2009) y Correa (2004) que investigaron este problema para Colombia y localidades en particular; y Arguelles y Benavides (2006), para Asturias en España. Sin embargo, de los estudios de esta naturaleza realizados para Perú, solo existen publicados como parte de investigaciones realizadas con data panel por la limitada información de datos ambientales. La presente investigación pretende hacer justamente un estudio abarcando periodos que den mayor precisión estadística y lleven a resultados más fieles exclusivamente para Perú.

1.5 Objetivos e hipótesis

1.5.1 Objetivos.

1.5.1.1 Objetivo General.

Conocer la influencia que tiene la emisión de dióxido de carbono sobre el crecimiento económico del PBI per cápita, en el Perú desde 1971 al año 2010.

1.5.1.2 Objetivos Específicos.

- Verificar la existencia de un punto de inflexión en la relación entre la contaminación y el crecimiento económico.
- Estudiar la relevancia que tiene el factor tiempo en la relación del crecimiento económico y el impacto en el medio ambiente.
- Verificar la existencia de un factor promedio de contaminación en la relación con el crecimiento económico.

[27] Calvo (2013)

1.5.2 Hipótesis.

1.5.2.1 Hipótesis General.

La emisión de dióxido de carbono influencia directamente al crecimiento económico peruano, por lo que no es según la Curva Ambiental de Kuznets en el Perú para el periodo de 1971 al 2010.

1.5.2.2 Hipótesis Específicas.

- No existe un punto de inflexión en la relación entre el aumento de la contaminación y el crecimiento económico.
- No existe relevancia en el factor tiempo en la relación del crecimiento económico y la contaminación del aire.
- No existe un factor promedio en la relación entre el aumento de la contaminación del aire y el crecimiento económico.

Capítulo II: Método

2.1 Tipo y diseño de Investigación

2.1.1 Tipo de investigación.

Dado el tema a tratar, el tipo de investigación será “descriptiva – cuantitativa”. Descriptiva, dado que se requiere de observación, compendio de datos y análisis de los resultados. De orden cuantitativo, pues se hará uso de modelos econométricos en programas estadísticos.

2.1.2 Diseño de investigación.

Dada la investigación, el diseño propuesto es no experimental, porque se describe la realidad bajo un modelo econométrico a través del software estadístico Eviews (versión 8).

2.2 Variables

La muestra de datos se ha obtenido del banco de datos del Banco Mundial, para los años del 1971 a 2010 para el país Perú, obteniendo así las siguientes variables:

- **Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita):** Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.

- **PIB per cápita (Miles de US$ a precios actuales):** El PIB per cápita es el producto interno bruto dividido por la población a mitad de año. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales. Datos en miles de US$ a precios actuales.

2.3 Instrumentos de investigación

Los instrumentos de la investigación para que puedan realizarse las corridas econométricas fueron las siguientes:

- Estacionarización de las variables: Primeras diferencias y logaritmos naturales aplicados a cada una de las variables.
- Prueba de causalidad a lo Granger
- Prueba estadística de heterocedasticidad de Newey-West
- Normalidad de los errores, a través del histograma y los indicadores de Jarque-Bera y Kurtosis.
- Comprobación de autocorrelación a través del estadístico Durbin-Watson.
- Aplicación de factores autorregresivos y de promedios móviles.

2.4 Procedimientos

Se procede a la corrida en E-Views del modelo 4 y 5. Porque dichos modelos son los que más se aproximan al objeto de investigación, su única diferencia radica en la presencia de los factores de tendencia y factor promedio constante de contaminación del aire, en el modelo 4; mientras que, en el modelo 5, estos han sido excluidos para guardar la consistencia estadística.

$$\Delta ln\left(\frac{E}{POB}\right)_t = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \Delta ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t + \beta_2 \Delta\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t\right)^2 + \beta_3 \Delta\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t\right)^3 + \varepsilon_t \quad \dots (4)$$

$$\Delta ln\left(\frac{E}{POB}\right)_t = \beta_1 \Delta ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t + \beta_2 \Delta\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t\right)^2 + \beta_3 \Delta\left(ln\left(\frac{PIB}{POB}\right)_t\right)^3 + \phi_0 + \sum_{i=1}^{10} \phi\left(\frac{E}{POB}\right)_{t-i} + \sum_{j=1}^{19} \theta\, \epsilon_{t-j}\theta + \varepsilon_t \quad \dots (5)$$

Donde:

E: Son las emisiones del contaminante, en este caso CO2 (dióxido de carbono)

POB: Es la población total en el tiempo t

PIB: Es el producto bruto interno en el tiempo t

α: La ordenada en el origen específicas de cada país i

γ: La ordenada en el origen específicas del tiempo t

ϕ: Coeficiente autorregresivo (AR)

θ: Coeficiente de medias móviles (MA)

ε: Es la perturbación aleatoria

A continuación, del modelo 5 se presenta la matriz de correlación y se aplica el test de Granger para conocer la causalidad que se da entre las variables implicadas en el modelo. De lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N° 3: Matriz de correlación

	DLNCO2	DLN_PBI	DLN2_PBI	DLN3_PBI
DLNCO2	1	0.587	0.591	0.595
DLN_PBI	0.587	1	0.999	0.999
DLN2_PBI	0.591	0.999	1	0.999
DLN3_PBI	0.595	0.999	0.999	1

Fuente: Elaboración propia

La matriz de correlación no indica que exista alta correlación entre la variable endógena, que es la Emisión per cápita (DLNCO2) y sus variables exógenas como lo son: el del PBI per cápita (DLN_PBI), el cuadrado del PBI per cápita (DLN2_PBI) y con el cubo del PBI per cápita (DLN3_PBI), cada uno con una correlación del 58%. Mientras que, por la naturaleza del modelo, es natural que sus regresoras estén correlacionadas entre sí, pues solo cambia su potencia.

A continuación, en la Tabla 4 se aprecia el test de Causalidad de Granger, el cual demuestra que las variables de crecimiento económico (PBIPC, PBIPC2 y PBIPC3), con una probabilidad del 6%, causan a lo Granger a la contaminación del aire en CO2 (DLNCO2), lo cual fundamenta que el modelo pueda correrse:

Tabla N° 4: Test de Causalidad a lo Granger

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 06/28/15 Time: 18:26
Sample: 1971 2010
Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
DLN_PBI does not Granger Cause DLNCO2	40	3.12579	0.0564
DLNCO2 does not Granger Cause DLN_PBI		0.85860	0.4325
DLN2_PBI does not Granger Cause DLNCO2	40	3.32549	0.0476
DLNCO2 does not Granger Cause DLN2_PBI		0.90987	0.4119
DLN3_PBI does not Granger Cause DLNCO2	40	3.53114	0.0401
DLNCO2 does not Granger Cause DLN3_PBI		0.97024	0.3890

Fuente: Elaboración propia

2.5 Limitaciones de la investigación

Dentro de las limitaciones del modelo, se identifican las siguientes:

- Data: En la gran mayoría de investigaciones en economía ambiental, la primera gran limitación es la escasez de datos estadísticos para investigaciones en series de tiempo, pues la información más antigua del Banco Mundial, uno de los pioneros en surtir información de esta materia, es desde 1960 solo para el indicador ambiental de CO2 o dióxido de carbono, mientras que, para otros contaminantes la información, recién aparece para el año 2000 o es discontinua. Además, que los datos figuran solo hasta el año 2010, habiendo así un rezago de 5 años al 2015, lo cual no permite evidenciar los cambios que se vienen dando en materia ambiental. Si bien existen otras fuentes de datos como el INEI, solo existe información ambiental de 1985 al 2012[28], la cual es diferente en su metodología a la del Banco Mundial. Por ello, el modelo toma la data desde 1971 hasta el año 2010, manteniendo significancia estadística y estacionaridad de las variables, hasta el máximo período de la data que ofrece el Banco Mundial[29].

[28] [Consultado el 20/07/2015 en http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/medio-ambiente/]
[29] [Consultado el 20/07/2015 en http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT]

- Multicolinealidad: La presencia natural de multicolinealidad, por las características del modelo cúbico, que hacen a las regresoras una misma variable pero con diferente potencia (unitaria, cuadrática y cúbica).

- Inclusión de otros contaminantes del aire: Como se apreció en el Marco Teórico (véase pág. 9) dentro de los contaminantes del aire, además del dióxido de carbono (CO2); están el monóxido de carbono (CO), metano (CH4), óxido nitroso (N2O), entre otros. Sin embargo debido a la escasez de datos, la única variable de gases de efecto invernadero que tiene datos completos desde 1960 es el CO2, las demás variables son incompletas y no tienen dicha cantidad de datos. De igual manera, la gran mayoría de las investigaciones que se han consultado, han sido desarrolladas con esta variable.

- Inclusión de variables de institucionalidad: Por lo revisado en el marco institucional y la propuesta del autor Valdez (2013), es de alta relevancia el factor institucional cuando se expone el tema de desarrollo sostenible. Por lo que se han hecho intentos agregando una variable *dummy* sobre la creación de instituciones como el CONAM, en 1990, o el MINAM en 2008; sin embargo, ninguno ha tenido significancia estadística en el modelo. De igual manera, según la bibliografía consultada, los modelos respectivos no consideran a variables de institucionalidad, dada sobre todo su escasez, puesto que recién en el último quinquenio es que se han creado algunos indicadores de calidad institucional. En el caso de la Curva de Kuznets Ambiental, esta no busca originalmente desarrollar un modelo de desarrollo sostenible, sino uno que identifique la relación entre la economía y la contaminación ambiental. Por ello, no ha sido considerada esta variable dentro del modelo.

- Inclusión de otros contaminantes ambientales: Si bien, el tema en análisis se centra en la calidad del aire, ergo en cuán contaminado o limpio está, se sabe que es tan solo una arista de toda la contaminación que se da en el Perú y el mundo, desde la contaminación del agua, hasta la contaminación del suelo por los relaves mineros, la minería ilegal, la emisión de plomo y, en general, otros tipos de contaminación como la auditiva y visual, que son difíciles de medir y controlar. Sin embargo, por razones metodológicas y de precisión del estudio, se decidió estudiar la calidad del aire, que

es uno de los principales afectados, a través del contaminante CO2, además, dicho contaminante es del cual se tiene mayor información estadística e investigaciones.

- Inclusión de la minería ilegal: La industria minera, es en nuestro país, es el principal motor económico. Así como, es uno de los principales contaminantes del medio ambiente. Siéndolo en gran medida por la minería ilegal, que al no ser regulada, implica metodologías de extracción nefastas para el medio ambiente. Naturalmente, no existen estadísticas de las emisiones de dióxido de carbono ni de otros contaminantes de la minería ilegal, que no son consideradas en el estudio.

Capítulo III: Resultados

En este capítulo se presenta los resultados de la investigación, aplicando la metodología presentada. Así, se presentan los resultados de la corrida del modelo 5 (véase la corrida completa Anexo N°2) que ha superado los supuestos de homocedasticidad (véase Anexo N°3), normalidad de los errores (véase Anexo N°4) y de autocorrelación (véase Anexo N°5), se tienen los siguientes resultados:

Tabla N° 5: Corrida del Modelo Econométrico

Variable	Coeficiente	Error Std.	t-Estadístico	Prob.
DLN_PBI	1071.102	543.9904	1.968971	0.0569
DLN2_PBI	-86.82338	44.02487	-1.972144	0.0565
DLN3_PBI	2.346599	1.186905	1.977074	0.0560
AR(10)	0.299927	0.147967	2.026983	0.0503
MA(19)	0.865410	0.035264	24.54121	0.0000

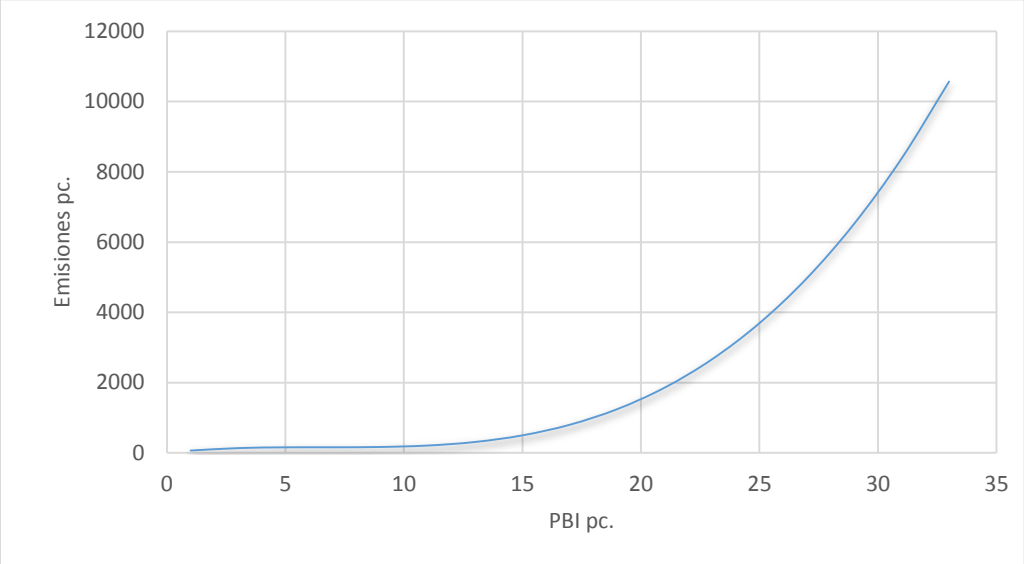
R-cuadrado	0.669800	Media dependiente var	0.009457
R-cuadrado ajustado	0.632063	S.D. dependiente var	0.089060
S.E. de regresión	0.054022	Akaike info criterio	-2.882392
Sum residuos cuadrados	0.102142	Schwarz criterio	-2.671282
Log verosimilitud	62.64785	Hannan-Quinn criterio	-2.806062
Durbin-Watson estad.	2.517976		

Fuente: Elaboración propia

El modelo presenta que todos los coeficientes estimados son estadísticamente significativos al tener una probabilidad inferior al 6%, además se tiene coeficiente de determinación de 67%, que mide la bondad de ajuste del modelo dentro de la muestra tomada, ergo mide la cercanía entre el valor estimado de la diferencia de logaritmos naturales de la variable CO2 y su valor real. Así también se tiene que el coeficiente de determinación ajustado que es de 63%, que mide de mejor manera la bondad de ajuste. Además, con respecto al criterio de información Akaike, que es de valor -2.88, el cual es bajo, por lo que fue este modelo el elegido ante la comparación con otros modelos (véase Anexo N°6). Al igual, que el criterio de Schwarz que también es bajo con el valor de -2.67, el cual es un buen indicador del modelo.

De esta manera, los resultados se interpretan por sus signos, ya que al graficar la función, se obtiene el Gráfico N°10:

Gráfico N°10: Resultados



Fuente: Elaboración personal

Capítulo IV: Discusión

Los resultados se interpretan, a partir de la descripción de la forma que han adoptado las variables y sus signos. De esta manera, inicialmente las variables son logaritmos que se leen en términos porcentuales; luego, están en primeras diferencias, lo que indica la relación de evolución a través del tiempo o la variación porcentual que hay de un año a otro. De esta manera, se procede a analizar los signos, en el caso particular del modelo de la curva de Kuznets ambiental, se tiene la gráfica que permite un análisis visual de los datos, por lo que se identifica la relación que existe entre las variables, si es directa o indirecta.

Por lo que, se manifiesta que el incremento porcentual anual de la contaminación del aire por dióxido de carbono (CO2), se da por el crecimiento de la economía, siguiendo una relación directa, para el caso del peruano en el periodo de 1971 al 2010.

De igual manera, en el análisis respecto a las hipótesis planteadas se tiene lo siguiente:

La hipótesis general, plantea que: “La relación que tiene el crecimiento económico sobre el medio ambiente no es según la Curva Ambiental de Kuznets en el Perú”. Ante la cual, a través de los resultados se menciona que esta se acepta, pues el caso peruano en el periodo de 1971 a 2010, ha mostrado una relación directa y creciente (véase Gráfico N°10) como sucede al inicio de la curva, mas no se demuestra que exista un segmento que guarde una relación inversa; esto se da ya que, el análisis que se está realizando es a través de las elasticidades de esta curva (mediante logaritmos naturales).

La primera hipótesis específica versa lo siguiente: “No existe un punto de inflexión en la relación entre el aumento de la contaminación y el crecimiento económico”, la cual se acepta, pues en el periodo que se ha tomado aún no existe un punto en el cual a mayor crecimiento económico se tenga menor crecimiento de la emisión de contaminación (CO2).

La segunda hipótesis específica versa que: “Existe baja relevancia del factor tiempo en la relación del crecimiento económico y el impacto en el medio ambiente”, la cual también se acepta, pues en los modelos que se intentó agregar la variable tendencia (@TREND), esta tuvo baja incidencia estadística, por la que no fue considerada en el modelo final (véase Anexo N°6).

La tercera hipótesis específica versa que: “No existe un factor promedio en la relación entre el aumento de la contaminación y el crecimiento económico”, la cual se acepta, ya que el factor promedio, representado por el intercepto en este modelo ha sido de muy baja relevancia estadística, por lo que no ha sido incluido (véase Anexo N°6).

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El Perú en el periodo de 1971 a 2010, está en un proceso de crecimiento económico, sin embargo, este crecimiento respecto a la contaminación ambiental guarda una relación directa, es decir que la economía crece cuando la contaminación aumenta, lo cual se refleja en el principal sector de crecimiento que es la minería.
- En la relación señalada en el párrafo anterior, se ha encontrado que no existe una tendencia determinística aparente cuando se mide el impacto de la variación porcentual del crecimiento del PBI y de las emisiones de CO2, para el Perú. Con lo que se rechaza el planteamiento de Díaz-Vázquez y Cancelo (2010).
- Así también, no se ha encontrado la presencia de un componente promedio del crecimiento de la emisión de CO2, que indicaría que la contaminación es como un factor exógeno del crecimiento económico. Con lo que se rechaza el planteamiento de Díaz-Vázquez y Cancelo (2010).
- Para generar un desarrollo sostenible, que permita el uso y disfrute de los recursos a futuras generaciones, se requiere especial atención al medio ambiente, la sociedad, la economía y la institucionalidad, pero como un solo bloque.
- Falta de prioridad política e institucional de la gestión ambiental; escasa presencia en las propuestas de los gobiernos locales.
- Poca relevancia de los temas ambientales en los planes gubernamentales de desarrollo integral, fundamentalmente en la asignación de recursos económicos y financieros.
- Débil visión en conjunto de la problemática ambiental, generando una consideración *sectorializada* de los problemas: contaminación, salud, recursos naturales, saneamiento básico, gestión territorial.
- Desequilibrio entre el impacto ambiental de los procesos de urbanización y las acciones y esfuerzos de rehabilitación ambiental emprendidos a nivel municipal, de las empresas o de la propia comunidad.
- Condicionamientos y limitaciones de la legislación y normatividad de los países para una adecuada gestión ambiental local.
- Insuficiente definición del papel de los agentes gubernamentales y no gubernamentales en la gestión ambiental.

- Escasa prioridad a la acción y participación ciudadana en la gestión ambiental local.
- Débil articulación de la gestión ambiental a nivel intergubernamental, intersectorial y dentro de los propios gobiernos locales, situación que genera dispersión o duplicación del esfuerzo.
- Existencia de una multiplicidad de disposiciones normativas y operativas de orden nacional, estadual y municipal que generan conflictos por superposición jurisdiccional, dificultando y limitando la aplicación efectiva de las mismas por los gobiernos locales.
- Inadecuada institucionalización, en la mayoría de los gobiernos locales de la región, de mecanismos de participación que comprometan la acción ciudadana en la gestión ambiental.
- Ausencia o carencia de mecanismos para la resolución de conflictos derivados de la gestión ambiental, tanto en el ámbito del gobierno local como de la propia comunidad.
- Limitación de recursos humanos, económicos y tecnológicos para atender los requerimientos de una eficiente gestión ambiental local.
- Insuficiencia de conocimientos técnicos o poco accesibles para autoridades, funcionarios o ciudadanos de los gobiernos locales.
- Ausencia o insuficiencia de información relevante para la gestión ambiental local.
- Escasa consideración por los organismos de financiamiento internacional y regional del tema de la gestión ambiental local tanto en los proyectos de descentralización como en los de desarrollo institucional que financian.

5.2 Recomendaciones

2.1.1 Políticas Macroeconómicas.

- El Perú, a través del Gobierno Central deberá cumplir la agenda racionalizada de la institucionalidad, pues resulta vital la cooperación entre los organismos, los secretariados de las convenciones, la coordinación con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y la Organización Mundial del Comercio (OMC).
- Se requiere la operatividad de los acuerdos para el desarrollo sostenible que requieren de una mayor integración de políticas ambientales, financieras y comerciales, y coherencia entre los programas, estrategias y proyectos específicos. Todo lo anterior demandará un financiamiento de magnitud y la estabilidad institucional adecuada.
- Se recomienda a los hacedores de política, tomar atención especial al componente ambiental, además del importante trabajo que el Ministerio del Ambiente viene realizando, es necesario que el Estado lo dote de mayores recursos que le permitan realizar mayores proyectos sobre todo de educación ambiental en las nuevas generaciones y en la operatividad de la legislación ambiental, a través de los límites máximo permisibles de las industrias.
- Se recomienda al MINAM realizar una labor conjunta para tratar el tema de la minería ilegal, de la cual si bien no se tiene información cuantitativa sobre su incidencia sobre la problemática social ni la contaminación ambiental; cualitativamente, es evidente que existe un impacto nocivo bastante alto en las zonas de la selva peruana, en especial en el departamento de Madre de Dios. Por ello, se recomienda tomar un programa serio, concreto y educativo que pueda dar solución a esta problemática.

2.1.1 Metodológicas.

- Se recomienda al estudiar la curva de Kuznets ambiental, identificar un elemento ambiental contaminado (agua, aire, suelo, etc.) y un tipo en particular, para precisar y delimitar la investigación, naturalmente, que al escoger el agente contaminante, este debe tener una cantidad de datos estadísticamente relevante, siendo como mínimo 40 periodos (datos). Por ejemplo, si de hace una investigación con contaminantes de la tierra, se debe identificar cuál sería el más apropiado y que a su vez cuente con al menos 40 datos.
- Se recomienda que todos los datos sean de una misma fuente, como puede ser el Banco Mundial, el INEI, datos del CEPAL, entre otros, para que se tenga consistencia en la información y se pueda hacer su respectivo procesamiento insesgado.
- Se recomienda hacer el modelo de la curva de Kuznets ambiental para cada país, no agrupados como en data panel, ya que muchas veces los resultados pueden ser sesgados por la heterogeneidad de las naciones muestreadas, porque cada una tiene un manejo distinto de su economía y de las políticas ambientales, como los límites máximos permisibles y las evaluaciones de impacto ambiental.
- Se recomienda revisar la metodología para la determinación de datos de acuerdo a las fuentes consultadas. Por ejemplo, en el caso de las metodologías de datos del Banco Mundial con el Instituto Nacional de Estadística e Informática estas difieren, por lo que la mezcla de datos entre estas fuentes, generaría un sesgo de información que alterarían los resultados.
- Se recomienda metodológicamente el uso de los componentes autorregresivos y de promedios móviles, en los modelos econométricos para que guarden mayor significancia estadísticas, debido a las características propias de la serie de tiempo, que requiere de un profundo análisis histórico.
- Se recomienda desarrollar investigaciones que busquen identificar modelos de desarrollo sostenible, en los que se consideren las variables respectivas de: calidad ambiental, aspectos sociales o demográficos, aspectos económicos e institucionalidad pública referente al tema. En el caso de la Curva de Kuznets Ambiental, esta no busca originalmente desarrollar un modelo de desarrollo sostenible, sino uno que identifique la relación entre la economía y la contaminación ambiental.

Bibliografía

ARGUELLES, M. y BENAVIDES, C. (2006). Determinación del impacto de la actividad económica regional sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en Asturias. *Revista Asturiana de Economía*, Universidad de Oviedo, España.

ASAMBLEA GENERAL DE LAS NACIONES UNIDAS (2010). *Desarrollo Sostenible: Armonía con la Naturaleza.*

BARRY C., F. (1995). *Economía Ambienta: Una introducción.* Colombia: Mc Graw Hill

BLANCHARD, O. (2000). *Macroeconomía.* Prentice Hall

BORGHESI, S. (1999). *The Environmental Kuznets Curve: a Survey of the Literature*. European University Institute, Italia.

BURNEO, K., LARIOS, F. (2015). Principios de Economía. (2a. Ed.). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

BURNEO, K., LARIOS, F., ZÁRATE, G. (2015). *Economics.* (1a. Ed.). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

BRACK, A. (2009). Abra Cadabrack. *Caretas*. N° 2081. 4 de junio. Lima, Perú. Recuperado el 05 de junio 2015, de http://www.caretas.com.pe/Main.asp?T=3082&S=&id=12&idE=830&idSTo=446&idA=39744

CALVO, L. (2013). *Medición de la relación entre crecimiento económico y emisiones de CO2 y PM10 en Colombia: Una estimación de la curva de Kuznets ambiental.* Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

CANCELO, M. y DÍAZ-VÁZQUEZ, M. (2010). *Estimación econométrica por países del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental para las emisiones de CO2.* XII Reunión de Economía Mundial, Universidad Santiago de Compostela, Chile

CARSON, R. (2010). *The Environmental Kuznets Curve: Seeking Empirical Regularity and Theoretical Structure*, Departamento de Economía de la Universidad de California, Estados Unidos.

CEPAL (2002). *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades.* Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

CERF, M. y ESBORRONDA, J. (2007). *Educación para el Talento y la Paz.* (1a. Ed.) México: Fundación E.L.I.C. Escuelas Libres de Investigación Científica para Niños.

CORREA, F. (2004). Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. *Semestre económico,* 7, Universidad de Antioquía, Colombia.

CORREA, F. (2007). Crecimiento Económico, Desigualdad Social y Medio Ambiente: Evidencia Empírica para América Latina, *Revista Ingenierías*, Universidad de Medellín, Colombia.

CRUZ, D. (2009). *Aproximación de una curva de Kuznets ambiental para Colombia*, Universidad de los Andes, Colombia.

DASGUPTA, S. *et al* (2002). Confronting the environmental Kuznets curve. *Journal of Economic Perspectives*, (pp. 27-99), India.

DE BRUYN, S. (2000). Economic Growth and the Environment: An Empirical Analysis, The Netherlands. *Kluwwer Academic Publishers*, (pp. 1-98), Holanda.

DINDA, S. (2010). *Environmental Kuznets Curve: An Envelope of Technological Progress.* Chandragupt Institute of Management Patna, Bihar, India.

FERRIZ, D. (1994). *La Supremacía de la Jñana Yoga en la Era del Saber.* (2a. ed), Colombia: Publicaciones Hipótesis y Síntesis, Fundación FISS Central Científica.

FRANK, R. (2007). *Microeconomía y Conducta.* (5a. Ed.). En Estados Unidos: Prentice Hall.

FUNDACIÓN E.L.I.C. ESCUELAS LIBRES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PARA NIÑOS (1983). *El Niño Investigador de las ELIC.* (1a. Ed), Venezuela: Invesciencas

GITLY, E. y HERNANDEZ, G. (2002). *La existencia de la curva de Kuznets ambiental y su impacto sobre las negociaciones internacionales*. En Costa Rica: Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible.

GRANDA, C. et al (2008). *The Environmental Kuznets Curve for Water Quality: An Analysis of its Appropriateness Using Unit Root and Cointegration Tests.* Universidad de Antioquia, Colombia.

HE, J. y RICHARD, P. (2013). *Environmental Kuznets Curve for CO2 in Canada.* Groupe de Recherche en Économie et Développement International, Université de Sherbrooke, Canadá

ISLAM, F. y SHAHBAZ, M. (2012) *Is There an Environmental Kuznets Curve for Bangladesh?* Utah Valley University, Comsats Institute of Information Technology, Lahore, Pakistan

JIMÉNEZ H., L. M. (2001). *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica – Integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecológica.* Fondo Editorial Síntesis Económica

Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación (FAO) (2006) *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente.* Recuperado de http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm

OSORIO, C. (2001). *Desarrollo económico vs deterioro ambiental: Revisión de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental*. Tesis de maestría, Economía del Ambiente y de los Recursos Naturales, Universidad de los Andes, Antioquía, Colombia.

PIAGGIO, M. (2007). Relación entre la Contaminación Atmosférica y la Calidad del Aire con el Crecimiento Económico y otros determinantes: Uruguay a lo largo del siglo XX. *Serie de Documentos de Trabajo*. Instituto de Economía, Uruguay.

RAYNAUD DE LA FERRIÈRE, S. (1977). Nuestra Tierra, *Los Propósitos Psicológicos* (pp. 177-230). Trujillo, Perú: Nueva Era.

RIVERS, J. y MCCOSKEY, S. (2013). Does global meat consumption follow an environmental Kuznets curve?. *Sustainability: Science, Practice & Policy*, USA.

SCHULDT (2013). *Civilización del Desperdicio: Psicoeconomía del consumidor.* (1a- Ed). En Perú: Universidad del Pacífico.

SOTOMAYOR, R. (2003). *Desarrollo urbano y contaminación: Un Primer Acercamiento hacia la prueba de la hipótesis de las curvas ambientales de Kuznets para Bogotá*, Universidad de los Andes, Colombia.

STERN, D.I. (2003). Environmental Kuznets Curve. *Encyclopedia of Energy*, Vol. 2

STERN, D.I. (2004). *The rise and fall of the Environmental Kuznets Curve.* Rensselaer Polytechnic Institute, Nueva York, USA.

VALDEZ (2013). Marco institucional para la gestión ambiental en el Perú. *Revista de la Facultad de Derecho PUCP.* Nro.70. (pp. 45-72), Perú.

ANEXOS

1. Matriz de consistencia

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	TIPO DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	FUENTE	PERIODO DE DATOS
GENERAL	¿Cómo está influenciado el crecimiento del PBI per cápita peruano por la emisión de dióxido de carbono en el periodo de 1960 al año 1990?	Conocer la influencia que tiene la emisión de dióxido de carbono sobre el crecimiento económico del PBI per cápita, en el Perú desde 1960 al año 2000.	La emisión de dióxido de carbono influencia directamente al crecimiento económico peruano.	No experimental	Emisiones de CO2 per cápita (ton. Métricas), PIB per cápita (miles de US$ a precios corrientes)	Banco Mundial	1971-1990
ESPECIFICO I	¿Existe un punto de inflexión en la relación de la evolución de la contaminación y el crecimiento económico en el Perú?	Verificar la existencia de un punto de inflexión en la relación entre la contaminación y el crecimiento económico	No existe un punto de inflexión en la relación entre el aumento de la contaminación y el crecimiento económico	No experimental	Emisiones de CO2 per cápita (ton. Métricas), PIB per cápita (miles de US$ a precios corrientes)	Banco Mundial	1971-1990
ESPECIFICO II	¿Cuál es la relevancia que tiene el factor tiempo en la relación del crecimiento económico peruano y el impacto en su medio ambiente?	Estudiar la relevancia que tiene el factor tiempo en la relación del crecimiento económico y el impacto en el medio ambiente	Existe baja relevancia en el factor tiempo en la relación del crecimiento económico y el impacto en el medio ambiente	No experimental	Emisiones de CO2 per cápita (ton. Métricas), PIB per cápita (miles de US$ a precios corrientes)	Banco Mundial	1971-1990
ESPECIFICO III	¿Existe un factor promedio en el comportamiento del crecimiento económico del Perú y su contaminación emitida?	Verificar la existencia de un factor promedio de contaminación en la relación con el crecimiento económico	No existe un factor promedio en la relación entre el aumento de la contaminación y el crecimiento económico	No experimental	Emisiones de CO2 per cápita (ton. Métricas), PIB per cápita (miles de US$ a precios corrientes)	Banco Mundial	1971-1990

Fuente: Elaboración propia

2. Datos

AÑOS	CO2	LNCO2	DLNCO2	PBI	LNPBI	LN2PBI	LN3PBI	DLN_PBI	DLN2_PBI	DLN3_PBI
1971	1.37	0.32	0.02	122,213	11.71	137.21	1,607.17	0.04	1.05	18.40
1972	1.30	0.26	- 0.05	126,463	11.75	138.01	1,621.28	0.03	0.80	14.11
1973	1.38	0.32	0.06	134,401	11.81	139.44	1,646.62	0.06	1.43	25.34
1974	1.45	0.37	0.05	147,017	11.90	141.57	1,684.44	0.09	2.13	37.82
1975	1.45	0.37	0.00	153,340	11.94	142.57	1,702.39	0.04	1.00	17.95
1976	1.44	0.36	- 0.01	155,559	11.95	142.92	1,708.54	0.01	0.34	6.15
1977	1.46	0.38	0.01	156,102	11.96	143.00	1,710.03	0.00	0.08	1.49
1978	1.37	0.31	- 0.07	151,977	11.93	142.36	1,698.57	- 0.03	- 0.64	- 11.46
1979	1.32	0.28	- 0.03	158,194	11.97	143.32	1,715.75	0.04	0.96	17.18
1980	1.39	0.33	0.05	167,596	12.03	144.70	1,740.69	0.06	1.39	24.94
1981	1.36	0.31	- 0.03	176,901	12.08	146.01	1,764.26	0.05	1.30	23.56
1982	1.30	0.26	- 0.04	176,507	12.08	145.95	1,763.28	- 0.00	- 0.05	- 0.98
1983	1.10	0.09	- 0.17	158,136	11.97	143.31	1,715.59	- 0.11	- 2.64	- 47.69
1984	1.08	0.08	- 0.01	163,842	12.01	144.16	1,730.88	0.04	0.85	15.28
1985	1.00	- 0.00	- 0.08	167,219	12.03	144.65	1,739.72	0.02	0.49	8.84
1986	1.09	0.09	0.09	182,981	12.12	146.83	1,779.10	0.09	2.17	39.38
1987	1.26	0.23	0.14	200,778	12.21	149.08	1,820.30	0.09	2.26	41.20
1988	1.20	0.18	- 0.05	181,822	12.11	146.67	1,776.30	- 0.10	- 2.41	- 44.00
1989	1.02	0.02	- 0.16	159,436	11.98	143.51	1,719.12	- 0.13	- 3.17	- 57.19
1990	0.97	- 0.03	- 0.05	151,492	11.93	142.28	1,697.21	- 0.05	- 1.22	- 21.91
1991	0.92	- 0.08	- 0.06	154,854	11.95	142.81	1,706.59	0.02	0.52	9.39
1992	0.90	- 0.11	- 0.02	154,017	11.94	142.68	1,704.27	- 0.01	- 0.13	- 2.32
1993	1.02	0.02	0.13	162,093	12.00	143.90	1,726.24	0.05	1.22	21.97
1994	0.99	- 0.01	- 0.03	182,044	12.11	146.70	1,776.84	0.12	2.80	50.60
1995	1.00	- 0.00	0.01	195,536	12.18	148.44	1,808.49	0.07	1.74	31.65
1996	1.00	- 0.00	0.00	201,009	12.21	149.11	1,820.81	0.03	0.67	12.32
1997	1.11	0.10	0.10	214,028	12.27	150.65	1,849.03	0.06	1.54	28.22
1998	1.10	0.10	- 0.00	213,190	12.27	150.55	1,847.26	- 0.00	- 0.10	- 1.77
1999	1.15	0.14	0.04	216,377	12.28	150.92	1,853.97	0.01	0.36	6.71
2000	1.17	0.15	0.02	222,207	12.31	151.57	1,866.03	0.03	0.65	12.06
2001	1.03	0.03	- 0.12	223,580	12.32	151.72	1,868.83	0.01	0.15	2.80
2002	1.02	0.02	- 0.01	235,773	12.37	153.03	1,893.11	0.05	1.31	24.27
2003	0.97	- 0.03	- 0.04	245,593	12.41	154.04	1,911.90	0.04	1.01	18.80
2004	1.16	0.15	0.18	257,770	12.46	155.25	1,934.35	0.05	1.20	22.45
2005	1.34	0.29	0.14	273,971	12.52	156.77	1,962.88	0.06	1.52	28.53
2006	1.25	0.22	- 0.07	294,598	12.59	158.59	1,997.22	0.07	1.82	34.34
2007	1.53	0.42	0.20	319,693	12.68	160.66	2,036.37	0.08	2.07	39.15
2008	1.44	0.37	- 0.06	348,923	12.76	162.88	2,078.83	0.09	2.23	42.46
2009	1.64	0.49	0.13	352,584	12.77	163.15	2,083.93	0.01	0.27	5.10
2010	1.97	0.68	0.18	382,380	12.85	165.23	2,123.89	0.08	2.08	39.96

Fuente: Banco Mundial - Elaboración propia

3. Corrida completa del Modelo

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 10:46
Sample (adjusted): 1971 2010
Included observations: 40 after adjustments
Convergence achieved after 20 iterations
MA Backcast: 1952 1970

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	1071.102	543.9904	1.968971	0.0569
DLN2_PBI	-86.82338	44.02487	-1.972144	0.0565
DLN3_PBI	2.346599	1.186905	1.977074	0.0560
AR(10)	0.299927	0.147967	2.026983	0.0503
MA(19)	0.865410	0.035264	24.54121	0.0000

R-squared	0.669800	Mean dependent var		0.009457
Adjusted R-squared	0.632063	S.D. dependent var		0.089060
S.E. of regression	0.054022	Akaike info criterion		-2.882392
Sum squared resid	0.102142	Schwarz criterion		-2.671282
Log likelihood	62.64785	Hannan-Quinn criter.		-2.806062
Durbin-Watson stat	2.517976			

Inverted AR Roots	.89	.72-.52i	.72+.52i	.27-.84i
	.27+.84i	-.27-.84i	-.27+.84i	-.72-.52i
	-.72+.52i	-.89		
Inverted MA Roots	.98-.16i	.98+.16i	.87+.47i	.87-.47i
	.67-.73i	.67+.73i	.40-.91i	.40+.91i
	.08-.99i	.08+.99i	-.24-.96i	-.24+.96i
	-.54-.83i	-.54+.83i	-.78+.61i	-.78-.61i
	-.94+.32i	-.94-.32i	-.99	

Fuente: Elaboración propia

4. Comprobación de homocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.858701	Prob. F(3,36)	0.4713
Obs*R-squared	2.671191	Prob. Chi-Square(3)	0.4451
Scaled explained SS	1.655513	Prob. Chi-Square(3)	0.6469

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 06/29/15 Time: 13:16
Sample: 1971 2010
Included observations: 40

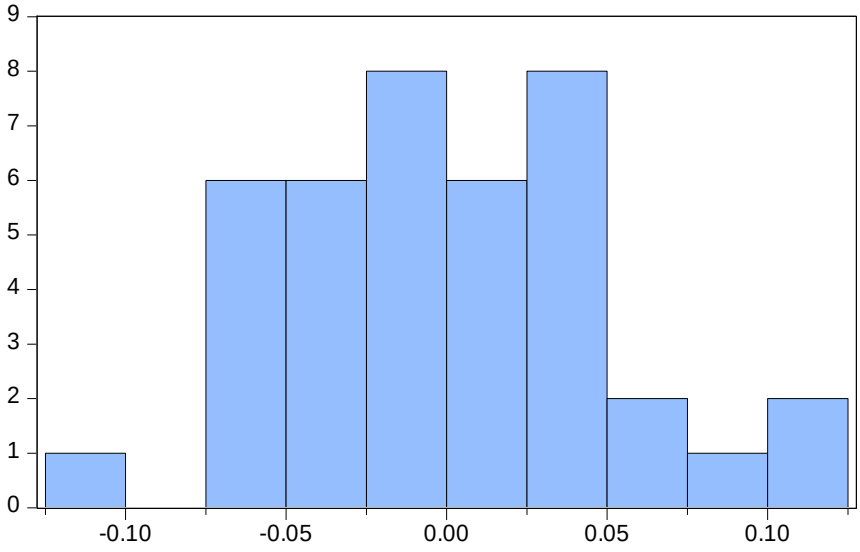
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002740	0.000616	4.446926	0.0001
DLN_PBI	-0.929641	16.34730	-0.056868	0.9550
DLN2_PBI	0.056283	1.329647	0.042329	0.9665
DLN3_PBI	-0.001012	0.036035	-0.028088	0.9777

R-squared	0.066780	Mean dependent var	0.002554
Adjusted R-squared	-0.010989	S.D. dependent var	0.003291
S.E. of regression	0.003309	Akaike info criterion	-8.489980
Sum squared resid	0.000394	Schwarz criterion	-8.321092
Log likelihood	173.7996	Hannan-Quinn criter.	-8.428915
F-statistic	0.858701	Durbin-Watson stat	1.663962
Prob(F-statistic)	0.471316		

Fuente: Elaboración propia

Para la comprobación de la presencia de Heterocedasticidad, se ha realizado el Test de Breusch-Pagan Godfrey, el cual a través del valor de la probabilidad del Chi-Cuadrado para el valor crítico de Obs*R-squared, que tiene por valor al 45%, el cual al ser superior al 5% hace que se acepte la hipótesis nula, por lo tanto se afirma que no existe heterocedasticidad.

5. Normalidad de los errores



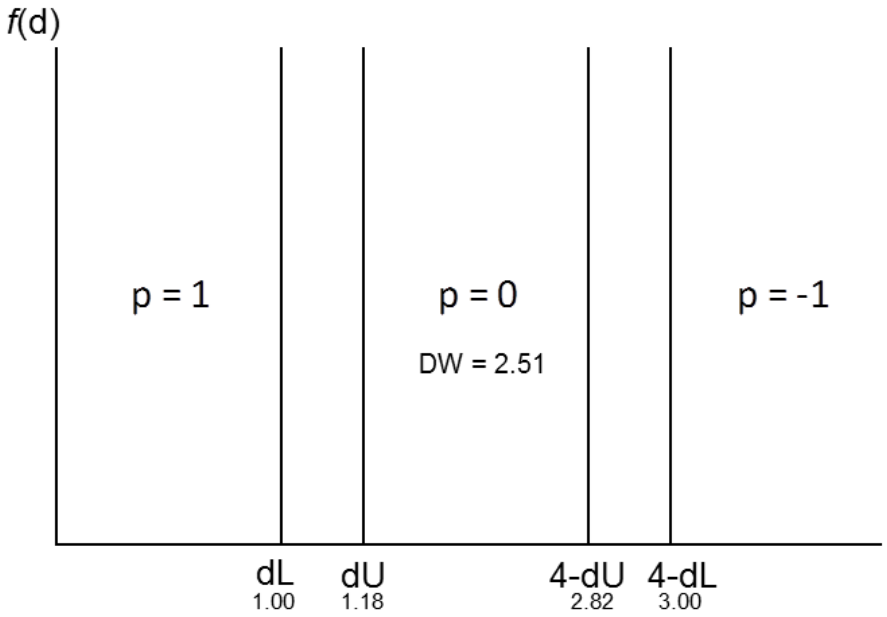
Series: Residuals	
Sample 1971 2010	
Observations 40	
Mean	0.001004
Median	-0.000797
Maximum	0.108236
Minimum	-0.116829
Std. Dev.	0.051166
Skewness	0.070740
Kurtosis	2.613054
Jarque-Bera	0.282907
Probability	0.868096

Fuente: Elaboración propia

En este anexo se aprecia la distribución de los errores obtenidos del modelo. El estadístico Jarque-Bera acepta la hipótesis de que los errores están distribuidos normalmente, al tener una probabilidad de 28% mayor al 5%, así también el coeficiente de Kurtosis (2.61), se acerca al valor de 3 y el coeficiente de Skewness o asimetría (0.07), se acerca al valor de 0, por lo que se concluye que existe normalidad en los errores.

6. Comprobación de autorcorrelación

Dada, la muestra de 40 observaciones (n=40) y 5 variables regresoras (k=5), sin la presencia de una constante, se prosigue a revisar la tabla estadística correspondiente, la cual da puntos de significancia de dL y dU en el nivel de significancia de 0.01, los valores de 1.004 y 1.184, respectivamente. Por lo que, el estadístico Durbin-Watson (2.51) está por encima del 1.184 (dU) y por debajo de 2.816 (4-dU), por lo que se define que no existe autocorrelación positiva ni negativa en el modelo estimado y cumple con el supuesto.



Fuente: Elaboración propia

7. Modelos descartados

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/29/15 Time: 18:05
Sample: 1971 2010
Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	296.1303	402.4560	0.735808	0.4668
DLN2_PBI	-23.91319	32.55462	-0.734556	0.4675
DLN3_PBI	0.645180	0.877306	0.735410	0.4670
@TREND	0.002026	0.001696	1.194334	0.2404
C	-0.079939	0.050110	-1.595262	0.1196

R-squared	0.394789	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.325622	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.073136	Akaike info criterion	-2.276514
Sum squared resid	0.187212	Schwarz criterion	-2.065404
Log likelihood	50.53027	Hannan-Quinn criter.	-2.200183
F-statistic	5.707776	Durbin-Watson stat	2.445836
Prob(F-statistic)	0.001206		

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/29/15 Time: 18:07
Sample: 1971 2010
Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	-3.402715	363.5287	-0.009360	0.9926
DLN2_PBI	-0.164966	29.56616	-0.005580	0.9956
DLN3_PBI	0.018844	0.801203	0.023520	0.9814
@TREND	-0.000578	0.000471	-1.228268	0.2273

R-squared	0.350784	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.296683	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.074689	Akaike info criterion	-2.256325
Sum squared resid	0.200825	Schwarz criterion	-2.087437
Log likelihood	49.12651	Hannan-Quinn criter.	-2.195261
Durbin-Watson stat	2.418913		

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 1971 2010
Included observations: 40 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	-59.11739	372.0678	-0.158889	0.8746
DLN2_PBI	4.431206	30.22823	0.146592	0.8843
DLN3_PBI	-0.107615	0.818200	-0.131526	0.8961
MINAM	-0.015963	0.021905	-0.728757	0.4709

R-squared	0.333412	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.277863	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.075682	Akaike info criterion	-2.229917
Sum squared resid	0.206199	Schwarz criterion	-2.061030
Log likelihood	48.59835	Hannan-Quinn criter.	-2.168853
Durbin-Watson stat	2.322640		

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 10:16
Sample (adjusted): 1965 2010
Included observations: 46 after adjustments
Convergence achieved after 16 iterations
White heteroskedasticity-consistent standard errors & covariance
MA Backcast: 1947 1964

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	346.2538	183.2093	1.889935	0.0660
DLN2_PBI	-28.66434	14.97578	-1.914047	0.0628
DLN3_PBI	0.792170	0.407825	1.942428	0.0591
AR(4)	-0.306175	0.174196	-1.757652	0.0865
AR(1)	-0.422569	0.157856	-2.676931	0.0107
MA(18)	0.861131	0.041511	20.74458	0.0000

R-squared	0.650675	Mean dependent var	0.012628
Adjusted R-squared	0.607009	S.D. dependent var	0.085714
S.E. of regression	0.053733	Akaike info criterion	-2.888466
Sum squared resid	0.115490	Schwarz criterion	-2.649948
Log likelihood	72.43472	Hannan-Quinn criter.	-2.799116
Durbin-Watson stat	1.923902	Wald F-statistic	13.53393
Prob(Wald F-statistic)	0.000003		

Inverted AR Roots	.44-.51i	.44+.51i	-.65+.51i	-.65-.51i
Inverted MA Roots	.98+.17i	.98-.17i	.86-.50i	.86+.50i
	.64+.76i	.64-.76i	.34+.93i	.34-.93i
	.00+.99i	-.00-.99i	-.34+.93i	-.34-.93i
	-.64+.76i	-.64-.76i	-.86-.50i	-.86+.50i
	-.98-.17i	-.98+.17i		

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 08:25
Sample (adjusted): 1978 2010
Included observations: 33 after adjustments
Convergence achieved after 8 iterations
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	271.0965	135.1096	2.006494	0.0542
DLN2_PBI	-22.11675	10.99759	-2.011054	0.0537
DLN3_PBI	0.603054	0.298393	2.021002	0.0526
AR(17)	0.526307	0.262361	2.006039	0.0543

R-squared	0.470603	Mean dependent var	0.009098
Adjusted R-squared	0.415838	S.D. dependent var	0.097046
S.E. of regression	0.074173	Akaike info criterion	-2.251625
Sum squared resid	0.159547	Schwarz criterion	-2.070230
Log likelihood	41.15182	Hannan-Quinn criter.	-2.190591
Durbin-Watson stat	2.776366	Wald F-statistic	19.13316
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.96	.90+.35i	.90-.35i	.71-.65i
	.71+.65i	.43-.86i	.43+.86i	.09-.96i
	.09+.96i	-.26-.93i	-.26+.93i	-.58-.77i
	-.58+.77i	-.82-.51i	-.82+.51i	-.95+.18i
	-.95-.18i			

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 09:25
Sample (adjusted): 1962 2010
Included observations: 49 after adjustments
Convergence achieved after 14 iterations
MA Backcast: 1944 1961

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	259.9029	125.0730	2.078010	0.0436
DLN2_PBI	-21.64709	10.30011	-2.101638	0.0413
DLN3_PBI	0.602219	0.282660	2.130543	0.0388
AR(1)	-0.329577	0.142346	-2.315326	0.0253
MA(18)	0.842906	0.037088	22.72699	0.0000

R-squared	0.627130	Mean dependent var	0.017230
Adjusted R-squared	0.593233	S.D. dependent var	0.086550
S.E. of regression	0.055200	Akaike info criterion	-2.859249
Sum squared resid	0.134071	Schwarz criterion	-2.666206
Log likelihood	75.05159	Hannan-Quinn criter.	-2.786008
Durbin-Watson stat	1.997904		

Inverted AR Roots	-.33			
Inverted MA Roots	.98-.17i	.98+.17i	.86+.50i	.86-.50i
	.64-.76i	.64+.76i	.34-.93i	.34+.93i
	.00-.99i	-.00+.99i	-.34-.93i	-.34+.93i
	-.64+.76i	-.64-.76i	-.86+.50i	-.86-.50i
	-.98+.17i	-.98-.17i		

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 09:29
Sample (adjusted): 1964 2010
Included observations: 47 after adjustments
Convergence achieved after 15 iterations
MA Backcast: 1944 1963

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	263.2757	158.7262	1.658678	0.1046
DLN2_PBI	-22.03814	13.07088	-1.686049	0.0992
DLN3_PBI	0.615895	0.358604	1.717482	0.0933
AR(3)	-0.499333	0.180390	-2.768072	0.0084
MA(20)	0.831699	0.041745	19.92329	0.0000

R-squared	0.585756	Mean dependent var	0.015597
Adjusted R-squared	0.546304	S.D. dependent var	0.087186
S.E. of regression	0.058726	Akaike info criterion	-2.731590
Sum squared resid	0.144846	Schwarz criterion	-2.534766
Log likelihood	69.19236	Hannan-Quinn criter.	-2.657524
Durbin-Watson stat	2.572162		

Inverted AR Roots	.40+.69i	.40-.69i	-.79	
Inverted MA Roots	.98-.15i	.98+.15i	.88+.45i	.88-.45i
	.70-.70i	.70+.70i	.45-.88i	.45+.88i
	.15-.98i	.15+.98i	-.15-.98i	-.15+.98i
	-.45-.88i	-.45+.88i	-.70-.70i	-.70-.70i
	-.88-.45i	-.88+.45i	-.98+.15i	-.98-.15i

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 09:31
Sample (adjusted): 1963 2010
Included observations: 48 after adjustments
Convergence achieved after 16 iterations
MA Backcast: OFF (Roots of MA process too large)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	250.5683	134.1084	1.868401	0.0685
DLN2_PBI	-20.49252	11.04615	-1.855172	0.0704
DLN3_PBI	0.559464	0.303279	1.844718	0.0720
AR(2)	0.301359	0.116965	2.576484	0.0135
MA(21)	-1.324321	0.158723	-8.343603	0.0000

R-squared	0.573072	Mean dependent var	0.015213
Adjusted R-squared	0.533358	S.D. dependent var	0.086294
S.E. of regression	0.058949	Akaike info criterion	-2.725963
Sum squared resid	0.149423	Schwarz criterion	-2.531046
Log likelihood	70.42310	Hannan-Quinn criter.	-2.652303
Durbin-Watson stat	1.893358		

Inverted AR Roots	.55	-.55		
Inverted MA Roots	1.01	.97+.30i	.97-.30i	.84+.57i
	.84-.57i	.63-.79i	.63+.79i	.37-.94i
	.37+.94i	.08-1.01i	.08+1.01i	-.23+.99i
	-.23-.99i	-.51+.88i	-.51-.88i	-.74+.69i
	-.74-.69i	-.91+.44i	-.91-.44i	-1.00-.15i
	-1.00+.15i			
	Estimated MA process is noninvertible			

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 10:40
Sample (adjusted): 1971 2010
Included observations: 40 after adjustments
Convergence achieved after 23 iterations
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)
MA Backcast: 1952 1970

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	956.3886	355.7264	2.688551	0.0110
DLN2_PBI	-77.53067	28.85307	-2.687085	0.0111
DLN3_PBI	2.095420	0.779903	2.686769	0.0111
AR(10)	0.380323	0.188771	2.014730	0.0519
AR(4)	-0.409660	0.144600	-2.833065	0.0077
MA(19)	0.868302	0.079051	10.98411	0.0000

R-squared	0.719363	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.678093	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.050530	Akaike info criterion	-2.995027
Sum squared resid	0.086811	Schwarz criterion	-2.741695
Log likelihood	65.90055	Hannan-Quinn criter.	-2.903431
Durbin-Watson stat	2.544026	Wald F-statistic	7.508965
Prob(Wald F-statistic)	0.000551		

Inverted AR Roots	.86	.75-.59i	.75+.59i	.32+.83i
	.32-.83i	-.32+.83i	-.32-.83i	-.75+.59i
	-.75-.59i	-.86		
Inverted MA Roots	.98-.16i	.98+.16i	.87+.47i	.87-.47i
	.67-.73i	.67+.73i	.40-.91i	.40+.91i
	.08-.99i	.08+.99i	-.24-.96i	-.24+.96i
	-.54-.83i	-.54+.83i	-.78+.61i	-.78-.61i
	-.94+.32i	-.94-.32i	-.99	

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 08:41
Sample (adjusted): 1968 2010
Included observations: 43 after adjustments
Convergence achieved after 20 iterations
MA Backcast: 1955 1967

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	557.7420	382.0539	1.459852	0.1525
DLN2_PBI	-45.25808	30.86261	-1.466437	0.1508
DLN3_PBI	1.225298	0.830662	1.475085	0.1484
AR(7)	0.358701	0.166718	2.151542	0.0379
MA(13)	-0.824503	0.048661	-16.94387	0.0000

R-squared	0.565837	Mean dependent var	0.012992
Adjusted R-squared	0.520135	S.D. dependent var	0.087605
S.E. of regression	0.060686	Akaike info criterion	-2.657269
Sum squared resid	0.139945	Schwarz criterion	-2.452478
Log likelihood	62.13128	Hannan-Quinn criter.	-2.581748
Durbin-Watson stat	1.882450		

Inverted AR Roots	.86	.54+.68i	.54-.68i	-.19-.84i
	-.19+.84i	-.78-.37i	-.78+.37i	
Inverted MA Roots	.99	.87-.46i	.87+.46i	.56+.81i
	.56-.81i	.12-.98i	.12+.98i	-.35-.92i
	-.35+.92i	-.74+.65i	-.74-.65i	-.96-.24i
	-.96+.24i			

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 08:33
Sample (adjusted): 1971 2010
Included observations: 40 after adjustments
Convergence achieved after 30 iterations
MA Backcast: 1963 1970

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	692.9298	401.6895	1.725038	0.0933
DLN2_PBI	-56.12749	32.58918	-1.722274	0.0938
DLN3_PBI	1.516097	0.880890	1.721096	0.0941
AR(10)	0.351887	0.153974	2.285364	0.0285
MA(8)	-0.808052	0.054406	-14.85230	0.0000

R-squared	0.531500	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.477957	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.064348	Akaike info criterion	-2.532554
Sum squared resid	0.144923	Schwarz criterion	-2.321444
Log likelihood	55.65107	Hannan-Quinn criter.	-2.456223
Durbin-Watson stat	2.450078		

Inverted AR Roots	.90	.73+.53i	.73-.53i	.28-.86i
	.28+.86i	-.28-.86i	-.28+.86i	-.73-.53i
	-.73+.53i	-.90		
Inverted MA Roots	.97	.69-.69i	.69-.69i	.00-.97i
	-.00+.97i	-.69+.69i	-.69-.69i	-.97

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 08:38
Sample (adjusted): 1971 2010
Included observations: 40 after adjustments
Convergence achieved after 26 iterations
MA Backcast: 1959 1970

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	705.1745	465.9820	1.513308	0.1392
DLN2_PBI	-57.21869	37.72656	-1.516669	0.1383
DLN3_PBI	1.548625	1.017559	1.521902	0.1370
AR(10)	0.270242	0.143718	1.880366	0.0684
MA(12)	0.814913	0.053730	15.16677	0.0000

R-squared	0.587520	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.540379	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.060378	Akaike info criterion	-2.659902
Sum squared resid	0.127594	Schwarz criterion	-2.448792
Log likelihood	58.19803	Hannan-Quinn criter.	-2.583571
Durbin-Watson stat	2.432340		

Inverted AR Roots	.88	.71+.52i	.71-.52i	.27-.83i
	.27+.83i	-.27+.83i	-.27-.83i	-.71+.52i
	-.71-.52i	-.88		
Inverted MA Roots	.95+.25i	.95-.25i	.70-.70i	.70+.70i
	.25+.95i	.25-.95i	-.25+.95i	-.25-.95i
	-.70+.70i	-.70+.70i	-.95-.25i	-.95+.25i

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 09:26
Sample (adjusted): 1968 2010
Included observations: 43 after adjustments
Convergence achieved after 18 iterations
MA Backcast: 1950 1967

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	744.6742	490.0931	1.519455	0.1369
DLN2_PBI	-60.58771	39.59749	-1.530089	0.1343
DLN3_PBI	1.643981	1.065912	1.542322	0.1313
AR(7)	0.307630	0.164320	1.872143	0.0689
MA(18)	0.837528	0.038715	21.63320	0.0000

R-squared	0.584046	Mean dependent var	0.012992
Adjusted R-squared	0.540261	S.D. dependent var	0.087605
S.E. of regression	0.059400	Akaike info criterion	-2.700114
Sum squared resid	0.134076	Schwarz criterion	-2.495324
Log likelihood	63.05246	Hannan-Quinn criter.	-2.624594
Durbin-Watson stat	2.680380		

Inverted AR Roots	.85	.53+.66i	.53-.66i	-.19+.82i
	-.19-.82i	-.76-.37i	-.76+.37i	
Inverted MA Roots	.98+.17i	.98-.17i	.86-.50i	.86+.50i
	.64+.76i	.64-.76i	.34+.93i	.34-.93i
	.00+.99i	-.00-.99i	-.34+.93i	-.34-.93i
	-.64+.76i	-.64-.76i	-.86+.50i	-.86-.50i
	-.98-.17i	-.98+.17i		

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 08:43
Sample (adjusted): 1971 2010
Included observations: 40 after adjustments
Convergence achieved after 20 iterations
MA Backcast: 1957 1970

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	889.0732	535.9996	1.658720	0.1061
DLN2_PBI	-72.04309	43.34952	-1.661912	0.1055
DLN3_PBI	1.947002	1.168070	1.666854	0.1045
AR(10)	0.287114	0.139107	2.063988	0.0465
MA(14)	0.836979	0.037859	22.10805	0.0000

R-squared	0.547462	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.495743	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.063242	Akaike info criterion	-2.567218
Sum squared resid	0.139986	Schwarz criterion	-2.356109
Log likelihood	56.34437	Hannan-Quinn criter.	-2.490888
Durbin-Watson stat	2.305430		

Inverted AR Roots	.88	.71-.52i	.71+.52i	.27+.84i
	.27-.84i	-.27+.84i	-.27-.84i	-.71-.52i
	-.71+.52i	-.88		
Inverted MA Roots	.96+.22i	.96-.22i	.77+.62i	.77-.62i
	.43-.89i	.43+.89i	-.00+.99i	-.00-.99i
	-.43+.89i	-.43-.89i	-.77+.62i	-.77-.62i
	-.96+.22i	-.96-.22i		

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 09:28
Sample (adjusted): 1971 2010
Included observations: 40 after adjustments
Convergence achieved after 20 iterations
MA Backcast: 1952 1970

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	1071.102	543.9904	1.968971	0.0569
DLN2_PBI	-86.82338	44.02487	-1.972144	0.0565
DLN3_PBI	2.346599	1.186905	1.977074	0.0560
AR(10)	0.299927	0.147967	2.026983	0.0503
MA(19)	0.865410	0.035264	24.54121	0.0000

R-squared	0.669800	Mean dependent var	0.009457
Adjusted R-squared	0.632063	S.D. dependent var	0.089060
S.E. of regression	0.054022	Akaike info criterion	-2.882392
Sum squared resid	0.102142	Schwarz criterion	-2.671282
Log likelihood	62.64785	Hannan-Quinn criter.	-2.806062
Durbin-Watson stat	2.517976		

Inverted AR Roots	.89	.72-.52i	.72+.52i	.27-.84i
	.27+.84i	-.27-.84i	-.27+.84i	-.72-.52i
	-.72+.52i	-.89		
Inverted MA Roots	.98-.16i	.98+.16i	.87+.47i	.87-.47i
	.67-.73i	.67+.73i	.40-.91i	.40+.91i
	.08-.99i	.08+.99i	-.24-.96i	-.24+.96i
	-.54-.83i	-.54+.83i	-.78+.61i	-.78-.61i
	-.94+.32i	-.94-.32i	-.99	

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 08:39
Sample (adjusted): 1976 2010
Included observations: 35 after adjustments
Convergence achieved after 13 iterations
MA Backcast: 1964 1975

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN_PBI	267.4444	176.1857	1.517969	0.1395
DLN2_PBI	-22.35458	14.40471	-1.551893	0.1312
DLN3_PBI	0.623798	0.392480	1.589378	0.1225
AR(15)	-0.680468	0.198283	-3.431807	0.0018
MA(12)	0.850336	0.052597	16.16712	0.0000

R-squared	0.722815	Mean dependent var	0.008752
Adjusted R-squared	0.685857	S.D. dependent var	0.094185
S.E. of regression	0.052789	Akaike info criterion	-2.913462
Sum squared resid	0.083601	Schwarz criterion	-2.691269
Log likelihood	55.98558	Hannan-Quinn criter.	-2.836761
Durbin-Watson stat	2.744350		

Inverted AR Roots	.95+.20i	.95-.20i	.79+.57i	.79-.57i
	.49-.84i	.49+.84i	.10-.97i	.10+.97i
	-.30-.93i	-.30+.93i	-.65+.72i	-.65-.72i
	-.89+.40i	-.89-.40i	-.97	
Inverted MA Roots	.95+.26i	.95-.26i	.70-.70i	.70+.70i
	.26+.95i	.26-.95i	-.26+.95i	-.26-.95i
	-.70+.70i	-.70+.70i	-.95-.26i	-.95+.26i

Dependent Variable: DLNCO2
Method: Least Squares
Date: 06/26/15 Time: 08:31
Sample (adjusted): 1978 2010
Included observations: 33 after adjustments
Convergence achieved after 14 iterations
MA Backcast: 1970 1977

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLN PBI	279.3925	160.3131	1.742793	0.0923
DLN2 PBI	-23.05162	13.13452	-1.755040	0.0902
DLN3 PBI	0.635260	0.358672	1.771142	0.0874
AR(17)	0.631341	0.230087	2.743921	0.0105
MA(8)	-0.803311	0.069660	-11.53185	0.0000

R-squared	0.643305	Mean dependent var	0.009098
Adjusted R-squared	0.592349	S.D. dependent var	0.097046
S.E. of regression	0.061962	Akaike info criterion	-2.585878
Sum squared resid	0.107499	Schwarz criterion	-2.359134
Log likelihood	47.66698	Hannan-Quinn criter.	-2.509585
Durbin-Watson stat	2.738797		

Inverted AR Roots	.97	.91-.35i	.91+.35i	.72+.66i
	.72-.66i	.43-.87i	.43+.87i	.09+.97i
	.09-.97i	-.27+.94i	-.27-.94i	-.59+.78i
	-.59-.78i	-.83-.51i	-.83+.51i	-.96+.18i
	-.96-.18i			
Inverted MA Roots	.97	.69-.69i	.69-.69i	.00-.97i
	-.00+.97i	-.69+.69i	-.69-.69i	-.97