

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas



Facultad de
**Ciencias Sociales
y Humanísticas**



**“RELACIÓN ENTRE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y
DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN PAÍSES ASIÁTICOS
DURANTE EL PERÍODO 2005-2010”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previa la obtención del Título de:

ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

Presentado por:

DIEGO ANDRÉS SÁNCHEZ CAICEDO

KARLA YESSSENIA TORRES REYES

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios y a nuestros padres, por brindarnos su apoyo incondicional, la motivación y la fortaleza de seguir adelante y de esta manera poder culminar con éxito esta etapa de nuestras vidas académicas.

A nuestro tutor Manuel Zambrano, por estar pendiente en cada uno de los avances de nuestra investigación, compartiendo sus conocimientos y dispuesto a ayudarnos en cualquier momento que lo necesitábamos.

Karla y Diego

DEDICATORIA

A nuestros padres, que son el pilar fundamental de nuestras vidas, personas ejemplares y modelos a seguir, que supieron inculcarnos valores y principios vitales para nuestra formación humana.

A nuestros amigos más cercanos, que nos acompañaron en estos cuatro años de formación académica e hicieron de esta experiencia gratificante.

A nuestros profesores, que nos brindaron las herramientas necesarias para la culminación de nuestros estudios y motivación para continuar con los mismos.

Karla y Diego

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

DIRECTOR DEL PROYECTO INTEGRADOR

Manuel Zambrano Monserratte, Mgs.

VOCAL PRINCIPAL

Washington Macías Rendón, Ph.D. (c)

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, corresponde exclusivamente al autor, y al patrimonio intelectual de la misma ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Diego Andrés Sánchez Caicedo

Karla Yessenia Torres Reyes

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
ÍNDICE GENERAL	VI
RESUMEN	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3 Hipótesis	6
1.3.1 Hipótesis General	6
1.3.2 Hipótesis Específicas	7
1.4 Justificación	7
1.5 Alcance	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
2.1 Revisión de Literatura	11
2.1.1 Modelos Empíricos de Medio Ambiente y Crecimiento	11
2.1.2 La Curva Ambiental de Kuznets	12
2.1.3 Comercio y Energía	14
2.1.4 Distribución de la renta	15
2.1.5 Crecimiento poblacional	16
2.2 Marco Teórico Conceptual	19
2.2.1 La Curva de Kuznets Ambiental	19
2.2.3 Datos de Panel	20
2.2.4 Modelos de datos de panel	20
2.2.4.1 Modelo Pooled	20
2.2.4.2 Modelo de Efectos Fijos	20
2.2.4.3 Modelo de Efectos Aleatorios	21
2.2.5 Test no Paramétrico	21
2.2.6 Test Paramétricos	22
CAPÍTULO III: DATOS Y VARIABLES	23
3.1 Unidad y Elemento de Muestreo	23
3.2 Marco Muestral	23
3.3 Tamaño de la Muestra	23
3.4 Variables	23
3.4.1 PIB per cápita por Paridad de Poder Adquisitivo	23
3.4.2 Emisiones de CO2 per cápita	24
3.4.3 Uso de energía per cápita	24
3.4.4 Densidad de población	24
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS EMPÍRICO	25
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
CONCLUSIONES	38

RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	48

RESUMEN

El estudio de la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental ha generado uno de los debates más controversiales en el ámbito de las ciencias sociales en los últimos tiempos. El presente trabajo de investigación pretende evaluar de manera empírica la Curva de Kuznets Ambiental (relación en forma de U invertida entre el crecimiento económico y la degradación ambiental) en una muestra de 21 países asiáticos para el período 2005-2010; para esto los investigadores utilizan técnicas de estimación de datos de panel estáticos y así determinan y cuantifican la relación de estudio. El primer capítulo define el problema de investigación presentando datos acerca de la situación ambiental del mundo y los países asiáticos. El segundo capítulo contiene la revisión de literatura y la definición de los principales conceptos econométricos a utilizar. El tercer capítulo describe los datos a ser utilizados en la estimación del modelo, cuya fuente es el banco de datos del Banco Mundial. También se detalla y define las variables que se utilizan en la especificación del modelo que son: PIB per cápita por paridad de poder adquisitivo, emisiones de CO₂ per cápita, uso de energía per cápita y densidad de población. El cuarto capítulo describe de forma detallada la metodología utilizada para el análisis empírico: Primero se analiza la relación de estudio de forma gráfica, aquí se encontraron formas similares a una U invertida. Luego se procede a la especificación del modelo, seguida de su estimación acompañada de sus tests respectivos (Wald y Hausman), los resultados definieron que se utiliza un modelo de efectos fijos para este estudio. Luego se realizaron pruebas de heterocedasticidad y correlación serial, el modelo presenta ambos problemas, aunque el segundo solo se da en el tiempo. De aquí que se corrige el modelo mediante la estimación del modelo de efectos fijos con efectos de tiempo corregido por errores estándares robustos por clúster. El quinto capítulo presenta los resultados, reportando estadísticas descriptivas y un análisis gráfico de la tendencia de las variables del modelo. Después de esto se procede a presentar los resultados de la estimación del modelo corregido la cual muestra evidencia de la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental y refleja que todas las variables utilizadas resultaron significativas al 1% de significancia con excepción de la densidad poblacional que resultó significativa al 5%; las variables son conjuntamente significativas al 1%. También se encontró evidencia de que existen diferencias significativas entre los países de la muestra. El punto de retorno resultó ser de \$7,829.54, punto que ha sido sobrepasado ya por Tailandia, Líbano,

Malasia, Rusia, Israel, Corea del Sur, Japón, Arabia Saudita, Hong Kong, Brunei Darussalam y Emiratos Árabes Unidos. A partir de los resultados se recomienda tomar medidas de política que reduzcan la contaminación ambiental que no sacrifiquen el crecimiento económico de los países. El alcance del trabajo se limita a tres aspectos metodológicos principales: endogeneidad, la suposición de una CKA generalizada para toda la muestra de países y la no estacionalidad de las series de tiempo.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Gráfico 1: Emisiones promedio de CO ₂ (2005-2010)	29
Gráfico 2: PIB per cápita en PPA ajustado a dólares del 2005 (2005-2010).....	30
Gráfico 3: Tendencias: CO ₂ , PIB per cápita PPA, densidad poblacional y uso de energía	31
Gráfico 4: Dispersión CO ₂ vs PIB per cápita en PPA	32
Gráfico 5: Ingreso promedio per cápita de los países de Asia (2005-2010).....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de variables	24
Tabla 2: Estadísticas descriptivas	28
Tabla 3: Salida del modelo de efectos fijos con efectos en corte y tiempo corregido por errores estándares robustos ajustados por clústers	33
Tabla 4: Salida del modelo corregido con variables categóricas para países y años con errores estándares robustos ajustados por clústers	34
Tabla 5: Efectos fijos de acuerdo al país	35

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del problema

Lidiar con la contaminación ambiental es uno de los principales problemas a los que se enfrenta la humanidad. Ejemplos de regulación ambiental datan desde el siglo XII, cuando el Rey Eduardo I amenazó a los habitantes de Londres con penalidades drásticas si no dejaban de quemar el carbón del océano. A finales del siglo XVIII y en la primera parte del siglo XIX, el carbón pasó a ser explotado en gran escala gracias a la Revolución Industrial. Esto tuvo como consecuencia emisiones de smog y ceniza, los cuales tienen efectos serios en la salud humana. En 1952, los contaminantes de las industrias y de las chimeneas de casa mezclada con la condensación del aire causaron la muerte de al menos 4000 personas en Londres. Unos años antes, en 1948, la contaminación industrial del aire creó un smog que asfixió a 20 personas en Donora, Pennsylvania, y causó enfermedades en 7000 personas (History.com Staff, 2009).

Desde 1990 el comercio internacional ha crecido a un tasa del 12% anual y se ha ido duplicando cada seis años, por otra parte las emisiones de CO₂ proveniente de las exportaciones han mostrado un crecimiento del 4.3% (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).

Actualmente, la mayor causa de contaminación del aire de Estados Unidos son los motores de vehículos, los cuales fueron producidos en masa por primera vez en el mismo país a principios del siglo XX por Henry Ford. Las emisiones de los autos también incrementaron la cantidad de gases de invernadero en la atmósfera, contribuyendo así al calentamiento global. Otros fenómenos causados por la contaminación se han hecho presentes a través de la historia como la lluvia ácida que también fue resultado de plantas de carbón (History.com Staff, 2009).

La Revolución Industrial, además de haber causado problemas ambientales, trajo al mundo el crecimiento económico sostenido y acelerado que se ha mantenido hasta la actualidad. La coexistencia de estos dos factores dio como resultado el nacimiento de una nueva rama de la Economía en el período 1960 – 1970, la Economía Ambiental, la cual utiliza estudios empíricos y teóricos de efectos económicos de políticas ambientales a nivel nacional o local alrededor del mundo, además trata asuntos particulares que incluyen el análisis costo/beneficio de las distintas políticas ambientales

que apuntan a lidiar con la contaminación del aire, la calidad del agua, el manejo de desechos sólidos y tóxicos y el calentamiento global (National Bureau of Economic Research, 2006).

A partir de los años sesenta, varias publicaciones se centraron en la problemática ambiental, una de las principales obras es “Silent Spring” de Raquel Carson, la cual es considerada como uno de los principales trabajos que trataron los efectos del DDT y del uso de fertilizantes. En 1968 se funda el Club de Roma por Aurelio Peccei y Alexander King, cuyo objetivo fundamental es debatir y buscar mejoras relacionadas con problemáticas a nivel mundial, como los del medio ambiente.

A mediados de los años sesenta y setenta, la corriente ambientalista estaba oficializándose, puesto que empieza a surgir formalmente los departamentos gubernamentales de investigación del medio ambiente. Luego, en Estocolmo, en 1972 se llevó a cabo la Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio Humano y es aquí en donde se funda el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), considerado como un promotor del eco-desarrollo, y con el objetivo de incorporar al concepto de desarrollo objetivos ecológicos y sociales.

Tras el accidente en la planta nuclear en Pennsylvania (1979), el debate de energía y el medio ambiente tuvo una repercusión internacional mayor, dado estos eventos entre 1981 y 1986, incrementa el interés parlamentario relacionado con el deterioro ambiental, por lo que surgen nuevas ONGs. En 1983 la ONU, crea la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocida también como la Comisión Brundtland, en donde se formaliza la definición de Desarrollo Sustentable y se desarrolla, un informe en donde se muestran los resultados de la reunión de Estocolmo.

En 1992 se lleva a cabo la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, este evento es considerado el más significativo a nivel mundial, ya que el poder de convocatoria que tuvo fue inédito enfocando la atención en el tema ambiental y el desarrollo sustentable. Entre el 2000 y 2002, las Naciones Unidas llevo a cabo varias reuniones, La cumbre del Milenio, en donde se plantea como meta la erradicación de la pobreza; La conferencia Mundial del Comercio (Qatar, 2001), se centra en la creación de estrategias para alcanzar el desarrollo, La cumbre de Johannesburgo (2002), conocida como Rio+10, cuyo objetivo era el de evaluar si se había logrado cumplir con las metas propuestas de años anteriores (Jankilevich, 2003).

El interés por lo ambiental no solo se hizo presente en el ámbito político, sino que también en el ámbito investigativo. Como es natural, los científicos se preguntaron: ¿Qué relación existe entre el crecimiento económico y la calidad del medio ambiente? ¿Se puede crecer de manera sostenible e indefinida sin caer en restricciones de escasez o sin afectar al medio ambiente de forma irreversible? La búsqueda de respuestas a este par de preguntas ha generado uno de los debates más controversiales en el ámbito de las ciencias sociales en los últimos tiempos. Para algunos científicos sociales y físicos como Georgescu-Roegen (1986), Meadows, et al. (1972), Ehrlich & Holdren (1971), Daly (1997), entre otros, los niveles más altos de actividad económica (producción y consumo) requieren insumos más grandes de energía y materiales, y generan mayores cantidades de residuos.

Esta línea de pensamiento sostiene que el crecimiento económico indefinido es limitado debido a diferentes factores tales como: la entropía, que es característica del sistema económico, lo cual genera una creciente escasez, al impacto que tiene el crecimiento poblacional, la industrialización, la contaminación, la producción masiva de comida, el agotamiento de recursos no renovables, la acumulación de desperdicios y la concentración de contaminantes pueden sobrepasar la capacidad de carga de la biósfera y resultar en la degradación de la calidad ambiental y en la disminución del bienestar humano, a pesar de que sus ingresos aumenten.

También se ha discutido que la degradación de los recursos base pondrá, eventualmente, las actividades económicas en riesgo (Jansson, et al., 2013). En resumen, este tipo de literatura concluye que, para salvar el medio ambiente y la actividad económica, el crecimiento económico debe parar y el mundo debe hacer una transición a una economía de estado estacionario.

Por lo contrario, otros científicos sostienen que el camino más rápido a la mejora ambiental es el del crecimiento económico, esto se da porque mientras más altos son los ingresos de una economía, su demanda por bienes y servicios menos intensivos en materia aumenta y por la mejora de la calidad del medio ambiente, lo cual se traduce en la adopción de medidas de protección ambiental por parte de los oferentes. Trabajos empíricos de Beckerman (1992) muestran que existe una fuerte correlación entre el ingreso y la adopción de medidas de protección ambiental, lo cual demuestra que en el largo plazo, la forma más segura y certera de mejorar las condiciones ambientales de una

economía es volviéndola rica. Bartlett (1994), incluso argumenta en contra de la regulación ambiental, basándose en que esta reduce el crecimiento económico y por ende reduce la calidad ambiental.

También, existe una línea de pensamiento alternativa impulsada por Shafik & Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1992), Grossman & Krueger (1991), Selden & Song (1994), que sostiene la hipótesis de que la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental, ya sea positiva o negativa, no está fijada al desarrollo de la economía, es decir que puede pasar de ser positiva a negativa cuando el país alcanza un nivel de ingresos en el cual los consumidores pueden demandar infraestructura más eficiente y condiciones ambientales más limpias. A bajos niveles de desarrollo, tanto la cantidad como la intensidad de la degradación ambiental están limitadas a los impactos de la subsistencia de la actividad económica en los recursos base y a las cantidades limitadas de desechos biodegradables.

Mientras la agricultura y la extracción de recursos se intensifican y la industrialización despegan, tanto el agotamiento de recursos como la generación de desechos se aceleran. A niveles más altos de desarrollo, los cambios estructurales hacia industrias basadas en servicios y en tecnología de información, es decir tecnologías más eficientes, y con una demanda por una mejor calidad ambiental creciente, se obtiene como resultado una reducción sostenida de la degradación ambiental (Panayotou, 1993). Esta relación que gráficamente se presenta como una U invertida entre la degradación ambiental y el crecimiento económico se conoce como la “Curva Ambiental de Kuznets”, haciendo analogía a la relación entre el ingreso y la desigualdad (cambios en la distribución de la renta) postulada por el ganador del Premio Nobel de Economía de 1971 Simón Kuznets en 1965.

Este trabajo de investigación contribuye a la última línea de investigación presentada mediante el estudio de 21 países seleccionados por los investigadores: Arabia Saudita, Bangladesh, Brunéi Darussalam, Camboya, China, República de Corea, Emiratos Árabes Unidos, Federación de Rusia, Filipinas, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Líbano, Malasia, Mongolia, Nepal, Pakistán, Tailandia y Vietnam. Todos los países de análisis pertenecen a Asia y fueron escogidos con base en estudios de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en donde se analiza la contaminación

atmosférica de 1600 ciudades, según el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire (PM 2.5) (OMS, 2011).

También se deben tomar en cuenta los constantes desastres naturales de la zona, principalmente los de Indonesia, Malasia, Brunei, Singapur y Tailandia. Estos se conocen como las Brumas del Sudeste Asiático de 1997, 2005, 2006, 2009 y 2013 cuyas consecuencias se traducen principalmente en pérdidas económicas que han llegado a sobrepasar los \$9 mil millones de dólares (ASEAN, 2015) debido a los problemas de salud que generan, declives de turismo, reducción de cosechas, paros aeroportuarios, entre otros.

Según la Organización Mundial de la Salud, cerca de un millón de las 3.7 millones de personas que murieron por contaminación del aire en 2012, vivía en el sudeste asiático. China también se enfrenta a este problema puesto que, según datos del Banco Mundial, es el más grande emisor de dióxido de carbono en el mundo, al 2010, este país emitió el 24.65% del total de toneladas de CO₂. Este hecho dio como resultado que China haya presentado el 40% de muertes prematuras a causa de contaminación del aire en el mundo (Ives, 2015).

Esta misma organización presentó un ranking de los 10 países más contaminantes y tres de los países de estudio constan dentro de él. India se ubica en el noveno puesto y posee el mayor índice de contaminación en el aire, Emiratos Árabes, una de las regiones que ha construido su fortuna a base de las industrias de petróleo y gas, se ubica en el octavo puesto; por otro lado, debido a las bajas temperaturas que se viven en Mongolia, sus habitantes utilizan grandes cantidades de carbón para protegerse, ocupando así el sexto puesto.

El objetivo principal de este trabajo es comprobar de manera empírica la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets para el conjunto de países antes mencionado utilizando técnicas de estimación de datos de panel.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar de manera empírica la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental para una muestra de 21 países asiáticos en el período 2005 – 2010 a través de la utilización de técnicas de estimación de datos de panel estáticos para determinar y cuantificar la relación que existe entre la degradación ambiental y el crecimiento económico de los países de estudio.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el comportamiento de los datos gráficamente, para observar la relación entre el crecimiento económico y los indicadores que influyen en el deterioro ambiental.
- Especificar el modelo de la Curva de Kuznets Ambiental para los países de estudio a través de una revisión de literatura extensiva.
- Estimar el modelo de la Curva de Kuznets Ambiental para los países de estudio para cuantificar el efecto que tienen las variables independientes seleccionadas sobre la degradación ambiental.
- Determinar la significancia estadística de las variables independientes seleccionadas en la especificación del modelo.
- Analizar las elasticidades de contaminación entre países del modelo de la Curva de Kuznets Ambiental para determinar si la heterogeneidad entre estos es estadísticamente significativa.
- Estimar el punto de retorno de nivel de ingresos per cápita para la muestra de países seleccionada con el fin de describir la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental de una forma más precisa.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis General

Existe una Curva Ambiental de Kuznets para la muestra de 21 países asiáticos seleccionada en el período 2005 – 2010.

1.3.2 Hipótesis Específicas

- Existe una relación de forma de U invertida entre el ingreso per cápita y la degradación ambiental.
- La varianza de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) per cápita se puede explicar, de forma significativa, a través de un modelo logarítmico de Curva de Kuznets Ambiental que tiene como regresores, en logaritmos, al PIB per cápita en Paridad de Poder Adquisitivo en dólares a precios constantes de 2005, la misma variable al cuadrado, el uso de energía per cápita y la densidad poblacional.
- Todas las variables incluidas en el modelo de Curva de Kuznets Ambiental son significativas al 95% de nivel de confianza.
- Las variables independientes que mejor explican la varianza de las emisiones de CO₂ per cápita son el PIB per cápita en Paridad de Poder Adquisitivo en dólares a precios constantes de 2005 y el uso de energía per cápita, a través de una relación negativa y positiva, respectivamente.
- Existe heterogeneidad significativa entre las elasticidades de contaminación de los países de análisis, por lo que se deben analizar los efectos fijos del modelo.
- Existe un punto de retorno de nivel de ingresos per cápita alcanzable para los países de estudio, e inclusive algunos de ellos ya lo han sobrepasado.

1.4 Justificación

En los últimos años países de Asia, como China e India han experimentado un acelerado crecimiento económico e industrial, lo que los ha llevado a la creación de fábricas e instalaciones que producen una gran cantidad de contaminantes para la atmosfera, afectando de esta manera a la población mundial (Crossette, 2011).

Considerando el mapa de la contaminación elaborado por la OMS (2011), en donde se muestra los porcentajes de muertes y enfermedades a causa de la contaminación global, se encuentra Asia y África como los pioneros en cuanto a contaminación mundial a nivel mundial, es Asia el continente que presenta una mayor cantidad de muertes debido a la contaminación del aire y en cuanto a las condiciones sanitarias e higiene, tenemos nuevamente a Asia como el continente con el mayor número de muertes a causa de la contaminación del agua (López, 2011).

Mediante el informe elaborado por la OMS (2011), se considera la importancia de enfocar el área de estudio hacia el continente Asiático, por lo que los países a estudiar son: Arabia Saudita, Bangladesh, Brunéi Darussalam, Camboya, China, República de Corea, Emiratos Árabes Unidos, Federación de Rusia, Filipinas, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Líbano, Malasia, Mongolia, Nepal, Pakistán, Tailandia y Vietnam.

Con este estudio se puede determinar como el crecimiento económico influye en la contaminación ambiental en Asia, basando la investigación en la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, pero es importante también considerar otros factores que pueden influir en la contaminación atmosférica como los indicadores de densidad poblacional, el consumo de energía eléctrica, entre otros.

Debido a que los países a ser estudiados no forman un bloque específico, es importante relacionar las políticas medioambientales que han tomado cada uno de ellos, para combatir los problemas de contaminación y considerar si los países involucrados forman parte de algún acuerdo o protocolo para atacar este dilema medioambiental.

Japón, uno de los países de estudio, ha establecido varias leyes desde los años sesenta con el objetivo primordial de velar por el cuidado del medio ambiente, cada una de las leyes que ha presentado a través del tiempo han presentado modificaciones, hasta el punto que en el 2001, la Agencia de Medio Ambiente pasa a convertirse en un Ministerio. Estableciendo de esta forma leyes más estrictas como la sustitución de vehículos que no cumplan con las normas establecidas, además se están considerando otro tipo de contaminaciones, como la contaminación acústica que es causada por el tráfico, los aeropuertos o las mismas fábricas (Asia: El crecimiento económico y la degradación ambiental, 2011).

En el 2012 aproximadamente 193 líderes mundiales, se dieron cita en Río de Janeiro, con el objetivo de tratar temas de pobreza y medio ambiente, esta conferencia es conocida como RIO+20, posterior a esta conferencia se ha visto un incremento en la implementación de políticas para una economía verde, como Vietnam que está fomentando la utilización eficiente de los recursos naturales, la reducción de las emisiones de gas del efecto invernadero, para que así se vea una repuesta positiva y rápida en el cambio climático (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).

Camboya, actualmente se encuentra elaborando un Plan Maestro, enfocado al medio ambiente y al mismo tiempo hacia el crecimiento económico, Bangladesh se encuentra comprometido en un desarrollo bajo en carbono; Pakistán, se encuentra enfocando sus estrategias a la inversión de tecnologías bajas en carbono. Estos países todavía no han ejecutados sus planes estratégicos por falta de financiamiento u apoyo técnico, pero es un gran paso comenzar la estructuración de los proyectos.

La EPA (Agencia de Protección Ambiental) de Estados Unidos, en conjunto con socios de Asia y el Pacífico y la EPA de Taiwán, el 8 de Agosto del 2014, establecieron una Asociación de ciudades con aire limpio, con el fin de fomentar la protección del aire en países de Asia y el Pacífico; esta asociación colaborará a que los países involucrados tomen decisiones certeras que contribuyan en mejorar la calidad del aire; para esto se incentivará por medio de certificaciones y un sistema de puntaje a los participantes. En donde se establecerá un programa que potenciará a los participantes a través de capacitaciones, además del trabajo en equipo, para que los involucrados cooperen entre ellos y se beneficien mutuamente (Asia: El crecimiento económico y la degradación ambiental, 2011).

La presente investigación es necesaria para establecer una base para futuras investigaciones, ya que se puede comparar cómo ha disminuido la contaminación, luego de la implementación de las políticas de medio ambiente. Además es importante realizar este estudio, para concientizar a la humanidad ya que según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2012), si no se cambia estos hábitos de contaminación el planeta sufrirá cambios irreversibles en el que se verá afectada toda la humanidad.

1.5 Alcance

El presente trabajo de investigación basa su análisis en teoría económica y en un análisis empírico que se lleva a cabo a través de técnicas econométricas clásicas.

La literatura existente de este tipo de estudios y que utiliza paneles estáticos pertenece, principalmente a la década de los noventa y realiza sus estimaciones con un mayor número de países para evitar la presencia de relaciones espurias, es decir que no exista una clara relación causal entre la degradación ambiental y el crecimiento económico. La principal limitación de la metodología del presente trabajo de investigación es que las estimaciones del modelo propuesto se llevan a cabo con un

horizonte temporal de 6 años y para un conjunto de 21 países asiáticos, es decir que se trabaja con un panel de datos corto y estático, esto implica que existe la posibilidad de caer en serios problemas de identificación en el caso de que las variables independientes seleccionadas para el modelo no sean exógenas y si los coeficientes (β) resultan heterogéneos (Arellano, 2009).

Estudios más recientes de esta relación en el largo plazo como: Saboori & Sulaiman (2013), Saboori, et al. (2012), Esteve & Tamarit (2012) y Kanjilal & Ghosh, (2013), utilizan paneles dinámicos largos y presentan resultados más consistentes utilizando análisis de co-integración, en vista de que las series de tiempo muestran tendencias determinísticas o estocásticas con frecuencia (Nelson & Plosser, 1982).

El hecho de utilizar las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) como indicador de la degradación ambiental limita el análisis puesto que, a pesar de que este es el principal gas de efecto invernadero, se deja de lado otros contaminantes importantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y las partículas en suspensión, datos que existen, únicamente, en el portal del Sistema Global de Monitoreo del Medio Ambiente (GEMS) y que no pueden ser obtenidos de forma libre.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de Literatura

La literatura ha seguido dos líneas de investigación distintas: la línea empírica que consiste, principalmente, en especificaciones ad hoc y estimaciones de ecuaciones en forma reducida que relacionan el indicador de impacto ambiental al ingreso per cápita; y la línea teórica que surge de modelos macroeconómicos en los que se presenta la interacción entre la degradación ambiental y el crecimiento económico, dentro de los cuales se incluyen modelos de crecimiento óptimo, crecimiento endógeno y modelos de generaciones solapadas. Con algunas excepciones, los modelos empíricos son construidos basándose en teoría económica justificada en sus resultados ex post en vez de utilizar derivaciones formales ex ante que provienen de optimizar conductas u otras construcciones teóricas. Los resultados de los modelos teóricos no han sido sujetos a testeos empíricos rigurosos, pero son ampliamente consistentes con los resultados obtenidos de la investigación empírica (Stern, 1998).

En vista de que este trabajo de investigación es netamente empírico, no se ahondará en la literatura de modelos teóricos macroeconómicos de medio ambiente y crecimiento, sin embargo, cabe recalcar que existen cuatro categorías principales de estos: modelos de crecimiento óptimo, modelos del medio ambiente como un factor de producción, modelos de crecimiento endógeno y otros modelos macroeconómicos.

2.1.1 Modelos Empíricos de Medio Ambiente y Crecimiento

El debate crecimiento - medio ambiente en la literatura empírica se ha centrado en las siguientes tres preguntas. Primero, ¿Existe la relación en forma de U invertida entre el ingreso y la degradación ambiental?, ¿Qué tan robusta y general es? Segundo, ¿Cuál es el rol de otros factores como el crecimiento poblacional, la distribución del ingreso, la apertura al comercio internacional, variables de tiempo y espacio, entre otras?, Tercero, ¿Cuál es el rol de la política ambiental para disminuir el costo ambiental del crecimiento económico para garantizar la sostenibilidad?

Los modelos empíricos de medio ambiente y crecimiento consisten, usualmente de una especificación de una sola ecuación en su forma reducida que relaciona el indicador de impacto ambiental a una medida del ingreso per cápita. Algunos modelos utilizan emisiones de un contaminante en particular (SO₂, CO₂, etc.) como variables

dependientes mientras que otros usan concentraciones de varios contaminantes según datos de estaciones de monitoreo; sin embargo otros estudios emplean índices compuestos de degradación ambiental. La variable independiente común de la mayoría de modelos es el ingreso per cápita, pero algunos estudios utilizan los datos de ingresos convertidos a la paridad de poder de compra mientras que otros utilizan los ingresos a tasas de intercambio de mercado. Se han incluido en modelos variables como: densidad poblacional, apertura a la distribución de los ingresos del comercio, variables geográficas e institucionales. Esta especificación funcional es usualmente cuadrática, log-cuadrática o cúbica para el ingreso, puesto que uno de los objetivos de estos estudios es probar la forma de la relación que existe entre el ingreso y la degradación ambiental. Las estimaciones se hacen utilizando técnicas econométricas de datos de corte transversal o de panel y muchos testean efectos fijos de países y de tiempo.

2.1.2 La Curva Ambiental de Kuznets

En los noventa se llevaron a cabo varios estudios que tenían como objetivo probar la validez de la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets con varios contaminantes. Los primeros estudios empíricos de la CKA aparecieron en tres borradores de documentos académicos: Grossman & Krueger (1991), en un borrador de documento de trabajo para NBER como parte de un estudio de los posibles impactos ambientales del *North American Free Trade Agreement (NAFTA)*; Shafik & Bandyopadhyay (1992) para el Reporte de Desarrollo Mundial de Banco Mundial de 1992; y Panayotou (1992) en un documento académico que formó parte de un estudio para la Oficina Internacional de Trabajo. Estos tres estudios encontraron puntos de inflexión para varios contaminantes (SO_2 , NO_x y Partículas en suspensión) en rangos de ingresos que van desde los \$3000 hasta los \$5000 per cápita.

Grossman & Krueger (1991) estimaron la CKA para SO_2 , materia oscura (humo) y partículas en suspensión utilizando datos del GEMS (Global Environment Monitoring System) de 52 ciudades en 32 países durante el período 1977-1988, y utilizaron el ingreso per cápita en paridad de poder de compra. Para SO_2 y materia oscura, encontraron puntos de inflexión entre los \$4000 y \$5000 per cápita, medidos en dólares de 1985; las partículas en suspensión decaían a niveles de ingreso aún menores. Sin embargo, a niveles de ingreso de \$10000 - \$15000 los tres contaminantes empezaron a crecer otra vez, esto

puede deberse a que se utilizó una ecuación cúbica para la estimación y al limitado número de observaciones de ingresos altos.

Shafik & Bandyopadhyay (1992) estimaron la CKA para 10 indicadores diferentes de degradación ambiental, incluyendo la falta de agua limpia y sanidad, deforestación, desperdicios municipales, óxidos sulfúricos y emisiones de carbono. Su muestra incluye observaciones de hasta 149 países durante el período 1960 – 1990 y su especificación funcional fue log-lineal, log-cuadrática y log-cúbica. Encontraron que la falta de agua limpia y sanidad disminuyen uniformemente cuando el ingreso aumenta y con el paso del tiempo; la contaminación el agua, los desechos municipales y las emisiones de carbono aumentan, la deforestación es independiente de los niveles de ingresos. En contraste, los contaminantes del aire confirmaron la hipótesis CKA con puntos de inflexión entre \$300 y \$4000. Panayotou (1992), utilizando datos de corte transversal y especificación translog encontró resultados similares para estos contaminantes, con puntos de inflexión a niveles de ingresos que van desde \$3000 hasta \$5000, la diferencia se atribuye al uso de tasas oficiales de cambio en vez de tasas de paridad de poder de compra.

Panayotou también encontró que la deforestación confirma la hipótesis CKA, con un punto de inflexión alrededor de los \$800 per cápita; la deforestación resultó mayor en países tropicales y de alta densidad poblacional.

También existen estudios que utilizan factores institucionales como la calidad de las instituciones del gobierno y factores macroeconómicos, tales como el nivel de endeudamiento, mostrando como resultado los signos esperados, negativos y positivos, respectivamente (Bahattarai & Hammig, 2001).

A la mitad de los noventa se vieron varios estudios que se concentraron en contaminantes del aire, Selden & Song (1994) estimaron la CKA para SO₂, NO_x, CO₂ y Partículas en Suspensión utilizando datos longitudinales de emisiones para países desarrolladas. En este estudio se encontraron puntos de inflexión de \$8,700 para SO₂, \$11200 para NO_x, \$5600 para CO₂ y \$10300 para Partículas en Suspensión. Cole, et al. (1997) estimaron las relaciones entre ingresos y medio ambiente para varios indicadores ambientales, incluyendo el uso de energía, emisiones de transportes de SO₂, NO_x, partículas en suspensión, nitratos en el agua, volúmenes de tráfico, emisiones de clorofluorocarbonos (CFC) y metano. Los resultados mostraron relaciones de U invertida

para contaminantes de aire locales y para CFCs, mientras que los contaminantes con impacto indirecto y más global incrementan con el ingreso o presentan puntos de inflexión a altos niveles de ingresos con errores estándar altos. Estos resultados coinciden con los de Shafik & Bandyopadhyay (1992) y los de Holtz-Eakin & Selden (1995) quienes estimaron la CKA utilizando emisiones de CO₂ per cápita y datos de panel y encontraron que estas no se reducen hasta que el ingreso per cápita llega a los \$35000.

Estudios más recientes que utilizan mejores datos y técnicas de estimación más adecuadas como el análisis de co-integración, han dado como resultado la obtención de puntos de inflexión de emisiones de CO₂ dentro de niveles de ingreso observables. Schmalensee, et al. (1998) utilizaron una regresión spline con 10 segmentos a trozos con los datos de Holtz-Eakin y Selden y obtuvieron una relación de U invertida entre las emisiones de CO₂ y el ingreso per cápita en paridad de poder adquisitivo con año base 1985. Encontraron elasticidades negativas de emisiones de CO₂ con respecto al ingreso per cápita en los splines más bajos y más altos, y un punto de inflexión en el rango de \$10000 a \$17000 per cápita. Galeotti & Lanza (1999) probaron con diferentes especificaciones funcionales como la Gamma, la Weibull, la cuadrática y la cúbica, obteniendo en cada una de estas relaciones de U-invertida que concuerda con la hipótesis de la CKA. Las dos primeras especificaciones fueron estimadas en logaritmos, en la primera se obtuvo que por cada 1% de aumento del ingreso per cápita, las emisiones de CO₂ aumentan en 22268.6%, en la segunda estas últimas aumentan en 26637.3%. Sus hallazgos fueron que el punto de inflexión se encontraba en el rango de \$15000 y \$22000 dependiendo de la especificación utilizada y de la muestra escogida.

Además de considerar el ingreso per cápita para explicar la degradación ambiental, algunos estudios han introducido aspectos como los siguientes:

2.1.3 Comercio y Energía

Una explicación alternativa al segmento con pendiente negativa de la relación de U-invertida entre el ingreso per cápita y algunos contaminantes, puede ser que mientras los países se vuelven ricos pasan de ser productores de bienes intensivos en contaminación a ser importadores de los mismos a países en desarrollo con menor regulación ambiental, ya sea a través de comercio o inversión extranjera directa.

La literatura utiliza datos de energía agregados para investigar la relación entre el crecimiento económico, el consumo energético y las emisiones de CO₂. Entre los más

destacados está el de Suri & Chapman (1998) quienes utilizan datos de corte transversal agrupados y series de tiempo en consumo de energía comercial para cuantificar el impacto que tiene el movimiento de bienes entre países. Un incremento en el 10% del ratio de importaciones de los bienes manufacturados a la producción doméstica de todos los manufactureros se asocia a una reducción del 1.3 al 1.7% de consumo de energía en países industrializados. Cuando se añade variables de comercio explícitamente al modelo de la CKA el punto de inflexión crecer para consumo de energía y para emisiones relacionadas de 55000 a 224000.

Se han realizado también estudios para países asiáticos, entre los principales tenemos el de Saboori & Sulaiman (2013) que investiga la relación entre el crecimiento económico, las emisiones de CO₂ y el consumo de energía para el período 1980 – 2009. Para el análisis se utilizaron vectores autorregresivos y co-integración de variables resultando así una relación de U-invertida. Otro ejemplo es el China que fue estudiado por Jayanthakumaran & Liu (2012) quienes utilizan varios indicadores de contaminación como las emisiones de SO₂, la demanda de oxígeno (DQO) y lo relacionan con el ingreso per cápita para el período 1990-2007, para incluir los efectos de la apertura comercial de China. La estimación de la CKA se hizo tanto por efectos fijos como por aleatorios, las emisiones de SO₂ presentaron una relación de U-invertida con puntos de inflexión en 15138 y 13359 yuanes, respectivamente. Las emisiones de CO₂ mostraron la misma relación pero con puntos de inflexión de 6859 yuanes para efectos fijos y 5957 yuanes para efectos aleatorios.

2.1.4 Distribución de la renta

Se ha estudiado el nexo que existe entre las emisiones de carbono, crecimiento económico y distribución de la renta tanto entre países como dentro de ellos y se ha identificado el trade-off que existe entre la equidad social y la degradación ambiental. La hipótesis se basa en que si la propensión marginal a contaminar es mayor en países pobres que en países ricos, un mayor nivel de desigualdad entre países podría incrementar los niveles de contaminación agregada para cualquier nivel de ingresos promedio del mundo; resultando esto en que los esfuerzos por mejorar la distribución del ingreso podrían tener un costo en la calidad ambiental (Ravallion, et al. 2000). Por otro lado, la redistribución puede interactuar con el crecimiento; esto implica que la relación entre la equidad y la

calidad ambiental puede mejorar con el crecimiento y que la relación entre el crecimiento y la calidad ambiental puede mejorar con la redistribución.

Ravallion et al. (2000) utilizó datos de emisiones de carbono de combustión de combustibles fósiles, producto interno bruto per cápita en paridad de poder adquisitivo e índices de Gini para 42 países y con esto estimó un modelo económico que incorpora la inequidad y su interacción con el ingreso per cápita y con la población de forma explícita. Los resultados fueron que la elasticidad ingreso de las emisiones eran de aproximadamente 1 y que existe un efecto negativo significativo de la inequidad en los niveles de emisiones, es decir que la elasticidad ingreso de las emisiones disminuye mientras el ingreso promedio aumenta, y que la elasticidad entre las emisiones y la redistribución desde los 10 países más ricos hasta los 10 más pobres de aproximadamente 0.5%. La elasticidad ingreso de las emisiones resultó ser una función creciente del índice de Gini, indicando así que mientras más inequidad haya, mayor será el efecto de un crecimiento de ingresos dado en las emisiones. Los autores también encontraron que las emisiones eran menores a un mayor nivel de inequidad dentro del país, este impacto es menor en países de niveles de ingreso promedio más altos. La conclusión principal fue que, a pesar de que la reducción de la pobreza incrementa las emisiones, el trade-off entre reducir la inequidad y reducir las emisiones mejor con el crecimiento y desaparece cuando los países llegan a determinados niveles de ingresos que se asemejan a los de países con niveles de ingresos medios; sin embargo, con un crecimiento lo suficientemente alto y con una baja desigualdad, las tasas e emisiones empezarán a disminuir.

2.1.5 Crecimiento poblacional

A pesar de que gran parte de la literatura asume que la población no afecta a las emisiones per cápita independientemente de ingreso per cápita, esto se ha probado falso en algunos estudios debido a diferentes razones, entre las principales está el argumento de Ravallion et al. (1997) que consiste en que la demanda de bienes públicos puede causar efectos independientes del crecimiento poblacional en emisiones, otro argumento es que la densidad poblacional sí afecta a las emisiones per cápita, independientemente del ingreso per cápita.

Panayotou (1997) encontró que la densidad poblacional aumenta la altura de la CKA para SO_2 a todos los niveles de ingresos. En estudios posteriores se encontró que la relación entre la densidad poblacional y las emisiones de SO_2 es no lineal, con impactos

mayores en densidades altas y bajas. Una baja densidad poblacional, es decir que esté por debajo de 50 personas por kilómetro cuadrado está asociada a altos niveles de SO_2 (70 kg/km^3)... debido a la menor presión por controlar emisiones; cuando crece la densidad poblacional a alrededor de 170 personas por kilómetro cuadrado, los niveles de SO_2 caen al mínimo (45 kg/km^3) y empieza a aumentar otra vez mientras el uso de carbón de los hogares y los combustibles informales utilizados por una población más densa superan la presión de la población por la disminución de la contaminación.

Tuan (1999) argumenta que el crecimiento poblacional acelerado daña los recursos naturales y reduce la capacidad de asimilación del medio ambiente, especialmente en países que dependen altamente de la explotación de recursos naturales. Su hipótesis es que mientras más alta sea la densidad poblacional, más bajo será el punto de inflexión de la CKA y por lo tanto, mayor será la calidad ambiental a cualquier ingreso per cápita. Esta hipótesis fue probada con emisiones de CO_2 para tres países desarrollados: Francia, Japón y Estados Unidos y para tres países asiáticos que se están desarrollando rápidamente: Corea del Sur, Tailandia y Vietnam. Se confirmó la hipótesis de la CKA para emisiones de CO_2 con un punto de inflexión de \$18000 per cápita a precios constantes con año base 1987. A bajos niveles de ingreso (por debajo de \$2000 per cápita), la alta densidad poblacional afecta al medio ambiente de forma negativa: a \$1000 per cápita, un incremento del 70% de la densidad poblacional resulta en un nivel de emisiones de CO_2 12% más alto para el mismo nivel de ingresos. A altos niveles de ingresos, la densidad poblacional tiene efectos positivos: A \$10000 per cápita, un incremento del 70% de la densidad poblacional resulta en una reducción del 22% de las emisiones, esto se atribuye al incremento de presión por controlar la contaminación.

Selden & Song (1994) también probaron la relación entre la densidad poblacional y la contaminación del aire manteniendo el ingreso constante. La relación que hallaron fue negativa y se la atribuyen a que los países con menor densidad población tienen menos presión para adoptar estándares ambientales estrictos, además que las emisiones de transporte son más altas. Su modelo dio como resultado que por cada residente por hectárea adicional, las emisiones de CO_2 per cápita disminuirán de 10.3 a 16.2 kg, las de SO_2 de 12 a 15 kg y las de partículas en suspensión de 3 a 5 kg.

Al-mulali, et al. (2015) durante su estudio de la Curva de Kuznets Ambiental en Vietnam en el periodo de 1981-2011 y mediante la aplicación de un modelo de

contaminación por el método ARLD, encontró que gran parte de la contaminación en Vietnam se debe al consumo de energía fósil, además que el consumo de energía renovable no tiene algún efecto significativo en la reducción de la contaminación.

En este caso la hipótesis EKC no existe debido a que tanto en el corto y largo plazo la relación entre el PIB y la contaminación es positiva. Para que esto cambie los investigadores recomiendan que Vietnam se enfoque más en el sector agrícola debido a que el uso de energía es menos intensivo, además de promover el uso de capital en proyectos de eficiencia energética y energías renovables; y con esto lograr alcanzar un punto de inflexión en donde la relación del PIB y la contaminación se vuelva negativa.

Gran parte de estudios previos relacionados con la hipótesis EKC, se centran en países Asiáticos y en bloques como la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN), Jalil & Mahmud (2009) se enfocaron en China, en donde obtuvieron que la hipótesis EKC se cumple enfocándose en un modelo ARDL conjunto con el test de Causalidad de Granger, en 1975 hasta 2005, para este estudios se hizo uso de las emisiones de CO₂, PIB, PIB², consumo de energía y la apertura comercial.

2.2 Marco Teórico Conceptual

2.2.1 La Curva de Kuznets Ambiental

Labandeira et al. (2007) define a la curva de Kuznets como la relación del crecimiento económico y la distribución de la renta, este es un concepto que surge como analogía a la relación entre el ingreso y la desigualdad (cambios en la distribución de la renta) postulada por el ganador del Premio Nobel de Economía de 1971, Simón Kuznets (1955, 1965).

La hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, considera que a medida que se incrementa la renta, la degradación ambiental empeora pero que eventualmente, la economía alcanza un punto de inflexión en el que se invierte la relación. En otras palabras, en el corto plazo, la relación del crecimiento económico y la degradación ambiental son directamente proporcionales, es decir que mientras crece la economía la degradación también, y, en el largo plazo, debido a un mayor nivel del ingreso per cápita, la degradación ambiental disminuye, dando como resultado una relación con forma de una U invertida.

Grossman & Krueger (1991) estimaron la CKA para SO₂, materia oscura (humo) y partículas en suspensión utilizando datos del GEMS (Global Environment Monitoring System) de 52 ciudades en 32 países durante el período 1977-1988, y utilizaron el ingreso per cápita en paridad de poder de compra. Para SO₂ y materia oscura, encontraron puntos de inflexión entre los \$4000 y \$5000 per cápita, medidos en dólares de 1985; las partículas en suspensión decaían a niveles de ingreso aún menores. Sin embargo, a niveles de ingreso de \$10000 - \$15000 los tres contaminantes empezaron a crecer otra vez, esto puede deberse a que se utilizó una ecuación cúbica para la estimación y al limitado número de observaciones de ingresos altos. Estudios posteriores de Panayotou (1993) demostraron que se puede probar la curva de Kuznets en problemas de deforestación, con un punto de inflexión de alrededor de los \$800 per cápita y los de contaminación atmosférica, considerando tres diferentes contaminantes: SO₂, NO_x, y partículas de suspensión.

Existe una diversidad de métodos a aplicar para estimar esta relación, como series temporales, datos de panel, modelos no paramétricos, regresiones aparentemente no

relacionadas (SUR), Test de co-integración, causalidad de Granger, entre otros; gran parte de los estudios utilizan datos de panel.

2.2.3 Datos de Panel

Los datos de panel, también conocidos como *longitudinales*, consisten en un grupo o conjunto de datos de un periodo determinado, los datos de panel tienen datos de corte transversal y de serie temporal. Estos se diferencian de acuerdo a su amplitud transversal y a la profundidad temporal de los datos; es así, que podemos clasificar a los paneles con amplias observaciones transversales como *Paneles Micro*, mientras que los paneles que se encuentran centrados en una amplia dimensión temporal se los denomina como *Paneles Macro*, si por algún motivo se cuenta con un panel que sea de dimensión amplia tanto en temporal y transversal, se estaría tratando con un *Campo Aleatorio* (Wooldridge, 2002).

2.2.4 Modelos de datos de panel

2.2.4.1 Modelo Pooled

El modelo pooled es usado generalmente cuando los grupos de datos son homogéneos, es decir que se omiten las diferencias que se presentan ya sea en la unidad transversal y el tiempo; en estos casos los datos son tratados como un solo grupo, por lo que la estimación de los parámetros se lo puede efectuar mediante Mínimo Cuadrados Ordinarios.

2.2.4.2 Modelo de Efectos Fijos

En los modelos de datos de panel es de vital importancia reconocer de qué tipo son los factores que afectan a la variable dependiente, dado que existen dos tipos los fijos y los aleatorios. Si denominamos a i como los datos de corte transversal y t al periodo de tiempo, tal como lo hace Wooldridge (2002), se puede expresar el modelo de la siguiente forma:

$$y_{it} = \beta_0 + \delta_0 d_{2t} + \beta_1 x_{it} + a_i + u_{it}, t = 1, 2. \quad (1)$$

Un modelo de efectos fijos o modelo de efectos no observados, generalmente es usado para la estimación de regresiones de paneles lineales, pero no dinámicos. En el modelo

(1) podemos observar que la variable a_i no tiene subíndice t lo cual indica que no va a variar a través de tiempo por lo que es de efectos fijos.

El término de error u_{it} representa al **error idiosincrásico**, este tipo de error cambia en el tiempo ya que dentro de él se encuentran los factores no observados que si varían en el tiempo y además afectan a la variable dependiente (Greene, 2003)

Para estimar los parámetros de este modelo se puede aplicar:

- Estimador MCO tradicional del modelo mediante el uso de variables ficticias, la desventaja de esta aplicación es que hay muchos parámetros que deben ser estimados, esto se debe a que se usan demasiadas variables ficticias
- Estimación por MCO, pero el modelo debe estar en desviaciones ortogonales
- Estimación Intragrupos, este tipo de estimación es el más usado en el modelo de efectos fijos.

2.2.4.3 Modelo de Efectos Aleatorios

En un modelo de efectos aleatorios, el termino a_i está incorrelacionado con las variables explicativas, en otras palabras, este término es independiente de las demás variables; en el caso del modelo de efectos aleatorios el término de **error compuesto** es expresado como $v_{it} = a_i + u_{it}$, donde el termino v_{it} esta autocorrelacionado a lo largo del tiempo. Una vez definido el término de error en un modelo aleatorio (2), este se puede expresar según Wooldridge (2002) de la siguiente forma:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_k x_{itk} + v_{it} \quad (2)$$

Para estimar este modelo se puede usar Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) o también conocido como estimador **entre grupos**.

2.2.5 Test no Paramétrico

2.2.5.1 LOWESS Smoothing

Locally Weighted Scatter Plot Smoothing o LOWESS, es un método que combina la regresión lineal por MCO y la regresión no lineal, este gráfico de dispersión ayuda a identificar de una forma más práctica y sencilla el comportamiento de los grupos, en este

caso para el presente estudio, ayuda a identificar gráficamente los países que cumplen con la hipótesis de Kuznets, U invertida.

2.2.6 Test Paramétricos

2.2.6.1 Test de Wald

El Test de Wald según Wooldridge (2002), se basa en la evaluación de la prueba de hipótesis nula en los coeficientes estimados y al mismo tiempo poder evaluar que tan cercano es el resultado a lo propuesto en la nula, en otros términos, este test pone a prueba el verdadero valor que tiene el parámetro basándose en la estimación de la muestra.

El test de Wald (3) implica la estimación de un modelo sin restricciones y puede ser expresado de la siguiente forma:

$$W = \frac{[D\hat{\beta}-r]'[D'(X'X)^{-1}D]^{-1}[D\hat{\beta}-r]}{\hat{\sigma}_\mu^2} \sim X_{(J)}^2 \quad (3)$$

2.2.6.2 Test Hausman

El test de Hausman (1978), es un test chi cuadrado que determina si las diferencias son significativas y sistemáticas entre las estimaciones, este test se suele utilizar para conocer si un estimador es consistente o si las variables que se seleccionaron son no relevantes.

Este test compara las estimaciones de los modelos de regresión, en uno de los modelos se omite una variable, en el caso de que esta diferencia con el resto de los parámetros sea significativa, se podría decir que el parámetro que se omitió es relevante para el modelo. Este test (4) puede expresarse de la siguiente forma:

$$H = (\beta_c - \beta_e)'(V_c - V_e)^{-1}(\beta_c - \beta_e), \quad H \sim X_n^2 \quad (4)$$

CAPÍTULO III: DATOS Y VARIABLES

3.1 Unidad y Elemento de Muestreo

La unidad y el elemento de muestreo coinciden en este trabajo de investigación y son los países asiáticos seleccionados para el estudio: Arabia Saudita, Bangladesh, Brunéi Darussalam, Camboya, China, República de Corea, Emiratos Árabes Unidos, Federación de Rusia, Filipinas, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Líbano, Malasia, Mongolia, Nepal, Pakistán, Tailandia y Vietnam.

3.2 Marco Muestral

El marco muestral es el banco de datos (DataBank) del Banco Mundial, el cual contiene colecciones de datos de series cronológicas sobre diversos temas que pueden ser analizados o visualizados. La base de datos principal es la de los indicadores del desarrollo mundial (IDM), la cual constituye la principal colección de indicadores del desarrollo del Banco Mundial, compilados a partir de fuentes internacionales reconocidas oficialmente (Banco Mundial, 2015).

3.3 Tamaño de la Muestra

La muestra cuenta con 126 observaciones correspondientes a 21 países en el período 2005-2010 (6 años). En vista de que se está trabajando con datos de panel, cada una de ellas recoge información de las distintas variables de la base de datos de forma anual.

3.4 Variables

En esta sección se presenta el detalle y definición, de acuerdo al Banco Mundial, de las variables a utilizar en este trabajo de investigación:

3.4.1 PIB per cápita por Paridad de Poder Adquisitivo

Esta variable, corresponde al Producto Interno Bruto transformado a dólares internacionales, pero en este caso se utilizan las tasas de paridad del poder adquisitivo determinados en dólares internacionales corrientes; esta variable se mide a precios de comprador, en otras palabras, corresponde a la suma del valor agregado bruto de todos los residentes en una economía, más la sumatoria de los impuestos y la disminución de los

subsidios a los productos. Esta variable no deduce la depreciación de los bienes que sean manufacturados o por el agotamiento y la degradación ambiental.

3.4.2 Emisiones de CO₂ per cápita

Representa, las emisiones de dióxido de carbono derivado de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento

3.4.3 Uso de energía per cápita

El uso de energía, variable que corresponde al consumo primario de energía, es decir, antes de su transformación en otros tipos de combustibles finales, esto es equivalente a la producción nacional, más la sumatoria de las importaciones y las variaciones en las existencias, menos lo que corresponde a las exportaciones y los suministros de combustible hacia los barcos y aviones que afecten al transporte a nivel internacional.

3.4.4 Densidad de población

Esta variable se define como la población a mediados de año dividida para la superficie territorial (Km²). La población incluye tanto a los residentes que sean independientes de su estado legal o de ciudadanía, exceptuando los refugiados que no estén asentados de manera permanente en el país de asilo, que usualmente suelen ser considerados por parte de su país de origen. El área de la tierra es la superficie en su totalidad del país determinado, esto sin tomar en cuenta la superficie que es cubierta por las masas de aguas interiores, los derechos del país determinados sobre la plataforma del continente ni las zonas que son económicamente excluidas.

Tabla 1: Detalle de Variables

Variable	Tipo	Unidad
PIB per cápita por Paridad de Poder Adquisitivo	Continua nominal	US\$ a precios internacionales constantes de 2005
Emisiones de CO ₂ per cápita	Continua nominal	Toneladas métricas
Uso de energía per cápita	Continua nominal	kg de equivalente de petróleo
Densidad Poblacional	Continua nominal	Habitantes / km ²

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS EMPÍRICO

Con el fin de testear la presencia de una Curva de Kuznets Ambiental en los países Asiáticos en el periodo 2005-2010, se procedió a implementar la prueba no paramétrica “*Lowess Smoothing*” (Anexo 1) y de esta forma visualizar de forma gráfica la relación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO₂.

Para la estimación de la ecuación se procedió a tomar logaritmos de las variables a incluir en la especificación del modelo, la cual corresponde a la ecuación (5)

$$\begin{aligned} \text{Log}(CO_2) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(\text{pibper_ppa}) + \beta_2 (\text{Log}(\text{pibper_ppa}))^2 + \\ \beta_3 \text{Log}(\text{uso_ener}) + \beta_4 \text{Log}(\text{dens_pob}) + \mu_i \quad (5) \end{aligned}$$

Donde:

CO₂ = Emisiones de CO₂ Per cápita

pibper_ppa = PIB per cápita, PPA (\$ a precios internacionales constantes de 2005)

uso_ener = Uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita)

dens_pob = Densidad de población (personas por kilómetro)

Este es un modelo de panel estático (5), con un término de error compuesto que permite captar efectos específicos inobservables de los países de la muestra, así como efectos inobservables del tiempo estudiado.

Una vez definido el modelo se procedió a la estimación del mismo como un modelo pooled (Anexo 2), es decir que se asumió que el error no es compuesto y se utilizó mínimos cuadrados ordinarios.

Con el fin de comprobar si este modelo describe correctamente la relación en cuestión, se procedió a estimar por MCO el modelo incluyendo la variable categórica transversal "país", esta estimación es equivalente a estimar el modelo de efectos fijos (Anexo 3).

Seguido de esto se probó la significancia conjunta del conjunto de variables binarias correspondientes a cada país mediante el test de Wald (Anexo 4). Esta prueba dio como

resultado un valor p de 0.0000, rechazando así la hipótesis nula al 95% de nivel de confianza, lo cual se traduce en que existen efectos significativos entre países.

Luego se procedió a verificar si existen efectos en el tiempo en el modelo de efectos fijos (Anexo 5), para esto también se recurrió al test de Wald (Anexo 6). Esta prueba arrojó un valor p de 0.0915, esto implica que no se puede rechazar la hipótesis nula al 95% de nivel de confianza, es decir que de acuerdo a la evidencia actual no se puede concluir que existen efectos significativos en el tiempo.

A continuación, se estimó el modelo de efectos fijos en corte (Anexo 7) y luego el de efectos aleatorios (Anexo 8) y se realizó una comparación entre este y el de efectos fijos mediante el test de Hausman (Anexo 9), el cual tiene como hipótesis nula que la diferencia entre los coeficientes de la estimación es no sistemática. El test dio como resultado un valor p de 0.0277, por lo que se rechazó la hipótesis nula al 95% de nivel de confianza, esto implica que se tiene evidencia para rechazar que la diferencia entre los coeficientes es no sistemática (no aleatoria); los efectos individuales parecen estar correlacionados con los regresores.

De acuerdo a los resultados anteriores, el modelo debe ser estimado teniendo en cuenta los efectos (no aleatorios) que tienen los países sobre la relación de estudio, por lo que se concluye que el modelo de efectos fijos es más apropiado que el pooled y que el de efectos aleatorios para realizar el análisis.

Una vez seleccionado el modelo más apropiado para la estimación, se procedió a realizar un test de heterocedasticidad mediante el test modificado de Wald para heterocedasticidad por grupos. (Anexo 10) De este test se obtuvo un valor p de 0.0000, rechazándose así la hipótesis nula (homocedasticidad) al 95% de nivel de confianza, es decir que el modelo presenta problemas de heterocedasticidad.

Con el fin de probar la presencia de autocorrelación cruzada, se utilizó el test de Pesaran, el cual tiene como hipótesis nula que no existe autocorrelación seccional (Anexo 11). El valor p resultante fue de 1.7213, por lo que no se rechaza la hipótesis nula al 95% de nivel de confianza, esto quiere decir que la evidencia no nos permite concluir que existe autocorrelación seccional en el modelo.

Finalmente se probó la presencia de autocorrelación en el tiempo, para esto se utilizó el test de Wooldridge para autocorrelación en datos de panel (Anexo 12), el cual tiene como

hipótesis nula que no existe autocorrelación de primer orden. El valor p obtenido fue de 0.0000 por lo que se rechaza la hipótesis nula al 95% de nivel de confianza, es decir que el modelo presenta problemas de AR (1).

En vista de que el modelo de efectos fijos seleccionado muestra problemas de heterocedasticidad y de autocorrelación en el tiempo, se procedió a estimar el modelo de efectos fijos con efectos de tiempo y corte corregido por errores estándares robustos ajustados por clústers en la variable país (Anexo 13).

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se dijo anteriormente, la muestra estudiada consiste en un conjunto de 21 países asiáticos durante el período 2005-2010 (6 años), lo que da un total de 126 observaciones. El panel con el que se realizó el análisis es balanceado, es decir que no se cuenta con valores perdidos.

Con el fin de estudiar el comportamiento de las variables del modelo se presentan estadísticas descriptivas (Tabla 2):

Tabla 2: Estadísticas Descriptivas

<i>Variable</i>		<i>Media</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Observaciones</i>
co2	Total	6.610457	6.846665	0.1038557	27.99514	N = 126
	Entre		6.835673	0.1206757	23.62445	n = 21
	Intra		1.421073	-1.634399	12.77074	T = 6
pibper_ppa	Total	\$20,935.35	22615.39	1707.529	103139.8	N = 126
	Entre		22739.11	1836.967	79318.54	n = 21
	Intra		3882.202	-1003.216	44756.61	T = 6
uso_ener	Total	2526.442	2551.358	166.7487	10419.96	N = 126
	Entre		2581.371	185.0243	8786.586	n = 21
	Intra		335.3967	581.8578	4159.818	T = 6
dens_pob	Total	543.514	1380.252	1.626266	6689.714	N = 126
	Entre		1408.61	1.684181	6593.873	n = 21
	Intra		16.79858	438.4029	639.3553	T = 6

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

En promedio, los países de la muestra emiten 6.61 toneladas métricas de CO₂ per cápita. La desviación estándar entre grupos y total es de aproximadamente 6.84, un número bastante alto puesto que es mayor que la media, sin embargo, la desviación estándar dentro de los grupos es relativamente baja (1.42).

El ingreso per cápita en paridad de poder adquisitivo presentó una media de \$20,935.35 ajustados a dólares del 2005 y altas desviaciones estándar totales (\$22,615.39) y entre grupos (\$22,739.11), sin embargo, la variación dentro de los grupos es mucho menor (\$3,882.20).

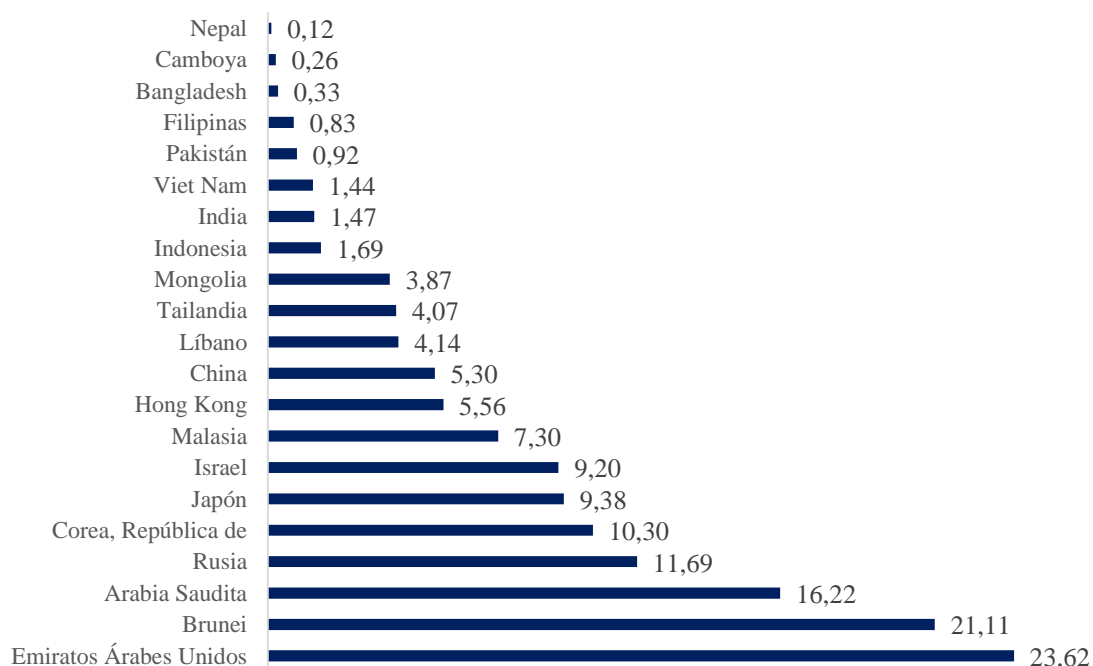
El promedio uso de energía resultó ser de 2526.44 kg de equivalente de petróleo per cápita. La desviación estándar total es de 2,551.36 y la de entre grupos es de 2,581.37, ambas considerablemente altas, sin embargo, la variación dentro de los grupos es significativamente menor (395.33).

La densidad poblacional promedio es de 543.514 habitantes / km². La desviación estándar es la más alta de todas puesto que es sobrepasa el doble de la media con un valor de 1380.25 en total y con 1408.61 en entre grupos. Sin embargo, es mucho menor dentro de los grupos con apenas un 16.80 de habitantes / km².

Las desviaciones estándar totales y entre grupos son altas en todas las variables del modelo, sin embargo, al tomar logaritmos de las mismas, la variación se reduce de manera importante por lo que el modelo es estimado sin problemas.

Se consideró establecer un ranking de los países que más contaminan, basados en las emisiones per cápita promedio de CO₂ durante el periodo de estudio (Gráfico 1), se obtuvo que Emiratos Árabes Unidos, Brunei y Arabia Saudita son los principales contaminantes de la muestra de estudio, por otro lado, Nepal, Camboya y Bangladesh, son los que en promedio menos contaminan.

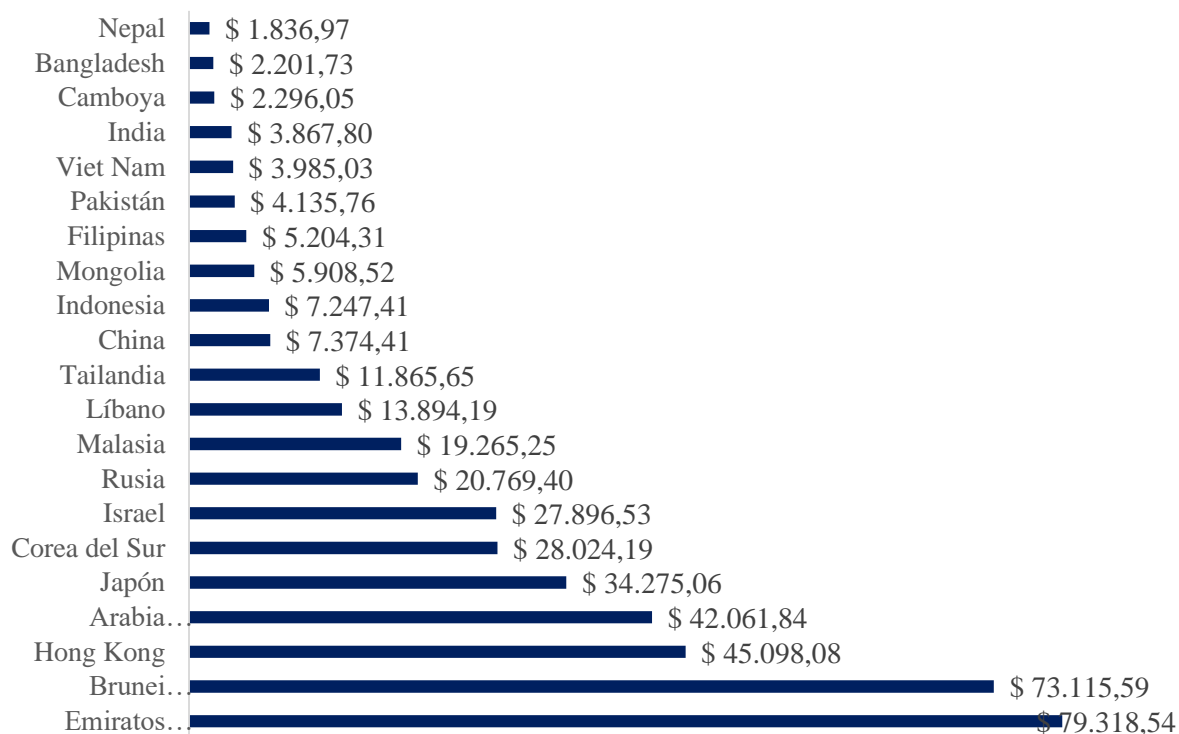
Gráfico 1: Emisiones Promedio de CO₂ (2005-2010)



Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

También se elaboró un ranking de los países de la muestra según su PIB per cápita en PPA ajustado a dólares del 2005 promedio durante el periodo de estudio (Gráfico 2). Se encontró que Emiratos Árabes Unidos, Brunei y Hong Kong poseen el PIB per cápita más alto de la muestra, por otro lado, Nepal, Camboya y Bangladesh, son los que en promedio poseen un menor PIB per cápita.

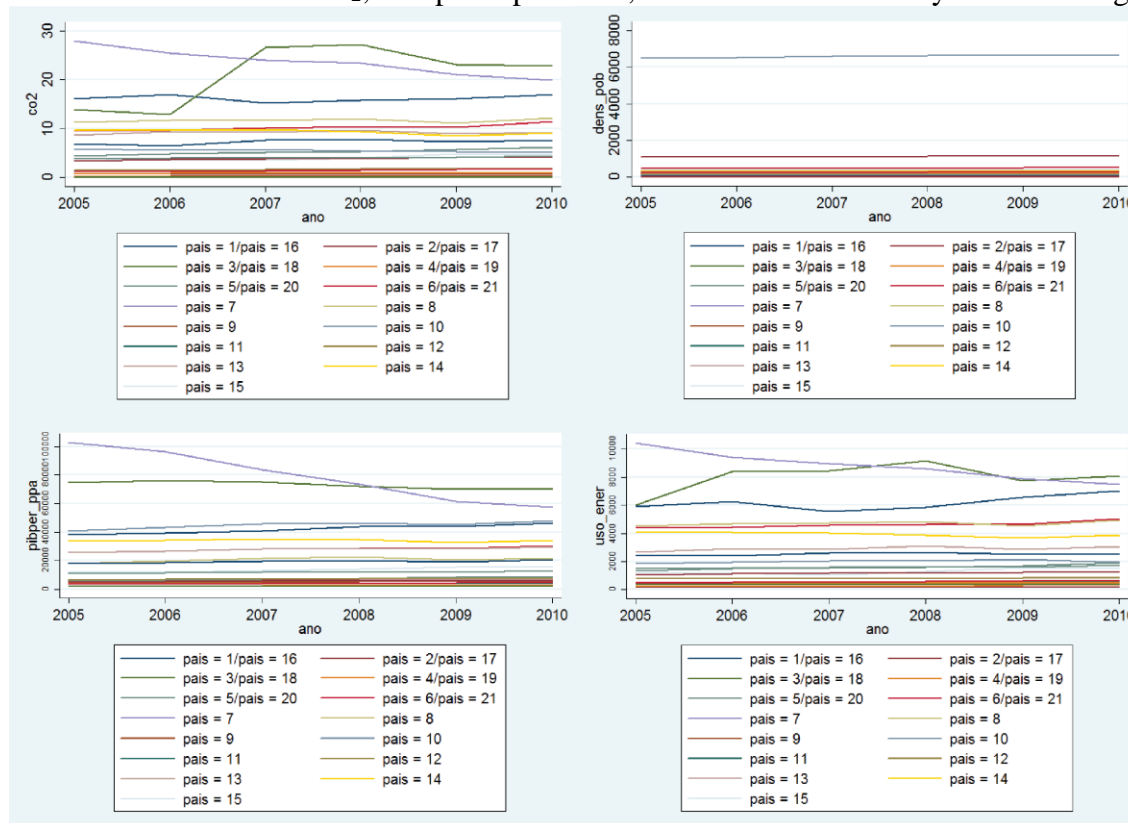
Gráfico 2: PIB per Cápita en PPA ajustado a dólares del 2005 (2005-2010)



Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Resulta relevante estudiar la evolución de las variables del modelo en el período de estudio, por lo que se analiza la tendencia que sigue cada una de ellas (Gráfico 3).

Gráfico 3: Tendencias: CO₂, PIB per cápita PPA, Densidad Poblacional y Uso de Energía



Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Las emisiones de CO₂, en la gran mayoría de países han aumentado en pequeñas proporciones con el pasar del tiempo. Sin embargo, existe una excepción, Emiratos Árabes Unidos (país 7) quien ha disminuido considerablemente sus emisiones. También cabe resaltar que Brunei (país 3) aumentó considerablemente sus emisiones en el año 2006 pero que a partir del 2008 se ha esforzado en disminuirlas.

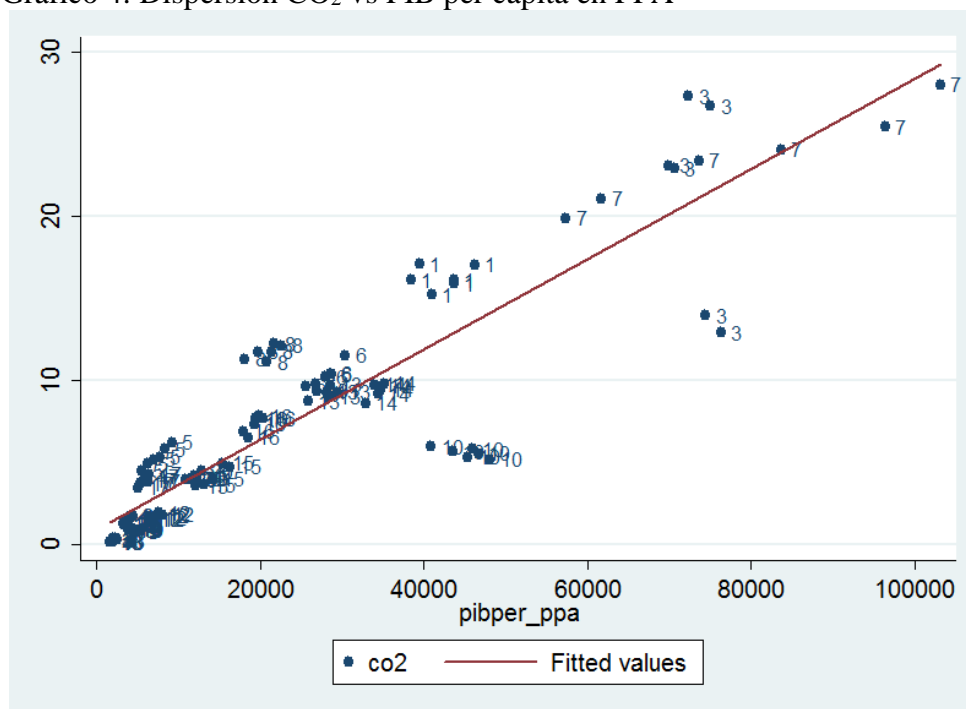
El PIB per cápita en paridad de poder adquisitivo presenta una tendencia creciente en el período 2005-2010 en todos los países de la muestra con excepción de Emiratos Árabes Unidos (país 7) quien redujo considerablemente su PIB per cápita.

La densidad poblacional es la variable que menos ha cambiado en el período de estudio, de hecho, se ha mantenido casi constante.

Finalmente, el uso de energía también presenta una tendencia creciente en la mayor parte de países, con excepción de Emiratos Árabes Unidos (país 7) que ha decrecido en grandes escalas y Brunei (país 3) que, creció hasta el 2008, presenta reducciones de uso de energía en el período 2009-2010.

Analizar la dispersión de los datos también resulta conveniente para entender la naturaleza de los datos que presentan los países de la muestra.

Gráfico 4: Dispersión CO₂ vs PIB per cápita en PPA



Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Brunei (país 3), Emiratos Árabes Unidos (país 7) y Arabia Saudita (país 1) muestran la mayor dispersión de la muestra en su PIB per cápita en PPA con respecto a las emisiones de CO₂.

Por otra parte, Rusia (país 10) muestra poca variación, pero se aleja de los valores ajustados de la línea de tendencia de forma considerable (Gráfico 4), esto quiere decir que las emisiones de CO₂ de Rusia varían de forma distinta a la de los países de la muestra cuando existen cambios en el PIB per cápita.

Una vez descritas las variables del modelo, se procede a la presentación de resultados de la estimación del modelo de efectos fijos con efectos de corte corregido por errores estándares robustos.

Tabla 3: Salida del Modelo de Efectos Fijos con efectos en corte y tiempo corregido por errores estándares robustos ajustados por clústers

<i>Variable independiente</i>	<i>Coefficiente</i>
logpibper_ppa	3.149507*** (0.7695634)
logpibper_ppa2	-0.1756428*** (0.0499637)
loguso_ener	0.8157038*** (0.2546772)
logdens_pob	-0.8548941 (0.5563317)
constante	-14.42996*** (4.141858)

Los valores entre paréntesis representan los errores estándar robustos.

**** Significativo al 1%*

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Los resultados del modelo (Anexo 13) son consistentes con la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental. Todas las variables utilizadas resultaron significativas al 1% de significancia, con excepción de la densidad poblacional que no resultó significativa.

En vista de que la especificación del modelo es logarítmica, los coeficientes obtenidos de esta estimación se interpretan en términos porcentuales. De aquí que podemos concluir que ante un aumento del 1% del PIB per cápita en PPA, ajustado a dólares del 2005, las emisiones de CO₂ aumentan aproximadamente en 3.15% toneladas métricas per cápita.

Así mismo se determinó que ante un aumento del 1% del PIB per cápita en PPA al cuadrado, ajustado a dólares del 2005, las emisiones de CO₂ disminuyen aproximadamente en 0.18% toneladas métricas per cápita.

Luego se encontró que ante un aumento del 1% del uso de energía, las emisiones de CO₂ aumentan aproximadamente en 0.82% toneladas métricas per cápita y finalmente que la contaminación aumenta presenta una tendencia decreciente, lo cual coincide con los el gráfico 2.

Al analizar de forma conjunta la significancia de las variables independientes del modelo a través del estadístico F del Test de Wald (6,21), se obtiene un valor p de 0.0000 por lo que concluimos que, de acuerdo a la evidencia, existe significancia conjunta.

El R^2 intra-grupos de 0.61 quiere decir que las variaciones conjuntas de las variables independientes del modelo a través del tiempo explican en un 61% la variación de las emisiones de CO₂ en los países de la muestra. Por otra parte, el R^2 total y entre-grupos del modelo es de 0.36, esto quiere decir que el modelo explica el 36% de la varianza de las emisiones de CO₂. El modelo presenta una correlación negativa entre las variables independientes y los efectos individuales, su valor es -0.66. Por otra parte, el valor de rho es de aproximadamente 0.9977, lo cual indica que el 99.77% del error compuesto del modelo se debe a los efectos individuales.

Otra posible opción de corrección es el modelo es incluir variables categóricas (binarias) para el conjunto de países y para los respectivos años y estimar los coeficientes por mínimo cuadrados ordinarios y los errores estándares de forma robusta ajustada por clúster (Tabla 4).

Tabla 4: Salida del modelo corregido con variables categóricas para países y años con errores estándares robustos ajustados por clústers

<i>Variable independiente</i>	<i>Coefficiente</i>
logpibper_ppa	3.149507*** (0.8459365)
logpibper_ppa2	-0.1756428*** (0.0549222)
loguso_ener	0.8157038*** (0.2799519)
logdens_pob	-0.8548941 (0.6115433)
constante	-13.81517*** (4.738402)

Los valores entre paréntesis representan los errores estándar robustos.

**** Significativo al 1%*

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco *Mundial*

Los resultados de esta estimación (Anexo 14) también resultaron coherentes con la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental. Las variables resultaron significativas al 1% de significancia con excepción de la densidad poblacional que no resultó significativa (Anexo 14). La interpretación de los coeficientes estimados es exactamente a la del modelo de efectos fijos con efectos en corte y en tiempo corregidos por errores estándares robustos ajustados

por clúster puesto que sus valores son exactamente iguales. A pesar de que el R^2 es de 99.79%, este no se debe tomar como un indicador relevante del porcentaje de variación que captura el modelo puesto que este valor tan alto se debe a la gran cantidad de variables de su especificación.

Luego se presentan los efectos fijos del modelo de acuerdo con la variable país (Tabla 5), tomando a Emiratos Árabes Unidos (país 7) como base de comparación (tabla 4) debido a que este es el país más contaminante de la muestra en cuanto a emisiones de CO₂.

Tabla 5: Efectos fijos de acuerdo al país

<i>País</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>País</i>	<i>Coefficiente</i>
Arabia Saudita	-2.058065 (1.424177)	Indonesia	-1.151561* (0.5976245)
Bangladesh	0.5615687 (0.6584918)	Israel	0.6151068 (0.5189035)
Brunei Darussalam	-0.1233654*** (0.0291958)	Japón	0.5253422 (0.6027962)
Camboya	-2.324421* (1.180036)	Líbano	0.4171198 (0.4399089)
China	-0.4703732 (0.6309722)	Malasia	-0.8491393 (0.5549463)
Corea del Sur	0.6979931 (0.6751378)	Mongolia	-4.309042 (3.36508)
Rusia	-2.78005 (1.986121)	Nepal	-2.471465*** (0.804431)
Filipinas	-0.5951509* (0.3025111)	Pakistán	-0.8283312* (0.4686134)
Hong Kong	3.216678 (2.6819)	Tailandia	-0.7846592 (0.4628516)
India	0.0985076 (0.2490093)	Vietnam	-0.2971804 (0.3706796)

Los valores entre paréntesis representan los errores estándar robustos.

* *Significativo al 10%*

** *Significativo al 5%*

*** *Significativo al 1%*

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco *Mundial*

Se observa una diferencia mínima entre países, la mayor parte de la muestra no presenta una diferencia significativa con respecto a Emiratos Árabes Unidos al 1%, 5% y 10% de significancia con excepción de Brunei y Nepal que la presentan al 1% de significancia. Luego Camboya, Filipinas, Indonesia y Pakistán la presentan al 10% de significancia. Arabia Saudita, Bangladesh, China, Corea del Sur, Rusia, Hong Kong, India, Israel, Japón, Líbano, Malasia, Mongolia, Tailandia y Vietnam no presentan diferencias significativas con respecto a Emiratos Árabes Unidos.

La interpretación de las diferencias entre países se lleva a cabo de la siguiente manera: ante cambios en las variables independientes del modelo, Brunei emite 0.12%, Nepal 2.47%, Camboya 2.32%, Filipinas 0.60%, Indonesia 1.15% y Pakistán 0.82% menos toneladas de CO₂ que Emiratos Árabes Unidos (país base).

El punto de inflexión a partir del cual la tendencia de la curva cambia, es conocido como *Punto de retorno*, para los países seleccionados durante el periodo 2005 -2010, se ha encontrado una Curva de Kuznets Ambiental con un *Punto de retorno* de \$7,829.54, donde el PIB per cápita tiene un efecto positivo en las emisiones de CO₂; por otro lado, este efecto llega a ser cada vez menor y puede ser calculado de la siguiente manera:

$$\frac{\partial \ln(CO_2)}{\partial \ln(pibper_ppa)} = 3.1495 - 2(0.1756) \ln(pibper_ppa) \quad (6)$$

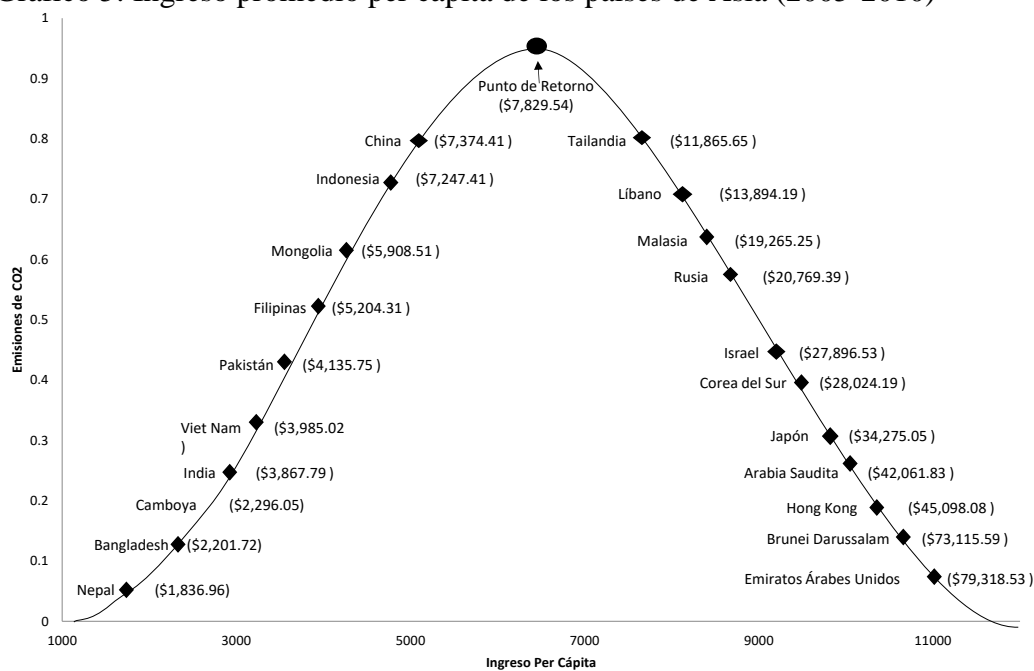
Dónde:

$\ln(CO_2) = \text{Emisiones de CO}_2 \text{ per cápita}$

$\ln(pibper_ppa) = \text{PIB per cápita en dólares PPA}$

Tomando como base el *Punto de retorno* que es de \$7,829.54, los países que ya sobrepasaron este punto, basados en su nivel de ingreso promedio per cápita del periodo de estudio son: Tailandia, Líbano, Malasia, Rusia, Israel, Corea del Sur, Japón, Arabia Saudita, Hong Kong, Brunei Darussalam y Emiratos Árabes Unidos, mientras que el resto de países se encuentra por debajo de este punto de inflexión (Gráfico 5).

Gráfico 5: Ingreso promedio per cápita de los países de Asia (2005-2010)



Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

CONCLUSIONES

De los 21 países seleccionados durante el periodo de estudio (2005-2010), se observó que Emiratos Árabes, es el país que más emisiones de CO₂ produce, en promedio 23.62 per cápita durante el periodo de estudio, seguido por Brunei Darussalam 21.11 del emisiones CO₂ per cápita; con respecto al nivel de ingresos, de igual forma, Emiratos Árabes se ubica en primer lugar con un Ingreso per cápita promedio de \$79,318.54 durante el periodo de estudio, seguido por Brunei Darussalam \$73,115.59 per cápita.

En el presente estudio, se pudo encontrar evidencia suficiente para concluir que existe una Curva de Kuznets Ambiental en la muestra de estudio (países de Asia) durante el periodo 2005-2010, usando la metodología de datos de panel; las formas funcionales individuales entre el nivel de ingresos per cápita y las emisiones de CO₂ per cápita de la muestra fueron diversas, pero países como Brunei Darussalam, Israel y Pakistán, evidenciaron un comportamiento que sugirió la presencia de una Curva de Kuznets Ambiental.

El punto de retorno que se encontró es de \$7,829.54, los países que ya sobrepasaron este punto, basados en su nivel de ingreso promedio per cápita del periodo de estudio son: Tailandia, Líbano, Malasia, Rusia, Israel, Corea del Sur, Japón, Arabia Saudita, Hong Kong, Brunei Darussalam y Emiratos Árabes Unidos, mientras que China, Indonesia, Mongolia y Filipinas, se encuentran cerca de llegar a este punto de retorno.

Es importante considerar que los países que ya han pasado el punto de inflexión, han establecido políticas medioambientales, se han visto involucrados en Protocolos o han aprobado leyes que han contribuido en la protección del medio ambiente, como es el caso de Japón, debido a que en el 2005 entró en vigor el Protocolo de Kioto y la Ley de Fomento para contrarrestar el calentamiento global, en el 2008 los líderes del G8 (Alemania, Canadá, Estados Unidos, Italia, Francia, Japón, Reino Unido y Rusia) consideraron en reducir al menos la mitad de emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera hasta el 2050, y de esta forma combatir el cambio climático y a la vez hacen un llamado a India y China para que realicen un recorte de estas emisiones de dióxido de carbono; en el 2009, en este mismo país se aprobó la Ley básica de Medidas contra el Calentamiento Global.

Por otro lado, Emiratos Árabes Unidos, se ha comprometido a implementar acuerdos y declaraciones medio ambientales incluidos en el protocolo de Kioto y en la Convención sobre el cambio climático; dentro de su marco jurídico, se han incluido regulaciones en el comercio internacional relacionadas con las especies en peligro de extinción (2002), la regulación del suministro de agua en el 2003, entre otros decretos.

El presente estudio, está sujeto a limitaciones que fueron descritas en el alcance de investigación, por lo que los resultados obtenidos dan cierta noción de lo que pasa en la muestra seleccionada de 21 países asiáticos, durante el periodo 2005-2010. Las variables que se consideraron para el presente estudio fueron, *PIB per cápita por Paridad de Poder Adquisitivo, uso de energía per cápita y densidad poblacional*; que resultado significativas al 1% exceptuando la variable *densidad poblacional* que no resultó significativa.

Trabajos como el de Suri & Chapman (1998) y el de Saboori & Sulaiman (2013) y Catalán (2014) incluyen variables energéticas en las especificaciones de los modelos que estiman para probar la hipótesis de la CKA. El primero presenta un punto de retorno de \$143,806 a partir de la estimación del modelo de efectos fijos con variables energéticas y de apertura comercial. El segundo y el tercero presentan un coeficiente positivo y significativo sobre las emisiones de CO₂ en las variables energéticas, reafirmando así el efecto que ejerce este tipo de variables.

A pesar de que el trabajo es consistente con la hipótesis de la CKA, la metodología utilizada puede ser criticada en tres aspectos principales: endogeneidad, la suposición de una CKA generalizada para toda la muestra de países y la no estacionalidad de las series de tiempo.

List & Gallet (1999) abordan el posible problema de endogeneidad de la estimación debido a la omisión de la variable de base de recursos ambientales, la cual tiene un claro efecto sobre el ingreso per cápita, dando como resultado la presencia de sesgo de simultaneidad.

A pesar de que se corrigió el modelo de la CKA mediante la utilización de efectos fijos, existe la posibilidad de que el ingreso afecte a la contaminación de forma distinta a cada país, por lo que una estimación generalizada podría causar problemas, de aquí que

existen varios trabajos como el de Saboori et al. (2012), Al-mulali et al. (2015), He & Richard (2010), entre otros que se concentran en estimaciones individuales por país.

La diferencia entre países es una posible causa de que el punto de retorno sea menor al estimado por Apergis & Ozturk (2015), en su estudio de 14 países asiáticos en los que se analizan países que son objeto de estudio del presente trabajo de investigación tales como Bangladesh, China, Japón, República de Corea, Malasia, Nepal, Pakistán, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos e Indonesia. Sus estimaciones confirman la hipótesis de la CKA para el período 1990-2011 en el largo plazo, utilizando al PIB per cápita en dólares del 2005 y a la densidad poblacional expresada en miles de personas por kilómetro cuadrado como variables explicativas de las emisiones de CO₂, el indicador de degradación ambiental seleccionado. Su punto de retorno a largo plazo está entre \$10,200 y \$11,700, cabe mencionar que este es calculado incluyendo variables de control de factores políticos y económicos.

Perman & Stern (2003) testean la co-integración y la concavidad de los países de su muestra de 74 países en un periodo de 31 años y encuentran evidencia de que los datos son estocásticos en la dimensión temporal y en el largo plazo, por lo que se requiere un análisis de co-integración y se necesita que las emisiones sean funciones cóncavas del ingreso, sin embargo, no todos los países presentaron esta estructura de datos, por lo que la estimación es problemática.

RECOMENDACIONES

El desarrollo sustentable según Labandeira et al. (2007) es aquel desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades, esta definición utiliza el término "necesidades" enfatizando la obligación de buscar alguna solución a los problemas de pobreza, de medio ambiente, de acceso a algunos recursos económicos y sociales. Basados en esta definición el objetivo fundamental no solo consiste en alcanzar una mínima renta per cápita, ya que las necesidades básicas que debe satisfacer el desarrollo, incluyen la calidad atmosférica, la calidad del agua y la correcta provisión de servicios sociales, entre otros; esto implica que no solo se trata de un concepto de eficiencia del uso de los recursos sino que, también conlleva la equidad (intrageneracional e intergeneracional)

Se recomienda mejorar la metodología del estudio a través de la utilización de paneles largos, es decir que tomen en consideración periodos más largos de tiempo, para que sea posible testear la co-integración en los datos; otra sugerencia es la utilización de variables de control e instrumentos que permitan corregir los problemas de endogeneidad causados por omisión de variables y la simultaneidad.

Es aconsejable también seleccionar una muestra de países que posean características sociales, económicas y ambientales similares para evitar problemas en la estimación del punto de retorno, o en su defecto estimar de forma individual la CKA para los países del estudio.

En el caso de la muestra de estudio seleccionada, los países que no alcanzaron el punto de inflexión fueron: Nepal, Bangladesh, Camboya, India, Vietnam, Pakistán, Filipinas, Mongolia, Indonesia y China por lo que para lograr llegar a este punto, necesitan reformar e implementar políticas que contribuyan al medio ambiente.

Se recomienda tomar medidas de política que reduzcan la contaminación ambiental que no sacrifiquen el crecimiento económico de los países. El principal enfoque debe ser la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por parte del sector industrial y de transporte, el cual se puede lograr a través de la implementación de impuestos o cupos a las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto debe ser acompañado de políticas que persigan incrementar el uso de energía renovable tales como la solar y eólica e implementar

tecnologías de procesamiento de carbono en plantas de energía u otras industrias emisoras. Averson & Cavendish (2001) sostienen que el progreso tecnológico (regulado de forma adecuada), es clave para la reducción de la contaminación, sobre todo en la sustitución de fuentes energéticas y en los incentivos para investigación y desarrollo de tecnología verdes.

REFERENCIAS

- Al-mulali, U., Saboori, B., & Ozturk, I. (2015). **Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Vietnam.** *Energy Policy*, 76, 123–131. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.019>
- Apergis, N., & Ozturk, I. (2015). **Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis in Asian countries.** *Ecological Indicators*, 52, 16–22. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.11.026>
- Arellano, M. (2009). **Static Panel Data Models.** Retrieved June 7, 2015, from <http://www.cemfi.es>
- ASEAN. (2015). **Haze Action Online.** Retrieved June 15, 2015, from <http://haze.asean.org/>
- Bhattarai, & Hammig, &. (2001). **Institution and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation:A Crosscountry Analysis for Latin America,Africa and Asia.** *World Development*, 29(6), 995–1010. [http://doi.org/101016/S0305-750X\(01\)00019-5](http://doi.org/101016/S0305-750X(01)00019-5)
- Banco Mundial. (2015). **Banco de Datos.** Retrieved June 23, 2015, from <http://databank.bancomundial.org/>
- Bartlett, A. A. (1994). **Reflections on sustainability, population growth, and the environment.** *Population and Environment*, 16(1), 5–35. <http://doi.org/10.1007/BF02208001>
- Beckerman, W. (1992). **Economic growth and the environment: Whose growth? whose environment?** *World Development*, 20(4), 481–496. [http://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90038-W](http://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90038-W)
- Catalán, H. (2014). **Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable.** *Economía Informa*, 389(389), 19–37. [http://doi.org/10.1016/S0185-0849\(14\)72172-3](http://doi.org/10.1016/S0185-0849(14)72172-3)
- Cole, M. A., Rayner, A. J., & Bates, J. M. (1997). **The Environmental Kuznets Curve: an Empirical Analysis.** *Environment and Development Economics*, 2(04), 401–416. <http://doi.org/10.1017/S1355770X97000211>
- Crossette, B. (2011). *UNFPA estado de la población mundial 2011.* New York.

Daly, H. E. (1997). **Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz**. *Ecological Economics*, 22(3), 261–266. [http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00080-3](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00080-3)

Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). **Impact of Population Growth**. *Science, New Series*, 171(3977), 1212–1217. <http://doi.org/10.1126/science.171.3977.1212>

Esteve, V., & Tamarit, C. (2012). **Threshold cointegration and nonlinear adjustment between CO2 and income: The Environmental Kuznets Curve in Spain, 1857–2007**. *Energy Economics*, 34(6), 2148–2156. <http://doi.org/j.eneco.2012.03.001>

Galeotti, M., & Lanza, A. (1999). **Richer and cleaner? A study on carbon dioxide emissions in developing countries**. *Energy Policy*, 27(10), 565–573. [http://doi.org/10.1016/S0301-4215\(99\)00047-6](http://doi.org/10.1016/S0301-4215(99)00047-6)

Georgescu-Roegen, N. (1986). **The Entropy Law and the Economic Process in Retrospect**. *Eastern Economic Journal*, 12(1), 3–25. Retrieved from http://college.holycross.edu/RePEc/eej/Archive/Volume12/V12N1P3_25.pdf

Greene, W. (2003). *Econometric Analysis*. New Jersey : Prentice Hall. <http://doi.org/10987654321>

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). **Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement**. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 3914*(3914), 1–57. <http://doi.org/10.3386/w3914>

Hausman, J. A. (1978). **Specification test in econometrics**, 46(6), 1251–1271.

He, J., & Richard, P. (2010). **Environmental Kuznets curve for CO2 in Canada**. *Ecological Economics*, 69(5), 1083–1093. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.030>

History.com Staff. (2009). **Water and Air Pollution**. Retrieved May 26, 2015, from <http://www.history.com/topics/water-and-air-pollution>

Holtz-Eakin, D., & Selden, T. M. (1995). **Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth**. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85–101. [http://doi.org/10.1016/0047-2727\(94\)01449-X](http://doi.org/10.1016/0047-2727(94)01449-X)

Ives, M. (2015). CNN. Retrieved May 20, 2015, from <http://edition.cnn.com>

Jalil, A., & Mahmud, S. F. (2009). **Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A cointegration analysis for China**. *Energy Policy*, 37(12), 5167–5172. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.044>

- Jankilevich, S. (2003). *Area de Estudios Ambientales y Urbanos*. (Universidad de Belgrano, Ed.).
- Jansson, A., Hammer, M., Folke, C., & Constanza, R. (2013). *Investing in Natural Capital - The Ecological Economics Approach to Sustainability*. (I. P. / I. Press, Ed.). Covelo: Island Press.
- Jayanthakumaran, K., & Liu, Y. (2012). **Openness and the Environmental Kuznets Curve: Evidence from China**. *Economic Modelling*, 29(3), 566–576. <http://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.12.011>
- Kanjilal, K., & Ghosh, S. (2013). **Environmental Kuznet's curve for India: Evidence from tests for cointegration with unknown structural breaks**. *Energy Policy*, 56(C()), 509–515. <http://doi.org/j.enpol.2013.01.015>
- Labandeira, X., Carmelo, L., & M. Xosé, V. (2007). *Economía ambiental*. Madrid, España: Pearson Education.
- List, J. a., & Gallet, C. a. (1999). **The environmental Kuznets curve: Does one size fit all?** *Ecological Economics*, 31(3), 409–423. [http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00064-6](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00064-6)
- López, Á. (2011). **La OMS publica el primer mapa de la contaminación mundial**.
- Meadows, D. H. ., Meadows, D. L. ., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). **The Limits to Growth : A Report to The Club of Rome**. *Universe*, 1–9. Retrieved from <http://www.clubofrome.org/docs/limits.rtf>
- National Bureau of Economic Research. (2006). **Environmental Economics**. Retrieved from <http://www.nber.org/workinggroups/ee/ee.html>
- Nelson, C., & Plosser, C. (1982). **Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series**. *Journal of Monetary Economics*, 19(2), 139–162. [http://doi.org/10.1016/0304-3932\(82\)90012-5](http://doi.org/10.1016/0304-3932(82)90012-5)
- OMS. (2011). **El mapa de la contaminación**. Retrieved June 7, 2015, from http://www.elmundo.es/elmundosalud/documentos/2011/09/mapa_contaminacion.html
- Panayotou, T. (1992). **Environmental Kuznets Curves: Empirical Tests and Policy Implications**.

- Panayotou, T. (1993). **Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development** (No. 292778). Geneva. Retrieved from http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/1993/93B09_31_engl.pdf
- Panayotou, T. (1997). **Environment and Development Economics**. *Environment and Development Economics*, 2(04), 465–484. <http://doi.org/10.1017/S1355770X97000259>
- Perman, R., & Stern, D. I. (2003). **Evidence from panel unit root and cointegration tests that the Environmental Kuznets Curve does not exist**. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3), 325–346. <http://doi.org/1467-8489.00216>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). **GEO 5 Perspectivas del Medio Ambiente Mundial Resumen para responsables de políticas**. Retrieved from <http://www.unep.org/>
- Ravallion, M., Heil, M., & Jalan, J. (2000). **A less poor world, but a hotter one? Carbon emissions, economic growth and income inequality**. *Oxford Economics Papers*, 52(4), 651–699. <http://doi.org/10.1093/oep/52.4.651>
- Saboori, B., & Sulaiman, J. (2013). **Environmental degradation, economic growth and energy consumption: Evidence of the environmental Kuznets curve in Malaysia**. *Energy Policy*, 60, 892–905. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.099>
- Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2012). **Economic growth and CO2 emissions in Malaysia: A cointegration analysis of the Environmental Kuznets Curve**. *Energy Policy*, 51, 184–191. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.065>
- Schmalensee, R., Stoker, T. M., & Judson, R. A. (1998). **World Carbon Dioxide Emissions: 1950–205**. *The Review of Economics and Statistics*, 80(1), 15–27. <http://doi.org/doi:10.1162/003465398557294>
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). **Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?** *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147–162. <http://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). **Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence**. *Policy Research Working Paper Series*, 18(5), 55. <http://doi.org/10.1108/14777830710778328>
- Stern, D. (1998). **Progress on the Environmental Kuznets Curve?** *Environment and Development Economics*, 3(02), 173–196. Retrieved from http://journals.cambridge.org/abstract_S1355770X98000102

Suri, V., & Chapman, D. (1998). **Economic growth, trade and energy: Implications for the environmental Kuznets curve.** *Ecological Economics*, 25(2), 195–208.
[http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00180-8](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00180-8)

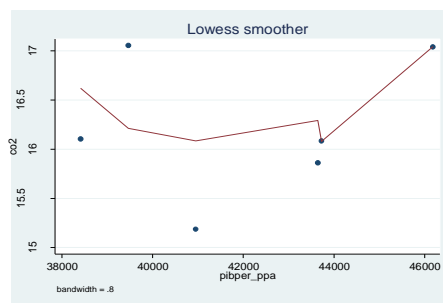
Tuan, N. A. (1999). **Evidences of Environmental Kuznets Curve from CO2 Emissions in Six-Country Analysis** (No. 38040). Grenoble Cedex 09.

Wooldridge, J. M. (2002). **Introducción a la Econometría Un enfoque moderno** (4ta ed.). CENGAGE Learning.

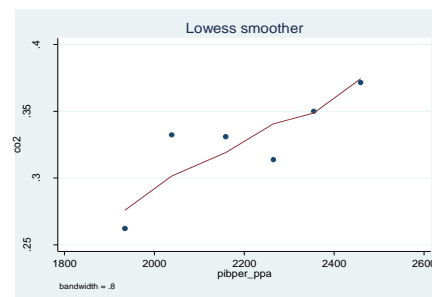
ANEXOS

Anexo 1: Lowess Smoothing- 21 países Asiáticos

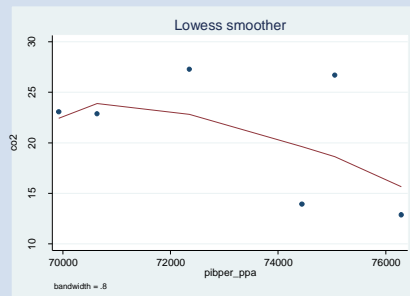
Lowess Smoother -Arabia Saudita



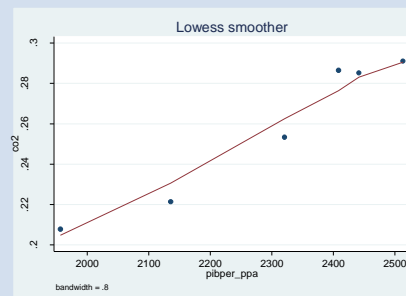
Lowess Smoother – Bangladesh



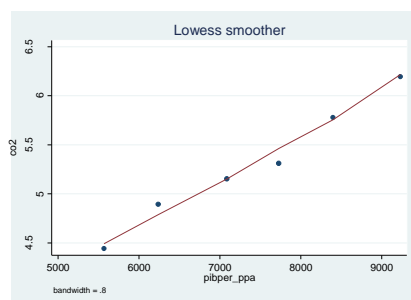
Lowess Smoother – Brunei Darussalam



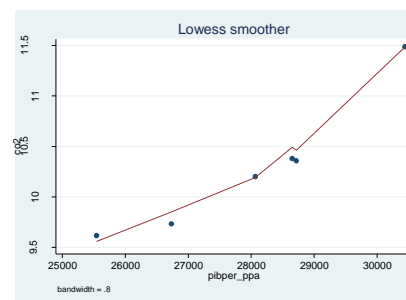
Lowess Smoother – Camboya

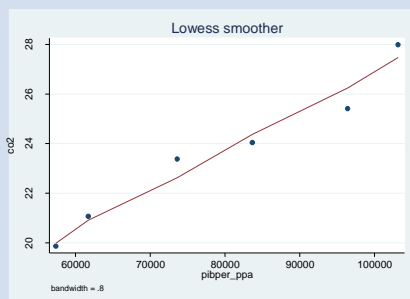
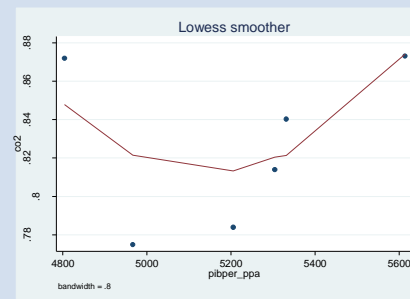
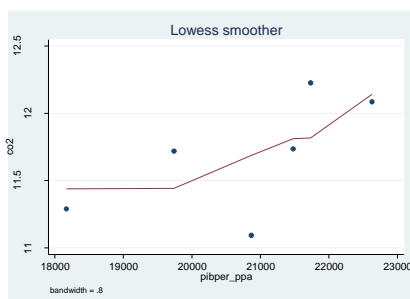
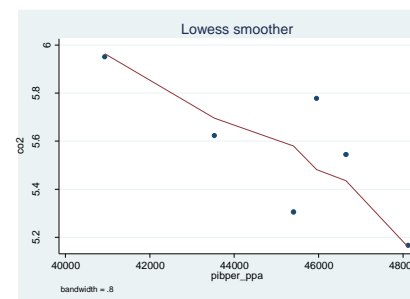
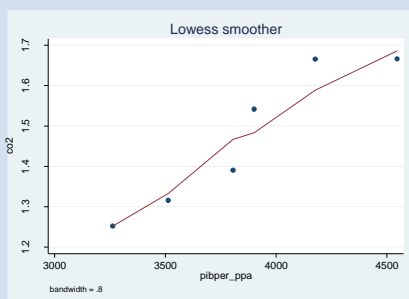
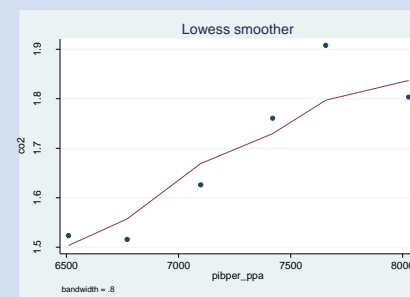
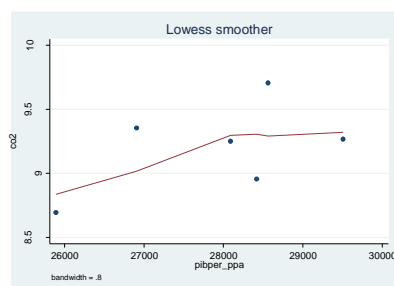
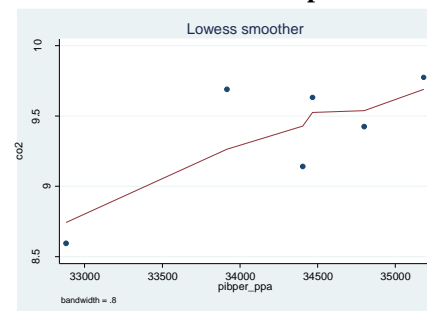


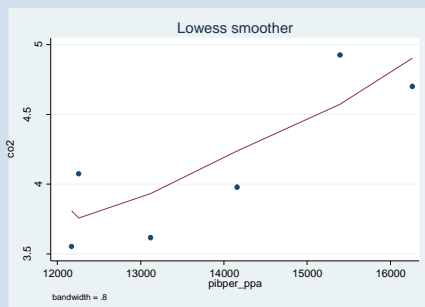
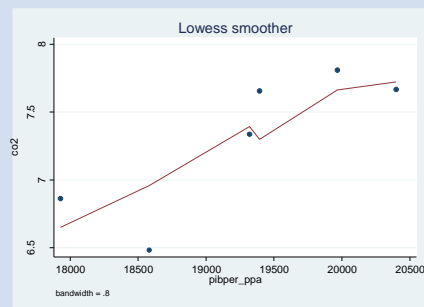
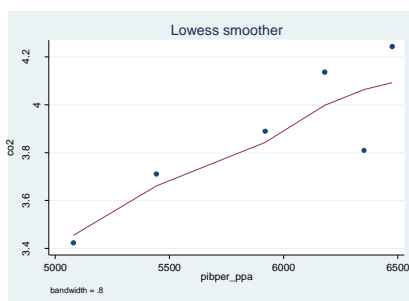
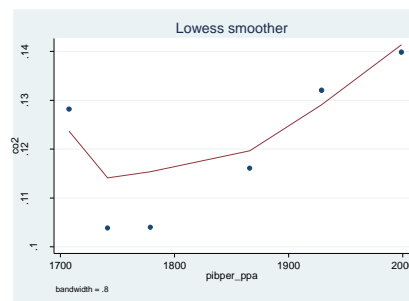
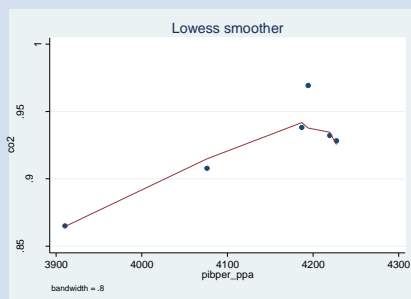
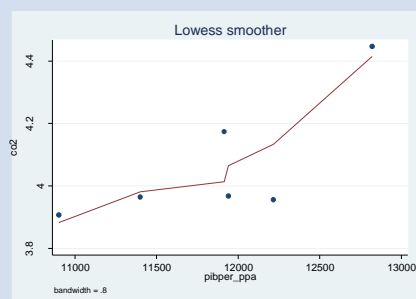
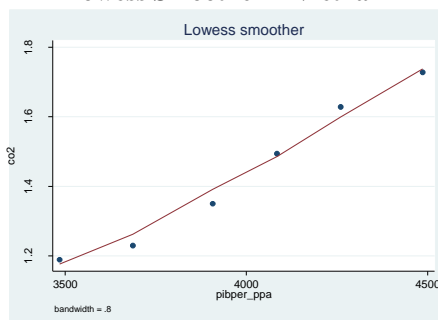
Lowess Smoother –China



Lowess Smoother – República de Corea



Lowess Smoother – Emiratos Árabes**Lowess Smoother – Filipinas****Lowess Smoother – Federación de Rusia****Lowess Smoother – Hong Kong****Lowess Smoother – India****Lowess Smoother – Indonesia****Lowess Smoother – Israel****Lowess Smoother – Japón**

Lowess Smoother – Líbano**Lowess Smoother –Malasia****Lowess Smoother – Mongolia****Lowess Smoother – Nepal****Lowess Smoother – Pakistán****Lowess Smoother –Tailandia****Lowess Smoother - Vietnam**

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 2: Modelo Pooled

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Media de los cuadrados</i>			
Modelo	253.384326	4	63.3460814	<i>Número de observaciones</i> =	126	
Residuo	13.0516687	121	0.107865031	<i>F(4, 121)</i> =	587.27	
<i>Total</i>	266.435994	125	2.13148795	<i>Prob > F</i> =	0.00000	
				<i>R Cuadrado</i> =	0.95100	
				<i>R Cuad. Ajustado</i> =	0.94940	
				<i>Error Cuadrático Medio</i> =	0.32843	

<i>logco2</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>t</i>	<i>P>t</i>	<i>[95% Intervalo de Confianza]</i>	
logpibper_ppa	5.197273	0.5029813	10.33	0	4.2015	6.193057
logpibper_ppa2	-0.245736	0.0253178	-9.71	0.0000	-0.2958594	0.1956127
loguso_ener	0.6232387	0.115752	5.38	0.0000	0.3940771	0.8524004
logdens_pob	-0.0542384	0.024407	-2.22	0.0280	-0.1025586	0.0059182
_cons	-29.89902	2.231232	-13.4	0.0000	-34.31634	-25.48171

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 3: Modelo Pooled con variable categórica país

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Media de los Cuadrados</i>			
Modelo	265.817432	24	11.0757263			
Residuo	0.618562188	101	0.006124378			
Total	266.435994	125	2.13148795			

	<i>Número de Obs.=</i>	126
	<i>F(24, 121) =</i>	1808.47
	<i>Prob > F =</i>	0.0000
	<i>R Cuadrado =</i>	0.9977
	<i>R Cuad. Ajustado=</i>	0.9971
	<i>Error Cuadrático Medio=</i>	0.07826

<i>logco2</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>t</i>	<i>P>t</i>	<i>[95% Intervalo de Confianza]</i>	
logpibper_ppa	3.046779	0.9645822	3.16	0.002	1.133	4.96025
logpibper_ppa2	-0.1517614	0.0514666	-2.95	0.004	-0.2538574	-0.0496655
loguso_ener	0.7857656	0.1285777	6.11	0.000	0.530702	1.040829
logdens_pob	-0.3202914	0.2066857	-1.55	0.124	-0.7303002	0.0897174
país						
2	1.079074	0.9931201	1.09	0.280	-0.8910088	3.049158
3	0.7504774	0.4608674	1.63	0.107	-0.1637595	1.664714
4	-0.3789973	0.4752307	-0.8	0.427	-1.321727	0.5637325
5	0.8736989	0.4426247	1.97	0.051	-0.0043495	1.751747
6	0.9163672	0.728582	1.26	0.211	-0.5289434	2.361678
7	0.8491771	0.4736917	1.79	0.076	-0.0904998	1.788854
8	-0.2776517	0.1606325	-1.73	0.087	-0.5963033	0.041
9	0.4104894	0.6408224	0.64	0.523	-0.8607299	1.681709
10	1.844889	1.332772	1.38	0.169	-0.7989717	4.488751
11	1.057554	0.700284	1.51	0.134	-0.3316214	2.446729
12	0.2240482	0.4452639	0.5	0.616	-0.6592357	1.107332
13	1.03755	0.6531082	1.59	0.115	-0.2580406	2.333141
14	0.8517708	0.6784376	1.26	0.212	-0.494067	2.197609
15	0.9710852	0.6653272	1.46	0.148	-0.348745	2.290915
16	0.4599993	0.3418821	1.35	0.181	-0.2182029	1.138201
17	-0.5406851	0.5206237	-1.04	0.302	-1.573462	0.4920923
18	-0.9100619	0.6430341	-1.42	0.160	-2.185669	0.3655449
19	0.4296993	0.581757	0.74	0.462	-0.72435	1.583749
20	0.4424097	0.4243318	1.04	0.300	-0.3993503	1.28417
21	0.8481841	0.625514	1.36	0.178	-0.3926674	2.089036
_cons	-18.50845	4.050647	-4.57	0.000	-26.54384	-10.47305

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 4: Test de WALD

test (1.país=0) (2.país=0) (3.país=0) (4.país=0) (5.país=0)
 (6.país=0) (7.país=0) (8.país=0) (9.país=0) (10.país=0)
 (11.país=0) (12.país=0) (13.país=0) (14.país=0) (15.país=0)
 (16.país=0) (17.país=0) (18.país=0) (19.país=0) (20.país=0)
 (21.país=0)

(1)	1b.país	=	0
(2)	2.país	=	0
(3)	3.país	=	0
(4)	4.país	=	0
(5)	5.país	=	0
(6)	6.país	=	0
(7)	7.país	=	0
(8)	8.país	=	0
(9)	9.país	=	0
(10)	10.país	=	0
(11)	11.país	=	0
(12)	12.país	=	0
(13)	13.país	=	0
(14)	14.país	=	0
(15)	15.país	=	0
(16)	16.país	=	0
(17)	17.país	=	0
(18)	18.país	=	0
(19)	19.país	=	0
(20)	20.país	=	0
(21)	21.país	=	0

Restricción 1 descartada

F (20,
101)= 101.51

Prob > F= 0.0000

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 5: Modelo de Efectos Fijos

Regresión de efectos fijos (intra)	Número de Obs =	126
Variable de grupo: país	Número de Grupos=	21
R2:		
<i>intra</i> = 0.6070	Obs por Grupo:	Mínimo= 6
<i>entre</i> = 0.3552		Promedio= 6.0
<i>general</i> = 0.3556		Máximo= 6
	F(9, 96)=	16.48
<i>corr(u_i,Xb)</i> = -0.6564	Prob> F=	0.0000

<i>logco2</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>t</i>	<i>P> t </i>	<i>[95% Intervalo de Confianza]</i>	
logpibper_ppa	3.149507	0.9477639	3.32	0.001	1.26821	5.030803
logpibper_ppa2	-0.1756428	0.051677	-3.4	0.001	-0.2782208	-0.0730648
loguso_ener	0.8157038	0.1287143	6.34	0.000	0.560208	1.0712
logdens_pob	-0.8548941	0.3070819	-2.78	0.006	-1.464447	-0.2453413
ano						
2006	-0.00865	0.0260102	-0.33	0.740	-0.0602798	0.0429799
2007	0.0607515	0.0323367	1.88	0.063	-0.0034365	0.1249394
2008	0.079198	0.0381802	2.07	0.041	0.0034108	0.1549851
2009	0.0744782	0.0402874	1.85	0.068	-0.0054916	0.154448
2010	0.0934082	0.049114	1.9	0.060	-0.0040822	0.1908986
_cons	-14.42996	3.909108	-3.69	0.000	-22.18948	-6.670442
sigma_u	1.5830603					
sigma_e	0.07646181					
rho	0.99767254	(fracción de la varianza debido a u _i)				

Prueba F para todo u_i=0

F (20, 96) = 106.07

Prob > F = 0.0000

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 6: Test de Wald Años**testparm i.ano**

(1) 2006.ano= 0

(2) 2007.ano= 0

(3) 2008.ano= 0

(4) 2009.ano= 0

(5) 2010.ano= 0

F(5, 99) = 1.96

Prob > F = 0.0915

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 7: Regresión de Efectos Fijos en corte

Regresión de efectos fijos (intra)		<i>Número de</i>	<i>Obs=</i>	126
Variable de grupo: pais		<i>Número de</i>	<i>Grupos=</i>	21
R2:		<i>Obs por</i>	<i>Mínimo=</i>	6
<i>intra =</i>	0.5669	<i>Grupo:</i>	<i>Promedio=</i>	6.0
<i>entre =</i>	0.8094		<i>Máximo=</i>	6
<i>general =</i>	0.8081		F(9, 96)=	33.05
<i>corr(u_i,Xb)=</i>	-0.0939		Prob> F=	0.0000

<i>logco2</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>t</i>	<i>P> t </i>	<i>[95% Intervalo de Confianza]</i>	
logpibper_ppa	3.046779	0.9645822	3.16	0.002	1.133307	4.96025
logpibper_ppa2	-0.1517614	-0.1517614	0.0514666	-2.950	0.004	-0.2538574
loguso_ener	0.7857656	0.7857656	0.1285777	6.110	0	0.530702
logdens_pob	-0.3202914	-0.3202914	0.2066857	-1.550	0.124	-0.7303002
_cons	-17.98754	-17.98754	3.709584	-4.850	0	-25.34635
sigma_u	0.6516123					
sigma_e	0.07825841					
rho	0.98578117	(fracción de la varianza debido a u _i)				

Prueba F para todo u_i=0

F (20, 101) = 101.51

Prob > F = 0.0000

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 8: Regresión de Efectos Aleatorios (MCG)

Regresión de Efectos Aleatorios (MCG)		<i>Número de Observaciones</i> =	126
<i>Variable de Grupo: pais</i>		<i>Número de Grupos</i> =	21
<i>R2: Intra</i> =	0.5575	<i>Observaciones por grupo:</i>	<i>Mínimo</i> = 6
<i>Entre</i> =	0.9434		<i>Promedio</i> = 6.0
<i>General</i> =	0.9412		<i>Máximo</i> = 6
corr(u _i , X) = 0 (asumido)		<i>Wald chi2(9)</i> =	432.98
		<i>Prob > chi2</i> =	0.0000

<i>logco2</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>z</i>	<i>P>z</i>	<i>[95% conf. Interval)</i>	
logpibper_ppa	2.762512	0.5997927	4.61	0.0000	1.58694	3.938084
logpibper_ppa2	-0.1288782	0.0300973	-4.28	0.0000	-0.1878678	-0.0698885
loguso_ener	0.795515	0.1147883	6.93	0.0000	0.5705341	1.020496
logdens_pob	-0.0593862	0.047341	-1.25	0.2100	-0.1521728	0.0334004
_cons	-18.73267	2.645356	-7.08	0.0000	-23.91747	-13.54787
sigma_u	0.35566272					
sigma_e	0.07825841					
rho	0.95382022					(fracción de la varianza debido a u _i)

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 9: Test de Hausman

	Coeficientes			$\sqrt{\text{diag}(V_b - V_B)}$ S.E.
	(b) FIJO	(B) ALEATORIO	(b-B) Diferencia	
logpibper_~a	3.046779	2.762512	0.2842668	0.7554255
logpibper_~2	-0.1517614	-0.1288782	-0.0228833	0.0417488
loguso_ener	0.7857656	0.795515	-0.0097494	0.0579299
logdens_pob	-0.3202914	-0.0593862	-0.2609052	0.201191

b = constante bajo Ho y Ha; obtenido a partir de xtreg

B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido a partir de xtreg

Prueba: Ho: Diferencia en los coeficientes no sistemáticos

$$\begin{aligned} \chi^2(11) &= (b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B) \\ &= 10.90 \\ \text{Prob} > \chi^2 &= 0.0277 \\ & \text{(V}_b - V_B \text{ no es definida positiva)} \end{aligned}$$

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 10: Prueba de heterocedasticidad de modelos de efectos fijos

Prueba de Wald modificado para heterocedasticidad groupwise en el modelo de refresión de efectos fijos in fixed effect regression model

H0: $\sigma^2(i) = \sigma^2$ para todo i

$$\begin{aligned} \chi^2(22) &= 84262.71 \\ \text{Prob} > \chi^2 &= 0.0000 \end{aligned}$$

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 11: Prueba de autocorrelación en los países de modelo de efectos fijos

Prueba de Pesaran de la independencia de la	, Pr=
sección transversal =	-1.083 1.7213
Valor promedio absoluto de los elementos	
fuera de la diagonal=	0.417

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 12: Prueba de autocorrelación en el tiempo de modelo de efectos fijos

Test de Wooldridge para autocorrelación en datos de panel

H0: Sin autocorrelación de primer orden

$$F(1, 20) = 51.313$$

$$\text{Prob} > F = 0.0000$$

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 13: Modelo de Efectos Fijos con efectos de corte y tiempo corregido por errores estándares robustos ajustados por 21 clústers en la variable país

Regresión de efectos

fijos (intra)		Número de observaciones=	126
Variable de grupo: país		Número de grupos=	21
R2: intra =	0.607	Observaciones por grupo: min =	6
entre =	0.3552	promedio =	6.0
general =	0.3556	max =	6
		F(6,21) =	109.44
corr(u_i, Xb) =	-0.6564	Prob > F =	0.0000

(Error estándar ajustado por 21 clústers en país)

<i>logco2</i>	<i>Robusto</i>					<i>[95% Intervalo de Confianza]</i>	
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>t</i>	<i>P>t</i>			
logpibper_ppa	3.149507	0.7695634	4.09	0.001	1.544226	4.754788	
logpibper_ppa2	-0.1756428	0.0499637	-3.52	0.002	-0.2798653	-0.0714203	
loguso_ener	0.8157038	0.2546772	3.2	0.004	0.2844566	1.346951	
logdens_pob	-0.8548941	0.5563317	-1.54	0.14	-2.015382	0.3055936	
2006	-0.00865	0.0218328	-0.4	0.696	-0.0541924	0.0368925	
2007	0.0607515	0.071618	0.85	0.406	-0.0886411	0.210144	
2008	0.079198	0.0844505	0.94	0.36	-0.0969626	0.2553586	
2009	0.0744782	0.0848915	0.88	0.391	-0.1026024	0.2515588	
2010	0.0934082	0.1036389	0.9	0.378	-0.1227788	0.3095951	
_cons	-14.42996	4.141858	-3.48	0.002	-23.06972	-5.790196	
sigma_u	1.5830603						
sigma_e	0.07646181						
					(fracción de la varianza debido a u_i)		
rho	0.99767254						

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial

Anexo 14: Modelo pooled con variables categóricas de corte y tiempo corregido por errores estándares robustos ajustados por 21 clústers en la variable país

Número obs. = 126

F(8, 20) = .

Prob > F = .

R-cuadrado = 0.9979

Error Cuadrático Medio = 0.07646

(Error estándar ajustado por 21 clústers en país)

<i>logco2</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>		<i>t</i>	<i>P>t</i>	<i>[95% Intervalo de Confianza]</i>	
		<i>Robusto</i>					
logpibper_ppa	3.149507	0.8459365		3.72	0.001	1.385	4.914099
logpibper_ppa2	-0.1756428	0.0549222		-3.2	0.005	-0.2902086	-0.0610771
loguso_ener	0.8157038	0.2799519		2.91	0.009	0.2317345	1.399673
logdens_pob	-0.8548941	0.6115433		-1.4	0.177	-2.130551	0.4207629
Arabia Saudita	-2.058065	1.424177		-1.45	0.164	-5.028846	0.9127165
Bangladesh	0.5615687	0.6584918		0.85	0.404	-0.8120212	1.935159
Brunei Darussalam	-0.1233654	0.0291958		-4.23	0.000	-0.1842668	-0.062464
Camboya	-2.324421	1.180036		-1.97	0.063	-4.785934	0.1370915
China	-0.4703732	0.6309722		-0.75	0.465	-1.786558	0.8458117
República de Corea	0.6979931	0.6751378		1.03	0.314	-0.7103196	2.106306
Rusia	-2.78005	1.986121		-1.4	0.177	-6.923026	1.362926
Filipinas	-0.5951509	0.3025111		-1.97	0.063	-1.226178	0.0358761
Hong Kong	3.216678	2.6819		1.2	0.244	-2.377668	8.811024
India	0.0985076	0.2490093		0.4	0.697	-0.4209166	0.6179318
Indonesia	-1.151561	0.5976245		-1.93	0.068	-2.398184	0.0950617
Israel	0.6151068	0.5189035		1.19	0.250	-0.4673069	1.69752
Japón	0.5253422	0.6027962		0.87	0.394	-0.7320685	1.782753
Líbano	0.4171198	0.4399089		0.95	0.354	-0.5005141	1.334754
Malasia	-0.8491393	0.5549463		-1.53	0.142	-2.006737	0.3084584
Mongolia	-4.309042	3.36508		-1.28	0.215	-11.32848	2.710392
Nepal	-2.471465	0.804431		-3.07	0.006	-4.149479	-0.7934515
Pakistán	-0.8283312	0.4686134		-1.77	0.092	-1.805842	0.1491791
Tailandia	-0.7846592	0.4628516		-1.7	0.106	-1.750151	0.1808323
Vietnam	-0.2971804	0.3706796		-0.8	0.432	-1.070405	0.4760437
2006	-0.00865	0.0239995		-0.36	0.722	-0.0587121	0.0414122
2007	0.0607515	0.0787255		0.77	0.449	-0.1034671	0.22497
2008	0.079198	0.0928315		0.85	0.404	-0.1144451	0.2728411
2009	0.0744782	0.0933164		0.8	0.434	-0.1201763	0.2691327
2010	0.0934082	0.1139242		0.82	0.422	-0.1442336	0.33105
_cons	-13.81517	4.738402		-2.92	0.009	-23.69931	-3.931041

Elaborado por: Los Autores / Fuente de Datos: Banco Mundial