



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ECONOMÍA

TÍTULO:

ANÁLISIS DE LA COMPATIBILIDAD ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO
Y DIGNIFICACIÓN AMBIENTAL EN ECUADOR, UN PAÍS PETROLERO,
BAJO EL ENFOQUE AUTOREGRESIVO

AUTOR:

MERA BUCHELI CARLOS JOEL

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ECONOMISTA

TUTORA:

Econ. CECILIA CALDERÓN PRIETO

Guayaquil, Ecuador

2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ECONOMÍA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por:
CARLOS JOEL MERA BUCHELI como requerimiento parcial para la
obtención del Título de: ECONOMISTA.

TUTORA

Econ. Cecilia Calderón Prieto

DIRECTOR DE LA CARRERA

Econ. Venustiano Carrillo Mañay, MSc.

Guayaquil, marzo del 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ECONOMÍA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Carlos Joel Mera Bucheli

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “ANÁLISIS DE LA COMPATIBILIDAD ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DIGNIFICACIÓN AMBIENTAL EN ECUADOR, UN PAÍS PETROLERO, BAJO EL ENFOQUE AUTOREGRESIVO” previa a la obtención del Título de: ECONOMISTA, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente, este trabajo es de mí total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, marzo del 2017

EL AUTOR

Carlos Joel Mera Bucheli



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ECONOMÍA.

AUTORIZACIÓN

Yo, Carlos Joel Mera Bucheli

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación “ANÁLISIS DE LA COMPATIBILIDAD ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DIGNIFICACIÓN AMBIENTAL EN ECUADOR, UN PAÍS PETROLERO, BAJO EL ENFOQUE AUTOREGRESIVO”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, marzo del 2017

EL AUTOR:

Carlos Joel Mera Bucheli

REPORTE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: MERA_CARLOS_FINAL.docx (D25640461)
Submitted: 2017-02-10 22:09:00
Submitted By: ninjainpijama@outlook.com
Significance: 1 %



URKUND

Document: [MERA_CARLOS_FINAL.docx](#) (D25640461)
Submitted: 2017-02-10 16:09 (-05:00)
Receiver: rosa.calderon.ucsg@analysis.orkund.com
Message: [Show full message](#)

1% of this approx. 58 pages long document consists of text present in 2 sources.

Sources	Highlights	Path/Filename
+	■	DDDDD.docx
+	■	TesisSalvatierraUbe.doc
+	■	TESIS_SALVATIERRA.doc
+	■	Peñafiel Luis y Yong Pablo Final.doc
+	■	TESIS SHIRLEY CAIZA ANALISIS Y EVALUACION DE LOS PROCESOS DEL SIST...

TUTORA

Econ. Cecilia Calderón Prieto

AGRADECIMIENTO

A mamá y papá... Sé que han pasado por mucho. Quiero que nada de eso sea en vano. Creceré para ser lo mejor que puede ser. Gracias por todo.

A las Economistas Rosa Cecilia Calderón Prieto, María del Carmen Lapo Maza y Martha Dennis Tirape Cazorla por sus valiosos consejos y sugerencias.

Carlos Joel Mera Bucheli

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres.

“El éxito no es definitivo, el fracaso no es fatal. Es el coraje para continuar lo que cuenta” – Winston Churchill.

Carlos Joel Mera Bucheli



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ECONOMÍA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Cecilia Calderón Prieto
TUTORA

Econ. Venustiano Carrillo Mañay, MSc.
DIRECTOR DE CARRERA

Econ. Marlene Mendoza Macías, PhD.
COORDINADOR DE ÁREA



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ECONOMÍA

CALIFICACIÓN

Econ. Cecilia Calderón Prieto
TUTORA

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I: EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	19
1.1 Antecedentes del problema	19
1.2 Declaración del problema	24
1.3 Objetivos.....	25
1.4 Justificación	26
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA EXISTENTE	28
2.1 Economía.....	28
2.2 Crecimiento económico	31
2.3 Política económica.....	34
2.4 Medio ambiente	36
2.5 Productividad ambiental.....	39
2.6 Política ambiental	40
2.7 La Relación entre crecimiento económico y ambiente.....	44
2.8 Desarrollo económico sostenible	47
2.9 Curva de Kuznets	48
2.10 Curva ambiental de Kuznets.....	48
2.11 Evidencia empírica sobre la hipótesis de la CAK	53
2.12 Hipótesis.....	58

CAPÍTULO III: MODELO, DATOS Y METODOLOGÍA	60
3.1 Tipo de investigación y alcance	60
3.2 Periodo de muestra	61
3.3 Especificación y estimación de modelo tradicional	64
3.4 Debilidades en la especificación tradicional	70
3.5 Estimación del modelo	73
3.6 Detección de raíces unitarias	74
3.7 Relación de cointegración y cuantificación de las relaciones corto y largo plazo	75
3.8 Relaciones de causalidad	77
3.9 Resumen de la metodología	81
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS	82
4.1 Análisis descriptivo	82
4.2 Pruebas de raíz unitaria	86
4.3 Pruebas de cointegración	91
4.4 Modelo ARDL	94
4.5 Dirección de las relaciones entre las variables: Pruebas de no causalidad	99
CONCLUSIONES	105
IMPLICACIONES POLÍTICAS	108
BIBLIOGRAFÍA	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estadísticas descriptivas: Resumen	82
Tabla 2: Matriz de correlaciones	86
Tabla 3: Resultados de la prueba de raíz unitaria ADF	87
Tabla 4: Resultados de la prueba de raíz unitaria P – P	88
Tabla 5: Resultados de la prueba K – P – S – S	89
Tabla 6: Resultados de la prueba de raíz unitaria Z – A	90
Tabla 7: Criterio de orden de rezagos	91
Tabla 8: Resultados de la prueba de cointegración de Johansen (Prueba Trace)	92
Tabla 9: Resultados de la prueba de cointegración de Johansen (Prueba Máximo valor Eigen)	92
Tabla 10: Resultados de la prueba de límites	94
Tabla 11: Coeficientes estimados a corto y largo plazo	95
Tabla 12: Resultados de las pruebas de diagnóstico del modelo	99
Tabla 13: Resultados de la prueba LM	100
Tabla 14: Resultado de la prueba de causalidad de Granger siguiendo el procedimiento T-Y	102

ÍNDICE GRÁFICOS

Figura 1: Evolución del PIB real per cápita y precios del petróleo	24
Figura 2: Influencia del precio de petróleo sobre el ambiente.....	39
Figura 3: Proceso económico considerando el medio ambiente.....	46
Figura 4: Representación gráfica de las curvas clásica y ambiental de Kuznets	49
Figura 5: Efectos escala, composición y técnico.....	52
Figura 6: Evolución del PIB real y emisiones de CO2.....	62
Figura 7: Productividad ambiental y crecimiento económico	63
Figura 8: Evolución del precio del barril de petróleo	64
Figura 9: Evolución de las tasas de crecimiento del PIB real per cápita y emisiones de CO2 per cápita.....	83
Figura 10: Histogramas y curvas de Kernel	84
Figura 11: Gráficos Cuantil – Cuantil	85
Figura 12: Gráficos CUSUM Y CUSUMSQ.....	99
Figura 13: Raíces inversas del polinomio característico	101
Figura 14: Relaciones de causalidad en el corto plazo.....	103
Figura 15: Relaciones de causalidad en el largo plazo.....	103

RESUMEN

Este trabajo investiga la compatibilidad entre el crecimiento económico y degradación ambiental en Ecuador mediante la comprobación de la hipótesis de la curva de Kuznets usando el periodo 1965 – 2015. Los objetivos de esta investigación fueron alcanzados mediante la utilización de la metodología ARDL. Para hacer frente a la multicolinealidad, errores de estimación y desconfianza del modelo, se utilizó el procedimiento sugerido por Narayan & Narayan (2010) y se incluyó fechas de quiebre. Entre los principales resultados de esta investigación se reveló que el crecimiento económico contribuye con la degradación ambiental en el largo plazo, pero no en el corto plazo. Además, los precios del barril de petróleo contribuyen a la degradación ambiental en el corto y largo plazo. Según los resultados de esta tesis, la hipótesis de la CAK no se cumple en el caso ecuatoriano. Finalmente, se provee de algunas recomendaciones para reducir los niveles de contaminación en Ecuador.

Palabras Claves: Economía, Ambiente, hipótesis de la CAK, enfoque ARDL, procedimiento Toda – Yamamoto, Ecuador

ABSTRACT

This work investigates the compatibility between economic growth and environmental degradation in Ecuador by checking the hypothesis of the Kuznets curve using the period 1965-2015. The objectives of this research were achieved using the ARDL methodology. In order to deal with the multicollinearity, estimation errors and distrust of the model, the procedure suggested by Narayan and Narayan (2010) was used and break dates were included. Among the main results of this research was revealed that economic growth contributes to environmental degradation in the long term, but not in the short run. In addition, oil prices contribute to environmental degradation in the short and long term. According to the results of this thesis, the hypothesis of the CAK is not fulfilled in the Ecuadorian case. Finally, some of the recommendations to reduce pollution levels in Ecuador are provided.

Key Words: Economy, Environment, EKC hypothesis, ARDL approach, Toda – Yamamoto procedure, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Existe un vínculo entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, el mismo que ha recibido creciente atención y que ha sido el tema principal de discusiones en el contexto de economía ambiental, refiriéndose estrictamente a las emisiones de dióxido de carbono producidas por la actividad humana como la mayor causa del cambio climático (Valtierra, 2010).

En años reciente, ha habido una vasta y creciente preocupación por el ambiente y su interacción con la economía. Es un hecho que la razón por la que las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) son consideradas como la fuente primordial de gases de efecto invernadero es que éstas, en su mayoría, son el resultado de la generación de energía y el uso de la misma en las diferentes actividades que componen el proceso productivo humano (Fernández, 2011). Por tanto, la investigación sobre la relación de las emisiones de CO₂, consumo de energías contaminantes y crecimiento económico es requerida, para que la sociedad pueda hallar un camino hacia la disminución de las emisiones de CO₂ y un desarrollo sostenible.

Los retos son enormes entre aquellos defensores del ambiente y aquellos del crecimiento económico. Los integrantes del primer grupo sugieren que el crecimiento económico necesariamente involucra la producción y consumo de energía contaminante, lo cual, por supuesto, llevará a una mayor emisión de CO₂, y, subsecuentemente, a la degradación ambiental. Estas personas proponen que las autoridades gubernamentales deberían disminuir el crecimiento económico con el fin de mejorar la calidad ambiental. En contraposición, los proponentes del crecimiento económico, insinúan que un mayor crecimiento económico va de la mano tanto de la disminución de las emisiones de CO₂ como la de la dignificación medio ambiental.

La comprobación del cumplimiento de hipótesis de la curva ambiental de Kuznets (CAK) confirmará la veracidad esta última premisa.

Así, bajo la hipótesis de la CAK, la relación entre las emisiones de CO₂ y crecimiento económico se describe como una curva que empieza con una pendiente positiva, pero, gradualmente, esta se vuelve cero y posteriormente se convierte en una pendiente negativa. En efecto, la CAK es una hipótesis

para evaluar la relación entre varios indicadores de degradación ambiental e ingreso per cápita. En fases iniciales del crecimiento económico, la degradación y contaminación ambiental incrementan simultáneamente, pero más allá de cierto nivel de ingreso per cápita (el cual varía de acuerdo a los diferentes factores y circunstancia que caracterizan a los diferentes países) la tendencia de la curva se revierte, es decir, que altos niveles de ingreso per cápita llevan a una mejora de la calidad ambiental (Grossman & Helpman, 1991; Panayotou, 1993; y Shafik & Bandyopadhyay, 1992).

Lo anterior implica que el indicador del impacto ambiental, en esta tesis las emisiones de CO₂ per cápita, es una función en forma de U invertida del crecimiento económico (medido a través del PIB real per cápita). La CAK adquiere su nombre a partir de la publicación clásica de Kuznets (1955) donde presenta la idea de que existe una relación en forma de U invertida entre la inequidad del ingreso y el desarrollo económico. De acuerdo con su hipótesis, cuando existe un bajo nivel de desarrollo económico, el crecimiento del PIB provoca, al principio, un incremento en la inequidad del ingreso, pero luego, al llegar a un punto de inflexión, el crecimiento económico provoca una disminución en la inequidad del ingreso.

Si esta hipótesis es confirmada para la relación bajo estudio en esta tesis, el crecimiento económico, en sus niveles más altos, será considerado como una herramienta para mejorar el medio ambiente en lugar de una amenaza hacia este. La verificación del cumplimiento de la hipótesis de la CAK es importante, ya que ninguna política de prevención o regulación sería requerida siempre y cuando el efecto del crecimiento económico sobre las emisiones de CO₂ tiendan a volverse negativo en el punto de inflexión. Sin embargo, a pesar de que la hipótesis de la CAK pueda mantenerse para el caso ecuatoriano, esto no necesariamente implica que el crecimiento económico, por sí mismo, sea un remedio a los problemas ambientales o que no haya espacio para la intervención a través de políticas diferentes a aquellas que apoyan el crecimiento económico.

Siguiendo estos argumentos, mismos que fueron obtenidos a partir de la revisión empírica sobre la hipótesis de la CAK, y con intenciones de ir más allá de su especificación tradicional, esta tesis investigará la relación entre las emisiones contaminantes (CO₂) y crecimiento económico para Ecuador, un

país productor y exportador de petróleo, durante el periodo 1965 – 2015. Lo que hace de Ecuador un caso particular para la relación medio ambiente – crecimiento económico es, de cierto modo, su estructura de economía, misma que tradicionalmente se basa sobre sectores intensivos en actividades contaminantes como el petrolero, los cuales han sido considerados por la gran cantidad de ingresos que generan, como un pilar fundamental que sostiene la economía.

Para este fin, se probará la hipótesis desarrollada en la literatura de la CAK y, adicionalmente, se investigará si los precios del barril de petróleo son relevantes para explicar las emisiones de CO₂ y de qué manera estos influyen la degradación ambiental. De este modo, se logrará determinar si el crecimiento económico es compatible con la dignificación del medio ambiente ecuatoriano y como los precios del petróleo influencia los niveles de esta última.

CAPÍTULO I

EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Antecedentes del problema

Fue hasta la década de los sesenta que Ecuador practicaba una actividad petrolera que podría describírsele como errática, exportando cantidades ínfimas que apenas cumplían con las requeridas para lograr la autosuficiencia. Esta situación cambió como resultado de los importantes hallazgos que tuvieron lugar en la amazonia ecuatoriana durante la década de los setenta.

En la historia económica ecuatoriana, la década de los setenta es caracterizada por traer consigo el denominado “Auge petrolero”, el mismo que modificó sustancialmente la estructura económica de la nación que, hasta la década anterior, era catalogada por su dependencia a la exportación de bienes agrícolas, elementalmente, banano, cacao y café. Cuando el año 1972 arribó, la producción y exportación de petróleo a gran escala arranca. Paralelamente, el mercado internacional proporciona condiciones de mejora, especialmente en términos de intercambio, como respuesta al creciente precio del crudo a nivel mundial, el mismo que pasó desde 2,50 USD en el año 1972 a 35,26 USD en el año 1980. Este incremento en el valor del barril de petróleo también dio lugar a un aumento en el volumen de exportaciones del mismo que para inicios de la década de los ochenta logró representar el 68,25% de las exportaciones totales.

Desde luego, para el Estado, estos factores indicaban una sustancial fuente de ingresos. La ascensión de los precios de petróleo permitió el fortalecimiento de las reservas internacionales, y, subsecuentemente, de la capacidad de compra de la nación. Con dicha capacidad, las importaciones se multiplicaron 7,78 veces desde 285701 miles de dólares en el año 1972 a 1948673 miles de dólares para el año 1980. Las aportaciones de los ingresos petroleros en el presupuesto general del Estado pasaron del 16% al 43% según las publicaciones del Banco Central. Esta situación de prosperidad permitió a la nación ser sujeto de crédito, dando lugar al inicio de un importante endeudamiento externo y al comienzo de una estructura económica

sustentada en los ingresos de divisas mediante las exportaciones petroleras y deuda externa.

Estos niveles de ingresos dieron la oportunidad de incrementar obstinadamente el gasto gubernamental, que a su vez permitió al Estado ampliar su participación en diferentes campos a través de enormes inversiones públicas destinadas, no solo a un aumento desmedido del sector burocrático, sino que también en codiciosas obras que, además, requerían de la utilización de capitales extranjeros y materiales importados. La falta de planificación hizo que las tan ansiadas obras sean objeto de retrasos que, indudablemente, darían lugar a cuantiosos costos. Así, los acontecimientos ocurridos en la década de los setenta fueron suficientes para dar inicio a una economía cuyo crecimiento era caracterizado por una progresiva dependencia en las exportaciones de un producto cuyo precio es establecido de acuerdo a factores que están completamente fuera del control del Estado y de la afluencia de capital extranjero mediante de préstamos (Garay, 1998).

Cambios relevantes en el orden político y económico surgen en la década de los ochenta, destacándose entre ellos el retorno del régimen democrático y la continuación de los desequilibrios económicos de la década anterior. A esto se le suma la suspensión de los financiamientos para países de Latinoamérica, disposición que nace como resultado de la incapacidad de los países sub desarrollados para honrar sus compromisos financieros; el incremento en los precios de los servicios de deuda externa con tasas de interés internacionales que alcanzaron niveles agobiantes; la retracción de los mercados internacionales caracterizada por la caída en los precios y demanda de commodities; la debilidad por la cual pasaba el mercado petrolero; y las medidas proteccionistas por parte del gobierno norteamericano.

Se debe poner en consideración, además, los acontecimientos propios de la nación como el conflicto bélico entre Ecuador y Perú en enero de 1981; y la pérdida de millones de dólares en exportaciones de cacao, banano y café a causa de las inundaciones que tuvieron lugar en las costas ecuatorianas a inicios de la década. Este último hecho se traduce en una drástica disminución de la oferta agregada.

La caída de la actividad productiva del país influyó como acelerador del proceso inflacionario, donde la tasa de inflación pasó desde 16,33% en 1982

a 48,38% en 1983. Entre 1980 y 1983, la reserva monetaria internacional paso, respectivamente, de 863,44 millones de dólares a 151,44 millones de dólares y al mismo tiempo el saldo negativo en cuenta corriente alcanzo su cifra más baja con -1568,39 millones de USD, intensificando aún más la vulnerabilidad la económica del país.

Entre las medidas abordadas por los programas de ajuste, destacaban la disminución de los gastos corriente, incremento de aranceles, supresión de subsidios, renegociación de la deuda externa, disminución de las importaciones mediante la aplicación de política cambiaria. Esta última constituyó una las herramientas primordiales para hacer frente al desequilibrio externo. Lo que pretendían estas medidas, en conjunto, era deshacer los privilegios otorgados a través de subsidios y entre otras políticas que mimaban a la industrialización sustitutiva de importaciones y aliviar la presión acumulada por la apreciación del tipo de cambio para fomentar las exportaciones.

Es así que una mejora en la economía ecuatoriana se hace presente en el año de 1983. Sin embargo, en 1986, una nueva depresión en el sector petrolero tuvo como consecuencia otro shock negativo en la economía ecuatoriana. En el lapso menor de un año, los precios del crudo en los mercados internacionales descendieron desde 25,9 USD en el ochenta y cinco a 12,7 USD en el ochenta y seis, y, por si fuera poco, una importante parte del oleoducto transecuatoriano sufre una ruptura, misma que surge como resultado del terremoto de 1987 y que fue motivo para la suspensión de las actividades petrolera y del volumen de exportaciones que para ese año sufrieron una caída del 36,02%.

Como consecuencia, se destacaron características agravantes que evidenciaron la crisis del sector externo como, por ejemplo, la reserva monetaria internacional registró saldos negativos 75,48; 150,82 y 175,74 millones de dólares en los años 1986, 1987 y 1988, respectivamente; y la balanza comercial bajó de 610843 miles de USD en 1986 a 41042 miles de USD en 1987. Con la caída de los ingresos petroleros que en 1985 eran de 14434,96 millones de USD para posteriormente sumar un total de 728,69 y 581,68 millones de USD en 1986 y 1987, respectivamente, las operaciones del gobierno central alcanzaron los mayores déficits entre 1985 y 1987.

En 1988, la recuperación del sector externo era de vital importancia y a través de la implementación de políticas de ajuste gradual se logró reducir los desequilibrios que tanto afectaban a la economía ecuatoriana. Ese mismo año, la balanza comercial se recuperó con saldo de 676041 miles de USD y para el año 1990 se alcanzó la cifra de 1076799 miles de USD. La reserva monetaria internacional mostró signos de recuperación que para el año 1990 consiguió la cifra de 602,72 millones de USD. Estos resultados también se encontraban acompañados de un incremento de los precios del petróleo de 9,91 a 19,27 USD en los años de 1988 1990, correspondientemente.

Una vez más, la relevancia de la influencia de los precios del petróleo vuelve a ser marcada en la década de los ochenta. Sin embargo, de manera urgente, se propone reorientar la estrategia de desarrollo desentendiéndose de los ingresos generados por el sector petrolero y el endeudamiento.

La década de los noventa es caracterizada por fomentar la apertura externa. Bajo este esquema, la política cambiaria fue un elemento clave para la restauración del país en cuanto al sector externo se refiere, así mismo, como una herramienta para controlar los niveles de inflación. El Banco Central interviene de manera voluntaria a través de la compra y venta de divisas para así controlar los niveles de cotización. La estabilidad cambiaria y el refuerzo de la reserva monetaria internacional fueron logrados mediante la ampliación del ya mencionado esquema. Adicionalmente, bajos niveles de inflación fueron registrados, y, su vez, una mejora en la condición de las finanzas públicas se manifestó ya que la brecha entre ingresos y egresos fiscales había disminuido.

La estabilidad relativa de la década de los noventa, se vio amenazada a causa de una serie de acontecimientos que impactaron fuertemente a la nación. En 1995 como la renuncia por parte de Alberto Dahik a su cargo como vicepresidente de la república y el inicio de un nuevo conflicto bélico entre Ecuador y Perú. Los efectos de estos acontecimientos tuvieron un mayor impacto en el sector externo, manifestándose por un lado en un estado de inestabilidad como resultado de la crisis política y por otro lado en el deterioro de la balanza a causa de las importaciones de armamento militar requerido por el conflicto bélico. Ambos hechos conjuntamente dieron lugar a la salida de divisas, capitales y una alta especulación cambiaria. Ante tal situación, se optó

por la amplia intervención del Banco Central para controlar el precio de las divisas a través de la compra y venta de la misma y un radical aumento en las tasas de interés para mitigar el riesgo cambiario derivado de la tensión provocada por las circunstancias y factores que caracterizaban la situación. Para agravar la ya de por sí pésima condición del estado ecuatoriano, en 1998 el fenómeno natural de “El niño” destruye y envía a la bancarrota al sector agrícola. A esto se suma la crisis financiera internacional y una nueva caída del precio del barril de petróleo.

El siglo XXI, para Ecuador, luego de la dolarización, significó un nuevo inicio. Con un crecimiento económico durante el periodo 2000 – 2015 sustentado por un incremento promedio en el PIB del 4,06% anual, Ecuador muestra signos de relativa estabilidad. No obstante, durante este periodo también se mostraron declives que vale la pena destacar por su estrecha relación con los precios del barril de petróleo. Por ejemplo, en 2009, la tasa de crecimiento del PIB cayó a 0,56% acompañada por una disminución del 39.9% en los ingresos petroleros que, subsecuentemente, dejó un resultado de -233,8 millones de USD FOB en la balanza comercial. Estas cifras fueron el resultado de la crisis financiera mundial del 2008 que afectó de manera exógena a la nación. Ante tales circunstancias, el gobierno tomó medidas para confrontar la recesión, entre ellas, la creación de nuevos impuestos y la reforma de algunos ya existentes mediante la ley de creación de creación de la red de seguridad financiera; la regulación de las tasas de interés; y, por supuesto, la implementación de salvaguardas arancelarias con el fin de deshacer el desequilibrio de la balanza de pagos. Por otro lado, los años de mayor crecimiento económico durante el mismo periodo fueron 2008 con una tasa de crecimiento de 6,35% y 2011 con una tasa de 7,86% con participación de los ingresos petroleros del 39,2% y 41,4% en los ingresos totales para los mismos años, respectivamente. Esto es a causa de la modificación normativa de la Ley de Hidrocarburos donde el estado toma control de gran mayoría de los yacimientos petroleros y al incremento de los precios del crudo, el cual alcanzó niveles nunca antes vistos. Véase la figura 1.

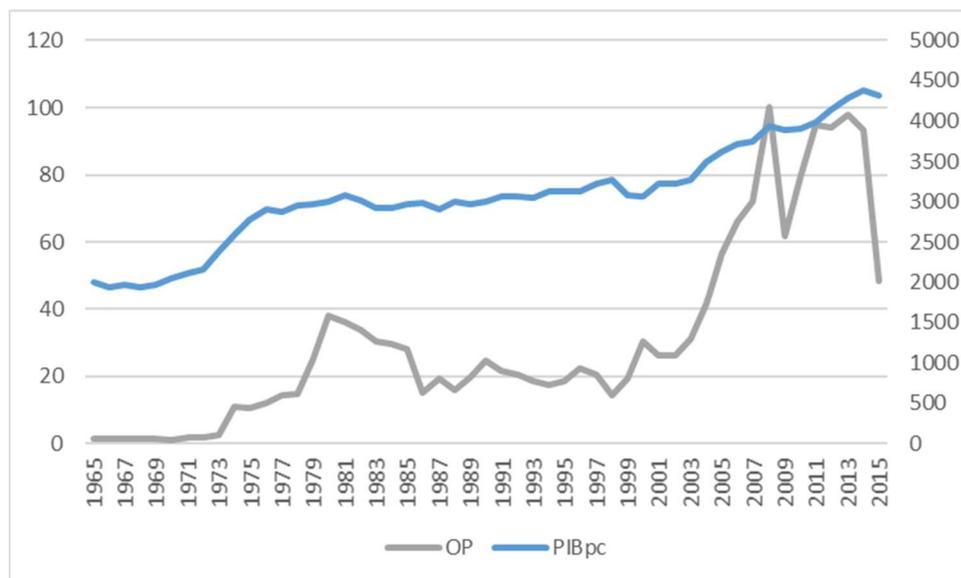


Figura 1: Evolución del PIB real per cápita y precios del petróleo.
Fuente: Cómputo del autor.

La serie de sucesos ocurridos en el periodo 1970 – 2015 descritos remarcan cómo el desempeño económico ecuatoriano está ligado, en gran medida, a elementos exógenos, ya sean de carácter natural como terremotos e inundaciones; o aquellos emergentes de acontecimientos a nivel externo como la escasez de créditos internacionales, crisis y variaciones en los niveles de producción y precios de productos fundamentales en la exportación (especial atención estos últimos), y eventualidades políticas.

Ya que los ingresos ecuatorianos por exportaciones y financiación del presupuesto estatal dependen en gran medida del sector petrolero y, en línea con el párrafo anterior, con seguridad, se puede mencionar que la explotación de hidrocarburos y sus derivados fomenta el crecimiento económico del Ecuador. No obstante, la actividad petrolera, durante toda su historia, ha dejado marcas en el ecosistema, a pesar de que ha habido mejoras en años recientes.

1.2 Declaración del problema

Está claro que, a lo largo de la historia económica ecuatoriana, el petróleo ha destacado por su participación en el rendimiento de la economía doméstica y esto se refleja en las cifras proporcionadas por el Banco Central del Ecuador. Con esta premisa, es acertado asumir que la economía ecuatoriana siempre ha dependido, en mayor o en menor magnitud, de la actividad petrolera, la misma que depende del ámbito internacional.

Ecuador, al ser un tomador de precios, fija su precio en base al marcador estadounidense West Texas Intermediate (WTI) cuyo diferencial es establecido mensualmente por Petroecuador (BCE, 2017). En consecuencia, Ecuador debe ajustar sus precios de petróleo constantemente según el mercado petrolero internacional y verse afectado por sus fluctuaciones.

No cabe duda que la actividad petrolera es necesaria como fuente de ingresos y condición para garantizar el desarrollo económico ecuatoriano, sin embargo, existen varios casos en que ésta equivale a efectos sociales y ambientales negativos. Para esta investigación la prioridad se concentrará en los efectos ambientales, los cuales, actualmente, han sido objeto de constantes debates con énfasis en la contaminación del ambiente y el agotamiento de recursos naturales no renovables.

De este modo, a través de esta tesis se pretende evaluar la compatibilidad entre el crecimiento económico y el progreso ambiental considerando la dependencia de Ecuador a la actividad petrolera para contestar la siguiente pregunta de investigación:

¿Es el crecimiento económico ecuatoriano compatible con las condiciones de su medio ambiente?

1.3 Objetivos

Objetivo general. Evaluar la compatibilidad entre crecimiento económico ecuatoriano y las condiciones del medio ambiente mediante la cuantificación de los efectos a corto y largo plazo del crecimiento económico y el nivel de precios del petróleo sobre la degradación de las condiciones del medio ambiente.

Objetivos específicos.

- Revisar los principales fundamentos teóricos sobre el crecimiento económico, precios del petróleo, medio ambiente y la relación entre estos mediante la inspección de la literatura internacional.
- Repasar los principales aspectos teóricos metodológicos de las técnicas econométricas a emplear por medio de la revisión de material bibliográfico de relevancia internacional relativos a estas.

- Estimar las dinámicas a corto y largo plazo de las relaciones entre la degradación ambiental, crecimiento económico y precios del petróleo a través de la estimación de un modelo ECM condicional.
- Determinar la forma de la relación entre crecimiento económico y Degradación ambiental mediante la comprobación de la curva ambiental de Kuznets.

1.4 Justificación

En la planificación del desarrollo y la formulación de políticas públicas por parte de las naciones, el crecimiento económico ha sido una parte fundamental, especialmente en la segunda mitad del siglo XX. En las últimas décadas, el enfoque de las políticas ha sido complementado con una creciente atención hacia los problemas de sostenibilidad y bienestar como respuesta a la creciente notoriedad de problemas que las naciones modernas y especialmente las que se hayan en un estado de desarrollo enfrentan. Estos problemas incluyen, entre otros, la inequidad en los ingresos, degradación ambiental y falta de recursos.

Ecuador es un país productor y exportador de petróleo, por ende, los ingresos generados a partir de la explotación del sector petrolero, son de suma importancia para su desarrollo. No obstante, la actividad petrolera involucra, al mismo tiempo, la degradación del medio ambiente, lo cual contrasta con la constitución ecuatoriana, misma que condiciona el desarrollo con respecto a los derechos de la Naturaleza (Constitución: Artículos 14; 15; y 276 numerales 2 y 4). En consecuencia, este trabajo de investigación ayudará a instaurar algunas pautas relativas a las relaciones existentes entre calidad ambiental y crecimiento económico útiles en la planificación y establecimiento de políticas públicas adecuadas para armonizar los sistemas económico y ambiental, en función de lograr el Buen Vivir (objetivos: 3, 7, 8 y 11 del Plan Nacional del Buen Vivir, 2013-2017).

El grado en que los precios del petróleo inciden en las emisiones de CO₂ tiene una aplicación directa sobre la política ambiental. Esta tesis pretende contribuir a la existente literatura sobre la relación entre degradación ambiental (medida a través de las emisiones de CO₂ per cápita) y crecimiento económico (medido a través del PIB per cápita). Se proporcionará información

complementaria relevante en la formulación de políticas mediante la incorporación de los precios del petróleo como proxy del consumo de energía.

Desde una perspectiva institucional, la política ambiental se está volviendo una de las prioridades nacionales. Todos estos factores específicos del país tienen grandes posibilidades de tener implicaciones significantes sobre hipótesis de la CAK, y, por tanto, sirven de justificación para este estudio.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA EXISTENTE

En esta sección se revisarán las literaturas existentes para proveer a este análisis empírico de un marco teórico.

En primer lugar, se parte con una revisión terminológica de los economía y ambiente, sus respectivas políticas, los objetivos, instrumentos e importancia de las mismas.

En segundo lugar, se procede a una revisión de la relación entre crecimiento económico y medio ambiente, cuales son los argumentos a favor y en contra de cada una.

Tercero, una alternativa compatible entre el crecimiento económico y conservación del ambiente es el desarrollo sostenible, se averiguará en que consiste este último.

Cuarto, se llevará a cabo la presentación de un fondo conceptual de la curva ambiental de Kuznets, la explicación teórica de su forma y factores adicionales que podrían afectarla. También se resumen evidencia empírica sobre el tema a nivel internacional y nacional.

Finalmente, se establece la hipótesis de la investigación.

2.1 Economía

Gran parte de las personas que escuchan la palabra “economía” piensan que ésta solamente trata de dinero. Pero la economía no solamente trata de dinero, trata sobre realizar importantes elecciones entre diferentes alternativas. Algunas de estas elecciones necesariamente se encuentran vinculadas con el dinero, pero la mayoría no lo hace. En estas últimas incluso se encuentran decisiones como ¿Quién debería lavar los trastes?, ¿debería tomar un empleo con el objetivo de ayudar en el hogar o ahorrar para el futuro?, etc. Todas son decisiones económicas, en muchos casos, el dinero es meramente una herramienta de ayuda que se encuentra presente para evaluar de manera parcial algunas metas y cómo hacer elecciones sobre éstas.

Por otro lado, también se podría pensar que la economía solamente trata de ser eficiente, no realizar elecciones absurdas o inútiles al gastar o presupuestar el dinero o tiempo. Por ejemplo, al ir de compras, ¿Por qué no

realizar una visita al banco en el trayecto desde tu hogar hasta el supermercado con el objetivo de optimizar el consumo del combustible? Ciertamente, esto es en una parte de lo que trata la economía. Algunas veces la opción que resulta más eficiente en términos de ahorro de tiempo y dinero no es tomada, por ejemplo. Es a partir de esta última afirmación que la economía adquiere mayor relevancia, ya que esta permite sumergirse en las profundidades del por qué existen ocasiones en las que las decisiones más eficientes no son tomadas (Watts, 2016).

A pesar de la superficial descripción anterior sobre economía, aún no está claro si esta es una ciencia natural como la física, o una ciencia social, o incluso un arte. En esta tesis se expondrán algunas definiciones famosas o estándar para comprender sobre que se trata la economía.

Con el propósito de cumplir lo planteado en el párrafo anterior, es pertinente partir con una idea clara sobre el significado del término “economía”. Históricamente, los términos “economía” y “económico” provienen de los términos del antiguo griego “Oikonomia” y “Oikos”, los cuales se refieren al auto – aprovisionamiento del hogar. El hogar (Oikos) debe satisfacer las necesidades de sus miembros mediante el suministro de comida, ropa, refugio y sociabilidad desde dentro de sí misma. El término “Oikos” puede ser utilizado para referirse a la unidad base del sistema social, en el cual el hogar es, simultáneamente, una institución económica, política y social, y la cabeza del hogar el fundamento de autoridad política y patriarcal. Este tipo de institución difiere de las concepciones modernas de economía en dos maneras. Primero, esta combina un amplio rango de funciones sociales, incluyendo asuntos políticos y culturales junto al aprovisionamiento económico. Esto contrasta con la tendencia actual a generar instituciones económicas especializadas. Segundo, su alcance económico no incluye el intercambio con otros hogares a través de mecanismos como trueques, mercados y otros. Nuevamente, esto contrasta con los sistemas económicos modernos de intercambio como distinto de la autosuficiencia (Holton, 1992). Por tanto, se debería buscar en otro lado la respuesta a la pregunta ¿Qué es economía?

Alfred Marshall en el capítulo 1 de su libro “Principios de economía” alude a la política económica o ciencias económicas como el estudio de la

humanidad en las negociaciones ordinarias que surgen a lo largo de su vida, además investiga la parte de la acción individual y social que se encuentra estrechamente conectada con la obtención y con el uso de materiales requisitos del bienestar. Por tanto, las ciencias económicas son el estudio de la riqueza y una parte del estudio del hombre (Marshall, 2009).

Similarmente, el libro de Lionel Robbins, “Un ensayo sobre la naturaleza y significancia de la ciencia económica” tuvo como objetivo exponer la esencia y la importancia de la ciencia económica. En él se describe el objetivo de la economía como ciencia y dice que este consiste en analizar el comportamiento humano como una relación entre los fines y los limitados medios que tienen usos alternativos (Robbins, 2007).

Por otro lado, también hay quienes catalogan a la economía como “ciencia oscura”, argumentando que esta solamente trata del agotamiento de los recursos y del indiscutible deterioro de la misma. Este es el caso de Levy & Peart (2001), quienes mencionan en su artículo que esta descripción fue dada por Thomas Carlyle, quien a su vez fue inspirado por la triste predicción de Thomas Robert Malthus (Malthus (1798)) de que las esperanzas por la felicidad social son en vano ya que la población crece de manera geométrica mientras que los medios para subsistir crecen de manera aritmética, por tanto, la población siempre crecerá más rápido, dando lugar a la escasez, y, subsecuentemente, condenando a la humanidad a una pobreza y sufrimiento sin fin.

El párrafo anterior párrafo menciona un término que podría resumir la idea principal detrás de los dos párrafos que lo preceden, la escasez. ¿Podría la economía tratarse solamente de escasez? La economía depende de la escasez porque sin esta la población consumiría todo lo que quisiera sin preocuparse de que pronto los recursos se agotarían. Como lo mencionan McConnell, Brue, & Flynn (2013), la economía es la ciencia social que trata con el uso de recursos escasos para obtener la máxima satisfacción de las virtualmente ilimitadas necesidades de la sociedad. Con la escasez las elecciones surgen, se debe elegir entre seguir o no sin aquello que se desea conseguir o entregar. Las elecciones son necesarias porque los requerimientos de bienes y servicios por parte de la sociedad son ilimitados pero los recursos disponibles para satisfacer estos son limitados. Estas

elecciones hacen a las personas quienes son y las define como humanos. La sociedad puede hacer su economía fuerte o débil mediante la elección de quienes se colocan como mandatarios porque ellos escogen por todos. Pero las elecciones personales también cuentan para el futuro propio y el de las futuras generaciones. Se debería conocer los límites de los recursos para sostener el presente, pero más importante aún es lo que se dejará para las futuras generaciones (McConnell et al., 2013).

Otra definición alternativa relacionada con la escasez es la de Forden (2016), quien define a la economía como el estudio de las reacciones ante la escasez. La idea detrás de esta definición es que para hacer de un problema un problema económico, algo debe escasear, debe haber algo que deba ser racionado, algo que requiera conservar de una manera u otra, que se anhele tener más del mismo. Debido a que los recursos son escasos, es necesario maximizar lo que se hace por ellos, si ellos no fuesen escasos, no habría sentido para realizar tales esfuerzos.

Los argumentos anteriores concuerdan en que economía es el estudio del cómo y el por qué los individuos y grupos de individuos toman decisiones sobre el uso y distribución de valiosos recursos humanos o no humanos y que no solamente se trata de lograr utilidades o negocios tomando decisiones en una economía capitalista, sino que es mucho más amplia y va más allá proveyendo un conjunto de herramientas analíticas para el estudio de cualquier situación, en la cual, la escasez de los medios requiere el balance de objetivos específicos (Field & Field, 2017).

2.2 Crecimiento económico

Los economistas definen y miden el crecimiento económico ya sea como un incremento en el PIB real ocurriendo en un periodo de tiempo o como el incremento en el PIB real per cápita que sucede en un lapso de tiempo (Callan & Thomas, 2013). El crecimiento es un objetivo económico ampliamente preminente. El incremento de los salarios e ingresos que dan lugar a altos estándares de vida son el resultado de un incremento en el volumen de producción relativo al tamaño de la población. En línea con la idea planteada sobre ¿Qué es economía? y su relación con la escasez, una nación que experimenta un crecimiento económico es más capaz de satisfacer las

necesidades de su población y resolver problemas socioeconómicos presentes. Una creciente economía puede llevar a cabo programas que ayuden a fomentar la diversidad, la cultura y el arte; como también resolver problemas relativos a la pobreza y la protección ambiental sin perjudicar los niveles de consumo, inversión o gasto en la producción de bienes públicos. De esta manera, no cabe duda de que el crecimiento económico aminora el peso de la escasez, dando lugar al desarrollo, pero para lograrlo, una economía creciente debe consumir más en el presente mientras incrementa más su capacidad de producción para el futuro (McConnell et al., 2013).

A pesar de que muchos economistas no han prestado mayor atención a problemas importantes como el ambiente en sus argumentos en defensa de los enfoques neoclásicos en cuanto al crecimiento económico. Parece útil e importante citar la declaración de Simon Kuznets, uno de los fundadores de los enfoques modernos sobre el crecimiento económico (Kuznets, 1973, p. 247):

El crecimiento económico de un país puede ser definido como el crecimiento a largo plazo en su capacidad para suministrar crecientes y diversos bienes económicos a su población, esta creciente capacidad es basada en tecnología avanzada y en los ajustes ideológicos e institucionales que esta demanda.

Quizás la declaración anterior no toma en cuenta el aspecto ambiental directamente, pero si al rol que cumplen las instituciones y la necesidad de una capacidad productiva sostenible. Mientras el ambiente sea visto como un factor limitante de dicha capacidad productiva, la propia definición de crecimiento económico reclama por un enfoque que integre al ambiente en lugar de excluirlo del proceso.

Relación entre crecimiento económico y petróleo. No es sorprendente que exista una relación muy estrecha entre el crecimiento económico y el crecimiento del suministro de petróleo. Existen muchísimos usos para el petróleo, desde la fabricación de bienes, el transporte de mercancías y personas hasta la puesta en marcha de equipos de construcción o minería. Desde luego es posible, en algunas ocasiones, sustituir al petróleo con otras fuentes de energía alternativas, no obstante, la humanidad posee, literalmente, trillones de dólares en maquinarias y equipos que usan petróleo

justo ahora. Debido a esto que la tasa de sustitución del petróleo como fuente de energía es baja (Schilgen, 2013).

Hamilton (2009) demostró que las recesiones sufridas, específicamente la recesión del 2007 – 2008 en Estados Unidos se encontraban asociadas con los precios del petróleo resultantes por las oscilaciones en sus niveles de producción. El autor observó las causas de las variaciones en los precios del petróleo y el impacto de estos sobre la economía. Analizó como el precio del petróleo se alzaba primordialmente ante disrupciones de la oferta, pero este no era el caso del alza de precios del petróleo en 2007 – 2008, este último tuvo su origen en la confrontación de una enorme demanda y un estancado nivel de producción. A pesar de que las causas del alza de precios en 2007 eran muy diferentes, los efectos sobre la economía eran muy similares con importantes consecuencias sobre los gastos de consumo.

Las variaciones de los precios del petróleo pueden afectar tanto a los países exportadores (Rusia o Países miembros de la OPEP, entre ellos, Ecuador) como a los importadores de petróleo (como USA o China). Una caída en los precios del petróleo significaría un efecto negativo para los primeros y, al mismo tiempo, uno positivo para los segundos. Ambos grupos dependen en gran medida de los ingresos y gastos petroleros para equilibrar sus presupuestos (Zeidan, 2014).

La caída de los precios del petróleo en septiembre del 2014, cuyo origen tuvo lugar a raíz de la exploración de nuevos pozos por parte de compañías en USA y Canadá, mismas que fueron motivadas por los altos precios en años anteriores y por la caída de la demanda en lugares como USA, Europa y Asia debido al debilitamiento de sus economías y la implementación de medidas relativa a la eficiencia de las mismas, dio lugar a resultados negativos para países como: Rusia cuya economía debía enfrentar un potencial desplome o Venezuela que hasta días presentes enfrenta disturbios y la posibilidad de incumplir con su deuda (Plumer, 2014).

En general, los países productores y exportadores de petróleo son los más afectados por los problemas relativos a la caída de los precios del petróleo ya que estos se traducen en turbulencias de índole económica e incluso políticas (Krauss, 2016).

2.3 Política económica

La política económica tiene varios y a veces contradictorios objetivos: aliviar la pobreza, alcanzar una distribución equitativa del ingreso, mantener la estabilidad de los precios, lograr el pleno empleo y mejorar la calidad de vida de las personas. Los instrumentos de política económica son numerosos y tradicionalmente se encuentran relacionados con las políticas monetaria (establecimiento de tasas de interés) y fiscal (elección de los niveles de gasto público e impuestos). Sin embargo, la política económica puede ir más allá a través de variados instrumentos económicos como regulaciones, subsidios, aplicación de impuestos directos e indirectos sobre las firmas y hogares, transferencias de recursos relativos a la seguridad social, etc. A pesar de que generalmente los gobiernos poseen múltiples objetivos, estos solamente poseen un número limitado de instrumentos, por tanto, la compensación es parte de la rutina diaria en la formulación de políticas. La elección de objetivos se encuentra condicionada a la preferencia del gobierno (por ejemplo, que nivel de inequidad en los salarios se encuentran dispuestos a aceptar con el objetivo de reducir la tasa de desempleo en un punto porcentual) (Bénassy-Quéré, Coeuré, Jacquet, & Pisani-Ferry, 2010).

Musgrave & Musgrave (1989) distinguieron tres funciones fundamentales de la política económica.

Asignación de recursos. Se refiere a la intervención pública cuyo objetivo es afectar la cantidad, calidad y distribución de los factores capital tierra y trabajo (calificado u no calificado) disponibles para la producción. Las políticas que remarcan esta función son aquellas relativas a la provisión de infraestructura o preservación ambiental.

Estabilización macroeconómica. Se trata de aquellas medidas que tratan de restaurar el equilibrio (pleno empleo y estabilidad de precios) en la economía, perdido específicamente por shocks exógenos. Usualmente se atribuye esta función a las políticas monetaria y presupuestaria.

Distribución del ingreso. Esta función alude a las políticas que buscan una distribución equitativa del ingreso entre los agentes económicos o región. Las políticas impositivas o tributarias y la transferencia de recursos sociales son instrumentos claves para llevar a cabo esta función.

A pesar de que estas tres funciones se encuentran íntimamente relacionadas (Buitter, 1990), es necesario determinar a que aluden las nociones de política fiscal y política monetaria. Aunque ambas buscan amortiguar las fluctuaciones de los ciclos económicos y dirigir la economía en la dirección deseada, la primera se refiere a aquel conjunto políticas tomadas por el gobierno con respecto al nivel de gasto público, presupuestos estatal, el nivel de transferencias y estructura tributaria. La segunda alude a las políticas tomadas por el Banco Central u otro comité regulador que afectan las tasas de interés, créditos y préstamos en el corto plazo mediante el aumento o disminución de la oferta monetaria (Dornbusch, Fischer, & Startz, 2011). Las políticas fiscal y monetaria afectan virtualmente a todos los individuos de una nación en desarrollo como también a los de una desarrollada al influenciar sus niveles de empleo, inflación, salarios, tasas de interés y tipo de cambio (Langdana, 2016).

Las controversias económicas y sociales que rodean a las políticas fiscal y monetaria en cuanto a la conveniencia de estas para fines de estabilización económica han sido el tema de discusión entre los defensores de las teorías monetaristas y keynesiana. Los enfoques Monetaristas y Keynesianos son totalmente diferentes y en casos extremos excluyentes. Por ejemplo, los Keynesianos piensan inmediatamente en la política fiscal porque simplemente el gasto público es parte de la ecuación de la demanda agregada, $DA = C + I + G + (X - M)$. En contraste, los monetaristas trabajan a través de la ecuación de cambio (teoría cuantitativa del dinero), $M \cdot V = P \cdot Y$, poniendo su concentración en la oferta monetaria.

En la actualidad, el debate entre la política fiscal y monetaria no se centra en cuál de ellas es la más poderosa, sino en cuál de ellas surte efecto o trabaja más rápido. En el pasado se ignoraba el tiempo requerido por cada política, asumiendo que las autoridades comprendían la necesidad de una política de estabilización inmediata, decidían la manera de actuar velozmente, y aplicaban la correcta medida, todo al mismo tiempo. La verdad es que cada una de estas instrucciones toma tiempo, existen rezagos entre cada uno de ellos de principio a fin, los mismos que puede nacer desde el comportamiento de los formuladores de política como también de circunstancias que encuentran fuera del control de estos. Sin embargo, dejando a lado los

retrasos mencionados, cuando un Banco Central decide actuar, este ejecuta su plan inmediatamente mediante operaciones de mercado abierto (compra y venta de letras del tesoro o bonos en el mercado abierto) en contraste a los procedimientos presupuestales que normalmente operan en un ciclo anual, permitiendo que mayores políticas fiscales puedan ocurrir solamente una vez cada año. Las leyes tributarias podrían ser cambiadas en cualquier momento, no obstante, es un proceso lento y que a menudo es ralentizado o acelerado por partidistas políticos y sus intereses. Por estas razones un cambio en la política fiscal podría tomar meses bajo condiciones normales (Baumol & Blinder, 2010).

Las fortalezas y debilidades de estas políticas no son el objetivo de esta tesis, sin embargo, es importante recordar que cuando una economía es afectada por shocks severos, ya sean positivos como el aumento de los precios del petróleo en 1970 o negativos como la crisis financiera del 2007 – 2009, estas políticas no pueden eliminar el problema, pero si son utilizadas apropiadamente, pueden amortiguar el golpe (Taylor, 2012).

2.4 Medio ambiente

En años recientes ha sido remarcable el creciente interés sobre los problemas ambientales, su sostenibilidad, y un mejor manejo del desarrollo en armonía con el medio ambiente. Pero ¿Qué es el medio ambiente? RAE (2016) define al medio ambiente como “el conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo” y al ambiente como “el conjunto de condiciones o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc., de un lugar, una colectividad o una época”. El glosario de PAE (2016) es más inclusivo en su definición: “El ambiente es el conjunto las circunstancias y condiciones que rodean a un organismo o grupo de organismos como también es el complejo de condiciones sociales o culturales que afectan a un individuo o a una comunidad”. Para Baldi & García (2005) “el ambiente es todo lo que rodea a las personas, es decir, el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades”. Estas definiciones enfatizan las circunstancias que rodean o influencia a todos los organismos vivos, incluyendo a los seres humanos.

De esta manera los organismos vivos y la naturaleza se encuentran inapelablemente interdependientes. No obstante, no hay ninguna evidencia que compruebe una relación jerárquica entre las numerosas y distintas especies, que sugiera el dominio de unas sobre otras. En este contexto, el hombre no es considerado como una pieza fundamental en el proceso evolutivo, sino que simplemente pasa a ser una más de sus etapas (Oelschlaeger, 1995).

La importancia del medio ambiente radica en que esta rodea a los seres vivos y los apoya en cada sentido, en todos los niveles: físico, cultural y espiritual. Y desde una óptica más fría, esta es aún más importante al pensar en asuntos más preocupantes relativos a la economía, ya que esta depende enteramente de los limitados servicios que el medio ambiente brinda (Scott, 2009).

Haciendo énfasis en la supervivencia del hombre, el medio ambiente se refiere al espacio donde toma lugar la interacción entre factores bióticos y abióticos, ya sean estos creados por la naturaleza o invenciones por parte del hombre. Es este último quien tiene que realizar inmensurables esfuerzos para garantizar la armonía entre sus actividades y el medio ambiente para continuar siendo parte de este y gozar de sus bondades.

Finalmente, está claro que muchos economistas comparten la idea de Scott (2011) en cuanto a ¿qué es medio ambiente? Ella describe al medio ambiente como la fuente de todos los recursos que son usados en los procesos de producción de bienes y servicios que son vendidos en los mercados y que, posteriormente, son usados para apoyar los diferentes estilos de vida de las diferentes personas.

La explotación del sector de hidrocarburos y el medio ambiente. A pesar de que todas las fases de la actividad petrolera como la exploración (movimiento de equipos y maquinarias pesados, deforestación, campañas sísmicas y explosiones), perforación, producción (derrames, incendios y descargas rutinarias) y desmantelamiento tiene diferentes magnitudes en cuanto a su impacto hacia el medio ambiente, estos son similares en su carácter. Cada una de las etapas del proceso de explotación afecta directa o indirectamente al medioambiente a través de: niveles peligrosos de ruido, degradación de la calidad del aire, destrucción de recursos naturales,

excreción de desechos peligrosos, potenciales afecciones a la salud y seguridad humana, alteración de recursos paleontológicos, modificación de recursos geológicos, contaminación del agua, entre otros (Teeic, 2016).

En Ecuador, entre las huellas que ha dejado la explotación del sector de hidrocarburos en su entorno natural, se encuentra la pérdida de la biodiversidad y espacios verdes, la contaminación del agua cuya espuma se torna gris en las orillas, y la contaminación del aire a tal punto que se logra percibir a través de un aroma pesado a combustible y aceites (AcciónEconológica, 2016). Todas estas secuelas no se limitan a zonas aledañas a los pozos petroleros.

Con el inicio de la explotación del campo Ishpingo – Tambococha – Tiputini (ITT) en septiembre del 2016 (Jesuaréz, 2016), la muerte de muchas especies, la contaminación del aire y agua aumentará, también se dará lugar a un incremento en la bioacumulación, la cual ocurre cuando un animal o planta cuyo cuerpo ha sido contaminado sobrevive llevando consigo los contaminantes. Estos animales y plantas contaminados, a su vez, sirven de alimento a otros desatando un efecto cadena en los diferentes niveles de la cadena alimenticia (GreenFacts, 2016). Los efectos negativos de la actividad petrolera ecuatoriana también se extienden a los pueblos amazónicos y se ven reflejados en la salud de sus habitantes, lo cual, al mismo tiempo, sirve de evidencia de la no existencia de técnicas y tecnologías que garanticen una extracción petrolera con un impacto mínimo en el ambiente.

El precio del petróleo y su relación con el ambiente. Los altos precios en el petróleo hacen de este económicamente atractivo motivando la puesta en marcha de proyectos que no solo enriquecen de manera desmedida a los propietarios de los hidrocarburos, sino que también contaminan en ambiente (Salmon, 2016). Estos proyectos pierden sentido económico cuando los precios sufren un desplome. De esta manera, la inversión en costosos proyectos de extracción se ve desalentada cuando los precios del petróleo se mantienen bajos, lo cual contribuiría con el mejoramiento del medio ambiente (Goldstein, 2016).

Sin embargo, La caída en los precios del petróleo tampoco es buena para el ambiente. Es común pensar que entre más barato se vuelva algo, más de este algo será utilizado o consumido y el petróleo no es una excepción.

Así, entre más bajo el precio del petróleo, mayor será el consumo de este. El consumo de petróleo involucra la quema del mismo y por obvias razones contribuye a la degradación ambiental mediante la emisión de CO2 que (Salmon, 2016). Véase la figura 2.

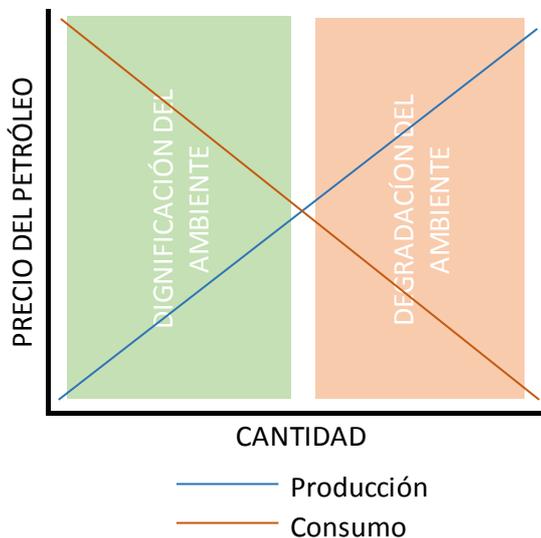


Figura 2: Influencia del precio de petróleo sobre el ambiente.
Fuente: Cómputo del autor.

2.5 Productividad ambiental

La productividad laboral es considerada un indicador revelador debido a que provee de una medición simultánea del crecimiento económico, competitividad y estándares de vida dentro de una economía. El crecimiento de ese indicador depende de tres factores primordiales: capital humano, nueva tecnología e inversión y ahorro en capital físico (Investopedia, 2016). La productividad laboral está dada por la siguiente fórmula:

$$Productividad\ laboral = \frac{Producción\ total}{total\ de\ horas\ productivas}$$

De esta manera, este indicador mide la producción por hora de una economía o negocio en un periodo de tiempo. Los economistas y formuladores de políticas comparan este indicador periodo a periodo como una medida de la eficiencia de la actividad productiva. (InvestingAnswers, 2016). La productividad laboral está estrechamente vinculada a un incremento de la calidad de vida a través de un incremento en el consumo. Un incremento en la productividad involucra un incremento en los bienes y servicios disponibles por el mismo monto relativo de trabajo. El incremento en la disponibilidad de bienes y servicios hacen que estos adquieran precios cada

vez más razonables (Investopedia, 2016). Si la producción total aumenta y las horas laborales se mantienen estáticas, esto indica que la economía está mejorando en cuanto a las técnicas y tecnologías empleadas en la actividad productiva. De manera inversa, si los niveles de producción se mantienen estáticos y las horas laborales aumentan, esto podría indicar que se necesita invertir en educación para mejorar la calidad del capital humano (Investopedia, 2016).

Similarmente, Gilli, Mancinelli, & Mazzanti (2014) y Gilli, Marin, Mazzanti, & Nicolli (2016) aseguran que la falta de adopción de una integrada y generalizada innovación era un indicio de la carencia de fortaleza por parte de las naciones para hacer frente a los retos que involucra la consecución de una economía verde. Sugerían que la capacidad de innovación es fundamental para mejorar el rendimiento de los esfuerzos dedicados a fomentar la competitividad y combatir el cambio climático.

Por tanto, para ellos la productividad ambiental debería ser considerada como otro factor fundamental en el contexto de dignificación ambiental y la definen como el valor económico sobre las emisiones de CO₂ (parecida a la productividad laboral). La productividad ambiental está compuesta por dos tendencias subyacentes refiriéndose a las emisiones de CO₂ y al crecimiento económico. La primera es la elasticidad emisiones de CO₂ – ingreso, lo cual lleva nuevamente a la discusión sobre la CAK. Esto se refiere particularmente al cómo incrementar el rendimiento de la productividad ambiental de los sectores productivos para aumentar el valor y al cómo aumentar la presión política para reducir las emisiones de CO₂. La segunda se refiere al papel del progreso tecnológico, el mismo que puede ser considerado como el principal elemento capaz de influenciar la elasticidad emisiones de CO₂ – crecimiento económico, permitiendo la conservación de los estándares de vida y reducir el impacto al medio ambiente.

2.6 Política ambiental

La política pública puede ser descrita como la trayectoria de la acción del gobierno como respuesta a problemas sociales. La política ambiental se refiere a la acción por parte del gobierno que afecta o intenta afectar la calidad del medio ambiente o el uso de los recursos que esta proporciona. Esta es la

representación de la decisión colectiva de la sociedad de perseguir y alcanzar ciertos objetivos y metas ambientales y el uso de las herramientas que se emplearán para lograr los mismos. Es un conjunto de diferentes estatutos, regulaciones que gobiernan un país, y que es afectado por las actitudes y comportamientos de aquellos responsables de su implementación. La política ambiental no solo hace referencia a lo que elige hacer para proteger al ambiente, sino que también aquello que se decide no hacer o prohibir para protegerlo. Ella organiza los valores y metas ambientales que son sostenidos por el público en general y grupos de interés como los ambientalistas (Kraft, 2011).

Hay una enorme y amplia variedad de políticas y programas públicos dedicados a asuntos ambientales, en los niveles local, nacional, regional e internacional. Su planeamiento involucra una importante observación y esta es que la política ambiental compromete la interdependencia de muchos segmentos que incluyen a la comunidad científica, la industria privada, el gobierno, ambientalistas. Cada uno de estos grupos, aunque con diferentes puntos de vista, juegan un importante papel en la formulación de políticas y ofrecen sus experiencias para la consecución de un mismo resultado (Callan & Thomas, 2013). Ante cada tipo de política ambiental, los administradores y contaminadores responderán de manera particular. Cada tipo de política posee características que la hacen más efectiva en ciertas circunstancias y en otras no. Al evaluar su efectividad y su conveniencia para direccionar un problema dado relativo al control de contaminación ambiental es importante tener un conjunto de criterios (Field & Field, 2017):

Eficiencia. El estado de las cosas es eficiente si este produce un máximo de beneficios netos para la sociedad. La eficiencia en el caso del control de contaminantes es un balance entre el costo de reducirlos y los daños que estos causan. Una política eficiente es aquella que permite un desplazamiento hacia el punto donde el costo marginal de la reducción de la contaminación es igual al daño marginal ocasionado por los mismos.

Rentabilidad. Una política es rentable cuando sus resultados permiten el máximo mejoramiento ambiental con los recursos que han sido utilizados, logra un monto de mejora ambiental al menor costo posible.

Justicia. La equidad es una cuestión de moralidad y de cómo los beneficios y costos del mejoramiento ambiental deben ser distribuidos entre los miembros de la sociedad. La preocupación principal detrás de la justicia ambiental es que las minorías raciales y personas de bajos ingresos se encuentra desproporcionalmente expuestas a la contaminación ambiental, principalmente aquella contaminación proveniente desde sitios usados como depósito de residuos peligrosos. Generalmente estos sitios se encuentran ubicados en lugares donde existen enormes poblaciones de bajos ingresos o de color.

Aplicabilidad. Generalmente, las personas piensan que la promulgación de una ley automáticamente llevará a la rectificación del problema para la cual fue diseñada. Pero esto no es del todo cierto, una ley o regulación debe ser reforzada. El reforzamiento toma siempre tiempo y dinero, y en ocasiones más de lo presupuestado, como cualquier otra actividad, además hay que considerar que los presupuestos públicos se encuentran siempre limitados, por tanto, el reforzamiento de la política ambiental debe encontrarse balanceado con otras funciones del sector público. Existen dos pasos en el reforzamiento: monitoreo y sanción. El primero se refiere a la medición del rendimiento de los contaminadores en comparación al requerido por la ley promulgada, El segundo se trata de la tarea de llevar justicia a aquellos que han sido identificados como infractores de la ley en la fase de monitoreo.

Flexibilidad. Una política debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse a las cambiantes circunstancias. Las políticas que cumplen estrictamente el criterio de eficiencia pueden ser menos efectivas en el largo plazo que políticas menos eficientes pero maleables y fáciles de ajustar a nuevas circunstancias.

Incentivos para innovaciones tecnológicas. Hay que tener claro que no son los funcionarios públicos los determinantes del alcance y extensión de los impactos ambientales, sino que son las decisiones tomadas por parte de las firmas, consumidores y grupos privados las que los determinan y que los incentivos que enfrentan estos grupos privados son los que definen el cómo y dónde se reducirán estos impactos. Por esto, es importante evaluar si una política provee de los incentivos suficientes para que los individuos y grupos

encuentren nuevas y mejores maneras para reducir el impacto de sus actividades sobre el ambiente. Es difícil suponer que la sociedad dedicará suficientes esfuerzos al cambio tecnológico para reducir las emisiones de CO₂, por ejemplo, si no existe un requerimiento por parte de una política de reducir estas emisiones. Generalmente, este criterio es opacado por la importancia que se le otorga al costo y daños que involucra la reducción de contaminantes. En algunos casos los formuladores de políticas pueden utilizar directrices que forjen la adopción de nuevas tecnologías por parte de los contaminadores para lograr objetivos relativos al control de la contaminación con un costo razonable.

Consideraciones morales. La discusión sobre el impacto de las políticas ambientales sobre las personas de diferentes niveles de riqueza. Este criterio se extiende más allá de preguntas relativas a la distribución. La percepción de las personas sobre lo bueno y lo malo afecta la manera en que lucen las políticas ambientales. Es importante que este criterio sea ponderado en relación a los criterios técnicos previos.

La política ambiental, al igual que cualquier política relativa a distintos temas, combina la identificación de una meta y los medios o instrumentos para alcanzar dicha meta. De manera general, los instrumentos de política ambiental pueden ser descritos como los medios para implementar tales políticas (Boersema & Reijnders, 2009). Para una firma cuya actividad es contaminante existen dos maneras de reducir la contaminación: una manera es reducir sus emisiones al reducir su producción, y la segunda es reducir sus emisiones manteniendo su nivel de producción a través de la adopción de nuevas tecnologías reductoras de emisiones. Esta última no es inducida por las fuerzas del mercado no reguladas. Los economistas distinguen entre dos tipos de instrumentos para el control de la contaminación: los de comando y control, y aquellos basados en el mercado. Del primero destacan los estándares tecnológicos (las firmas deben adoptar un nivel tecnológico mínimo), estándares de emisión (se impone un límite superior a las emisiones de la firma), y estándares de rendimiento (las firmas enfrentan un tope máximo de emisiones en relación a su producción. Mientras que los instrumentos basados en el mercado proveen de incentivos a través de precios permitiendo a las firmas decidir su nivel de emisiones o la reducción de los mismos. Entre

estos instrumentos destacan: los impuestos a las emisiones, subsidios por la reducción de emisiones y permisos negociable por emisión. Las dos primeras consisten en que el gobierno debe cobrar un impuesto y pagar un subsidio por cada unidad de contaminación emitida o reducida, respectivamente. En cuanto a los permisos negociable, una firma debe mantener permisos por cada unidad de contaminación que desea emitir. Estos permisos pueden ser comerciados entre las firmas (Requate, 2005).

2.7 La Relación entre crecimiento económico y ambiente

Los economistas siempre toman como garantizado que el crecimiento económico es deseable y sostenible. Pero no todos están de acuerdo. La interacción entre ambiente y economía tiene efectos positivos y negativos para el bienestar de la sociedad (Bartelmus, 2013). Esto da lugar a la formación de grupos que formulan argumentos tanto a favor como en contra del vínculo crecimiento económico – degradación ambiental.

Por un lado, los críticos del crecimiento económico sostienen que este es el principal generador de contaminación, calentamiento global, deterioro de la capa de ozono, entre otros problemas ambientales. Estas externalidades adversas ocurren por la extracción de los insumos desde el ambiente para formar parte del proceso productivo para luego de haber cumplido su propósito volver al medio ambiente en forma de residuos o desechos. Una mayor tasa de crecimiento económico involucra una mayor cantidad en los desechos producidos que la naturaleza debe absorber o al menos intentar absorber. Los críticos del crecimiento económico también se respaldan con el argumento de que existe poca evidencia de que problemas como la pobreza, falta de hogares y discriminación hayan sido resueltos a por el crecimiento económico, para ellos la solución a estos problemas no se encuentran en la producción sino que más bien se encuentran distribución de los ingresos y riqueza, por tanto, para resolver dichos problemas debería existir un fuerte compromiso en la lucha una distribución equitativa de la riqueza e ingreso, no de aumentar la producción. Finalmente, los críticos del crecimiento económico mantienen sus dudas con respecto a la sostenibilidad de altas tasas de crecimiento económico. La lógica detrás de esta afirmación parte del hecho de que el planeta tierra posee fuentes limitadas de recursos naturales

disponibles para hacer frente las altas y crecientes tasas de consumo. Una alta velocidad de crecimiento económico se encuentra acompañada de un acelerado desgaste de los recursos naturales y de degradación ambiental. Desde este punto de vista, bajas tasas de crecimiento económico son preferidas sobre altas tasas de crecimiento.

Por otro lado, los proponentes del crecimiento económico aluden que la mayor parte de las personas anhelan mayor abundancia material y mejores estándares de vida que son conseguidos mediante el crecimiento económico. Este podría ser la única manera realista de reducir la pobreza, mejorar los sistemas de salud, educación y seguridad, mejorar la infraestructura, ya que existe poco soporte político de la distribución de los ingresos. Desde esta óptica, la manera de mejorar la situación económica de los pobres es incrementando los ingresos de los hogares a través de mayores tasas de crecimiento y productividad económica. Una política de no crecimiento económico afectaría indirectamente a los países en desarrollo, limitando su crecimiento, provocando una caída en su recepción de inversiones extranjeras y asistencia. Los proponentes del crecimiento económico dicen que la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental es tenue. Un aumento en el crecimiento económico no necesariamente implica un crecimiento en los niveles de contaminación. La contaminación ambiental es una externalidad negativa del proceso de crecimiento económico y para corregirla surge la necesidad de involucrar normativas regulatorias, impuestos específicos o incentivos basados en el mercado. En síntesis, aquellos que promueven el crecimiento económico no niegan la existencia de problemas ambientales ocasionados precisamente por el crecimiento económico, pero aseguran que limitar el crecimiento económico es la solución errónea y que el crecimiento económico se encuentra acompañado con una mayor preocupación del medio ambiente, creación de parques, limpieza de contaminantes, mientras que el ingreso de los hogares sigue aumentando. Los entusiastas del crecimiento económico dicen que este es sostenible y la lógica detrás de esta afirmación es que, si la tasa de agotamiento es más alta que la tasa de regeneración o descubrimiento de recursos naturales, los precios de esos recursos se alzarán. Sin embargo, esto no es del todo cierto, ya que, si un recurso natural se vuelve muy costoso, seguramente habrá un sustituto con un precio mucho

menor. En este contexto, algunos economistas consideran que el crecimiento económico debería tener que ver con la expansión y aplicación del conocimiento e información, no con la extracción de recursos naturales (McConnell et al., 2013).

Para ilustrar la relación entre el crecimiento económico y medio ambiente, se presenta una adaptación de (Hall, Lindenberger, Kümmel, Kroeger, & Eichhorn, 2009) en la figura 3 en la que el funcionamiento de una economía desde el punto de vista neoclásico es ajustado, conforme a la realidad, al considerar el medio ambiente. La figura exhibe el flujo circular del proceso productivo neoclásico modificado para tomar en cuenta el rol del ecosistema en él. El cuadro interno muestra como las firmas producen bienes y servicios. Los hogares trabajan en las firmas para recibir sueldos y salarios, mismo que gastan en la compra de bienes y servicios que son provistos por las firmas. Alrededor del cuadro interno se encuentra el ecosistema proveyendo de recursos naturales a la economía, los mismo que, una vez cumplido su propósito, vuelven al medio ambiente en forma de desechos y emisiones.

Los usos y abusos de las bondades que provee la naturaleza crean efectos buenos (utilidad) y malos (daño) para el bienestar humano. La capacidad de la naturaleza como proveedor es limitada. Los excesivos crecimientos económicos y demográficos y la tecnología asociada a ellos destruyeron muchos de los recursos naturales. Desde este punto de vista, los patrones de producción y consumo de la actividad humana son la causa principal de la degradación ambiental (Bartelmus, 2013).

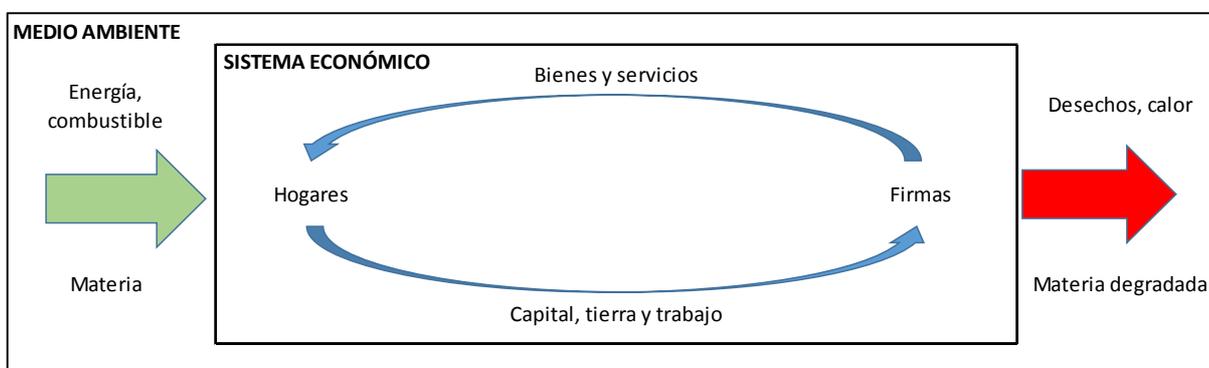


Figura 3: Proceso económico considerando el medio ambiente.
Fuente: Cómputo del autor.

Aceptar la importancia del medio ambiente en la economía del mundo real es fácil al pensar en que cualquier bien o servicio o cualquier pensamiento virtual relativo a los mismos no puede ser creado sin energía o insumos que, indudablemente, provienen de la naturaleza. Por ende, se puede referir hacia el medio ambiente como una de las preocupaciones claves para mantener la actividad económica, la salud humana y el bienestar general (Bartelmus, 2013).

La supervivencia de los humanos y su desarrollo dependen del ambiente natural, pero estos a cambio afectarán el ambiente natural. Basado en estos fundamentos teóricos, Xepapadeas (2005) tuvo una prueba experimental que lo llevó a la conclusión de que si existe un estado estacionario para el crecimiento óptimo, un estado sostenible para la economía y el ambiente es posible. Además, si es posible el crecimiento sostenible sin la acumulación de contaminación, esto significa que también hay un estado sostenible para la economía desde que las existencias ambientales no declinan en el largo plazo. Así, las trayectorias de crecimiento óptimo también son sostenibles en este caso.

2.8 Desarrollo económico sostenible

A pesar de que el crecimiento económico es un resultado favorable, existen implicaciones ambientales a largo plazo. Lograr un balance apropiado entre crecimiento económico y la preservación de los recursos naturales es, en esencia, el objetivo primordial en años recientes, el cual hace un llamado a la administración de los recursos naturales para asegurar su calidad y abundancia en el largo plazo. Esto remarca que el flujo circular de la actividad económica no puede ser comprendido correctamente si reconocer como este encaja en el enorme esquema del medio ambiente (Callan & Thomas, 2013).

¿Qué pasaría cuando la economía se encuentre en curso a una colisión con el ambiente físico? ¿Existe alguna manera de combinar el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental? Ante estas preguntas la respuesta más atractiva es optar por un desarrollo económico sostenible. Al igual que el desarrollo, el desarrollo sostenible busca satisfacer las necesidades y mejorar las condiciones de vida y bienestar de las personas haciendo énfasis en las necesidades sociales, económicas y ambientales de las actuales y futuras

generaciones (Saschs, 2015). El desarrollo sostenible integra los objetivos ambientales y económicos, no se trata de sostener uno o más activos de los que se tiene al día de hoy, sino que también de garantizar su equidad para la generaciones presentes y futuras. Así, es claro que la idea principal detrás del desarrollo sostenible es la de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la disponibilidad de los recursos para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. Sin embargo, el desarrollo solo puede ocurrir con el uso sincronizado de los factores económicos y servicios del ecosistema, por tanto, no hay una manera razonable y significativa de definir al desarrollo sin reconocer las interdependencias entre economía, medio ambiente y bienestar de la humanidad (Rao, 2010).

2.9 Curva de Kuznets

La publicación clásica de Kuznets (1955) presenta la idea de que existe una relación en forma de U invertida entre la inequidad del ingreso y el desarrollo económico. De acuerdo con su hipótesis, cuando existe un bajo nivel de desarrollo económico, el crecimiento PIB provoca, al principio, un incremento en la inequidad del ingreso, pero luego, al llegar a un punto de inflexión, el crecimiento económico provoca una disminución en la inequidad del ingreso. Kuznets discutió los mecanismos que subyacen a tal relación e introdujo evidencia empírica basada en información de series de tiempo para Alemania, Reino Unido y Estados Unidos. La hipótesis de Kuznets estimuló una gran cantidad de estudios teóricos y empíricos, los cuales contribuyeron con más bases teóricas sólidas y evidencia empírica sobre la existencia de la curva de Kuznets (Kijima, Nishide, & Ohyama, 2010).

2.10 Curva ambiental de Kuznets

A inicios de la década de los noventa, la relación de la curva de Kuznets fue encontrada, esta vez, en un nuevo contexto. Algunos estudios empíricos pioneros como Grossman & Krueger (1991), Shafik & Bandyopadhyay (1992) y Panayotou (1993) lograron encontrar evidencia sobre la relación entre ingreso per cápita y degradación ambiental en la cual se demostraba que la forma de la relación entre estos seguía el mismo patrón que la curva de Kuznets, es decir, una relación en forma de U invertida (Dinda, 2004).

Desde entonces, la CAK se volvió una herramienta muy útil a la hora de describir la forma de la relación existente entre el ingreso per cápita y la degradación ambiental. La figura 4 ilustra la curva clásica de Kuznets y la CAK.

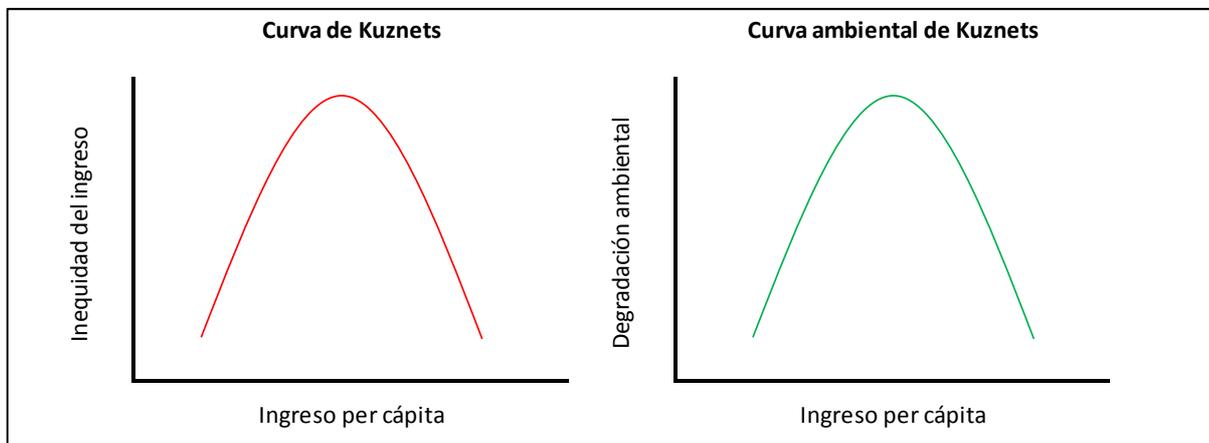


Figura 4: Representación gráfica de las curvas clásica y ambiental de Kuznets.
Fuente: Cómputo del autor.

La idea detrás de la CAK es que, en las etapas tempranas del desarrollo, incrementos en el PIB se encuentran estrechamente vinculados con la degradación ambiental, ya que en estas etapas el interés por el cuidado del medio ambiente es bajo y la disponibilidad de tecnologías medioambientalmente amigables es nula. Sin embargo, ocurre lo contrario en etapas posteriores.

Como se observa en la figura 4, la degradación ambiental crece hasta un punto de inflexión más allá del cual, mayores niveles de ingreso per cápita permiten mejorar la calidad ambiental. En el inicio la CAK, la tasa de regeneración de los recursos es ampliamente superada por la tasa de agotamiento debido a la intensificación de actividades relativas a la extracción de recursos como la agricultura o minería, por ejemplo. Adicionalmente, también debe tomarse en cuenta los desechos producidos por estas actividades, los cuales aumentan en cantidad y toxicidad. A partir del punto de inflexión, donde se ha alcanzado niveles de desarrollo altos y suficientes, se da lugar a cambios importantes en la estructura de la economía de los cuales destacan el aumento de la industria intensivas en información, servicios y conocimientos, el incremento del interés hacia la preservación de la calidad ambiental. Este último involucra el reforzamiento de las políticas

ambientales, mayores gastos dedicados a la restauración y preservación del ambiente que darán lugar a la disminución de la degradación ambiental. Se asume que una vez que los niveles de ingreso van más allá del punto de inflexión, el mejoramiento de la calidad ambiental empieza. Por tanto, la hipótesis de la CAK podría considerarse la representación gráfica del proceso natural de desarrollo económico, el cual parte desde una economía agraria y limpia a una industrializada y contaminante hasta que finalmente se vuelve una economía limpia dedicada a los servicios (Dinda, 2004).

Existen varios argumentos para explicar la forma de la CAK en la literatura existente, los mismos que se revisaran a continuación.

Elasticidad ingreso de la demanda de calidad ambiental. Ya sea hablando de cualquier tipo de contaminación como minería, emisiones de gases, o deforestación, por mencionar los principales, Panayotou (1993) menciona que la explicación más común para la forma de la CAK es que, cuando una nación logra niveles de ingreso lo suficientemente altos para garantizar estándares de vida óptimos, este le dará mayor atención a las características de su medio ambiente, es decir, su prioridad cambia desde satisfacer sus requerimientos de mayores niveles de ingreso per cápita hacia complacer plenamente sus preferencias ambientales. Por tanto, cuando el ingreso per cápita crece hasta cierto punto, nace el deseo de pagar a cambio de una reducción en la degradación ambiental o por una mejora en la calidad ambiental (Roca, 2003).

Cuando existe un incremento de la demanda de un medio ambiente más limpio y menos nocivo para la salud, la degradación ambiental se reduce a través de cambios estructurales en la economía que se traducen en: un mayor gasto en tecnologías amigables con el medio ambiente, una mayor preferencia por parte de las personas a elegir productos menos dañinos con el medio ambiente, donaciones a organizaciones en pro del ambiente y la creación de políticas que fomente la protección del medio ambiente y regulación de las actividades que se desarrollan en este (Panayotou, 1993).

Los efectos escala, técnico y composición. Para Grossman & Krueger (1991) la calidad ambiental se ve afectada por el crecimiento económico a través de tres canales diferentes a los cuales llaman efectos de escala, efectos tecnológicos y efectos de composición.

El hecho de que economías con mayores niveles de ingreso per cápita se caracterizan por producir y consumir más bienes y servicios, necesariamente involucra la utilización de más insumos, que sin lugar a dudas provienen de fuentes naturales, en los procesos productivos. Una mayor actividad productiva conlleva a la generación de más desechos y a la emisión de un mayor volumen de gases, los mismo que, simultáneamente, contribuyen a la degradación de la calidad ambiental. Las afirmaciones anteriores que explícitamente dan a conocer como el crecimiento económico involucra un efecto negativo en el medio ambiente son también conocidas como efectos de escala. Sin embargo, el crecimiento económico también puede estar asociado con mejoras en la calidad ambiental ya que mientras ingreso per cápita crece, las técnicas y tecnologías utilizadas en los procesos productivos cambian a favor del medio ambiente, es decir, se adopta nuevas técnicas y tecnologías que permiten la reducción de los contaminantes generados por las mismas. La degradación ambiental tiende a incrementarse en transcurso desde una economía rural o agrícola a una economía industrial o urbana y posteriormente empieza a disminuir cuando la economía de ser intensiva en energía a una especializada en servicios, conocimiento y tecnología. Este es el efecto composición. Mientras la nación genere suficiente riqueza como para fomentar la investigación y desarrollo a través de inversión, se dará lugar al progreso tecnológico y todas aquellas tecnologías contaminantes y obsoletas serán reemplazadas por nuevas, mejores y más limpias tecnologías. Las cuales sin duda contribuirán, aún más, con la dignificación del medio ambiente (Dinda, 2004). La figura 5 permite visualizar los efectos.

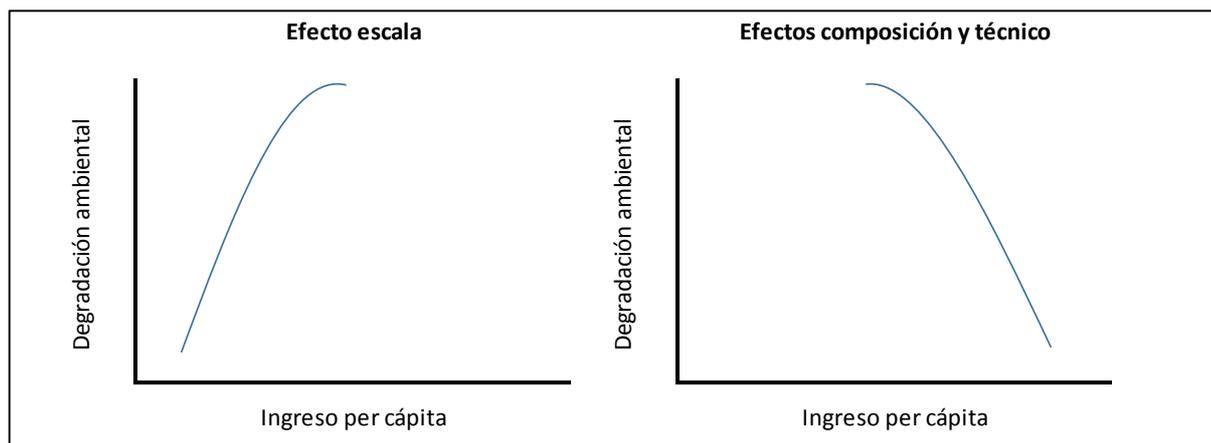


Figura 5: Efectos escala, composición y técnico.
Fuente: Cómputo del autor.

Comercio internacional. El ampliar las fronteras de comercio hacia mercados internacionales mediante exportaciones, necesariamente implica un aumento en el volumen y capacidad de producción, pero estos a su vez requieren del crecimiento de la economía y de la utilización de insumos que, sin lugar a dudas, provocarán una disminución en la calidad ambiental (efecto escala). Sin embargo, el comercio internacional también puede ser beneficioso para el medio ambiente mediante los efectos composición y técnico, esto se debe a que el comercio permite el aumento del nivel de ingreso y el nivel de los recursos destinados al desarrollo de actividades, normativas e innovaciones en pro de la calidad ambiental. Los efectos composición, en el contexto de comercio internacional, permiten que la contaminación generada por procesos productivos intensivos en contaminantes de un país disminuya mientras esta aumenta en otro. Además, este efecto se encuentra relacionado las hipótesis de desplazamiento y asilo de la contaminación. Bajo la hipótesis del desplazamiento, los cambios en la estructura del aparato productivo no son compensados con un cambio equivalente en la estructura del consumo, al menos para las economías desarrolladas. Por tanto, lo que de hecho se muestra en la CAK es el desplazamiento de industrias sucias desde países desarrollados con fuertes reglamentos ambientales hacia países menos desarrollados con regulaciones menos exigentes. Si se lo quiere describir desde otra perspectiva, el consumo de energía de una nación es plasmado mediante efecto composición en el comercio internacional ya que países exportadores de bienes tienden a

consumir mayores niveles de energía. Los países más pobres son más propensos a ser exportadores netos de bienes intensivos en contaminantes mientras los países más pudientes se caracterizan por ser importadores netos de los mismos. La hipótesis del desplazamiento afirma que la liberalización del comercio ayudará en el desarrollo de industrias contaminantes en países menos desarrollados ya que los países desarrollados son muy rigurosos en cuanto a regulaciones ambientales se refiere. La hipótesis del asilo de contaminantes, similarmente, afirma que el comercio no puede ser tan bueno para el medio ambiente. El comercio internacional, permite incrementar los ingresos de los países menos desarrollados, de este modo nace la demanda de medidas que incentiven la protección ambiental, ya que individuos con mayores ingresos desean ambientes más limpios, pero, por otro lado, las barreras comerciales débiles permiten a las grandes firmas contaminadoras moverse a países con regulaciones débiles. La hipótesis del asilo de contaminantes hace referencia al particular hábito de las multinacionales, especialmente de aquellas cuyas actividades son extremadamente contaminantes, de reubicarse a naciones donde los estándares ambientales son bajos. Esta hipótesis, en palabras simples, sugiere que todas las industrias contaminantes perdidas por países cuyos estándares ambientales son robustos serán atrapadas por países pobres donde las regulaciones ambientales tienen menor relevancia. Esta hipótesis argumenta que bajos estándares o regulaciones ambientales puede considerados como una fuente de ventaja comparativa, y, por tanto, de los cambios en los patrones de exportación (Dinda, 2004).

2.11 Evidencia empírica sobre la hipótesis de la CAK

La existencia de la hipótesis de la CAK entre las emisiones de CO₂ y crecimiento económico ha sido probada ampliamente, sin embargo, la forma de la relación entre las variables aún es poco convincente. Mientras ciertos investigadores han encontrado una relación lineal entre las emisiones de CO₂ y PIB, otros autores confirman la existencia de la CAK.

No obstante, numerosos estudios emplearon la hipótesis de la CAK y han intentado superar la degradación ambiental usando varios y distintos indicadores ambientales. Por ejemplo, Panayotou (1993), Koop & Tole (1999)

y Bhattarai & Hammig (2001) utilizaron a la deforestación como variable independiente. Dinda (2004), Selden & Holtz-Eakin (1995) y Ozturk & Uddin (2012) usaron las emisiones de carbono. Grossman & Helpman (1991) y Kaufmann, Davidsdottir, Garnham, & Pauly (1998) emplearon dióxido de sulfuro como variable endógena.

La mayoría de la literatura que han investigado la existencia de la CAK entre el crecimiento económico y las emisiones de CO₂ han utilizado datos de panel. En contraste, hay pocos estudios que utilizaron países individuales para explorar la presencia de esta hipótesis. Es así como la falta de implicaciones políticas nace, ya que la característica de la contaminación y sus causantes difieren de país en país (Ang, 2008). Algunos de los estudios que utilizaron técnicas de series de tiempo incluyen a Jebli & Youssef (2015) para Tunisia; Li, Wang, & Zhao (2016) para China; Rafindadi (2016) para Japón; Roca, Padilla, Farr, & Galletto (2001) para España, entre otros.

Como se mencionó en el párrafo anterior, los resultados en cuanto a explorar la hipótesis de CAK entre las emisiones CO₂ y el crecimiento económico puede variar de país en país. Esto es debido a los diferentes espacios temporales, las técnicas econométricas empleadas y la utilización de diferentes variables proxy. Estudios recientes son caracterizados por la tendencia en el uso de metodologías de causalidad y cointegración con el objetivo de investigar la relación entre las emisiones de CO₂ y crecimiento económico. Un ejemplo de esto es Ghosh (2010), quien utilizó la prueba causalidad de Granger basada en un modelo de vectores de corrección de errores (VECM) para India. Day & Grafton (2002) utilizaron, además de la prueba de causalidad de Granger basada en un VECM, una prueba de causalidad de Granger basada en un modelo de vectores autorregresivos (VAR).

La relación entre emisiones de CO₂ y crecimiento económico también ha sido extensivamente explorada en diferentes países del América latina y el mundo. En esta parte, se mencionará algunos de las investigaciones más relevantes para América latina y se dará una revisión muy superficial de las metodologías empleadas por cada uno de ellos y de los resultados obtenidos por los mismos.

En línea con lo propuesto, Restrepo, Ramírez, & Montoya (2005) prueba la hipótesis de la CAK para Colombia mediante el método de mínimos cuadrados (MCO) llegaron a la conclusión de que Colombia se encuentra en la fase inicial de la CAK, donde un crecimiento económico necesariamente involucra un incremento de las emisiones de CO₂. Restrepo (2004) utilizando un modelo de forma reducida para datos de panel resolvieron que la hipótesis de la CAK no es representativa como conducta de la relación entre crecimiento económico y calidad ambiental. Cantos & Lorente (2011) procedieron a verificar si la relación entre el deterioro ambiental y crecimiento económico posee una forma de U invertida para el caso de España a través de regresiones no solamente cuadráticas y cúbicas con las variables comúnmente utilizadas bajo la hipótesis de Kuznets, sino que además se incluyeron estas las variables: índice de Gini y Patrón de consumo. Sus resultados los llevaron a concluir que, efectivamente, existe evidencia de que cuando se sobrepasa cierto umbral en los niveles de ingreso per cápita, las emisiones de gases de efecto invernadero empiezan a descender. Kochi & López (2013) analizan las determinantes de las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) para cada fuente de contaminación para México, ya que este mantiene registros detallados de varios contaminantes del aire en el tiempo. Sus resultados un modelo de panel a nivel estatal e indican, de manera general, que los factores socioeconómicos poseen diversos efectos sobre la contaminación proveniente de diversas fuentes, sin embargo, encontraron una persistente relación entre PIB per capital y emisiones de SO₂ en forma de U invertida. Trujillo, Bermúdez, Vizcaíno, & Iglesias (2013) realizan un análisis a información de panel procedente de 707 municipios de Colombia en el periodo 2008 – 2011 donde hallaron evidencia que verifica y mantiene la hipótesis de la CAK incluso al manipular variables como densidad poblacional y altitud sobre el nivel del mar. Además, encontraron que el punto de inflexión es heterogéneo a través de las diferentes regiones del país. Piaggio (2008) a través de un VECM determino la existencia de una relación lineal, descartando así una relación en forma de U invertida entre crecimiento económico y contaminantes en Uruguay.

En Ecuador ya se han realizados estudios que buscan verificar la existencia o no de la hipótesis de la CAK, es decir, comprobar la presencia de

una relación en forma de U invertida entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. Por ejemplo, Quispe (2005) mediante un análisis econométrico (este análisis involucró una regresión lineal desde la fecha inicial a la final, un diagnóstico de la misma para confirmar la no violación de los supuestos MCO, pruebas de hipótesis sobre los respectivos parámetros y debido a la presencia de quiebres estructurales también realizó regresiones para tres regímenes) llevo a cabo un análisis de la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental medidos, respectivamente, a través de las emisiones de CO₂ y PIB per cápita para el periodo 1970 – 2003. Además, se respaldó en los puntos de vista de Ravallion, Heil, & Halan (2000) y Saravia (2002) para representar el vínculo entre el deterioro ambiental y variables como el PIB per cápita a través de un modelo econométrico con el objetivo de que las causas de las variaciones en las emisiones de CO₂ sean expuestas, y en la herramienta de tipo esquemáticas propuesta por Boyd et al. (1987) para despejar el interés de las variaciones cuantitativas de una variable en el tiempo mediante una aproximación al índice de divisa. Sus resultados partieron con la detección de una relación causal estable e importante entre las variables y concluyó que una relación monótona y creciente es descrita entre las emisiones de CO₂ y el crecimiento económico, confirmando que Ecuador se encontraba en el intervalo ascendente de la CAK. Trabajos más recientes como el de Almeida (2013) que investigó si para el caso ecuatoriano, el crecimiento económico, medido con el indicador PIB per cápita, contribuye, ya sea de manera positiva o negativa en la degradación del medio ambiente, medido a través de las emisiones de CO₂. Para cumplir con su investigación, se ampara en el modelo matemático de la CAK, el cual ajusta en un modelo de regresión lineal. A diferencia de Quispe (2005), Almeida (2013) trabajó con tasas de variación para sus variables a fin de tratar con la no estacionariedad de las variables y evitar regresiones espurias. También permitió inserción de variables dummy en ciertas fechas del periodo de análisis para suavizar shock en la economía ecuatoriana, así como de termino autorregresivos para lidiar con el problema de autocorrelación en los residuos. Una vez resueltos los problemas descritos, prosiguió a la modelación mediante MCO, la misma que reveló una relación creciente entre crecimiento económico y degradación ambiental en el periodo 1970 a 2010. El trabajo de Espinosa (2013),

similarmente, desarrolla un análisis de la relación entre crecimiento económico y contaminación atmosférica. Para lograrlo, se aseguró de investigar la presencia de raíces unitarias en las series a través de las pruebas tradicionales, seguido de un análisis de las relaciones de cointegración entre las variables mediante el procedimiento Engle & Granger (1987). Posteriormente, las relaciones a corto plazo con modelo de corrección de errores (ECM). La presencia de una relación de cointegración permitió capturar las relaciones a largo plazo de las variables en niveles mediante MCO. Finalmente, sus resultados lo llevan a la conclusión de la contaminación atmosférica y el crecimiento económico posee una relación a corto y largo plazo y que, además, la relación es cuadrática con signos esperados para cada una de las variables en concordancia con la hipótesis de la CAK e indica que Ecuador se encuentra en la fase creciente de la CAK. En la publicación de Rentería, Toledo, Benavides, & Jiménez (2016) se indagó por evidencia que confirme a las emisiones de contaminantes como resultado del crecimiento económico y el consumo de energía en Ecuador durante el periodo 1971 – 2010. Entre las técnicas econométricas utilizadas por los autores se encuentran pruebas de raíz unitaria típicas, pruebas de cointegración y un modelo VAR. Los resultados obtenidos en su estudio indicaron que la hipótesis de la CAK no se cumple en caso ecuatoriano, en su lugar existe una relación monótona y creciente entre emisiones de CO₂ y PIB. Luego, los autores hacen una comparación y concuerdan con los resultados obtenidos en Zilio (2008) y Saravia (2002) que mediante un análisis de datos de panel e individual rechazan la validez de la hipótesis de la CAK para países de América latina y el caribe. Inmediatamente, también destacan la semejanza y diferencia de sus resultados con los conseguidos por Almeida (2013) y Espinosa (2013) quienes ratifican que, en el caso ecuatoriano, la relación entre degradación ambiental y crecimiento se encuentra siempre creciente y nunca disminuye, y que una relación en forma de U invertida existe entre el crecimiento económico y la disminución ambiental, pero que Ecuador aún se encuentra en el tramo creciente de la misma, respectivamente.

Se vuelve a mencionar que la mayoría de estudios empíricos se ha caracterizado por el uso de datos de panel, haciendo de estos el común denominador para realizar investigaciones con respecto a la hipótesis de la

CAK. Esto ha sido la razón para dar lugar a críticas, especialmente fundamentadas por la heterogeneidad entre los países. Por tanto, cualquier inferencia potencial obtenida de estudios a base de información de panel provee solamente una visión y entendimiento general del como las variables se relacionan, y, subsecuentemente, de una pequeña directriz para la formulación de políticas (Fodha & Zaghdoud, 2010). Al contrastarlos con estudios históricos de países individuales, estos últimos resultan más ventajosos debido a que su enfoque permite tomar en consideración experiencias históricas específicas para la nación en cuestión, tales como cambios estructurales o políticas ambientales que pertenecen únicamente a ese país (Barbier, Stern, & Common, 1996).

Los trabajos mencionados arriba prestan poca o nula atención a la importancia que tiene la potencial contribución del consumo de energía sobre las emisiones de CO₂. Está comprobado que el uso de energía, principalmente aquellas provenientes de la quema de combustibles fósiles, son una enorme fuente de contaminación y por ende poseen un importante efecto sobre las emisiones de CO₂. Es más, la omisión de variables que afectan la calidad ambiental podría llevar a una estimación sesgada. Esto será resuelto siguiendo la especificación planteada en el capítulo III a continuación.

2.12 Hipótesis

Ecuador al igual que otros miembros de la OPEP, disfruta de gran abundancia de petróleo y gas natural, y, en circunstancia normales, de un precio relativamente bajo debido a subsidios aplicados por el gobierno. Además, se debe recordar que el petróleo es considerado, tradicionalmente, como un pilar fundamental para la economía ecuatoriana por ser una importante fuente de ingresos para la nación, mismos que han llegado a representar hasta el 41,47% y 55,54% de los ingresos totales del sector público no financiero y por exportaciones, respectivamente. Un incremento en el precio del petróleo incrementará los ingresos desde el extranjero, y, consecuentemente, provocará un incremento en el ingreso total y desarrollo de la economía. Siguiendo la hipótesis de la CAK, un aumento en el desarrollo económico provocará un acrecentamiento en la preocupación y apreciación

del medio ambiente por parte de sus habitantes, misma que se traduce en una amplificación de la demanda de un mejor medio ambiente.

En línea con los objetivos planteados en el capítulo I, La presente tesis plantea la siguiente hipótesis: El crecimiento económico ecuatoriano y los precios del petróleo se encuentran vinculados significativamente con los estándares ambientales.

CAPÍTULO III

MODELO, DATOS Y METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación y alcance

En cuanto al proceso utilizado para la consecución de objetivos y dar respuesta a la pregunta de investigación, se siguió una lógica deductiva ya que se parte desde la revisión y entendimiento de los conocimientos, principios y reglas que establece la teoría y literatura a partir de los cuales se originan expresiones lógicas (hipótesis) cuya veracidad será sometidas a pruebas mediante el análisis estadístico econométrico de datos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). La investigación tuvo un enfoque de tipo estructurado, mismo que es calificado como cuantitativo ya que su propósito es medir la variación de una situación, problema o evento a través de estadística o econometría. Así mismo, entre otras cosas, este enfoque ayuda a medir la magnitud de la asociación entre las variables, dar un indicio de la confianza de nuestros hallazgos, aislar el efecto de las diferentes variables, y apoyar en la confirmación o rechazo las hipótesis que nacieron a partir del entendimiento de la teoría e información recopilada (Kumar, 2011). Básicamente, se recolectarán datos secundarios que, mediante el empleo de técnicas estadísticas y econométricas, serán medidos y utilizados en pruebas de hipótesis, otorgando resultados útiles para la formulación de conclusiones (Hernández et al., 2014).

Desde el punto de vista de los objetivos de esta investigación, esta tendrá un alcance descriptivo, correlacional y explicativo. Descriptivo porque se partió con la recolección y caracterización mediante el uso de estadísticas descriptiva (tablas, gráficos, medidas de resumen, etc.) de los datos que permitieron medir los conceptos: Degradación ambiental y crecimiento económico; correlacional porque hace énfasis en revelar e instaurar la existencia de una relación, asociación o interdependencia entre los conceptos o variables puntualizadas; y explicativo porque intentará clarificar el cómo y porqué de la existencia de la relación encontrada (Kumar, 2011).

3.2 Periodo de muestra

Se analizó las relaciones entre las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) per cápita, crecimiento económico (PIB real per cápita) y precio del barril de petróleo (WTI) en un nivel agregado usando información anual durante el periodo 1965 – 2015. Las variables fueron obtenidas de diferentes fuentes de información. Así, las emisiones de CO₂ per cápita medidas en toneladas métricas fueron obtenidas del Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, CDIAC por sus siglas en inglés, cuyas oficinas se encuentran ubicadas dentro de la división de ciencias ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge, Tennessee. El precio del barril del petróleo medido en USD fue compilado a partir de información proporcionada por la organización de países exportadores de petróleo (OPEP) y de la agencia internacional de energía (IEA). Finalmente, el PIB per cápita medido en USD (2007 como año base) fue calculado a partir de cifras oficiales sobre el producto interno bruto y población proporcionadas por el Banco Central del Ecuador (BCE) y el Instituto Nacional de estadísticas y Censos (INEC), respectivamente.

Como se puede observar en la figura 6, las emisiones de CO₂ lucen a primera vista preocupantes, en efecto, las emisiones 2015 son 17,92 veces las generadas en 1965. Sin embargo, en el mismo periodo de análisis, las emisiones de CO₂ se encuentra acompañada por un crecimiento quizás no significativo del PIB, logrando 6,82 veces el valor generado en 1965.

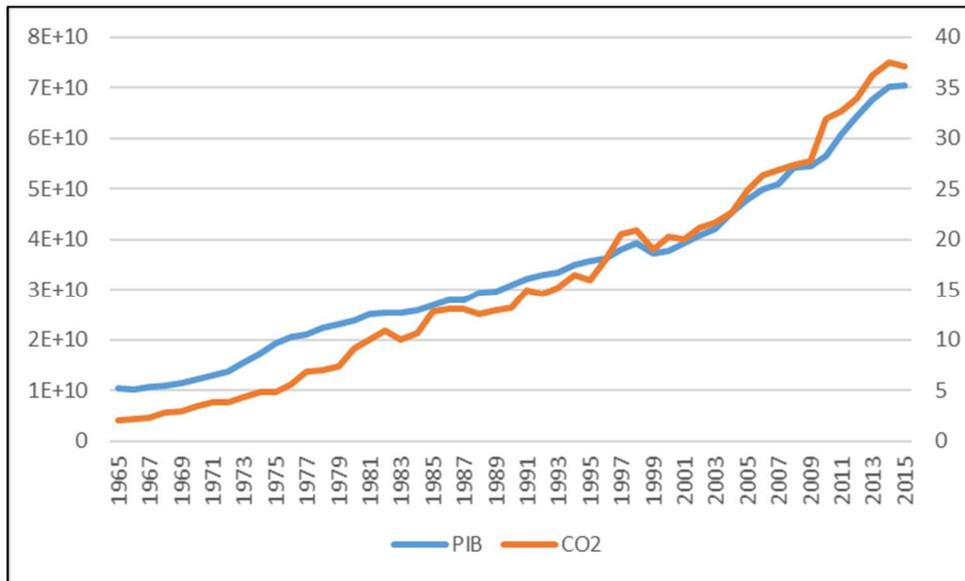


Figura 6: Evolución del PIB real y emisiones de CO2.
Fuente: Cómputo del autor.

El moderado crecimiento económico al principio de la muestra y el extraordinario desarrollo en las últimas décadas son las respuestas a ciertos acontecimientos históricos que valen la pena mencionar brevemente. El moderado sub – periodo de crecimiento vino de la mano del “Boom petrolero” (1972 – 1982), caracterizada por elevados precios del barril de petróleo en los mercados internacionales y exportaciones voluminosas del mismo permitiendo crecimientos verdaderamente maravillosos en los principales agregados económicos, sin mencionar del presupuesto del gobierno de turno. Pero no todo es grandioso, con la conocida volatilidad de los precios del petróleo en los mercados mundiales, el presupuesto general del Estado ecuatoriano podría correr el riesgo verse desfinanciado, atrayendo consigo un menoscabo de los indicadores económicos. Adicionalmente, es un hecho que en gran medida los superávits percibidos en este presupuesto son debidos a que el precio del petróleo en los mercados internacionales ha sido mayor a aquellos pronosticados para rellenar la brecha entre los ingresos y egresos del Estado.

Refiriéndose a la productividad ambiental ecuatoriana, a la figura 7 muestra como esta, en principio tiende a disminuir, pero más tarde la pendiente negativa de la productividad ambiental ecuatoriana deja de ser tan pronunciada. No obstante, sus niveles siguen siendo insuficientes como para superar al efecto escala, mismo que establece que una mayor actividad

productiva conlleva a la generación de más desechos y a la emisión de un mayor volumen de gases, los mismo que, simultáneamente, contribuyen a la degradación de la calidad ambiental.

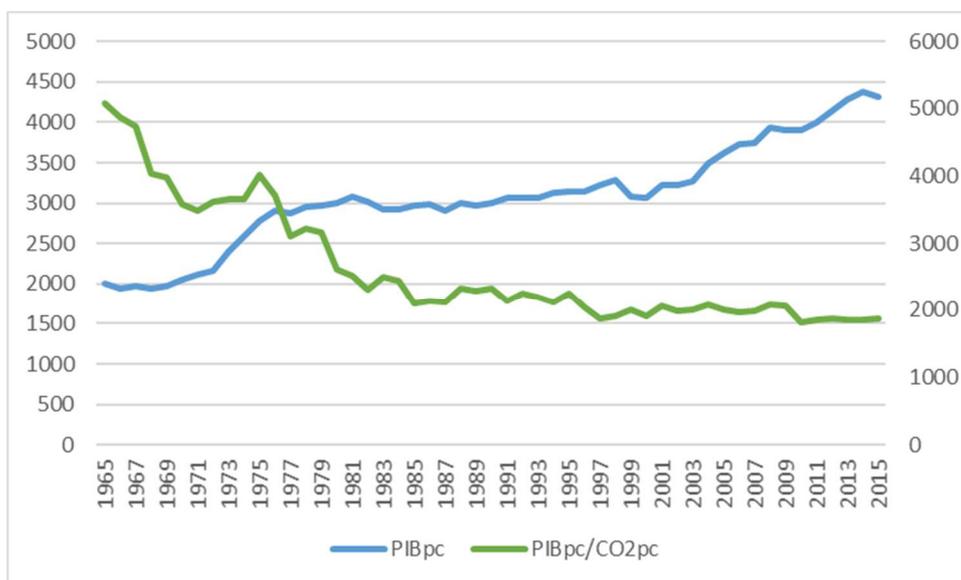


Figura 7: Productividad ambiental y crecimiento económico.
Fuente: Cómputo del autor.

En cuanto a los precios del barril de petróleo, en la figura 8 se visualiza una serie que muestra un crecimiento generalizado y de turbulencias, las cuales son particularmente relevantes en la última década. En 1978 mostró un excepcional incremento como consecuencia de la revolución de Irán. El regreso a la estabilidad social en la siguiente década estuvo acompañado de una caída en los precios del petróleo. Los precios se alzaron moderadamente cuando Iraq invadió Kuwait en 1990. Después de la crisis financiera asiática de 1997 y principalmente después del conflicto de Iraq y su invasión en 2003, los precios del petróleo aumentaron de manera descomunal otra vez. Más tarde, la renombrada primavera árabe en 2010 puso fin a una nueva etapa de caída en los precios del petróleo. Los bajos precios del crudo en 2015 son el reflejo de un exceso sostenido de la oferta de crudo sobre la demanda global. Para McCain (2015), la descripción que mejor se ajusta a esta situación es “Demasiado de algo bueno puede convertirse en algo espantoso”. Son pocos los productores que poseen la capacidad suficiente para alterar el balance entre oferta y demanda. Mientras que los principales productores tienen un papel significativo en la caída de los precios del petróleo, la espectacular

revolución tecnológica en los procesos relativos a la producción de petróleo proporciona una mejor explicación a la caída de los precios del petróleo, ya que esta permitió el acceso a reservas que anteriormente eran consideradas inaccesibles, permitiendo el desarrollo de nuevos y significativos suministros. De acuerdo con EIA, la demanda total mundial ha crecido en un 4% desde 2010, mientras que la producción petrolera norte americana creció un 38% más rápido que la demanda mundial. En el pasado, Arabia Saudita contribuía con el alza de los precios del petróleo mediante la reducción de su producción. Sin embargo, ante el creciente puesta en marcha de onerosos proyectos cuyo objetivo es el desarrollo de nuevas fuentes de suministros, la influencia de Arabia Saudí sobre los precios del petróleo recaería, por tanto, para evitar dicha situación, Arabia Saudí se encuentra deseoso de vender su petróleo a bajos precios con el fin de ralentizar el desarrollo de nuevas fuentes de energía. Esto es debido a que muchos de estos proyectos son extremadamente costosos y con un nivel bajo en los precios del petróleo, estos no tendrán ningún sentido económico (McCain, 2015).



Figura 8: Evolución del precio del barril de petróleo.
Fuente: Cómputo del autor.

3.3 Especificación y estimación de modelo tradicional

La especificación econométrica que explica las emisiones de contaminantes por parte de un país tales como CO₂ es representada por el siguiente modelo propuesto que involucra, como en el caso de otros contaminantes, al PIB real per cápita, su forma cuadrática y una variable que

represente el consumo de energía en dicho país. Siguiendo la forma típica que adquiere el modelo estándar en el marco de la curva ambiental de Kuznets (CAK), el modelo a estimar sería de la siguiente forma:

$$CO_2pc_t = \alpha_0 + \beta_1 PIBpc_t + \beta_2 PIBpc_t^2 + \gamma X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde CO_2pc representa la degradación ambiental capturada mediante las emisiones de CO2 per cápita, $PIBpc$ es el PIB real per cápita utilizado como proxy del crecimiento económico, X_t es un vector de variables que pueden a menudo afectar la calidad del ambiente. Por varios motivos, principalmente asociados con la disponibilidad de la información o muestras pequeñas, muchos estudios han omitido el vector X_t . Sin embargo, el presente estudio no seguirá esta sugerencia a pesar de las razones mencionadas anteriormente. Así, no se establecerá la restricción de que $\gamma = 0$.

Se podrá describir la relación esperada entre ingreso y ambiente con las variaciones de los signos de β_i . Si $\beta_1 > 0$, y $\beta_2 = 0$, se obtendrá un caso lineal donde la relación entre desarrollo económico y calidad ambiental se encuentra creciendo monótonamente. Si $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ existirá una relación en forma de U invertida entre las emisiones y el producto interno bruto. A partir de esta especificación, el punto de inflexión del PIB per cápita, para el cual las emisiones de CO2 per cápita se encuentran en su nivel máximo, se puede derivar de la siguiente manera:

$$CO_2pc_t = \alpha_0 + \beta_1 PIBpc_t + \beta_2 PIBpc_t^2 + \gamma X_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\frac{\partial CO_2pc_t}{\partial PIBpc} = \beta_1 + 2\beta_2 PIBpc$$

$$0 = \beta_1 + 2\beta_2 PIBpc$$

$$PIBpc_{max} = \frac{-\beta_1}{2\beta_2} \quad (3)$$

Donde β_1 y β_2 son los parámetros estimados para el PIB per cápita en nivel y al cuadrado, respectivamente.

Para cumplir con lo propuesto en el principio con respecto a la omisión de X_t , se emplea a los precios del barril de petróleo como proxy del consumo de energía. Esto es justificado por disponibilidad de la información y por razones relativas a la fortaleza del modelo a estimar, mismas que serán

explicadas en páginas siguientes de este capítulo. Se espera que la elasticidad de las emisiones de CO2 con respecto a este sea negativa.

Continuando con la especificación tradicional, se considera a todas las variables en su forma logarítmica para resolver los problemas de heterosedasticidad. Por tanto, la función cuadrática logarítmica que sería empleada para ejecutar el análisis empírico de los efectos del consumo de energía y crecimiento económico sobre las emisiones de CO2 ecuatorianas estaría dada por:

$$\text{LnCO}_2pc_t = \alpha_0 + \beta_1\text{LnOP}_t + \beta_2\text{LnPIBpc}_t + \beta_3\text{LnPIBpc}_t^2 + \varepsilon_t \quad (4)$$

Donde LnCO_2pc es el logaritmo natural de las emisiones de CO2 per cápita, LnOP indica el logaritmo de los precios del barril de petróleo, LnPIBpc denota el logaritmo natural del producto interno bruto real per cápita y LnPIBpc^2 representa al cuadrado del logaritmo natural del producto interno bruto real per cápita. Finalmente, α es una constante y e es un término de error que se asume independiente y normalmente distribuido.

Dependiendo de los signos adquiridos por los coeficientes, la relación entre las variables puede adquirir diferentes formas, tales como: si $\beta_2 = \beta_3 = 0$ esto indica que existe una relación en nivel. Si $\beta_2 > 0$ y $\beta_3 = 0$, se mostrará una relación creciente monótonamente. Cuando $\beta_2 < 0$ y $\beta_3 = 0$, la relación será monótonamente decreciente, mientras que si $\beta_2 > 0$ y $\beta_3 < 0$, se visualizará una relación en forma de U invertida entre las variables. Adicionalmente, si $\beta_2 < 0$ y $\beta_3 > 0$ se presentará una relación en forma de U entre las variables. De acuerdo con la forma típica de la CAK, se espera que la elasticidad de las emisiones de CO2 con respecto a PIB per cápita sea positiva y que con el cuadrado del PIB per cápita sea negativa. En cuanto a los precios del petróleo, se espera que la elasticidad de las emisiones de CO2 con respecto a estos sea negativa, es decir, que se esperarían que altos precios en el petróleo desalienten la utilización de energías contaminantes, y, subsecuentemente, reduzcan las emisiones de CO2.

Para la estimación del modelo se utilizará la metodología autoregresiva de rezagos distribuidos (ARDL por sus siglas en inglés) establecida por Pesaran, Shin, & Smith (2001). Un modelo ARDL es una regresión mediante mínimos cuadrados que involucra rezagos de la variable dependiente y de las

variables independientes o regresores (Startz, 2015). Siguiendo la especificación tradicional, el modelo ARDL tendría la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 LnCO_2pc_t = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \gamma_i LnCO_2pc_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{1,i} LnOP_{t-i} \\
 & + \sum_{i=0}^p \beta_{2,i} LnPIBpc_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3,i} LnPIBpc_{t-i}^2 + e_t
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Donde $LnCO_2pc_t$ es el logaritmo natural de las emisiones de CO2 per cápita, $\sum_{i=1}^p \gamma_i LnCO_2pc_{t-i}$ representa los coeficientes de los rezagos que van desde uno a P del logaritmo natural de las emisiones de CO2 per cápita, $\sum_{i=0}^p \beta_{1,i} LnOP_{t-i}$ simboliza los coeficientes de los rezagos que van desde cero a P del logaritmo natural de los precios del barril de petróleo, $\sum_{i=0}^p \beta_{2,i} LnPIBpc_{t-i}$ son los coeficientes de los rezagos desde cero a P del logaritmo natural del PIB per cápita, $\sum_{i=0}^p \beta_{3,i} LnPIBpc_{t-i}^2$ son los coeficientes de los rezagos desde cero a P del logaritmo natural del PIB per cápita al cuadrado, α_0 es una constante y e_t es un término de error que se asume no autocorrelacionado y normalmente distribuido.

La confirmación de la existencia de una relación de cointegración entre las variables: Emisiones de CO2 per cápita, PIB per cápita y precio del barril de petróleo se llevó a cabo a través de la prueba de límites. Muchas otras pruebas de cointegración han sido utilizadas en la literatura, como aquellas propuestas o sugeridas por: Engle & Granger (1987); Doan, Hansen, & Phillips (1990); y Johansen & Juselius (1990). Sin embargo, estos métodos descartan la presencia de quiebres estructurales y tiene como necesidad común que todas las variables posean el mismo orden de integración, es decir el orden de integración de las variables utilizadas debe ser único. Es así que la flexibilidad de metodología ARDL hace de este el enfoque más adecuado para esta tesis en comparación con las metodologías propuestas por los autores citados anteriormente.

Otra de las ventajas de la metodología ARDL es que puede ser utilizada sin importar la naturaleza de las variables, es decir, puede ser usada para cualquiera de los siguientes casos: cuando las variables son estacionarias ya sea en nivel (Integradas de orden cero o I(0)), cuando las variables sean estacionarias en primeras diferencias (integradas de orden uno o I(1)), o una

mezcla de variables estacionarias en nivel y de variables estacionaria luego de su primera diferencia. Sin embargo, la prueba de límites de la metodología ARDL no es aplicable o pierde validez cuando una variable es estacionaria en segunda diferencia (integrada de orden dos o $I(2)$) (Ouattara B.,2006). A las diferentes variables se les puede asignar un número diferente de rezagos mientras son introducidas al modelo. Esta metodología provee de resultados indiferentes en el largo plazo (Narayan P. K., 2005) y de acuerdo con Haug (2002), también es apropiada para muestras pequeñas. Para Laurenceson & Chai (2004), el modelo ARDL considera suficientes rezagos bajo el enfoque general a específico, ya que simplifica un modelo general que caracteriza la evidencia empírica dentro de su marco teórico. El modelo ARDL tiene la especificación adecuada para resolver los problemas de endogeneidad y de autocorrelación en los residuos cuando los componentes de corto y largo plazo son tomados simultáneamente utilizando el número adecuado de rezagos. Además, el procedimiento ARDL utiliza una sola ecuación de forma reducida, mientras que las pruebas de cointegración convencionales estima la relación a largo plazo desde el contexto de un sistema de ecuaciones (Pesaran & Shin, 1998). Dado que ha sido demostrado que la mayoría de las variables macroeconómicas son $I(0)$ o $I(1)$, esta metodología es conveniente para completar el objetivo de examinar y determinar la existencia de relaciones a largo plazo.

Una vez que la relación de cointegración sea confirmada, la metodología ARDL propuesto por Pesaran & Shin (1998) y Pesaran et al. (2001) también permitirá la estimación de las relaciones a corto y largo plazo mediante un modelo de corrección de errores no restringido (ECM), cuyos coeficientes de corto y largo plazo son obtenidos mediante la regresión de cointegración desde el modelo ARDL y la transformación del modelo ARDL en una representación a largo plazo, respectivamente.

La regresión de cointegración a partir del modelo ARDL es obtenida mediante la transformación de la ecuación 5 en diferencias y la sustitución de los coeficientes a largo plazo por un término de corrección de errores, esto es, un modelo de corrección de errores restringido (Startz, 2015):

$$\begin{aligned}
\Delta \ln CO_2 pc_t = & \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta \ln CO_2 pc_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{1,i}^* \Delta \ln OP_{t-i} \\
& + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{2,i}^* \Delta \ln PIB pc_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{3,i}^* \Delta \ln PIB pc_{t-i}^2 \\
& - \phi TCE_{t-1} + e_t
\end{aligned} \tag{6}$$

Donde ϕ es el coeficiente del termino de corrección de errores rezagado un periodo, TCE_{t-1} , calculado a partir de:

$$TCE_t = \ln CO_2 pc_t - (\alpha_0 + \lambda_2 \ln OP_t + \lambda_3 \ln PIB pc_t + \lambda_4 \ln PIB pc_t^2)$$

El cálculo de los coeficientes a largo plazo está dado por:

$$\lambda_j = \frac{\sum_{i=1}^p \beta_{j,i}}{1 - \sum_{i=1}^p \gamma_i}$$

De esta manera, la relación entre las emisiones de CO2 per cápita, PIB per cápita y precios del barril de petróleo postulada en la ecuación 4 sigue una trayectoria en el tiempo antes de que se logre un vínculo de largo plazo. Por tanto, la ecuación 4 sería escrita como un modelo de corrección de errores no restringido para captar las relaciones a corto y largo plazo entre las variables:

$$\begin{aligned}
\Delta \ln CO_2 pc_t = & \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta \ln CO_2 pc_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{1,i}^* \Delta \ln OP_{t-i} \\
& + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{2,i}^* \Delta \ln PIB pc_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{3,i}^* \Delta \ln PIB pc_{t-1}^2 + \alpha_0 \\
& + \lambda_1 \ln CO_2 pc_{t-1} + \lambda_2 \ln OP_{t-1} + \lambda_3 \ln PIB pc_{t-1} \\
& + \lambda_4 \ln PIB pc_{t-1}^2 + e_t
\end{aligned} \tag{7}$$

Donde α_0 es una constante, $\sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta \ln CO_2 pc_{t-i}$ representa los coeficientes de los rezagos que van desde $i = 1$ a $i = P$ de la primera diferencia del logaritmo natural de las emisiones de CO2 per cápita, $\sum_{i=0}^{p-1} \beta_{1,i}^* \Delta \ln OP_{t-i}$ muestra coeficientes de los rezagos que van desde $i = 0$ a $i = P$ de la primera diferencia del logaritmo natural de los precios del barril de petróleo, $\sum_{i=0}^{p-1} \beta_{2,i}^* \Delta \ln PIB pc_{t-i}$ son coeficientes de los rezagos que van desde $i = 0$ a $i = P$ de la primera diferencia del logaritmo natural del PIB per cápita, $\sum_{i=0}^{p-1} \beta_{3,i}^* \Delta \ln PIB pc_t^2$ coeficientes de los rezagos que van desde $i = 0$ a $i = P$ de la primera diferencia del logaritmo natural del cuadrado de PIB per cápita,

$LnCO_2pc_{t-1}$ es el logaritmo natural de las emisiones de CO2 per cápita rezagado un periodo, $LnOP_{t-1}$ muestra el logaritmo natural de los precios del barril de petróleo rezagado un periodo, $LnPIBpc_{t-1}$ es el logaritmo natural del PIB per cápita real rezagado un periodo, $LnPIBpc_{t-1}^2$ representa al logaritmo natural del cuadrado del PIB per cápita rezagado un periodo y ε_t representa a los nuevos términos de error independiente y normalmente distribuido. Aquí los parámetros γ_i^* , $\beta_{1,i}^*$, $\beta_{2,i}^*$ y $\beta_{3,i}^*$ son los multiplicadores a corto plazo, mientras que λ_1 , λ_2 , λ_3 y λ_4 son los multiplicadores de largo plazo.

Desde luego, antes de aplicar la metodología ARDL, se requiere verificar las características de la información, i. e., si estos cumplen con los supuestos requeridos. Para esto, primeramente, se probará la estacionariedad de cada una de las variables a través de diferentes pruebas de raíz unitaria porque, como fue mencionado, la prueba de límites requiere que ninguna de las series utilizadas sea integrada de segundo orden o I(2). Así, si se encuentra que alguna de las series utilizadas en la prueba de límites es estacionaria en su segunda diferencia, provocará que los resultados de esta puedan ser considerados como débiles o sesgados (Ouattara B., 2004).

3.4 Debilidades en la especificación tradicional

A pesar de que la relación en forma de U invertida entre diversas formas de degradación ambiental e ingreso per cápita descrita por la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets es un hecho reconocido y que ha sido ampliamente investigado, este ha sido sujeto a severas críticas tanto teórica como empíricamente. Por ejemplo, Stern & Perman (2003) cuestionan el razonamiento de que los países en desarrollo son muy pobres como para llevar a cabo actividades relativas a la limpieza y mejoramiento ambiental a través de evidencia de que este tipo de actividades, de hecho, se encuentran en marcha en países en desarrollo. Afirman que el fenómeno de la CAK puede reducir la elasticidad de la degradación ambiental respecto al nivel de ingreso, no obstante, no es suficiente como para volverla negativa. Además, la apreciación de los autores es negativa desde una perspectiva econométrica y anuncian que, con el uso de pruebas y técnicas econométricas apropiadas, la relación en forma de U invertida descrita en la hipótesis de la CAK, efectivamente, no existe. Similarmente, Stern (2004) parte diciendo que el

fenómeno de la CAK es esencialmente empírico, pero que la mayoría de la literatura relativa a este es econométricamente débil, haciendo énfasis en la falta de atención entregada a las propiedades estadísticas de la información usada en los análisis y en la adecuación de los modelos desarrollados con la misma. Hace una crítica al hecho de que gran parte de los estudios, sin en el empleo de mayores pruebas y técnicas estadísticas, simplemente asumen que los coeficientes obtenidos a partir de la regresión son estadísticamente significativos a nivel individual y grupal, y que, si estos adquieren los signos esperados según la hipótesis de la CAK, esta se cumple. Para Stern, la crítica econométrica recae en cinco categorías principales: Autocorrelación, heterosedasticidad, error de especificación, multicolinealidad y cointegración, y que el análisis estadístico del modelo matemático sobre el cual la hipótesis de la CAK comúnmente se basa no es fuerte.

Los párrafos anteriores intentaron remarcar la debilidad econométrica de la hipótesis de la curva de Kuznets. Narayan & Narayan (2010) concuerdan con aquellas opiniones y sugieren un método alternativo para investigar la existencia de la hipótesis de la CAK. Este método parte de la presencia de multicolinealidad en los estudios que intentan modelar las emisiones de contaminantes como una función del PIB y las formas cuadráticas o cúbicas del mismo. El método consiste en realizar una comparación de las elasticidades a corto y largo plazo de las emisiones con respecto al PIB. Si la elasticidad a corto plazo es mayor a la de largo plazo, entonces se puede concluir que el crecimiento económico lleva a una reducción en las emisiones de contaminantes, por tanto, se verifica la hipótesis de la CAK.

Considerando el papel del consumo de energía en el modelo, la alta correlación existente entre consumo de energía y el crecimiento económico podrían llevar a un error de estimación, por tanto, se realizó la inclusión de una variable, diferente al consumo de energía, que recopile el posible efecto del uso de energía. Algunos autores como Selden & HEIL (2001); Richmond & Kaufmann (2006); Mrabet, Alsamara, & Jarallah (2016); entre otros utilizan los precios de petróleo en sus análisis como proxy del consumo de energía interna. Bajo este contexto, el uso de los precios del barril de petróleo como proxy del consumo de energía contaminante puede ayudar en la evasión de problemas como la endogeneidad y sesgo en la estimación.

Las razones mencionadas anteriormente sumadas a los hechos de que las emisiones de CO₂ son principalmente generadas en industrias al usar petróleo como combustible o fuente de energía y que Ecuador es altamente dependiente de las exportaciones de petróleo, parecen ser bastante razonables para pensar que las variaciones del precio del petróleo pudieron haber tenido un impacto en la evolución histórica de las emisiones de CO₂ ecuatorianas. Sin embargo, ante la no disponibilidad de los precios internos del barril de petróleo, se tomó la información de los precios internacionales del petróleo como un proxy del precio del petróleo local. Esta decisión es válida puesto que, según BCE (2017), los precios del barril de petróleo ecuatoriano son fijados en base al marcador estadounidense West Texas Intermediate (WTI) cuyas diferencias son establecidas mensualmente por Petroecuador.

Por otro lado, ante la diferencia de escalas entre las variables: Toneladas métricas para las emisiones de CO₂, dólares corrientes para los precios del petróleo y miles de dólares para en PIB per cápita, se decidió utilizar la forma logarítmica de este último. El no tomar en cuenta el hecho de que factores inobservables como los tendenciales también pueden estar correlacionados con las variables independientes podría dar lugar a la obtención de una relación espuria entre la variable dependiente y una o más variables independientes. El fenómeno de encontrar una relación entre dos o más variables tendenciales simplemente debido a que cada una de estas se encuentra creciendo en el tiempo es un ejemplo de una regresión espuria. Este problema es superado al añadir una variable que represente la tendencia temporal (Wooldridge, 2016). La tendencia estocástica también sirve del cambio tecnológico.

Algunas veces, los problemas de especificación nacen porque los parámetros del modelo no son estables o cambian en respuesta a un nuevo régimen o cambios estructurales que muchas veces son ocasionados por fuerzas externas (Gujarati & Porter, 2009). Esto será resuelto mediante la adición de dos variables dummy que contendrán la información de los quiebres estructurales, uno que abarca las décadas de los ochenta y noventa, que son consideradas como dos décadas perdidas para el Ecuador debido a las políticas aplicadas relativas a la actividad petrolera, mismas que fueron principales causantes de desajustes y desequilibrios como consecuencia de

la gran dependencia de ingresos generados de la actividad petrolera (Chiriboga, 2004), y uno comprende información a partir del año 2000 dado que la economía ecuatoriana atestiguo un gran cambio a partir de este.

3.5 Estimación del modelo

Siguiendo las sugerencias halladas en la literatura que critica la especificación tradicional de la curva ambiental de Kuznets, se procederá a estimar el siguiente modelo:

$$CO_2pc_t = \alpha_0 + \beta_1 OP_t + \beta_2 LnPIBpc_t + \beta_3 tendencia + \beta_4 D_{80rs-90rs} + \beta_5 D_{2k} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Se mantendrá la metodología autoregresiva de rezagos distribuidos (ARDL por sus siglas en inglés) establecida por Pesaran, Shin, & Smith (2001) para estimar el siguiente modelo ARDL:

$$CO_2pc_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \gamma_i CO_2pc_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{1,i} OP_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{2,i} LnPIBpc_{t-i} + \alpha_1 tendencia + \alpha_2 D_{80rs-90rs} + \alpha_3 D_{2k} + \varepsilon_t \quad (9)$$

Donde CO_2pc representa las emisiones de CO2 per cápita, α_0 es un término constante o intercepto, $\sum_{i=1}^p \gamma_i CO_2pc_{t-i}$ son los coeficientes de los rezagos desde que van desde i hasta p de las emisiones de CO2 per cápita, $\sum_{i=0}^p \beta_{1,i} OP_{t-i}$ son los coeficientes de los rezagos desde que van desde i hasta p de los precios del barril de petróleo, $\sum_{i=0}^p \beta_{2,i} LnPIBpc_{t-i}$ son los coeficientes rezagos desde que van desde i hasta p del logaritmo natural del PIB per cápita real, $tendencia$ es un término que representa la tendencia en el tiempo de la serie, $D_{80rs-90rs}$ en una variable dicótoma que adquiere el valor de 1 para los años 1980 a 1999, D_{2k} es una variable dicótoma que adquiere el valor de uno a partir del año 2000 en adelante, y ε_t representa un término de error que se sume distribuido normalmente y no autocorrelacionado.

Para especificar un modelo ARDL se debe seleccionar el número adecuado de rezagos a incluir tanto para la variable dependiente como para las explicativas. Ya que el modelo ARDL es estimado mediante MCO, la elección del número de rezagos puede ser realizada mediante la utilización de los criterios AIC o SC (Startz, 2015).

Dado que el modelo ARDL es capaz de representar la relación dinámica entre la variable dependiente y las variables explicativas, este modelo, al igual que cuando se siguió la especificación tradicional, puede representar las respuestas a corto plazo de la variable dependiente ante cambios en las variables independientes mediante la regresión de cointegración, y las respuestas a largo plazo de la variable dependiente ante cambios en las variables independientes mediante la transformación del mismo a una representación a largo plazo (Startz, 2015).

3.6 Detección de raíces unitarias

Con el fin de determinar el orden de integración de las series se utilizó pruebas tales como la prueba de raíz unitaria Phillips – Perron (P – P) por Phillips & Perron (1988), la prueba de raíz unitaria Dickey – Fuller aumentada (ADF) por Dickey & Fuller (1979) y con el propósito de complementar los resultados de estas, también se empleará la prueba de raíz unitaria Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (K – P – S – S) por Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, & Shin (1992). Sin embargo, algunos autores en la literatura existente afirmaron que las pruebas de raíz unitaria ADF, P – P y K – P – S – S proveen resultados imprecisos ante la presencia de quiebres estructurales en las variables. Por ejemplo, Perron (1989) señala que las pruebas de raíz unitaria y los cambios estructurales se encuentran íntimamente relacionados, por esto, los investigadores deben tener siempre presente que pruebas de raíz unitaria convencionales son sesgadas en cuanto la aceptación de falsas hipótesis nulas de no estacionariedad cuando la información sigue un proceso estacionario en tendencia. Otros ejemplos más recientes como Shahbaz, Ozturk, Afza, & Ali (2013) y Raza, Shahbaz, & Nguyen (2015) argumentan que los resultados de las pruebas de raíz unitaria estarían sesgados si los quiebres estructurales no son considerados, por tanto, con el fin de realizar una adecuada evaluación de las propiedades de integración de las variables, las pruebas de raíz unitaria deben ser adecuadas o adaptarse ante cambios estructurales desconocidos.

Por los motivos descritos en el párrafo anterior y considerando el hecho de que Ecuador ha implementado varias reformas económicas, energéticas y ambientales para asegurar la sostenibilidad económica, se hace más que

necesaria la aplicación de una prueba de raíz unitaria que considere presencia de quiebres estructurales en las series utilizadas para esta tesis. Es así que, adicionalmente, con el propósito de asegurar la correcta selección del orden de integración de las variables utilizadas en esta tesis, se utilizará la prueba de raíz unitaria Zivot – Andrews (Z – A) propuesta por Zivot & Andrews (1992) para identificar quiebres estructurales desconocidos en las series de tiempo.

3.7 Relación de cointegración y cuantificación de las relaciones corto y largo plazo

Una vez que se haya confirmado que las series son estacionarias de orden uno y cero o una mezcla de ambos, y que ninguna de las series es integrada de orden dos (I(2)), solo entonces se puede utilizar la prueba de límites a través de la metodología ARDL para determinar la existencia de cointegración entre las variables. Este procedimiento se desarrolla de la siguiente manera: Se parte de la selección del número adecuado de rezagos mediante la aplicación del criterio de Akaike (AIC) para posteriormente correr la regresión utilizando la metodología ARDL, es entonces a partir de este modelo donde se ejecutará la prueba de límites para identificar si existe o no evidencia de una relación a largo plazo entre las variables. El propósito de la prueba es computar un estadístico F para la significancia conjunta de los rezagos de las variables en nivel de la ecuación 10, esto es, probar la hipótesis de no cointegración entre las variables, $H_0: \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 0$, en contra la hipótesis alternativa de cointegración entre las variables, $H_1: \lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3 \neq 0$. Finalmente, se compara el estadístico F del modelo ARDL con los valores críticos proporcionado por Pesaran et al. (2001), lo cuales son conocidos como límites superior e inferior, para realizar inferencias. Si el estadístico F cae por debajo del límite inferior, no existe una relación a largo plazo entre las variables. Si el estadístico F cae entre los límites superior e inferior, los resultados de la prueba son inconcluyentes. Si el estadístico F sobrepasa el límite superior, existirá la presencia de cointegración entre las variables (Alkhatlan & Javid, 2013). La prueba de límites transforma la ecuación 9 de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
\Delta CO_2 pc_t = & \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta CO_2 pc_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{1,i}^* \Delta OP_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{2,i}^* \Delta \ln PIB pc_{t-i} \\
& + \varrho_1 \Delta tendencia + \varrho_2 \Delta D_{80's-90's} + \varrho_3 \Delta D_{2k} \\
& + \lambda_1 CO_2 pc_{t-1} + \lambda_2 OP_{t-1} + \lambda_3 \ln PIB pc_{t-1} + \alpha_0 \\
& + \alpha_1 tendencia + \alpha_2 D_{80's-90's} + \alpha_3 D_{2k} + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{10}$$

Donde $\Delta CO_2 pc$ representa la primera diferencia de las emisiones de CO2 per cápita, α_0 es un término constante o intercepto, $\sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta CO_2 pc_{t-i}$ son los coeficientes de las primeras diferencias de los rezagos que van desde i hasta p de las emisiones de CO2 per cápita, $\sum_{i=0}^{p-1} \beta_{1,i}^* \Delta OP_{t-i}$ son los coeficientes de las primeras diferencias los rezagos que van desde i hasta p de los precios del barril de petróleo, $\sum_{i=0}^{p-1} \beta_{2,i}^* \Delta \ln PIB pc_{t-i}$ son los coeficientes de las primeras diferencias los rezagos que van desde i hasta p del logaritmo natural del PIB per cápita real, $CO_2 pc_{t-1}$ simboliza emisiones de CO2 rezagas un periodo, OP_{t-1} los precios del barril de petróleo rezagados un periodo, $\ln PIB pc_{t-1}$ figura el logaritmo natural del PIB per cápita real rezagado un periodo, $tendencia$ es un término que representa la tendencia en el tiempo de la serie, $D_{80's-90's}$ en una variable dicótoma que adquiere el valor de 1 para los años 1980 a 1999, D_{2k} es una variable dicótoma que adquiere el valor de uno a partir del año 2000 en adelante, ϱ_0 es una constante y ε_t representa un término de error que se sume no se encuentra autocorrelacionado.

Una vez que la relación a largo plazo (relación de cointegración) entre las variables es comprobada, se procederá a estimar los coeficientes a corto y largo plazo a través de la regresión de cointegración desde el modelo ARDL y la transformación del modelo ARDL en una representación a largo plazo respectivamente, permitiendo realizar inferencias sobre estos.

La forma de regresión de cointegración del modelo ARDL es obtenida al transformar la ecuación 9 en primeras diferencias y sustituir los coeficientes de largo plazo, obtenidos a partir de la misma, en el término de corrección de error rezagado un periodo, TCE_{t-1} , donde se examinarán las relaciones a corto y largo plazo (Startz, 2015):

$$\begin{aligned} \Delta CO_2pc_t = & \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta CO_2pc_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{1,i}^* \Delta OP_{t-i} + \sum_{i=0}^{p-1} \beta_{2,i}^* \Delta LnPIBpc_{t-i} \\ & + \varrho_1 \Delta tendencia + \varrho_2 \Delta D_{80's-90's} + \varrho_3 \Delta D_{2k} - \theta TCE_{t-1} \\ & + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (11)$$

Donde θ es el coeficiente del termino de corrección de errores rezagado un periodo, TCE_{t-1} , calculado a partir de:

$$\begin{aligned} TCE_t = & CO_2pc_t - (\lambda_2 OP_t + \lambda_3 LnPIBpc_t + \alpha_0 + \alpha_1 tendencia \\ & + \alpha_2 D_{80's-90's} + \alpha_3 D_{2k}) \end{aligned} \quad (12)$$

Cuando las variables se encuentran cointegradas, estas tienen una relación de equilibrio a largo plazo valida entre ellas. Desde luego, en el corto plazo podría existir un desequilibrio. Consecuentemente, TCE_{t-1} puede ser considerado como el “error de equilibrio”, mismo que es útil para empatar el comportamiento a corto plazo de las emisiones CO2 con su valor de largo plazo (Gujarati & Porter, 2009).

3.8 Relaciones de causalidad

A menudo, la existencia de cointegración nos lleva al análisis de las relaciones de causalidad entre las variables. Esta premisa hace nacer la pregunta de cuál sería el procedimiento adecuado para determinar la existencia de relaciones de causalidad y la dirección de las mismas. Normalmente, una vez que se ha comprobado la presencia de cointegración entre las variables de estudio, lo adecuado sería utilizar un modelo de vectores de corrección de error (VECM) como la base para realizar una prueba de causalidad, ya que se conoce que este incorpora información sobre la dinámica a corto y largo plazo, así, cualquier prueba que se realice bajo este enfoque debería ser más robustas en comparación a su contraparte, un modelo de vectores autoregresivos (VARM). Sin embargo, existe una buena razón para preferir un modelo VAR a un modelo VEC con el propósito de realizar pruebas de causalidad Granger.

Suponga que a través de una prueba se detecta la existencia de cointegración. Como se mencionó en el párrafo anterior, la presencia de cointegración sugiere que se debería modelar la información con un modelo VECM en lugar de un VARM, pero se debe tener claro que esta sugerencia

es válida para la modelación de la información, mas no para realizar pruebas de causalidad de Granger.

En una vasta cantidad de investigaciones se ha empleado un VECM para luego realizar pruebas de causalidad de Granger. La modelación de un VECM involucra, pruebas de raíz unitaria, la selección de un número óptimo de rezagos mediante el uso de varios criterios de información (por ejemplo, AIC, SIC y LR), el desarrollo del modelo en sí, realizar una prueba χ^2 (o prueba Wald) para analizar la dirección de las relaciones de causalidad entre las variables, y, finalmente, un análisis del termino corrector de error y su significancia. La propiedad de que las variables sean I(1) es estrictamente requerida por el VECM y también es un prerrequisito para realizar la prueba de causalidad de Granger basada en el mismo. El modelo VECM puede estimar los coeficientes de largo plazo, pero no otros estadísticos. Adicionalmente, este requiere de muestras de gran tamaño.

Un modelo VECM puede proveer de información sobre las relaciones de causalidad a corto y a largo plazo y sobre los coeficientes de equilibrio a largo plazo. Sin embargo, para poder realizar un modelo VECM, todas las variables deben ser integradas de orden uno, I(1), y debe existir una relación de cointegración válida. Si todas las variables no son I(1), la realización del VECM no será posible, subsecuentemente, tampoco lo será la de una prueba de causalidad en base al mismo.

Ante estas limitaciones, los enfoques de Toda & Yamamoto (1995) y Dolado & Lütkepohl (1996) para pruebas de causalidad Granger pueden ayudar. Ellos demostraron como se puede realizar una prueba de causalidad permitiendo variables integradas o cointegradas de cualquier orden utilizando un VAR en niveles. Este enfoque ha sido utilizado por: Marwan, Kadir, Hussin, & Helmi (2013) donde investigan las relaciones entre exportaciones, remesas y crecimiento para el caso de Sudan, Lean & Smyth (2010) cuyo propósito fue identificar la relación de causalidad Granger entre la generación de electricidad, exportaciones, precios y PIB en Malasia, Sebri & Salha (2014) para analizar las dinámicas de causalidad entre crecimiento económico, consumo de energía renovable, emisiones de CO2 y apertura comercial para Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica.

Si la prueba Wald (Chi cuadrado) estándar está siendo utilizada para probar una restricción lineal sobre los parámetros de un modelo VAR estimados mediante MCO, y la información no es estacionaria en niveles (lo cual ocurre en la mayor parte de los casos), entonces el estadístico de la prueba Wald no sigue una distribución Chi cuadrado asintóticamente bajo la hipótesis nula (Toda & Yamamoto, 1995).

Volviendo a la discusión sobre la elección la metodología a utilizar en cuanto a la identificación de las relaciones de causalidad entre las variables de estudio, se ha constatado que los modelos VAR y VEC son utilizados como herramientas estándar. Sin embargo, debido a las varias fallas en la metodología requerida por los mismos, se ha elegido como solución la aplicación de un modelo VAR siguiendo el procedimiento T-Y, el cual se puede resumir en los pasos descritos a continuación (Mazumder & Debnath, 2016):

1. Determinar el orden de integración de cada una de las variables.
2. Hacer que el máximo orden de integración del grupo de variables sea d_{max} .
3. Preparar un modelo VAR con la información en nivel, sin importar el orden de integración de las diferentes variables (El enfoque es aplicado sobre las variables en nivel en lugar de las primeras diferencias como es usual en la prueba de causalidad de Granger convencional).
4. Determinar el número apropiado de rezagos, k , para las variables en el modelo VAR usando los métodos usuales.
5. Tomar el modelo VAR con el número de rezagos preferido y luego añadir d_{max} rezagos adicionales para cada variable en cada una de las ecuaciones.
6. Realizar prueba de causalidad usando la prueba Wald estándar, sin incluir los coeficientes para los d_{max} rezagos adicionales.
7. El rechazo de la hipótesis nula implica rechazo a la no existencia de causalidad de Granger.

Para llevar a cabo la prueba de causalidad bajo el enfoque de Toda & Yamamoto (1995), se presenta el siguiente sistema VAR:

$$\begin{aligned}
CO_2pc_t = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_1 CO_2pc_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \alpha_2 CO_2pc_{t-j} + \sum_{i=1}^k \alpha_3 OP_{t-i} \\
& + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \alpha_4 OP_{t-j} + \sum_{i=1}^k \alpha_5 LnPIB_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \alpha_6 LnPIB_{t-j} \\
& + e_t
\end{aligned} \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
OP_t = & \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_1 OP_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \beta_2 OP_{t-j} + \sum_{i=1}^k \beta_3 CO_2pc_{t-i} \\
& + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \beta_4 CO_2pc_{t-j} + \sum_{i=1}^k \beta_5 LnPIB_{t-i} \\
& + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \beta_6 LnPIB_{t-j} + e_t
\end{aligned} \tag{14}$$

$$\begin{aligned}
LnPIB_t = & \gamma_0 + \sum_{i=1}^k \gamma_1 LnPIB_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \gamma_2 LnPIB_{t-j} + \sum_{i=1}^k \gamma_3 OP_{t-i} \\
& + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \gamma_4 OP_{t-j} + \sum_{i=1}^k \gamma_5 CO_2pc_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{max}} \gamma_6 CO_2pc_{t-j} \\
& + e_t
\end{aligned} \tag{15}$$

La prueba de causalidad bajo procedimiento T – Y es considerado superior a la prueba tradicional de causalidad de Granger porque este cura los problemas los problemas o fallos de la última. Con el enfoque T – Y, no es necesario que todas nuestras variables sean estacionarias en nivel, en sus primeras o segundas diferencias, es más la metodología T – Y es factibles incluso cuando existe un mix en el orden de integración de las variables. También es válido sin importar si las variables se encuentran cointegradas o no de cualquier orden no informado (Murtaza & Faridi, 2014). Este enfoque hace a la prueba de causalidad de Granger mucho más fácil, ya que con esta técnica no hay necesidad para los investigadores de realizar pruebas sobre las propiedades de integración o cointegración de las variables o de transformar una modelo VAR a un modelo ECM (Zapata & Rambaldi, 1997).

3.9 Resumen de la metodología

Esta investigación utilizará series de tiempo anuales desde 1965 a 2015 sobre las emisiones de CO₂ per cápita, precio del barril del petróleo, PIB real per cápita. Las series fueron obtenidas de fuentes oficiales como Centro de análisis de información sobre dióxido de carbono, Banco Central del Ecuador, OPEP y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. En primer lugar, se procede con la identificación del orden de integración de las variables mediante las pruebas de raíz unitaria ADF, P – P y K – P – S – S, adicionalmente, para lidiar con la presencia de quiebres estructurales que podrían sesgar las inferencias obtenidas a partir de los resultados producidos por las pruebas anteriores, se confirma el orden de integración de las variables con la prueba de raíz unitaria Z – A. Luego con el propósito de determinar la presencia de relaciones de cointegración entre las variables, se procede a realizar una prueba de límites a través de un modelo ARDL, del cual, a su vez, se derivará un modelo de corrección de errores no restringido para captar las relaciones a corto y largo plazo entre las variables. Finalmente, evaluará la fortaleza del modelo ARDL mediante la construcción de un modelo para reconocer las relaciones de causalidad entre las variables y la dirección de estas, utilizando la metodología T – Y.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS

4.1 Análisis descriptivo

Muchas herramientas para análisis estadísticos asumen que la información se ajusta a una distribución normal. Por tanto, se partirá con análisis exploratorio de las variables utilizadas en este estudio.

En la tabla 1 se muestra un resumen de las estadísticas descriptivas para cada una de las variables. La tabla revela que todas las variables a excepción de OP fallan en rechazar la hipótesis nula de normalidad, ya que el valor p del estadístico Jarque – Bera es menor al 5% del nivel de significancia.

*Tabla 1: Estadísticas descriptivas: Resumen.
Fuente: Cómputo del autor.*

	CO2	OP	PIB
Media	1,336454	31,06827	3074,967
Mediana	1,393125	21,53727	3057,748
Máximo	2,359422	100,0624	4382,667
Mínimo	0,393993	1,21	1939,718
Desv. Stand.	0,550281	28,39824	635,7042
Asimetría	-0,060827	1,20636	0,041793
Curtosis	2,166322	3,430301	2,730109
Jarque-Bera	1,508363	12,76355	0,169634
Probabilidad	0,470396	0,001692	0,91868
Suma	68,15917	1584,482	1,57E+05
Sum Desv. C.	1,51E+01	40323	2,02E+07
Observaciones	51	51	51

En el periodo de estudio, la tasa de crecimiento del PIB real per cápita es superada en más del doble por las emisiones del CO2, las mismas que adquieren los valores de 1,59% y 3,82% respectivamente. La figura 9 hace una representación esquemática al respecto.

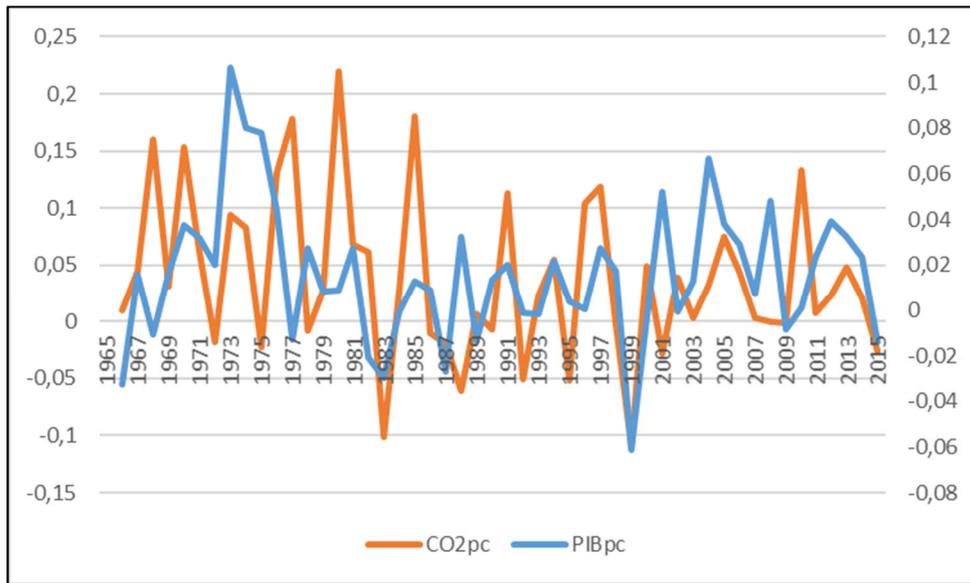


Figura 9: Evolución de las tasas de crecimiento del PIB real per cápita y emisiones de CO2 per cápita.
Fuente: Cómputo del autor.

Una parte importante del análisis estadístico es medir la ubicación y variabilidad de la información. La caracterización de la información, incluye a la curtosis y asimetría. En el inicio del capítulo mencionó sobre la importancia de la normalidad o no en la distribución de las observaciones para cada una de las variables. Los resultados pueden respaldarse por una inspección gráfica mediante histogramas de frecuencia y sus respectivas curvas de Kernel.

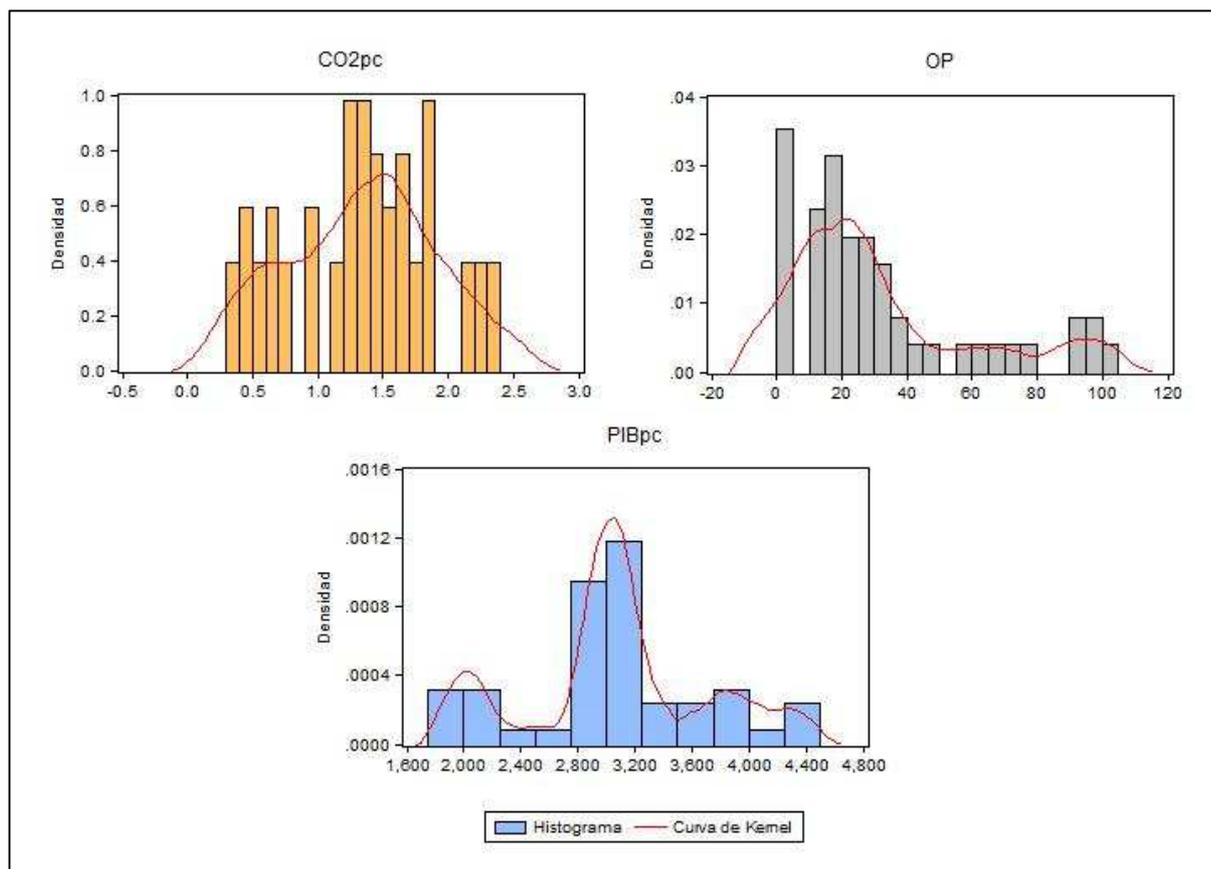


Figura 10: Histogramas y curvas de Kernel.
Fuente: Cómputo del autor.

En la Figura 10 se puede observar que tanto CO₂ como PIB siguen una distribución próxima a una distribución normal, sugiriendo una poca diferencia entre la moda, la media y la mediana, es decir, que existe una gran posibilidad de que los valores futuros sigan cercanos a la media. Sin embargo, este no es el caso para OP (precios del barril de petróleo). Esto es suficiente para inferir que la moda, la mediana y la media son marcadamente diferentes para este último. Adicionalmente, la asimetría a la derecha de las observaciones de OP indica que ha habido momentos en el tiempo en los que los precios del petróleo se han disparado (estos valores extremos alargan a la cola derecha) remarcando la volatilidad del mismo. Finalmente, se realizará gráficos Cuartil – Cuartil para cada una de las variables con el propósito de verificar las conjeturas anteriores.

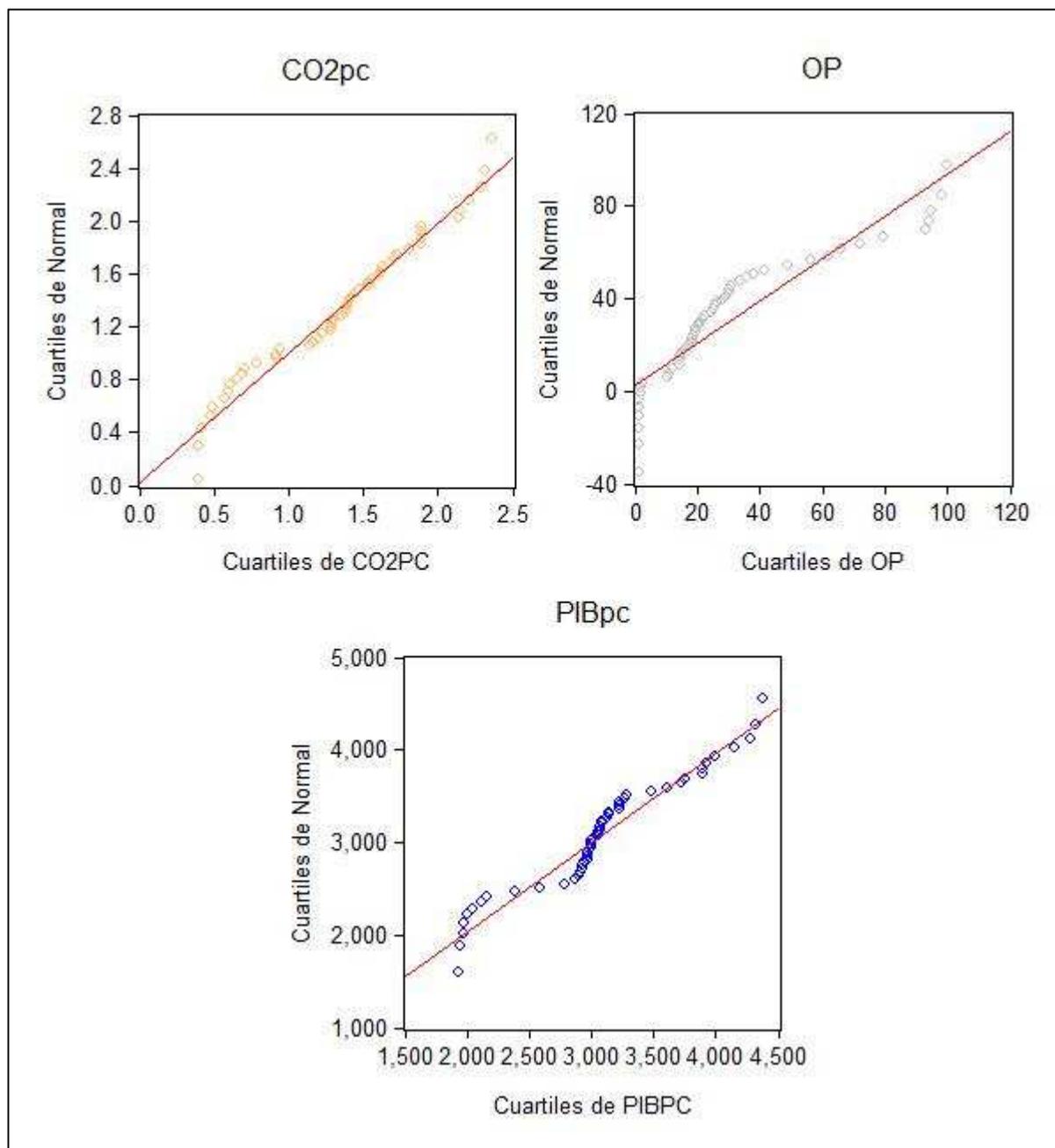


Figura 11: Gráficos Cuantil – Cuantil.
Fuente: Cómputo del autor.

La figura 11 corrobora las anteriores afirmaciones. Mientras PIB y CO2 siguen asintóticamente una distribución normal, OP no lo hace, ya que se observa que su gráfico no mantiene una forma lineal, por tanto, una distribución normal no es un buen modelo para esta variable.

La matriz de correlaciones entre las variables se puede visualizar en la tabla 2. Esta, complementariamente, prueba la hipótesis nula de no existencia de una dependencia o relación lineal entre cada par de variables.

Tabla 2: Matriz de correlaciones.
Fuente: Cómputo del autor.

Correlación Probabilidad	CO2pc	OP	PIBpc
CO2pc	1 -----		
OP	0,8347 0,0000	1 -----	
PIBpc	0,9599 0,0000	0,8808 0,0000	1 -----

A partir de los resultados, se puede concluir que existe una correlación estadísticamente significativa para cada uno de los pares formado en la matriz. Para cada par de variables, esto significa que incrementos o decrementos en la primera variable están significativamente relacionados con incrementos o decrementos en la segunda variable, respectivamente.

La tabla 2 muestra que entre la correlación entre CO2 y OP es positiva y fuerte con un valor de 0,8347. Entre CO2 y PIB también existe una correlación fuerte y directamente proporcional de 0,9599. Una situación similar se encuentra entre OP y PIB ya que el valor de la correlación entre estas es 0,8808 sugiriendo la presencia de multicolinealidad. Esto es normal ya que, como se ha mencionado en capítulos anteriores, los ingresos contribuidos por el sector petrolero toman un gran porcentaje del PIB.

4.2 Pruebas de raíz unitaria

Las series a utilizar en los siguientes análisis puede consistir en raíces unitarias. La presencia de una raíz unitaria en una serie revela que esta no es estacionaria, es decir, su media, varianza y autocovarianza no son constantes en el tiempo, siguen cambiando en diferentes sub – muestras. Para detectar la presencia de raíces unitarias en las series a utilizar, se realizarán pruebas de raíces unitarias tradicionales como ADF, P – P y K – P – S – S. Sin embargo, como ya se había destacado en el principio, los resultados obtenidos en estas pruebas pueden ser sesgados debido a la presencia de quiebres estructurales en las series ocasionando, en consecuencia, que las inferencias obtenidas a partir de estos también lo estén. Es así que, con el

propósito de evitar inferencias erróneas, también se realizará la prueba de raíz unitaria Z – A. Se empezará con una revisión a los resultados de la prueba ADF sobre las formas lineales de las emisiones de CO2 per cápita y los precios del barril de petróleo, y logarítmica para el PIB real per cápita:

Tabla 3: Resultados de la prueba de raíz unitaria ADF.

Fuente: Cómputo del autor.

Prueba Dicky - Fuller aumentada

Variable	Estadístico ADF - I(1) vs. I(0)						Estadístico ADF - I(2) vs. I(1)					
	Intercepto y tendencia		Intercepto solo		Ninguno		Intercepto y tendencia		Intercepto solo		Ninguno	
co2pc	-2,72	(0)	-0,49	(0)	2,69	(0)	-7,37 *	(0)	-7,46 *	(0)	-6,22 *	(0)
lnpibpc	-1,41	(0)	-0,86	(0)	3,63	(0)	-5,17 *	(0)	-5,17 *	(0)	-4,26 *	(0)
op	-2,28	(0)	-1,51	(0)	-0,57	(0)	-6,46 *	(0)	-6,61 *	(0)	-6,61 *	(0)
Valor critico al 1% de nivel de significancia	-4,16		-3,57		-2,61		-4,16		-3,57		-2,61	
Valor critico al 5% de nivel de significancia	-3,50		-2,92		-1,94		-3,51		-2,92		-1,94	
Valor critico al 10% de nivel de significancia	-3,18		-2,59		-1,61		-3,18		-2,59		-1,61	

Los números entre parentesis representan la cantidad de rezagos recomendados por el criterio de Schwarz con el fin de eliminar la autocorrelacion en los residuos. *, ** y *** representan, respectivamente, el nivel de confianza al cual los estadísticos se vuelven significantes al 1%, 5% y 10%.

Los resultados en la tabla 3 fueron obtenidos a partir de la prueba Dicky – Fuller aumentada. La prueba permitió diez rezagos como máximo, y el número de rezagos óptimo para eliminar la presencia de autocorrelación fue escogido siguiendo el criterio de información de Akaike (AIC). Se impuso la prueba desde su forma más generalizada hasta su forma más restringida, es decir, la prueba fue ejecutada, en principio, permitiendo tanto un intercepto como una tendencia, luego solo intercepto y finalmente con la supresión de ambos (intercepto y tendencia).

En esta prueba se examina la hipótesis nula de que las series poseen raíz unitaria o son no estacionarias versus la hipótesis alternativa de que las series son estacionarias. La tabla muestra que todas las variables poseen raíces unitarias en nivel en incluso con un nivel de significancia del 10%, mientras que sus primeras diferencias se vuelven libres de raíces unitarias con un nivel de confianza del 99%. Por tanto, basándose en los resultados de la prueba ADF, se puede concluir que las variables son I(1).

Tabla 4: Resultados de la prueba de raíz unitaria P – P.
Fuente: Cómputo del autor.

Prueba Phillips - Perron												
Variable	Estadístico PP - I(1) vs. I(0)						Estadístico PP - I(2) vs. I(1)					
	Intercepto y tendencia		Intercepto solo		Ninguno		Intercepto y tendencia		Intercepto solo		Ninguno	
co2pc	-2,67	(2)	-0,23	(13)	3,41	(9)	-8,28 *	(13)	-8,43 *	(13)	-6,21 *	(3)
lnpibpc	-1,81	(4)	-0,93	(4)	2,69	(4)	-5,19 *	(3)	-5,22 *	(3)	-6,21 *	(2)
op	-2,34	(3)	-1,51	(3)	0,55	(3)	-6,43 *	(2)	-6,57 *	(3)	-5,6 *	(3)
Valor crítico al 1% de nivel de significancia	-4,15		-3,57		-2,61		-4,15		-3,57		-2,61	
Valor crítico al 5% de nivel de significancia	-3,5		-2,92		-1,94		-3,50		-2,92		-1,94	
Valor crítico al 10% de nivel de significancia	-3,18		-2,59		-1,61		-3,18		-2,59		-1,61	

Los números entre parentesis representan el ancho de banda recomendados por la metodología Newey - West con el fin de corregir los errores estandar. *, ** y *** representan, respectivamente, el nivel de confianza al cual los estadísticos se vuelven significantes al 1%, 5% y 10%.

A diferencia de la prueba ADF, la prueba P – P no necesita de la inclusión de un número de rezagos óptimo para eliminar la existencia de autocorrelación, en su lugar, la prueba corrige los errores mediante la metodología Newey – West, sin embargo, si se siguió la misma secuencia en cuanto a la inserción y exclusión de los términos intercepto y tendencia. Los resultados se logran apreciar en la tabla 4.

Los resultados parecen ser más contundentes. Según estos, todas las variables son no estacionarias o poseen raíces unitarias en niveles, pero sus primeras diferencias son estacionarias. La hipótesis nula de no estacionariedad en las primeras diferencias de las series es rechazada con un nivel de confianza del 99%.

Tabla 5: Resultados de la prueba K – P – S – S.
Fuente: Cómputo del autor.

Prueba Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin						
Variable	Estadístico KPSS - I(0) vs. I(1)			Estadístico KPSS - I(1) vs. I(2)		
	Intercepto y tendencia		Intercepto solo	Intercepto y tendencia		Intercepto solo
co2pc	0,111	(5)	0,93 *	(5)	0,13***	(15)
lnpibpc	0,111	(5)	0,84 *	(5)	0,08	(4)
op	0,144***	(5)	0,68 **	(5)	0,08	(2)
Valor critico al 1% de nivel de significancia	0,216		0,739		0,216	
Valor critico al 5% de nivel de significancia	0,146		0,463		0,146	
Valor critico al 10% de nivel de significancia	0,119		0,347		0,119	

Los números entre parentesis representan el ancho de banda recomendados por la metodología Newey - West con el fin de corregir los errores estandar. *, ** y *** representan, respectivamente, el nivel de confianza al cual los estadisticos se vuelven significantes al 1%, 5% y 10%.

De manera complementaria, se ejecuta la prueba K – P – S – S. En este caso, la hipótesis nula que se pretende probar difiere de las dos pruebas realizadas anteriormente. En la prueba K – P – S – S la hipótesis nula establece que las series no poseen raíces unitarias o son estacionarias versus la hipótesis alternativa de no estacionariedad. Al igual que la prueba P – P, la prueba K – P – S – S corrige los errores mediante la metodología de Newey – West. En la tabla 5 muestran los resultados de la prueba.

Los resultados indican rechazo en cuanto a que las series son estacionarias en nivel, no obstante, sus primeras diferencias son aceptadas como estacionarias, es decir, las serie son integradas de orden uno. La prueba de hipótesis fue aceptada incluso al 90% de confianza.

Tabla 6: Resultados de la prueba de raíz unitaria Z – A.
Fuente: Cómputo del autor.

Prueba Zivot - Andrews									
Variable	Estadístico ZA - I(1) vs. I(0)						Estadístico ZA - I(2) vs. I(1)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
co2pc	-3,66 (0) [1988]	-3,11 (0) [1981]	-4,04 (0) [1988]	-7,48* (1) [1983]	-6,80* (1) [2000]	-7,56* (1) [1983]			
lnpibpc	-3,82 (3) [1989]	-3,52 (3) [2003]	-3,48 (3) [1999]	-6,38* (0) [1977]	-5,58* (0) [1987]	-7,18* (0) [1977]			
op	-3,92 (0) [2005]	-2,57 (0) [1995]	-3,00 (0) [1986]	-6,68* (0) [1999]	-6,86* (0) [2006]	-7,88* (0) [2005]			
Valor crítico al 1% de nivel de significancia	-5,34	-4,80	-5,57	-5,34	-4,80	-5,57			
Valor crítico al 5% de nivel de significancia	-4,93	-4,42	-5,08	-4,93	-4,42	-5,08			
Valor crítico al 10% de nivel de significancia	-4,58	-4,11	-4,82	-4,58	-4,11	-4,82			

Los números entre parentesis representan el número de rezagos recomendados el criterio de Akaike con el fin de eliminar la autocorrelación en los residuos. Entre corchetes se encuentra el año en que se minimiza el estadístico t. *, ** y *** representan, respectivamente, el nivel de confianza al cual los estadísticos se vuelven significantes al 1%, 5% y 10%. A, B y C representan los quiebres estructurales en: intercepto y tendencia, intercepto solo y tendencia sola, respectivamente.

El argumento detrás de la Z – A es que, en presencia de quiebres estructurales, las pruebas de raíz unitaria estándares son inapropiadas. La prueba Z – A permite identificar un quiebre estructural en la información para realizar la prueba de raíz unitaria.

La tabla 6 expone los estadísticos Z – A para probar la existencia de raíces unitarias considerando quiebres estructurales. Los resultados indican que todas las series están contaminadas con raíces unitarias en nivel (incluso permitiendo quiebres estructurales), pero luego de ser diferenciadas una vez se vuelven libres de raíz unitaria. La hipótesis nula de que la series tienen raíz unitaria es rechazada incluso con un nivel del 99% de confianza.

Los resultados generados por las pruebas tradicionales de raíz unitaria pueden ser engañosos. La vigorosidad de las pruebas ADF, P – P y K – P – S – S pueden verse comprometidas ante la presencia de quiebres estructurales, sin embargo, concuerdan en que el orden de integración de las variables es uno con un nivel de confianza del 99%. Adicionalmente, con el fin de comprobar estos resultados, se consideró la presencia de quiebres estructurales a través de la prueba Z – A, donde finalmente, se puede confirmar que las variables padecen de raíces unitarias en niveles, pero al diferenciarlas una vez, todas las variables se vuelven libres de raíces unitarias.

incluso al respetar la existencia de quiebres estructurales, finalizando así el proceso de selección del orden de integración de las variables.

Los quiebres estructurales en las series son resultados de recesiones económicas y reformas en Ecuador durante el periodo de muestra. Por ejemplo, el año 1986 hace referencia a la caída del precio del crudo en dólares desde 27 USD a menos de 10 USD, que en 1980 alcanzó los 35 USD (Hershey, 1989). Para el año 1999, la situación de Ecuador decayó por factores como el fenómeno del niño en 1998 y un nuevo desplome de los precios del petróleo ese mismo año hasta 1999 (Cerdas, Jiménez, & Valverde, 2006). A mediados de 2006, los precios alcanzaron los 75 USD luego de que una serie de eventos llevará el precio hasta los 60 USD el 11 de agosto del 2005. En 2006 la producción de petróleo en Irak continuaba decreciendo como resultado de los conflictos ocurridos en ese mismo país (Krane, 2006).

4.3 Pruebas de cointegración

Las pruebas de raíz unitaria indicaron que todas las variables son integradas del mismo orden, $I(1)$. Estos resultados sugieren que la prueba adecuada para la determinación de relaciones de cointegración es la prueba de Johansen. Los resultados son reportados en las tablas 8 y 9. Antes de proceder a la prueba, es necesario determinar el número de rezagos óptimo, para esto se seguirá el criterio de Akaike, obtenido a partir de los resultados mostrados en la tabla 7.

Tabla 7: Criterio de orden de rezagos.
Fuente: Cómputo del autor.

Rezagos	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	NA	0,22687	7,03	7,15	7,07
1	264,4*	7,12E-04*	1,27*	1,74*	1,44*
2	11	8,01E-04	1,38	2,20	1,69
3	13	8,43E-04	1,42	2,60	1,86
4	15	8,08E-04	1,35	2,88	1,93

* indica el orden de rezagos seleccionado por el criterio.
LR: Estadístico de prueba modificado secuencial.
FPE: Error de predicción final.
AIC: Criterio de información de Akaike.
SC: Criterio de información de Schwarz.
HQ: Criterio de información de Hannan - Quinn.

Una vez seleccionado el orden óptimo de rezagos, es posible aumentar el número de los mismos para eliminar la autocorrelación del modelo VAR y proceder con la prueba de cointegración de Johansen. Los resultados de la prueba de autocorrelación Portmanteau sugieren 3 rezagos para eliminar la autocorrelación (los resultados no son presentados).

Tabla 8: Resultados de la prueba de cointegración de Johansen (Prueba Trace).
Fuente: Cómputo del autor.

Hipótesis	Valor Eigen	Estadístico Trace	Valor Critico al 95% de coinfianza	Cointegración
$R \leq 0$ *	0,355707	34,6364	29,7971	0,0128
$R \leq 1$	0,234435	13,9751	15,4947	0,0836
$R \leq 2$	0,029751	1,4195	3,8415	0,2335

* indica significancia con un nivel de confianza del 95%. R indica el número de ecuaciones de cointegración.

Tabla 9: Resultados de la prueba de cointegración de Johansen (Prueba Máximo valor Eigen).
Fuente: Cómputo del autor.

Hipótesis	Valor Eigen	Estadístico		Cointegración
		Eigen Máximo	Valor Critico al 95% de coinfianza	
$R \leq 0$ *	0,355707	20,66130	21,13162	0,0581
$R \leq 1$	0,234435	12,55561	14,26460	0,0915
$R \leq 2$	0,029751	1,41953	3,84147	0,2335

* indica significancia con un nivel de confianza del 95%. R indica el número de ecuaciones de cointegración.

Los resultados muestran la existencia de una relación de cointegración entre CO_2pc , $LnPIBpc$ y OP , en este punto, se podría concluir que, efectivamente, una relación de cointegración se encuentran presente entre las variables. Sin embargo, ya que los quiebres estructurales en las series son ignorados, los resultados de la prueba de cointegración de Johansen son considerados ambiguos.

Esto será resuelto mediante la adición de dos variables dummy que contendrán la información de los quiebres estructurales mencionados anteriormente, uno que abarca las décadas de los ochenta y noventa, que son consideradas como dos décadas perdidas para el Ecuador debido a las políticas aplicadas relativas a la actividad petrolera, mismas que fueron

principales causantes de desajustes y desequilibrios como consecuencia de la gran dependencia de ingresos generados por el sector de hidrocarburos (Chiriboga, 2004), y uno comprende información a partir del año 2000 dado que la economía ecuatoriana atestiguo un gran cambio a partir de este. A su vez, estos quiebres fueron comprobados mediante la prueba de Chow (1960) en el marco de la versión no restringida de la prueba de límites. Este método es adecuado para muestras de tamaño pequeño. En esta tesis se preferirá la prueba de límites a través de un modelo ARDL al enfoque de Johansen debido a los resultados sesgados de este último.

Antes de realizar la prueba de límites, se procederá a seleccionar el número apropiado de rezagos usando el criterio de Akaike en la tabla 10 (vea la fila 3). Como lo sugieren Narayan (2004) y Ang (2007), ya que las series son anuales, se escogerá 4 como máximo orden para el número de rezagos en el modelo ARDL estimado para el periodo 1965 – 2015. El Criterio Akaike fue utilizado para escoger el mejor modelo ARDL. Este criterio también fue utilizado para determinar el número óptimo de rezagos incluidos en el modelo de corrección de errores (ECM), ya que este produce mejores estimadores que los criterios de información de Schwarz y Bayesian. AIC es preferido por sus superiores propiedad, particularmente en muestras pequeñas (Pesaran, Smith, & Smith, 1995). Adicionalmente se verifico la presencia autocorrelacion y normalidad en los residuos, error de especificación y heterosedasticidad en el modelo ARDL mediante las pruebas Breusch – Godfrey LM, Jarque – Bera, Ramsey y Breusch – Pagan – Godfrey, respectivamente. Los resultados de las pruebas demostraron que no existe autocorrelacion en los residuos, el modelo en homosedástico, los residuos se encuentran normalmente distribuidos y que el modelo no sufre una especificación errónea.

Una vez que el modelo ha pasado cada una de las pruebas de diagnóstico, se procede a realizar la prueba de límites, Los resultados se logran observar en la tabla 10.

Tabla 10: Resultados de la prueba de límites.
Fuente: Cómputo del autor.

Especificación de tendencia	Constante (nivel)			
Estadístico F	8,903 *			
Orden óptimo de rezagos	2,0,2			
Nivel de significancia	10%	5%	2,5%	1%
Límite inferior	2,63	3,1	3,55	4,13
Límite superior	3,35	3,87	4,38	5

* denota significancia al 1%.

Los resultados de la tabla 10 revelan que el valor del límite superior, es menor que el valor del estadístico F calculado. Por consiguiente, los resultados indican un rechazo de la hipótesis nula, no cointegración entre las variables, de manera rotunda con un nivel de 99% de significancia. Por tanto, estos hallazgos soportan la aceptación de la hipótesis alternativa de cointegración. Es así que se confirma la presencia de una relación de largo plazo válida entre CO_2pc , $LnPIBpc$ y OP , incluso con la presencia de quiebres estructurales. Los resultados de cointegración son robustos y confiable. Adicionalmente, el modelo utilizado para la prueba de límites se encuentra libre de autocorrelación, heterosedasticidad y posee residuos normalmente distribuidos.

4.4 Modelo ARDL

Luego de encontrar una relación de cointegración entre las variables, se llevaron a cabo los análisis a corto y largo plazo a través del cómputo de un modelo ARDL configurado con un máximo de 4 rezagos. El criterio AIC sugirió (2,0,2) rezagos. A partir de los resultados de este modelo se puede estimar los coeficientes a corto y largo plazo, y el término de corrección de errores, mismos que se logran visualizar en la tabla 11.

Tabla 11: Coeficientes estimados a corto y largo plazo.
Fuente: Cómputo del autor.

Regresores	Coeficientes	Error Estand.	Valores t	Probabilidades
Corto plazo				
$\Delta CO2pc_{t-1}$	0,369868	0,140457	2,63331	0,0121
$\Delta \ln PIBpc_t$	-0,012022	0,046198	-0,26024	0,7961
ΔOP_t	0,000938	0,000837	1,12028	0,2694
ΔOP_{t-1}	-0,003736	0,001162	-3,21454	0,0026
TCE_{t-1}	-0,864574	0,146038	-5,92019	0,0000
Dummy 1980	0,187216	0,065006	2,88000	0,0064
Dummy 2000	0,279775	0,10073	2,77748	0,0084
Tendencia	0,109577	0,369392	0,29664	0,7683
Largo plazo				
$\ln PIBpc_t$	0,373487	0,197565	1,8904540	0,0661
OP_t	0,003931	0,001028	3,8238460	0,0005
Intercepto	-2,457186	1,509597	-1,6277100	0,1116
Dummy 1980	0,171814	0,050329	3,4138570	0,0015
Dummy 2000	0,107078	0,097908	1,0936640	0,2808
Tendencia	0,022642	0,003730	6,0702050	0,0000
Estadísticas de la regresión				
R^2		0,987254	log verosimilitud	69,305920
R^2 ajustado		0,984313	Estadístico F	335,649900
Error estandar de la regresión		0,065926	Prob. (Estadístico F)	0,000000
Suma de residuos cuadrados		0,169506		

En corto plazo, el crecimiento económico y los precios del barril de petróleo no son estadísticamente significativos en el corto plazo indicando que estos no son principales responsables de afectar el comportamiento de la degradación ambiental en Ecuador al menos en el periodo de tiempo que no está muy lejos en el futuro. Se infiere que esto debe ser consecuencia de que, la cantidad de proyectos socioeconómicos o nivel de producción de la nación (incluyendo el volumen de barriles producidos) y energía contaminante consumida por la misma no son lo suficientemente grandes como para tener un impacto considerable en el corto plazo. Sin embargo, los resultados muestran una asociación negativa y una positiva de la degradación ambiental (medida a través de las emisiones de CO₂) con el crecimiento económico y los precios del barril de petróleo, respectivamente, en el corto plazo. En el

largo plazo, la significancia estadística de las variables es favorable en los niveles de confianza convencionales. Esto podría ser, por un lado, a causa de que la acumulación del número de proyectos socioeconómicos, el volumen de producción de la economía (incluye producción petrolera) y consumo de energía contaminante alcanzan niveles considerables como para mostrar un impacto sobre la degradación ambiental, y, por otro lado, al hecho que el crecimiento económico del país ha sido principalmente dependiente de industrias contaminantes intensivas en energía no renovable. Esta vez, la asociación entre las variables es positiva en ambos casos. En el largo plazo, el crecimiento económico y el aumento del nivel de precios del barril de petróleo, ambos, llevan a un incremento de la degradación ambiental. Al realizar una comparación entre los coeficientes de corto y largo plazo del crecimiento económico, se nota que el efecto del crecimiento económico sobre las emisiones de CO₂ es mayor a largo plazo, indicando que existe una relación monótona creciente entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, es decir que la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets no se mantiene en el caso ecuatoriano cuando las emisiones de CO₂ son utilizadas como proxy para la degradación ambiental. Esto, adicionalmente, muestra que Ecuador no ha alcanzado el punto de quiebre o inflexión de la curva ambiental de Kuznets, ya que, a pesar de que en el corto plazo el crecimiento económico disminuye la degradación ambiental, en el largo plazo el efecto del crecimiento económico sobre las emisiones de CO₂ es positivo y supera de sobremanera al efecto de corto plazo. Los resultados indican que, en el corto plazo, una disminución promedio de 0,00012022 toneladas métricas per cápita de CO₂ se encuentra relacionadas con un incremento de 1% del PIB per cápita (miles de dólares) actual, mientras que, en el largo plazo, un aumento promedio de 0,00373487 toneladas métricas per cápita de las emisiones de CO₂ se encuentra relacionado con un incremento sostenido del 1% de del PIB per cápita (miles de dólares).

Los resultados respecto a la tendencia estocástica o progreso tecnológico muestran un coeficiente positivo tanto en el corto como en el largo plazo, no obstante, la magnitud del coeficiente de largo plazo es menor que la del corto plazo sugiriendo que el progreso tecnológico tiende a mejorar la eficacia de las emisiones de CO₂ en Ecuador a través del tiempo.

En cuanto a los precios del barril de petróleo, el modelo mostró que el efecto de estos sobre las emisiones de CO₂ no es estadísticamente significativo en corto plazo, mientras que, en el largo plazo, si lo es. Además, se puede apreciar que el impacto es positivo tanto en el corto como en el largo plazo, lo cual es contradictorio a la lógica convencional y a las expectativas planteadas en el capítulo III. En primera instancia se esperaría una disminución del consumo de energía contaminante ante una subida en los precios de la misma, no obstante, estas expectativas no se cumplen para el caso ecuatoriano. Esto no es sorprendente y puede ser explicado con el hecho de que, para Ecuador, uno de sus principales ingresos son aquellos provenientes del sector petrolero, por ende, la idea de un desarrollo sostenible puede verse comprometida con una explotación ineficaz e ineficiente del sector de hidrocarburos. Un incremento de un dólar americano en los precios contemporáneos del barril de petróleo implica un aumento de las 0,000938 toneladas métricas en las emisiones de CO₂ per cápita en el corto plazo, mientras que, en el largo plazo, un incremento ininterrumpido de un dólar americano en los precios del barril de petróleo conlleva a un aumento promedio de 0,003931 toneladas métricas per cápita de CO₂ emitidas. También se observa que el coeficiente a corto plazo de los precios del barril de petróleo rezagado un periodo es significativo a diferencia del estimador a corto plazo no rezagado, esto podría deberse que se requiere de cierto tiempo para que los precios del barril de petróleo afecten a las emisiones de CO₂.

Un negativo y significativo TCE provee de evidencia adicional para confirmar la relación cointegración o relación a largo plazo entre las variables (Pesaran et al., 2001), y señala el porcentaje de desequilibrio corregido periodo a periodo o la velocidad de ajuste entre las variables desde el corto plazo al equilibrio de largo plazo ante cualquier shock externo ocurrirá a una tasa promedio del 86,45% anual. En otras palabras, este señala que cerca del 86,45% de las condiciones de desequilibrio (o desviaciones) dentro del modelo de cointegración son corregidas en un año.

Si bien los regímenes señalados por las variables D_{1980} y D_{2000} , ambos, tienen una influencia positiva sobre las emisiones de CO₂ en el corto y largo plazo, la influencia de D_{2000} solo es estadísticamente significativa en el corto plazo. Esto implica que los eventos económicos estructurales en Ecuador

tienen un impacto positivo sobre la degradación ambiental. Las denominadas décadas pérdidas para el Ecuador implicaron un incremento estadísticamente significativo de 0,1878 y 0,1718 toneladas métricas per cápita en las emisiones de CO₂ en el corto y largo plazo, respectivamente. Mientras que los años posteriores a la adopción del dólar como moneda nacional, caracterizados por su relativa estabilidad, conllevan un incremento estadísticamente significativo de 0,2797 toneladas métricas per cápita de CO₂ en el corto plazo, pero su contribución de un incremento 0,1070 toneladas métricas en las emisiones de CO₂ no es estadísticamente significativa en el largo plazo. Aparentemente, utilizando la muestra de datos obtenida para esta tesis, tanto el crecimiento económico como el precio del barril petróleo y la intensa aplicación de políticas relativas a la actividad petrolera en las décadas de los ochenta y noventa influyen el comportamiento de las emisiones de CO₂ en el largo plazo, no obstante, las medidas tomadas a partir del año 2000 (entre ellas la dolarización), cuyo objetivo primordial era la estabilización y mejoramiento de las condiciones de los indicadores macroeconómico y la confianza de los habitantes en su economía, mismos que fueron deteriorados como consecuencia de la crisis económica e inflacionaria de la década anterior, no influyen, a largo plazo, en la conducta de las emisiones de CO₂.

La prueba de significancia conjunta de las variables es favorable al 1% de significancia, lo cual indica que la variación (98,443%) de las emisiones de CO₂ explicada por las variables independientes no es consecuencia del azar, por tanto, los regresores elegidos para este modelo, colectivamente, ejercen un efecto sobre el comportamiento de la variable de respuesta (emisiones de CO₂) en Ecuador.

Además, se realizaron pruebas para diagnosticar el modelo y probar su estabilidad mediante las pruebas Breusch – Godfrey LM, Jarque – Bera, Ramsey RESET, Breusch – Pagan – Godfrey, CUSUM y CUSUMSQ. Los resultados de las pruebas demostraron que no existe autocorrelación en los residuos, el modelo es homocedástico, los residuos se encuentran normalmente distribuidos, el modelo no sufre una especificación errónea y que es estable. Los resultados se aprecian en la tabla 12 y figura 12.

Tabla 12: Resultados de las pruebas de diagnóstico del modelo.
Fuente: Cómputo del autor.

Diagnóstico del modelo			
Prueba	Estadístico	Probabilidad	Conclusión
Autocorrelación	0,7361	0,4854	No existe autocorrelación en los residuos
Heterosedasticidad	0,8963	0,5376	Los re residuos son homosedasticos
Normalidad	0,0783	0,9616	Los residuos se encuentran distribuidos normalmente
Especificación	2,088	0,1567	La especificación del modelo es correcta

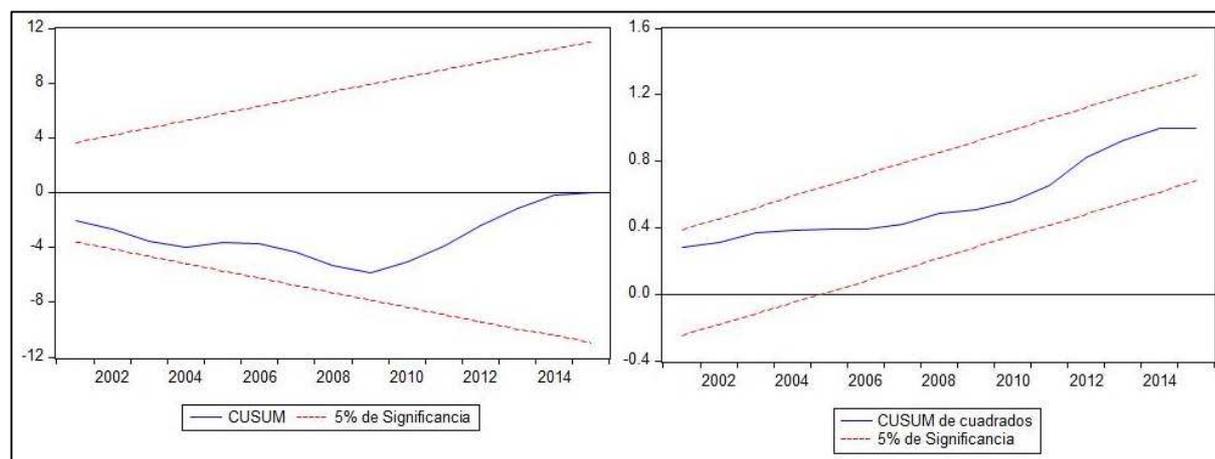


Figura 12: Gráficos CUSUM Y CUSUMSQ.
Fuente: Cómputo del autor.

Para Pesaran, Shin, & Smith (2004) las pruebas CUSUM y CUSUMSQ son métodos generales para probar la estabilidad y quiebres estructurales del modelo econométrico. Una de las ventajas de estas pruebas sobre las alternativas, tales como la prueba de Chow (1960), es que no necesitan de una previa determinación de cuando toma lugar el quiebre estructural. La figura 12 muestra los límites críticos con un nivel de significancia del 5%. Los resultados de las pruebas CUSUM y CUSUMSQ muestran que los parámetros del modelo ARDL son estables. Por tanto, los resultados son confiables y eficientes.

4.5 Dirección de las relaciones entre las variables: Pruebas de no causalidad

Las pruebas de cointegración confirmaron la existencia de una relación a largo plazo. Si dos series se encuentran cointegradas, debe existir causalidad de Granger ya sea desde una variable dependiente a una dependiente, viceversa o en ambas direcciones. La dirección de la causalidad

entre las variables es importante porque permite a los formuladores de políticas tener una idea bien definida sobre las consecuencias de las diferentes acciones que tomarán o están pensando tomar relativas a la preparación de políticas económicas ambientalmente amigables. Además, brindan evidencia adicional que respalda las relaciones a corto y largo plazo halladas en los resultados de la estimación del modelo ARDL.

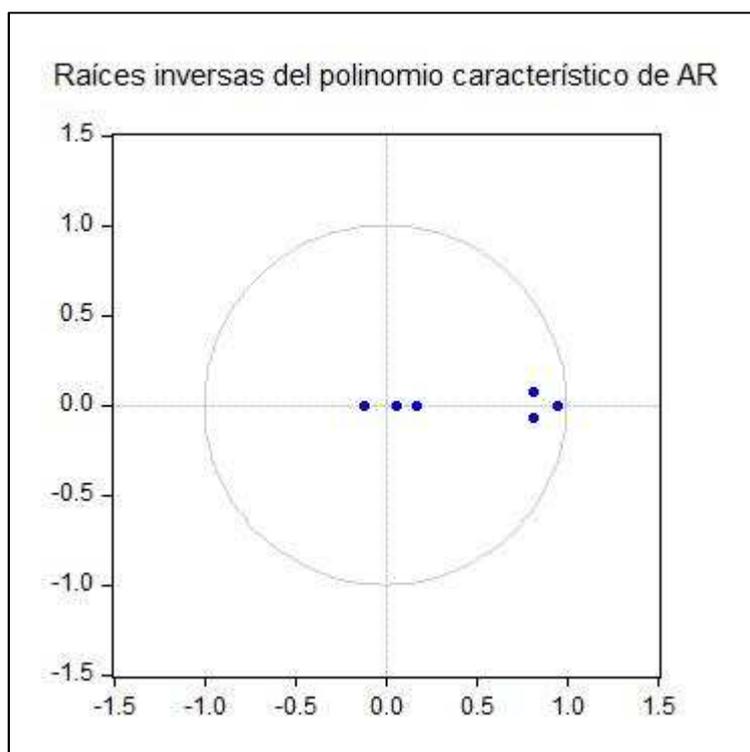
Con el fin de proveer dicha evidencia, las direcciones de las relaciones de causalidad entre las variables serán determinadas mediante un modelo VAR con el cual se realizará una prueba Wald (χ^2) modificada por el procedimiento Toda – Yamamoto. Para llevar a cabo la prueba, es necesario partir de la selección de orden óptimo de los rezagos a emplear en el modelo VAR, estos serán seleccionados bajo el criterio de Akaike. El número óptimo de rezagos es 1 (véase la tabla 7). También es necesario asegurarse de que el modelo se encuentre libre de autocorrelación, para esto se realizó la prueba de autocorrelación LM a los residuos. Los resultados se pueden apreciar en la tabla 13.

*Tabla 13: Resultados de la prueba LM.
Fuente: Cómputo del autor.*

Rezagos	Stadístico LM	Prob
1	4,640	0,8644
2	13,900	0,1258
3	6,930	0,6436

Las probabilidades provienen de Chi cuadrado con 9 grados de libertad.

A partir de la tabla 13 se puede concluir que el modelo VAR se encuentra libre de autocorrelación incluso al incluir hasta 3 rezagos en él. También se probó la estabilidad dinámica del modelo VAR a través del gráfico de las raíces inversas de los polinomios característicos de los términos autoregresivos mostrado en la figura 13.



*Figura 13: Raíces inversas del polinomio característico.
Fuente: Cómputo del autor.*

Las raíces inversas del polinomio característico de AR muestran la estabilidad dinámica de un modelo VAR. Para la estabilidad dinámica de un modelo VAR, los valores de las raíces deben ser menores a la unidad, los valores de módulo también deben ser menores a uno y gráficamente, los valores de las raíces inversas del polinomio característico de AR deben yacer dentro del círculo unitario (Acharya, 2009). La figura 13 demuestra que ninguna de las yace fuera del círculo unitario, por tanto, el modelo VAR satisface la condición de estabilidad. Una vez obtenido el modelo VAR adecuado, se procede a realizar la prueba Wald modificada siguiendo el procedimiento Toda – Yamamoto. Los resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Resultado de la prueba de causalidad de Granger siguiendo el procedimiento T-Y.
Fuente: Cómputo del autor.

Variable dependiente: co2pc			
Variable independiente	Chi cuadrado	gl	Prob.
op	6,69	2	0,035
lnpibpc	0,65	2	0,722
Todas	10,13	4	0,038
Variable dependiente: op			
Variable independiente	Chi cuadrado	gl	Prob.
co2pc	0,11	2	0,945
lnpibpc	1,27	2	0,528
Todas	1,32	4	0,857
Variable dependiente: lnpibpc			
Variable independiente	Chi cuadrado	gl	Prob.
co2pc	3,74	1	0,154
op	5,95	1	0,051
Todas	10,90	2	0,028

A partir de las pruebas de raíces unitarias, se encontró que el máximo orden de integración entre las variables fue $I(1)$. El modelo VAR fue dinámicamente estable y bien comportado al incluir dos rezagos. Para probar la causalidad de Granger siguiendo el procedimiento TY, se usa el mismo modelo VAR y se añade d_{maz} rezagos adicionales como variables exógenas, entonces la prueba Wald es realizada sin incluir los coeficientes de esos rezagos adicionales. Los resultados de la tabla 14 indican que, en el corto plazo, existe una relación de causalidad de Granger desde los precios del barril de petróleo (dólares americanos) hacia la degradación ambiental (toneladas métricas de CO2 emitidas per cápita). No existe una relación de causalidad, según Granger, que va desde el crecimiento económico (logaritmo natural del PIB real per cápita) hacia la degradación ambiental en el corto plazo. Sin embargo, al considerar conjuntamente los precios del barril de petróleo y el crecimiento económico, estos causan (según Granger) la degradación ambiental en el largo plazo. Por otro lado, tanto la degradación ambiental como el crecimiento económico no causan el precio del petróleo ni individualmente en el corto, ni consideradas simultáneamente en largo plazo. Finalmente, según Granger, la degradación ambiental no causa crecimiento económico en el corto plazo, mientras que, los precios del barril de petróleo, con una significancia del 10% si causan el crecimiento económico en el corto

plazo. Al considerar conjuntamente los precios del petróleo y la degradación ambiental, son causales del crecimiento económico en el largo plazo. Las relaciones de causalidad de Granger a corto y largo plazo se puede apreciar mejor en las figuras 14 y 15.

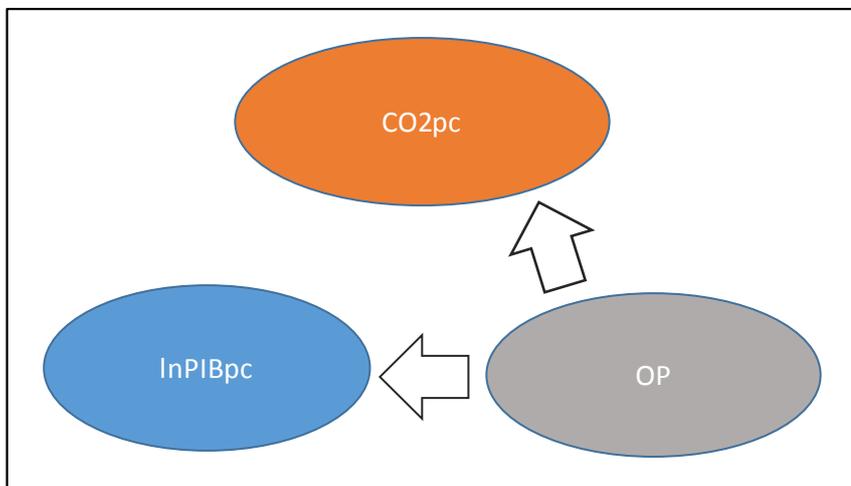


Figura 14: Relaciones de causalidad en el corto plazo.
Fuente: Cómputo del autor.

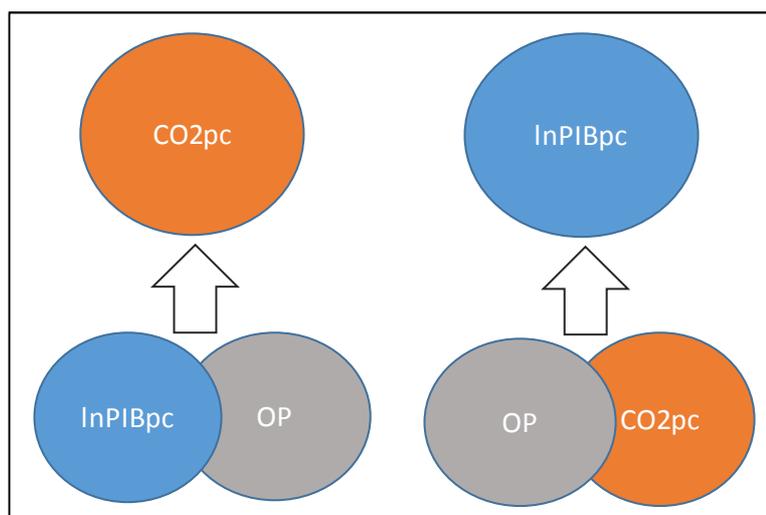


Figura 15: Relaciones de causalidad en el largo plazo.
Fuente: Cómputo del autor.

Como se puede apreciar en el largo plazo existe relación bidireccional de causalidad entre las emisiones de CO2 y el crecimiento económico. Esto implica que cualquier medida relativa a la disminución de las emisiones de CO2 con el fin de mejorar la calidad ambiental tenderá a dificultar el crecimiento económico en el largo plazo. En el corto plazo, no existe ninguna relación de causalidad entre las emisiones de CO2 y el crecimiento económico. Esto indica que las medidas tomadas para controlar las emisiones

de CO₂ sin frenar el crecimiento económico, al menos en el corto plazo. Sin embargo, las medidas relativas al nivel de precio del barril de petróleo afectan tanto al crecimiento económico como a las emisiones de CO₂ en el corto y largo plazo. Esto es debido a que la prueba detecta dos relaciones unidireccionales en el corto y largo plazo que van desde los precios del barril de petróleo hacia el crecimiento económico y la degradación ambiental.

CONCLUSIONES

El principal objetivo de esta tesis fue examinar la relación entre crecimiento económico y dignificación ambiental para el caso ecuatoriano y comprobar la compatibilidad de las mismas mediante la verificación del cumplimiento de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets (CAK). A más de esto, se incluyó los precios del barril de petróleo debido a la alta dependencia de este recurso natural ya sea como fuente de energía o como fuente de ingresos por parte de Ecuador. A pesar de que los precios locales de barril de petróleo fueron desconocidos en este análisis, se utilizó los precios establecidos a nivel internacional como una aproximación del precio local y su variación. Esta decisión fue respaldada con el hecho de que Petroecuador establece los precios del barril de petróleo utilizando como referencia al marcador estadounidense West Texas Intermediate (BCE, 2017).

Esta tesis, en el marco de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, consideró a las toneladas métricas de CO₂ per cápita emitidas, Producto interno bruto real per cápita y los precios nominales del barril de petróleo como proxies de la degradación ambiental, crecimiento económico y consumo de energía, respectivamente. Para cumplir con los objetivos, se utilizó series de tiempo en el establecimiento de un modelo econométrico que representa la degradación ambiental durante el periodo 1965 – 2015 mediante la utilización del enfoque autoregresivo de rezagos distribuidos (ARDL) que incluyó dos fechas de quiebre en la regresión con el fin de evadir errores de estimación y aumentar la confiabilidad del mismo. La fortaleza del modelo fue posteriormente examinada por la prueba de causalidad de Granger siguiendo el procedimiento Toda – Yamamoto y la prueba de límites, donde la primera determinó la dirección de las relaciones de causalidad confirmando que el PIB real per cápita y los precios del barril de petróleo son variables útiles para predecir la emisiones de CO₂ per cápita, y la segunda validó la existencia de una relación a largo plazo entre las variables de estudio considerando cambios estructurales en el vector de cointegración. Adicionalmente, la relación de cointegración de las variables fue reafirmada por un negativo y significativo término de corrección de errores.

Estas pruebas confirmaron, tanto al crecimiento económico como a los precios del barril de petróleo, como determinantes a largo plazo de la degradación ambiental en Ecuador. No obstante, en el corto plazo, esta afirmación no se cumple indicando que, al menos en años futuros no tan lejanos del presente, el crecimiento económico y los precios del barril de petróleo no son relevantes para explicar el comportamiento de la degradación ambiental. Se infiere que la posible razón de la afirmación anterior es que, en el corto plazo, los niveles de la actividad productiva (incluyendo la petrolera) o proyectos socioeconómicos la nación y el volumen energía consumida por la misma, no son suficientes, en periodos no tan lejanos en el futuro, como para afectar el comportamiento de las emisiones de CO₂. Es más, el efecto del crecimiento económico sobre la degradación ambiental es negativo, pero estadísticamente no significativo en el corto plazo, mientras que en el largo plazo es positivo y estadísticamente significativo. Los hallazgos producto de la comparación de las elasticidades de corto y largo plazo del crecimiento económico respecto a la degradación ambiental (sugerida por Narayan & Narayan (2010) para tratar con el problema de multicolinealidad presente en el análisis econométrico) contrastan a la hipótesis de la CAK señalando una relación creciente monótona entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, lo cual permite llegar a la conclusión de que la hipótesis de la CAK no se cumple en el caso ecuatoriano. Esto indica que, a largo plazo, la degradación ambiental aumenta en tanto el ingreso de la nación se incrementa. Además, por un lado, destaca el efecto positivo y estadísticamente significativo del crecimiento económico del país sobre las emisiones en el largo plazo, mismo que remarca la dependencia hacia industrias contaminantes intensivas en energía no renovable. Esta dependencia se encuentra en línea con la hipótesis del asilo de contaminantes, la cual indica que países con baja exigencia de regulaciones ambientales, producen más bienes contaminantes para el consumo que aquellos con estándares ambientales más rígidos. Por otro lado, se observó un efecto positivo y estadísticamente significativo (al menos en el largo plazo) sobre la degradación ambiental por parte de los precios del barril de petróleo que, a su vez, va en contra de las expectativas planteadas, es decir, un incremento en los precios del barril de petróleo no contribuye a una reducción

del consumo de energía contaminante que involucraría la dignificación de las condiciones ambientales, sino que más bien lo incrementa, y, consecuentemente, degrada la calidad ambiental. Este hallazgo puede estar relacionado a la realidad de que el petróleo ha sido considerado como uno de los pilares fundamentales de la economía ecuatoriana por su importante participación en los presupuestos gubernamentales e ingresos por exportaciones, por tanto, el sector de hidrocarburos debería ser más eficiente y eficaz en tanto a su explotación, si se busca un desarrollo económico sostenible.

Los resultados de la prueba de causalidad TY revelaron que una relación bidireccional de causalidad entre el crecimiento económico y la degradación ambiental en el largo plazo, mientras que en el corto plazo no existe relación de causalidad alguna entre estas. En cuanto a los precios del barril de petróleo la prueba de causalidad mostro dos relaciones unidireccionales que van hacia el crecimiento económico y la degradación ambiental desde los precios de barril de petróleo tanto en el corto como en el largo plazo.

En general, los hallazgos sugieren que el crecimiento económico ecuatoriano compromete la calidad de su medio ambiente y concuerdan con el diagnóstico de la productividad ambiental ecuatoriana, misma que fue calificada de insuficiente como para superar el efecto escala.

IMPLICACIONES POLÍTICAS

El crecimiento económico es uno de los factores más importantes para transformar una nación en desarrollo a una desarrollada, no obstante, este puede, simultáneamente, tener efectos negativos sobre el medio ambiente de dicho país, más aún, cuando una creciente economía necesita de un mayor consumo de energía para satisfacer la ascendente demanda de producción y desarrollo económico. Un ambiente contaminado afecta negativamente la salud humana, el aire, el agua y la productividad de la actividad agrícola, por lo que, para los gobiernos y formuladores de políticas públicas, resulta decisiva la adopción de medidas adecuadas asociadas con el balance entre crecimiento económico y calidad ambiental, a fin de asegurar un medio ambiente propicio para las futuras generaciones.

El sustancial crecimiento económico de Ecuador en las últimas décadas y las implicaciones ambientales que este comúnmente conlleva fueron motivo para la investigación de la relación existente entre ellos. Los resultados mostraron que esta relación es monótona y creciente por lo que Ecuador no debe considerar su crecimiento económico como una solución a la degradación ambiental.

Esta tesis mostró que, desde una perspectiva a largo plazo, tanto el crecimiento económico como los precios del barril de petróleo se encuentran significativamente relacionadas con la degradación ambiental, por tanto, el gobierno ecuatoriano podría lograr su objetivo de un máximo crecimiento económico con una mínima emisión de CO₂ a través de la identificación de alternativas más limpias al uso de combustibles fósiles. Además, resulta esencial promover proyectos e inversiones que impulsen e incrementen el papel de fuentes de energía renovables como la solar, eólica e hidroeléctrica, por ejemplo. Desde que el precio del petróleo tiene un efecto positivo sobre la degradación ambiental y Ecuador es un tomador de precios del mismo, parece apropiado eliminar o al menos reducir los subsidios otorgados a los combustibles fósiles. La supresión de impuestos aplicados a aquellos bienes que son amigables con el medio ambiente o la adición de impuestos o cuotas sobre bienes cuyo proceso de producción es altamente contaminante también son buenas ideas con el fin de avivar la utilización de tecnologías

energéticamente eficientes que podrían mejorar la calidad ambiental. También se debería considerar la atracción de inversión extranjera para el desarrollo de nuevas y más eficientes tecnologías, de esta manera, se podría aprender sobre tecnologías avanzadas, nuevas ideas y habilidades que promuevan el crecimiento económico y degraden la emisión de CO₂.

En general, el gobierno de Ecuador podría reducir las emisiones de CO₂ y lograr un desarrollo económico sostenible en el futuro con la implementación de reformas en los precios, subsidios e impuestos aplicados sobre los diferentes tipos energías, tecnologías y productos amigables o no con el medio ambiente para de este modo motivar a los productores a utilizar técnicas alternativas amigables con el medio ambiente en sus procesos productivos y a los consumidores cambiar sus patrones de gasto a fin de lograr que la demanda de energía requerida por el crecimiento económico ecuatoriano sea satisfecha mediante la adopción de fuentes alternativas renovables, en lugar de fuentes convencionales que involucran, entre otras cosas, la quema de combustibles fósiles.

Sobre lo anterior, Ecuador ya ha iniciado su transición a una matriz energética menos contaminante, renovable y sostenible en el tiempo aprovechando su potencial hidroeléctrico y fomentando proyectos cuya generación de energía se basa sobre fuentes renovables no convencionales como la eólica, biogás, biomasa, fotovoltaica, pequeñas hidroeléctricas, mareomotriz y geotermia (MICSE, 2016). Sin embargo, los esfuerzos para esta transición, en cuanto al establecimiento de un conglomerado de acciones y lineamientos estratégicos necesarios para lograr la misma, requerirán de gran ímpetu y tiempo.

Para finalizar, se espera este trabajo sea considerado como una razón más a favor de los esfuerzos de la nación en su búsqueda por un crecimiento económico alimentado por energía proveniente de fuentes prácticamente infinitas y relativamente libres de contaminantes, ya que solo de esta manera se logrará eludir el cumplimiento de la predicción para nada optimista de Malthus (1798).

BIBLIOGRAFÍA

- Accióneconológica. (2016). *Acción Ecológica*. Obtenido de Petróleo: <http://www.accionecologica.org/petroleo>
- Acharya, S. P. (2009). Verification of Causality through VAR and Intervention Analysis: Econometric Modeling on Budget Deficit and Trade Deficit in Nepal. *NEPAL RASTRA BANK*(21), 1.
- Alkhatlan, K., & Javid, M. (Noviembre de 2013). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: An aggregate and disaggregate analysis. *Energy Policy*, 62, 1525 - 1532.
- Almeida, D. A. (Marzo de 2013). *Repositorio Pontificia Universidad Católica de Quito*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6272/T-PUCE-6453.pdf?sequence=1>
- Ang, J. B. (Octubre de 2007). CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772 - 4778.
- Ang, J. B. (Marzo de 2008). Economic Development, Pollutant Emissions and Energy Consumption in Malaysia. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 271 - 278 .
- Baldí, G., & García, E. (Julio Diciembre de 2005). Calidad de vida y medio ambiente. La psicología ambiental. *Universidades*, 9 - 16.
- Barbier, E. B., Stern, D. I., & Common, M. S. (Febrero de 1996). Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development. *World Development*, 24(7), 1151 - 1160.
- Bartelmus, P. (2013). *Sustainable economics: an introduction*. Routledge.
- Baumol, W. J., & Blinder, A. S. (2010). *Economics: Principles & Policy* (11 ed.). Cengage Learning.

- BCE. (noviembre de 2017). *Banco Central del Ecuador*. Obtenido de https://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=petroleo
- Bénassy-Quéré, A., Coeuré, B., Jacquet, P., & Pisani-Ferry, J. (2010). *Economic Policy: Theory and Practice*. Oxford University Press.
- Bhattarai, M., & Hammig, M. (Junio de 2001). Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development*, 29(6), 995 - 1010.
- Boersema, J. J., & Reijnders, L. (2009). *Principles of Environmental Sciences*. Springer.
- Buiter, W. H. (1990). *Principles of budgetary and financial policy* (Vol. 1). MIT Press Books.
- Callan, S. J., & Thomas, J. M. (2013). *Environmental economics & management: Theory, Policies, and applications*. Cengage Learning.
- Cantos, J. M., & Lorente, D. B. (2011). Las energías renovables en la Curva de Kuznets Ambiental: Una aplicación para España. *Estudios de Economía Aplicada*, 29(2), 1-31.
- Cerdas, E., Jiménez, F., & Valverde, M. (2006). *Aula de economía*. Obtenido de http://www.memoriacrisisbancaria.com/www/articulos/Crisis_Ecuador_1999-2000_Aula_Economia.pdf
- Chiriboga, M. N. (Marzo de 2004). Dos décadas perdidas: Los noventa y los Ochentas. *Cuestiones Económicas*, 20(1).
- Chow, G. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 591 - 605.
- Day, K. M., & Grafton, R. Q. (Mayo de 2002). Growth and the Environment in Canada: An Empirical Analysis. *Canadian Journal of Agricultural*

Economics/Revue canadienne d'agroeconomie, 51(2), 197 - 216.
doi:10.1111/j.1744-7976.2003.tb00173.x

- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427 - 431.
- Dinda, S. (Agosto de 2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431 - 455.
- Doan, T., Hansen, B. E., & Phillips, P. C. (Febrero de 1990). Statistical Inference in Instrumental Variable Regression with I(I) Processes. *Review of Economic Studies*, 57(1), 99 - 125.
- Dolado, J. J., & Lütkepohl, H. (1996). Making Wald tests work for cointegrated VAR systems. *Econometric Reviews*, 15(4), 369 - 386.
- Dornbusch, R., Fischer, S., & Startz, R. (2011). *Macroeconomics* (11 ed.). McGraw - Hill.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251 - 276.
- Espinosa, J. M. (2013). *Repositorio Universidad de Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4860>
- Fernández, C. G. (2011). El cambio climático: Los aspectos científicos y económicos más relevantes. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 32(4), 5 - 32.
- Field, B. C., & Field, M. K. (2017). *Environmental economics: An introduction*. McGraw-Hill.
- Fodha, M., & Zaghdoud, O. (Febrero de 2010). Economic growth and pollutant emissions in Tunisia: An empirical analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy Policy*, 38(2), 1150-1156.
- Forden, J. (2016). *Economics: A Beginner's Guide*. Oneworld Publications.

- Garay, L. J. (1998). Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996. *Biblioteca virtual del Banco de la República*.
- Ghosh, S. (Junio de 2010). Examining carbon emissions economic growth nexus for India: A multivariate cointegration approach. *Energy Policy*, 38(6), 3008 - 3014. doi:10.1016/j.enpol.2010.01.040
- Gilli, M., Mancinelli, S., & Mazzanti, M. (2014). Innovation complementarity and environmental productivity effects. *Ecological Economics*, 103, 56 - 67.
- Gilli, M., Marin, G., Mazzanti, M., & Nicolli, F. (2016). Sustainable development and industrial development: manufacturing environmental performance, technology and consumption/production perspectives. *Journal of Environmental Economics and Policy*. doi:10.1080/21606544.2016.1249413
- Goldstein, D. (2016). *GreenBiz*. Obtenido de How low oil prices can be good for the environment: <https://www.greenbiz.com/article/how-low-oil-prices-can-be-good-environment>
- GreenFacts. (2016). *GreenFacts: Facts on health and environment*. Obtenido de <http://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/bioacumulacion-bioacumular.htm>
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (Febrero de 1991). Trade, Knowledge Spillovers, And Growth. *European Economic Review*, 35(2 - 3), 517 - 526.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research*(w3914). doi:10.3386/w3914
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5 ed.). McGraw-Hill.
- Hall, C. A., Lindenberger, D., Kümmel, R., Kroeger, T., & Eichhorn, W. (Septiembre de 2009). The Need to Reintegrate the Natural Sciences

with Economics. *BioScience*, 663 - 673. doi:10.1641/0006-3568(2001)051[0663:TNTRTN]2.0.CO;2

Hamilton, J. D. (Mayo de 2009). Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08. *Brookings Papers on Economic Activity*, 40(1), 215 - 283. doi:10.1353/eca.0.0047

Haug, A. A. (Febrero de 2002). Temporal Aggregation and the Power of Cointegration Tests: A Monte Carlo Study. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, 64(4), 399 - 412.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). McGraw - Hill.

Hershey, D. R. (1989). Worrying anew over oil imports. *The New York Times*, 30.

Holton, R. J. (1992). *Economy and society*. Routledge.

InvestingAnswers. (2016). *InvestingAnswers*. Obtenido de Labor Productivity: <http://www.investinganswers.com/financial-dictionary/economics/labor-productivity-3494>

Investopedia. (2016). *Investopedia*. Obtenido de Labor Productivity: <http://www.investopedia.com/terms/l/labor-productivity.asp>

Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (Julio de 2015). The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 173 - 185.

Jesuarez. (7 de septiembre de 2016). *Ecuavisa*. Obtenido de Ecuador inicia explotación de crudo en el bloque 43 del campo ITT: <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/actualidad/191766-ecuador-inicia-explotacion-crudo-bloque-43-del-campo-itt>

Johansen, S., & Juselius, K. (Enero de 1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference On Cointegration—with Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, 52(2), 169 - 210.

- Kaufmann, R. K., Davidsdottir, B., Garnham, S., & Pauly, P. (Mayo de 1998). The Determinants of Atmospheric SO₂ Concentrations: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25(2), 209 - 220.
- Kijima, M., Nishide, K., & Ohyama, A. (Abril de 2010). Economic models for the environmental Kuznets curve: A survey. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(7), 1187 - 1201. doi:10.1016/j.jedc.2010.03.010
- Kochi, I., & López, P. C. (2013). Beyond the Environmental Kuznets Curve: Understanding the Determinants of Environmental. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 22(43), 52 - 83.
- Koop, G., & Tole, L. (Febrero de 1999). Is there an environmental Kuznets curve for deforestation? *Journal of Development Economics*, 58(1), 231 - 244.
- Kraft, M. E. (2011). *Environmental Policy and Politics* (Quinta ed.). Pearson.
- Krane, J. (28 de Abril de 2006). Iraq Oil Output Lowest Since Invasion. *The Washington Post*, 12.
- Krauss, C. (2016). *The New York Times*. Obtenido de Oil Prices: What's Behind the Volatility? Simple Economics: https://www.nytimes.com/interactive/2016/business/energy-environment/oil-prices.html?_r=0
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology* (3 ed.). Sage.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1), 1 - 28.
- Kuznets, S. (Febrero de 1973). Modern Economic Growth: Findings and Reflections. *American Economic Review*, 63(3), 247 - 58.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., & Shin, Y. (Octubre de 1992). Testing The Null Hypothesis of Stationarity Against The Alternative of A

Unit Root. How Sure Are We That Economic Time Series Have Unit Root? *Journal of Econometrics*, 54(1 - 3), 159 - 178.

Langdana, F. K. (2016). *Macroeconomic Policy* (3 ed.). Springer.

Lean, H. H., & Smyth, R. (Septiembre de 2010). Multivariate Granger causality between electricity generation, exports, prices and GDP in Malaysia. *Energy*, 35(9), 3640 - 3648.

Levy, D. M., & Peart, S. J. (22 de enero de 2001). The Secret History of the Dismal Science. Part I. Economics, Religion and Race in the 19th Century. *Library of economics and liberty*.

Li, T., Wang, Y., & Zhao, D. (Abril de 2016). Environmental Kuznets Curve in China: New. *Energy Policy*, 91, 138 - 147.

Malthus, T. (1798). *An essay on the principle of the population, as it affects the future improvement of society with remarks on the speculation of Mr. Godwin, M. Condorset and other writers*. St. Paul's Church-yard, London: J. JOHNSON.

Marshall, A. (2009). *Principles of economics* (8 ed.). New York: Cosimo.

Marwan, N. F., Kadir, N. A., Hussin, A., & Helmi, Z. A. (Diciembre de 2013). Export, Aid, Remittance and Growth: Evidence from Sudan. *Procedia Economics and Finance*, 7, 3 – 10.

Mazumder, R., & Debnath, S. (Mayo de 2016). Causality between Monetary Expansion and the Price Level in India since 1950s – A Re-Examination. doi:10.6000/1929-7092.2016.05.13

McCain, B. (9 de Febrero de 2015). The Facts Behind Oil's Price Collapse. *Forbes*.

McConnell, C. R., Brue, S. L., & Flynn, S. M. (2013). *Economics: Principles, Problems, and Policies* (Vol. 18). McGraw-Hill.

MICSE. (2016). *Agenda Nacional de Energía*.

- Mrabet, Z., Alsamara, M., & Jarallah, S. (Noviembre de 2016). The impact of economic development on environmental degradation in Qatar. *Environmental and Ecological Statistics*, 1 - 32. doi:10.1007/s10651-016-0359-6
- Murtaza, G., & Faridi, M. Z. (2014). Causality Linkages among Energy Poverty, Income Polarization, Income Poverty and Growth: A System Dynamic Modeling Approach. *30th AGM & Conference 2014, PSDE, PIDE*. Islambad. doi: 10.13140/2.1.4793.3128
- Narayan, a. K. (enero de 2004). Reformulating Critical Values for the Bounds F- statistics Approach to Cointegration: An Application to the Tourism Demand Model for Fiji.
- Narayan, P. K. (Febrero de 2005). The Saving and Investment Nexus for China: Evidence From Cointegration Tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979 - 1990.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (enero de 2010). Carbon Dioxide Emissions and Economic. *Energy Policy*. doi:10.1016/j.enpol.2009.09.005
- Oelschlaeger, M. (1995). Postmodern environmental ethics. *SUNY Press*.
- Ouattara, B. (2004). Foreign aid and fiscal policy in Senegal. *Mimeo University of Manchester*.
- Ouattara, B. (Noviembre de 2006). Aid, debt and fiscal policies in Senegal. *Journal of International Development*, 18(8), 1105 - 1122.
- Ozturk, I., & Uddin, G. S. (2012). Causality among carbon emissions, energy consumption and growth in India. . *Ekonomika istraživanja*, 25(3), 752 - 775.
- PAE. (diciembre de 2016). *Plants, animals and environment*. Obtenido de <http://www.mhhe.com/biosci/pae/glossary.html>
- Panayotou, T. (Febrero de 1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development.

- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361 - 1401.
- Pesaran, H., Shin, Y., & Smith, R. (Marzo de 2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationship. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289 - 326.
- Pesaran, H., Smith, R. P., & Smith, R. P. (Febrero de 1995). Estimating Long-Run Relationships From Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), 79 - 113. doi:10.1016/0304-4076(94)01644-F
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1998). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. *Econometric Society Monographs*, 31, 371 - 413.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335 - 346.
- Piaggio, M. (Enero de 2008). Uruguay a lo largo del siglo XX: la relación entre la contaminación atmosférica, la calidad del aire y otros determinantes. *Quantum: revista de administración, contabilidad y economía*, 3(1), 35 - 54.
- Plumer, B. (2014). Vox. Obtenido de Why oil prices keep falling — and throwing the world into turmoil: <http://www.vox.com/2014/12/16/7401705/oil-prices-falling>
- Quispe, P. D. (Diciembre de 2005). *Repositorio Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/3245/1/TFLACS-O-02-2005PDQS.pdf>
- RAE. (1 de diciembre de 2016). *Real academia española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=OIQ6yC8>

- Rafindadi, A. A. (Julio de 2016). Revisiting the concept of environmental Kuznets curve in period of energy disaster and deteriorating income: Empirical evidence from Japan. *Energy Policy*, 94, 274 – 284.
- Rao, P. K. (2010). *The architecture of green economic policies*. Springer.
- Ravallion, M., Heil, M., & Halan, J. (2000). Carbon Emissions and Income Inequality. *Oxford Economic Papers*, 52(4), 651 -669.
- Raza, S. A., Shahbaz, M., & Nguyen, D. K. (Mayo de 2015). Energy conservation policies, growth and trade performance: Evidence of feedback hypothesis in Pakistan. *Energy Policy*.
- Rentería, V., Toledo, E., Benavides, D. B., & Jiménez, D. O. (Septiembre de 2016). *Repositorio Universidad Técnica particular de Loja*. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13199/1/Renteria%20Tituana%2c%20Victor%20Rolando.pdf>
- Requate, T. (Agosto de 2005). Dynamic Incentives by Environmental Policy Instruments – A Survey. *Ecological Economics*, 54(2 - 3), 175 - 195. doi:10.1016/j.ecolecon.2004.12.028
- Restrepo, F. C. (Junio - Diciembre de 2004). Crecimiento económico y medio ambiente: Una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. *Semestre Económico*, 7(14), 73 - 104.
- Restrepo, F. C., Ramírez, A. F., & Montoya, C. P. (Enero - Junio de 2005). LA CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA COLOMBIA GRUPO. *Semestre Económico*, 8(15), 13 - 30.
- Richmond, A. K., & Kaufmann, R. K. (Octubre de 2006). Energy Prices and Turning Points: The Relationship between Income and Energy Use/Carbon Emissions. *The Energy Journal*, 27(4), 157 - 180.
- Robbins, L. (2007). *An essay on the nature and significance of economic science*. Ludwig von Mises Institute.

- Roca, J. (abril de 2003). Do individual preferences explain the Environmental Kuznets curve? *Ecological Economics*, 45(1). doi:10.1016/S0921-8009(02)00263-X
- Roca, J., Padilla, E., Farr, M., & Galletto, V. (2001). Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve by hypothesis. *Ecological Economics*, 39(1), 85 - 99.
- Salmon, F. (2016). *Fusion*. Obtenido de High oil prices and low oil prices are both bad for the environment—here's why: <http://fusion.net/story/265957/high-oil-low-oil-both-terrible/>
- Saravia, A. (2002). La curva medio ambiental de Kuznets para América Latina y el Caribe. *Documento de reflexión académica*(23), 10 - 25.
- Saschs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Schilgen, O. (enero de 2013). Energy as the Numéraire of any Given Economy. *Conference on the political economy of economic metrics*. doi:10.13140/2.1.3373.5682
- Scott, S. M. (2009). *Green economics: an introduction to theory, policy and practice*. London: Earthscan.
- Scott, S. M. (2011). *Environment and Economy*. Routledge.
- Sebri, M., & Salha, O. B. (Julio de 2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39(C).
- Selden, T. M., & HEIL, M. T. (2001). Carbon emissions and economic development: Future trajectories based on historical experience. *Environment and Development Economics*, 6(1), 63 - 83.
- Selden, T. M., & Holtz-Eakin, D. a. (Febrero de 1995). Stoking the Fires? CO2 Emissions and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85 - 101.

- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence. *World Bank Publications*, 904.
- Startz, R. (2015). *Eviews 9 User's Guide*.
- Stern, D. I. (Agosto de 2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Stern, D. I., & Perman, R. (Septiembre de 2003). Evidence from Panel Unit Root and Cointegration Tests that the Environmental Kuznets Curve Does Not Exist. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3). doi:10.1111/1467-8489.00216
- Taylor, T. (2012). *The instant economist*. Plume.
- Teec. (2016). *Tribal Energy and environmental information*. Obtenido de Oil and Gas Exploration Impacts: <https://teec.indianaffairs.gov/er/oilgas/impact/explore/index.htm>
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics*, 66(1), 225 - 250.
- Trujillo, J. C., Bermúdez, B. C., Vizcaíno, C. A., & Iglesias, W. J. (Diciembre de 2013). La curva ambiental de Kuznets (EKC): la disposición de residuos sólidos en Colombia. 21(2), 7 - 16. doi:DOI: 10.18359/rfce.653
- Valtierra, J. M. (Enero - Junio de 2010). La dieta del dióxido de carbono (CO2). *Conciencia Tecnológica*, 39, 50 - 53.
- Watts, V. (2016). *slideplayer*. Obtenido de Economics Introduction: Chapter 18. What economics is not? : <http://slideplayer.com/slide/6235723/>
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach* (6 ed.). Boston: Cengage learning.

- Xepapadeas, A. (Diciembre de 2005). Economic Growth and the Environment. *Handbook of Environmental Economics*(3), 1219-1271. doi:10.1016/S1574-0099(05)03023-8
- Zapata, H. O., & Rambaldi, A. N. (1997). Monte Carlo evidence on cointegration and causation. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 59(2), 285 - 298.
- Zeidan, S. (2014). *aljazeera*. Obtenido de Who's really benefiting from low oil prices?: <http://www.aljazeera.com/programmes/insidestory/2014/12/who-really-benefiting-from-low-oil-prices-20141221174741196603.html>
- Zilio, M. (2008). misiones de dióxido de carbono en América Latina: un aporte al estudio del cambio climático. *Economía y Sociedad*, 13(22), 5.
- Zivot, E., & Andrews, D. W. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251 - 270.

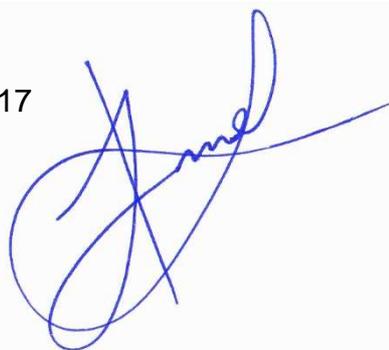
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Mera Bucheli Carlos Joel, con C.C: # 0801882499 autor del trabajo de titulación: “ANÁLISIS DE LA COMPATIBILIDAD ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DIGNIFICACIÓN AMBIENTAL EN ECUADOR, UN PAÍS PETROLERO, BAJO EL ENFOQUE AUTOREGRESIVO” previo a la obtención del título de Economista en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, marzo del 2017



Nombre: Mera Bucheli Carlos Joel

C.C: 0801882499



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ANÁLISIS DE LA COMPATIBILIDAD ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DIGNIFICACIÓN AMBIENTAL EN ECUADOR, UN PAÍS PETROLERO, BAJO EL ENFOQUE AUTOREGRESIVO		
AUTOR	Carlos Joel Mera Bucheli		
REVISOR/TUTORA	Econ. Cecilia Calderón Prieto		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas		
CARRERA:	Economía		
TÍTULO OBTENIDO:	Economista		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Marzo del 2017	No. DE PÁGINAS:	122
ÁREAS TEMÁTICAS:	Economía, Medio ambiente, Econometría		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	<i>Economía, Ambiente, hipótesis de la CAK, enfoque ARDL, procedimiento Toda – Yamamoto, Ecuador.</i>		
RESUMEN:	<p>Este trabajo investiga la compatibilidad entre el crecimiento económico y degradación ambiental en Ecuador mediante la comprobación de la hipótesis de la curva de Kuznets usando el periodo 1965 – 2015. Los objetivos de esta investigación fueron alcanzados mediante la utilización de la metodología ARDL. Para hacer frente a la multicolinealidad, errores de estimación y desconfianza del modelo, se utilizó el procedimiento sugerido por Narayan & Narayan (2010) y se incluyó fechas de quiebre. Entre los principales resultados de esta investigación se reveló que el crecimiento económico contribuye con la degradación ambiental en el largo plazo, pero no en el corto plazo. Además, los precios del barril de petróleo contribuyen a la degradación ambiental en el corto y largo plazo. Según los resultados de esta tesis, la hipótesis de la CAK no se cumple en el caso ecuatoriano. Finalmente, se provee de algunas recomendaciones para reducir los niveles de contaminación en Ecuador.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-0986953102	E-mail: ninjainpijama@outlook.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Guzmán Segovia, Guillermo		
	Teléfono: +593-4- 2200804 ext.1609		
	E-mail: guillermo.guzman@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			