PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA

Disertación previa a la obtención del título de
Economista

Crecimiento Económico y Medio Ambiente: La Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador en el Periodo 1970 – 2010

Daniel Alejandro Almeida Quinteros
dalmeidaq@gmail.com

Directora: Econ. Verónica Artola
vero_103@hotmail.com

Quito, marzo de 2013

Resumen

La actividad productiva, extractiva y consumista de la sociedad, por un largo tiempo ha dejado de considerar que el vivir en un ambiente sano es una de las necesidades más importantes. Sin embargo, en los últimos años, muchos esfuerzos teóricos y empíricos se han realizado para invertir esta concepción errónea de la economía. *"Crecimiento Económico y Medio Ambiente: La Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador en el Periodo 1970 – 2010"*, busca comprobar si en el Ecuador, el crecimiento económico basado en el indicador PIB per cápita influye positiva o negativamente en la degradación del medio ambiente basado en el indicador CO2, para ese efecto se apoya en el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK). La situación actual del medio ambiente en el Ecuador, que muestra una sobreexplotación de sus recursos y una presente degradación ambiental, se puede explicar ante el progresivo crecimiento económico. Esta hipótesis, sustentada con el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets, deja ver la historia y la tendencia del panorama ecuatoriano ambiental. Se trata de un estudio que aplica una base teórica con un enfoque neoclásico considerando sus extensiones: la economía ambiental y de los recursos naturales así como una evidencia empírica que busca obtener resultados descriptivos y comparativos en un sentido estadístico y econométrico.

Palabras clave: Curva Ambiental de Kuznets, contaminación, impacto ambiental, crecimiento, emisiones, renta, PIB.

Dedicado a mis padres, por su infinito amor, trabajo y sacrificio, por formar en mí alguien útil para la humanidad desde sus sabias y ejemplares perspectivas. A mi hermana por su gran apoyo, compañía y su ejemplo de perseverancia. Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que estuvieron a mi lado a lo largo de mi formación, porque de ellos aprendí lo bueno, lo malo y sus increíbles diferencias

.

Crecimiento Económico y Medio Ambiente: La Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador en el Periodo 1970 – 2010

Resumen **2**

Introducción **8**

Metodología de trabajo **10**

1.1 Antecedentes *10*

1.1.1 Principales problemas del sector ambiental *12*

1.1.2 Aspectos para destacar en el sector ambiental *14*

1.1.3 El escenario actual *16*

1.2 Preguntas de investigación *17*

1.3 Delimitación *18*

1.4 Justificación *18*

1.5 Objetivos *20*

1.5.1 General *20*

1.5.2 Específicos *20*

1.6 Metodología de la investigación *20*

1.6.1 Tipo de investigación *20*

1.6.2 Métodos de investigación *21*

1.6.3 Fuentes de información *21*

1.6.4 Tratamiento de la información *22*

Fundamento Teórico **23**

2.1 Evolución de la incorporación del medio ambiente en la teoría económica. *23*

2.2 Línea de pensamiento: economía ambiental y de los recursos naturales *25*

2.2.1 Economía neoclásica, ambiental y de los recursos naturales *25*

2.2.2 Economía ecológica *29*

2.3 Crecimiento Económico y Medio Ambiente *31*

2.3.1 Crecimiento Económico *31*

2.3.2 Crecimiento Económico y Desarrollo *33*

2.3.3 Crecimiento Económico Sostenible y Desarrollo *35*

2.3.4 Consideraciones teóricas sobre el vínculo entre medio ambiente y desarrollo *37*

2.4 Modelo de la Curva Ambiental de Kuznets *39*

2.4.1 La hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets *39*

2.4.2 Modelos empíricos utilizados y evidencia acumulada *44*

2.5 Argumento *49*

2.6 Evaluación del fundamento teórico *50*

Desarrollo de Productos **51**

3.1 Relación entre el crecimiento económico, la incidencia y dependencia del medio ambiente en el Ecuador. *51*

3.2 Oferta total de energía en el Ecuador *52*

3.3 Consumo de energía en el Ecuador *54*

3.4 Contaminación atmosférica en el Ecuador *56*

3.4.1 Emisiones de dióxido de carbono (CO2) *57*

3.4.2 Comparación con otros países de Latinoamérica (Brasil, Colombia, Perú y Venezuela. *59*

3.5 Modelando la CAK para el Ecuador *61*

3.5.1 Viabilidad de aplicar el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador *61*

3.5.2 Variables seleccionadas *63*

3.5.3 Cálculo de la Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador *66*

3.6 Modelo Econométrico *68*

3.6.1 Modelo para Emisiones de Dióxido de Carbono *69*

3.6.2 Proyección o Predicción *73*

3.6.3 Análisis histórico de la Curva Ambiental de Kuznets en el Ecuador *76*

3.6.4 Interpretación de la Curva Ambiental de Kuznets en el Ecuador *82*

3.7 Resultados *84*

Conclusiones **87**

Recomendaciones **89**

Referencia Bibliográfica **91**

Anexos **95**

Anexo A.1: Estudios empíricos realizados de la CAK *95*

Anexo A.2: Oferta total de energía en el Ecuador *97*

Anexo A.3: Series de tiempo ambientales y económicas *99*

Anexo A.4: Consumo energético en el Ecuador *101*

Anexo A.5: Emisiones de dióxido de carbono por actividad en el Ecuador *103*

Anexo A.6: Emisiones de dióxido de carbono por energético en el Ecuador *105*

Anexo A.7: Proyecciones *107*

Anexo A.8: Análisis econométrico de la serie: emisiones de CO2 per cápita *109*

Anexo A.9: Análisis econométrico de la serie de tiempo PIB per cápita *112*

Anexo A.10: Modelo de regresión de la CAK *114*

INDICE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Presupuesto General del Estado, asignación Sectorial Ambiente y asignación Ministerio del Ambiente *13*
Gráfico N° 2. Curva Ambiental de Kuznets *19*
Gráfico N° 3. Sistema cerrado de la economía neoclásica *26*
Gráfico N° 4. Sistema cerrado de la economía ambiental *27*
Gráfico N° 5. Subsistema abierto de la economía ecológica *30*
Gráfico N° 6. Curva Ambiental de Kuznets *40*
Gráfico N° 7. Posibles formas que puede tomar la relación entre la degradación ambiental y el crecimiento económico *42*
Gráfico N° 8. Oferta total de energía en el Ecuador *52*
Gráfico N° 9. Oferta de energía per cápita en el Ecuador *53*
Gráfico N° 10. Consumo energético en el Ecuador *54*
Gráfico N° 11. Consumo Energético per cápita en el Ecuador *55*
Gráfico N° 12. Emisiones de contaminantes per cápita agregado en el Ecuador *57*
Gráfico N° 13. Emisiones de CO2 por actividad en el Ecuador *58*
Gráfico N° 14. Emisiones de CO2 por energético en el Ecuador *59*
Gráfico N° 15. Ratio entre contaminación ambiental y crecimiento económico (1970 – 2008) *60*
Gráfico N° 16. Proceso económico-ambiental de la CAK *62*
Gráfico N° 17. Emisiones per cápita de dióxido de carbono CO2 (Ton) *64*
Gráfico N° 18. Producto Interno Bruto per cápita del Ecuador *65*
Gráfico N° 19. Población en habitantes en el Ecuador *66*
Gráfico N° 20. CAK para Dióxido de Carbono *72*
Gráfico N° 21. Pronóstico del PIB per cápita ($) *73*
Gráfico N° 22. Pronóstico de las tasas de variación de las emisiones per cápita de CO2 ..... *74*
Gráfico N° 23. Pronóstico de las emisiones per cápita de CO2 ..... *75*
Gráfico N° 24. Costo medioambiental de producir un dólar de PIB en el Ecuador *83*

INDICE TABLAS

Tabla N° 1. Actividades económicas con impactos ambientales (2010) *11*
Tabla N° 2. Relaciones entre la economía tradicional, la ecológica, la ambiental y la de los recursos naturales *43*
Tabla N° 3. Correlación y estacionariedad de la serie de tiempo *69*
Tabla N° 4. Estadígrafos del modelo de la CAK *69*
Tabla N° 5. Modelo de regresión de la CAK *71*
Tabla N° 6. Consumo y Oferta total de energía en el Ecuador *85*
Tabla N° 7. Tasa de crecimiento promedio anual: Emisiones de CO2 en el Ecuador *85*
Tabla N° 8. Tasa de crecimiento promedio anual: Variables relacionadas con la CAK *86*

Introducción

Si bien es cierto, que el más simple concepto de economía, señala que es una ciencia que estudia la forma en que la sociedad maneja sus recursos escasos para satisfacer las necesidades ilimitadas de su población; esta concepción ha sido en la mayoría de las ocasiones mal interpretada, generando una sobreexplotación de recursos naturales y una degradación ambiental.

La actividad productiva, extractiva y consumista de la sociedad, durante siglos, dejó de considerar que vivir en un ambiente sano es una necesidad indispensable para los individuos. En los últimos años, muchos esfuerzos teóricos y empíricos se han realizado por todo el planeta para invertir esta idea errónea de que se deben satisfacer las necesidades de forma ilimitada, sin tener presente los efectos nocivos al medio ambiente. Prueba de ello es la cuantiosa proliferación de informes ambientales y ecológicos[1], cumbres del planeta[2], o posiciones ideológicas adoptadas desde el punto de vista de la Economía Ambiental, De Los Recursos Naturales y Ecológica.

Por otra parte, también hay que considerar, que si bien el crecimiento económico estaba contrariado con el medio ambiente, existe evidencia empírica que señala que también ese crecimiento, alcanzando un cierto umbral o nivel de renta per cápita, puede revelar efectos positivos para el medio ambiente (Grossman-Krueger, 1991; Shafik, 1994; Selden-Song, 1994, Grossman-Krueguer, 1995; Panayotou, 1997). Sin embargo, la mayoría de estudios fueron realizados a nivel mundial y posteriormente se centraron en ámbitos más específicos como regiones (Panayotou, 1993 y Shafik, 1994 para la OECD; y, Capó, 2009 para la Unión Europea) y países desarrollados (Gallet-List, 1999 para Estados Unidos; Roca-Padilla, 2002 para España; Haisheng-Jia-Yongzhang-Shugong, 2005 y Jiang-Lin-Zhuang, 2008 para China; He-Richard, 2009 para Canadá; Burnett, 2009 para Estados Unidos; Iwata, et al., 2009 para Francia; y, Marín-Mazzanti y Ciriaci-Palma, 2009 para Italia). Más escasos fueron los estudios realizados específicamente para América Latina y el Caribe. En este sentido, cabe mencionar los estudios de Bhattarai-Hammig y Saravia, 2002 para América Latina; Correa-Vasco-Pérez, 2005 para Colombia; y, Lipford-Yandle, 2009 para México.

Desde principios de la década de los 90, el análisis de las relaciones existentes entre el crecimiento económico y las presiones ambientales, ha sido estudiado por la que se conoce como la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK) o relación en forma de U invertida entre ambas variables.

En muchos países latinoamericanos, ya se ha incorporado el tema ambiental dentro de las preocupaciones económicas del Estado. Sin embargo, los esfuerzos son aún limitados dados los escasos recursos monetarios de los que disponen, por lo tanto, es necesario observar la dinámica económica y ambiental en el Ecuador, con el fin de verificar si existe o no una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental.

[1] Informe Brutdland (1987) e Informe Meadows (1972).
[2] Cumbre de la Tierra en Río (1992) y Johannesburgo (2002)

En el Ecuador, a más de identificarse un incremento positivo en sus variables económicas durante los últimos años se ha intensificado la preocupación por el medio ambiente con resultados no muy claros sobre la reducción de la contaminación y el aumento en los niveles de degradación.
Frente a esto, verificar la existencia de la CAK en el Ecuador y posteriormente identificar su forma funcional es de suma importancia, pues va a facilitar la determinación del punto de inflexión del modelo. De encontrarse este punto, el análisis permitiría incorporar, programar y priorizar políticas ambientales adecuadas, con una orientación clara de sustentabilidad en el marco del desarrollo económico. En caso de no existir una relación significativa entre las variables propuestas, este estudio se sumaría como un aporte crítico al modelo de la CAK.

En este marco, la presente tesis busca comprobar si en el Ecuador el crecimiento económico, considerando el indicador PIB per cápita, influye positiva o negativamente en la degradación del medio ambiente, degradación que se analizará en función del indicador CO2, sustentado en el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets.

En definitiva, se trata de un estudio que aplica una base teórica con un enfoque neoclásico considerando sus extensiones: la economía ambiental y de los recursos naturales así como una evidencia empírica que busca obtener resultados descriptivos y comparativos.

La tesis se estructura de la siguiente manera: en el capítulo I se presenta los antecedentes, como introducción importante al estado de la situación ambiental ecuatoriana, para lo cual se utiliza importantes datos históricos y actualizados como las actividades económicas con mayores impactos ambientales, la asignación fiscal al Sectorial Ambiente en el Ecuador. Seguido de las preguntas, delimitación, justificación, objetivos y metodología de la investigación.

En el capítulo II, se hace una revisión teórica, donde se lleva a cabo un repaso de las principales corrientes del pensamiento económico que han incorporado el medio ambiente como una variable fundamental, la relación existente entre crecimiento económico y medio ambiente, la hipótesis teórica de la CAK con modelos empíricos y evidencia histórica, y finalmente una revisión de los modelos econométricos, que en muchos casos han comprobado la hipótesis de la CAK.

En el capítulo III, corresponde a la relación entre el crecimiento económico y la incidencia y dependencia del medio ambiente en el Ecuador, oferta y demanda total de energía, contaminación atmosférica, comparación con países de Latinoamérica, descripción del modelo econométrico, principales resultados y proyecciones.

Finalmente, en el capítulo IV se presentan las principales conclusiones y recomendaciones para profundizar el estudio de la CAK para el Ecuador, como insumo para futuros proyectos de investigación, seguido de fuentes de información y bibliografía que permitan iniciar un trabajo de investigación o posible disertación.

Metodología de trabajo

1.1 Antecedentes

Ecuador es una economía dependiente del uso de los recursos naturales y, en las últimas décadas, el país ha profundizado su dependencia en un solo recurso natural no renovable, el petróleo. Así, los productos agrícolas de exportación, cacao, café y, en particular, banano fueron gradualmente sustituidos por el petróleo al principio de los años 70. Los sectores extractivos de recursos naturales (industria petrolera, agricultura, pesca, acuacultura y forestal, entre los más importantes) representan cerca de un 40% del Producto Interno Bruto y generan aproximadamente el 80% de las exportaciones del país[3]. El sector petrolero, con una contribución al Producto Interno Bruto (PIB) total del 12% y a los ingresos fiscales del 28% y una representación del 52% de las exportaciones en el año 2010[4], muestran la gran dependencia de la economía ecuatoriana a esta actividad, y continúa siendo el motor de crecimiento económico y la fuente de sus fluctuaciones. Pero, el sector petrolero, también representa la mayor fuente de contaminación y depredación de otros recursos naturales, estimándose que en términos de externalidades negativas ambientales contribuye con al menos un 2% anual de deterioro del PIB, además, ocupa el 20,12 % del territorio nacional, y tiene presencia en un 18,5% del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE)[5]. No obstante su importante contribución a la economía nacional, las condiciones de producción y desarrollo en dichos sectores no es consistente con la sostenibilidad de los recursos en el largo plazo y afectan de manera directa a la calidad del patrimonio natural del país.

Por otro lado, la actividad forestal, con menor presencia en exportaciones y PIB es una actividad altamente depredadora que ha ocasionado la pérdida de bosque nativo por: tala ilegal, expansión de cultivos y presión de empresas petroleras y mineras. Por otra parte, la tala ilegal del bosque así como la expansión de la frontera agrícola han ido paulatinamente, provocando el cambio de uso del suelo. Según el informe de Evaluación de los recursos forestales mundiales (FAO, 2011), Ecuador registra la tasa más alta de deforestación de Latinoamérica (1,8% anual), con una pérdida anual de masa forestal de aproximadamente 200.000 hectáreas. A esto se puede añadir, que en los últimos 40 años se ha provocado una pérdida de la cobertura vegetal en un 60%; pérdida del manglar en un 70%[6], entre otros alarmantes datos que junto con sus consecuencias en el deterioro de las condiciones de vida de la población, se muestra que la tendencia de uso de los recursos naturales está socavando sistemáticamente las bases para el desarrollo del país.

Esta dicotomía del desarrollo económico plantea a Ecuador un dilema que se manifiesta en las siguientes preguntas: ¿cómo lograr un crecimiento económico sin destruir su capital natural?, ¿cómo lograr un real desarrollo sustentable en el cual se armonizan el crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental?, ¿cómo construir un desarrollo socio-económico basado en el uso sostenible de su capital natural?

[3] Banco Central del Ecuador (2011) Boletín Anuario.
[4] Id.
[5] Ministerio de Ambiente del Ecuador (2007) Análisis Ambiental País.
[6] Id.

Tabla N° 1. Actividades económicas con impactos ambientales (2010)

Principales actividades económicas	PIB (%)	Export. (%)	Impactos ambientales y sociales
Petróleo y minas	12	52	Pérdida de cobertura boscosa y biodiversidad. Contaminación de agua y suelos por derrames del producto con limitada recuperación y alto costo para la remediación. Conflictos socio ambientales y culturales.
Transporte (transporte y almacenamiento)	7,4	0	Emisiones contaminantes hacia la atmósfera: PTS, SO2, NOX, HC, y CO2.
Agrícola (banano, café, cacao, flores)	8,3	19	Destrucción bosques nativos (expansión de la frontera agrícola, cambio de uso del suelo). Erosión de suelos. Contaminación de suelos y agua y afectación a la salud humana por uso de productos químicos inadecuados. Riesgos en la seguridad alimentaria (monocultivos).
Pesca y camarón (camarón, pesca y elaborados)	2	10	Pérdida de biodiversidad (ecosistema manglar). Desplazamiento de comunidades recolectoras de moluscos, crustáceos y peces. Contaminación de ríos y estuarios por desechos sólidos y aguas residuales. Desastres naturales por construcción de diques.
Forestal (elaborados de madera y papel)	2	2	Pérdida bosques nativos (tala ilegal, deforestación198.000has/año). Pérdida de biodiversidad. Menor disponibilidad de agua. Conflictos socio ambientales. Pérdida de opciones de sustento con productos no maderables.

Fuente: Banco Central del Ecuador y Análisis Ambiental País, MAE, 2007
Elaboración: Daniel Almeida

Impactos negativos al ambiente también provienen de criterios y técnicas inapropiadas para la producción utilizadas por comunidades indígenas y campesinas. Tanto en la gran empresa como en las actividades productivas campesinas ha existido una limitada conciencia ambiental. Situación que está modificándose de manera paulatina, especialmente en el sector agrícola y en el campesinado.

Es importante destacar que el progresivo deterioro de los recursos naturales está ligado históricamente a los enfoques y políticas adoptadas por los gobiernos para el desarrollo de la productividad agropecuaria (Reforma Agraria, sustitución de importaciones, liberalización de mercados, agro exportación) decisiones gubernamentales que nunca observaron sus impactos ambientales y sociales.

El Ecuador cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), dentro del mismo se encuentra el patrimonio de áreas naturales del Estado PANE que ocupa el 18.7% del territorio nacional. Como parte del Patrimonio Forestal de Estado y en propiedad de particulares, el país posee, también una superficie significativa de bosques protectores (20%). Adicionalmente, existen grandes áreas marino-costeras reconocidas en el sistema nacional de conservación[7].

[7] Ministerio de Ambiente del Ecuador (2007) Análisis Ambiental País.

La contribución de este patrimonio natural (que en su conjunto alcanzan cerca del 40% del territorio nacional y contiene a su interior dinámicas culturales importantes, dada la presencia de comunidades locales, indígenas y afroecuatorianas)[8] al bienestar de la población y su potencial para el desarrollo nacional son enormes por la cantidad y variedad de bienes y servicios que portan la biodiversidad, el bosque, el suelo, el agua, [seguridad alimentaria, regulación hídrica y provisión de agua para consumo, para la agricultura y para generación hidroeléctrica (las áreas protegidas proveen el 60% de la energía del país); investigación científica, aprovechamiento económico bajo distintos rubros -productos no maderables, artesanía, turismo-, recreación, y otros], con efectos directos e indirectos en la generación de empleo local y en la generación de divisas a nivel nacional por turismo (44.6%)[9]. A esto contribuye notablemente el hecho de que el Ecuador es el país con mayor biodiversidad del planeta en relación a su extensión.

Pese a que en la actualidad existen esfuerzos importantes por una valoración económica del patrimonio natural, este gran potencial no está visibilizado suficientemente en las cuentas nacionales, no es un instrumento de política, ni existen aún mecanismos claros para su caracterización y su distribución equitativa[10], siendo éste (por su íntima relación con las economías campesinas e indígenas) conjuntamente con una modificación del patrón extractivo de la economía nacional, los retos más grandes de la gestión ambiental en el país.

Frente a la considerable pérdida y deterioro de los recursos naturales y la permanente amenaza a las áreas protegidas (actividades extractivas, tenencia de la tierra, tala ilegal, expansión de la frontera agrícola, colonización, etc.) un esfuerzo que debe profundizarse es el reconocimiento del valor del patrimonio natural para garantizar la continuidad de los procesos sociales, económicos, culturales y ambientales; la consideración de que no existe desarrollo posible ni viable si no hay un manejo adecuado de los recursos naturales, especialmente los recursos suelo y agua.

1.1.1 Principales problemas del sector ambiental.- El nivel de degradación y la pérdida de recursos naturales dan lugar a los conflictos ambientales del país, por el incorrecto aprovechamiento, uso, manejo y repartición de recursos naturales. Esta es la imagen de un modelo económico extractivista, que el Ecuador ha venido manejando durante varias décadas. La problemática en la gestión ambiental presenta ciertas falencias que durante las dos últimas décadas se ha ido asentando aún más:

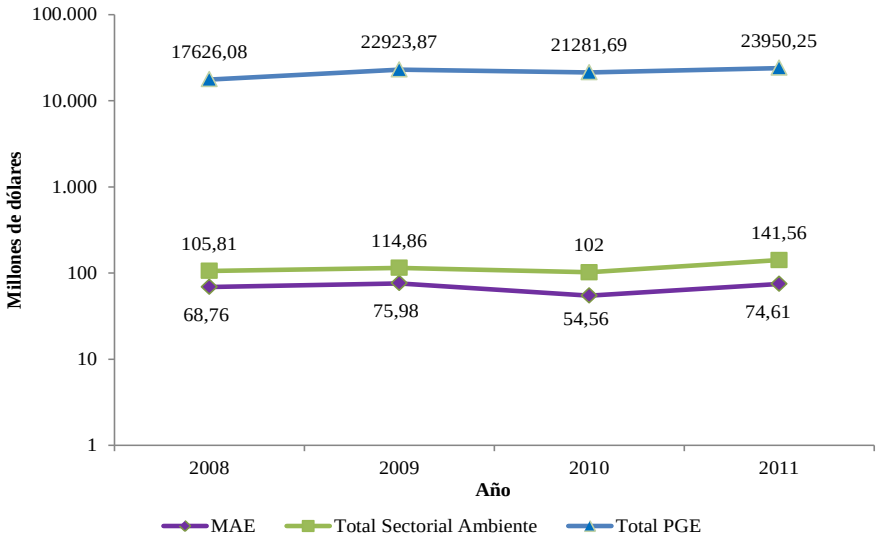
Leyes dispersas, normativas con escasas reglamentaciones y ciertas normas obsoletas, son algunas de las limitaciones para el control y castigo por delitos ambientales, generando así poca aplicación de la legislación ambiental y un mal manejo de las estrategias ambientales.

[8] Ministerio de Ambiente del Ecuador (2007) Análisis Ambiental País.
[9] Ministerio de Ambiente del Ecuador (2006) Análisis de las necesidades de financiamiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales protegidas del Ecuador.
[10] Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (2007-2016).

Desempeño débil de la autoridad por la falta de mecanismos de control y sanción, poca incidencia política que no ha permitido establecer prioritariamente los asuntos ambientales, generando políticas de desarrollo y provocando un mayor distanciamiento con las políticas social y económica; la escasa participación en las resoluciones ambientales, tanto intersectoriales como gubernamentales, y la ineficiente distribución de actividades y requerimiento de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental. Todo esto traducido a una menor credibilidad por parte de la sociedad hacia la autoridad ambiental.

Recursos fiscales escasos destinados a la gestión ambiental, debilita el papel de las autoridades referente a temas de control y sanción; impide el esparcimiento de lineamientos para la prevención y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; limita la elaboración de planes de manejo de la áreas protegidas; disminuye la capacidad de toma de decisiones y manejo de procesos cuyos recursos fiscales provienen básicamente de la cooperación internacional; y por último repercute en la capacidad de respuesta frente a los acuerdos y tratados internacionales en el tema ambiental. La inversión fiscal en ambiente desde el Presupuesto General del Estado ha tenido el siguiente comportamiento: 0,60% en 2008; 0.50% en 2009; 0.48% en 2010 y 0,59% en 2011[11]. Por otro lado, llama mucho la atención el porcentaje del gasto fiscal asignado al Ministerio de Ambiente, ya que en el año 2008 representó tan solo el 0,39% del presupuesto (68,76 millones de dólares), con una tendencia decreciente, registrándose su participación en el 2011 del 0,31% (74,61 millones de dólares)[12] (ver Gráfico Nº 1). Asimismo, las asignaciones no han respondido los compromisos propuestos en las leyes y en los programas emergentes creados en los últimos años, finalmente la asignación presupuestaria da bastante énfasis a la remediación más que a la conservación e incentivos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Gráfico N° 1. Presupuesto General del Estado, asignación Sectorial Ambiente y asignación Ministerio del Ambiente



Fuente: Ministerio de Finanzas 2008-2011.
Elaboración: Daniel Almeida

[11] Ministerio de Finanzas del Ecuador (2011) Información Fiscal y Financiera, Ejecución Anual.
[12] Presupuesto General del Estado (inicial 2011) destinado al Ministerio del Ambiente.

Falta de investigación científica sobre patrimonio natural, (áreas protegidas, sector forestal, bosques protectores, áreas marino-costeras, etc.) que influencia negativamente en el aprovechamiento sustentable de los recursos, así como en el diseño de mecanismos de control y prevención.

De toda esta problemática, la escasa asignación de recursos fiscales para el manejo ambiental, es la principal debilidad del sector y da una muestra del poco interés y valoración del Gobierno ecuatoriano hacia el mismo, así como se observa que no existe la concienciación necesaria para posicionar asuntos ambientales en las políticas prioritarias del Estado, siendo que el Ecuador depende económicamente en gran proporción de los recursos naturales.

1.1.2 Aspectos para destacar en el sector ambiental.-La evolución positiva del sector ambiental puede conceptualizarse como el nivel de posicionamiento de la dimensión ambiental en varios aspectos del desarrollo: económico, social, cultural, político, institucional, etc.; y que se observan en procesos de restauración, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Aspecto político-institucional.- Es el conjunto de normas, políticas, recursos fiscales, planificación, entre otros aspectos, que promueven un adecuado manejo ambiental y permite a la autoridad ejercer sus funciones de manera efectiva.

En ese ámbito se debe destacar:

a) La importante atención a los conceptos ambientales en la Constitución de la República, así como la creación de leyes y estrategias para la gestión ambiental;
b) La consolidación de las instancias de conducción y gestión ambiental.
c) La firma de convenios, acuerdos y tratados internacionales.
d) Preocupación del aspecto ambiental en los gobiernos subnacionales, dando mayor énfasis dentro de las agendas de desarrollo.

En este sentido se puede decir que la década de los 90's fue la década en la que el Ecuador comenzó a generar interés y preocupación en aspectos ambientales, fue la década en la que prácticamente nació la institucionalidad ambiental[13]: reformas constitucionales (1994), Constitución (1998), creación del Ministerio del Ambiente (1997), Ley de Gestión Ambiental y Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (1999); Ley de Protección de la Biodiversidad (1996); adopción de la Agenda 21 generada en la Cumbre de la Tierra (Rio, 1992) que reorientó los compromisos internacionales sobre el ambiente; durante esta década Quito, Guayaquil, Cuenca, Loja, Cotacachi tomaron medidas, aplicaron políticas, consolidaron procesos en los distintos ámbitos de la gestión ambiental (especialmente en el control de la contaminación ambiental) y múltiples municipios y consejos provinciales incorporaron la dimensión ambiental en la planificación, crearon instancias de gestión, crearon sistemas de disposición de desechos sólidos y declararon zonas de conservación en sus jurisdicciones.

[13] Entre 1970 y 1992 el Ecuador creó algunas leyes importantes como la Ley de Aguas, la Ley de control de la contaminación, y otras, y suscribió convenios internacionales.

Un aspecto importante que sucedió en esta década fue el pronunciamiento de varios grupos ambientalistas sobre la alarmante problemática ambiental a nivel de todo el país (Primer congreso ecuatoriano de medio ambiente, 1986), que inició el comienzo de una sensibilidad por este problema.

En cuanto a los instrumentos de política que pudieran promover una adecuada gestión ambiental, es la primera década de los años 2000 la que se caracteriza por la elaboración de estrategias y normas y el esfuerzo por posicionarlas a nivel local: Estrategia Nacional para el Desarrollo Sustentable (2000); Estrategia Nacional para el Desarrollo Forestal Sustentable (2001/ 2006); Estrategia de Biodiversidad (2001); normas forestales (2006/2007); reglamento SUMA (2002). Política Ambiental Nacional (2010). El principal hecho en este período fue la conformación de la Asamblea Nacional Constituyente para elaborar una nueva Constitución en la que se dé bastante interés en los avances de los temas ambientales, principalmente de los recursos naturales y finalmente el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV, 2009-2013).

Ámbito socio-cultural.- Es el conjunto de conceptos y enfoques que impulsan la participación social enfocada a la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, incidiendo también en el aspecto político e institucional.

Uno de los avances más significativos en este sentido es la consideración de "vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado" como un derecho de la sociedad (Constitución 2008), y también la incorporación del derecho a la participación ciudadana en la gestión ambiental (LGA; 1996), conceptos que han ido posicionando a la sociedad en procesos ambientales. Otros aspectos que vale la pena destacar son:

a) La consideración de los temas de conservación como uso y distribución equitativa de los recursos naturales.
b) La garantía de conservar la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos (SNAP 1998).
c) El vínculo entre producción y conservación (las industrias que producen deben considerar parámetros ambientales, y se lo ha podido poco a poco lograr mediante capacitaciones y transmisión de información), asimismo, la política económica debe incluir la variable ambiental.
d) La organización y articulación de grupos ambientalistas con una agenda de incidencia política.
e) La elaboración de instrumentos de política y gestión ambiental con participación y pensando en los intereses y necesidades de las comunidades locales.
f) El control de la sociedad a las actividades industriales con repercusión ambiental tanto del sector privado como del público, con especial interés en la contaminación ambiental, actividades mineras y petroleras en la Amazonía.

Aspecto económico.- En este ámbito son importantes los procesos de producción con un adecuado manejo del recurso agua, suelo, bosque, biodiversidad, etc.; vinculados a tecnologías limpias y amigables con el medioambiente; además de un comercio justo, y que mejore la calidad de vida y condiciones socio económicas de comunidades locales, incentivando enfoques de desarrollo como los "agro negocios", los vínculos entre producción y mercado, generando así, territorios más sustentables.

Por otro lado, es de gran importancia el crecimiento sostenido de la responsabilidad social y cada vez más generar en el país industrias con una creciente demanda por productos ambientalmente amigables. Una tendencia sobre la que aún hay mucho camino que recorrer.

Como conclusión de los avances en el sector ambiental se puede afirmar que:

a) La política institucional es la que muestra una tendencia creciente en los avances más relevantes para el manejo ambiental en el Ecuador, aun así, el mayor reto está en su actualización y real aplicación.
b) El sector económico agrícola es el que más incremento presenta en base a medidas y mecanismos de protección ambiental, debido a la presión en los estándares de comercio internacional por un lado, y por otro, por la actual política de interés en el sector rural que otorga mecanismos adecuados de manejo y protección ambiental en manos campesinas[14].

1.1.3 El escenario actual.-La característica más relevante del actual escenario es el cuestionamiento al modelo económico del país desde las décadas anteriores, evidenciando los enormes problemas económicos, sociales, ambientales y en términos de inclusión social. Para modificar esa situación el gobierno se ha propuesto:

Actual Constitución, en la cual se incluyen los avances en la temática ambiental, garantizando el uso y aprovechamiento equitativo de los recursos naturales. Cambios que deben contribuir a superar los problemas existentes de la gestión ambiental.

Aspectos tales como reducir progresivamente la dependencia económica del petróleo, que significa desarrollar y explotar otras fuentes energéticas que posee el país, mejorando las operaciones existentes y tratando con responsabilidad la opción de los biocombustibles por su relación directa con situación de los recursos naturales; revisar la problemática minera, actividad que alcanzó 442.000 has. concesionadas en 2001 (19.500 has. en 1991); racionalizar la actividad pesquera y camaronera que produce 29.000 ton/año de desechos sólidos; regular la actividad agrícola cuya superficie se alcanzó a 8’107.000 has. en 1998 (5’820.000 has. en 1981);ordenar el manejo y proteger el recurso agua; entre otros aspectos[15], son los que son considerados de manera preponderante en la vigente Carta Magna y es, en gran parte, en donde la participación de los distintos sectores sociales juega un rol decisivo. Estos problemas, además de que están socavando la base para el desarrollo del país, han sido y son fuente de grandes inequidades y conflictos socio ambientales.

Es relevante en este punto la propuesta de no explotar uno de los bloques petroleros más promisorios que tiene el Ecuador (ITT) y que se encuentra en una zona de gran fragilidad ambiental y cultural. Esta propuesta tiene gran trascendencia ambiental y es de carácter estratégico para el futuro del país (transición energética, menor dependencia del petróleo) y del planeta por su conexión con la preocupación ambiental mundial (cambio climático).

[14] Ministerio de Ambiente del Ecuador (2007) Análisis Ambiental País.
[15] Id.

Fortalecer la presencia y la capacidad del Estado frente a los grandes desafíos nacionales. Un elemento importante al respecto es la recuperación de la planificación desde el ejecutivo a través de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo -SENPLADES-. Esta responsabilidad abandonada a inicios de la década de los noventa, junto con otros aspectos de carácter político deterioró de manera sistemática la imagen del Estado y anuló su responsabilidad para tomar decisiones en función de los intereses de las grandes mayorías.

En lo que respecta al sector ambiental las implicaciones positivas de esta medida son:

a) Asumir el carácter intersectorial de lo ambiental (el Plan Nacional de Desarrollo contiene la Agenda Ambiental que fue elaborada por varias carteras de Estado).
b) La unificación y fortalecimiento de la planificación con la inversión pública en todo nivel (nacional, regional y local) para que las políticas y estrategias ambientales tengan garantía de ejecución y pueda valorarse, en el futuro inmediato la enorme necesidad de recursos fiscales que tiene el sector ambiental.
c) La reestructuración de la institucionalidad ambiental, sobre todo en la perspectiva de fortalecer la función controladora y sancionadora desde el Estado, así como de la superación de la dispersión de la aplicación de la legislación ambiental.
d) La incorporación de la variable de ordenamiento territorial a la planificación nacional desde el Estado para contribuir en la utilización adecuada del recurso suelo y agua y disminuir su deterioro, así como para racionalizar los recursos económicos y su distribución equitativa.
e) La articulación general a esta instancia de los recursos de la cooperación internacional bilateral y multilateral con el objeto de canalizarlos según las necesidades que establece el Plan en orden de prioridad, para el caso del ambiente es preciso que esta cooperación sea optimizada desde el Estado para generar mayores impactos.

No obstante, con estas propuestas gubernamentales de gran alcance para el sector ambiental, cuya aplicación será gradual y sistemática en el tiempo, es aún necesario lograr un posicionamiento político más directo a nivel estatal y social para dar sostenibilidad y legitimar este proceso de transformación.

1.2 Preguntas de investigación

1. ¿De qué manera, el incremento del ingreso per cápita, como indicador de crecimiento económico, revela efectos de conservación o degradación en el medio ambiente en la economía ecuatoriana en las últimas décadas?

2. ¿Cuáles han sido los acontecimientos más relevantes, que hayan podido influir en la relación entre el crecimiento económico y degradación ambiental?

3. ¿Cómo la explotación de recursos naturales, ha generado riqueza en la economía ecuatoriana y a su vez impactos en el medio ambiente?

1.3 Delimitación

El estudio se realiza en el Ecuador y el análisis de los datos se profundiza a nivel nacional, pues existen ciertos indicadores como el PIB, que no se expresan a nivel local o seccional. Los años que se analizan en esta investigación son los comprendidos entre 1970 y 2010, debido a dos motivos fundamentales:

A nivel global, desde los años 70´s, surge el ambientalismo dentro de un enfoque económico basado en una visión neoclásica. A nivel nacional y económico, empieza la dependencia económica del petróleo; el cual afecta al proceso global de desarrollo del Ecuador en términos de modelo económico y del proceso de acumulación de capital, como caracterizado por la modernización del aparato económico (rápido proceso de desarrollo de las fuerzas productivas), el crecimiento de las actividades domésticas y, el apoyo en la penetración del proceso técnico y en la introducción progresiva de dotaciones crecientes de capital que fueron estimuladas por las políticas gubernamentales. Es decir, se produce la transformación de la base productiva del país en el marco de un desarrollo capitalista.

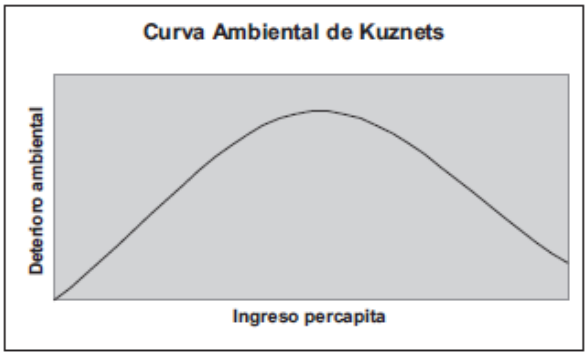
1.4 Justificación

La relación entre economía y medio ambiente es uno de los campos de investigación más fuertes en el ámbito académico ambiental desde los inicios de la década de los setenta. Más precisamente, la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente desarrollada en Estocolmo en 1972 constituye el punto de referencia en la toma de conciencia internacional sobre la existencia de un problema ambiental ligado al desarrollo económico. Este acontecimiento, el primero desde un punto de vista cronológico, resalta el derecho humano al medio ambiente a la vez que destaca la necesidad de incluir el objetivo ambiental en las políticas económicas. Posteriormente, se han ido sucediendo un conjunto de informes, conferencias y estudios que han vinculado los problemas ambientales con el desarrollo económico y han propuesto medidas para compatibilizar crecimiento y protección ambiental. Entre ellos, cabe resaltar el conocido informe "Los límites del crecimiento" (Meadows, 1972), en el que se analizan los enormes impactos ambientales derivados del desarrollo económico. El informe plantea que el crecimiento económico ejerce un efecto escala sobre el medioambiente. Así, un aumento del volumen de actividad económica conduce *per se* a una aumento de la degradación ya que el incremento de la producción requiere mayor cantidad de inputs, incluidos recursos naturales no renovables. Además, una mayor producción conlleva un incremento de las emisiones y de los residuos que también contribuyen a la degradación ambiental. De esta forma, el propio desarrollo acaba representando un peligro para la propia supervivencia del esquema de producción y consumo existente, a consecuencia de la superación de la capacidad de asimilación del medio y de la degradación ambiental que ello supone. En este contexto, el informe llega a recomendar un crecimiento 'cero' para evitar mayores daños y el colapso del sistema.

Más allá de la radicalidad de las propuestas, el "Informe Meadows" representa uno de los extremos en el análisis de las relaciones que mantienen crecimiento y medio ambiente, constituyendo su vertiente más "pesimista". Así, existe una visión contrapuesta, que afirma la existencia de una relación positiva entre crecimiento económico y calidad ambiental, de forma que el desarrollo económico puede ser la "cura" de la propia enfermedad que está generando (Pearson, 1994). Este nuevo argumento en la relación entre desarrollo económico y medio ambiente, que permite conciliar la preocupación por la sostenibilidad con la búsqueda del crecimiento, se inicia a principios de la década de los noventa, y es conocido en la literatura como la Curva Ambiental de Kuznets (CAK)[16].

La hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets sostiene la existencia de una relación en forma de U-invertida entre crecimiento económico y deterioro ambiental, intentando demostrar que a corto plazo el crecimiento económico genera un mayor deterioro medio ambiental, pero en el largo plazo, en la medida que las economías son más ricas, se plantea que el crecimiento económico es beneficioso para el medio ambiente, esto es, la calidad del medio ambiente mejora con el incremento en el ingreso, como se presenta en el gráfico No. 2.

Gráfico N° 2. Curva Ambiental de Kuznets



Fuente: CORREA RESTREPO, FRANCISCO; VASCO RAMÍREZ, ANDRÉS FELIPE; PÉREZMONTOYA, CATALINA. (2005). "La Curva Ambiental de Kuznets: Evidencia Empírica para Colombia.

Sin embargo, tal evidencia se ha encontrado sólo en países desarrollados. Ahora, basados en una evidencia empírica, este estudio explora la validez de la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador, analizando adicionalmente el impacto que variables relevantes, generan sobre el medio ambiente.

En el Ecuador, durante la última década, los diferentes gobiernos han incorporado de cierta manera políticas orientadas a la protección ambiental en sus decisiones. No obstante, es importante considerar, frente al crecimiento económico que se ha dado paulatinamente, el impacto de esas acciones en la realidad de una forma cuantitativa y cualitativa.

[16] La CAK fue anunciada como tal por primera vez en el reporte del Banco Mundial titulado "Desarrollo y Medio Ambiente" (WB 1992).

La protección ambiental se ha convertido en una de las preocupaciones del Estado, principalmente por la concepción acertada que asumió el país en considerar las funciones económicas que brinda el medio ambiente a la sociedad (proveedor de recursos, asimilador de residuos, generador de utilidad y sostén de vida). Por lo tanto, es necesario observar la dinámica económica ambiental del Ecuador; puesto que, algunos datos en ciertos países sugieren que la contaminación aumenta en las primeras fases de crecimiento, pero disminuye cuando se ha llegado a un cierto nivel de renta. Dado que el nivel de ingreso per cápita en el Ecuador ha ido incrementándose año tras año, no se puede tener certeza hasta que niveles de ese crecimiento ha aumentado el nivel de degradación ambiental. Frente a esto, construir la CAK para el Ecuador es de suma importancia pues va a facilitar la determinación del punto de inflexión entre crecimiento económico y degradación ambiental. En donde, por un lado el crecimiento económico va a ser coherente con un proceso de degradación ambiental y, por otro va a ser coherente con la disminución de la contaminación y su protección ambiental. En virtud de esto, el país va estar en la capacidad de incorporar, programar y priorizar políticas ambientales efectivas y medir su impacto, con una orientación clara de sustentabilidad en el marco del desarrollo económico.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Analizar la posible existencia de una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental en el Ecuador, bajo la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets.

1.5.2 Específicos

a) Determinar el efecto del aumento del ingreso per cápita, como indicador de crecimiento económico, en el medio ambiente.

b) Analizar el impacto de los acontecimientos más relevantes que pudieran haber influido en la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental.

c) Establecer el impacto de la explotación de recursos naturales en la riqueza nacional y degradación ambiental.

1.6 Metodología de la investigación

1.6.1 Tipo de investigación

Este estudio utiliza un tipo de investigación aplicada, al buscar evidencia empírica de la CAK, para poder establecer ciertos antecedentes y teorías sobre el tema, formar los modelos econométricos con las variables e indicadores planteados y finalmente interpretar la curva obtenida.

1.6.2 Métodos de investigación

Con la finalidad de que la información de la investigación sea objetiva y consecuente con la realidad que se pretende interpretar se utilizará el método científico de investigaciones con enfoques de tipo exploratorio en base a la información secundaria disponible y de tipo descriptivo y analítico mediante información primaria obtenida.

También se aplica el método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios partiendo de un modelo de regresión econométrico para concluir y relacionar de una manera general el PIB per cápita con la variable contaminante seleccionada en el Ecuador, mediante enlace de juicios ambientalistas y de crecimiento económico particulares, a un nivel histórico comparado y descriptivo; el análisis, en la interpretación de la CAK y su punto de inflexión, mediante la separación de un conocimiento de las partes que lo estructuran hallando principios, relaciones, coincidencias y dependencias; la síntesis, en la reestructuración de todo el conocimiento adquirido en una forma condensada a través de un proceso progresivo y sistemático el cual permita plantear un nuevo conocimiento; y, la experimentación, para observar los elementos propuestos y sustentar con los modelos econométricos que respaldan la CAK. La estimación de las ecuaciones se realiza con la ayuda del programa econométrico E-Views 7.0, que provee de mayores facilidades al momento de trabajar con regresiones.

1.6.3 Fuentes de información

Para el desarrollo de la presente investigación se identifican diferentes tipos de información. Para entender la problemática, se usan a la par, fuentes primarias o directas, que proporcionan datos de primera mano; y, fuentes secundarias, que abarca evidencia teórica y empírica que tenga relación con el problema en estudio. Por otro lado, para el desarrollo de la disertación, se usa principalmente fuentes primarias; y, en menor porcentaje fuentes secundarias. Así pues, por lo general, los datos obtenidos de las fuentes de información considerando su accesibilidad, periodicidad y confiabilidad provienen de distintas instituciones, tanto nacionales como internacionales.

De esta manera, los indicadores usados en los antecedentes proceden de instituciones como: Ecociencia, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), *World Resources Institute* (WRI), Banco Mundial, Banco Central del Ecuador (BCE) y Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador (MEF).

Mientras tanto, las series de tiempo en datos anuales, a nivel nacional, usadas para el desarrollo temático relacionado específicamente con la construcción de la CAK, proceden, tanto para la parte ambiental como para la parte económica del Sistema de Información Económica Energética de la Organización Latinoamericana de Energía (SIEE-OLADE).

Además, se debe considerar que hay estudios hechos de la CAK, en otros países, los cuales muestran la certeza de la metodología del modelo que se propone. Sin embargo, la construcción en sí de la curva puede no darse, por tendencias exógenas de las variables particulares del país de aplicación del estudio, en este caso de Ecuador.

Se establece que la disponibilidad de tiempo, es la normal para los alcances de los objetivos; y, el costo es mínimo, pues el acceso a la información es factible, tratando en la medida de lo posible utilizar datos oficiales.

1.6.4 Tratamiento de la información

En lo referente a las fuentes de información primarias para la revisión de literatura, se usan libros (Teoría Ambiental, Econometría y Crecimiento Económico), artículos de publicaciones periódicas, algunas tesis de la CAK realizadas en el mundo (ver bibliografía), documentos oficiales, trabajos presentados en conferencias o seminarios, estadísticas publicadas y testimonios de personas que en base a su conocimiento pueden aportar al desarrollo de la investigación (aplicada a personas conocedoras del tema entre los cuales constan economistas de la Facultad de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Mientras que en lo que concierne a las fuentes de información secundarias para la revisión de literatura se usan resúmenes de la teoría económica ambiental y varias páginas de Internet relacionadas con el tema.

Hay que añadir que para la investigación se contó con el apoyo de la Economista, Verónica Artola, quien tiene la experiencia necesaria tanto teórica como práctica en lo concerniente al tema ambiental.

Fundamento Teórico

2.1 Evolución de la incorporación del medio ambiente en la teoría económica.

"…El modo como la investigación científica hace sus preguntas con respecto al mundo natural y humano que aspira a explicar estará siempre influido por factores sociales, culturales y políticos. Así pues, las actitudes con respecto a la naturaleza y su preservación/conservación variarán a medida que evolucione la humanidad y la naturaleza" (Pearce y Turner, 1990: 32).

En este sentido, de manera frecuente el ser humano y su entorno han estado a lo largo del tiempo coexistiendo de una forma confrontada, radicalizada en dos momentos primordiales de su historia:

El primero, se da en el neolítico con la creación de la agricultura y la domesticación de los animales, donde se utiliza la energía solar. De esta forma, la humanidad logra administrar stocks alimenticios, dejando de depender de los excedentes de producción de los sistemas naturales obtenidos a través de recolecciones; con lo que abandona un nicho más en la biosfera para convertirse en una especie capaz de aumentar constantemente su stock demográfico por encima de cualquier previsión ecológica, siendo capaz de ir aumentando sus consumos *extrasomáticos o exosomáticos*[17] de energía encaminados a la creación de artificios culturales y no a la supervivencia estricta[18].

Un segundo momento, se da con el conjunto de transformaciones económicas y sociales ocurridas en el proceso de industrialización (siglos XVIII y XIX). Principalmente, se da por la captura de la energía fósil, puesto que se dejó de depender únicamente del sol a través de las plantas para recurrir a la utilización de un sol fosilizado (carbón mineral y petróleo). De esta manera, se pasa del uso de la maquina al uso del motor (Blanco, 2006).

Ambas revoluciones, generarían un distanciamiento entre el ser humano y su entorno, pues al hombre solo le interesarían aquellos objetos que sean producibles, valorables e intercambiables. Así pues, si se toma la historia del pensamiento económico, se puede enfatizar que desde la época antigua ha existido casi como única preocupación, la actividad económica y los elementos que la conforman, sin tomar en cuenta los efectos que ésta podría causar al ambiente.

[17] Fuera del cuerpo o sin relación a él.

[18] Un paso que supuso la distorsión de las cadenas tróficas y de las pirámides de biomasa con la introducción forzada de excedentes en los sistemas naturales generando un proceso que no estaba previsto en los mecanismos ecológicos.

En 1776, se estableció el pensamiento económico de una manera más formal con "Adam Smith"[19], dando origen a la economía clásica que se apoya en el poder del mercado para estimular tanto el crecimiento como la innovación, sin considerar los efectos que esto podría causar en el medio ambiente[20].

Más tarde, en 1870, surge la escuela neoclásica[21]; señalando que los precios están en función de la escasez y se los obtiene analizando interactivamente oferta y demanda, donde la intervención estatal se justifica cuando aparecen fallos de mercado.

En la década de 1970, el surgimiento del ambientalismo bajo un enfoque económico (visión neoclásica), se da como alternativa a un paradigma productivista a raíz del boom tecnológico de intensificación en el uso de recursos y factores (capital financiero, mano de obra y tierra) y, a un comportamiento de confort y consumismo acelerado. Esto se evidencia en la crisis petrolera, por la insostenibilidad de un crecimiento económico exponencial a partir de un medio natural limitado. En esta década, *"…la contaminación se intensificó y se extendió, lo que elevó la conciencia ecológica en algunos sectores de las sociedades industrializadas, dando lugar a nuevas ideologías ambientalistas, siendo algunas de estas contrarias al crecimiento económico*" (Pearce y Turner, 1990: 39).

En 1987, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, impulsa un estudio denominado "Nuestro Futuro Común" o "Informe Brundtland", centrado en el calentamiento global, los peligros que corre la capa de ozono, la desertificación y la declinación de la biodiversidad; señalando que la tecnología tiene la capacidad de mitigar, renovar y reciclar los recursos naturales (escasez relativa y sustentabilidad débil). En base a este informe, comenzaron a impulsarse esfuerzos globales sobre el medio ambiente como: las Cumbres de la Tierra (Estocolmo, 1972; Río, 1992; Berlín, 1997; Kioto, 1997; Buenos Aires, 1998; Marrakech, 2001; y, Johannesburgo, 2002), el informe "Más Allá de los Límites del Crecimiento"[22](Madrid, 1992), la reunión sobre "Población y Desarrollo" (El Cairo, 1994), la reunión sobre "Pobreza, Población y Desarrollo Económico" (Copenhague, 1995), el Protocolo de Kioto (1997), la Cumbre de Bali (Indonesia, 2007) y la Cumbre de Copenhague (Copenhague, 2009).

En definitiva, la agudización de los problemas ambientales ha llevado al reconocimiento de la necesidad de hacer cambios en el modelo económico vigente. Esto ha llevado a la consolidación de todos los aportes teóricos para crear alternativas que de alguna manera permitan generar un menor impacto ambiental y una mayor protección ecológica al planeta. De esta manera, se pueden señalar dos tendencias ambientalistas: la economía ambiental y de los recursos naturales (basadas en el informe Brundtland) y, la economía ecológica (basada en el informe Meadows).

[19] Esto se da con la publicación de la "Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones", la cual se basa en la mano invisible, el individualismo racional, la libre competencia y los gobiernos como servicios de vigilancia.

[20] Aunque bastante pesimista con respecto a perspectivas de crecimiento a largo plazo, pues lo veía como una fase temporal entre dos posiciones estables de equilibrio, con una posición final de existencia con un nivel de subsistencia inmóvil: el estado estacionario.

[21] Basada en el análisis marginal, el teorema del bienestar, el comportamiento racional y la conceptualización paretiana de la eficiencia. Entre los autores marginalistas más destacados se pueden citar: Jean Say, August Cournot, Lauderdale, Long Field, Samuel Bailey, Nassau Señor y Von Thünen.

[22] Con nuevas evidencias sobre el agotamiento de ciertos límites, se llega a la misma conclusión de hace 20 años, según la cual el planeta alcanzaría su frontera de desarrollo físico en el plazo de 100 años, si no cambian las tendencias económicas y de crecimiento de la población. Y advierten que hay que elegir entre el futuro sostenible y el colapso global.

La "economía ambiental" y "la economía de los recursos naturales"[23] aunque no son lo mismo, se fundamentan teóricamente en la economía neoclásica, basando su análisis en los fallos de mercado y la internalización de las externalidades. Sin embargo, difieren específicamente en que la primera se centra en modelos de gestión de recursos naturales (derechos de propiedad); y, la segunda, en las teorías del capital, basados en el estudio e identificación de la senda óptima de explotación de recursos renovables y no renovables. Algunos de los postulados de estas visiones son: la sustentabilidad débil, la escasez relativa, la conservación, la visión de un flujo circular cerrado del ingreso, el valor instrumental de la naturaleza y el tecnocentrismo.

Por su parte, la "economía ecológica"[24] procura subsanar la escasa atención que los neoclásicos habían prestado al incremento exponencial de los insumos de materias primas tomadas del ambiente y de los desechos que van a parar a éste. Rechazan la posibilidad de que la producción material crezca indefinidamente, acudiendo a explicaciones físicas y termodinámicas de los procesos económicos. Impulsan el reúso, el reciclar y la reparación. Algunos de sus postulados son: la sustentabilidad fuerte, la escasez absoluta, la preservación, el sistema económico como subsistema abierto del medio ambiente global, la presencia en los recursos naturales de valores de uso y no uso y, el ecocentrismo.

En definitiva, la evolución histórica del ambientalismo en la teoría económica ha tenido un largo proceso de conformación. Frente a esto, los impactos negativos que ha sufrido el medio ambiente, resultado de la actividad económica, pueden ser examinados de mejor forma. De esta manera, el análisis de la degradación ambiental frente al crecimiento económico, apoyada en el modelo de la CAK, es un aporte importante para este diálogo entre economía y ambiente.

2.2 Línea de pensamiento: economía ambiental y de los recursos naturales

2.2.1 Economía neoclásica, ambiental y de los recursos naturales

La economía neoclásica parte del cambio epistemológico de la teoría objetiva del valor a la teoría subjetiva del valor (revolución marginalista)[25]. De acuerdo al análisis marginal, el consumidor natural que es el *homoeconomicus*, adopta un comportamiento racional y egoísta que define todas sus relaciones. Además, es utilitarista porque cada individuo tiene su propia percepción de cuál es la magnitud en que su necesidad ha sido satisfecha. Por tanto, las decisiones económicas son individuales, donde la búsqueda del interés individual mejorara el bienestar de la sociedad.

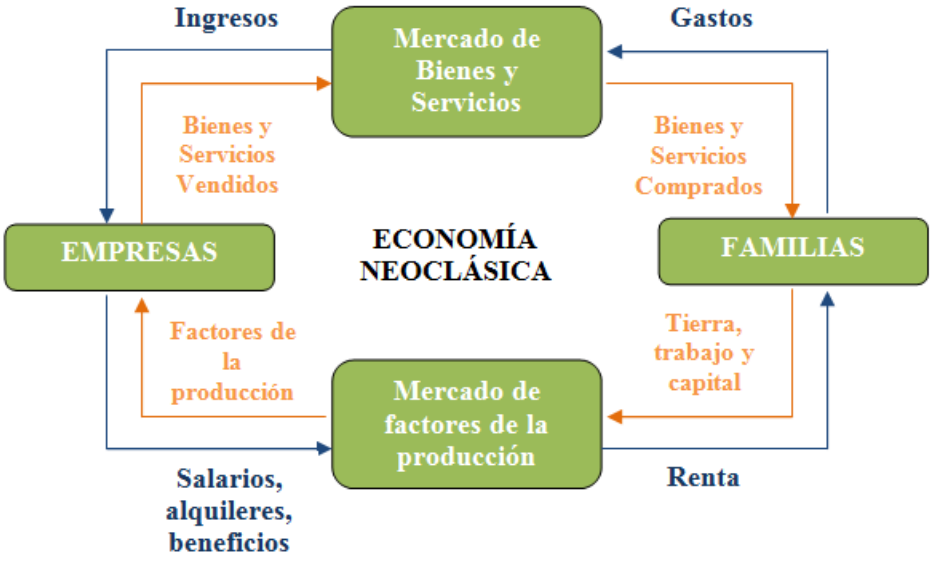
[23] En la sección de líneas de pensamiento del marco teórico se desarrolla más extensamente la posición ambiental y de los recursos naturales.

[24] En la sección de líneas de pensamiento del marco teórico se desarrolla más extensamente la posición ecológica.

[25] Hace referencia al rápido éxito de la aplicación del principio de la utilidad marginal decreciente (década de 1880 y 1890) y su descubrimiento simultáneo e independiente por tres autores sin relación alguna previa: Jevons (británico), Menger (austriaco) y Walras (francés). Alfred Marshall también tenía madura la idea de la utilidad marginal decreciente.

El paradigma neoclásico, basa su análisis en el criterio paretiano[26], donde todo equilibrio competitivo es un óptimo paretiano y bajo ciertas condiciones cualquier óptimo de Pareto es un equilibrio competitivo (Pearce y Turner, 1990).

Gráfico N° 3. Sistema cerrado de la economía neoclásica



Fuente: Martínez y Roca, 2001.
Elaborado por: Daniel Almeida

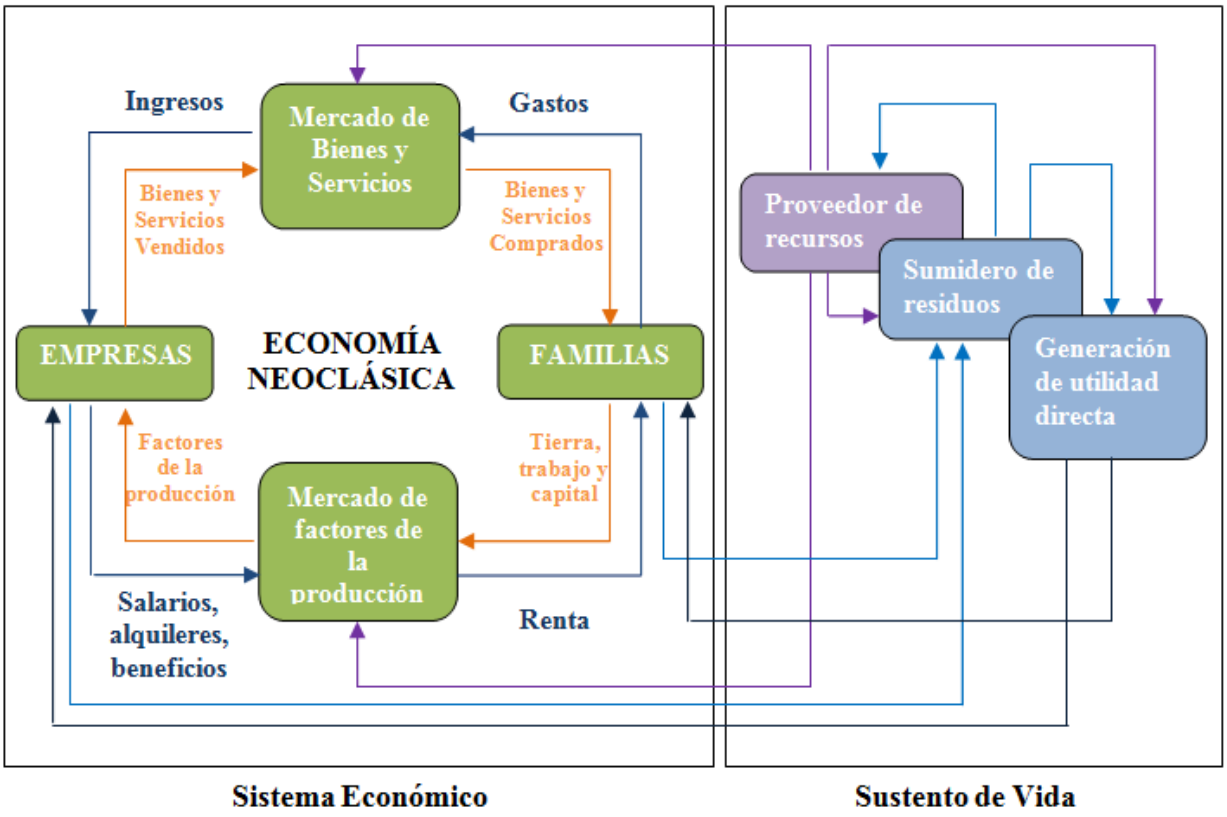
La economía neoclásica o tradicional es un sistema cerrado o circular entre mercados de bienes y servicios, mercados de factores de producción, empresas y familias, relacionados por flujos de bienes y servicios, y flujos monetarios (ver gráfico Nº 3). La economía ambiental, simplemente incorpora el medio ambiente al análisis económico, el cual participa cumpliendo funciones económicas tales como la provisión de recursos, la asimilación de residuos, la generación de utilidad directa y el sostén de vida (ver gráfico Nº 4). Frente a esto, se deben respetar las leyes de la sustentabilidad y tomar en cuenta la complementariedad y el intercambio, con respecto al nivel de vida y su relación con el capital natural.

Es necesario señalar que las reglas de la sustentabilidad se basan en *"usar siempre los recursos renovables de tal modo que el ritmo de extracción (ritmo de uso) no sea mayor que el ritmo de regeneración natural y mantener siempre los flujos de residuos al medio ambiente al mismo nivel, o por debajo, de su capacidad de asimilación"* (Pearce y Turner, 1990: 74); mientras la complementariedad e intercambio buscan *"asegurar que, a medida que mermen los recursos no renovables, la reducción de sus existencias se vea compensada con el aumento de los recursos renovables y hacer posible el mantenimiento de un nivel de vida dado, a partir de unas existencias de recursos en disminución"* (Pearce y Turner, 1990: 75).

[26] Una situación de óptimo de Pareto es aquella en que resulta imposible que la situación de un individuo mejore sin que la de otro empeore, donde mejor quiere decir más preferible y peor implica menos preferible.

De esta forma, el supuesto general sobre el que se asienta la economía ambiental es la sustentabilidad débil, que *"…tiene dos características básicas: la complejidad de funciones que tiene el patrimonio natural, y se suponen enormes posibilidades de sustituir capital natural por capital fabricado"* (Martínez y Roca, 2001: 374). Aquí se destaca el rol de la tecnología, pues ésta minimiza los impactos ambientales, alarga el proceso de vida útil de los recursos y facilita la búsqueda de sustitutos menos contaminantes. Es decir, la tecnología tiene la facultad de revertir, recuperar, renovar, reciclar y reusar los recursos naturales y, mitigar los impactos negativos que se generan al medio ambiente.

Gráfico N° 4. Sistema cerrado de la economía ambiental



Fuente: Martínez y Roca, 2001.
Elaborado por: Daniel Almeida

Otros supuestos básicos de la economía ambiental son: la escasez relativa de los recursos, la presencia de criterios de optimalidad eficientes y eficaces, el enfoque micro de los análisis individuales por recurso y, la consideración de necesidades presentes y futuras. En suma, lo que busca esta tendencia es la conservación del medio ambiente mediante el uso racional y restringido de los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras, considerando que dichos recursos son sustituibles y limitados. Hay que tener en cuenta que la economía ambiental considera que la contaminación no debe ser un obstáculo para el crecimiento, mientras que la economía de los recursos naturales considera que la necesidad del uso de recursos naturales, para el crecimiento no debe ser un limitante para éste (Van Hauwermeirn, 1999). Así, cuando la corriente que domina es la economía de los recursos naturales, el estudio de la extracción y el agotamiento de los recursos naturales no renovables y el manejo de los recursos renovables se convierte en una prioridad. Mientras que cuando el dominio es de la economía ambiental, se estudia la contaminación resultante de la inyección de desperdicios de la economía en la naturaleza; simplemente hay que internalizar en los precios, costos externos, mediante impuestos o definiendo derechos de propiedad (Van Hauwermeirn, 1999).

La economía ambiental como se observó en los supuestos de la economía convencional, se aproxima mucho más en sus análisis a la "*crematística"* que a la "*oikonomía*"[27] a diferencia de la economía ecológica.

Los principales instrumentos y herramientas utilizados en la economía ambiental son: el manejo de incentivos económicos (impuestos, subvenciones y permisos), métodos de valoración de los recursos naturales (costo de desplazamiento, valoración participación / unidad día, precios hedónicos, valoración contingente, transferencia de beneficios, etc.), análisis costo-beneficio para la toma de decisiones y la internalización de externalidades para el establecimiento de niveles óptimos de contaminación con criterios de mercado (Pearce y Turner, 1990).

La economía ambiental está sustentada en la ideología tecnocéntrica, la cual indica que las personas están separadas del medio natural, pues el medio natural tiene un valor de uso para las personas, en última instancia las personas controlan el medio natural. Frente a esto, se sostiene que las personas poseen capacidades excepcionales que les permite idear respuestas tecnológicas nuevas a los problemas ambientales.

La teoría neoclásica, ambiental y de los recursos naturales tiene una gran importancia para esta investigación, por ser el sustento teórico para verificar el cumplimiento del modelo de CAK, por considerar que no es limitante la degradación ambiental y la explotación de los recursos naturales para el crecimiento económico.

[27] Puede definirse, como la administración del hogar, con el fin de incrementar a largo plazo, el valor de uso para todos los miembros de la familia.

2.2.2 Economía ecológica[28]

Este nuevo enfoque surge como una crítica a la economía convencional, y se basa en las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el conjunto de los sistemas físico y social, donde el planeta es un sistema abierto a la entrada de energía solar. Según esta teoría, la economía está sujeta a entradas de energía y materiales; así como, a la producción de residuos (calor disipado o energía degradada y residuos materiales)[29]. Por ese motivo, busca contabilizar los flujos de energía y los ciclos de materiales y, analizar las discrepancias entre el tiempo económico y biogeoquímico. Así pues, la economía ecológica tiene como objetivo lograr la sustentabilidad ecológica de la economía, sin recurrir a un solo tipo de valor expresado en un único numerario, trascendiendo al incluir también la evaluación física de los impactos ambientales de la economía humana (Martínez y Roca, 2001).

La economía ecológica, siendo de una visión sistemática y transdisciplinaria, señala que la actividad económica está centrada en la utilización de los ecosistemas (incluyendo a los seres humanos), donde gran parte del patrimonio natural no es substituible por el capital fabricado. Propone como alternativa medir la sustentabilidad ecológica mediante indicadores biofísicos en vez de los indicadores económicos generalmente utilizados. Por ese motivo, se deben incluir en el análisis las leyes de la termodinámica[30], *"la imposibilidad de generar más residuos de los que puede tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas"* y *"la imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos, más de lo que se puede considerar como su rendimiento sustentable o renovable"* (Van Hauwermeirn, 1999: 75).

Frente a esto se recomienda, usar los recursos renovables a una tasa que no exceda a la de renovación, usar los recursos agotables a una tasa que no supere a la de substitución (por recursos renovables), generar residuos en la cantidad que el ecosistema sea capaz de asimilar o reciclar y, preservar la diversidad biológica. Por todo ello, cuestiona los factores económicos, sociales e institucionales que son la base de los problemas ambientales (Van Hauwermeirn, 1999).

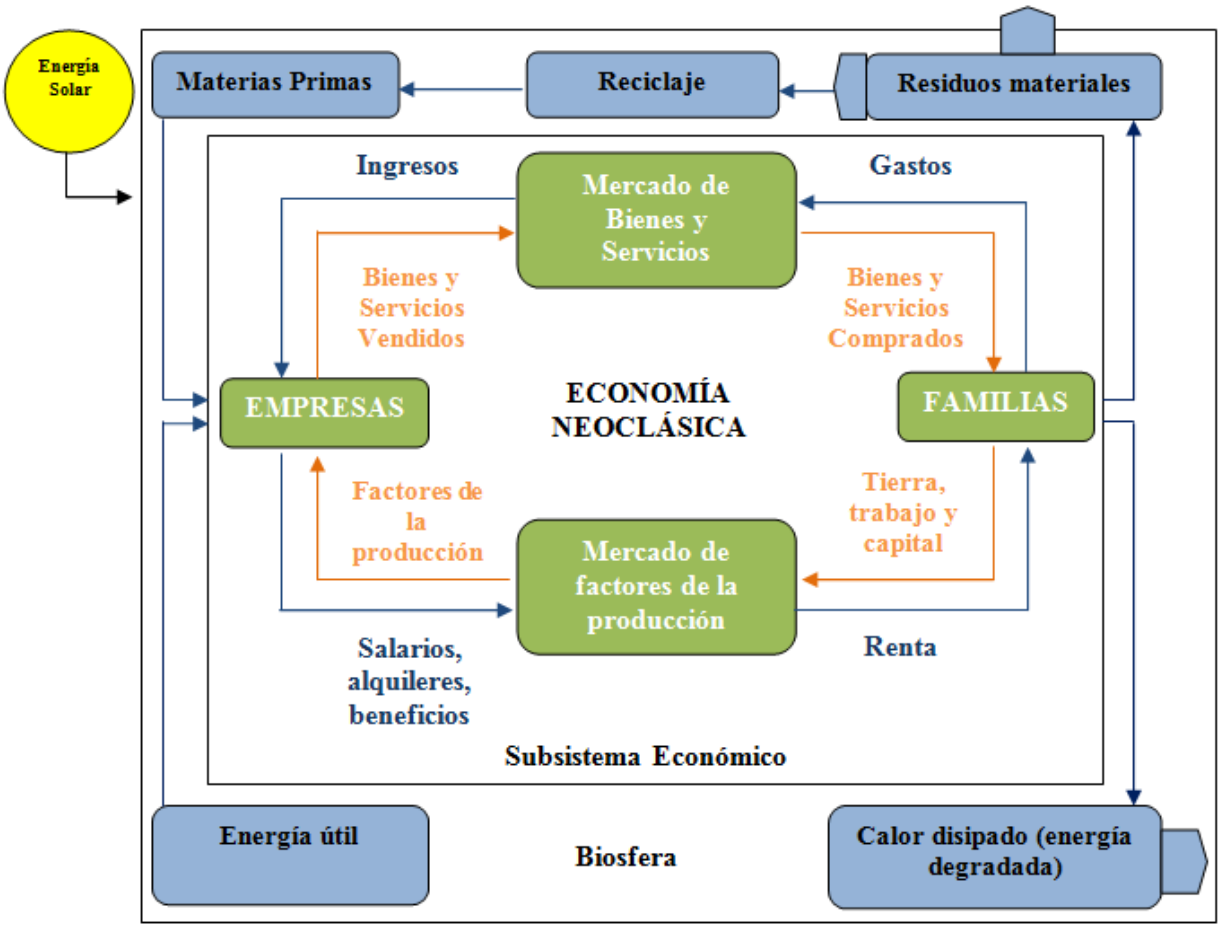
La economía como subsistema abierto dentro de la biosfera, exige para su funcionamiento un suministro adecuado de energía y materiales, la capacidad de la biosfera de absorber desechos y el mantenimiento de la biodiversidad. En este sentido, existe una descripción física de la economía en la que se hace una clara distinción entre producción y extracción, puesto que el tiempo económico para extraer y agotar recursos es muy diferente al tiempo biológico necesario para producirlos (Van Hauwermeirn, 1999).

[28] Sus principales defensores son: Kenneth Boulding (1966), Nicolás GeorgescuRoegen (1971), Robert Heilbroner (1974) y, Daly, Erlich, Naredo y Martínez Alier (actualmente).

[29] Mediante el reciclaje (por el mercado y por la naturaleza) estos, pueden volver a ser parcialmente utilizados.

[30] La primera ley o postulado de la termodinámica (ciencia de la energía y de sus transformaciones), enunciado en 1840, dice que la energía se conserva; por tanto, la energía del petróleo (o del carbón, o del gas) quemado no se pierde sino que se transforma en carbón disipado. Este es incapaz ya de proporcionar energía de movimiento (segunda ley de la Termodinámica), enunciada en 1850.

Gráfico N° 5. Subsistema abierto de la economía ecológica



Fuente: Martínez y Roca, 2001.
Elaborado por: Daniel Almeida

Esta posición interpreta la actividad económica y la gestión ecológica como un proceso que estudia la coevolución de las especies y de las variedades agrícolas con los seres humanos. Donde, el sistema socioeconómico no solo modifique los sistemas biológicos, sino que también se adapte a los cambios de este último, lo que implica crear nuevas instituciones, leyes, reglas y normas sociales de comportamiento (Van Hauwermeirn, 1999).

El objetivo primario macro de la economía ecológica es la sustentabilidad del sistema ecológico y económico. Mientras que el objetivo primario micro considera que los objetivos de la economía convencional (maximizar ganancias y utilidades) y de la ecología convencional (aumentar al máximo el éxito reproductivo) deben ser ajustados para reflejar los objetivos del sistema. Así pues lo que se busca es ecologizar la economía y economizar la ecología, tomando en cuenta los conflictos distributivos inter e intrageneracionales.

Finalmente, se debe señalar que esta economía se sustenta de la ideología ecocéntrica, la cual señala que las personas forman parte del medio natural, por lo que tienen el deber de custodiar el medio ambiente (en última instancia las leyes naturales ponen límites a las personas). Por tanto, incorpora el valor intrínseco de la naturaleza, que se refiere a que la naturaleza no humana tiene un valor inherente, posee derechos morales y naturales, sin la necesidad de que algo o alguien se los otorgue (Azqueta, 1994)[31].

En definitiva, la economía ecológica, contraria a la economía ambiental, critica algunos de los postulados en los que se basa la construcción de la CAK, en el cual no se puede sacrificar el medio ambiente, esperando que luego el mismo crecimiento económico vaya a revertir los efectos ambientales (existen problemas de reversibilidad). En este sentido, esta escuela sería el sustento teórico del no cumplimiento de la CAK en caso de que no se llegue a determinar el modelo.

2.3 Crecimiento Económico y Medio Ambiente

2.3.1 Crecimiento Económico

El análisis del crecimiento económico, entendido como resultado de la dinámica donde se entrecruzan diversas formas de conocimiento, relaciones de poder e instituciones del desarrollo, han sido una preocupación de la ciencia económica, desde los diferentes enfoques y teorías. Además, el crecimiento económico, es el resultado de la unión de dos aspectos:

1. La necesidad de razonar sobre las relaciones sociales y las formas productivas.

2. La reflexión sobre el hecho del interaccionar en un ambiente económico complejo que se expresa en resultados de variables agregadas, explicadas a través de modelos y leyes de crecimiento como: El modelo de crecimiento de Harrod (1939) - Domar (1946), el cual amplía las ideas de Keynes, a través de la macroeconomía dinámica, es decir, el análisis de las fuerzas determinantes de las tasas de aumento de las principales categorías de la demanda (bienes de capital, exportaciones, etc.), planteando la importancia de las expectativas, como factor que podría influir sobre dichas variables. De acuerdo al modelo de Harrod, el tipo de medidas que se podrían aplicar para mejorar el crecimiento de una economía, no debe partir de una política mixta, es decir, la combinación de medidas monetarias y fiscales. Lo principal, según este modelo, para generar una senda de crecimiento sostenido en el largo plazo es reducir el ahorro.

[31] De acuerdo a esto se derivan dos visiones: La visión comunalista, es una posición de preservación de los recursos, en la cual se requieren limitaciones macroambientales preventivas a causa de límites físicos y sociales. En donde, es necesario un sistema socioeconómico descentralizado para la sustentabilidad. Aquí consideran tanto el valor instrumental como el intrínseco. La visión de la Ecología Profunda, es una posición de preservación extrema, en la cual se considera un sistema socioeconómico con un gasto mínimo de recursos (agricultura orgánica y desindustrialización). Además, se da una aceptación de la bioética (esto es, pensamiento ético no convencional que confiere derechos morales o intereses a especies no humanas) y se considera solo el valor intrínseco de la naturaleza (Pearce y Turner, 1990: 41).

El modelo simple elaborado por Solow se caracteriza por ser un modelo de oferta en el cual los problemas de mercado están ausentes, el ahorro es igual a la inversión y además por hipótesis la ley de Say es verificada.

Las leyes del crecimiento de Kaldor fueron presentadas con el objetivo de dar explicación a las diferencias que pudieran presentarse en las tasas de crecimiento en las fases de crecimiento económico de un país. Estas leyes se refieren a los efectos positivos que genera la expansión del producto manufacturero en el conjunto de la economía al inducir el crecimiento del resto de los sectores y elevar la productividad en todas las actividades económicas.

La primera Ley de Kaldor establece que la tasa de crecimiento de una economía se relaciona de manera positiva con la correspondiente a su sector manufacturero, lo cual implica que éste se considera el motor de crecimiento.

La segunda Ley postula que un incremento en la tasa de crecimiento de la producción manufacturera conduce a un aumento de la productividad del trabajo dentro del mismo sector.

La tercera Ley afirma que la productividad en los sectores no manufactureros aumenta cuando la tasa de crecimiento del producto manufacturero se incrementa.

La última Ley se refiere a las causas por las que existen diferencias en las tasas de crecimiento en la producción manufacturera.

La teoría del crecimiento endógeno asigna un papel importante al capital humano como fuente de mayor productividad y crecimiento económico. Asimismo, los modelos de Romer (1986), Lucas (1988), Y Barro (1990) establecieron que por medio de externalidades, o la introducción del capital humano, se generaban convergencias hacia un mayor crecimiento económico en el largo plazo.

Las teorías del crecimiento endógeno toman impulso en un escenario donde la variable acumulación de conocimiento es el factor determinante del progreso. La característica fundamental de este aporte es no considerar el progreso técnico como un factor que está determinado en forma exógena. Contrario al caso de los modelos de Harrod - Domar y Solow, en los que el progreso técnico no es tan relevante, como si lo es el nivel de ahorro, por lo que las economías deben fomentarse para mejorar su situación. Autores como Arrow, señalaron que el progreso técnico presenta un comportamiento endógeno motivado por los efectos que genera sobre el mismo la generación de un mejor conocimiento de los hechos y el aprendizaje.

La aplicabilidad de los distintos modelos teóricos de crecimiento económico a la realidad de los países es compleja, ya que cada estructura productiva responde a diferentes factores del mercado y de la misma construcción social de cada comunidad. Además, los territorios y las ventajas que de este surgen son radicalmente distintos encada país. Los axiomas, por lo tanto, serán diferentes, sin embargo, son supuestos necesarios para la elaboración de un modelo de crecimiento.

El crecimiento económico se hace compatible con la ley de los rendimientos decrecientes y los hechos observados en la realidad. Según Schumpeter (1963), las oleadas de descubrimientos e inventos que se producen periódicamente provocan repentinos aumentos en la tasa de beneficios del capital y en la inversión; conforme se extienden los nuevos conocimientos y se imitan las nuevas tecnologías, los beneficios empiezan a disminuir y con ellos la tasa de inversión hasta que una nueva oleada de descubrimientos impulse a una nueva fase expansiva.

A partir de la depresión de 1929, el pensamiento keynesiano surgió como la solución fundamental para suavizar la depresión que vivía el mundo capitalista, y para hacer posible el crecimiento mediante políticas anti cíclicas, centradas en la determinación de niveles satisfactorios de demanda agregada, en forma esencial, a través del gasto público. Keynes afirmaba que "los postulados de la teoría clásica sólo son aplicables a un caso especial y no al caso general. Más aún: las características del caso especial supuesto por la teoría clásica no son de la sociedad económica en la que vivimos, de donde resulta que sus enseñanzas engañan y son desastrosas si intentamos aplicarlas a los hechos de la experiencia"[32].

En los últimos años se ha evidenciado una evolución del concepto de desarrollo, alejándose cada vez más de su sinonimia con el concepto de crecimiento. En este marco el crecimiento de la economía, reflejado en el crecimiento de la población y de la riqueza, no se debe entender como desarrollo. Este fenómeno no representa características cualitativas. El desarrollo, en nuestro sentido, es un fenómeno ajeno a lo que puede observarse en la corriente circular o en la tendencia hacia el equilibrio, más aún las condiciones para el desarrollo no sólo se definen por la acumulación de conocimiento y capital físico en un territorio; se trata de crear los instrumentos para gestionar los procesos de ordenamiento social y las instituciones y el marco regulatorio que permitan potencializar las diferentes expresiones del capital en las regiones.

2.3.2 Crecimiento Económico y Desarrollo

El concepto del desarrollo ha sido utilizado, en referencia a la historia contemporánea, en dos sentidos distintos. El primero, se refiere a la evolución de un sistema social de producción en la medida que éste, mediante la acumulación y el progreso de las técnicas, se hace más eficaz, es decir eleva la productividad del conjunto de su fuerza de trabajo.

El segundo sentido en que se hace referencia al concepto de desarrollo se relaciona con el grado de satisfacción de las necesidades humanas. Los nuevos conceptos que aparecían se basaban en estudios empíricos con nuevos indicadores en los países atrasados o subdesarrollados, y las consiguientes comparaciones internacionales.

Según Furtado (1979), la idea de desarrollo posee por lo menos tres dimensiones:

a) La del incremento de la eficacia del sistema social de producción.
b) La de la satisfacción de las necesidades elementales de la población.
c) La de la consecución de objetivos a los que aspiran grupos dominantes de una sociedad y que compiten en la utilización de recursos escasos.

[32] KEYNES J.M. (1986). "La Teoría General de la ocupación, el interés y el dinero". Fondo de Cultura Económica. Pág. 3.

Algunas corrientes de pensamiento económico han dejado de reconocer el desarrollo como un problema teórico relevante, porque lo relacionan bajo la cuestión de la óptima organización del mercado y la distribución económica, en función de la más eficiente asignación de los recursos y de una justa distribución de la riqueza. Esta subordinación del tema del desarrollo al tema de la distribución se ha hecho desde dos ópticas distintas y en cierta medida opuestas (Razeto, 2000). Se argumenta desde una óptica neoliberal, que la elaboración de teorías y modelos de desarrollo empezó cuando ciertos economistas y políticos supusieron posible acelerar los procesos de crecimiento mediante políticas de intervención estatal que, limitando el libre juego del mercado, redistribuyeran la riqueza y reasignaran los recursos en función de objetivos nacionales de industrialización; pero tal intervención del Estado en la economía sólo distorsionaría los mercados provocando desequilibrios que terminan frenando el crecimiento esperado [...] (Cardona, et al).

Desde la teoría crítica, se denuncia el "desarrollismo" y se argumenta que los problemas de la economía derivan de un modo de acumulación del capital que se sostiene sobre la injusta distribución de la riqueza. Esto se manifestaría en la división del mundo entre naciones desarrolladas y subdesarrolladas, donde las primeras se sostendrían sobre una inequitativa organización mundial del mercado capitalista que concentra la riqueza y excluye del desarrollo a vastas regiones del mundo.

Nurkse (1965), afirma que en los países pobres, las propias fuerzas del mercado perpetúan la pobreza; dado que para salir de ella se requiere invertir para aumentar la productividad, ello resulta difícil, no sólo por el escaso ahorro de los pobres, sino por la falta de incentivo de beneficios para construir plantas de alta productividad, cuando el mercado local existente para su producto es demasiado pequeño. De ahí que un comportamiento atomístico por parte de los productores podía encerrar a una economía dentro de su frontera de posibilidades de producción. De igual forma, Hirschman (1958) señala que la mayoría de los países pobres sólo poseen recursos para invertir en unos pocos proyectos modernos, y que, por tanto, pueden intentar el crecimiento equilibrado sólo a largo plazo, mediante un proceso secuencial de construir primero una y después otra planta, corrigiendo con cada paso el desequilibrio considerado como más dañino para acercarse de forma gradual a una estructura más equilibrada.

En esta misma lógica, Giddens (1999), establece que el capitalismo no permite acceder a una nueva y superior fase del desarrollo por que establece un tipo de relaciones sociales de producción que pone límites al desarrollo de las fuerzas productivas. Asimismo, establece, que: "El capitalismo es económicamente ineficiente, socialmente divisivo e incapaz de reproducirse a largo plazo".

Las desigualdades de ingreso, riqueza y consumo que se observan también reflejan las diferencias individuales en materia de esfuerzo, ambición y disposición a asumir riesgos. Las políticas orientadas a incrementar las capacidades individuales de generación de ingresos y su productividad son vitales, para compatibilizar el crecimiento económico con una mejor distribución del ingreso y una menor pobreza.

2.3.3 Crecimiento Económico Sostenible y Desarrollo

La crítica del desarrollo adquiere una renovada y especial intensidad por la entrada en escena de una nueva vertiente intelectual, asociado a la preocupación ecológica. El crecimiento económico, desde esta vertiente, ha sido cuestionado por cuatro líneas distintas pero convergentes. La primera hace referencia a una supuesta decreciente disponibilidad de recursos, afirmada en base a la proyección de las actuales tendencias de aceleración del crecimiento, que hacen prever que en las próximas décadas se verificará el agotamiento o disminución crítica de ciertos recursos naturales indispensables. La segunda línea enfoca los efectos que el crecimiento económico está provocando en el medio ambiente[33]. La tercera línea alude a los efectos que el crecimiento, sobrepasado cierto nivel ha comenzado a provocar en la vida cotidiana de las personas y en la organización de la sociedad, deteriorando la calidad de vida y llevando a formas de convivencia en forma creciente insatisfactorias. La cuarta línea de argumentación hace referencia al problema demográfico y las formas de encarar el crecimiento de la población (Razeto, 2000).

Las diferentes formas de concebir la naturaleza dentro de la economía implican una de las rupturas más profundas dentro de las teorías modernas del crecimiento (Galindo y Malgesini, 1994). La visión tradicional parte de considerar a la economía como un sistema aislado, como un flujo circular de producción - consumo, como un conjunto de valores de cambio de empresas a hogares a empresas, y así, sin necesidad de contemplar el entorno natural. Según Solow (1956), en el caso de que se agoten los recursos naturales, entonces otros factores de producción, especialmente el trabajo y el capital reproducible podrían servir de sustitutos.

La visión opuesta es que el proceso económico está cimentado en una base material sujeta a determinadas restricciones. Dentro de este enfoque, sobresale el planteamiento limitacionista[34], el cual sugiere la imposibilidad del crecimiento exponencial de la economía y la limitación forzosa de la sustitución de los recursos naturales por el capital. A su vez, advierte que la economía es un sistema parcial, que se halla circunscrito por un límite a través del cual se intercambia materia y energía con el resto del universo material. La interpretación es que el proceso económico recibe recursos naturales valiosos y despide desperdicios sin valor.

En concreto, la teoría limitacionista sugiere que:

1. El mundo se quedaría sin materias primas estratégicas.
2. El aumento de la contaminación tendría efectos serios.
3. La población sobrepasaría las posibilidades de abastecimiento del planeta.

[33] Quien levantó con especial fuerza la cuestión del agotamiento de los recursos fue el Club de Roma en su informe de 1972 sobre los límites del crecimiento. Analizando con modelos sistémicos las tendencias de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental. producción de alimentos y agotamiento de los recursos, concluyó que el planeta alcanzaría los límites teóricos de su crecimiento en el curso de los próximos cien años, pero que ya mucho antes comenzarían a manifestarse desajustes y desequilibrios tales que los límites prácticos se harían presentes con una rapidez asombrosa.

[34] El planteamiento limitacionista está representado por el rumano Georgescu - Roegen. La obra más famosa de este "bioeconornista" es "The Enthropy Law and the Economic Process". Su obra ha sido considera como el principal fundamento de la crítica ecológica de la ciencia económica estándar.

Estos planteamientos fueron criticados, principalmente por los neoliberales, quienes argumentaban que:

a) No se había tenido en cuenta la innovación tecnológica a la escasez de los recursos.
b) Son los precios los que suponen un gran aliciente para realizar mayores descubrimientos de recursos y, por tanto, la ampliación sistemática de sus horizontes de disponibilidad.
c) Si los recursos son limitados, obstaculizar el crecimiento sólo pospondría el colapso final.

Los niveles de contaminación pueden corregirse y reducirse cada vez más, si se aplican políticas de precios que internalicen las consecuencias negativas. A pesar que la oferta mundial de alimentos ha crecido de una forma más rápida que la población en las últimas décadas, nos encontramos con que la realidad nos muestra que la aceleración del crecimiento económico induce a una reducción del crecimiento demográfico (Galindo y Malgesini, 1994).

En el debate económico se ha generalizado el planteamiento del concepto de desarrollo sostenible[35]. La idea central, según Galindo y Malgesini (1994), es que se genera una disyuntiva entre el crecimiento económico y el medio ambiente. El antagonismo dio lugar a plantear los siguientes aspectos:

a) El desarrollo sostenible implica que la calidad medioambiental mejora el crecimiento económico a través de varias formas: mejorando la salud de los trabajadores, creando nuevos empleos en el sector medioambiental v creando empleos en el sector dedicado a combatir la contaminación.
b) El desarrollo sostenible acepta que, de todos modos, deberán existir algunos *trade off* si se contempla un concepto restringido de crecimiento económico, en donde se destaca el hecho que el crecimiento está en conflicto con el medio ambiente porque se pone poco esfuerzo en integrarlo dentro de las inversiones de capital y de otras decisiones de producción.

De ambas cuestiones se resalta el hecho que no se pretende cuestionar si se crece o no, sino de cómo se crece. En este proceso los economistas neoclásicos consideran que mediante la innovación tecnológica, se puede reducir el consumo energético o salvar recursos, al tiempo de continuar el proceso de crecimiento.

El desarrollo sostenible modifica el enfoque del crecimiento económico basado en las medidas y en los elementos tradicionales de la economía. Se critica la utilización del Producto Interno Bruto - PIB - como una medida básica para calcular el crecimiento económico, porque éste tiende a no desviarse de uno de sus propósitos fundamentales, que sería reflejar el nivel de vida de la población, lo que se consideraría como desarrollo económico(Cardona, et al).

El Producto Interno Bruto se convierte en una medida obsoleta del progreso en una sociedad que lucha por satisfacer las necesidades de la gente con la mayor eficiencia posible y con el menor daño para el ambiente. Lo que cuenta no es el crecimiento del producto sino la calidad de los servicios prestados. Una economía sostenible representa nada menos que un orden social superior, preocupado por las generaciones futuras tanto por la generación actual.

[35] El concepto de desarrollo sostenible se popularizó a partir de la publicación en 1987 del Informe Brundtland, elaborado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, el cual inició un proceso de debate internacional sobre la relación entre desarrollo y medio ambiente.

2.3.4 Consideraciones teóricas sobre el vínculo entre medio ambiente y desarrollo

La interrelación del medio ambiente con el desarrollo económico y social se presenta como un mecanismo que posibilita la satisfacción de necesidades inherentes al individuo y a la sociedad, sin por ello, comprometer el desarrollo futuro, mediante una interrelación dinámica, que no degrade el medio ambiente y termine por socavar el crecimiento de la economía. Es así que, Panayotou (1995) indica tres hechos concretos:

a) Los recursos naturales se agotan con rapidez cuando se los considera como bienes gratuitos o como propiedad del Estado cuando el ambiente se concibe como un bien público o como "la propiedad de todos", se convierte a lo postre en la propiedad de nadie.

b) Los pobres, en nombre de los cuales se ha excluido del ámbito de los mercados a los recursos y al medio ambiente en forma muy patente, han sido a fin de cuentas las víctimas.

c) En los últimos años se han elaborado y ensayado con éxito muchos enfoques, mecanismos e instrumentos novedosos, cuyo propósito es la incorporación de los recursos naturales y del medio ambiente en el dominio de los mercados.

La inquietud ambiental que se manifestó a fines de la década de los setenta explicitaba una crítica al concepto de desarrollo dominante, en el cual prevalecía la idea de crecimiento. Frente a esta posición se empieza a revisar el concepto de desarrollo y a explicitar sus múltiples funciones, entre ellas la ambiental. Es así que en las discusiones previas a la conferencia de Estocolmo sobre Medioambiente Humano (1912) y más específicamente en la reunión de Founex (Ginebra, 1971) es donde por primera vez se intentó establecer un vínculo entre medio ambiente y desarrollo. La pregunta que se planteaba en ese momento podría formularse en los siguientes términos:

¿Son medio ambiente y desarrollo dos conceptos excluyentes?, ¿Existe una dicotomía entre ambos? O más bien, ¿Tiene que considerarse el medioambiente como parte integral del desarrollo? [...], (Bifani: 1999).

Toda concepción de desarrollo que ignore el contexto ambiental tarde o temprano llegará a un proceso de deterioro del medio natural en el largo plazo. Por otra parte una concepción estrictamente ecologista o ambientalista que haga abstracción del sistema social ocasionara un deterioro del medio ambiente al no considerar los factores causales de orden social y económico que originan este deterioro.

Para el pensamiento Marxista el desarrollo es un proceso de cambio en las formaciones sociales (modo de producción vigente conjuntamente con una superestructura[36]) inducidas a través del desarrollo de las fuerzas productivas que va modificando las relaciones del hombre con la naturaleza en un proceso orgánico indisoluble a través de un proceso histórico natural.

[36] La superestructura está constituida por aquellas relaciones sociales que no son relaciones de producción y por la conciencia social, mientras que el medio de producción está definido como el conjunto de las relaciones de producción asociadas a un determinado tipo de propiedad de los medios de producción (Bifani 1999).

El pensamiento neoclásico caracterizado por el esfuerzo de sistematización y perfeccionamiento de instrumentos analíticos tendría profundas y múltiples implicaciones para la ciencia económica e indirectamente en la consideración de los aspectos sociales y ambientales del desarrollo. La maximización del bienestar supone la posibilidad del individuo de jerarquizar sus posibles objetivos en un orden de preferencias que define una función de bienestar individual y cuya suma permite obtener la función de beneficio total. El irrealismo de tales supuestos de racionalidad para el caso medio ambiente es claro. Las relaciones causales son invisibles al individuo, su escala de preferencias no incluye la dimensión ambiental, y por lo tanto, su conducta racional de maximización de bienestar no considera los efectos sobre el medio ambiente.

Los efectos que la producción y distribución tienen sobre el medio ambiente no son despreciables y es evidente que tales efectos son consecuencia del proceso de crecimiento. Ignorar esos efectos indirectos, genera decisiones que fallan en la asignación de recursos y que por lo tanto no impulsen al sistema hacia un óptimo en términos de bienestar social, planteándose una solución simplista, que consiste en internalizar las externalidades mediante la asignación de precios de mercado por métodos indirectos a los daños o beneficios, a través de un sistema de multas e impuestos, derechos de contaminación, primas y subsidios por reducción de la contaminación.

Para el pensamiento keynesiano hay que tener presente que desde un punto ambiental, cada proceso tecnológico va asociada con una forma específica de explotación del sistema natural y sus recursos, que forma parte de un modo de producción especifico, por lo tanto dentro de este planteamiento, la función de maximización no es subjetiva individual de utilidad, sino un agregado macroeconómico (producto nacional bruto), ocultándose el agotamiento de los recursos.

Una creciente producción de bienes materiales requiere cantidades creciente de recursos naturales que se extraen del sistema natural, el mismo que se ve sometido a una presión creciente para suministrar los recursos que necesita un consumo continuo e ilimitado. El mantenimiento de una demanda sostenida en economías que ya han obtenido niveles elevados de satisfacción de necesidades, solo puede logarse con la creación de nuevas necesidades que se añadan o reemplacen a otras y que se satisfagan con nuevos productos, dando lugar al surgimiento de un proceso de obsolescencia prematura, traducido en la creación de desechos y en la perdida y despilfarros de recursos, en este contexto el deterioro del sistema natural y el agotamiento tienden a ser explicados como distorsiones de mercado y consideradas como externalidades negativas.

La teoría centro periferia proporciona un marco adecuado para incorporar en el análisis del desarrollo y del subdesarrollo al sistema natural, ya que la definición de papeles que establece dicha teoría supone una clara utilización del sistema natural. Lo mismo es válido en el contexto más amplio de la acumulación de capital, ambas teorías definen la forma como será explotado la naturaleza y en beneficio de quien. El sistema natural es explotado no en función de las necesidades de desarrollo de la periferia, sino de acuerdo con las necesidades de acumulación del centro, dentro de la perspectiva de corto plazo, entonces los obstáculos al desarrollo de la periferia en cuanto al proceso de explotación se ha traducido en agotamiento de recursos, destrucción de ecosistemas naturales, pérdida de fertilidad y deterioro de los suelos agrícolas etc.

2.4 Modelo de la Curva Ambiental de Kuznets

2.4.1 La hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets

En 1941, Simón Kuznets (1901-1985), premio Nobel de Economía (1971), formuló una teoría para explicar la evolución de la distribución del ingreso a través del crecimiento económico. Sus análisis y estudios se concentraron en contrastar dicho crecimiento con la teoría Keynesiana del ahorro mediante elementos estadísticos y econométricos. Kuznets planteó que al inicio del proceso de desarrollo, las economías presentan una distribución del ingreso bastante equitativa; pero que a medida que incrementa su ingreso per cápita, esta relación comienza a deteriorarse hasta alcanzar un nivel máximo de desigualdad. A partir de ese máximo y su correspondiente renta per cápita para alcanzarlo, la equidad comienza a mejorar. Es así, que en 1955, el economista Simon Kuznets formula la hipótesis de la Curva de Kuznets (CK) (Cuevas, 2006).

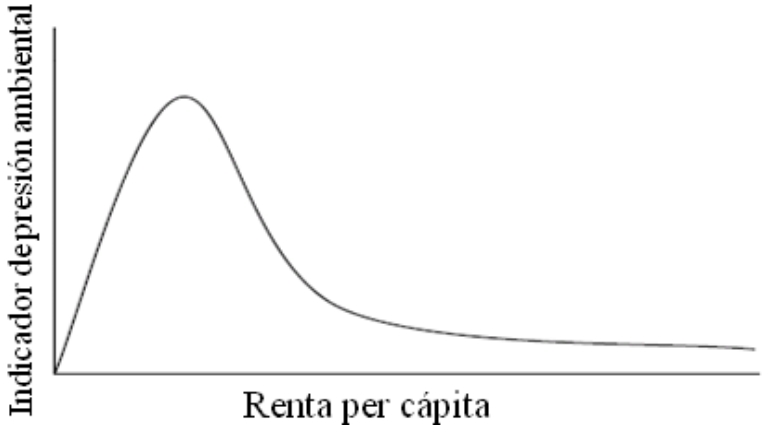
Dentro de la literatura económica que estudia la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental existen tres argumentos:

1. El crecimiento económico promueve la disminución de la calidad ambiental, el aumento de las emisiones contaminantes y el crecimiento tiene una relación monotónicamente creciente, basada en los argumentos de Georgescu-Roegen (1971), quien afirma que para tener altos niveles de actividad económica es necesario tener grandes inventarios de insumos energéticos y materiales, los cuales generarán enormes cantidades de desperdicios. Por lo tanto el aumento en la extracción de recursos naturales, la acumulación de desperdicios y la concentración de contaminantes, disminuirá la capacidad de la biosfera y degradarán la calidad ambiental.

2. Al incrementar la actividad económica aumenta la calidad ambiental, las emisiones de contaminantes y el crecimiento tienen una relación monotónicamente decreciente, basada en el argumento de Beckerman (1992) que afirma "existe una gran correlación entre el ingreso y la adopción de medidas proteccionistas al ambiente, demostrando que en el largo plazo seguramente el camino para mejorar la calidad ambiental es ser un país rico". Los altos ingresos permiten una demanda creciente de bienes y servicios menos intensivos en producción, al mismo tiempo que se demanda mayor calidad ambiental, permitiendo adoptar medidas de protección ambiental; y,

3. La relación a largo plazo entre las actividades económicas y la calidad en el ambiente no es fija. El Signo de la relación cambia de positivo a negativo como respuesta a un incremento en el nivel de ingreso con el cual los individuos demandan mayor eficiencia y un medio ambiente limpio. Esto implica una relación de U invertida entre la degradación ambiental y el crecimiento de las actividades económicas que se conoce como la Curva Ambiental de Kuznets; como se puede observar en el Gráfico Nº 6.

Gráfico N° 6. Curva Ambiental de Kuznets



Fuente: Roca y Padilla, 2003: 75.
Elaborado por: Roca y Padilla, 2003: 75.

La relación fue utilizada por primera vez en el campo de la economía ambiental en la década de los 90 por Grossman y Krueger (1991), Shafik y Bandyopadhyay (1992) quienes sugieren, que si bien en las primeras fases del desarrollo económico la degradación ambiental es una consecuencia inevitable del crecimiento, una vez superado determinado nivel de renta per cápita, el crecimiento económico deja de ser la causa y pasa a ser la solución a la degradación ambiental, justificada en los siguientes términos:

En los niveles más bajos del desarrollo, tanto la cantidad como la intensidad de la degradación se limitan al impacto de la actividad económica de subsistencia. Cuando se acelera el desarrollo económico con la intensificación de la agricultura, el despegue de la industrialización y de otras actividades extractivas, las tasas de extracción de recursos empiezan a superar las tasas de regeneración de los recursos y la generación de residuos empieza a crecer tanto en cantidad como en toxicidad. Finalmente, cuando se alcanzan niveles de desarrollo más altos, el cambio estructural hacia actividades intensivas en información, la mayor valoración de la calidad ambiental por parte de las personas, la puesta en práctica de la regulación ambiental, el desarrollo de nuevas tecnologías y el aumento en el gasto ambiental conducen a la estabilización y reducción de la degradación ambiental.[37](Ansuategi et al 2001).

En 1992 el Banco Mundial validó la tesis de que ciertas emisiones de contaminantes presentaban un comportamiento para diferentes niveles de ingresos similar al de una U invertida. (Gitli y Hernández 2002).

Fue Panayotou (1993) quien introdujo el término de CAK para sostener la hipótesis de que la contaminación aumenta con el crecimiento económico hasta cierto nivel de ingreso, después del cual empieza a reducirse (Arrow et al 1995; Suri y Chapman 1998; Ekins 2000). Esto significa que a bajos niveles de ingreso existe un impacto negativo en el ambiente como resultado de la economía de subsistencia agricultura intensiva, por otro lado, a niveles altos de ingreso existe una eficiencia en la tecnología y aumenta la demanda por la calidad ambiental (Grossman y Krueger (1993), Shafik y Bandyopadhyay (1992); Panayotou (1993); Selden y Song 1994).

[37] Aunque sin utilizar el término de Curva Ambiental de Kuznets

Frente a la relación existente entre degradación ambiental y crecimiento económico, hay que señalar que teórica y empíricamente, existen efectos explicativos de la CAK tanto en el corto, como en el mediano y largo plazo.

En el corto plazo, pueden darse tres efectos:

a. El *efecto escala*, señala que el incremento en la escala de producción, sin alterar la estructura de ésta, genera un mayor empleo de materias primas, las cuales contaminan el medio ambiente, aumentando la degradación ambiental.

b. El *efecto ingreso*, señala que un aumento en los niveles de ingreso per cápita llevan a una mayor demanda de recursos naturales y por tanto a una mayor degradación ambiental[38].

c. El *efecto precio*, señala que el crecimiento económico, basado en el PIB per cápita (PIBp), depende de la variación de los precios y de la producción, por lo que una disminución en el primero, para contrarrestar una eventual caída en el PIBp, puede incidir en un aumento del segundo, causando una sobreexplotación de recursos naturales y esta a su vez generando contaminación en el medio ambiente (Marín y Ladino, 2003).

En el largo plazo, pueden darse cuatro efectos:

1. El *efecto composición*, señala que un país impulsa su crecimiento económico, basándose primero en el sector primario, luego en el industrial, para después pasar al de servicios, generando un proceso de disminución de la contaminación (Gitli y Hernández, 2002).

2. El *efecto desplazamiento***,** se refiere a que un país después de alcanzar cierto crecimiento deja de exportar sus recursos primarios y manufacturados, para exportar conocimiento y servicios (Gitli y Hernández, 2002).

3. El *efecto tecnológico*, implica que la tecnología mediante procesos de producción eficientes genera menor contaminación (Marín y Ladino, 2003).

4. *Efecto de las regulaciones ambientales*, hace alusión a que una normativa adecuada y su aplicación generan beneficios en el medio ambiente (Gitli y Hernández, 2002).

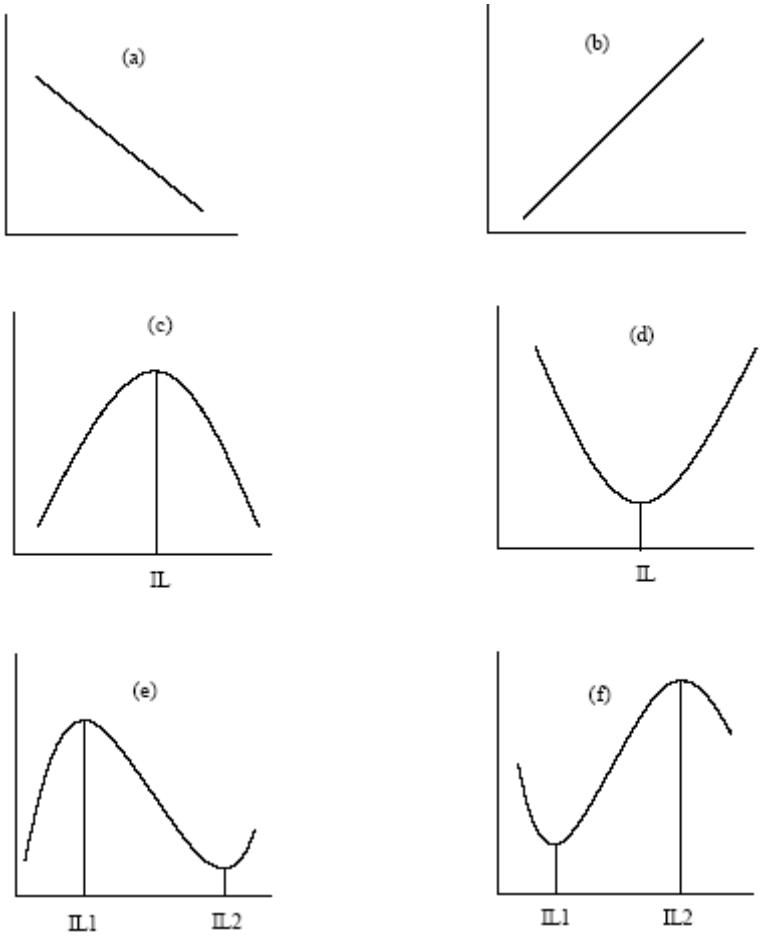
[38] Este efecto ingreso posee una connotación relacionada con el llamado efecto escala y efecto composición.

Tomando en cuenta la CAK y los efectos señalados, se presenta una versión de la ecuación propuesta por Gitli y Hernández (2002) denominada modelo nuclear o en forma reducida, que ha sido planteada en distintos estudios empíricos sobre la CAK:

$$F\ (EC_{it}) = \beta_0 + \beta_1 g_1\ (Y_{it}) + \beta_2 g_2\ (Y_{it}) + \beta_3 g_3\ (Y_{it3}) + \beta_4 g_4\ (Y_{it-n?}) + \beta_5 B + \beta_6 t + U_{it} \quad (2.1)$$

donde, *ECit* es el indicador ambiental para el país *i* en el período *t*; *Yit* es el indicador de crecimiento económico para el país *i* en el período *t*; *Yit-n?* es el ingreso per cápita al nivel o polinomial para el país *i* en el período *t* con *n* rezagos; *B* es un vector de otras variables explicativas (demográficas, dummy, etc.); *t* es el tiempo; *Uit* es el término de error; y, *f(.)* y *g(.)* son formas funcionales (lineales, logarítmicas, etc.). En base a la ecuación anterior, las distintas formas de relación entre el medio ambiente y el ingreso son las siguientes (De Bruyn, 1998):

Gráfico N° 7. Posibles formas que puede tomar la relación entre la degradación ambiental y el crecimiento económico[39]



Fuente: Gitli y Hernández, 2002: 13.
Elaborado por: Ekins, 2000: 186.

[39] IL = Ingreso límite. Nivel de ingreso en el que la pendiente de la curva cambia de signo, donde la derivada es igual a cero, es decir, este nivel marca un punto de inflexión en la curva.

Como se puede ver, la forma que toma la relación entre degradación ambiental y crecimiento económico depende de los coeficientes de la ecuación. Así pues se pueden observar los siguientes casos:

a. Relación inversa: Si $\beta 1<0$ y $\beta 2=\beta 3=0$, entonces existe una relación lineal monótona decreciente, la cual señala que el ingreso está asociado a niveles de emisiones decrecientes.

b. Relación directa: Si $\beta 1>0$ y $\beta 2=\beta 3=0$, entonces existe una relación lineal monótona creciente, la cual señala que el ingreso está asociado a crecientes niveles de emisiones.

c. Relación de U invertida: Si $\beta 1>0$, $\beta 2<0$ y $\beta 3=0$, entonces existe una relación cuadrática que representa la CAK; es decir, que el deterioro ambiental crece con el ingreso hasta cierto punto a partir del cual comienza a disminuir.
d. Relación de U abierta: Si $\beta 1<0$, $\beta 2>0$ y $\beta 3=0$, implica una relación cuadrática en forma de U; la cual, señala que el deterioro ambiental disminuye con el ingreso hasta cierto punto después del cual comienza a crecer.

e. Relación en forma de N: Si $\beta 1>0$, $\beta 2<0$ y $\beta 3>0$, existe una relación cúbica polinomial representando la forma de N; es decir, que el deterioro ambiental crece con el ingreso hasta cierto punto a partir del cual comienza a disminuir, pero en determinado punto comienza a aumentar nuevamente.

f. Relación en forma opuesta de N: Si $\beta 1<0$, $\beta 2>0$ y $\beta 3>0$, existe una relación cúbica polinomial opuesta a la curva en forma de N; es decir, que el deterioro ambiental primero disminuye con el crecimiento hasta cierto punto a partir del cual crece. Sin embargo, después de cierto nivel nuevamente el deterioro comienza a disminuir.

Un elemento fundamental para sustentar teóricamente el modelo de la CAK es visualizar la existencia o no de una relación entre el ser humano y no humano, lo que a su vez nos muestra las relaciones entre la economía tradicional, la economía ambiental, la economía de los recursos naturales y la economía ecológica. Así pues, obsérvese la siguiente tabla:

Tabla N° 2. Relaciones entre la economía tradicional, la ecológica, la ambiental y la de los recursos naturales

A Desde	**Sector humano**	**Sector no humano**
Sector humano	Economía	Economía ambiental
Sector no humano	Economía de los recursos naturales	Ecología

Fuente: Van Hauwermeirn, 1999: 82; en Daly, 1992; en Schatan 1991.
Elaborado por: Daniel Almeida

El modelo de la CAK que se sustenta de la relación existente entre crecimiento económico y el medio ambiente, se asienta por una parte en el sector humano, pues el crecimiento está netamente en función de la actividad del hombre; y, en otra parte, en el sector no humano, pues éste se centra específicamente en la naturaleza[40]. Es en este sentido, que el sostén básico de la existencia de la CAK se da cuando se observa una relación cruzada entre el ser humano y el no humano; y no, cuando uno de estos se interrelaciona únicamente entre sí. En este caso, el dominio será de la economía de los recursos naturales y de la economía ambiental, señalando en definitiva que no hay obstáculos para crecer al considerar que, el medio ambiente hasta un cierto nivel es sustituible, pues el capital natural puede ser reemplazado por un nuevo capital creado por el hombre; y, que este tiene la capacidad de ir mitigando los impactos ambientales en cuanto tenga el crecimiento económico adecuado para hacerlo.

2.4.2 Modelos empíricos utilizados y evidencia acumulada

Los estudios empíricos de la CAK usualmente consisten en modelos econométricos (Estimación de Mínimos Cuadros Ordinarios), los cuales son una forma reducida de utilizar un indicador de impacto ambiental analizado mediante el crecimiento económico per cápita.

$$lCA^{41} = F(Y,T,F)$$

Esos análisis se limitan a medir el comportamiento de algún indicador ambiental como emisión de dióxido de carbono (CO2), Metano (CH4), Óxido Nitroso (N_2O); y Halocarbonos, Perfluoro Carbonos y Hexofluoridiosulfuro (SF6), entre otros, como variables dependientes; versus, Ingreso per cápita (Y), Tendencia Temporal (Tecnología (T)) y Efectos fijos (Recursos y Políticas (F)) como variables independientes. Los datos estadísticos utilizados son: de Corte Transversal (datos de muchos países en un mismo momento de tiempo), Serie Temporal (datos de un país a lo largo de un período de tiempo), y Datos de papel (datos de una muestra de países a lo largo de un período de tiempo) siendo el más utilizado en las investigaciones.

La forma funcional de los modelos consisten en:

Semilog: $ICAit = \beta 0 + \beta 1 InYjt + \beta 2 Ti, + \beta 3 Fi + eit para\ todo\ i = l\ldots, n\ muestra\ país$
Cuadrática: $ICAit = \beta 0 + \beta 1 Yjt + \beta 2\ (InYjt)^2 + \beta 3 Ti + \beta 4 Fi + eit para\ todo\ t=1\ldots T\ período\ temporal$
Cúbica: $ICAit = \beta 0 + \beta 1 Yjt + \beta 2\ (InYjt)^2 + \beta 3\ (InYjt)^3\ \beta 4 Ti + \beta 5 Fi + eit$

"Sin embargo, este tipo de estudios arrojan pocos resultados, ya que no toman en cuenta variables importantes que pueden influir en el comportamiento de los diferentes indicadores ambientales. Algunos trabajos usan la emisión como variables dependientes y otros usan las concentraciones de varios contaminantes medidos por estaciones de monitoreo así como índices de degradación ambiental [...]" (Levinson 2000).

[40] Solo para este caso se le considerara al humano como un ser que no forma parte de la naturaleza.
[41] Índice de calidad ambiental

De acuerdo a Panayotou el común de las variables independientes en muchos modelos es el ingreso per cápita aunque en muchos estudios usen el ingreso coma paridad de poder de compra (PPC). Con el objetivo de estudiar el efecto desagregado del crecimiento, existen diferentes estudios que controlan variables como: densidad de población, apertura comercial, distribución del ingreso, geografía y variables institucionales. Dado que la CAK tiene la forma de U invertida, las relaciones encontradas con este tipo de relación tiene un punto máximo (turning-point) que muestra cuantitativamente el momento en que la calidad ambiental aumenta con el ingreso.

Además existen diferentes metodologías utilizadas en estudios para establecer la existencia o no de la CAK. Unas se centran en el papel de la elasticidad ingreso de la demanda, por la calidad ambiental como la base de la forma de U invertida, entre la relación contaminación e ingreso (Beckerman 1992; Antle y Heidebrink 1995, Chadhuri y Pfaf 1998). Bajo este enfoque algunos autores encontraron que la elasticidad ingreso de la demanda por calidad ambiental es mayor a uno (E > 1), (BoercherdingyDeacon1972; Walters 1975). Sin embargo autores como Kristom (1998) y Carson et.al. (1994) encontraron que la elasticidad ingreso por la calidad ambiental es menor que uno (E <l).

Otros como Kristrom (1998) interpreta la curva de Kuznets como una relación de equilibrio, en la cual la tecnología y las preferencias determinan la forma de la relación entre ingreso y calidad ambiental. El modelo consiste principalmente en una función de utilidad de un consumidor representativo, que crece en el consumo y decrece en la contaminación, una función de utilidad donde los factores de producción son la tecnología y la contaminación, asumiendo el progreso tecnológico como exógeno.

Kristrom (1998) encuentra que los procesos tecnológicos hacen posible una mayor producción, a cada nivel de calidad ambiental, lo que crea un efecto sustitución que es positivo tanto para el consumo como para la contaminación y un efecto ingreso que es positivo para el consumo pero negativo para la contaminación; el efecto sustitución domina cuando existen bajos niveles de ingreso y el efecto ingreso es dominante con altos niveles de ingreso; por lo tanto, se produce una relación de U invertida entre la contaminación y el ingreso. Sin embargo, la forma exacta de dicha relación y el hito turning -point[42], si existe. Dependerá de los parámetros de tecnología y preferencias que difieren entre los diversos contaminantes y circunstancias.

Por otro lado existen estudios que simplifican la relación entre la calidad ambiental y el ingreso; por medio de un par de bienes, Se puede plantear derivando la forma de U invertida por medio de un modelo de dos productos, un bien y un mal. El incremento en el ingreso representaría un incremento en el consumo del bien, el cual generaría más del mal , lo que ocasiona que el consumidor tiene que hacer un intercambio, sacrificando parte del consumo sobre el bien para gastar algo de su ingreso para reducir el efecto del mal, explicado a través de una interesante metáfora: "Cuando conducimos un coche, el bien que obtenemos (transporte) está acompañado por un mal (el riesgo de accidente) que podemos reducir con un mayor gasto (en equipo de seguridad). No tiene nada de sorprendente que los pobres, que conducen muy poco, y los ricos, que invierten en coches más seguros, tengan tasas de mortalidad más bajas en la carretera que las personas de ingresos medios [...]" (Levinson: 2000).

[42] Valor del nivel de ingreso de inflexión en donde cambia el sentido (signo) de la relación entre dos variables dentro de la hipótesis de la CAK el hito marca el inicio donde la calidad ambiental aumenta conforme aumenta el ingreso.

Stokey, (1998), encuentra que la contaminación se reduce con el aumento del ingreso debido a mayores posibilidades de selección de tecnologías con distintos niveles de impacto ambiental. En este caso el supuesto importante es que, a partir de un cierto umbral de renta per cápita, o de un determinado tamaño del mercado interno, los países pueden adoptar tecnologías más limpias que no son asumibles por países más pobres con una población dispersa. Dentro de estas tecnologías se encontrarían, por ejemplo, las que aprovechan las economías de escala para la generación de energía eléctrica, el saneamiento básico, el reciclado, los dispositivos de reducción de emisiones, etc. Al tratarse de tecnologías, caras que exigen un tamaño mínimo de producción y formas de capital humano especializado y altamente tecnificado, sólo estarán disponibles a niveles relativamente exigentes de desarrollo económico.

Arroz et al. (1995) indica que la compatibilidad entre la mejora de los índices de calidad y el crecimiento en las etapas avanzadas del desarrollo podría ser la consecuencia del paso progresivo de economías rurales "limpias" a economías industriales "sucias" y, finalmente, las economías de servicios "limpias".

Con el desarrollo económico se produce también el desarrollo de instituciones capaces de resolver el problema ocasionado por las externalidades ambientales que genera la economía. Así, por ejemplo Jones y Manuelly (1995), demuestran que, con el paso del tiempo, la presión de las generaciones más jóvenes se traduce en regulaciones ambientales más eficientes y en una oferta mayor de calidad ambiental.

El modelo de López (1994) consiste en dos sectores de la producción, con débil separabilidad entre la contaminación y otros factores de producción (trabajo y capital), retornos constantes de escala, el cambio técnico y precios que son exógenamente determinados. Cuando los productores contaminan libremente el ambiente paga un precio fijo por la contaminación, y el crecimiento produce niveles de contaminación más altos. Cuando los productores pagan todo el costo social marginal por contaminación que ellos generan, la relación entre contaminación -ingreso depende, de las propiedades de la tecnología y de las preferencias. Con preferencias homotéticas[43] los niveles de contaminación se incrementan con el ingreso pero con preferencias no homotéticas[44], la utilidad marginal[45] decrece más rápidamente, con el nivel de consumo. Empíricamente, los valores para estos dos parámetros producen una relación en forma de U invertida entre la contaminación y el ingreso. Esto tiende a explicarse por qué en el caso de los contaminantes como SO2 y partículas, donde el daño es más evidente para los consumidores, los precios de la contaminación están más cerca de su costo marginal social, donde el turning-point se ha obtenido en niveles relativamente bajos de ingreso, en contraste, el turning-point para CO2 está en niveles de ingresos muy altos [...] (Panayotou).

[43] Preferencias homotéticas: “La relación marginal de sustitución depende del cociente entre las cantidades de los dos bienes, no de las cantidades totales de los bienes. este hecho es evidente en el caso de los sustitutos perfectos (en donde la relación marginal de sustitución es la misma en todos los puntos), y en la de los complementos perfectos (en donde la relación marginal de sustitución es infinita cuando Y/X >*&/β.* indefinida cuando Y/X= *&/β).* Lo importante de las funciones homotéticas se halla en que ese tipo de situaciones. una curva de indiferencia, es muy parecida a otra [...]” (Nicholson: 1997).

[44] Preferencias no homotéticas: "La relación marginal de sustitución disminuye a medida que disminuye la cantidad elegida de Y, pero es independiente de la cantidad consumida de X. Dado que X tiene una utilidad marginal constante, la disposición de una persona a renunciar a Y para obtener una unidad más de X solo depende de qué cantidad tenga de Y. Al contrario de lo que ocurre en el caso homotético, pues una duplicación de X e Y duplica la relación marginal de sustitución en este caso en lugar de no alterarla" (Nicholson : 1997)

[45] La utilidad marginal: "es la utilidad adicional que reporta una cantidad algo mayor de X1, manteniendo constante la cantidad de todas las demás mercancías. Evidentemente, el valor de la utilidad marginal depende del punto en que sea evaluado la derivada parcial: depende de la cantidad de X1, X2,…, Xn, esté consumiendo actualmente el individuo. También depende de la escala que se utilice para medir la utilidad[...]" (Nicholson :1997)

Varios autores han analizado y probado la hipótesis de CAK para varios países y regiones, sin embargo, entre, los primeros estudios comprobados están los trabajos de Grossman y Krueger (1993), Shafik y Bandyopadhyay (1992); Panayotou (1993), Lucas et al (1992), Selden y Song (1994), Shafik (1994).

El análisis de Grossman y Krueger (1993-1995), consiste en un estudio de impacto ambiental del TLC (Tratado de Libre Comercio) avalado por el National Bureau of Economic Research en la que se estima la CAK tanto para SO2 , dióxidos de nitrógeno y partículas suspendidas usando las concentraciones como indicadores ambientales de la base de datos de Global Environmental Monitoring System (GEMS) para 52 ciudades de 32 países durante el periodo de 1977-1988 , para medir el crecimiento económico se utilizó el ingreso per cápita en términos de la paridad del poder de compra (PPC).

Por otro lado, Shafik y Bandyopadhyay (1992), estimaron la CAK para 10 diferentes indicadores de degradación ambiental entre otros escasez de agua limpia, deforestación, desperdicios municipales, dióxido de sulfuro y emisiones de dióxido de carbono, su muestra fue de 149 países durante 1960 a 1999.

Tanto Grossman y Krueger (1993-1995), como Shafik y Bandyopadhyay (1992) y Panayotou (1992-93-95), concluyeron que si bien en las primeras fases del desarrollo económico la degradación ambiental es una consecuencia inevitable del crecimiento, una vez superado determinado nivel de renta per cápita, el crecimiento económico deja de ser la causa y pasa a ser la solución a la degradación ambiental.

Selden y Song (1994) estimaron la CAK para los países desarrollados, usando datos longitudinales de, SO2, NOX, SPM y CO, concluyendo que, a muy largo plazo las emisiones globales disminuyen pero que acorto y mediano y largo plazo aumentan. Estos niveles de ingreso son mucho más elevados que los encontrados por Grossman y Krueger, una diferencia que los autores explican en términos de reducción de emisiones. Sin embargo, este razonamiento no es aplicable a los datos obtenidos por Panayotou que usa datos de las emisiones; y más bien lo que podría ayudar a explicar estas diferencias sería las características de los datos utilizados (datos longitudinales, datos de cortes transversal) y la no comparabilidad de datos entre los países.

Vollebergh y Dijkgraaf (2001) utilizando datos de las emisiones de dióxido de carbono entre el periodo 1960-1997 de 24 países de la OECD; concluyen que la hipótesis fundamental de la homogeneidad entre los países es problemática. De esta manera, cuestionan la existencia de una CAK para todo un conjunto de países con respecto al CO2. Brännlund y Ghalwash (2006) utilizando datos de corte transversal de las emisiones de dióxido de carbono, anhídrido sulfuroso y óxido de nitrógeno y, la encuesta de presupuesto familiares de los años 1984, 1988 y 1996 de hogares suecos; señalan, que si la relación contaminación e ingreso individual no es lineal, la contaminación agregada de un país, dependerá tanto de los ingresos promedios como de la distribución del ingreso en la población. En este sentido, plantean un modelo para determinar la elección de consumo de bienes en los diferentes tipos de familia y la vinculación de la demanda con las emisiones de los distintos bienes. En base a esto concluye, de forma teórica que sin la imposición de supuestos muy restrictivos sobre las preferencias y las funciones de emisión, no es posible determinar a priori la pendiente de la relación económica-ambiental; y, de forma empírica que dicha relación tiene una pendiente positiva y es estrictamente cóncava para los contaminantes en estudio, al menos en los sectores de ingreso medio. Además, que la curvatura del modelo difiere por el tipo de hogar y que la distribución del ingreso afectará a las emisiones (más igualdad más emisiones).

Un estudio de gran aporte es el de Saravia (2002), que presenta una investigación para América Latina y el Caribe, tomando una muestra representativa de 11 países de la región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Venezuela, Costa Rica y México. El estudio se desarrolló con información de dos contaminantes: CO2 y SO2, a través de series de tiempo para el periodo 1980-1997. Como variable explicativa se tomó el PIB real per cápita expresado en dólares constantes de 1985; y como una variable aproximada a la distribución del ingreso se incluyó el coeficiente de GINI. Además, se incluyeron la población y el tiempo como variables explicativas. Saravia encontró una relación positiva entre CO2 y el PIB per cápita, mostrando que esta relación se vuelve negativa a niveles elevados del PIB.

La variable GINI presentó una relación negativa respecto al CO2, indicando la existencia de una relación inversa entre la creciente desigualdad y el nivel de emisiones de CO2; se concluye, entonces, que una mayor (menor) desigualdad en la distribución del ingreso permitirá reducir (incrementar) el nivel de emisiones[46]. No obstante, los resultados demuestran que la inclusión de la variable GINI parece hacer más largo y lejano el tiempo para alcanzar el punto de quiebre que indica un cambio en la tendencia.

Finalmente, se concluye que (contrario a lo dicho en el párrafo anterior) la presencia de la desigualdad en la distribución del ingreso es dañina para el medio ambiente. Saravia (2002) sostiene que, implícitamente, la CAK acepta la desigualdad en la distribución del ingreso como un "mal necesario" con el fin de mejorar la calidad ambiental. Según la hipótesis de la CAK, la gente con mayor riqueza cuenta con más ingreso disponible para gastarlo o invertirlo en un bien de lujo o superior como lo es la calidad ambiental.

Sin embargo, para Saravia (2002) esta afirmación no es del todo cierta. Esta autora sostiene que una creciente desigualdad en el ingreso no es beneficiosa para el medioambiente puesto que crea mucha más gente pobre en relación con los menos pobres, entonces los pobres están obligados a dañar el medio ambiente con el fin de subsistir. Para Saravia (2002) la solución no es detener el proceso de crecimiento económico, ya que, como se demostró, éste y el mejoramiento de la calidad ambiental pueden darse simultáneamente; lo importante es el diseño y la aplicación de las políticas apropiadas, en torno a la forma de reducir la desigualdad en la distribución del ingreso, de manera que la región latinoamericana pueda llegar a alcanzar el PIB per cápita que genere una mejora ambiental a partir del crecimiento económico.

Otro estudio importante es la evidencia empírica para el caso de Colombia, elaborado por Correa Restrepo, Francisco; Vasco Ramírez, Andrés Felipe; Pérez Montoya, Catalina (2005), en el que se analiza el impacto que variables como la distribución del ingreso, los derechos civiles y las libertades políticas y la densidad de población generan sobre el medio ambiente; y se concluye que Colombia, a diferencia de los países desarrollados, se encuentra en la fase creciente de la Curva Ambiental de Kuznets, es decir que todo crecimiento económico se está traduciendo en un mayor deterioro ambiental.

[46] Entonces se estaría ubicando en el caso del trade off o intercambio propuesto por Ravallion.

En el año 2009 se ha evidenciado un impresionante incremento en las investigaciones sobre este tema[47]; aunque, son casi nulos los análisis para el caso de América Latina y el Caribe, pudiendo citar de acuerdo a la información encontrada el estudio de Lipford y Yandle, 2009 para México. En este sentido, a más que se sustenta la vigencia de la discusión que se plantea (Andrade, 2009; Azomahou-Goedhuys-Nguyen, 2009; Burnett, 2009; Ciriaci-Palma, 2009; Figueroa-Pastén, 2009; He-Richard, 2009; Murad-Nurul, 2009; etc.), se aporta al análisis poco existente de la CAK en la región.

Figueroa y Pastén (2009) utilizando datos de panel de las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO2) entre el periodo 1960-1990 de 73 países de alto y bajo ingreso; señalan que existen amplias desigualdades entre el PIBp de las CAK para los diferentes países. Así pone en duda, que únicamente el ingreso sea realmente el causante de esta relación económica-ambiental. Así concluyen, que existe evidencia de una CAK para un grupo de países homogéneos y desarrollados, para países específicos desarrollados y para países que incorporan procesos de regulación mediante mecanismos de mercado. En unos pocos países miembros de la OCDE y otros desarrollados, la hipótesis de la CAK no se sustenta. En suma, a nivel de países, 17 de los 28 países corroboran la hipótesis.

Marín y Mazzanti (2009) utilizando datos de panel de la Matriz de Contabilidad Nacional de Inclusión de Cuentas Ambientales Italiana (NAMEA) de las emisiones de dióxido de carbono (CO2) y de contaminantes del aire a nivel sectorial como el anhídrido sulfuroso (SO2) y el óxido de nitrógeno (NOX), entre el periodo 1990-2006; evidencian de forma empírica la existencia de una relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente. Concluyen que: el rendimiento global del CO2, no es compatible con los objetivos de Kioto; que el SO2 y el NOX si bien va en descenso, se ve afectada en algunos sectores por valores atípicos; y, que la pendiente de la curva en el modelo del CO2 y SO2 variará dependiendo de los sectores de análisis.

2.5 Argumento

La economía convencional que se basa en un sistema cerrado entre los mercados de bienes y servicios, los mercados de factores de producción, las empresas y las familias, no considera las funciones económicas del medio ambiente. Además, no incorpora las reglas de la sustentabilidad, complementariedad e intercambio ambiental en su teoría del consumidor. En sí, este modelo de pensamiento busca la maximización de los beneficios netos sin estar sujeto a la conservación de los servicios y la calidad de los recursos naturales. En este sentido, satisfacer los deseos individuales presentes va más allá que el uso racional de los recursos naturales para las generaciones futuras.

[47] Se ha identificado más de 30 papers presentados en este año (2010) sobre la CAK.

La economía ecológica que considera al sistema económico como un subsistema abierto al medio ambiente global, sostiene que, como los procesos son irreversibles, como existen externalidades que no pueden ser valoradas por un problema intergeneracional y como hay una presencia de incertidumbre de que todo aún no está descubierto. De acuerdo a esto es ilógico sostener el concepto de sustentabilidad débil que es fundamental para demostrar que a medida que el ingreso per cápita aumenta, la degradación ambiental va a crecer a una tasa decreciente, y que a cierto nivel, dicho crecimiento económico va a generar un impacto positivo al medio ambiente.

Frente a lo anterior, el modelo que considera la sustentabilidad débil, la escasez relativa y las reglas de sustentabilidad, complementariedad e intercambio ambiental, es la Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. Esta sostiene que es posible el crecimiento económico con una buena gestión de los recursos naturales. Sin embargo, debe especificarse que esta explotación de recursos orientada al crecimiento no se refiere a la ideología Tecnocéntrica Extrema Cornucopia sino más bien a la ideología Tecnocéntrica Acomodativa.

En virtud de esto, la Economía Tecnocéntrica Acomodativa Ambiental se utilizará para sustentar la determinación de la relación entre ingreso per cápita y las emisiones de gases y, la Economía Tecnocéntrica Acomodativa de los Recursos Naturales servirá para establecer la importancia y los efectos de la extracción del recurso forestal.

2.6 Evaluación del fundamento teórico

El marco teórico establecido en el plan de disertación, contiene algunos elementos teóricos que a lo largo de la investigación, se fueron descartando como los “métodos, computacionales y criterios de selección de variables” (selección hacia delante, eliminación hacia atrás, stepwiseo selección por pasos).

Dependiendo de los diferentes indicadores, variables explicativas y metodologías se ha encontrado en la mayoría de los estudios que la calidad ambiental medida por el nivel de emisiones y las concentraciones tienen una relación no lineal con los niveles de crecimiento.

De esta manera, la investigación contribuirá a contrastar las discusiones que sobre este tema se han llegado en otros países, empleando los datos de la realidad ecuatoriana.

Para la constatación empírica de la hipótesis de Kuznets la metodología básica consiste en realizar un análisis que nos permita determinar la relación que existe entre la degradación ambiental y el crecimiento económico en el Ecuador.

En el estudio aplicado podría haberse planteado la inclusión de más variables (coeficiente de Gini, cambios estructurales y tecnológicos) que acompañan al crecimiento económico, pero dado la escasa disponibilidad de datos estadísticos ambientales y sociales, es preferible, por simplificación, plantear el análisis entre las variables señaladas.

Desarrollo de Productos

3.1 Relación entre el crecimiento económico, la incidencia y dependencia del medio ambiente en el Ecuador.

La economía ecuatoriana sustentada en el modelo convencional, se ha sostenido de la extracción y los aumentos del precio internacional del petróleo asegurando ingresos para el Estado como una forma de mitigar las caídas presupuestarias y el crecimiento interno del consumo de combustibles.

El uso de recursos energéticos, además de generar perjuicios desde la visión de la Economía de los Recursos Naturales por su extracción y agotamiento, también genera perjuicios desde la visión de la Economía Ambiental por las emisiones de gases contaminantes. Así pues, a pesar de que la venta de petróleo genere altos ingresos al Estado, no puede justificar la explotación de recursos para satisfacer necesidades de una sociedad actual, dejando de lado a las generaciones futuras.

Las áreas productivas con mayor incidencia ambiental son las actividades de exploración, producción, transporte y refinación hidrocarburíferas; las industrias generadoras de desechos peligrosos y tóxicos; las industrias generadoras de emanaciones contaminantes y, emanaciones que afectan a los cambios climáticos y a la capa de ozono; la industria maderera; el sector transporte de servicio público y privado; y, la producción agrícola con alta tecnología[48].

Como se puede observar, la mayor parte de áreas productivas, tienen relación directa en el perjuicio medioambiental que causan, mediante el uso de la actividad energética. En este sentido, se considera que el sector energético desempeña un papel crucial en la sociedad actual dado que es esencial tanto para las actividades de consumo como de producción. No obstante, su uso está asociado casi inevitablemente con una serie de efectos nocivos para el ambiente.

En vista a lo anterior, el estudio se centra en el sector energético, puesto que este, es uno de los causantes principales para la sobreexplotación de recursos y la degradación ambiental. Además, la producción, el comercio exterior, la transformación y el consumo de las diferentes fuentes de energía (primarias y secundarias) generan riqueza económica. De esta manera, se complementa los dos ejes fundamentales (crecimiento económico e impacto ambiental) para la construcción y el entendimiento del modelo de la Curva Ambiental de Kuznets.

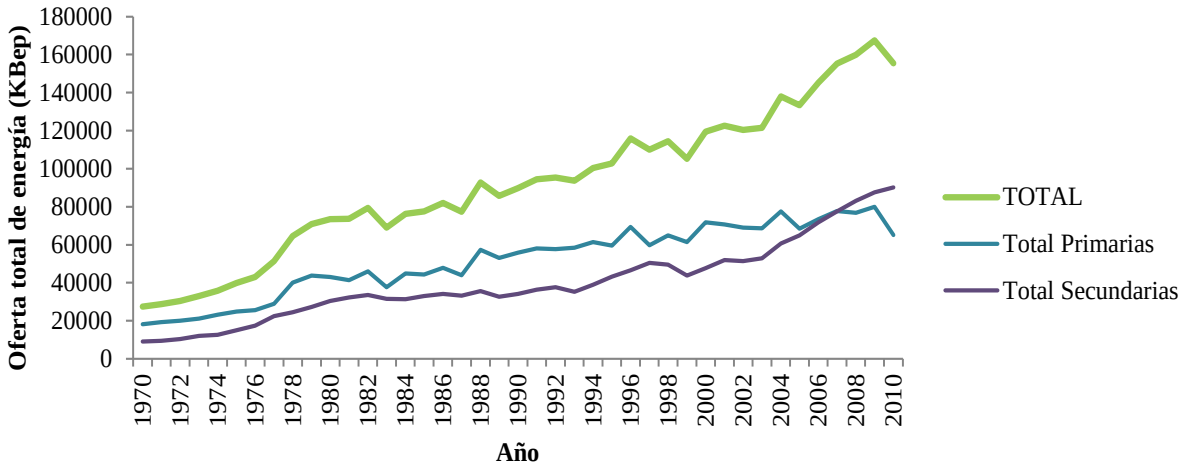
Según el Sistema de Indicadores Económicos Energéticos (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), el Ecuador presenta entre el periodo 1970-2010 una estructura de su sector energético, en el cuál, su oferta es mayor a su demanda. En este sentido, se establece que para el análisis se realizará una interpretación por separado de la oferta y consumo total de energía, para después brevemente relacionarlos.

[48] Ministerio de Ambiente del Ecuador (2010), Quienes somos.

3.2 Oferta total de energía en el Ecuador

El deficiente abastecimiento y el fuerte impacto ambiental que ha representado la generación de energía en el país, han sido temas muy discutidos a lo largo del tiempo. Así pues, es importante observar el comportamiento de la oferta total de energía en el Ecuador entre el periodo 1970-2010.

Gráfico N° 8. Oferta total de energía en el Ecuador[49]



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

En las últimas décadas, la oferta total de energía en el Ecuador ha sufrido una importante variación durante su evolución histórica. Es así que, se observa que la oferta aumentó en una tasa promedio anual de 8,26% en el periodo 1970-1979, de 1,93% en el periodo 1980-1989, de 1,61% en el periodo 1990-2000 y de 4,17% en el periodo 2000-2010. De igual forma, se identifica un crecimiento de 79,36% a lo largo del periodo 1970 al 2010. El crecimiento más agresivo se presentó en el periodo 1970-1979 con el 61,34%, mientras que el menor crecimiento se registra en el periodo 1979-1989 con el 14,26%. En 1990-1999 el crecimiento fue de 14,57% y en el periodo 2000-2010 de 23,14%. Cabe enfatizar que solo entre los años 1977 a 1978, la oferta total de energía creció en un 25,46%; y, entre los años 1982 a 1983 descendió en un 13,10%; estas fueron las variaciones más representativas registradas a lo largo de los años de 1970 hasta 2010.

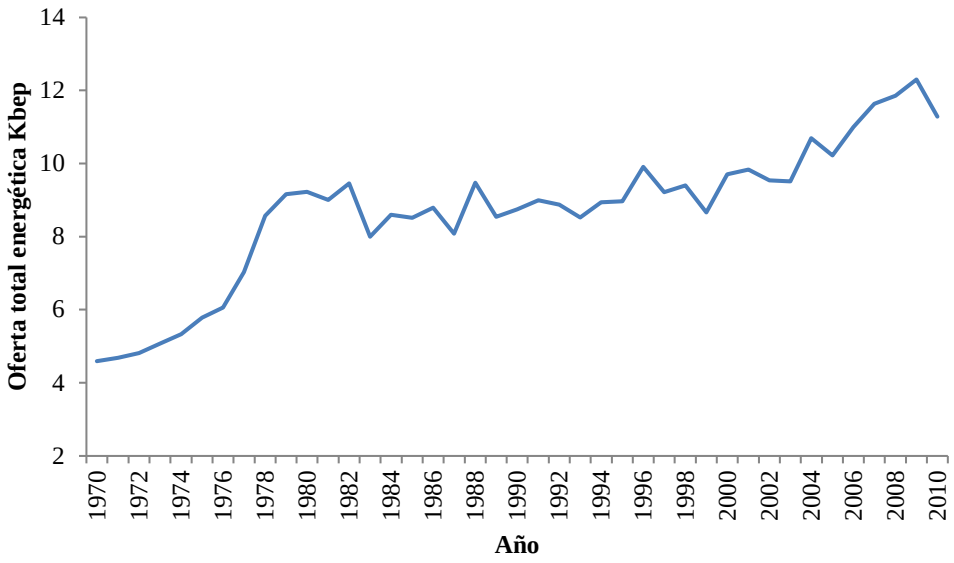
Para el análisis del abastecimiento de energía se debe tomar en cuenta; por un lado, la energía primaria, compuesta por la oferta de petróleo, gas natural, energía hídrica, leña y productos de caña; y, por otro lado, la energía secundaria, constituida por gas licuado, gasolina/alcohol, kerosene/Turbo, diesel oil y fuel oil.

[49] Ver anexo A.2: Oferta total de energía en el Ecuador.

La aportación de la energía primaria en la oferta total en el periodo 1970-1979 fue de 62,94%, en 1980-1989 fue de 58,23%, en 1990-1999 fue de 59,48% y finalmente en 2000-2010 fue de 55,81%. La mayor oferta primaria se registra en el año 2009 en un monto de 79.928,32 KBep, un incremento del 94,65% desde el año 1970.

La participación de la energía secundaria en la oferta total en el periodo 1970-1979 fue de 37,06%, en 1980-1989 fue de 41,77%, en 1990-1999 fue de 40,52% y en 2000-2010 fue de 47,53%. En donde, la mayor oferta secundaria fue registrada en el año 2010 en un monto 90.214,23 KBep, un crecimiento del 89,84% desde el año 1970 (9.162,78 KBep).

Gráfico N° 9. Oferta de energía per cápita en el Ecuador[50]



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

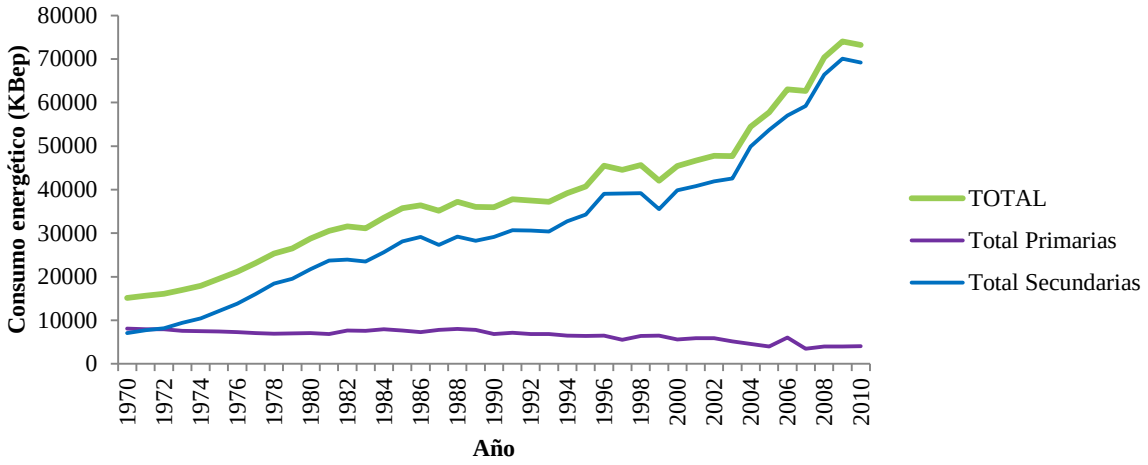
Una vez examinada la oferta total de energía y su estructura, cabe analizar la oferta energética per cápita. Por consiguiente, si se observa el gráfico anterior, se concluye que al incluir la variable población en la oferta total de energía entre el periodo 1970-2010, existe un crecimiento alrededor del 59,28% (4,59 a 11,28 Bep/Hab). Así pues, en el periodo 1970-1979, la oferta total promedio anual es alrededor de 6,11 Bep/Hab, en 1980-1989 de 8,77 Bep/Hab, en 1990-2000 de 9,02 Bep/Hab y en el 2000-2010 de 10,69 Bep/Hab. La variación entre esos periodos es de 49,86%, -8,01%, -1,02% y 13,97%; junto a una variación promedio anual de 7,97%, de -0,85%, de -0,11%y de 1,52% respectivamente.

[50] Ver anexo A.3: Series de tiempo ambientales y económicas.

3.3 Consumo de energía en el Ecuador

Una vez observada la oferta energética, también es importante estudiar el otro lado del mercado, es decir la demanda de energía. Por ello, se presenta el siguiente gráfico, el cual muestra el consumo energético, tanto primario como secundario.

Gráfico N° 10. Consumo energético en el Ecuador



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

En las últimas décadas, el Ecuador ha venido experimentando un notable incremento del consumo energético durante su evolución histórica. Así pues, se verifica que el consumo aumentó en un porcentaje promedio anual de 6,44% en el periodo 1970-1979, de 2,53%en 1980-1989, de 1,74% en 1990-2000 y de 4,89% en 2000-2010. Del mismo modo, el crecimiento total registrado en el periodo 1970-2010, es de 79,36% (igual al porcentaje identificado en la oferta total energética). El crecimiento más significativo se presenta en el periodo 1970-1979 con el 42,99%, mientras que en 1979-1989 fue de 20,16%, en 1990-1999 de 14,38% y en el 2000-2010 de 37,96%. Este importante crecimiento durante los 70´s, se debe a dos puntos trascendentales: la fuerte expansión económica; y, el bajo precio de los combustibles y de la electricidad en términos reales[51].

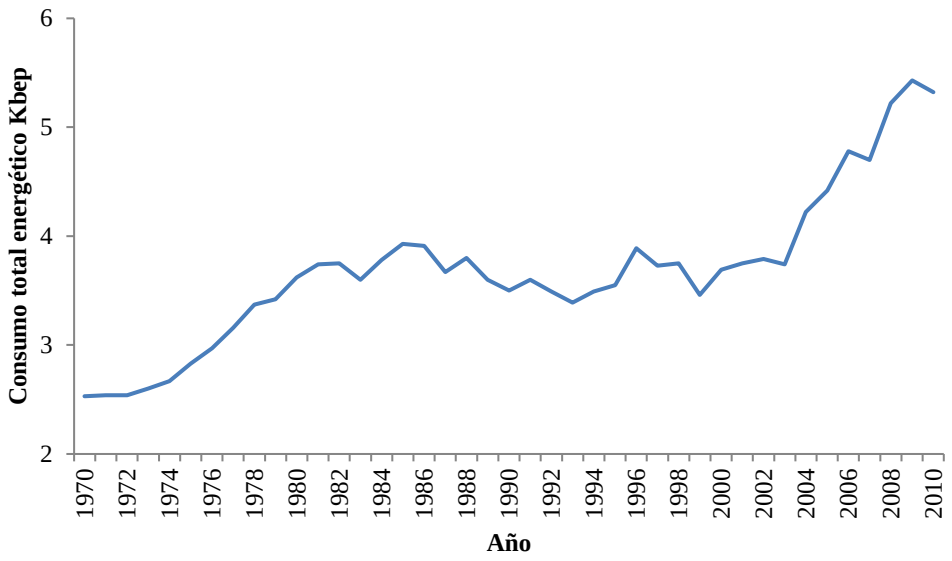
El aporte promedio de la energía primaria en el consumo energético total en el periodo 1970-1979 fue de 39,64%, en 1980-1989 fue de 22,58%, en 1990-1999 fue de 16,28% y en 2000-2010 fue de 8,63%. En donde, consumo primario más elevado se presentó en el año 1970 con un monto de 8.052,30 KBep y en el año 1988 con un monto de 8.014,74 KBep. En general, entre el periodo 1970-2010, se ha registrado una reducción del consumo de la energía primaria en un 99.99% (de 8.052,30 a 4.026,37 KBep). Esto se debe principalmente al consumo de la leña que disminuyó significativamente un 113.69% desde el año de 1970 al 2010.

[51] FALCONÍ, Fander, FLACSO, Economía y Desarrollo Sostenible: ¿Matrimonio feliz o divorcio anunciado?, El caso de Ecuador, http: //www.flacso.org.ec/docs/Petroleo_desar.pdf, p. 104.

La participación promedio de la energía secundaria en el consumo energético total en el periodo 1970-1979 fue de 60,36%, en 1980-1989 fue de 77,42%, en 1990-1999 fue de 83,72% y en 2000-2010 fue de 91,37%. El mayor consumo secundario fue presentado en el año 2009 en un monto 70.048,28 KBep, un crecimiento del 89,92% desde el año 1970 (7.059,12 KBep).

En conclusión, la energía secundaria incrementó en su consumo un 63,86% entre 1970-1979, un 23,24% entre 1980-1989, un 18,08% entre 1990-1999 y un 48,61% entre el 2000-2010; es decir, que variaron a una tasa promedio anual de 11,97%, 2,92%, 2,24% y 5,67% respectivamente para cada periodo.

Gráfico N° 11. Consumo Energético per cápita en el Ecuador[52]



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Finalmente, a pesar de que el uso de energía total ha crecido enormemente, el incremento acelerado de la población ha mantenido el uso de energía per cápita relativamente muy bajo. Es así que, entre el año de 1970 y el 2010 la tasa anual de crecimiento poblacional (2,19% por año) ha sido mayor que la tasa de crecimiento del consumo de energía per cápita (1,88% por año).

Cabe destacar que, en base a los datos analizados, se concluye que cada ecuatoriano genera más energía de lo que consume individualmente. Es decir, que entre 1970 y 2010 hay un exceso de oferta energética por cada habitante de aproximadamente 5 Bep.

[52] Ver anexo A.3: Series de tiempo ambientales y económicas.

3.4 Contaminación atmosférica en el Ecuador

Para evidenciar el nivel de degradación ambiental presente en el Ecuador, se tomó en cuenta el flujo total energético de un contaminante, el dióxido de carbono (CO2), por ser considerado uno de los principales gases efecto invernadero considerado en el Protocolo de Kyoto sobre cambio climático y ser el gas con mayor aporte a la contaminación ambiental en el Ecuador; registrado en el Sistema de Indicadores Económicos Energéticos (2010) de la OLADE, para los que se dispone series históricas anuales durante el periodo 1970-2010.

Existen otros gases que se relacionan con otros problemas de contaminación atmosférica: el anhídrido de azufre (SO2), el óxido de nitrógeno (NOX), el monóxido de carbono (CO); emisiones de partículas (PAR) e hidrocarburos (HC).

El Gráfico Nº 12 permite observar una aproximación del comportamiento de los contaminantes durante el periodo considerado (1970-2010), el mismo que facilita avanzar en algunas conclusiones sobre el vínculo entre el crecimiento económico y daño ambiental. Como se puede evidenciar, las emisiones agregadas per cápita aumentan en su conjunto. Esto se debe principalmente a la tendencia que las emisiones de CO2 per cápita presentan; ya que representa casi el total de las emisiones contaminantes agregadas per cápita. Por consiguiente, el resto de contaminantes, no afectan en lo más mínimo a la curva. Es por ello que se analizará únicamente el dióxido de carbono (CO2) como principal indicador de presión ambiental[53].

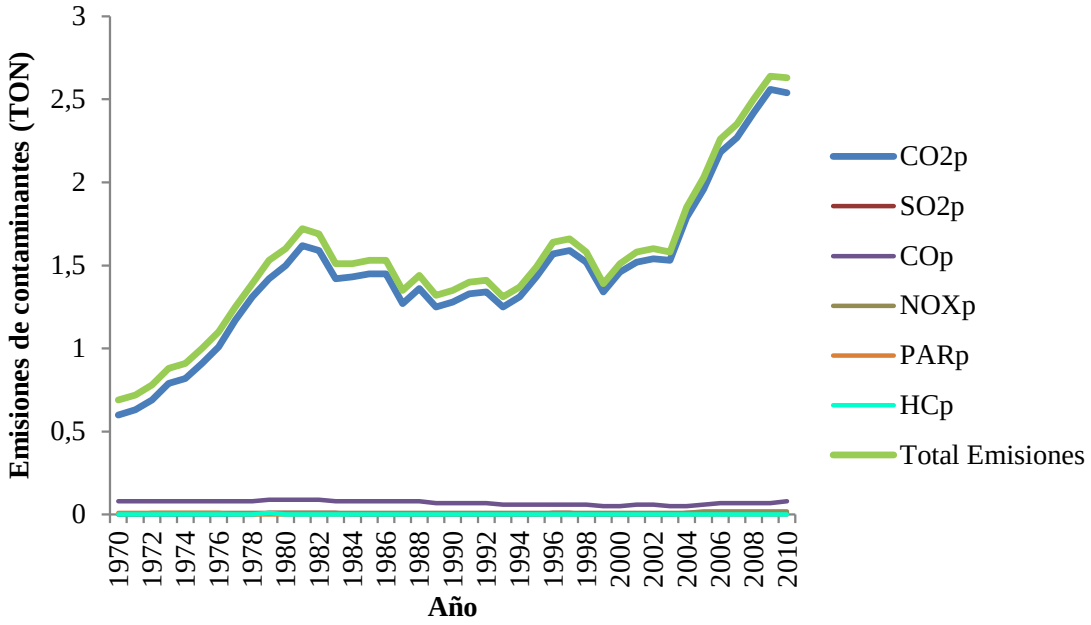
Cabe advertir que a veces se torna muy complejo estimar la relación existente entre los flujos de contaminación anual, ya que existen sectores donde es muy difícil realizar estudios del deterioro ambiental que se está provocando. En este sentido, el análisis de los datos solo muestra el acercamiento a una simple interpretación de la realidad.

Varios estudios argumentan que, para el debate sobre la CAK, los datos a utilizar deberían ser los de emisiones per cápita. Sin embargo, dado que se va a analizar únicamente un contaminante, lo que se busca es desagregarlo en su respectivo sector o actividad por donde es generado.

Por consiguiente, se verificará el origen de las emisiones de dióxido de carbono (CO2), para luego agregar totalmente y determinar las emisiones per cápita en el cálculo mismo del modelo de la CAK.

[53] Tanto el CO2 como el CO muestran una cierta similitud en sus tendencias, esto se debe esencialmente a que su composición se deriva en la misma proporción de los mismos energéticos y actividades.

Gráfico N° 12. Emisiones de contaminantes per cápita agregado en el Ecuador



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética. Elaboración: Daniel Almeida

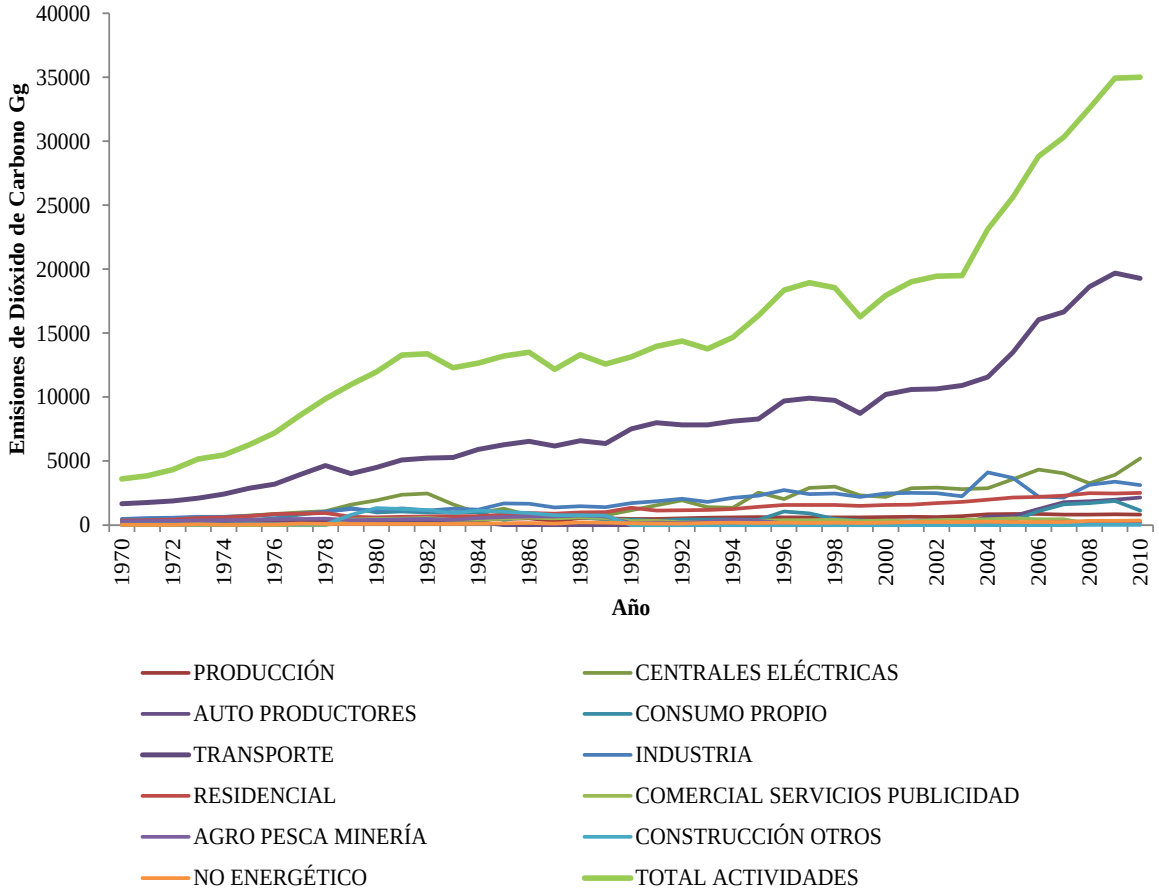
3.4.1 Emisiones de dióxido de carbono (CO2)

Como se puede observar en el Gráfico Nº 12, las emisiones de CO2 se diferencian en tres etapas durante el periodo 1970-2010: una primera, durante el periodo 1970-1979, en la cual se da un aumento acelerado en las emisiones; una segunda, durante el periodo 1980-1999, en donde existe una relativa estabilización en las emisiones aunque sigue creciendo en menor proporción; y, una tercera, en el periodo restante, donde se evidencia, salvo ciertas disminuciones significativas entre 2000-2010.

El crecimiento promedio anual del CO2[54] en el primer periodo fue de 11,48%, en el segundo de 0,77% y en el tercero de 4,86%. Es decir, que creció 72,84% (de 3.604,92 a 13.274,83 Gg[55]), 8,83% (de 13.372,15 a 14.667,53 Gg) y 53,22% (de 16.374,59 a 35.000,06 Gg) respectivamente. Por consiguiente, se justifica el gran crecimiento que presentan las emisiones de CO2, de 89,70% entre el año 1970 al año 2010 (de 3.0604,92 a 35.000,06 Gg). Es importante mencionar que las emisiones de CO2 a lo largo de los periodos señalados, por lo general mostraron una variación positiva, exceptuando los años 1983, 1987, 1989, 1993, 1998 y 1999. Este último año, presentó una reducción del 12,29%, la más representativa que se ha identificado en el país. Sin embargo, han existido crecimientos del 18,98% en 1973, 19,26% en 1977 y 18,48% en el 2004.

[54] Ver anexo A.3: Series de tiempo ambientales y económicas.
[55] 1 Gigagramo = 1 Gg = 1000 Toneladas métricas

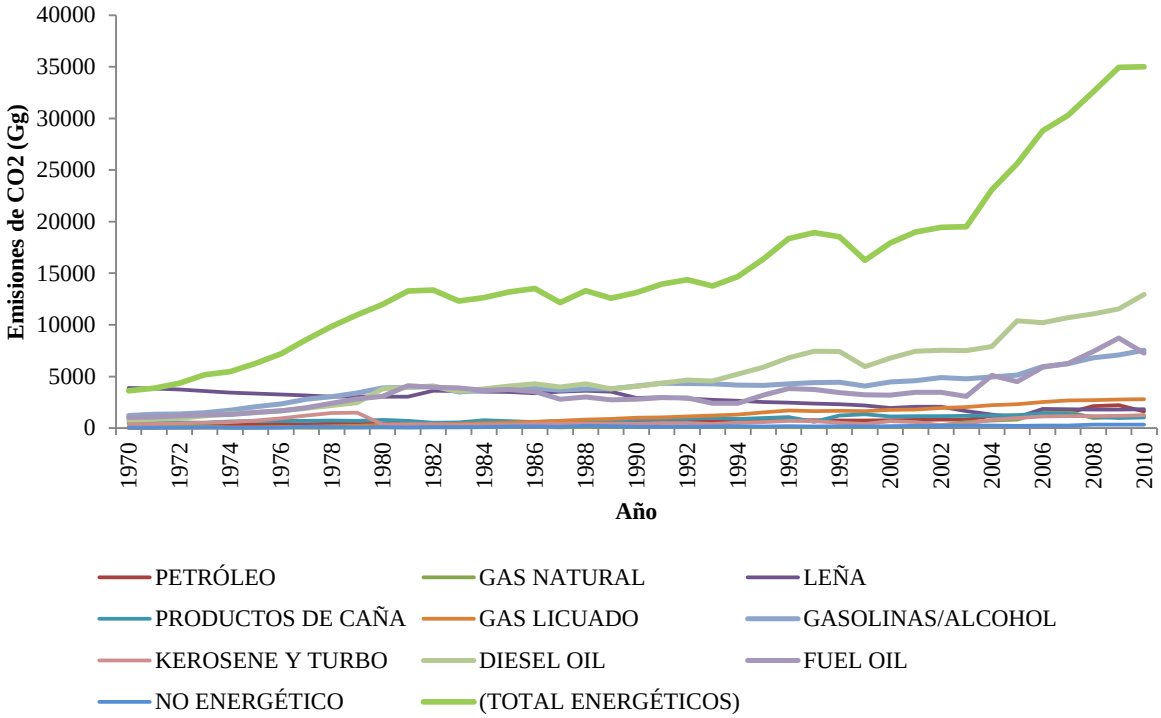
Gráfico N° 13. Emisiones de CO2 por actividad en el Ecuador



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaboración: Daniel Almeida

En el Gráfico Nº 13 se puede observar un análisis de las actividades generadoras de emisiones de dióxido de carbono, y cabe indicar que la mayor cantidad de emisiones de CO2 provienen del sector transporte. Específicamente se da por el uso excesivo de energéticos como: gasolinas/alcohol, diesel oil, fuel oil y kerosene/turbo.

Gráfico N° 14. Emisiones de CO2 por energético en el Ecuador



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaboración: Daniel Almeida

En cuanto al análisis de los energéticos generadores de emisiones de dióxido de carbono, el Gráfico Nº 14 muestra en general, que la mayor parte de emisiones de CO2 provienen crecientemente del diésel oil y fueloil y, gasolinas/alcohol; y, decrecientemente de la leña. Por ello, todos los energéticos han incrementado sus emisiones a lo largo del tiempo, excepto el generado por el uso de la leña que va disminuyendo y por el de kerosene/alcohol que es irregular.

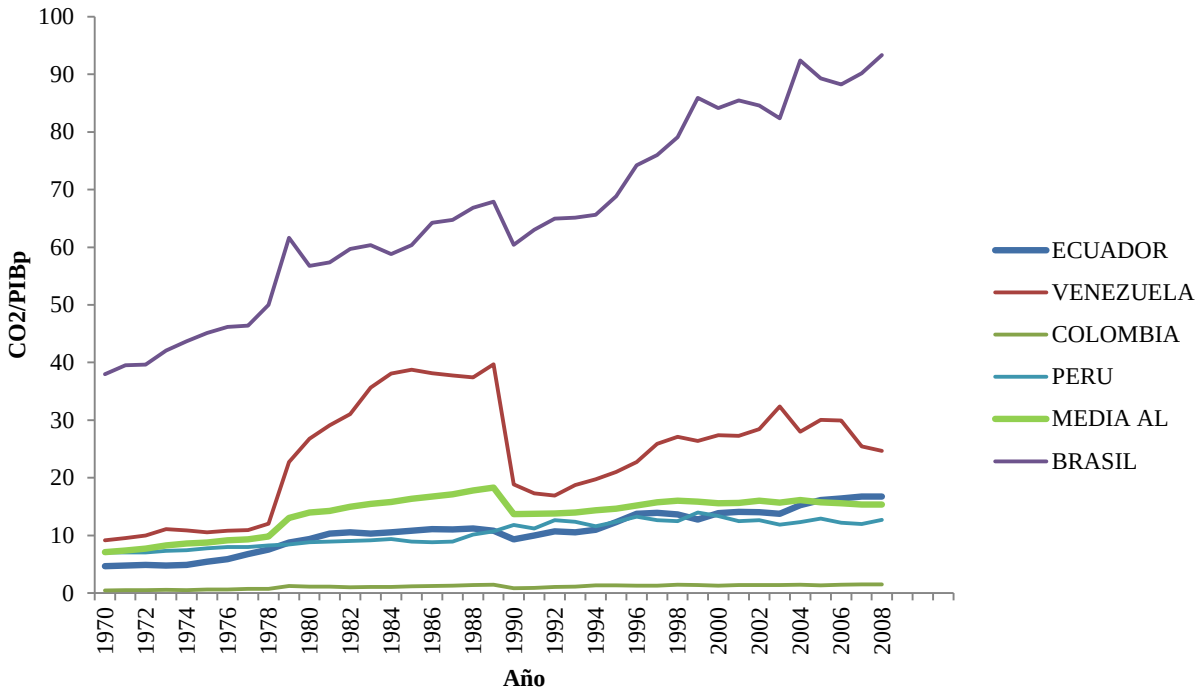
3.4.2 Comparación con otros países de Latinoamérica (Brasil, Colombia, Perú y Venezuela).

Toda actividad económica requiere de una cierta cantidad de energía disponible que la haga posible; por lo que el proceso económico conlleva importantes transformaciones energéticas que pueden causar de una u otra forma efectos nocivos al medio ambiente. De esta manera, en América Latina y el Caribe, se observa que los procesos de transición energética han constituido factores decisivos de su crecimiento, evidenciado principalmente por la "*…sustitución de portadores tradicionales […]* de energía *[…] por modernos portadores […] que al tiempo de permitir formas de uso más flexibles y eficientes, acompañan e inducen transformaciones en la estructura económica y el medioambiente…*" (Bertoni y Román, 2006: 02).

Varios países latinoamericanos, principalmente los del Sur, sostienen su economía en base a un modelo extractivista de energía fósil, el cual se radica en los años 70´s por la disminución en el uso de leña, y el aumento en el uso del petróleo y sus derivados. Frente a esto, la utilización de la energía que supone una transformación que se deriva en un incremento de la entropía, provoca emisiones de gases contaminantes los cuales provocan un gran perjuicio al medio ambiente (Bertoni y Román, 2006).

Para dar una interpretación descriptiva de esta relación económica-ambiental es fundamental observar la tendencia entre la ratio del indicador de degradación ambiental sobre el indicador de crecimiento económico, que será definida como el costo medioambiental de producir un dólar de PIBp en un país o en una región. Allí no debería resultar difícil observar un patrón de comportamiento tipo CAK al graficar dicho costo medioambiental en el largo plazo; sin embargo, la realidad puede ser otra (Gráfico Nº 15). Los países seleccionados tienen ciertas características similares al Ecuador, sea en extensión, población, ingresos, explotación de recursos, entre otras.

Gráfico N° 15. Ratio entre contaminación ambiental y crecimiento económico (1970 – 2008)



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaboración: Daniel Almeida

Las emisiones de dióxido de carbono (CO2) observadas durante el periodo 1970- 2008 para estos países latinoamericanos, evidencian un comportamiento disparejo de unos países frente a otros. Unos presentan altos ratios provocados por una alta generación de emisiones contaminantes frente a un relativamente bajo PIBp. Así también, se pueden evidenciar otros casos como la presencia de periodos de incrementos significativos en el PIBp que proporcionalmente son mucho mayores a los crecimientos de las emisiones de contaminantes.

En referencia al ratio entre las emisiones de CO2 sobre el PIBp, observadas durante el periodo 1970-2008 para los distintos países latinoamericanos, Brasil y Venezuela históricamente están por encima de la media de América Latina y el Caribe. Para este caso, el costo medio medioambiental promedio anual de producir un dólar de PIBp en América Latina y el Caribe durante el periodo 1970-2008 es de 11,28 gigagramos de emisiones de CO2, lo cual señala un alto nivel de contaminación.

En este caso, se debe tener claro que el análisis descriptivo del ratio entre las emisiones de dióxido de carbono (CO2) y el PIBp, simplemente ayuda a observar el panorama de la relación económica-ambiental de Ecuador con respecto a países vecinos de América Latina y el Caribe, por lo que en ningún caso permite realizar un análisis causa-efecto de los impactos positivos o negativos a los que es sometido el medio ambiente por alcanzar un cierto crecimiento económico. De esta forma, la construcción del modelo de la CAK debe estar respaldada de un análisis teórico, matemático, estadístico y econométrico que muestre una relación significativa de la degradación ambiental en función del crecimiento económico.

Si bien estos análisis son un primer acercamiento a una interpretación de la relación existente entre degradación ambiental y crecimiento económico; éste aún está muy lejos de lo que plantea el modelo de la CAK.

3.5 Modelando la CAK para el Ecuador

3.5.1 Viabilidad de aplicar el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador

La economía del Ecuador se basa principalmente en la explotación de sus recursos naturales, es por ello que en el intento por captar mejores ingresos para generar bienestar en la sociedad, se ha provocado un impacto negativo para el medio ambiente. Esto se puede evidenciar claramente por la presencia de gases efecto invernadero en la atmósfera, que en el caso del país, las emisiones de CO2 son las más agresivas. En virtud de esto, surge el interés de identificar si el incremento en cierta proporción del ingreso per cápita, va a proteger o dejar de deteriorar al medio ambiente.

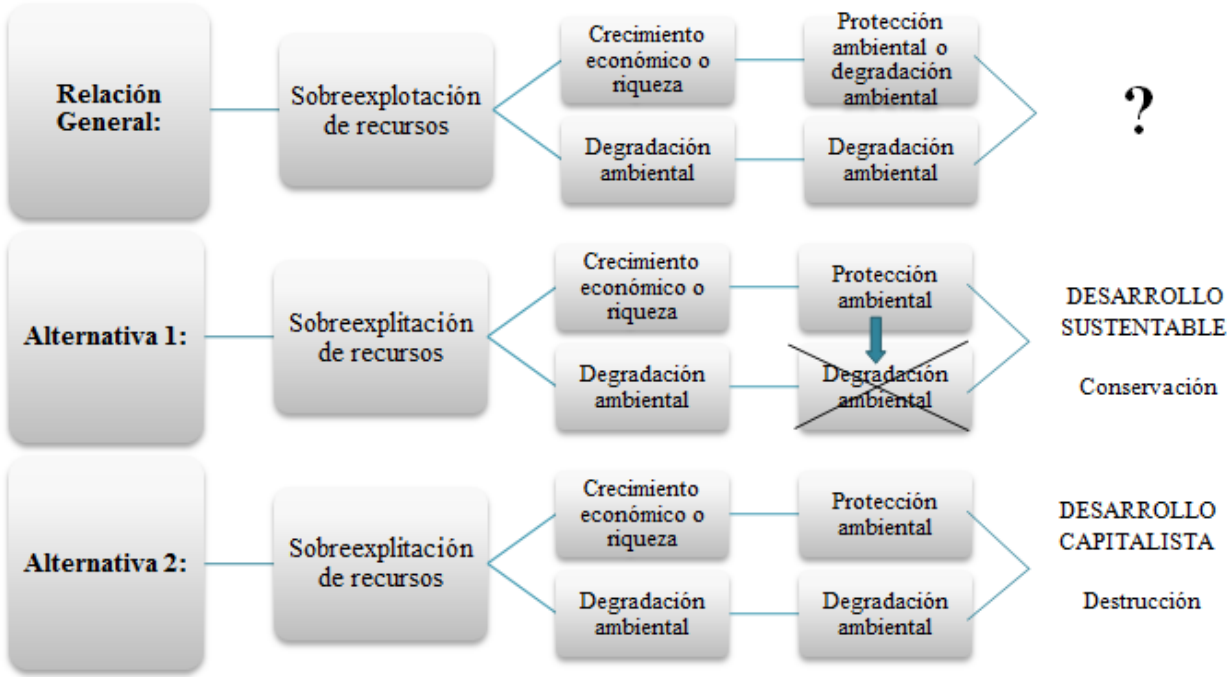
El modelo tradicional de la Curva Ambiental de Kuznets afirma que la relación de U invertida debe tener como variable exógena al ingreso per cápita y como variable endógena a un indicador de daño ambiental (emisiones de dióxido de carbono). Es así que, el Ecuador por su sistema económico-ambiental, cumple en cierta manera con la relación que el modelo exige.

Varias investigaciones han concluido que la mayoría de países no desarrollados, aún no han sobrepasado el punto de inflexión de la Curva Ambiental de Kuznets. Por ese motivo la mayoría de estudios han dado mayor énfasis a países desarrollados que han tenido un buen manejo agrícola, industrial y de servicios a lo largo de su historia. Sin embargo, la evidencia empírica en países no desarrollados ha permitido determinar la ubicación del país en la curva e identificar cuándo es posible que alcance a su ingreso per cápita óptimo mediante el pronóstico de series de tiempo.

En este contexto, es posible la viabilidad de la Curva Ambiental de Kuznets en el Ecuador; pero, hay que considerar que muchos supuestos se han planteado para países en desarrollo. Además, la economía ecuatoriana ha tenido ciertos shocks exógenos a lo largo de la historia, que han distorsionado de alguna u otra forma las tendencias de los indicadores económicos y ambientales.

En definitiva, si se cuenta con las variables económicas y ambientales en series de tiempo; y, una relación de sobreexplotación ambiental, degradación ambiental, crecimiento económico y protección ambiental en el país; es posible presentar el modelo de la Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador.

Gráfico N° 16. Proceso económico-ambiental de la CAK



Fuente: Daniel Almeida
Elaborado por: Daniel Almeida

El Gráfico Nº 16 muestra una visión clara sobre el proceso económico – ambiental de la CAK. Una primera opción señala el proceso al cual el modelo de la CAK propone alcanzar. Una segunda alternativa muestra el proceso de la CAK en su etapa inicial. Por consiguiente, lo que se va a intentar es encontrar la alternativa que mejor se acople para el Ecuador y determinar si es posible que alcance o si ya alcanzó el punto de inflexión de la Curva Ambiental de Kuznets.

Ecuador es un país en vía de desarrollo, por lo tanto, condiciones inherentes tales como menores ingresos, condiciones sociales desfavorables, malas gestiones administrativas, ventajas comparativas sobrevaloradas y el deficiente desarrollo de mecanismos de gestión, encajan como economías de extracción[56]. En este sentido, la viabilidad en la comprobación de la existencia de una CAK para el

[56] MARÍN, Wilmer, LADINO, Darío, *Libre Comercio y Medio Ambiente*., pp. 01, 04.

Ecuador estaría en riesgo, ya que regularmente no se observa un proceso estructural paulatino[57]. Por otro lado, aun con la presencia de un proceso estructural irregular, es posible de que exista un incremento en la concientización ambiental. En este sentido, el cuidado ambiental y su inclusión en la gestión económica, ha sido evidente en el Ecuador en los últimos años.

Cabe mencionar también que, la contaminación ambiental está ampliamente relacionada con cambios en las preferencias de consumo y la poca concientización por parte de la sociedad de los efectos del deterioro del medio ambiente. En este caso, el análisis se puede dificultar debido a que el Ecuador es un país heterogéneo, y posee una inequitativa distribución del ingreso. Sin embargo:

…Aunque los resultados empíricos son parciales, diversos y muchas veces contradictorios, algunos economistas celebraron el supuesto hallazgo como demostración de que hay una evidencia clara de que, a pesar de que el crecimiento económico habitualmente conduce a la degradación ambiental en una etapa inicial del proceso, finalmente la mejor y probablemente la única vía de conseguir un medio ambiente decente en la mayoría de países es que se hagan ricos[58].

3.5.2 Variables seleccionadas

3.5.2.1 Determinación de la variable ambiental a ser usada en el modelo

El presente estudio se limita al análisis de un contaminante: Dióxido de Carbono per cápita (CO2p); pues como se mencionó anteriormente, las emisiones per cápita de CO2 representan casi el total de las emisiones contaminantes agregadas per cápita en el Ecuador. Además, la falta de información es casi una regla en los países en desarrollo, por lo que uno de los principales criterios bajo los cuales se eligió este contaminante fue por su disponibilidad.

La información sobre emisiones de CO2p, ha sido obtenida de la base de datos elaborada por OLADE[59], Sistema de Información Económica-Energética (SIEE). La información tiene el carácter de serie de tiempo para el período 1970-2010 y está expresada en gigagramos y toneladas.

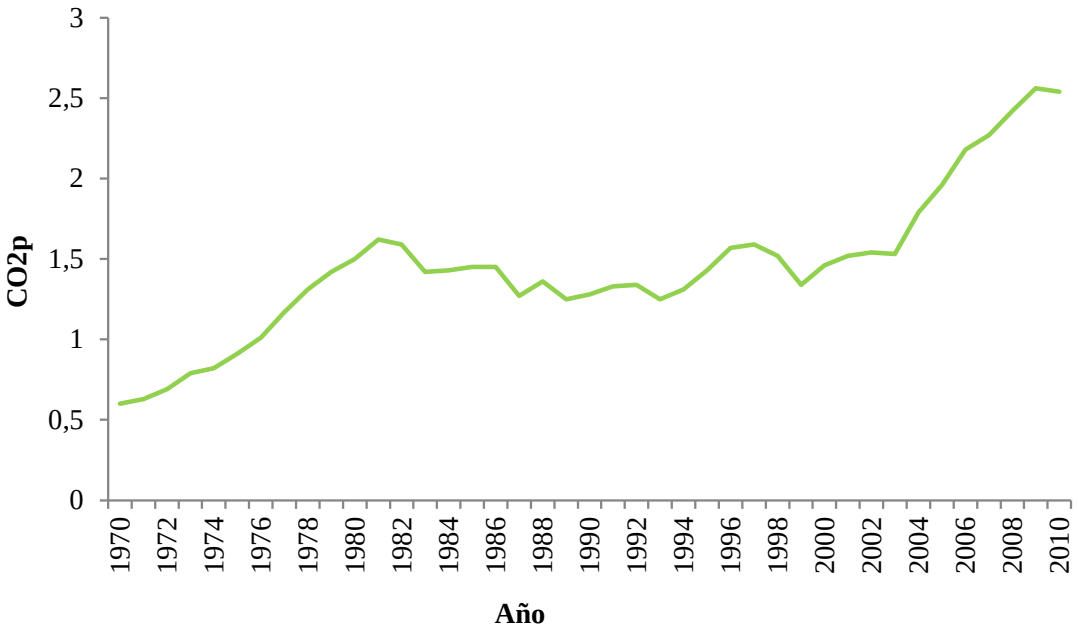
[57] El proceso estructural paulatino, se refiere al transcurso que ha tenido una sociedad en el tiempo. Primero, desde una sociedad basada en el sector agrícola, luego en el sector industrial y finalmente en el sector de servicios.

[58] ROCA, Jordi, PADILLA, Emilio (2001), *Emisiones atmosféricas y crecimiento en España: la Curva de Kuznets Ambiental y el Protocolo de Kyoto*, Universidad de Barcelona, Barcelona, pp. 02.

[59] Latín American Energy Organization: La base de datos tomada para la investigación fue la calculada por el método, llamado: Método por Tecnologías, que consiste en estimar las emisiones de CO2 y otros gases en función de la tecnología bajo la cual la energía es aprovechada. El objetivo consiste en cuantificar las emisiones que se producen a lo largo de las cadenas energéticas, desde el aprovechamiento de las energías primarias, pasando por los procesos de transformación, las pérdidas por transporte y distribución, hasta la utilización final.

Una vez determinada la variable ambiental a utilizar, es importante mencionar que antes de la construcción del modelo de la CAK, se debe hacer un análisis econométrico de la serie y verificar su estacionariedad; pues, en los estudios empíricos donde se usan series de tiempo mencionan que dichas series deben ser estacionarias; ya que, muchas veces la autocorrelación se genera debido a que no lo son[60](esto también se lo puede observaren la forma de la curva del gráfico; pero para otro tipo de series se debe hacer análisis más profundos). También es indispensable analizar la correlación serial de los residuos y la mutua correlación residual.

Gráfico N° 17. Emisiones per cápita de dióxido de carbono CO2 (Ton)



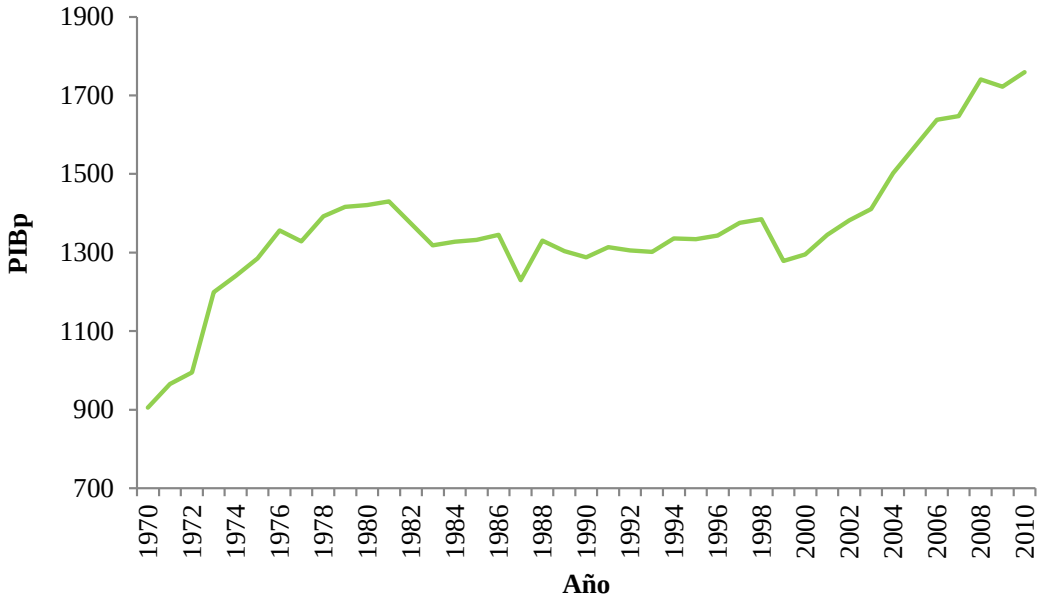
Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

[60] La letra p junto a la abreviación del contaminante significa per cápita o por habitante. La cual se usará constantemente a lo largo del estudio.

3.5.2.2 Determinación de la variable económica a ser usada en el modelo

El modelo tradicional de la curva de Kuznets[61] y de la Curva Ambiental de Kuznets[62] plantea que la única variable exógena para determinar el crecimiento económico es el ingreso per cápita. Es por ello que, el modelo tradicional de la CAK se caracteriza por tener un concepto determinista del ingreso[63], en el cual se supone que incrementando el PIB per cápita (*céteris paribus*), se podría alcanzar a largo plazo una menor degradación ambiental, considerando el supuesto de que el deterioro ambiental es reversible[64], por lo tanto, primero debe existir un crecimiento para después poder remediar la contaminación[65]([66]). Por consiguiente, se tomará en cuenta el PIB per cápita en dólares constantes del 2000 para analizar el modelo.

Gráfico N° 18. Producto Interno Bruto per cápita del Ecuador[67]



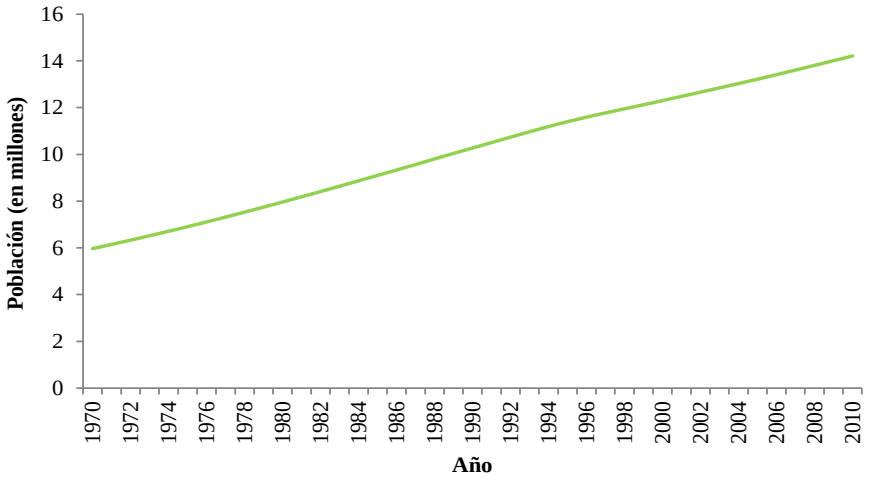
Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

[61] Relación distribución del ingreso y crecimiento económico de Simon Kuznets (1955).
[62] Otras CAK propuestas han salido del tradicionalismo de que la única variable explicativa es el PIB per cápita, incorporando otras variables de control (precio de la energía, índice de Gini, uso de energía, índice de precios del consumidor, etc.).
[63] Con esto no se quiere decir, que otras variables no afecten a las emisiones de contaminantes; simplemente, se garantiza que solo con el PIB per cápita se puede explicar el modelo. Esto se aclarará más adelante al introducir el error en el modelo.
[64] Si bien algunos estudios determinan que existe una CAK para la contaminación ambiental, no pueden hacerlo para la destrucción de la biodiversidad porque la extinción de especies no puede remediarse con un incremento del ingreso per cápita. Aun cuando pueda llevarse a cabo un proceso de reforestación, la extinción de las especies que habitaban el bosque primario no es un proceso reversible.
[65] De esta manera, se acepta como dada la condición de perfecta sustitución entre los recursos naturales y los bienes de capital, además de la suposición de perfecto funcionamiento del mecanismo de mercado como la fuente más eficiente en la determinación de precios y en la asignación de los recursos de una sociedad.
[66] Cfr., SARAVIA, Alejandra, UNIVERSIDAD DE SAN SIMÓN DE BOLIVIA, *Evidencias de la relación medio ambiente-economía en el caso latinoamericano*, http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/reyno/ParteII5.pdf, p. 03
[67] Ver anexo A.8: Análisis econométrico de la serie de tiempo producto interno bruto per cápita.

3.5.2.3 Determinación de la variable demográfica a ser usada en el modelo

Para la construcción del modelo de la CAK, es esencial que los indicadores relacionados sean medidos por habitante. Así pues, la variable población es primordial para el desarrollo del modelo. El Gráfico Nº 19 muestra la tendencia de la serie de tiempo de habitantes en el Ecuador entre el periodo 1970-2010.

Gráfico N° 19. Población en habitantes en el Ecuador



Fuente: INEC
Elaborado por: Daniel Almeida

Se puede visualizar que la tasa de crecimiento de la población en el Ecuador, ha sido constante en el periodo 1970 - 2010, con un tasa del 2,11%. Sin embargo, cabe mencionar que desde el año de 1970 al 2010, la población se ha incrementado en más del 100% (de 5.970.000 a 13.773.000 habitantes); esto de alguna manera afectará al modelo y sus variables[68].

3.5.3 Cálculo de la Curva Ambiental de Kuznets para el Ecuador

Las relaciones entre crecimiento económico y las diversas presiones ambientales son, sin duda, complejas. Las economías varían a lo largo del tiempo en cuanto al peso relativo de diversas actividades y en cuanto a las técnicas utilizadas. Por ello, no se puede suponer sin más, que un determinado aumento de escala en la actividad económica tendrá un aumento equivalente en todos y cada uno de los flujos que están en la base de los diferentes problemas ambientales[69].

De esta manera, el desarrollo del modelo de la CAK debe estar sustentado de un estudio teórico, matemático, estadístico y econométrico que muestre una relación relevante de la degradación ambiental en función del crecimiento económico.

[68] En este caso, no se realiza las diferentes pruebas de estacionariedad, puesto que esta variable demográfica ya está implícita en las variables ambiéntales y económicas propuestas y analizadas anteriormente.
[69] ROCA, Jordi, PADILLA, Emilio, Op. Cit., p. 02.

3.5.3.1 Descripción del modelo matemático de la CAK

Los primeros estudios sobre la CAK han postulado una relación de U invertida entre crecimiento económico y daño ambiental, sin embargo no especificaron la forma precisa de la relación funcional entre sus variables; además, no determinaron un modelo estándar, ya que varias investigaciones muestran distintas ecuaciones que si bien tienen semejanzas en su contenido, existen diferencias en su especificación (en la variable dependiente, en las variables independientes y de control, en el orden de su polinomio, etc.). Además, recuérdese, que "*las relaciones entre riqueza y degradación ambiental son diversas según el indicador y por tanto hay argumentos para todos los gustos*" (Martínez, 1995: 67).

De acuerdo a los datos y evidencia encontrada para el Ecuador, se puede sugerir la siguiente expresión matemática:

$$ECpt = \beta o + \beta 1 PIBpt \quad (3.1)$$

Donde *ECpt* son las emisiones del contaminante *CO2*; y, $\beta 0$ es el coeficiente de la intersección, $\beta 1$ es el coeficiente de la variable económica al nivel. Así, la variable emisiones contaminante *ECt* depende de la variable explicativa *PIBpt* en el tiempo t.

Los modelos puramente matemáticos de la CAK son de interés limitado para el econometrista, ya que suponen que existe una relación exacta o determinística entre crecimiento económico y degradación ambiental. Pero las relaciones entre las variables económicas generalmente son inexactas. Así pues, obtenida ya la información sobre las emisiones del contaminante y el PIBp de una serie de tiempo de 41 observaciones, la gráfica (asignando al eje vertical, *ECt*; y, al eje horizontal, *PIBpt*) frente a las observaciones, no quedaría exactamente sobre una curva de U invertida[70], pues además del *PIBp* existen otras variables que afectan a las emisiones contaminantes. Para dar cabida a relaciones inexactas entre las variables económicas, se ajusta la CKA de la siguiente manera:

$$ECt = \beta o + \beta 1 PIBpt + ut \quad (3.2)$$

Donde ut conocida como el término de perturbación o de error es una variable aleatoria (estocástica) que tiene propiedades probabilísticas claramente definidas. Este término puede representar claramente todos aquellos factores que afectan a las emisiones de contaminantes respectivamente pero que no son considerados en el modelo en forma explícita. La ecuación propuesta es un modelo econométrico lineal, el cual muestra que las emisiones de los distintos contaminantes están "relacionadas linealmente"[71]con el PIBp pero que la relación no es exacta; pues está sujeta a variaciones individuales de cada dato.

De acuerdo a esto y para este estudio, un modelo econométrico adecuado es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) en series de tiempo[72].

[70] Hay que señalar que algunos estudios señalan la existencia de una relación cúbica polinomial en forma de N; sin embargo, esta se la omite para este análisis puesto que el modelo no paramétrico solo señala una relación positiva y en forma de U invertida.
[71] Cuando se habla de modelo de regresión lineal se estará hablando en relación a los parámetros.
[72] Podría también ser los de datos de panel y de corte transversal; sin embargo, para este estudio no se lo contempla.

Una vez especificadas la ecuación de regresión del modelo de la CAK, antes de hacer el análisis MCO en series de tiempo, un paso importante sería verificar si las variables que integren dichas ecuaciones son adecuadas. Como se trata de un modelo econométrico de series de tiempo, se debe considerar que las variables deben ser estacionarias a fin de evitar el problema de regresiones espurias que muestren una relación irreal entre la variable dependiente y las regresadas. Además, a veces la autocorrelación se origina debido a que las series de tiempo subyacentes son no estacionarias. Es por ello que, con el fin de hacer cálculos de mayor confiabilidad y poder obtener un modelo satisfactorio, se decidió trabajar dentro de la regresión con tasas de variación anual, tanto del PIB per cápita, como de las emisiones per cápita de CO2.

También se incorporó al modelo ciertas variables ficticias (dummy[73]) en años específicos, con el fin de suavizar ciertos impactos en la economía ecuatoriana, así como también se emplearon rezagos[74] de shocks del PIB para corregir la posible correlación en los errores.

Frente a esto, las series del PIBp y las emisiones de dióxido de carbono deben presentar una media, varianza y autocovarianza (en los diferentes rezagos) que permanezcan constantes sin importar el momento en el cual se lo midan; es decir, son invariantes con respecto al tiempo. Para determinar la estacionariedad de las series se realizará la prueba de raíz unitaria de Dickey – Fuller Aumentado (ADF).

Estas pruebas buscan contrastar la hipótesis nula (Ho) de que el coeficiente de los residuos retardados ρ es igual a uno. En dicho caso, se dice que la variable dependiente presenta un problema de raíz unitaria, por tanto la serie es no estacionaria y está plagada de autocorrelación.

Adicionalmente, es necesario descartar la presencia de correlación serial, es decir, la autocorrelación de las series de tiempo con sus valores rezagados, lo cual puede generar resultados erróneos. Esto se lo hará mediante el estadístico Durbin-Watson.

3.6 Modelo Econométrico

La relación entre la calidad del medio ambiente y el crecimiento económico, no es tan fácil de explicar ni cuantificar. Para evidenciar más detenidamente esta relación, se propone a continuación un análisis por medio de una modelación econométrica, mediante el análisis de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

[73] Las variables dummy son variables cualitativas, también conocidas como indicativas, binarias, categóricas y dicotómicas. Sólo pueden asumir los valores 0 y 1, indicando respectivamente ausencia o presencia de una cualidad o atributo.

[74] La idea de los rezagos distribuidos proviene del hecho de que existen eventos que tienen efectos que persisten en el tiempo. Es decir, dada alguna causa se produce un efecto después de algún rezago en el tiempo, tal que este efecto no se percibe sólo en un punto en el tiempo, sino que es distribuido sobre él.

3.6.1 Modelo para Emisiones de Dióxido de Carbono

Para determinar la relación entre la calidad ambiental y crecimiento económico, se analizó un modelo de regresión para el periodo 1970-2010. Los cálculos se obtuvieron por medio del programa econométrico E-Views 7.0.

Un primer paso para determinar la existencia o no de una regresión, es observar si las series son estacionarias y si sus residuos no están ni serial, ni mutuamente correlacionadas. Así pues, se consideran los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla N° 3. Correlación y estacionariedad de la serie de tiempo

Resultados	Variables	
	PIBp	CO2p
Serialmente correlacionados *	NO	NO
Mutuamente correlacionados *	NO	NO
No estacionaria **	NO	NO
* Análisis de acuerdo a la ecuación ** Análisis unitario de la variable		

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Tanto la serie de tiempo PIBp, como la CO2p; presentan estacionariedad y no son mutua ni serialmente correlacionados en los residuos.

Los resultados obtenidos a partir de una regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) son los siguientes:

Tabla N° 4. Estadígrafos del modelo de la CAK

	C	VPIBP	D1	D2	D3	D4	D5	VPIBP(-3)	VPIBP (-4)
B	0,015	0,904	-0,073	-0,097	-0,082	0,081	0,078	0,264	0,575
t-Statistic	1,943	4,270	-2,523	-2,469	-2,145	2,139	2,012	1,911	4,381
R^2	0,805								
Durbin-Watson	1,819								
S.E.	0,037								

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Dónde:

C.- Constante

VPIBP: Tasa de variación anual del PIB per cápita

D1: Variable dummy en los años 1998 y 1999 (Crisis económica de los bancos, que desencadenó en la dolarización)

D2: Variable dummy en el año 1983 (Políticas de ajuste estructural, promoción de exportaciones, desastres naturales, fenómeno de El Niño)

D3: Variable dummy en el año 1989 (Notable incremento del precio del petróleo)

D4: Variable dummy en el año 1996 (shocks adversos, conflicto bélico, crisis política y energética, efectos de la crisis mexicana sobre América Latina)

D5: Variable dummy en el año 2004 (Crisis de gobernabilidad, golpe de estado al gobierno de Lucio Gutiérrez)

VPIBP (-3), (-4): Rezagos[75] en t-3 y t-4

β: Coeficiente de Regresión (es la variación neta en la variable dependiente (CO2p) por cada unidad de variación en la variable independiente (PIBp).

t-Statistic: Valor del estadístico t, bajo la hipótesis individual que las variables (H0: $\beta i = 0$).Con t-k grados de libertad, Indica que la variable contribuye a explicar la variable endógena.

R^2: Coeficiente de determinación. Medida estadística que sirve para valorar el éxito de la regresión para predecir los valores de la variable dependiente dentro del periodo muestral.

Durbin-Watson: Estadístico Durbin Watson, sirve para contrastar la hipótesis nula de perturbaciones no correlacionadas frente a la alternativa de perturbaciones correlacionadas.

S.E.: Error estándar de la regresión. Es el valor del estimador insesgado de la varianza de la perturbación aleatoria. Mientras más se acerque a 0, es mejor.

En la ecuación, los coeficientes son estadísticamente significativos al 95% del nivel de confianza; el valor del R^2 es razonablemente alto (0,81); lo cual indica que la variable explica el modelo en un 81%, es decir, las variaciones en las emisiones per cápita de CO2, son explicadas en un 81% por las variaciones del PIB per cápita. El estadígrafo Durbin-Watson muestra que no hay evidencia de correlación serial en el modelo. El error estándar de la regresión, es relativamente bajo.

[75] El lapso en que la variable dependiente Y responde a un cambio en la variable explicativa X se denomina rezago.

3.6.1.1 Análisis del modelo resultante

Al realizar el modelo de regresión lineal de CO2p sobre PIBp, donde las dos variables son estacionarias, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla N° 5. Modelo de regresión de la CAK
Emisiones de CO2p vs. PIBp

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.015375	0.007914	1.942674	0.0626
VPIBP	0.903790	0.211646	4.270295	0.0002
D1	-0.072813	0.028864	-2.522595	0.0178
D2	-0.096836	0.039225	-2.468740	0.0202
D3	-0.082210	0.038330	-2.144760	0.0411
D4	0.080935	0.037841	2.138814	0.0416
D5	0.078456	0.038996	2.011902	0.0543
VPIBP(-3)	0.263609	0.137967	1.910669	0.0667
VPIBP(-4)	0.574507	0.131131	4.381171	0.0002

R-squared	0.804845	Mean dependent var	0.034515
Adjusted R-squared	0.747021	S.D. dependent var	0.073531
S.E. of regression	0.036984	Akaike info criterion	-3.544339
Sum squared resid	0.036931	Schwarz criterion	-3.148460
Log likelihood	72.79811	Hannan-Quinn criter.	-3.406167
F-statistic	13.91891	Durbin-Watson stat	1.819198
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Como se puede observar, el estadígrafo Durbin-Watson muestra una tendencia cercana a 2, señalando que no hay evidencia de correlación serial de primer orden. El coeficiente de la constante de las tasas de variación del PIBp es significativo al 95% del nivel de confianza. Por tanto, el modelo es eficiente para explicar la CAK.

El R^2 de 0,81 indica que la variable explicativa explica cerca del 81% de la variación en las emisiones de CO2. Como lo indica este resultado el modelo lineal parece ajustarse a la información razonablemente bien; los parámetros tienen los signos esperados y los valores t y R^2 son estadísticamente significativos.

El coeficiente de regresión 0.90 significa una variación del 1% en el PIB per cápita, incrementa las emisiones de CO2 en 90%.

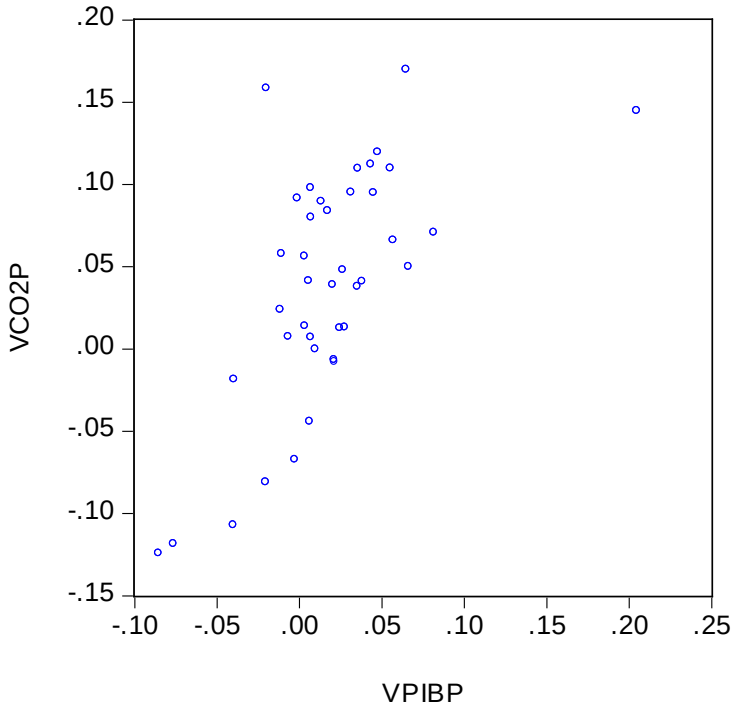
Además, se realizaron algunas pruebas[76] claves que permiten tener certeza sobre la pertinencia y consistencia de la estimación realizada. Una prueba fundamental es el contraste de cointegración, a partir de cuyos resultados puede inferirse que la relación entre la variable dependiente y las variables explicativas es causal. No obstante, el grado de confiabilidad de la prueba es del 95%. El modelo estimado no presenta ni autocorrelación, heterocedasticidad, ni multicolinealidad.

[76] Ver anexo A.9: Regresión CAK

3.6.1.2 Estimación del modelo econométrico

Una vez obtenido los datos y definir la ecuación de regresión del modelo de la CAK, se procede a estimar sus parámetros. Por consiguiente, se utiliza la técnica estadística conocida como el análisis de regresión para obtener los valores estimados. Es así que, frente al modelo planteado y las variables establecidas se determinan representaciones gráficas y matemáticas de la CAK.

Gráfico N° 20. CAK para Dióxido de Carbono



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

En términos generales, se encuentra que, el crecimiento económico tiene una relación monotónicamente creciente con la disminución de la calidad ambiental en el Ecuador durante el período 1970-2010. Las emisiones de dióxido de carbono aumentan inequívocamente con el crecimiento económico (ver Gráfico Nº 20), en niveles que no afecta directamente el bienestar de la población, ocasionando una presión sobre el medio ambiente, que se traduce en costos de descontaminación altos. Bajo este entorno el Ecuador se encontraría en el tramo creciente de la CAK con un crecimiento económico sustentado en métodos intensivos de producción agrícola, intensificación en la extracción de recursos, en un proceso de industrialización y urbanización que está provocando el deterioro del ambiente y podría pasar décadas antes de acceder al tramo decreciente de la curva, al considerar que hay formas de degradación ambiental que están limitando el crecimiento económico.

Para finalizar se puede decir que el crecimiento económico va simultáneamente con la calidad ambiental para este período analizado y que no solo el ingreso per cápita es el factor decisivo entre estos resultados sino que se hace necesario introducir en los modelos propuestos una mayor cantidad de variables que teóricamente puedan explicar la relación que exista entre el crecimiento económico y la calidad ambiental, proporcionando una gama de posibilidades para desarrollar investigaciones paralelas o relacionadas con el tema analizado.

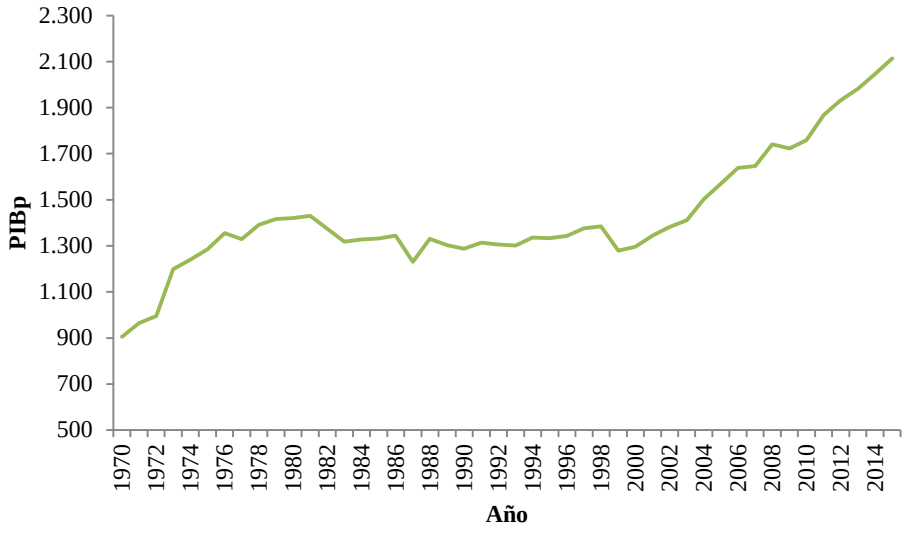
3.6.2 Proyección o Predicción

Como el modelo escogido confirma la teoría en consideración, se puede utilizar la variable explicativa para proyectar y poder predecir los valores futuros de la variable dependiente; y, asimismo observar la forma que toma la Curva Ambiental de Kuznets desde 1970 al 2015.

3.6.2.1 Pronóstico del PIBp

Tomando en cuenta la información del PIBp entre el periodo 1970-2010, se busca determinar la tendencia que tomará la curva hasta el 2015. Para ello se utilizaron los valores[77]proyectados por el Banco Central.

Gráfico N° 21. Pronóstico del PIB per cápita ($)
Periodo 1970 - 2015[78]



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

[77] Ver anexo A.7: Proyecciones
[78] Ver anexo A.7: Proyecciones

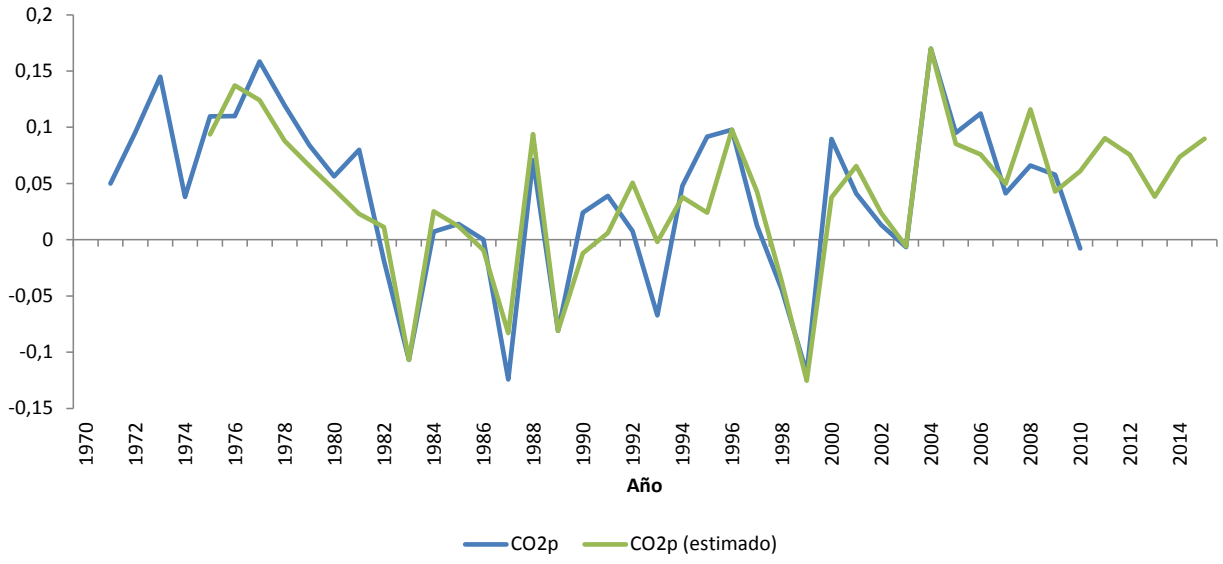
3.6.2.2 Pronóstico de las tasas de variación de emisiones per cápita de CO2

Tomando en cuenta la información de las emisiones de CO2p del periodo 1970-2010, se estimará al igual que el PIBp, las emisiones hasta el año 2015. Frente a esto, teniendo calculado los coeficientes del modelo de la CAK y la variable independiente pronosticada hasta el 2015; es fácil obtener los valores de la variable dependiente. De esta manera, la ecuación a la que solo hay que reemplazar la serie de tiempo PIBp queda determinada de la siguiente manera:

$$VCO2pt= 0{,}015 + 0{,}90379VPIBPt - 0{,}072813D1t - 0{,}096836D2t - 0{,}08221D3t + 0{,}080935D4t + 0{,}078456D5t + 0{,}263609VPIBP\ (t-3) + 0{,}574507VPIBP\ (t-4) + ut$$

Donde ut se supone que es estadísticamente diferente de cero y VPIBpt es un valor ya conocido entre el periodo 1970-2015. De esta manera, el gráfico de las tasas de variación anual de las emisiones de COpt entre el periodo 1970-2015 presenta la siguiente forma:

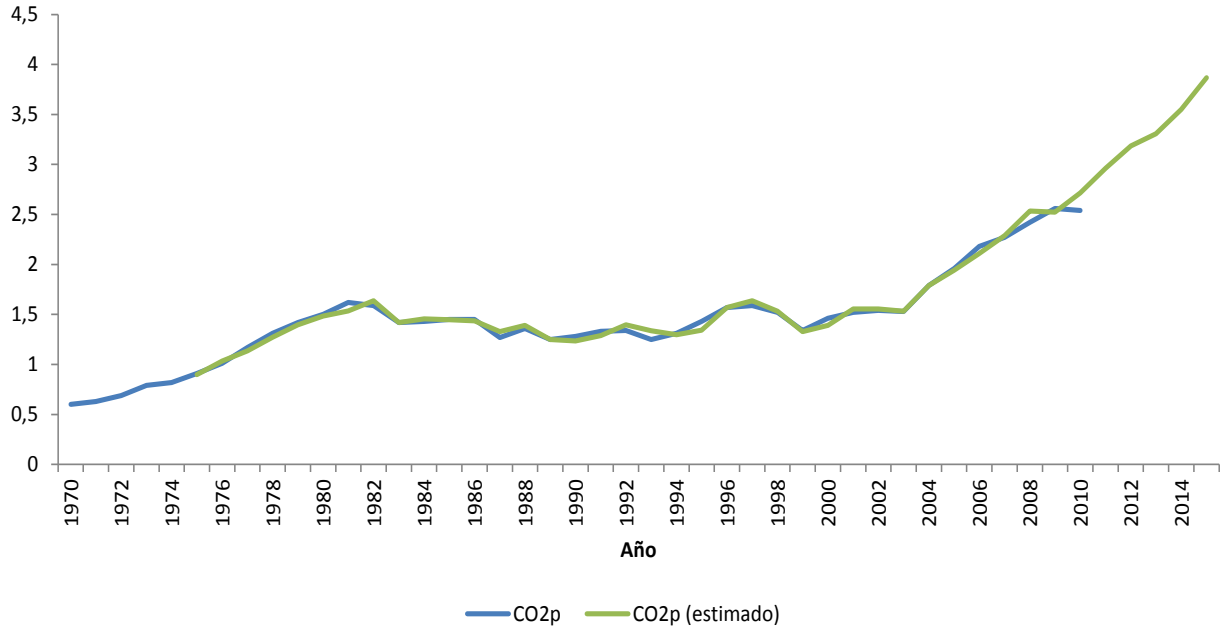
Gráfico N° 22. Pronóstico de las tasas de variación de las emisiones per cápita de CO2 Periodo 1970 - 2015[79]



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

[79] Ver anexo A.7: Proyecciones

Gráfico N° 23. Pronóstico de las emisiones per cápita de CO2
Periodo 1970 - 2015[80]



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Como se puede observar en el Gráfico Nº 23, los acontecimientos históricos suscitados históricamente durante el periodo 1970-2015, se dividen en 3 etapas. La primera, en el periodo 1970-1982, en el cual el Ecuador experimentó el boom petrolero, apreciando un incremento sustancial en las emisiones de CO2. A partir del año 1983 hasta el año 2000, las emisiones de CO2 se regularon paulatinamente, aun cuando existió un incremento creciente del PIB. Este proceso representó la época de predolarización.

A partir del año 2001, época de postdolarización, se demuestra que el Ecuador comenzó un proceso acelerado de crecimiento económico con efectos bastante negativos al medio ambiente, un proceso más radical al observado en el periodo 1970-2000.Así, las proyecciones al 2015 muestran un incremento significativo de las emisiones de CO2.

De esta manera, se puede concluir que el país, en un proceso histórico que duró 20 años (1980-2000), tuvo la capacidad de revertir el impacto negativo que el crecimiento económico causaba sobre el medio ambiente. Este cambio se hubiera podido evidenciar ante un mejor manejo de los factores productivos, la incorporación de tecnología limpia y eficiente y su consecuente disminución en la contaminación ambiental, y el aumento en la eficiencia de la gestión y protección de los recursos naturales. Sin embargo, esa relación se vio afectada con un nuevo proceso económico adoptado en el Ecuador, el cual fue la dolarización.

[80] Ver anexo A.7: Proyecciones

3.6.3 Análisis histórico de la Curva Ambiental de Kuznets en el Ecuador

Para la interpretación del impacto que ha sido objeto el medio ambiente frente al crecimiento económico, (especialmente entre el periodo 1970-2000); se debe señalar que los acontecimientos no solo se enmarcan en una cuestión exclusivamente económica, sino también política y social. En virtud de esto, hay que señalar que el país a lo largo del siglo XX, "*…experimentó repetidas reformas a su Constitución, crisis presidenciales y ciclos de gobiernos militares seguidos por otros de gobiernos civiles, ambos tratando de asegurar una gobernabilidad estable y desarrollo económico, pero muchas veces con resultados decepcionantes*"[81].

En este sentido, desde 1970 hasta una proyección al año 2015, el crecimiento económico y la degradación ambiental presentan tres patrones, comprendidos en una fase ascendente durante el periodo 1970-1979, una fase paulatinamente estable en el periodo 1980-1999, y una fase ascendente en el periodo 2000-2015.

Antes de describir los acontecimientos históricos de la CAK, es necesario argumentar que para el Ecuador, el entendimiento del modelo no debe ser simplemente una descripción de las variables que están en juego, sino que se debe observar un panorama histórico, económico y ambiental del país, fundamentalmente en relación con su recurso natural más conflictivo a nivel social, político, económico y ambiental, como es el petróleo. Con la explotación petrolera el Ecuador empezó la modernización de su economía y un mayor crecimiento económico y, por ende, una creciente demanda de energía.

Si se analiza por décadas, la tasa de mayor crecimiento ocurrió en el período 1970-1980 siendo de 6,7%[82], periodo en el que empezó la modernización del país y el uso creciente de combustibles fósiles para transporte (actividad con mayor aporte a las emisiones de CO2) y cocción, favorecido por la política de subsidios a gasolina, diesel y gas.

De esta manera, se incrementa la contaminación atmosférica por parte de las emisiones per cápita de dióxido de carbono un 60% (de 0,6 toneladas en 1970 a 1,5 toneladas en 1980), debido a un acelerado crecimiento del PIB per cápita del 36,29% (de 904,94 dólares en 1970 a 1420,49 dólares en 1980). Es decir, que las emisiones de CO2 per cápita aumentaron a una tasa promedio anual del 9,6%[83] por el incremento del PIB per cápita a una tasa promedio anual del 4,61%[84].

En base a esto, la tasa de crecimiento total de las emisiones de dióxido de carbono entre el periodo 1970-1980, fue del 69,88% (de 3604,92 a 11969,19 Gg); donde la actividad que causó mayor perjuicio al medio ambiente fue el transporte.

En el periodo 1980-2000, Ecuador pasa a vivir un periodo democrático, en el cual se registra una regulación paulatina en la demanda de energía. En la década de 1980-1990, se evidenció el menor crecimiento de demanda de energía de todas las décadas analizadas, 1,6%.

[81] BECKERMAN, Paúl, SOLIMANO, Op. Cit., p. 18.
[82] Tasa de crecimiento calculada con el método de crecimiento geométrico.
[83] ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA, Op. Cit.
[84] Banco Central del Ecuador

Una vez terminado los gobiernos dictatoriales, las perspectivas democráticas sobre el sector petrolero y energético, ante la dinámica mundial, establecían la defensa de los recursos naturales, su administración en función de los intereses nacionales y, la industrialización como pilar económico y de creación de empleos. Además, si bien la participación del Ecuador en la OPEP en la segunda mitad de la década de los 70´s fue discreta[85], en 1979 se vivía el más agudo trance energético de la historia mundial. Hay que señalar, también, que se empieza a dar importancia a los problemas ambientales ocasionados.

De esta manera, en 1982 se hace mención a los problemas del medio ambiente; en 1985 se establecen departamentos para la relación de la comunidad y el manejo ambiental por parte de las compañías ante el reclamo de las poblaciones afectadas y la presión de las organizaciones ecologistas de sus países de origen; en 1998 se incluye en la nueva constitución al medio ambiente como elemento prioritario del Estado; y en 1999 se expide la nueva Ley Ambiental. Frente a esto, poco a poco hasta la actualidad se va estableciendo desde el punto de vista jurídico una normativa legal suficiente para el tema ambiental, donde su única dificultad se presenta en el ámbito de su aplicación[86].

En este sentido, como se pudo observar en gráficos y análisis anteriores, las emisiones de CO2 fueron regulándose paulatinamente, dejando de presentar año tras año grandes picos.

Cabe mencionar que existen años en los que el crecimiento en la demanda de energía tuvo tasas negativas. Algunos de estos coinciden con impactos macro al país, como la crisis económica iniciada en los años 80´s (década perdida) por las negociaciones continuas de la deuda externa, los desastres naturales (fenómeno de El Niño1982-1983 / 1997-1998 y 2 terremotos en 1987), la caída de los precios del petróleo (1982-93 /1986), el conflicto bélico con el Perú (1981-1995), la crisis económica de los bancos que desencadenó en la dolarización (1999) y los problemas estructurales del capitalismo dependiente; lo que provocó el derrumbe del modelo industrial de sustitución de importaciones y protección empresarial. Frente a esto, los procesos crecientes de globalización y neoliberalismo; obligaron al país a entrar hacia una modalidad de reprimarización modernizada bajo la ideología del "Consenso de Washington"[87].

De esta forma, a pesar que el Ecuador entró en un proceso económico ambiental en equilibrio, el ajuste neoliberal no pudo ser sostenible (y no se proyecta serlo) a largo plazo, puesto que entre el periodo 2000-2015 (datos reales y estimados), al país se le observa en un proceso donde el crecimiento económico incrementa los efectos negativos al medio ambiente[88].

---

[85] En 1993, por decisión del gobierno sin razones políticas, diplomáticas o económicas válidas, el país abandonó la membresía de este importante foro internacional, aduciendo la falta de medios para cumplir con las obligaciones.

[86] GORDILLO, Ramiro, Op. Cit., pp. 79, 263-264.

[87] Austeridad y disciplina fiscal, control y reducción de la inflación, reestructuración del gasto público, reforma tributaria, privatización, no intervencionismo del Estado, establecimiento de un manejo cambiario competitivo, liberalización comercial, desregulación del mercado financiero, apertura de la cuenta de capitales, flexibilización de las relaciones económicas y laborales, políticas aperturistas sin restricción a la inversión extranjera directa, promoción de la libre competencia y garantía de los derechos de propiedad privada. Estrategias condicionadas por el pago de la deuda externa al capital transnacional y los organismos internacionales.

[88] Esto de alguna manera está relacionado con la estructura del PIB, pues no es el tamaño de este en sí, sino la composición del mismo la que puede tener efectos en el medio ambiente; puesto que una misma unidad de PIB puede lograse con impactos ambientales muy diferentes. Citado en: PABLO, Del Río, *Una nota analítica acerca de la relación entre desarrollo sostenible, crecimiento económico y sustentabilidad ambiental*, http://www.ucm.es/info/ec/jec7/pdf/com1-5.pdf, p.01.

El programa neoliberal aplicado en el Ecuador[89], no es más que un recetario mecánico que no contempla tanto las implicaciones y los resultados, como las fallas del mercado a la par con las fallas del Estado. En este sentido, los problemas que las economías latinoamericanas debían resolver, más bien se agravaron. A esto también, hay que enfatizar el comportamiento interno que tuvo el Ecuador en la década de los 90´s, lo cual obligó a que el país incursione en un nuevo manejo de su economía eliminando su política monetaria para el siglo XXI[90].

En los últimos años (2000-2010); la tasa de crecimiento de la demanda de energía, ascendió a 3,5% anual, generando niveles históricos de contaminación ambiental por emisión de CO2. Las proyecciones al 2015, muestran una tendencia aún más creciente.

Como se analizó en secciones anteriores, el transporte es el principal sector de la matriz energética ecuatoriana, representando en 2010 más de la mitad del consumo de energía, y a su vez el mayor contaminante. Esta tendencia es muy particular, pues si bien el transporte es el principal sector de la matriz energética en todos los países de la región andina (exceptuando Venezuela), su participación y tasa de crecimiento son más elevadas en Ecuador.

Esto se debe, en parte, a los subsidios de derivados de petróleo. El crecimiento anual promedio de la demanda de energía del transporte para el período 1970-2010 es aproximadamente del 6% mayor al crecimiento total de la demanda de energía primaria del país para el mismo período (4,5%). La evolución del consumo de combustibles por el transporte muestra una concentración en dos fuentes: gasolinas y diesel. El fueloil, de menor grado de refinación, prácticamente desapareció en la década de los 90 del transporte en Ecuador. La electricidad muestra aportes marginales hasta el presente, quizás el mayor de ellos con el sistema del trolebús en Quito.

Hasta el presente, el uso de gas natural y el gas licuado de petróleo (GLP) ha sido inexistente en el sector de manera formal y en una cantidad de consumo significativa. A diferencia de otros países andinos como Perú, donde existe un importante consumo de gas natural y GLP para abastecer la demanda de energía del transporte urbano de Lima, Ecuador ni siquiera ha logrado utilizar en mayor cantidad el gas natural.

Los subsidios a derivados, y otros factores que han fomentado la expansión del parque automotor y por consiguiente los índices de contaminación ambiental, han alimentado el creciente consumo de gasolinas y diesel para transporte. Esto se traduce en el incremento del presupuesto estatal destinado a financiar los bajos precios de la energía. De esta manera, de USD 275 millones gastados para cubrir la brecha entre el costo de importación y el costo de venta interna de los derivados en 2004, esto ha crecido diez veces para 2011; USD 2017 millones. La mitad de este financiamiento se va en el subsidio a diesel (USD 1093 millones) aun cuando la cantidad energética aportada por la gasolina a la matriz sea similar, el subsidio gastado en esta es menor (USD 524 millones) (BCE, 2011).

[89] El Ecuador, a pesar de ser considerado reacio al ajuste, siguió en gran medida las recetas del WC; adoptando una concepción aperturista y liberalizadora de inspiración fondo monetarista / banco mundialista, impuesta a través de múltiples mecanismos y hasta chantajes externos e internos.

[90] El Ecuador, a pesar de ser considerado reacio al ajuste, siguió en gran medida las recetas del WC; adoptando una concepción aperturista y liberalizadora de inspiración fondo monetarista / banco mundialista, impuesta a través de múltiples mecanismos y hasta chantajes externos e internos.

Ante esto, desde años anteriores están en marcha algunas iniciativas estatales para incorporar dispositivos para utilizar el GLP en los taxis en Guayaquil. Por las características del GLP y de su combustión, esta iniciativa se la puede llevar a cabo sobre todo en ciudades de la Costa, en la Sierra la alternativa es menos eficiente por la menor cantidad de oxígeno debido a la altura. Explotar las reservas de gas natural en el Golfo de Guayaquil tiene la finalidad de diversificar los combustibles en el transporte y utilizarlo también en generación eléctrica.

Tanto el gas natural como el GLP tienen menor contenido de carbono que las gasolinas y el diésel, y también menor cantidad de impurezas. Esto se traduce en menores emisiones de CO2, menos afectaciones a la calidad del aire y probabilidades de enfermedades respiratorias.

Otra iniciativa recientemente anunciada es la identificación de 400 000 hectáreas aptas para sembrar biocombustibles a base de caña de azúcar para la producción de etanol y palma africana para biodiesel. Se comprende como áreas aptas las que no presionan ecosistemas naturales ni compiten con terreno para sembrar otros cultivos alimenticios. Por ello, se emprenderá un programa piloto en Guayaquil y se darán incentivos a ingenios azucareros para que produzcan biocombustibles (Hoy, 2011). Además están en trámite la Ley de Biocombustibles y decretos reglamentarios en la Asamblea Nacional, con la finalidad de crear un marco legal y de incentivos y producción.

Los esfuerzos descritos denotan que la planificación y propuestas de diversificación de energías para transporte están tomando mayor fuerza en Ecuador. Sin embargo, hasta 2011 no existe un documento específico que planifique este sector de la matriz, como sí existe en electricidad con el Plan Maestro de Electrificación. Eso es crítico si se considera que el sector de mayor consumo de energía, contaminación y de mayor crecimiento es transporte. Tampoco existen proyecciones sobre la demanda y requerimientos de energía para transporte, y sobre cómo las iniciativas de gas natural y de biocombustibles en el corto, mediano y largo plazo transformarían la matriz energética del sector.

3.6.3.1 Efectos a corto, mediano y largo plazo

El Ecuador, frente a su riqueza natural, a lo largo de su existencia ha pasado por varios procesos históricos enmarcados en las tendencias económicas que ha tenido que adoptar. Frente a esto, lo que se trata de definir son los efectos que se han presentado en la estructura económica del país, para interpretar de mejor manera la forma que ha tomado la Curva Ambiental de Kuznets.

Esta relación creciente entre degradación ambiental y crecimiento económico ha sido fundamentada por medio de múltiples factores; así como, por la interacción entre los mismos. De esta manera, se distinguen los siguientes efectos, los cuales son visibles en el Ecuador entre el periodo 1970-2010:

3.6.3.1.1 Efectos a corto plazo

Una característica común de la economía ecuatoriana en el siglo XX ha sido la dependencia de la actividad económica real, las cuentas fiscales y la balanza de pagos en la exportación de bienes básicos como cacao, banano, camarones y petróleo. Esta dependencia ha hecho que la economía sea muy sensible a la volatilidad de los precios internacionales de estos productos y a los cambios climáticos. Esta dependencia se acentuó en los años setenta con el considerable aumento que tuvo el precio del petróleo…[91]

En este sentido, entre el periodo 1970-1979, se evidencia el llamado "efecto escala"[92] puesto que se incrementa el riesgo de contaminación ambiental y la presión sobre los recursos naturales. Especialmente, esto se acelera por el auge petrolero, pues a medida que se incrementó la escala de producción, sin alterar la estructura de esta, se empleó una mayor cantidad de materias primas, las cuales generaron el aumento de las emisiones de CO2 como se observó entre el periodo de 1970-1979.

3.6.3.1.2 Efectos de mediano y largo plazo

Los efectos de mediano y largo plazo en el desarrollo sostenible, se refieren a que una vez que se mejore *"…los niveles de ingreso ocurre un cambio en las funciones demanda de los consumidores inducido por una variación de sus preferencias con relación a la demanda de calidad ambiental, […] esto garantizaría un aumento en la demanda de calidad ambiental en un porcentaje superior a un aumento en el ingreso..."*[93]. En este sentido, se considera que el ambiente viene a ser un bien de lujo; es decir, un bien para el que los aumentos en el ingreso supongan un aumento en la demanda más que proporcional (la elasticidad ingreso de la demanda es entonces mayor que uno). Entonces se puede esperar que conforme aumente el nivel de ingreso de un país sus ciudadanos tendrán mayor disposición y mayor capacidad para pagar y exigir por bienes que sean producidos bajo condiciones ambientalmente amigables. Por lo tanto, sería beneficioso para el medio que los consumidores aumenten su nivel de ingreso en el tiempo y que de esta manera las prácticas y las regulaciones ambientales aumenten de forma tal que el crecimiento en el ingreso no sea perjudicial para el entorno[94].

Si bien entre el periodo 1970-1979, cuando se empezó con la explotación petrolera, se generó perjuicios al medio ambiente; más tarde, una vez que se han mejorado los niveles de ingreso, se evidencia una recomposición económica, que se puede atribuir a la transferencia de tecnología y a la implementación de políticas de regulación.

---

[91] BECKERMAN, Paúl, SOLIMANO, Op. Cit., p. 19.

[92] Este efecto escala implica el efecto relativo al ingreso, que supone que el aumento en los niveles de ingreso per cápita llevan a una mayor demanda de recursos ambientales primarios (aumento en el consumo de combustible).

[93] MARÍN, Wilmer, LADINO, Darío, Op. Cit., p. 05.

[94] A pesar de la coherencia de esta tesis, no se ha podido constatar a ciencia cierta que un mayor nivel de ingreso aumenta la disposición a pagar de los consumidores por bienes ambientalmente amigables. La existencia de estudios con resultados a favor y en contra además de los no concluyentes es tal vez la mejor señal de que la controversia aún persiste. Pero a pesar de que algunos han encontrado elasticidades con respecto al ingreso de bienes ambientales mayores que uno, éstas tienden a disminuir después de un punto máximo.

En cuanto, a la transferencia tecnológica se puede atribuir a que si bien se comenzó a explotar el petróleo en un marco de nacionalización del recurso, la apertura a las compañías transnacionales con la correspondiente desnacionalización hidrocarburífera, llevó a que importen y adopten técnicas más eficaces así como maquinarias más eficientes.

En cuanto, a las políticas de regulación económica, estas de alguna manera se han visto entrelazadas con la transferencia tecnológica, puesto que los nuevos procesos productivos y sus diferentes factores, basan su acción en una normatividad muchas veces adoptadas en países con una evolución avanzada en la protección y la calidad ambiental. En este marco de normatividad ambiental, la sensibilidad social ante los problemas ambientales depende de la eficiencia institucional y la disposición de los actores comprometidos a esto[95]. En este sentido, si las leyes se establecen para proteger al medio ambiente con recursos públicos o con sanciones, el beneficio ambiental obedecerá a la gestión que a esta se le dé. Sin embargo, las normas ambientales generadas en otros países pueden responder en alguna medida a un desplazamiento de industrias sucias debido a que en el Ecuador las regulaciones no son aún muy estrictas como lo son en otros lugares.

A pesar de esto, desde finales de los 80´s, no solo se observa en el Ecuador la aparición de leyes de protección ambiental, la ley de gestión ambiental, trabajos con temas ecológicos, la documentación del "Primer congreso ecuatoriano sobre el medio ambiente" y del estudio sobre "Gestión ambiental en el Ecuador"; "La estrategia ambiental para el desarrollo sostenible", entre otros instrumentos a favor del buen manejo del medio ambiente; sino también la creación y el fortalecimiento de instituciones encargadas de hacerlas cumplir. De esta manera, el proceso globalizador en donde actualmente los países se desenvuelven, exige cada vez más una cierta uniformidad en las regulaciones ambientales[96].

En cuanto al efecto composición[97], si es verdad que el Ecuador a lo largo del siglo XX, basó su economía en el sector primario (agrícola y petrolero), lo cuál es la primera etapa de este efecto; más tarde, al tratar de entrar en un proceso de industrialización mediante la sustitución de importaciones, segunda etapa del efecto, no lo logra concretar en su totalidad, pasando a una modalidad de reprimarización modernizada, que actualmente sigue en vigencia. Además, hay que señalar que el país nunca ha tratado de orientar su economía al sector de los servicios. Frente a esto, el efecto composición, no se lo puede visualizar íntegramente en la CAK[98]. Sin embargo, se debe considerar que el efecto composición se agrega al efecto escala a menores niveles de ingreso, puesto que un crecimiento de la contaminación ambiental es más rápido que el del ingreso.

---

[95] Hay que señalar que no se pretende retornar a un Estado intervensionista que condicionó el modelo de sustitución de importaciones, tampoco se trata de crear subsidios gubernamentales que aumenten el déficit fiscal a la vez que generan mayor presión sobre los recurso. En cuanto a un impuesto, aún resulta difícil cuantificar el daño ambiental provocado a corto y largo plazo por lo que resulta casi imposible construir una tarifa impositiva libre de sobre o subvaloración del efecto degradativo.

[96] ALEJANDRA, Saravia, *La curva medio ambiental de Kuznets para América Latina y El Caribe*, Documentos de reflexión académica Nº 23 de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, 2002, p. 16.

[97] Cambios en la estructura productiva sectorial mediante reformas (economía agrícola, industrial y de servicios).

[98] Cabe aclarar que a pesar de que este comportamiento se observó en el pasado en un amplio número de economías que hoy conforman el mundo desarrollado, no implica que necesariamente este proceso se tenga que replicar para las economías que están en vías de desarrollo. A pesar de que muchos consideran que este proceso es replicable (Hettige 1998 y Rothman 1998), el hecho de que exista un gran número de economías de ingreso bajo y mediano con un alto porcentaje de su producción conformada por el sector servicios, implica que es posible que una fuerte presencia del sector servicios puede constituir también un indicador de subdesarrollo o incluso de que el desarrollo económico no pase por la industrialización convencional.

En cuanto al efecto desplazamiento[99], lo que se puede evidenciar es que el país sigue explotando sus recursos naturales, para exportarlos a cambio de productos tecnificados muchas veces compuestos de materiales con origen ecuatoriano. Sin embargo, como en el Ecuador, no se ha desarrollado la manufactura, este efecto no se ajusta al sostenido por la teoría de la CAK.

3.6.4 Interpretación de la Curva Ambiental de Kuznets en el Ecuador

Toda actividad económica requiere de una cierta cantidad de energía disponible que la haga posible; por lo que, el proceso económico conlleva importantes transformaciones energéticas que pueden causar de una u otra forma efectos nocivos al medio ambiente. De esta manera, en el país, se observa que los procesos de transición energética han constituido factores decisivos de su crecimiento, evidenciado principalmente por la *"…sustitución de portadores tradicionales […] por modernos portadores […] que al tiempo de permitir formas de uso más flexibles y eficientes acompañan e inducen transformaciones en la estructura económica y el medioambiente…"*[100]

En el caso ecuatoriano, su economía está basada en un modelo extractivista basado en un régimen de energía fósil petrolera, el cual se radica en los años 70´s (empieza la disminución del uso de la leña y el aumento del uso del petróleo y sus derivados). Frente a esto, la utilización de la energía que supone una transformación que deriva en un incremento de la entropía, en el caso de combustibles fósiles, provoca emisiones de gases contaminantes como es el caso del CO2. En este sentido, la dinámica energética del CO2 y su relación económica-ambiental en el país, se expresa en la CAK planteada, a pesar de las dificultades para reconstruir una historia de la utilización de energía, enmarcada en el avance de los combustibles fósiles petroleros y el retroceso relativo de los combustibles vegetales[101].

De esta manera, el modelo de la CAK, aporta elementos para explicar el comportamiento agregado de la transición energética[102] (inicio de la dependencia económica del petróleo en los años 70´s[103]), el consumo energético (uso de derivados) y oferta total de energía (extracción de petróleo) en el largo plazo[104], considerando que es complejo identificar el peso relativo del uso energético en el crecimiento económico.

[99] Los países en vías de desarrollo aumenten sus exportaciones de bienes manufacturados hacia los desarrollados, mientras que éstos últimos se especializan en la producción y exportación de servicios y conocimiento.
[100] BERTONI, Reto, ROMÁN, Carolina, Op. Cit., p. 02.
[101] Ibid., pp. 06, 11.
[102] Esto se refiere al cambio en el uso de energéticos en las sociedades, pues si bien se empezó a utilizar combustible vegetal, este fue sustituido por el carbón, que más tarde sería remplazado por el petróleo.
[103] En esta época empieza la sustitución de portadores de energía menos eficientes por más eficientes; lo cuál permitiría a las economías un ahorro en términos de input-output energético. Sin embargo, también generaría una variación en los efectos hacia el medio ambiente. Obsérvese que la leña muestra tasas negativas durante el periodo 1970-2010, mientras que el uso del petróleo y sus derivados se constituyen en líder del panorama energético del país. Desde los años 70´s, se configura un nuevo escenario energético que ofrece la posibilidad de incrementar la productividad de la industria, el desarrollo de los transportes y el nivel de vida de gran parte de la población.
[104] Ver anexos A.2 y A.4: Oferta total de energía en el Ecuador y Consumo energético en el Ecuador.

Frente a esto, las emisiones de dióxido de carbono per cápita basada en el modelo de la CAK, de alguna manera generan información sobre el costo medioambiental basado en el uso de energía de producir un dólar de PIB. Allí no resulta difícil descubrir un patrón de comportamiento tipo CAK al graficar dicho costo ambiental en el largo plazo.

Gráfico N° 24. Costo medioambiental de producir un dólar de PIB en el Ecuador[105]



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Además del entendimiento histórico de la relación económica ambiental en el Ecuador, basado en las emisiones de dióxido de carbono per cápita y en el producto interno bruto per cápita; los resultados obtenidos, tienen utilidad para la actualidad, si se observa la tendencia de la CAK en su última fase (periodo 2000 - 2010). De esta manera, se muestra que el nivel de emisiones de CO2 crece con el PIBp. En este sentido, se define que se debe trabajar en lo que han sido llamadas en la literatura "*win-winpolicies*" o políticas ganar-ganar que se caracterizan por combinar simultáneamente políticas económicas, sociales y medioambientales; las cuales, deben establecerse individualmente para cada país, puesto que no existen soluciones universales y estándares[106].

[105] Ver anexo A.3: Serie de tiempo CO2p y PIBp en el Ecuador
[106] ALEJANDRA, Saravia, Art. Cit., p. 28.

3.6.4.1 Interpretación de los coeficientes del modelo de la CAK

Del modelo de la CAK (VCO2Pt = 0,015 +0,904 VPIBPt), los coeficientes de la ecuación, tomando en cuenta que son significativos para explicar el modelo desde el punto de vista econométrico, generan la siguiente información:

1) B0 > 0. - El intercepto positivo, señala que existen niveles de tasas de variación del PIBp que generan tasas de variación de emisiones de CO2 positivas.

2) B1 > 0.- Este coeficiente señala que un incremento en las tasas de variación del PIBp genera un incremento en las tasas de variación de emisiones de CO2p en una primera fase.
En definitiva, el deterioro ambiental basado en las emisiones de CO2p varía ante el incremento del ingreso per cápita, en base a un modelo en forma creciente de la CAK. De esta manera, si el crecimiento económico es un término cuantitativo; el desarrollo económico incorpora aspectos cualitativos y, además una preocupación por los aspectos ambientales. En este sentido, la hipótesis de la CAK no es un simple modelo de crecimiento económico, pues bastaría solo ver si el PIB per cápita crece. En virtud de esto, se debe considerar que el modelo es de desarrollo, puesto que a pesar que el país avanza económicamente; en términos de bienestar, la sociedad puede verse afectada, en este caso por la contaminación ambiental.

Frente a esto, en la primera fase (1970-1979) solo hay crecimiento económico con impactos negativos al medio ambiente; mientras que en la segunda fase (1980-1999), hay un buen impulso al desarrollo, ya que existe una regulación moderable de emisiones de CO2, pues en términos ambientales el crecimiento del PIB per cápita favorece al medio ambiente y por tanto a la sociedad; y, finalmente, en la tercera fase (2000-2010), se retrocede en términos de desarrollo, pues la generación de emisiones de CO2p se disparan, ante un incremento en el PIB per cápita, generando un mayor perjuicio a la sociedad.

En definitiva, la CAK es una forma reducida, que no incluye variables de política ambiental, sino que es construcción de una compleja interrelación entre tres variables fundamentales del desarrollo sostenible: el crecimiento económico, el crecimiento demográfico y la conservación del medio ambiente[107].

3.7 Resultados

En el caso ecuatoriano, en el largo plazo, se observa una tendencia creciente en el uso de los recursos energéticos, evidenciado por el aumento de su oferta y su consumo (ver Gráficos Nº 9 y Nº 11), siendo las tasas de crecimiento anuales positivas en las cuatro décadas observadas entre el año 1970 y 2010 (ver Tabla Nº 6) para las dos variables. A pesar que en el Ecuador, la oferta de total de energía es mayor al consumo energético. Así pues, la energía primaria, establecida principalmente, por la producción del petróleo, domina porcentualmente a la oferta energética. Sin embargo, en el consumo energético, la energía secundaria se presenta en un mayor porcentaje, debido a la demanda de derivados del petróleo, que en su mayoría se las importa.

[107] GÓMEZ, Carlos, Población, Medio Ambiente y Crecimiento Económico: ¿Tres Piezas Incompatibles del Desarrollo Sostenible?. p. 259.

Tabla N° 6. Consumo y Oferta total de energía en el Ecuador

Periodo	Energía	Promedio Kbep	Variación Anual	% Participación		Promedio Bep/hab
				Energía Primaria	Energía Secundaria	
1970-1979	Oferta	42533,55	11,14%	62,94%	37,06%	6,11
	Consumo	19729,3	6,44%	39,64%	60,36%	2,863
1980-1989	Oferta	78707,53	1,72%	58,23%	41,77%	8,77
	Consumo	33618,54	2.53%	22,58%	77,42%	3,74
1990-1999	Oferta	102169,84	1,77%	59,48%	40,52%	9,02
	Consumo	40615,39	1,74%	16,28%	83,72%	3,585
2000-2010	Oferta	139881,7	2,67%	55,81%	47,53%	10,69
	Consumo	58471,47	4,89%	8,63%	91,37%	4,46

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Las emisiones de dióxido de carbono al medio ambiente, se han mostrado, presentes en el Ecuador, en niveles ascendentes y regulares. Así pues, se visualizan periodos que se distinguen por la forma y la tendencia de la curva; en este sentido, en los periodos 1970-1979 y 2000-2010 las tasas de variación promedio anual son positivas, mientras que en el periodo 1980-1999 son paulatinamente regulares.

Tabla N° 7. Tasa de crecimiento promedio anual: Emisiones de CO2 en el Ecuador

Emisiones	Periodos					
	Emisiones totales			Emisiones per cápita		
	1970-1979	1980-1999	2000-2010	1970-1979	1980-1999	2000-2010
CO2	13,17%	1,63%	6,92%	10,05%	-0,59%	5,69%

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

En este sentido, la explotación de recursos energéticos, no solo generan mayores recursos económicos; sino que también, producen un mayor grado de degradación ambiental. Sin embargo, esto no debe confundirse, a pesar de que está fuertemente relacionado con la hipótesis de la CAK, pues esta señala que el ingreso per cápita de un país, como indicador de crecimiento económico afecta positiva o negativamente al medio ambiente. Es decir, se refiere a la capacidad que tiene la sociedad y el Estado de actuar frente al problema ambiental dependiendo de su nivel de ingreso, y no simplemente de la producción o extracción, pues en esta por lo general siempre se contamina.

En base a esto, la economía ecuatoriana en las últimas décadas, frente a los incrementos del ingreso per cápita que responden al crecimiento económico basado en actividades extractivas, revela efectos de protección y degradación en el medio ambiente. En este sentido, las emisiones de CO2p explican esta relación.

Tabla N° 8. Tasa de crecimiento promedio anual: Variables relacionadas con la CAK

Periodo	Indicador	Variación porcentual				
		PIBp	CO2p	OE	CE	$\frac{CO2p}{PIBp}$
1970-1979	Total (%)	36,09%	57,75%	61,34%	42,99%	33,89%
	Anual (%)	5,10%	10,05%	11,14%	6,44%	4,71%
1980-1999	Total (%)	-11,09%	-2,99%	30,15%	31,47%	-0,77%
	Anual (%)	-0,55%	-0,59%	1,91%	2,01%	-0,04%
2000-2010	Total (%)	26,34%	42,52%	23,14%	37,96%	21,97%
	Anual (%)	3,10%	5,69%	2,67%	4,89%	2,51%

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Fuente PIBp: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

De esta manera, se puede observar la dinámica económica ambiental energética en el Ecuador. Así pues, en el periodo 1970-1979, la tasa de crecimiento de la oferta y demanda de energía promedio anual, se evidencia en el aumento en la tasa de crecimiento de las emisiones de CO2p por el incremento en el PIBp; en el periodo 1980-1999, una menor tasa de crecimiento de la oferta y demanda de energía promedio anual, se evidencia en una tasa de variación negativa de las emisiones de CO2p ante una disminución del PIBp; y, en el periodo 2000-2010, una mayor tasa de crecimiento en el consumo y oferta energética, generan una mayor tasa de crecimiento de las emisiones de CO2p por el aumento del PIBp. En este sentido, la tasa de crecimiento del costo medioambiental promedio anual de producir un dólar de PIB, medido por las emisiones de CO2p, es positivo en el primer periodo, negativo en el segundo y vuelve a ser positivo en el tercero.

También, se puede señalar que no se observa un total cumplimiento en la hipótesis, pues la situación actual del medio ambiente en el Ecuador, muestra que la sobreexplotación de los recursos y la degradación ambiental (emisiones contaminantes de CO2), se debe al progresivo crecimiento económico observado desde el año 2000 (proceso de dolarización y postdolarización) que aún no alcanza el punto de inflexión de la CAK, evidenciado por las inefectivas políticas ambientales y la inadecuada asignación de recursos al sector. Hay que aclarar que entre el periodo 1970-1999 (proceso predolarización), se observó que en un inicio el crecimiento económico afectaba al medio ambiente, pero que a partir del año 1980 hasta el año 1999, la degradación ambiental paulatinamente se regularizó, de cierta forma favoreciendo al medio ambiente, pero manteniéndose estable durante 20 años. Sin embargo, para la época actual y sus perspectivas a futuro (proyección hasta el 2015); aún se tornaría complicado el poder observar que el crecimiento económico incida positivamente al medio ambiente.

En lo referente al modelo de la CAK, se comprueba que, al construir un modelo con las emisiones de CO2p, la existencia de la CAK, queda sustentada de manera econométrica.

Conclusiones

Existe una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental en el Ecuador, fundamentada bajo la hipótesis de la CAK entre el periodo 1970-2010. La evidencia empírica no ha sido homogénea y varía en función del contaminante considerado y/o del país en cuestión. En este sentido, no se puede generalizar que la teoría de la CAK se aplica para cualquier caso.

Tomando en cuenta el tema planteado, hay que destacar que la investigación no propone una CAK alternativa, que incluya variables de control más adecuadas para el caso del Ecuador; sino más bien, busca comprobar la existencia o no de la CAK tradicional, en donde el PIBp determinísticamente es la única variable explicativa, pues todas las demás variables están incluidas en la misma variable o en el error. A pesar de que se establezca una relación óptima entre dos variables (PIBp y CO2p), la construcción del modelo de la CAK puede tener una cierta complejidad. Frente a esto, se concluye que en el Ecuador, entre el periodo 1970-2010, el ingreso per cápita ha generado efectos positivos y negativos en el monto de emisiones de CO2.

La explotación de recursos energéticos[108], genera una mayor riqueza al país. Sin embargo, esta actividad tiene una influencia sobre las emisiones de dióxido de carbono. Así también, desde el punto de vista del consumo energético[109], las emisiones de CO2 se generan en menores proporciones; principalmente debido: al uso de gasolina y alcohol en el sector del transporte, centrales eléctricas, la industria y en el consumo propio; al uso de diesel oil en el sector del transporte y en el sector comercial, de servicios y publicidad; al uso del fuel oil en las centrales eléctricas y en el sector comercial, de servicios y publicidad; y, al uso de gas licuado en el sector residencial.

En el análisis del sector energético en el Ecuador, se observa que la oferta y el consumo de energéticos han ido incrementándose (excepto el de la leña), resultado del crecimiento de la producción de bienes y servicios y de la demanda derivada de un mejoramiento de los niveles de vida. Sin embargo, en el caso ecuatoriano, la oferta total de energía no va de la mano con el consumo energético; puesto que existe un exceso de oferta energética, debido principalmente a la extracción petrolera. Así pues, el sector petrolero en diferentes actividades establecidas dentro de la oferta y demanda energética (transporte, industria, sector doméstico, etc.) generan impactos negativos al medio ambiente (contaminación atmosférica y problemas de sustentabilidad que surgen por el carácter no renovable de las energías fósiles)

[108] La oferta total de energía está conformada por: petróleo, gas natural, hidroenergía, leña, productos de caña, electricidad, gas licuado, gasolina, alcohol, kerosene, turbo, diesel oil y fuel oil.

[109] El consumo energético está conformado por: leña, productos de caña, electricidad, gas licuado, gasolina, alcohol, kerosene, turbo, diesel oil y fuel oil.

El aumento del ingreso per cápita, muestra efectos en el medio ambiente. Se observa que en la dinámica económica ambiental del Ecuador entre el periodo 1970-2010, existen tres fases establecidas. En la primera fase, entre el periodo 1970-1979, el PIBp y las emisiones de CO2p se incrementan fuertemente; en una segunda fase, entre el periodo 1980-1999, pese a un crecimiento del PIBp, las emisiones de CO2 paulatinamente se estabilizan; y, finalmente, en una tercera fase, durante el periodo 2000-2010, la dinámica vuelve a ser positiva. Frente a esto, estas fases se las distingue con la adopción de un nuevo régimen monetario en el Ecuador. Así pues, en periodo predolarización, el país pudo haber concluido el proceso económico ambiental de la CAK (relación de U invertida) en sus dos tendencias (ascendente y descendente); mientras, que en el periodo postdolarización, dicho proceso presenta una tendencia ascendente, la cual, aún no alcanza el límite superior de la curva. Esta relación, se puede evidenciar en la tasa de crecimiento del costo medioambiental de las emisiones de CO2 promedio anual de producir un dólar de PIB, puesto que se presentó positiva en la primera y tercera fase y, negativa en la segunda.

En la fase ascendente, entre el periodo 1970-1979, la tasa de crecimiento promedio anual de la contaminación atmosférica es positiva, al igual que la tasa de crecimiento promedio anual del PIB per cápita. El deterioro ambiental crece en mayor proporción al crecimiento económico, pero sus incrementos son cada vez menores. Por lo tanto, esta fase coincide con el inicio de un proceso de industrialización hacia adentro, que se sustentó de una acelerada explotación de los recursos naturales, específicamente del petróleo. A su vez, esta fase coincide con el comienzo del proceso de industrialización hacia fuera (periodo dictatorial: 1976-1979), que reorienta la dinámica económica tradicional renegociando con los intereses internos y externos; beneficiando al país por la incorporación de una mejor capacidad técnica y tecnológica relativamente avanzada, que favorecen a los procesos productivos. Sin embargo, persistió el aumento del consumo de combustibles y la ausencia de instrumentos de normativa ambiental.

En la fase paulatinamente estable, entre el periodo 1980–1999, la tasa de crecimiento promedio anual de la contaminación atmosférica basada en las emisiones de CO2p, es negativa; frente a una tasa de crecimiento promedio anual del PIB per cápita, negativa. En este periodo, se abandona el proceso de industrialización y se da al crecimiento de sectores menos intensivos en energía (sector de servicios); donde no solo se ve beneficiado el medio ambiente por el lado de la oferta; sino que, por el lado de la demanda empieza un proceso de concientización ambiental por la incorporación de instrumentos de normativa ambiental.

Finalmente, en la fase ascendente entre el periodo 2000-2010, la tasa de crecimiento promedio anual de las emisiones de CO2p, vuelve a ser positiva; al igual que la tasa de crecimiento promedio anual del PIBp, donde los incrementos son cada vez mayores. Esta última fase coincide con el periodo postdolarización, señalando que en la época actual, la contaminación tiene una mayor incidencia asociada directamente al crecimiento económico. En este sentido, la variable ambiental de las emisiones de CO2p, proyecta que la oferta y demanda de recursos energéticos seguirá causando efectos negativos al medio ambiente.

Recomendaciones

El presente estudio debería ser actualizado anualmente para observar el patrón de contaminación en que el país se encuentra y cuáles son sus expectativas en relación a los efectos negativos o positivos futuros, centrándose específicamente en las emisiones de dióxido carbono frente al crecimiento económico. De esta manera, se puede observar si el destino de los recursos económicos debido al crecimiento económico, están causando un efecto positivo en el manejo y gestión de los recursos. Asimismo, se plantea la extensión del estudio que centre la investigación en la conducta de las emisiones de CO2p, que permita determinar cuál es la razón del comportamiento de la curva, pues puede atribuirse a las transformaciones en la eficiencia energética o las dinámicas de cambio estructural de la economía ecuatoriana.

Tomando en cuenta el acceso a la información, se considera que el Estado debería impulsar una institución encargada de formar una base de datos y un sistema de indicadores que incluya y depure variables económicas, sociales y ambientales generadas por diversas instituciones; pues la información asimétrica presente en varios documentos, elimina muchas oportunidades de investigación y genera dudas en relación a los resultados de aquellas ejecutadas. Además, los modelos econométricos son altamente sensibles a cambios en su especificación o su información básica. Al contar con información adecuada, sería de gran importancia construir modelos de CAK (Ej: CAK forestal y CAK pesquera) que relacionen directamente variables de sobreexplotación de recursos con el crecimiento económico. Así también, en el caso en que se realicen investigaciones que relacionen directamente indicadores de contaminación ambiental con el crecimiento, podrían incluirse como variables de control, indicadores de pérdida de recursos naturales, pues muchas de estas están asociadas directa o indirectamente con el problema ambiental en análisis.

EL país no puede mantenerse dentro de un modelo extractivista, por lo que se debería aplicar un modelo conservacionista, optando por otras formas de creación de riqueza que tome en cuenta objetivos de sustentabilidad y den soluciones a los problemas que causa el desarrollo, como son la progresiva destrucción, degradación o transformación de los recursos naturales.

Como se pudo evidenciar, la mayor cantidad de emisiones de CO2 provienen del sector transporte debido al uso de combustibles, por lo tanto se propone evaluar los beneficios y costos de la política de subsidios a derivados de petróleo en Ecuador, con la finalidad de plantear su modificación o focalización. En tal caso, evitar que afecten la generación y disponibilidad de recursos financieros para la expansión del sector energético y que continúen siendo un incentivo al uso mayor e ineficiente de energía.

El intervencionismo estatal (y seccional) en materia ambiental debería incrementar su gestión a la conservación del medio ambiente (ejecución, fiscalización y financiamiento de las políticas ambientales nacionales), pues de esa forma puede resguardar la herencia natural de una mejor forma. Asimismo, debería hacer un gran esfuerzo por plantear la incorporación de la depreciación de los recursos naturales en la contabilidad de las cuentas nacionales, pues investigaciones como es el caso de la CAK, que es una relación entre el PIB per cápita y algún indicador de degradación ambiental, pueden estar generando información sobrestimada.

Se propone desarrollar y trabajar en lo que han sido llamadas en la literatura políticas ganar-ganar que se caracterizan por combinar y desarrollar simultáneamente políticas económicas, sociales y medioambientales, (sin dejar de lado la importancia que tiene factores como: el desarrollo institucional, el cambio en la composición sectorial de la producción, la explotación de economías de escala a través de la articulación del mercado interno, etc.), cuidadosamente planeadas por especialistas en la materia, a fin de atacar con firmeza, certidumbre y una visión de largo plazo cada una de las causas de la degradación ambiental, reconociendo que las medidas deben ser implementadas de acuerdo a una visión comprensiva que reconozca las complejas interrelaciones entre las variables que ocasionan el deterioro ambiental. Además, hay que señalar que se debe buscar alternativas al régimen de energía fósil, pues ante las perspectivas positivas de contaminación, estudios señalan un colapso del sistema.

Referencia Bibliográfica

Acuña, Edgar (2008). *Análisis de Regresión*. Mayaquez: Universidad de Puerto Rico. Reciento Universitario de Mayaguez.

Andrade, André (2009). *CO2 and economic growth: An analysis for emissions from burning fossil fuels in liquid form in Brazil*. Santa Catarina: University Federal of Santa Catarina.

Azqueta, Diego (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. Madrid: MC GRAW HILL / Interamericana de España.

Bertinelli, Luisito y Eric Strobl (2004). *A structural nonparametric reappraisal of the CO2 emissions-income relationship*. EconomicsLetters. Elsevier. Vol. 88(3).

Bertoni, Reto y Carolina Román (2006). *Estimación y análisis de la EKC para Uruguay en el siglo XX*, Finlandia: XIV International EconomicHistoryCongress.

Bhattara, Madhusudan y Michael Hammig (2002).*Governance, Economic Policy, and the Environmental Kuznets Curve for Natural Tropical Forests*. Environment and Development Economics, 9, issue 03.

Bousquet, Alain y Pascal Favard (2000). *Does S. Kuznets' Belief Question the Environmental Kuznets Curves?*

Burnett, Wesley (2009). *Economic Growth and Environmental Degradation*.Atenas: Universidad de Georgia.

Capó, Javier (2009). *Curva de Kuznets Ambiental: Evidencia para Europa*. Islas Baleares: Departamento de Economía Aplicada de la Universitat de les Illes Balears.

Correa, Francisco, Andrés Vasco y Catalina Pérez (2005). *La Curva Medioambiental de kuznets: Evidencia Empírica para Colombia*. Medellín: Universidad de Medellín.

Cuevas, Daris (2006). *La Curva de Kuznets Ambiental (CKA)*.

Daly, Herman (1992). *Economía Ecológica y Desarrollo Sustentable*. En: Schatan, Jacobo (1991). *Crecimiento o Desarrollo: un debate sobre la sustentabilidad de los modelos económicos*. Santiago: Editorial Jurídica Cono Sur.

Dasgupta, Susmita, BenoitLaplante, Hua Wang y David Wheeler (2002). *Confronting the Enviromental Kuznets Curve*, *Journal of Economic Perspectives*, Volúmen 16, Nº 1.

De Bruyn, Sander, Jeroen Van Den Berg y Hans Opschoor (1998). *Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves*. *EcologicalEconomics,* Volumen 25, N°2: pp. 161-175.

Diaz, Rosario y Teresa Cancelo (2009). *Emisiones de CO2 y Azufre y Crecimiento Económico: ¿Una Curva De Kuznets Ambiental?*.

Egli, Hannes y Thomas Steger (2004). *A Dynamic Model of the Environmental Kuznets Curve: Turning Point and Public Poliy*. Zurich: Center of Economic Research CER-ETH Economics Working Paper Series 04/33.

Ekins, Paúl (2000). *Economic growth and environmental sustainability: the prospects for green growth.* London: Routledge.

Figueroa, Eugenio y Roberto Pastén (2009). *Country-Specific Environmental Kuznets Curves: A Random Coefficient Approach Applied To High-Income Countries*. Estudios de Economía, Vol. 36, Nº 1.

Gitli, Eduardo y Greivin Hernández (2002). *La existencia de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) y su impacto sobre las negociaciones internacionales.*

Grossman, G. y Krueger, A. (1995). *Economic growth and the environment*.Quarterly Journal of Economics 110.

Grossman, G. y Krueger, A. (1995). *Pollution and growth: what do we know?*.en I. Goldin y L.A. Winters (eds.). The economics of sustainable development. Cambridge: Cambridge University Press.

Grossman, Gene y Alan Krueger (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*.NBER Working Paper N° 3914.

Gujarati, Damodar (2002). *Econometría.*Bogotá: MC GRAW HILL. Tercera Edición.

Gujarati, Damodar (2004). *Econometría.* México: MC GRAW HILL. Cuarta Edición.

Haisheng, Yang, JiaJia, ZhouYongzhang y Wang Shugong (2005). *The Impact on Environmental Kuznets Curve by Trade and Foreign Direct Investment in China.*Guangzhou: Zhongshan University.

He, Jie y Patrick Richard (2009). *Environmental Kuznets Curve for CO2 in Canada* .Quebec: Universidad de Sherbrook.

Hilton, Hank y Arik Levinson (1998). *Factoring the Environmental Kuznets Curve: Evidence from Automotive Lead Emissions.*Academic Press.

Iwata, Hiroki, Keisuke Okada y SovannroeunSamreth (2009). *Empirical Study on the Environmental Kuznets Curve for CO2 in France: The Role of Nuclear Energy*. Kyoto: Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University.

Jiang, Yi, Tun Lin, JuzhongZhuang (2008). *Enviromental Kuznets Curves in the People`s Republic of China: Turning Points and Regional Differences*. *Asian Development Bank Working Paper Series* Nº 141.

Kallbekken, Steffen (2000). *An alternative Environmental Kuznets Curve approach to deforestation. Dissertation submitted for MSc in Environmental Economics and Environmental Management.*

Kaufmann, Robert, BrynhildurDavidsdottir, Sophie Garnham y Peter Pauly (1998). *The determinants of atmospheric SO2 concentrations: reconsidering the environmental Kuznets curve.* Ecological Economics.Elsevier.Vol. 25(2).

Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. American Economic Review.Vol. 45.

Levinson, Arik (2008). *Environmental Kuznets curve*.

Lieb, Christob (2003). *The environmental Kuznets Curve - A survey of the empirical evidence and of possible causes.*

Lipford, Jody y Bruce Yandle (2009). *NAFTA, Enviromental Kuznets Curves, and México´s Progress.*

List, John y Craig Gallet (1999). *The environmental Kuznets curve: does one size fit all?.Ecological Economics.*Elsevier.Vol. 31(3).

Marin, Giovanni y Massimiliano Mazzanti (2009). *Emissions Trends, Labour Productivity Dynamics and Time-Related Events - Sector Heterogeneous Analyses of Decoupling/Recoupling on a 1990-2006 NAMEA*, MPRA, Paper Nº 17903.

Martínez, Joan y Jordi Roca (2001). *Economía ecológica y política ambiental.* México: Fondo de Cultura Económica.

Murad, Wahid y MohammadNurul (2009). *Trade and Environment: Review of Relationship and Implication of Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Malaysia.*

Organización Latinoamericana de Energía – SIEE (2005). *Sistema de Indicadores Económicos Energéticos.* Programa de Base de Datos.

Pacheco, Lucas (1998). *Política Económica: concepciones y estrategias.* Quito: Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development.*Ginebra: International Labor Office. Technology and Employment Programme Working Paper.

Panayoutou, Theodoro, Alix Peterson y Jeffrey Sachs (2000). *Is the Enviromental Kuznets Curve Driven by Structural Change? What Extend Time Series May Imply for Developing Countries*. Disponible en http://www.earth.columbia.edu/sitefiles/file/about/director/pubs/paper80.pdf, visitado en Febrero 19 de 2010.

Pearce, David y Kerry Turner (1990). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente.* Madrid: Celeste Ediciones.

Posada, Luís y Elkin Pimiento (1997). *Desarrollo económico sostenible, relaciones económicas internacionales y recursos minero-energéticos en Colombia*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.

Roca, Jordi y Emilio Padilla (2001-2003). *Emisiones atmosféricas y crecimiento en España: la Curva de Kuznets Ambiental y el Protocolo de Kyoto. Economía Industrial,* Nº 351.

Saravia, Alejandra (2002). *Evidencias de la relación medio ambiente-economía en el caso latinoamericano.* Universidad de San Simón de Bolivia.

Selden, T.M. y D. Song, (1994). *Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?* Journal of Environmental Economics and Management. 27.

Shafik, N. (1994). *Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis.* Oxford Economic Papers 46.

Shafik, N. y S. Bandyopadhyay (1992).*Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence.* Washington, D.C:.Background Paper for World Development Report 1992. World Bank.

Stern, D. I. y M. S. Common (2001). *Is there an environmental Kuznets curve for sulfur?* Journal of Environmental Economics and Environmental Management N° 41.

Stern, David (2004). *The Rise and fall of the environmental Kuznets Curve*.*World Development-Elsevier*, Volumen 32, Issue 8, pp. 1419-1439.

Subdirección General de Estudios del Sector Exterior (2001-2002). *La Curva de Kuznets para el medio ambiente*. *Boletín económico Información Comercial Española ICE*. N° 2714.

Vollebergh, Herman y ElbertDijkgraaf (2001). *A Note on Testing for Environmental Kuznets Curves with Panel Data.*FEEM WorkingPaper, No. 63.

Anexos

Anexo A.1: Estudios empíricos realizados de la CAK

Indicador / Autor	Ingreso límite (US$ de 1985)	Forma de la curva[1]
SO_2, epc[3] / Panayotou, 1993	3000	c
SO_2, cu[2] / Shafik and Bandyopadhyay, 1992	3700	c
SO_2, cu / Grossman and Krueger, 1991	1. 4100 2. 14000	e
SO_2, cu / Grossman and Krueger, 1994	1. 4100 2. 14000	e
SO_2, epc / Selden and Song, 1994	1. 8900[4] 2. 10700	c
NO_x, epc / Panayotou, 1993.	5500	c
NO_x, epc/ Selden and Song, 1994.	12000[4] 21800	c
PMS[8], cu / Shafik and Bandyopadhyay, 1992	3300	c
PMS, epc / Panayotou, 1993	4500	c
PMS, epc / Selden and Song, 1994	1. 9800[4] 2. 9600	c
Smoke, cu / Grossman, 1993	1. 4700 2. 10000	e
Smoke, cu / Grossman and Krueger, 1991	1. 5000 2. 10000	e
Smoke, cu / Grossman and Krueger, 1995	6200 n.r.[9]	e
CO, epc / Selden and Song, 1994.	6200[4] 19100	c
CO_2, epc / Holtz-Eakin and Selden, 1992.	1. 35400[10] 2. 8000000	c
Nitrógeno en el agua / Grossman, 1993	1. 5900 2. 11900	f
Nitrógeno en el agua / Grossman and Krueger, 1995	10500	c
Plomo en el agua / Grossman and Krueger, 1995	1887 14000	e
Coliformes fecales / Grossman and Krueger, 1995.	8000	c
Coliformes fecales / Grossman, 1993.	8500	c
Coliformes fecales / Shafik and Bandyopadhyay, 1992.	1. 1400 2. 11400	e
Coliformes totales / Grossman and Krueger, 1995.	1. 3043 2. 8000	e
DBO[5] en el agua / Grossman and Krueger, 1995.	7600	c
DBO en el agua / Grossman, 1993.	10000	c
DQO[6] en el agua / Grossman and Krueger, 1995.	7900	c
DQO en el agua / Grossman, 1993.	10000	c
Tasa deforestación / Panayotou, 1993.	823[7] 1200	c
Memo PIB per cápita de América Latina y el Caribe 1999 (US$ 1985 PPC)	4820	

Fuente: Gitli y Hernández., 2002: 17.
Elaborado por: Gitli y Hernández., 2002: 17.

1) Forma de la curva de acuerdo al gráfico 5.
2) Concentraciones urbanas.
3) Emisiones per cápita.
4) Los ingresos límite dados son para modelos con efecto fijo (1) y con efecto aleatorio (2).
5) Demanda biológica de oxígeno.
6) Demanda química de oxígeno.
7) Los dos resultados se refieren a las dos regresiones en diferentes muestras, una contiene 41 países en desarrollo únicamente (1) y la otra agrega 27 países desarrollados a esta (2).
8) Partículas de material suspendido.
9) n.r. no reportado.
10) Estimaciones para dos ecuaciones cuadráticas diferentes. El término cuadrático de la segunda ecuación es poco significativamente diferente de cero, lo cual explica el muy alto nivel de ingreso límite de más de USD 8 millones.

Anexo A.2: Oferta total de energía en el Ecuador

Oferta total de energía en el Ecuador (KBep)															
Año	**Petróleo**	**Gas Natural**	**Hidroenergía**	**Leña**	**Productos de Caña**	**Total Primarias**	**Electricidad**	**Gas Licuado**	**Gasolinas Alcohol**	**Kerosene y Turbo**	**Diesel Oil**	**Fuel Oil**	**No Energético**	**Total Secundarias**	**TOTAL**
1970	9189,11	737	278,82	7196,3	859	18260,22	584,9	50,81	2975,48	1051,44	2001,8	2384,35	114	9162,78	27423
1971	10536,87	481,88	302,98	7077,41	868	19267,14	650,58	57,77	3201,59	1015,06	2001,8	2494,6	112	9533,39	28800,53
1972	11157,17	697,31	306,08	6947,7	970	20078,27	692,71	77,95	3381,07	1194,13	2179,69	2742,92	130	10398,48	30476,75
1973	12814,05	402,51	299,89	6645,07	904	21065,52	778,22	104,4	3622,14	1265,95	2872,28	2972,7	350	11965,68	33031,2
1974	14495,67	799,36	345,74	6340,27	1141	23122,03	865,58	158,69	4071,71	1419,16	3013,19	3002,59	104	12634,92	35756,95
1975	16006,23	997,78	425,05	6188,95	1219	24837,01	1008,09	217,15	5004,3	1801,25	3358,98	3538,39	137	15065,17	39902,18
1976	16933,59	912,74	410,79	6022,5	1245	25524,63	1152,46	300,67	5592,89	2340,37	3710,77	4272,04	144	17513,2	43037,83
1977	20883,12	583,93	382,29	5923,06	1245	29017,4	1363,12	416,21	7232,84	3188,81	4360,38	5298,32	558	22417,67	51435,07
1978	31922,82	600,94	540,29	5642,04	1297	40003,09	1615,3	590,9	7591,79	3701,12	4840,09	5685,75	504	24528,96	64532,05
1979	35863,07	430,86	490,1	5706,89	1265	43755,92	1895,36	651,46	8344,9	3593,87	5803,52	6505,95	389	27184,05	70939,97
1980	35120,34	288,23	598,07	5656,43	1419,51	43082,58	2089,64	807,03	9576,31	771	9374,55	7299,32	417,93	30335,78	73418,36
1981	33484,65	497,19	540,42	5613,2	1232,17	41367,63	2284,19	943,94	9511,46	886,29	9158,38	9115,15	403,52	32302,92	73670,55
1982	37058,65	662,92	619,69	6708,46	907,91	45957,63	2565,21	1030,41	9468,22	771	9590,72	9633,95	453,96	33513,47	79471,1
1983	27986,74	850,27	1181,73	6636,4	965,56	37620,69	2666,09	1138,49	8560,31	720,56	8841,33	9086,32	425,13	31438,25	69058,94
1984	33563,91	1232,17	2219,34	6557,14	1354,66	44927,22	2810,2	1318,63	8949,42	771	8855,74	8070,33	562,04	31337,37	76264,59
1985	33153,19	1282,61	2255,37	6485,08	1167,32	44343,56	2824,61	1498,77	9050,3	864,68	9374,55	8790,89	698,95	33102,75	77446,31
1986	36539,84	1275,4	2759,76	6276,12	1008,79	47859,92	3105,63	1765,38	9453,81	1016	9677,19	8106,36	1052,02	34176,39	82036,31
1987	31906,57	1188,93	3141,66	6535,52	1260,99	44033,68	3336,22	2060,82	9252,05	1095,26	9936,59	6650,81	915,12	33246,86	77280,54
1988	44523,7	1386,01	3321,8	6730,08	1282,61	57244,21	3487,53	2377,86	9517,88	911,15	9882,72	8315,32	1059,23	35551,69	92795,9
1989	40805,59	1094,82	3408,27	6506,7	1260,99	53076,37	3566,8	2496,16	8509,87	958,35	8940,41	7450,64	634,1	32556,33	85632,7
1990	44304,12	1175,39	3429,41	5386,87	1462,75	55758,54	3933,81	2733,12	9496,12	1078,45	9939,35	6181,46	670,13	34032,44	89790,98
1991	46027,36	1443,04	3501,46	5533,87	1585,24	58090,97	4321,35	3058,77	10309,59	1110,71	10549,08	6361,03	633,46	36343,99	94434,96

1992	46033,77	1448,9	3407,8	5291,76	1549,21	57731,45	4458,67	3265,7	10584,52	1179,44	10823,35	6685,55	626,89	37624,12	95355,57
1993	45879,65	1669,89	3991,38	5084,24	1758,18	58383,33	4594,19	3475,21	9696,85	985,62	10362,85	5346,17	747,69	35208,58	93591,91
1994	48949,65	1505,35	4510,11	4885,37	1570,83	61421,31	5048,8	3896,3	9860,74	1168,05	12290,54	5735,54	899,03	38899	100320,31
1995	48090,79	1453,6	3551,89	4695,14	1714,94	59506,37	5222,36	4418,78	10068,13	1374,06	13425,78	7805,06	877,99	43192,15	102698,52
1996	56959,64	1542,15	4373,22	4591,38	1909,5	69375,89	5783,17	4704,09	9826,5	1613,53	15332,5	8424,99	835,86	46520,64	115896,53
1997	48255,37	1405,4	4495,7	4392,51	1092,61	59641,59	6419,34	4711,6	10470,56	1753,34	17687,27	8558,61	784,59	50385,32	110026,91
1998	52598,34	1434,73	4481,29	4280,1	2155,96	64950,43	6750,76	4772,39	10412,23	1384,23	16865,93	8318,26	1023,2	49526,99	114477,42
1999	48582,39	1347,29	4920,78	4072,58	2390,83	61313,87	6399,17	4661,56	10102,9	817,88	13782,32	7208,85	818,77	43791,45	105105,32
2000	59362,18	1471,66	5237,78	3614,31	2017,58	71703,51	6575,47	5044,01	10973,85	1761,29	15217,67	7217,45	922,41	47712,15	119415,66
2001	58471,21	1495,94	4762,27	3847,77	2053,61	70630,8	6860,23	5318,36	11357,04	1736,18	17382,35	8173,56	1168,88	51996,6	122627,4
2002	56854,74	1086,14	5180,14	3821,82	2068,02	69010,86	7400,42	5548,24	11513,41	724,05	17238,92	7792,72	1181,37	51399,12	120409,98
2003	56316,41	2125,21	4949,59	3043,62	2111,26	68546,09	7806,01	6141,26	11694,93	1209,93	17216,44	7634,5	1228,93	52931,99	121478,08
2004	64539,85	2597,49	5740,36	2424,33	2155,4	77457,43	8792,98	6413,51	13435,89	1784,65	17030,71	11843,42	1268,35	60569,5	138026,93
2005	55927,06	3128,39	5330,6	1931,04	2200,46	68517,56	9362,97	6724,59	12192,51	2491,96	22706,45	10322,8	1147,32	64948,6	133466,16
2006	56944,75	5008,05	5522,5	3465,58	2562,91	73503,79	10151,07	7067,69	14297,97	2841,09	23794,96	12349,89	1211,7	71714,35	145218,14
2007	60433,22	5248,87	6221,93	3369,61	2438,83	77712,46	11252,87	7576,55	15288,55	2823,79	25235,29	14122,81	1283,77	77583,62	155296,08
2008	60455,39	3257,81	7774,83	3302,16	1967,1	76757,29	11816,4	7846,63	15946,17	3026,09	25407,86	17278,76	1755,92	83077,84	159835,13
2009	65143,03	3442,29	6349	3329,01	1664,99	79928,32	12052,45	7982,03	16763,62	2895,78	26812,09	19396,28	1726,91	87629,16	167557,48
2010	50683,94	3893,53	5351,11	3367,63	1857,06	65153,28	12622,92	8119,54	18312,64	2953,12	30044,66	16322,33	1839	90214,23	155367,51

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Anexo A.3: Series de tiempo ambientales y económicas

Series de Tiempo Ambientales y Económicas																
Unidad	**Ton**							**$**	**Bep**		**Gg**					**Hab**
Año	**CO2p**	**SO2p**	**COp**	**NOXp**	**PARp**	**HCp**	**Total Emisiones**	**PIBp**	**CEp**	**OEp**	**CO2**	**SO2**	**CO**	**NOX**	**PAR**	**HC**	**POBLACIÓN**
1970	0,6	0	0,08	0	0,01	0	0,69	904,94	2,53	4,59	3604,92	12,79	141,48	23,77	0,85	3,65	5.969.918
1971	0,63	0	0,08	0	0,01	0	0,72	964,88	2,54	4,68	3848,35	13,6	158,59	25,39	0,9	2,89	6.148.361
1972	0,69	0	0,08	0,01	0,01	0	0,78	995,07	2,54	4,81	4337,06	16,18	163,44	30,61	1,49	2,71	6.331.179
1973	0,79	0	0,08	0,01	0,01	0	0,88	1198,70	2,6	5,07	5160,25	20,06	187,52	40,98	2,57	5,04	6.518.503
1974	0,82	0	0,08	0,01	0,01	0	0,91	1240,98	2,67	5,33	5480,85	19,48	214,11	42,06	2,38	18,02	6.710.462
1975	0,91	0	0,08	0,01	0,01	0	1	1285,07	2,83	5,78	6262,85	21,7	249,2	46,56	2,45	15,99	6.907.185
1976	1,01	0	0,08	0,01	0,01	0	1,1	1355,85	2,97	6,05	7192,93	24,11	291,19	52,77	2,86	14,27	7.109.212
1977	1,17	0	0,08	0,01	0	0	1,25	1328,84	3,16	7,03	8578,44	27,33	339,05	60,46	2,93	9,56	7.316.456
1978	1,31	0	0,08	0,01	0	0	1,39	1391,95	3,37	8,57	9860,02	32,65	358,07	69,09	3,27	10,34	7.528.109
1979	1,42	0,01	0,09	0,01	0	0,01	1,53	1415,91	3,42	9,16	10974,76	39,82	399,01	74,61	3,56	31,35	7.743.360
1980	1,5	0,01	0,09	0,01	0	0	1,6	1420,49	3,62	9,22	11969,19	42,96	450,31	88,48	3,08	8,4	7.961.402
1981	1,62	0,01	0,09	0,01	0	0	1,72	1430,59	3,74	9,00	13274,83	51,68	464,63	98,85	3,49	10,03	8.183.120
1982	1,59	0,01	0,09	0,01	0	0	1,69	1373,66	3,75	9,45	13372,15	50,52	471,41	101,53	3,5	27,9	8.409.053
1983	1,42	0,01	0,08	0,01	0	0	1,51	1318,65	3,6	7,99	12299,92	45,18	414,14	96,01	3,3	9,81	8.637.873
1984	1,43	0	0,08	0,01	0	0	1,51	1327,73	3,78	8,60	12653,48	40,41	436,71	106,34	3,19	11,77	8.868.249
1985	1,45	0	0,08	0,01	0	0	1,53	1332,16	3,93	8,51	13198,29	41,59	444,13	110,4	3,19	12,39	9.098.852
1986	1,45	0	0,08	0,01	0	0	1,53	1344,97	3,91	8,79	13510,28	41,29	472,11	113,13	3,11	12,27	9.329.636
1987	1,27	0	0,08	0,01	0	0	1,35	1230,07	3,67	8,08	12168,6	33	450,32	100,21	2,29	12,38	9.561.489
1988	1,36	0	0,08	0,01	0	0	1,44	1330,35	3,8	9,47	13301,29	38,27	466,83	114,37	3,3	11,26	9.804.403
1989	1,25	0	0,07	0,01	0	0	1,32	1303,12	3,6	8,54	12583,02	35,22	461,8	106,64	3,04	11,07	10.039.775
1990	1,28	0	0,07	0,01	0	0	1,35	1287,91	3,5	8,75	13135,61	40,38	460,83	96,64	2,7	7,13	10.271.874
1991	1,33	0	0,07	0,01	0	0	1,4	1313,86	3,6	8,99	13955,5	42,74	490,64	104,43	2,97	6,52	10.503.491

1992	1,34	0	0,07	0,01	0	0	1,41	1305,01	3,49	8,88	14368,53	48,5	489,72	103,34	3,21	5,95	10.735.969
1993	1,25	0	0,06	0,01	0	0	1,31	1301,42	3,39	8,52	13771,08	41,69	485,81	103,94	3,13	6,07	10.965.121
1994	1,31	0	0,06	0,01	0	0	1,37	1335,64	3,49	8,94	14667,53	43,05	474,31	112,82	3,34	9,72	11.186.758
1995	1,43	0	0,06	0,01	0	0	1,49	1333,96	3,55	8,96	16374,59	54,96	476,76	122,07	3,97	7,65	11.396.692
1996	1,57	0,01	0,06	0,01	0	0	1,64	1343,09	3,89	9,91	18358,42	62,27	499,28	136,29	3,86	9,83	11.591.131
1997	1,59	0,01	0,06	0,01	0	0	1,66	1375,92	3,73	9,22	18926,16	62,37	515,03	140,97	4,15	10,72	11.772.866
1998	1,52	0	0,06	0,01	0	0	1,58	1384,48	3,75	9,40	18552,32	59,2	519,38	139,87	4,13	9,09	11.947.588
1999	1,34	0	0,05	0,01	0	0	1,39	1278,71	3,46	8,66	16272,17	53,81	468,41	124,19	3,89	8,98	12.120.984
2000	1,46	0	0,05	0,01	0	0	1,51	1295,55	3,69	9,70	17930,71	54,2	514,47	138,42	4,03	9,7	12.298.745
2001	1,52	0	0,06	0,01	0	0	1,58	1344,89	3,75	9,84	19007,93	58,81	539,42	145,3	4,17	9,13	12.479.924
2002	1,54	0	0,06	0,01	0	0	1,6	1381,96	3,79	9,54	19436,17	59,71	570,84	149,3	4,31	11,16	12.660.727
2003	1,53	0	0,05	0,01	0	0	1,58	1411,11	3,74	9,51	19501,27	54,71	553,36	153,7	4,5	9,85	12.842.576
2004	1,79	0,01	0,05	0,01	0	0	1,85	1502,45	4,22	10,69	23105,32	83,4	577,61	177,83	5,7	12,24	13.026.890
2005	1,96	0,01	0,06	0,02	0	0	2,03	1569,96	4,42	10,22	25621,85	78,75	640,97	207,96	6,04	14,35	13.215.089
2006	2,18	0,01	0,07	0,02	0	0	2,26	1637,95	4,78	11,00	28815,47	73,51	764,38	248,66	5,79	11,18	13.408.270
2007	2,27	0,01	0,07	0,02	0	0	2,35	1647,16	4,7	11,64	30303,55	78,74	764,05	254,12	6,87	9,8	13.605.000
2008	2,42	0,01	0,07	0,02	0	0	2,5	1740,85	5,22	11,85	32580,76	84,68	832,43	267,71	6,4	10,29	13.805.000
2009	2,56	0,01	0,07	0,02	0	0	2,64	1722,20	5,43	12,30	34931,27	95,78	866,27	285,72	6,71	10,84	14.005.000
2010	2,54	0,01	0,08	0,02	0	0	2,63	1758,78	5,32	11,28	35000,06	84,25	922,34	283,65	6,71	11,49	14.204.900

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Fuente: Banco Central del Ecuador
Fuente: INEC
Elaborado por: Daniel Almeida

Anexo A.4: Consumo energético en el Ecuador

Consumo energético en el Ecuador (KBep)											
Año	**Leña**	**Productos de Caña**	**Total Primarias**	**Electricidad**	**Gas Licuado**	**Gasolinas Alcohol**	**Kerosene y Turbo**	**Diesel Oil**	**Fuel Oil**	**Total Secundarias**	**TOTAL**
1970	7196,3	856	8052,3	483,29	51,5	2916,54	907,8	1351,19	1348,79	7059,12	15111,42
1971	7077,41	870	7947,41	528,52	68,9	3227,11	955,68	1505,1	1405,47	7690,78	15638,18
1972	6947,7	970	7917,7	569,41	82,13	3321,25	1063,89	1616,03	1514,69	8167,4	16085,1
1973	6645,07	904	7549,07	625,18	117,62	3660,85	1191,25	2066,76	1724,89	9386,55	16935,62
1974	6340,27	1141	7481,27	714,4	151,03	4237,12	1310,95	2273,64	1737,25	10424,39	17905,66
1975	6188,95	1219	7407,95	835,22	217,15	5002,54	1569,51	2486,51	2024,74	12135,67	19543,61
1976	6022,5	1245	7267,5	980,21	283,97	5761,81	1851,04	2710,37	2255,55	13842,94	21110,44
1977	5845,24	1245	7090,24	1123,95	396,72	6811,41	2058,84	3142,11	2499,75	16032,79	23123,03
1978	5642,04	1297	6939,04	1355,68	531,05	7351,61	2513,7	3773,73	2868,63	18394,41	25333,45
1979	5706,89	1265	6971,89	1570,07	659,11	8273,64	2686,07	3737,76	2607,94	19534,58	26506,47
1980	5656,43	1419,51	7075,95	1779,8	807,03	9360,14	828,65	5966,28	2975,93	21717,83	28793,77
1981	5613,2	1232,17	6845,37	1923,91	900,71	9511,46	814,24	6333,77	4236,92	23721	30566,36
1982	6708,46	907,91	7616,37	2075,23	1016	9669,98	799,83	6549,94	3847,82	23958,78	31575,15
1983	6636,4	965,56	7601,96	2176,11	1131,29	8387,38	698,95	6340,97	4755,73	23490,42	31092,38
1984	6557,14	1354,66	7911,8	2233,75	1311,43	8812,51	771	7184,03	5324,97	25637,7	33549,5
1985	6485,08	1167,32	7652,4	2320,22	1505,98	8971,03	821,44	8380,17	6088,77	28087,62	35740,02
1986	6276,12	1008,79	7284,91	2356,25	1743,77	9360,14	958,35	9115,15	5620,41	29154,06	36438,97
1987	6535,52	1260,99	7796,51	2615,65	2039,2	8920,59	972,76	8538,69	4236,92	27323,82	35120,33
1988	6732,13	1282,61	8014,74	2680,56	2386,45	9202,96	965,56	9436,33	4558,02	29229,87	37244,61
1989	6509,99	1260,99	7770,98	2730,77	2544,32	9206,3	965,56	8350,41	4495,96	28293,32	36064,29
1990	5386,33	1462,75	6849,08	2978,08	2884,53	9687,22	938,11	8771,28	3865,21	29124,43	35973,51
1991	5530,41	1585,24	7115,65	3278,4	2995,19	10310,14	1098,04	9441,9	3552,62	30676,3	37791,95

1992	5291,45	1549,08	6840,52	3403,78	3279,95	10269,53	1085,43	9440,92	3151,64	30631,25	37471,77
1993	5083,93	1758,18	6842,11	3436,04	3486,57	10219,96	896,02	9697,83	2655,32	30391,74	37233,85
1994	4885,86	1570,83	6456,69	3769,16	3786,9	9890,32	1242,39	11276,38	2771,9	32737,05	39193,73
1995	4695,14	1714,94	6410,08	3970,15	4335,55	9827,23	1317,18	11592,1	3264,58	34306,78	40716,86
1996	4590,92	1909,5	6500,42	4381,47	4799,35	10102,53	1622,43	14077,25	4033,11	39016,14	45516,56
1997	4390,77	1095,26	5486,03	4843,81	4771,95	10269,13	1573,67	14440,14	3196,08	39094,78	44580,81
1998	4278,41	2154,49	6432,9	5094,86	4856,46	10477,07	1186,04	14284,07	3326,67	39225,17	45658,07
1999	4071,38	2392,28	6463,65	4800,87	4734,15	9535,36	899,02	12450,67	3133,09	35553,15	42016,8
2000	3614,69	1957,58	5572,27	4887,98	5111,69	10531,08	1593,28	14244,91	3476,47	39845,41	45417,68
2001	3847	2053,61	5900,61	5020,75	5150,02	10762,41	1390,14	14962,27	3510,44	40796,03	46696,64
2002	3821,07	2068,02	5889,09	5426,09	5581,96	11510,76	670,26	15333,22	3369,33	41891,62	47780,71
2003	3043,59	2111,26	5154,85	5758,46	5852,54	11301,14	1105,4	15872,63	2657,62	42547,79	47702,64
2004	2424,33	2155,4	4579,73	6607,43	6413,51	11684,67	1823,02	15895,09	7439,81	49863,53	54443,25
2005	1931,04	2076,46	4007,51	6348,36	6737,31	11854,05	2308,54	21013,31	5489,32	53750,9	57758,4
2006	3465,58	2562,91	6028,49	6834,57	7136,78	13801,75	2617,4	20039,34	6607,14	57036,98	63065,47
2007	3369,61	85,83	3455,44	7277,3	7433,65	14870,07	2670,43	20487,95	6501,32	59240,72	62696,16
2008	3302,16	671,65	3973,81	7764,24	7632,66	16189,83	2695,27	22389,13	9749,05	66420,19	70394
2009	3329	644,78	3973,79	8191,38	7740,99	16787,8	2782,88	22752	11793,23	70048,28	74022,07
2010	3367,63	658,74	4026,37	8721,87	7898,88	17876,45	2876,41	22471,7	9337,42	69182,73	73209,1

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Anexo A.5: Emisiones de dióxido de carbono por actividad en el Ecuador

Emisiones de dióxido de carbono por actividad en el Ecuador (Gg)												
AÑO	**PRODUCCIÓN**	**CENTRALES ELÉCTRICAS**	**AUTO PRODUCTORES**	**CONSUMO PROPIO**	**TRANSPORTE**	**INDUSTRIA**	**RESIDENCIAL**	**COMERCIAL SERVICIOS PUBLICIDAD**	**AGRO PESCA MINERÍA**	**CONSTRUCCIÓN OTROS**	**NO ENERGÉTICO**	**TOTAL ACTIVIDADES**
1970	21,74	449,01	71	268,79	1655,74	472,11	350,3	-	271,94	22,25	22,02	3604,92
1971	20,78	451,89	84,03	258,82	1764,82	540,5	381,85	-	292,86	31,16	21,64	3848,35
1972	138,62	527,03	77,73	366,95	1873,44	561,69	413,99	-	316,89	35,61	25,11	4337,06
1973	349,89	604,85	104,58	363,58	2106,02	643,77	538,07	-	341,82	40,06	67,61	5160,25
1974	272,73	627,98	113,35	379,35	2419,61	645,07	589,19	-	368,52	44,95	20,09	5480,85
1975	260,06	737,64	116,55	384,16	2873,57	715,03	688,27	-	406,8	54,3	26,47	6262,85
1976	301,46	860,61	130,98	510,96	3182,64	817,05	852,24	-	441,96	67,21	27,82	7192,93
1977	293,12	983,82	142,95	814,11	3940,25	889,8	882,47	-	473,56	44,95	113,4	8578,44
1978	320,28	1071,94	165,42	1041,13	4641,36	1039,12	932,85	-	505,61	44,95	97,36	9860,02
1979	349,45	1586,4	129,86	1326,84	4012,25	1258,3	634,83	435,92	385,21	780,55	75,15	10974,76
1980	337,08	1939,98	213,84	983,47	4500,57	1118,67	603,62	484,8	391,91	1314,51	80,74	11969,19
1981	345,35	2359,59	225,4	1050,48	5085,89	1288,71	647,56	487,02	444,47	1262,41	77,95	13274,83
1982	348,22	2470,63	231,18	982,84	5239,82	1138,09	656,4	556,91	473,35	1187,02	87,7	13372,15
1983	394,76	1618,45	208,06	983,53	5289,65	1274,61	693,99	411,96	405,64	937,14	82,13	12299,92
1984	425,64	944,74	231,18	1011,35	5914,52	1198,92	702,84	437,05	543,95	1134,7	108,58	12653,48
1985	478,67	1275,53	-	373,75	6279,17	1686,88	808,27	499,58	626,16	1025,5	144,77	13198,29
1986	511,47	770,57	-	755,76	6533,9	1661,74	933,03	561,24	679,05	940,66	162,86	13510,28
1987	309,35	775,42	-	584,93	6165,65	1367,33	887,84	534,8	670,64	757,09	115,54	12168,6
1988	541,05	784,48	-	618,93	6592,59	1463,86	987,58	596,79	744,5	766,87	204,62	13301,29
1989	512,9	759,89	-	430	6360,8	1397,15	996,91	545,7	668,68	735,24	175,73	12583,02
1990	469,8	1145,45	-	419,5	7497,45	1701,05	1341,02	301	135,06	-	125,28	13135,61
1991	478,96	1542,89	-	318,1	7996,96	1860,08	1124,45	328,79	186,93	-	118,32	13955,5

1992	517,9	1921,35	-	422,07	7818,36	2042,84	1154,26	217,29	154,75	-	119,71	14368,53
1993	559,55	1384,54	-	414,18	7833,46	1814,74	1169	199,28	248,76	-	147,55	13771,08
1994	598,94	1349,7	-	417,36	8119,46	2130,84	1244,14	215,4	398,2	-	193,49	14667,53
1995	611,34	2536,2	-	395,44	8284,68	2296,22	1420,91	340,56	319,24	-	170	16374,59
1996	600,53	2022,81	-	1048,51	9695,63	2737,69	1568,28	382,02	126,01	-	176,93	18358,42
1997	596,66	2904,83	-	917,68	9902	2414,76	1554,19	376,5	105,12	-	154,43	18926,16
1998	591,98	3001,08	-	479,96	9748,08	2453,76	1557,34	411,76	113,48	-	194,88	18552,32
1999	588,69	2320,07	-	352,1	8724,62	2207,55	1491,85	304,06	131,52	-	151,73	16272,17
2000	631,71	2185,3	-	289,93	10202,87	2461,11	1570,69	346	65,26	-	177,86	17930,71
2001	640,96	2867,06	-	274,96	10600,99	2508	1582,47	277,73	33,05	-	222,72	19007,93
2002	628,18	2931,24	51,8	342,81	10650,67	2495,8	1715,19	376,38	19,58	-	224,53	19436,17
2003	680,99	2791,63	108,52	304,55	10909,92	2236,45	1797,3	402,79	31,41	-	237,71	19501,27
2004	836,97	2874,39	639	373,91	11570,45	4122,14	1969,57	448,85	25,02	-	245,02	23105,32
2005	863,76	3582,67	691,74	362,76	13512,32	3674,26	2153,02	518,09	41,58	-	221,64	25621,85
2006	866,62	4327,62	1257,45	1077,37	16047,81	2213,49	2191,69	442,88	159,15	-	231,4	28815,47
2007	824,06	4044,91	1788,82	1622,44	16661,29	2150,58	2282,86	442,33	244,9	-	241,35	30303,55
2008	812,54	3252,15	1866,77	1718,26	18613,19	3142,28	2492,55	80,75	254,22	12,94	335,11	32580,76
2009	839,96	3926,74	1970,86	1878,18	19691,87	3395,22	2456,68	167,47	261,27	12,76	330,27	34931,27
2010	813,17	5200,73	2157,39	1140,99	19269,67	3107,75	2506,79	168,75	269,38	13,02	352,41	35000,06

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Anexo A.6: Emisiones de dióxido de carbono por energético en el Ecuador

Emisiones de dióxido de carbono por energético en el Ecuador (Gg)											
AÑO	**PETRÓLEO**	**GAS NATURAL**	**LEÑA**	**PRODUCTOS DE CAÑA**	**GAS LICUADO**	**GASOLINAS/ALCOHOL**	**KEROSENE Y TURBO**	**DIESEL OIL**	**FUEL OIL**	**NO ENERGÉTICO**	**(TOTAL ENERGÉTICOS)**
1970	28,46	120,96	3883,9	483,03	17,94	1207,66	388,66	789,56	1029,66	22,02	3604,92
1971	21,6	108,08	3819,73	490,93	23,85	1333,09	411,84	854,77	1073,49	21,64	3848,35
1972	161,09	148,49	3749,73	547,36	28,36	1381,66	471,05	934,76	1186,53	25,11	4337,06
1973	423,89	140,88	3586,4	510,11	40,59	1496,65	520,13	1185,95	1284,55	67,61	5160,25
1974	375,02	35,35	3421,89	643,85	51,94	1736,46	581,92	1363,67	1316,4	20,09	5480,85
1975	330,5	44,8	3340,23	687,86	74,9	2057,84	717,46	1493,22	1517,67	26,47	6262,85
1976	384,91	50,99	3250,39	702,53	97,35	2342,96	947,46	1670,8	1670,63	27,82	7192,93
1977	379,93	47,64	3154,72	702,53	138,58	2790,17	1210,33	1925,38	1973,01	113,4	8578,44
1978	415,98	48,35	3045,05	731,88	184,85	3048,49	1455,38	2194,04	2415,57	97,36	9860,02
1979	439,15	60,75	3080,06	713,82	227,81	3420,93	1477,9	2449,46	2823,61	75,15	10974,76
1980	414,65	63,14	3052,82	801,01	301,1	3894,31	360,77	3788,05	3066,44	80,74	11969,19
1981	429,32	63,14	3029,49	695,29	327,09	3961,38	366,19	3954,33	4095,43	77,95	13274,83
1982	429,47	65,85	3620,61	512,32	360,81	4032,27	354,22	4077,78	3964,06	87,7	13372,15
1983	480,26	77,6	3581,72	544,85	401,45	3492,82	316,8	3564,5	3884,37	82,13	12299,92
1984	522,99	81,73	3538,94	764,41	461,27	3672,22	347,67	3796,26	3662,77	108,58	12653,48
1985	515,95	103,42	3500,05	658,7	525,96	3731,35	351,89	4076,38	3748,57	144,77	13198,29
1986	531,58	120,59	3387,27	569,25	606,13	3853,93	419,23	4287,25	3528,71	162,86	13510,28
1987	348,81	75,66	3527,28	711,56	714,4	3676,9	428,3	3998,63	2810,36	115,54	12168,6
1988	616,03	136,08	3633,39	723,75	832,24	3793,38	422,32	4299,58	2997,04	204,62	13301,29
1989	625,6	139,93	3513,5	711,56	884,18	3786,3	422,32	3808,7	2740,26	175,73	12583,02
1990	564,65	97,86	2907,05	825,41	992,29	4072,8	416,42	4053,41	2812,9	125,28	13135,61
1991	582,23	89,43	2984,81	894,53	1030,24	4337,14	484,93	4360,31	2952,9	118,32	13955,5
1992	637,94	100,64	2855,84	874,12	1128,21	4312,8	479,53	4659,2	2930,49	119,71	14368,53

1993	686,02	112,86	2743,84	992,11	1204,04	4298,02	383,83	4546,22	2392,52	147,55	13771,08
1994	747,05	106,76	2636,94	886,4	1301,34	4154,13	532,21	5240,34	2392,21	193,49	14667,53
1995	757,52	108,69	2534,01	967,72	1516,79	4140,31	581,72	5912,21	3187,35	170	16374,59
1996	755,11	100,28	2477,76	1077,5	1701,22	4297,15	695,01	6811,63	3821,08	176,93	18358,42
1997	759,5	92,03	2369,74	618,04	1641,03	4396,11	674,12	7459,29	3749,64	154,43	18926,16
1998	743,01	103,83	2309,09	1215,75	1673,61	4444,02	522,63	7424,17	3446,17	194,88	18552,32
1999	727,78	103,34	2197,36	1349,92	1635,24	4061,23	385,12	5971,25	3236,48	151,73	16272,17
2000	763,72	110,42	1950,88	1138,49	1771,44	4454,84	682,53	6766,72	3203,2	177,86	17930,71
2001	778,34	111,26	2076,26	1158,82	1784,72	4589,17	595,5	7457,64	3468,57	222,72	19007,93
2002	828,42	268,79	2062,26	1166,95	1934,41	4898,05	287,13	7525,14	3469,69	224,53	19436,17
2003	830,13	574,41	1642,65	1191,35	2028,32	4775,6	473,53	7521,91	3059,67	237,71	19501,27
2004	1181,57	718,12	1308,43	1216,26	2222,74	4959,9	780,94	7895,31	5101,72	245,02	23105,32
2005	1217,94	828,62	1042,2	1241,69	2322,85	5152,29	988,93	10397,97	4491,59	221,64	25621,85
2006	1336,95	1523,62	1870,4	1446,21	2525,67	5946,85	1128,46	10224,28	5898,24	231,4	28815,47
2007	1469,05	1570,18	1818,6	1376,2	2683,53	6220,98	1151,98	10699,78	6266,69	241,35	30303,55
2008	2121,24	964,39	1782,2	1110	2714,3	6817,82	1164,69	11058	7405,23	335,11	32580,76
2009	2207,38	1093,26	1796,69	982,57	2755,84	7070,47	1201,78	11538,48	8733,78	330,27	34931,27
2010	1602,21	1209,83	1817,54	1047,91	2811,53	7552,8	1242,03	12954,89	7274,35	352,41	35000,06

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Anexo A.7: Proyecciones

Año	CO2p	T. Crec. CO2p	CO2p (estimado)	T. Crec. CO2p (estimado)	D1	D2	D3	D4	D5	PIBp	T. CrecPIBp
Unidad	Tm	Tm	Tm	Tm	-	-	-	-	-	Mn. $US.	Mn. $US.
1970	0,6				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	904,94	
1971	0,63	0,050			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	964,88	0,066
1972	0,69	0,095			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	995,07	0,031
1973	0,79	0,145			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.198,70	0,205
1974	0,82	0,038			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.240,98	0,035
1975	0,91	0,110	0,90	0,094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.285,07	0,036
1976	1,01	0,110	1,03	0,137	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.355,85	0,055
1977	1,17	0,158	1,14	0,124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.328,84	-0,020
1978	1,31	0,120	1,27	0,088	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.391,95	0,047
1979	1,42	0,084	1,40	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.415,91	0,017
1980	1,5	0,056	1,48	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.420,49	0,003
1981	1,62	0,080	1,53	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.430,59	0,007
1982	1,59	-0,019	1,64	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.373,66	-0,040
1983	1,42	-0,107	1,42	-0,107	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1.318,65	-0,040
1984	1,43	0,007	1,46	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.327,73	0,007
1985	1,45	0,014	1,45	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.332,16	0,003
1986	1,45	0,000	1,44	-0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.344,97	0,010
1987	1,27	-0,124	1,33	-0,083	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.230,07	-0,085
1988	1,36	0,071	1,39	0,094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.330,35	0,082
1989	1,25	-0,081	1,25	-0,081	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1.303,12	-0,020
1990	1,28	0,024	1,23	-0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.287,91	-0,012
1991	1,33	0,039	1,29	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.313,86	0,020
1992	1,34	0,008	1,40	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.305,01	-0,007
1993	1,25	-0,067	1,34	-0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.301,42	-0,003
1994	1,31	0,048	1,30	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.335,64	0,026
1995	1,43	0,092	1,34	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.333,96	-0,001
1996	1,57	0,098	1,57	0,098	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	1.343,09	0,007
1997	1,59	0,013	1,64	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.375,92	0,024
1998	1,52	-0,044	1,53	-0,037	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.384,48	0,006
1999	1,34	-0,118	1,33	-0,125	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.278,71	-0,076
2000	1,46	0,090	1,39	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.295,55	0,013
2001	1,52	0,041	1,56	0,065	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.344,89	0,038
2002	1,54	0,013	1,56	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.381,96	0,028
2003	1,53	-0,006	1,53	-0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.411,11	0,021
2004	1,79	0,170	1,79	0,170	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1.502,45	0,065
2005	1,96	0,095	1,94	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.569,96	0,045
2006	2,18	0,112	2,11	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.637,95	0,043
2007	2,27	0,041	2,29	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.647,16	0,006
2008	2,42	0,066	2,53	0,116	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.740,85	0,057
2009	2,56	0,058	2,52	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.722,20	-0,011
2010	2,54	-0,008	2,72	0,061	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.758,78	0,021
2011			2,96	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.869,08	0,063
2012			3,18	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.931,69	0,033

2013			3,31	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.981,63	0,026
2014			3,55	0,074	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2.046,23	0,033
2015			3,87	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2.113,35	0,033

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

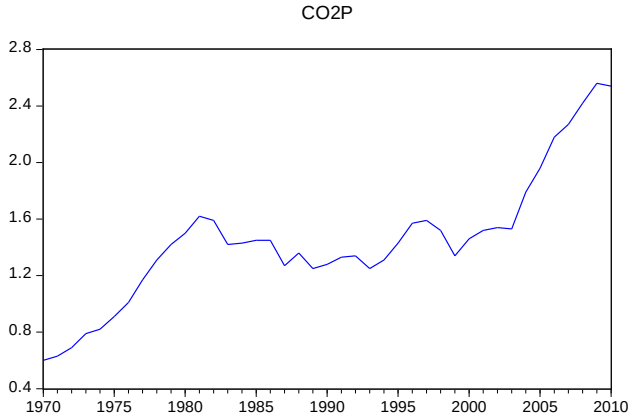
Anexo A.8: Análisis econométrico de la serie: emisiones de CO2 per cápita

Para construir un modelo, es necesario observar si las variables son adecuadas econométricamente. En este sentido, se debe analizar las series de tiempo tanto ambientales como económicas, utilizando el análisis de estacionariedad.

Prueba de estacionariedad basada en el gráfico

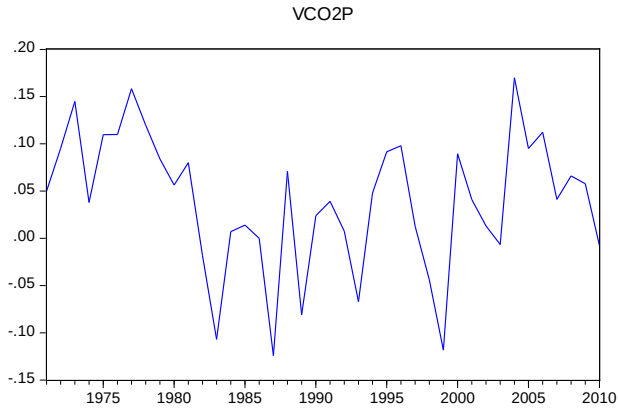
Las emisiones de dióxido de carbono entre el periodo 1970-2010 por actividad o energético, se observan en los gráficos N° 14 y N° 15. Frente a esto, el análisis del modelo de la CAK exige que las variables en juego sean por habitante. De esta manera, las emisiones de CO2 anual per cápita entre el periodo 1970-2010 vienen a tomar la siguiente forma:

Emisiones de CO2 per cápita (Ton)



Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética Elaborado por: Daniel Almeida

Tasas de variación anual de las emisiones de CO2 per cápita



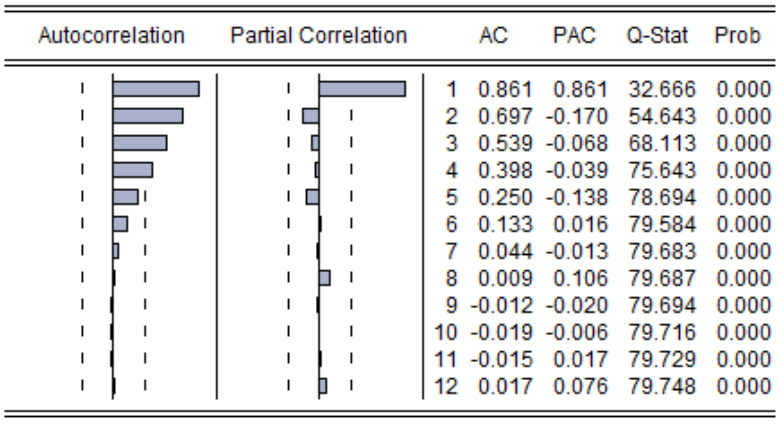
Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética Elaborado por: Daniel Almeida

Un análisis simple para saber si una serie de tiempo es estacionaria o no usualmente se lo realiza graficando la información. En este caso, la gráfica muestra a lo largo del tiempo una cierta tendencia creciente. Además, presenta en forma muy reducida fluctuaciones. Sin embargo, se observa tres fases a lo largo de la serie de tiempo: entre el periodo 1970-1979, la tendencia es creciente; entre el periodo 1980-1999 las emisiones son más o menos constantes, presentando en la curva leves fluctuaciones; y, entre el periodo 2000-2010, el incremento de las emisiones es mucho más acelerado que lo que se presenta en el primer periodo. Frente a esto, lo que se puede decir es que la serie de tiempo a primera vista es no estacionaria, pues presenta globalmente una cierta dirección. Es por ello que, con el fin de hacer cálculos de mayor confiabilidad y poder obtener un modelo satisfactorio, se decidió trabajar dentro de la regresión con tasas de variación de las emisiones per cápita de CO2.

Prueba de estacionariedad basada en la función de autocorrelación

Un segundo paso, se da por el análisis de una prueba sencilla de estacionariedad basada en la denominada función de autocorrelación (AC) y el correlograma. De esta forma, el programa econométrico E-views, facilita la construcción del correlograma y presenta los distintos rezagos de la serie CO2p, para saber si la serie en cuestión es o no estacionaria

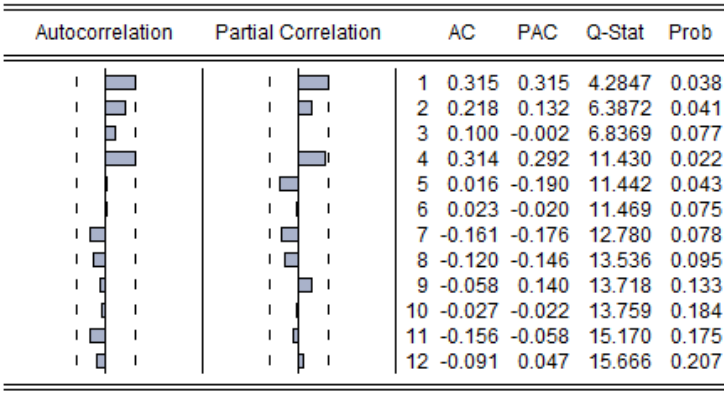
Correlograma de la serie de tiempo: emisiones de CO2p



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.861	0.861	32.666	0.000
		2	0.697	-0.170	54.643	0.000
		3	0.539	-0.068	68.113	0.000
		4	0.398	-0.039	75.643	0.000
		5	0.250	-0.138	78.694	0.000
		6	0.133	0.016	79.584	0.000
		7	0.044	-0.013	79.683	0.000
		8	0.009	0.106	79.687	0.000
		9	-0.012	-0.020	79.694	0.000
		10	-0.019	-0.006	79.716	0.000
		11	-0.015	0.017	79.729	0.000
		12	0.017	0.076	79.748	0.000

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Correlograma de las tasas de variación anual de las emisiones de CO2p



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.315	0.315	4.2847	0.038
		2	0.218	0.132	6.3872	0.041
		3	0.100	-0.002	6.8369	0.077
		4	0.314	0.292	11.430	0.022
		5	0.016	-0.190	11.442	0.043
		6	0.023	-0.020	11.469	0.075
		7	-0.161	-0.176	12.780	0.078
		8	-0.120	-0.146	13.536	0.095
		9	-0.058	0.140	13.718	0.133
		10	-0.027	-0.022	13.759	0.184
		11	-0.156	-0.058	15.170	0.175
		12	-0.091	0.047	15.666	0.207

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Elaborado por: Daniel Almeida

Se debe observar si los coeficientes de correlación son estadísticamente significativos frente a su respectivo rezago, para después analizarlo globalmente.

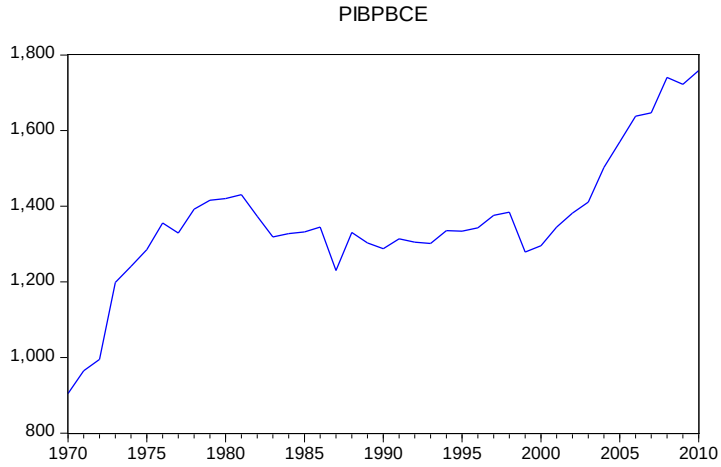
En general el correlograma muestra tener unas serie de tiempo que no es puramente aleatoria, es decir que no presenta un proceso puramente aleatorio o estrictamente de ruido blanco. En este sentido, en el primer gráfico se deduce la existencia de un problema en el primer, segundo, tercer y cuarto rezago, pues parecen ser de una serie de caminata aleatoria, ya que sus rezagos son altos y salen de la línea punteada (intervalo calculado mediante el coeficiente de Bartlett). Para los demás rezagos se puede ver que los coeficientes están distribuidos en forma aproximadamente normal.

Anexo A.9: Análisis econométrico de la serie de tiempo PIB per cápita

Prueba de estacionariedad basada en el gráfico

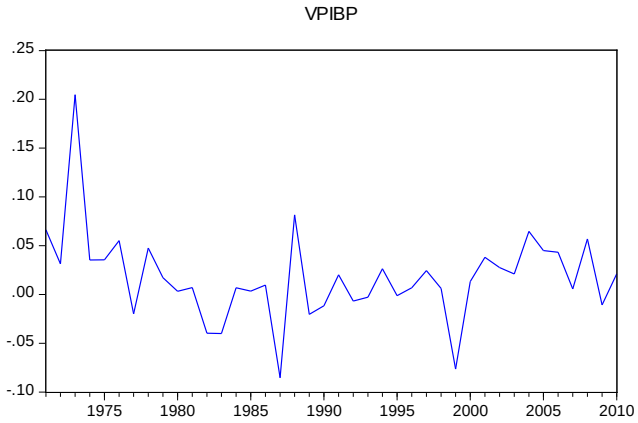
Los gráficos, en general muestran que a lo largo del tiempo existe una tendencia creciente, sin embargo alrededor del periodo 1980-1989, existe un ciclo de pequeñas fluctuaciones las cuales mantienen ligeramente constantes la tendencia de la serie. A pesar de esto, a primera vista se puede expresar que la serie de tiempo es no estacionaria, pues presenta cierta dirección en su curvatura.

PIB per cápita (dólares del 2000)



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

Tasas de variación anual del PIB per cápita

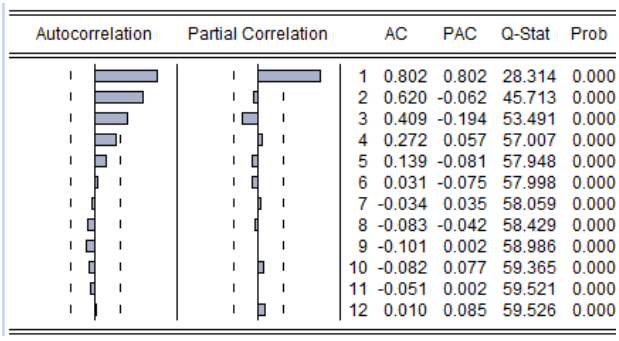


Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

Prueba de estacionariedad basada en la función de autocorrelación

La prueba basada en la denominada función de autocorrelación de acuerdo al correlograma, muestra lo siguiente:

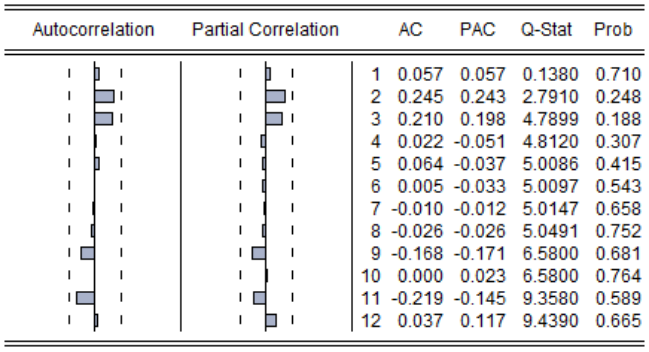
Correlograma de la serie de tiempo PIB per cápita



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.802	0.802	28.314	0.000
		2	0.620	-0.062	45.713	0.000
		3	0.409	-0.194	53.491	0.000
		4	0.272	0.057	57.007	0.000
		5	0.139	-0.081	57.948	0.000
		6	0.031	-0.075	57.998	0.000
		7	-0.034	0.035	58.059	0.000
		8	-0.083	-0.042	58.429	0.000
		9	-0.101	0.002	58.986	0.000
		10	-0.082	0.077	59.365	0.000
		11	-0.051	0.002	59.521	0.000
		12	0.010	0.085	59.526	0.000

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

Correlograma de las tasas de variación anual del PIBp



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.057	0.057	0.1380	0.710
		2	0.245	0.243	2.7910	0.248
		3	0.210	0.198	4.7899	0.188
		4	0.022	-0.051	4.8120	0.307
		5	0.064	-0.037	5.0086	0.415
		6	0.005	-0.033	5.0097	0.543
		7	-0.010	-0.012	5.0147	0.658
		8	-0.026	-0.026	5.0491	0.752
		9	-0.168	-0.171	6.5800	0.681
		10	0.000	0.023	6.5800	0.764
		11	-0.219	-0.145	9.3580	0.589
		12	0.037	0.117	9.4390	0.665

Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

Si se observa el correlograma del primer gráfico, se deduce la existencia de un problema en el primer, segundo y tercer rezago. Pues parecen ser de una serie de caminata aleatoria, ya que sus rezagos son muy altos y se estás saliendo de la línea punteada.

En el correlograma de las tasas de variación anual del PIBp se puede observar que los rezagos presentan una normalidad ya que permanecen dentro de la línea entre cortada.

Anexo A.10: Modelo de regresión de la CAK

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.015375	0.007914	1.942674	0.0626
VPIBP	0.903790	0.211646	4.270295	0.0002
D1	-0.072813	0.028864	-2.522595	0.0178
D2	-0.096836	0.039225	-2.468740	0.0202
D3	-0.082210	0.038330	-2.144760	0.0411
D4	0.080935	0.037841	2.138814	0.0416
D5	0.078456	0.038996	2.011902	0.0543
VPIBP(-3)	0.263609	0.137967	1.910669	0.0667
VPIBP(-4)	0.574507	0.131131	4.381171	0.0002

R-squared	0.804845	Mean dependent var	0.034515
Adjusted R-squared	0.747021	S.D. dependent var	0.073531
S.E. of regression	0.036984	Akaike info criterion	-3.544339
Sum squared resid	0.036931	Schwarz criterion	-3.148460
Log likelihood	72.79811	Hannan-Quinn criter.	-3.406167
F-statistic	13.91891	Durbin-Watson stat	1.819198
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fuente: OLADE (2010) Sistema de Información Económica Energética
Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por: Daniel Almeida

Como se puede observar, el estadígrafo Durbin-Watson muestra una tendencia cercana a 2, señalando que no hay evidencia de correlación serial de primer orden. El coeficiente de la constante de las tasas de variación del PIBp es significativo al 95% del nivel de confianza. Por tanto, el modelo es eficiente para explicar la CAK.

El R^2 de. 0,81 indica que la variable explicativa explica cerca del 81% de la variación en las emisiones de CO2. Como lo indica este resultado el modelo lineal parece ajustarse a la información razonablemente bien; los parámetros tienen los signos esperados y los valores t y R^2 son estadísticamente significativos.

El coeficiente de regresión 0.90 significa una variación del 1% en el PIB per cápita, incrementa las emisiones de CO2 en 90%.