



Trabajo Fin de Grado

**Curva de Kuznets Ambiental:
Estudio del impacto de la Inversión Extranjera Directa y el
Comercio en las emisiones de CO₂ en el sudeste asiático**

Autora

Paula M^a Trallero Palacín

Directores

**Majed Atwi Saab
Jesús Mur Lacambra**

Autora: Paula María Trallero Palacín

Directores: Majed Atwi Saab y Jesús Mur Lacambra

Título: Curva de Kuznets Ambiental: Estudio del impacto de la Inversión Extranjera

Directa y el comercio en las emisiones de CO₂ en el sudeste asiático.

Titulación: Grado en Economía

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es estudiar el impacto que ejercen tanto la Inversión Extranjera Directa como la apertura comercial en la degradación ambiental, en nuestro caso, en la emisión de CO₂. En concreto, nos centraremos en la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), que relaciona el crecimiento económico y la degradación ambiental, obteniéndose una forma funcional de U invertida.

Para ello, utilizaremos datos de panel para un grupo de 8 países asiáticos en el período comprendido entre 1975 y 2014. El motivo de dicha elección es que en estos países se lleva produciendo en los últimos años un aumento tanto de las emisiones de CO₂ como de la IED y el comercio, donde las regulaciones ambientales son más laxas.

Los resultados de la estimación reflejan un impacto positivo del comercio en la degradación ambiental pero, por otro lado, el impacto de la IED no es significativo.

ABSTRACT

The aim of this final thesis is to study the impact of Foreign Direct Investment and trade opening on the environmental degradation caused by CO₂ emissions. Specifically, we will be focused on the Environmental Kuznets Curve hypothesis (EKC), which relates economic growth to environmental degradation, obtaining an inverted U shaped functional form.

For this purpose, we will use panel data for a group of 8 Asian countries referring to the time period between 1975 and 2014. The reason why we have chosen these countries, where the environmental regulations are lax, is that there has been an increase in their CO₂ emissions, FDI and trade during the last few years.

The results of the estimation reflect the positive impact of trade on the environmental degradation but, on the other side, the impact of FDI is not significant.

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT.....	2
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS.....	4
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO II: CONTEXTO HISTÓRICO Y LITERATURA DE REFERENCIA.....	6
2.1) Contexto histórico.....	6
2.1.1) Historia del pensamiento económico ambiental.....	6
2.1.2) Principales Acuerdos Internacionales.....	8
2.2) Curva de Kuznets Ambiental.....	9
2.2.1) Fundamentos de la CKA.....	10
2.2.2) Efectos de la IED y el comercio en las emisiones de CO ₂	12
CAPÍTULO III: CASO DE ESTUDIO.....	15
3.1) Descripción de datos.....	16
3.2) Descripción de países.....	20
CAPÍTULO IV: EVIDENCIA EMPÍRICA DE LA CKA.....	26
4.1) Introducción a los modelos de panel.....	26
4.2) Aplicación econométrica.....	29
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
WEBGRAFÍA.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico 2.1: La Curva de Kuznets Ambiental.....	10
Tabla 3.1: Estadística descriptiva de los 8 países seleccionados.....	17
Gráfico 3.1: Evolución temporal de la IED, valor agregado en % del PIB.....	17
Gráfico 3.2: Evolución del PIB per cápita agregado para el período 1975-2014.....	18
Gráfico 3.3: Evolución temporal del comercio, valor agregado en % del PIB.....	18
Gráfico 3.4: Emisiones totales de toneladas métricas de CO ₂ 1975-2014.....	19
Gráfico 3.5: Relación entre PIB per cápita y emisiones de CO ₂ en 2014.....	20
Tabla 3.2: Principales indicadores de desarrollo.....	20
Gráfico 4.1: Gráfico temporal de las distintas variables a estudiar.....	29
Tabla 4.1: Resultados de la estimación. Variable dependiente “Emisiones”.....	30
Gráfico 4.2: Gráfico de cajas de los residuos del modelo Pool.....	31
Gráfico 4.3: Gráfico de cajas de los residuos por país del modelo MEF.....	31
Gráfico 4.4: Normalidad de los residuos del modelo MEF.....	32
Gráfico 4.5: Gráfico de caja de los residuos del modelos MEF robusto.....	32
Gráfico 4.6: Normalidad de los residuos del modelo MEA.....	33
Gráfico 4.7: Gráfico de cajas de los residuos del modelo MEA.....	34
Gráfico 4.8: Variable “l_Emisiones” observada y estimada del modelo MEF.....	34

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

A raíz de la Revolución Industrial el deterioro ambiental ha aumentado de manera exponencial, pasando la concentración media mundial de gases de efecto invernadero (GEI) de 280 ppm¹ a mitad del siglo XVIII a más de 400 en la actualidad², pero no fue hasta los años setenta u ochenta del siglo XX cuando se empezó a ver una preocupación cada vez mayor por la situación del medioambiente.

Dicho deterioro acelerado es conocido como cambio climático, entendido como *el cambio en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.*³

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), tanto el crecimiento económico como el crecimiento de la población son los principales responsables del aumento en las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), contribuyendo dichas emisiones al 78% del aumento de los GEI de 1970 a 2010.

Uno de los instrumentos que se ha utilizado más a menudo en la literatura para investigar la relación entre deterioro medioambiental y crecimiento económico es la aplicación de la determinada Curva de Kuznets Ambiental (CKA).

El presente trabajo se estructura de tal forma que en el Capítulo II se presentan los fundamentos de la Curva de Kuznets Ambiental así como los efectos de la IED y el comercio en las emisiones de CO₂, y sus antecedentes a modo de contexto histórico. En el Capítulo III se describen tanto los datos como los países objeto de análisis, el Capítulo IV ofrece los resultados de la estimación econométrica y, por último, se exponen las conclusiones finales que se derivan de este trabajo en el capítulo V.

¹ Ppm abreviatura de “partes por millón”.

² Boletín de la OMM basado en el Programa de Vigilancia de la Atmósfera Global de la Organización Meteorológica Mundial.

³ Definición realizada por la Convención Marco de Naciones Unidas (1992). Artículo 1.2

CAPÍTULO II: CONTEXTO HISTÓRICO Y LITERATURA DE REFERENCIA

Este capítulo se centrará en una breve revisión histórica del pensamiento económico ambiental y su contexto para entender la evolución tanto de las prioridades y preocupaciones de cada época, como los Acuerdos Internacionales que se derivan de ellos. Posteriormente se apuntan los fundamentos que sostienen la CKA y una revisión de algunos trabajos dedicados al estudio tanto de la IED como de la apertura comercial sobre las emisiones de CO₂.

2.1) Contexto histórico:

2.1.1) Historia del pensamiento económico ambiental:

Para entender la relación actual entre economía y naturaleza, es necesario plantear brevemente el recorrido de ésta a lo largo de la historia así como el momento en que estas dos variables se divorcian y la necesidad de retomar su enlace de nuevo.

En primer lugar, para los fisiócratas en el siglo XVIII, encabezados por François Quesnay, el motor de crecimiento era la agricultura, siendo únicamente la naturaleza capaz de crear nuevos productos y excedentes, por lo que el sistema económico se veía subordinado a la capacidad de regeneración del sistema natural. Para los fisiócratas, el crecimiento económico iba de la mano del crecimiento físico, es decir, intentaron entender la gestión de la economía monetaria bajo unos principios acordes con las leyes del mundo físico.

Con los economistas clásicos se empieza a producir la ruptura entre economía y naturaleza al centrar su discurso en el trabajo y las mercancías como objeto de estudio. Durante el siglo XIX se van desarrollando diversas ciencias naturales como la mineralogía con las que se eliminó la idea vigente en el siglo anterior sobre el crecimiento continuo de los minerales y la Tierra misma. Para los clásicos, la Tierra conlleva al sistema hacia un estado estacionario; entendían que el crecimiento de la población, la producción y el consumo material resultaba inviable a largo plazo si la Tierra no crecía. Por lo que, aunque no tenían en cuenta en sus razonamientos a la naturaleza, los recursos naturales sí estaban presentes en sus discursos por su influencia

decisiva en las limitaciones al crecimiento económico a largo plazo, por ejemplo, la limitación de la tierra cultivable y la ley de los rendimientos decrecientes de David Ricardo (1817) o el crecimiento en progresión geométrica de la población frente al crecimiento en progresión aritmética de los alimentos propuesto por Malthus (1798).

Fue de la mano de los economistas neoclásicos, a finales del siglo XIX y principios del XX cuando se separó por completo el razonamiento económico del mundo físico, ciñéndose meramente al concepto de valor. Esta disociación se mantuvo hasta que las recientes evidencias ecológicas (la destrucción de la capa de ozono, la pérdida de biodiversidad, el efecto invernadero, el cambio climático, la desertificación, la contaminación del agua, etc.) han exigido una nueva conexión entre lo económico y lo físico.

Se explica así la diferencia que se ha producido a lo largo de la historia entre la ecología (similar a la economía de la naturaleza que defendían los fisiócratas del siglo XVIII) y la idea de economía (la versión de sistema económico adoptada por los autores neoclásicos a finales del siglo XIX, donde razona sobre el conjunto de objetos que son apropiables, valorables y producibles), donde cada una de dichas disciplinas razonan sobre *oikós* diferentes (Naredo, 2006).

Naredo (2006) incluye diferencias adicionales entre economía y ecología; mientras que la economía suele trabajar con una noción de sistema permanentemente equilibrado (en referencia al equilibrio en la contabilidad de la partida doble, así como la idea de que todo lo producido es consumido), la ecología se sostiene en sistemas físicos abiertos permanentemente desequilibrados sujetos a la ley de la entropía. Por lo que señala objetos de estudio diferentes, así como sistemas de razonamiento diferentes entre esas disciplinas señaladas.

Por último, cabe señalar la distinción entre Economía Ambiental y Economía Ecológica. La Economía Ambiental asienta sus raíces en la teoría de los bienes públicos de Wicksell (1896) y Bowen (1948) o la teoría del equilibrio de Walras (1874). A su vez, busca corregir las externalidades negativas como la contaminación (Marshall, 1890 y Pigou, 1920), o conseguir la eficiencia en la gestión de los recursos agotables desde el instrumento analítico de la economía que razona en términos de coste - beneficio⁴, proponiendo soluciones como los derechos de propiedad para limitar la capacidad

⁴ Definición de Economía Ambiental realizada en 1987 por Kneese y Russell.

contaminante, establecer un nivel óptimo de contaminación o la intervención del Estado. Por el contrario, la Economía Ecológica considera los procesos de la economía como parte integrante de la versión agregada de la naturaleza que es la biosfera y los ecosistemas que la componen.

2.1.2) Principales Acuerdos Internacionales Ambientales:

Uno de los primeros informes sobre crecimiento económico y recursos naturales, “*Los límites del crecimiento*” (1972) encargado al MIT por el Club de Roma y encabezado por Donella Meadows era particularmente catastrófico llegando a la conclusión de que «*si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, alcanzará los límites absolutos de crecimiento de la Tierra durante los próximos cien años*». El informe “*The Global 2000*” dirigido por Gerald O. Barney (1981) muestra un horizonte todavía más sinuoso en cuanto a desforestación, deterioro de suelos, posibles aumento de la desnutrición y enfermedades así como conflictos se refiere. El “*Informe Stern sobre la economía del cambio climático*” (Stern, 2006) por ejemplo, concluye que el coste del cambio climático supone el 20% del PIB mundial y mitigarlo sólo supondría una inversión del 1% del PIB.

Esta sucesión de informes, en un contexto de concienciación social sobre cuestiones medioambientales creciente, movilizó la diplomacia internacional para alcanzar acuerdos que detuvieran el proceso de degradación. Particularmente importante fue la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano de Estocolmo en 1972 donde se subrayó la necesidad de modificar las tendencias al deterioro ambiental global y promovió el lanzamiento del Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA).

En 1987 se publica el Informe Brundtland de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo “*Our Common Future*” (CMMAD, 1987), donde se institucionalizó el concepto de “desarrollo sostenible” definido como aquel que *satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones*.

En 1997 se establece el Protocolo de Kyoto en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) cuyo objetivo era reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global en, al menos, un 5% entre 2008-2012 respecto a las emisiones de 1990. El Protocolo no entró en vigor hasta 2005, aunque EEUU nunca lo ratificó. A raíz de dicho protocolo se establecieron nuevas políticas nacionales, nuevos mecanismos institucionales así como un nuevo mercado internacional del carbono.

Este mercado se basa en unos derechos de emisión que son asignados por los gobiernos a las empresas quienes, si emiten menos de lo que les han asignado, pueden vender los permisos sobrantes y viceversa, por lo que la inversión en tecnologías limpias será rentable si permite ahorrar en la compra de derechos de emisión. En teoría era una solución para evitar la sobreproducción de contaminación al margen de otros métodos como la prohibición de ciertas tecnologías o los impuestos a los bienes contaminantes pero en la práctica se puede incurrir en el peligro de que se concedan permisos por encima de las emisiones que se han realizado, o asignar una mayor cantidad a los sectores más contaminantes.

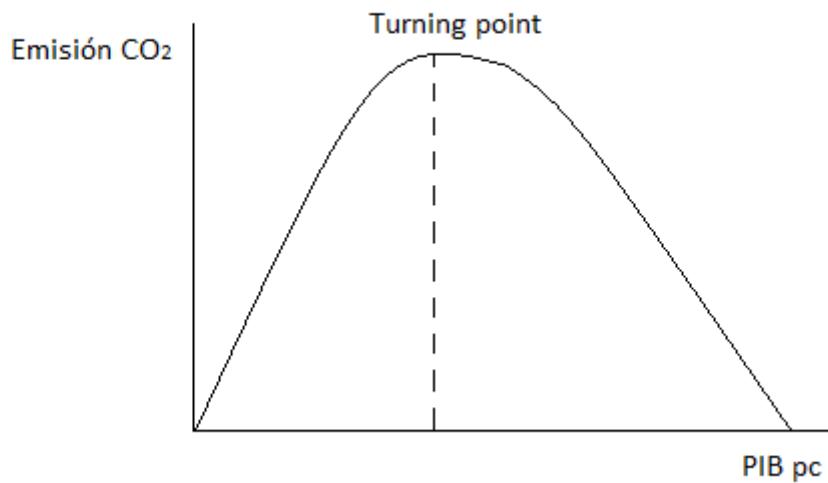
En 2015 de nuevo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) establece el Acuerdo de París sobre el clima (COP 21), donde, entre otros objetivos, encontramos la intención de disminuir las emisiones de CO₂ un 40% para el año 2030. A su vez, en este mismo año la Cumbre de Desarrollo Sostenible en Nueva York aprobó las 17 metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la Agenda 2030, donde se aprecia la intención de luchar contra el cambio climático y reducir las emisiones de CO₂, en sustitución a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para 2015.

2.2) Curva de Kuznets Ambiental:

Kuznets (1955) conecta el crecimiento económico con la desigualdad, y encuentra que hay una relación bastante sistemática. Esta discusión se traslada rápidamente al ámbito del medioambiente a través de la Curva de Kuznets ambiental (CKA), término acuñado a raíz de los trabajos realizados por Grossman y Krueger (1991), Shafik y Bandyopadhyay (1992) y Panayotou (1993). La hipótesis de la CKA sostiene que hay una relación de U invertida entre el crecimiento económico y la

degradación ambiental, es decir, el deterioro ambiental es una función creciente en del PIB per cápita hasta un determinado punto crítico o *turning point* a partir del cual conforme aumenta la renta se obtienen niveles cada vez menores de degradación ambiental, tal como se muestra en el gráfico 2.1.

Gráfico 2.1: La Curva de Kuznets Ambiental



Fuente: elaboración propia

2.2.1) Fundamentos de la CKA:

Los fundamentos que sostienen la hipótesis de la CKA se basan en la elasticidad renta de la demanda de calidad ambiental, los efectos escala, composición y tecnología y el comercio internacional. A su vez se añaden otros aspectos a tener en cuenta en el caso de países en desarrollo como son la desigualdad en la distribución de la renta, el marco institucional y las regulaciones ambientales.

En los países en desarrollo la elasticidad renta de la calidad ambiental es superior a la unidad, entendiéndose la preservación del medioambiente como un bien de lujo, ya que al tener menores ingresos el objetivo principal es cubrir las necesidades básicas, (Shafik et al., 1992).

Por otro lado, un nivel de renta per cápita mayor tampoco garantiza *per se* mayor nivel de educación y por ende mayor interés en la problemática ambiental. La demanda de mejoras ambientales se relaciona con la distribución de la renta y no con el ingreso en sí. Si se entiende que la propensión a contaminar es mayor en los estratos de menor ingreso, un país con mayor desigualdad aumentaría el índice de contaminación. (Alfranca Burriel, 2007).

Los efectos escala subyacentes a la CKA suponen que al aumentar la actividad económica, se genera una cantidad mayor de residuos y emisiones contaminantes. En el proceso de desarrollo de un país debe tenerse en cuenta tanto el efecto composición, que supone el paso de una economía basada en la industria a una economía cuyo mayor aporte es el sector servicios, como el efecto tecnología, que supone destinar mayores recursos a la inversión en tecnologías limpias. Ambos procesos supondrán menores niveles de deterioro ambiental, por lo que el paso del *turning point* se dará cuando los efectos composición y tecnología superen al efecto escala, logrando así revertir la dirección creciente de la pendiente. (Grossman y Krueger, 1991).

El comercio internacional también puede influir en la pendiente de la CKA. Por un lado, éste puede aumentar el tamaño de la economía y, en consecuencia, el deterioro ambiental debido al efecto escala. Por otro lado, debe tenerse en cuenta el problema derivado de la apertura comercial que tiende a incrementar las industrias contaminantes en los países menos desarrollados, que así obtienen una ventaja comparativa en relación a los países desarrollados, donde la regulación ambiental es mucho más estricta. (Arrow et al., 1995; Stern et al., 1996; Dasgupta et al. 2001).

Si bien el fortalecimiento de la regulación ambiental en países desarrollados ha logrado grandes avances en la minimización de los efectos negativos sobre la calidad ambiental, ellos mismos han tendido a relocalizar sus industrias más contaminantes en países en desarrollo (Zilio, 2012). Este proceso de relocalización se conoce como la *Hipótesis del Paraíso de Contaminadores*, por lo que, aunque ciertos países puedan reflejar una disminución en sus emisiones, a nivel global continúan aumentando. En ocasiones, determinados gobiernos conceden de manera gratuita derechos de emisión de CO₂ para impedir la deslocalización. En general, el movimiento ecologista es contrario a estas prácticas dado que prolongan la dependencia de los combustibles fósiles. Además, al tener una menor presión en las regulaciones ambientales, se produce la sobreexplotación de recursos naturales y el agotamiento de recursos no renovables.

En los países menos desarrollados, el principal canal de transferencia de tecnología es la inversión extranjera directa. Una forma de atraer inversiones del extranjero, en ausencia de factores de atracción de IED como la mano de obra cualificada o buenas infraestructuras, es estableciendo regulaciones ambientales más laxas. El denominado *pollution haven* se convierte en un mecanismo más para obtener ventajas en el comercio internacional, siendo también beneficioso para las empresas de países desarrollados donde deben operar en territorios con regulaciones más exigentes, y conseguir soportar además unos costes salariales menores (Zilio, 2012).

En el caso particular del dióxido de carbono, es necesario el establecimiento de un marco institucional eficiente ya que, por un lado se necesita un grado de concienciación tanto institucional como social para revertir la degradación ambiental, que no aparece asociado al crecimiento económico *per se*. Por otro lado, es necesaria la elaboración de políticas ambientales activas en los países receptores de IED para evitar que se conviertan en los denominados paraísos de contaminación.

2.2) Efectos de la IED y el comercio en las emisiones de CO₂:

Para entender los efectos de la Inversión Extranjera Directa en las emisiones de CO₂, es necesario tener en cuenta más elementos. Algunos estudios (Cole, Elliot, Fredriksson, 2004) han apreciado que la IED afecta a la política ambiental y ésta depende del grado de corruptibilidad del gobierno local. De dicho trabajo se extrae que si el grado de corruptibilidad es suficientemente alto, la IED conduce a una política ambiental más laxa y por tanto contribuye a la creación de paraísos de contaminación.

En este trabajo, los autores sostienen que el establecimiento de una planta extranjera tiene dos efectos principales en la formulación de políticas medioambientales locales. En primer lugar, la IED conduce a una mayor producción destinada al mercado local, por lo que el impuesto que se aplique será mayor. Esto aumenta el tamaño del soborno ofrecido por el lobby extranjero para un impuesto de contaminación más bajo, lo que se conoce como el “*efecto soborno*”. En segundo lugar, en un mercado de competencia imperfecta, el gobierno tiene incentivos para reducir el impuesto de contaminación por debajo del óptimo consiguiendo así estimular la producción y aumentar el excedente del consumidor. En el momento en que aumenta el número de

empresas y, por tanto, el nivel de competencia, se reduce el incentivo del gobierno a reducir el impuesto; esta práctica se conoce como “*efecto bienestar*” que conduce a un mayor impuesto de la contaminación.

Cuando el grado de corruptibilidad es relativamente alto (es decir, el “*efecto soborno*” es mayor que el “*efecto bienestar*”), la IED puede crear paraísos de contaminadores, mientras que, si el grado de corruptibilidad es bajo, puede disminuir el daño por contaminación a pesar de aumentar la producción total.

Otros autores se han centrado en el estudio de la relación entre crecimiento económico y las emisiones de CO₂ teniendo en cuenta a su vez la IED y la apertura comercial (Lau et al. 2014 en el caso de Malasia).

La IED puede conducir, por un lado, a un aumento de la producción nacional provocando un aumento de la emisión de CO₂ y, por otro lado, puede contribuir al progreso tecnológico mejorando la eficiencia energética y reduciendo así las emisiones, por lo que reduciría el deterioro ambiental.

La apertura comercial tiene tres efectos fundamentales sobre la calidad ambiental ya mencionados: efecto escala, efecto tecnología y efecto composición. Algunos estudios (Helpman, 1998; Managi et al., 2008; Shahbaz et al., 2012) sugieren que el comercio internacional es beneficioso para el medio ambiente porque, debido a la competencia entre países, se utiliza de manera eficiente los recursos escasos pero, por otro lado, Copeland y Taylor (2004), Jalil y Mahmud (2009) y Schmalensee et al. (1998) sostienen que el comercio incentiva el agotamiento de dichos recursos naturales.

Del estudio de Lau et al. (2014) se concluye que, aunque la IED y la apertura comercial pueden promover un mayor crecimiento económico en el caso de Malasia, también conducen a una mayor contaminación industrial y empeora la calidad ambiental, por lo que proponen encaminar los flujos de IED hacia mejoras de la eficiencia energética en el país receptor de la inversión.

Otro estudio centrado en la región de Asia Meridional y Sudoriental (Ranjan, Prasad, 2017), revela que el consumo de energía primaria y combustibles fósiles, la urbanización así como la IED afectan a las emisiones regionales de CO₂, aumentando la concentración de gases de efecto invernadero y contribuyendo a la degradación ambiental.

El proceso de urbanización se acelerará en las próximas décadas al mismo tiempo que la población mundial continúa creciendo. En concreto, se espera que la población en 2030 sea el triple de la población que había en 1970. Este aumento de la población consumirá más del 50% del total de la energía y producirán más del 60% de las emisiones de CO₂ contribuyendo así al calentamiento global. Este artículo refleja que, desde 2001 las emisiones han ido aumentando rápidamente en los países en desarrollo y en transición, especialmente en China, India y Asia Meridional y Sudoriental (SSEA), quienes representan más del 50% de las emisiones mundiales de CO₂. En busca del crecimiento económico, muchas economías en desarrollo aceleran sus tasas de urbanización sin atender a sus consecuencias, lo que resulta en graves problemas de contaminación.

Pochanart et al. (2004), han estudiado el problema de la contaminación que trasciende fronteras en las economías de Asia oriental. Además de factores externos, observan que existen factores internos como los clusters urbanizados, la expansión de las industrias, el aumento de los ingresos de la clase media o el aumento de la demanda de automóviles que también agravan la contaminación del aire.

Estudios previos como el de Al-Mulali y Ozturk (2015) basados en la región MENA (Middle East and North Africa) concluyeron que el consumo de energía, la urbanización, la apertura comercial y el desarrollo industrial perjudica a la calidad ambiental, mientras que la estabilidad política reduce el deterioro ambiental a largo plazo.

Ranjan y Prasad (2017) concluyen que, en los países de altos ingresos no hay correlación entre las emisiones de CO₂, el consumo de energía primaria, la urbanización y la IED, posiblemente debido a las regulaciones vigentes para controlar la contaminación ambiental. En los países de ingreso medio, el efecto del consumo de energía primaria sobre las emisiones es más fuerte que el impacto de los flujos de IED y, por último, en los países de ingreso bajo no se encuentra efecto de la IED y la urbanización sobre la emisión de CO₂, probablemente debido al lento crecimiento económico y las bajas tasas de urbanización y entradas de capital extranjero.

Otra línea de investigación se centra en el estudio de las emisiones de CO₂ y la *Hipótesis del paraíso de contaminadores* (PHH por sus siglas en inglés). Por ejemplo, Sapkota y Bastola (2017) tratan el caso de América Latina donde, además de la IED y el

ingreso, incluyeron otras variables como la tasa de desempleo, el capital físico y humano, el uso de energía y la densidad de población.

En su estudio en América Latina, Sapkota y Bastola concluyen que la IED está relacionada positivamente con la contaminación, que respalda la hipótesis del paraíso de Contaminadores. A su vez, indican que el impacto del capital humano en la emisión de contaminantes está negativamente correlacionada en los países de bajos ingresos y, por el contrario, positivamente correlacionado en países de altos ingresos, por lo que sugieren políticas dirigidas a aumentar el capital humano para contribuir a reducir la contaminación, así como centrarse en atraer industrias limpias y eficientes energéticamente a través de la IED.

Liang (2008) concluyó que el comercio y la IED tenían un efecto beneficioso en el medio ambiente en China, donde aumentaba la productividad y la eficiencia energética a través de la entrada de tecnología nueva y mejorada. Por otro lado, Acharyya (2009), estudiando el caso de la India, dedujo que la entrada de IED en el país en la década de 1990 tuvo un impacto positivo en las emisiones de CO₂ a través del aumento de la producción.

Otros informes, como el de Lan et al. (2012) concluyen que el nivel de capital humano tiene un impacto determinante en el efecto de la IED en las emisiones. En concreto demuestran que la Hipótesis del Paraíso de Contaminadores es más evidente en aquellos territorios donde el nivel de capital humano es bajo: cuanto mayor es el nivel de capital humano, es más probable absorber tecnología verde y obtener una menor contaminación ambiental.

CAPÍTULO III: CASO DE ESTUDIO

En este capítulo se realiza una pequeña descripción de las variables que se incluirán en el posterior estudio econométrico, así como una reseña de los principales datos estadísticos de los países asiáticos escogidos. En concreto, vamos a trabajar con Pakistán, Sri Lanka, Filipinas, Malasia, India, Tailandia, Bangladesh y Singapur como economías representativas del estado de la región.

3.1) Descripción de datos:

En la literatura económica sobre la CKA se han utilizado diversos indicadores medioambientales como las emisiones de gases en la atmósfera, la contaminación del agua, la deforestación, el volumen de residuos generados, etc. El modelo presión-estado-respuesta (PER)⁵ desarrollado por la OCDE trata de responder a tres preguntas: ¿Qué afecta al medio ambiente? ¿Cuál es el estado actual del medio ambiente? ¿Qué se puede hacer para mitigar los problemas ambientales?

Los indicadores de presión (directos o indirectos) ponen en relieve la relación causal de la acción humana sobre el deterioro ambiental; por ejemplo la emisión de gases contaminantes. Los indicadores de estado miden la calidad y estado del medio ambiente, por ejemplo la concentración de gases contaminantes en la atmósfera. Los indicadores de respuesta reflejan el esfuerzo realizado por la sociedad o las autoridades para mitigar la degradación ambiental; por ejemplo el establecimiento de tecnologías más limpias para reducir el volumen de contaminantes.

Los indicadores de estado, que recogen la calidad ambiental, serían óptimos en el supuesto de que la degradación fuera reversible. Además, hay contaminantes que no sólo afectan de manera local, sino que su efecto es transfronterizo dificultando su delimitación, como es el caso de la concentración de SO₂ y CO₂.

Por estos motivos se suele escoger generalmente un indicador de presión. En el caso del presente trabajo se han escogido las emisiones de CO₂ como variable dependiente, al ser un contaminante de impacto a largo plazo.

Los datos se han extraído de la página web del Banco Mundial con la intención de estudiar el efecto que, sobre las emisiones de CO₂, tienen el PIB per cápita, la inversión extranjera directa y el comercio.

⁵ Desarrollado por la OCDE (OCDE 1991; 1993) a partir del modelo original de presión-respuesta de Friends y Raport (1979).

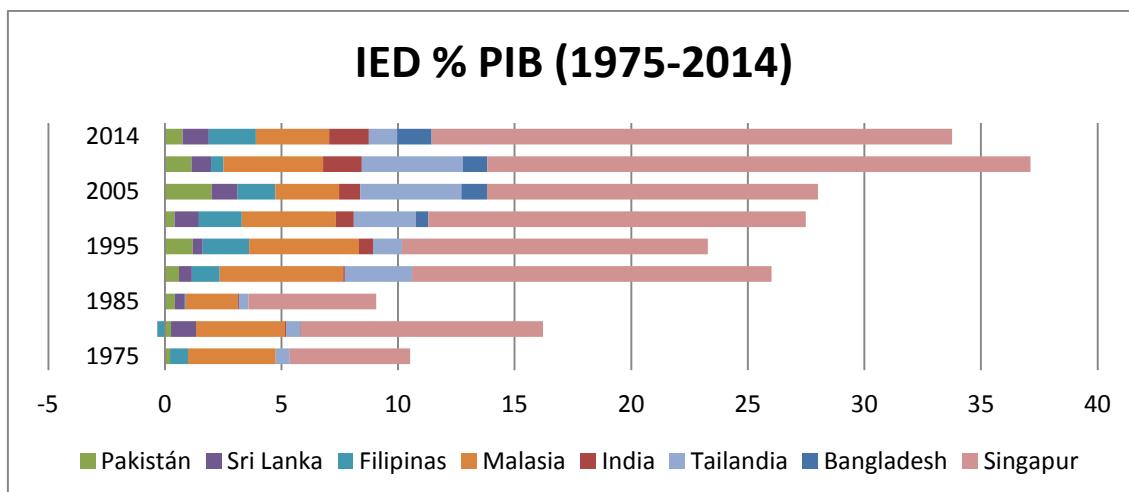
Tabla 3.1: Estadística descriptiva de los 8 países seleccionados.

	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desv. Típica
Emisiones CO₂	2,5418	0,051915	18,041	3,7841
PIB per cápita	3833,5	93,025	57714,29	9289
Comercio	97,327	7,7447	441,60	102,31
IED	2,8610	-0,32665	26,521	4,6620

Fuente: elaboración propia

La inversión extranjera directa son flujos netos de inversión a largo plazo en un país distinto del inversor. Se corresponde con las entradas netas de capital. Se puede apreciar su evolución en el gráfico 3.1.

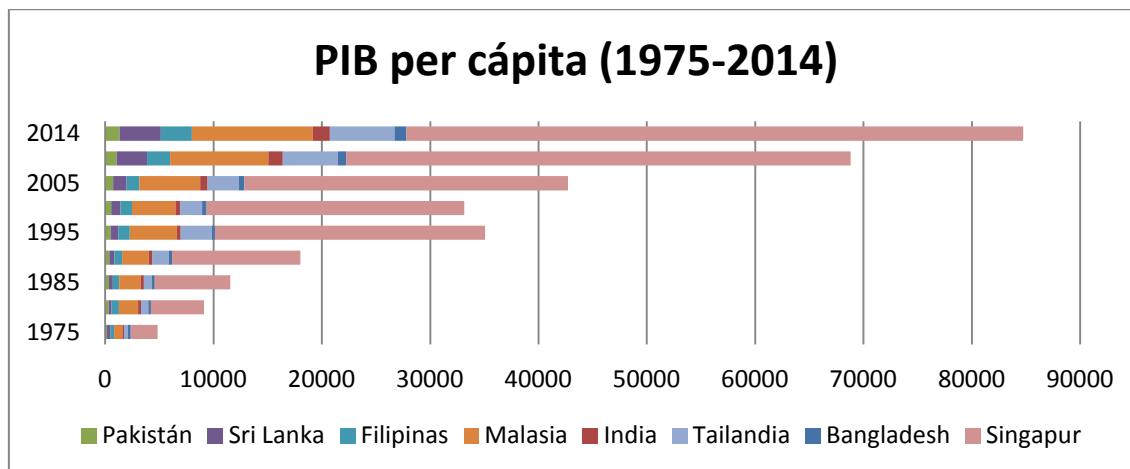
Gráfico 3.1: Evolución temporal de la IED, valor agregado en % del PIB.



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial.

El PIB per cápita es el producto interior bruto dividido por la población total. El PIB es la suma del valor agregado bruto de los productores residentes en el país. Los datos recogidos están en dólares estadounidenses y aparecen en el gráfico 3.2.

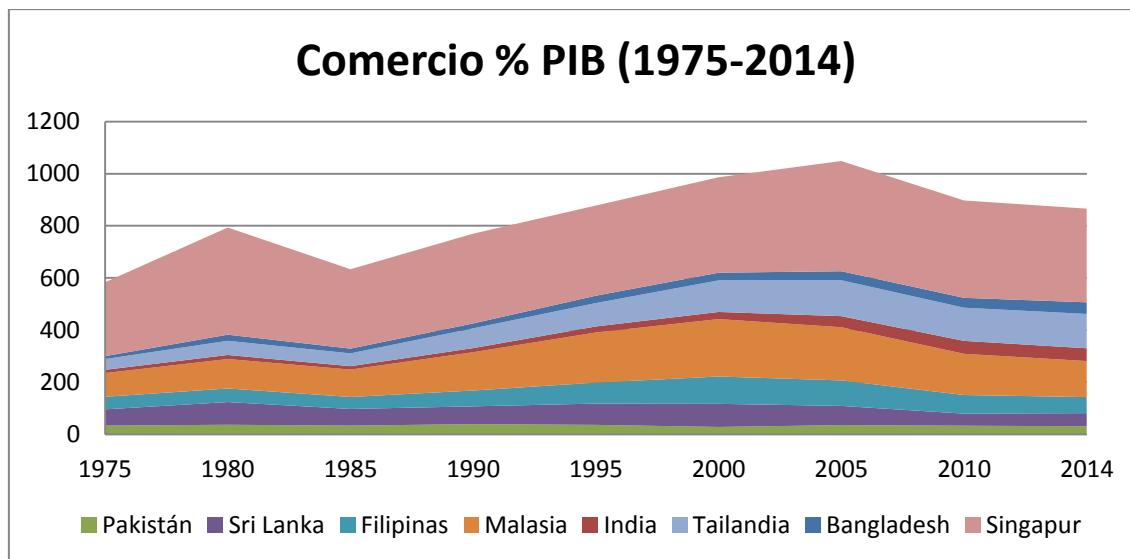
Gráfico 3.2: Evolución del PIB per cápita agregado para el período 1975-2014.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial.

La variable comercio está compuesta por la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios del país, medida como un porcentaje del PIB. Su evolución agregada se observa en el gráfico 3.3.

Gráfico 3.3: Evolución temporal del comercio, valor agregado en % del PIB.

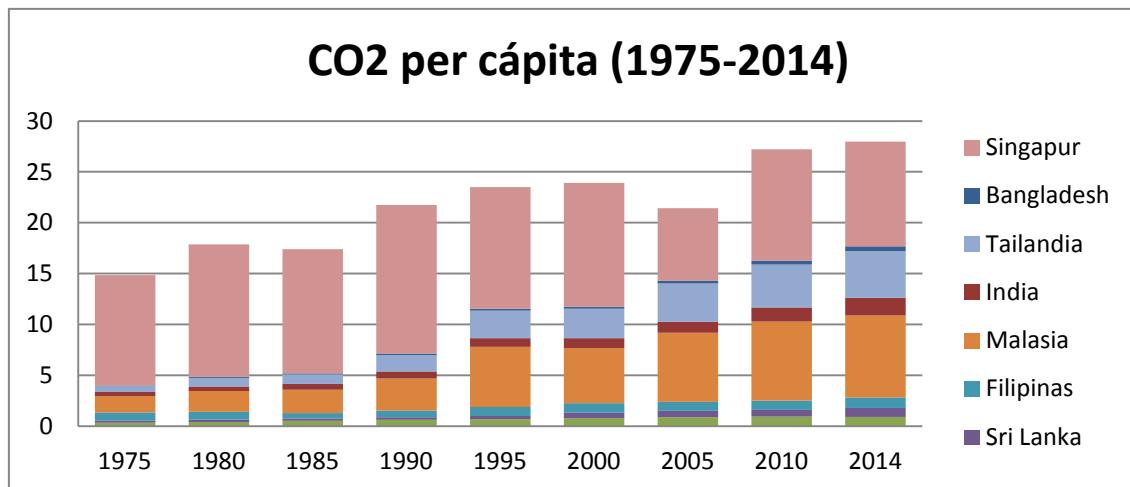


Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial.

Las emisiones de dióxido de carbono son las procedentes de la quema de combustibles fósiles. Incluye el CO₂ producido durante el consumo de combustibles

sólidos, líquidos y gaseosos, y la quema de gas. Esta variable está medida en toneladas métricas per cápita, y se puede apreciar su evolución en el gráfico 3.4.

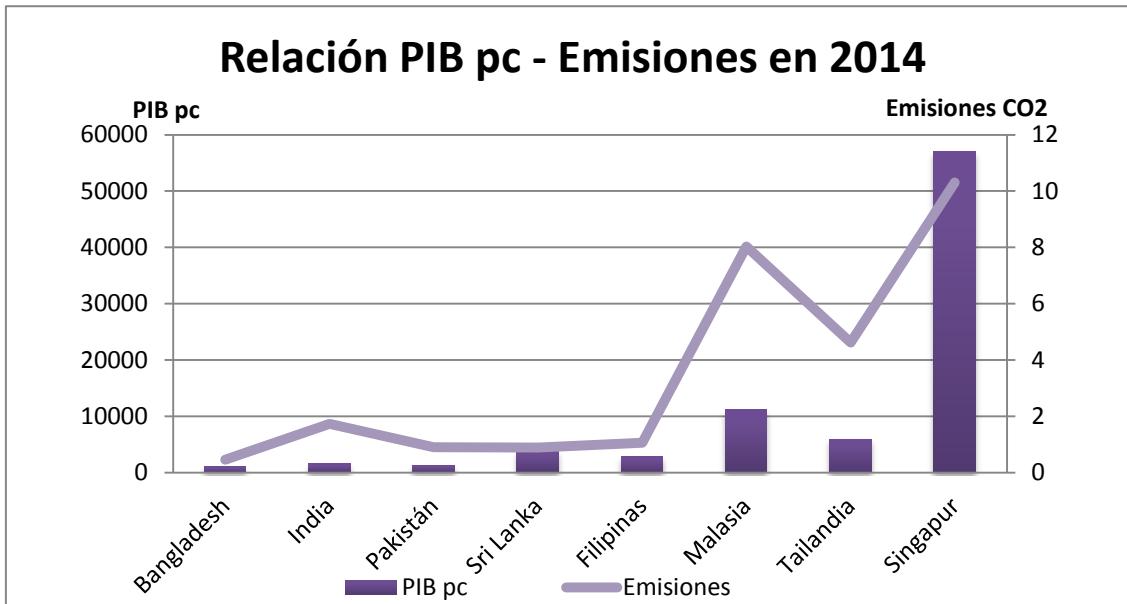
Gráfico 3.4: Emisiones totales de toneladas métricas de CO₂ en el período 1975-2014.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial.

Por último, en el gráfico 3.5 se refleja la relación entre PIB per cápita y emisiones de CO₂ en los países seleccionados en el año 2014. Destacan países como Malasia, Tailandia o la India donde las emisiones de CO₂ están muy por encima de sus niveles de PIB per cápita.

Gráfico 3.5: Relación entre PIB per cápita y emisiones de CO₂ en 2014



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial

Los datos que disponemos reflejan el período comprendido entre 1975 hasta 2014, es decir, 40 observaciones anuales, para un grupo de países asiáticos con un grado de desarrollo relativamente homogéneo entre ellos.

3.2) Descripción de países:

A modo de resumen, en la tabla 3.2 reflejamos una batería de indicadores de desarrollo clave para cada país.

Tabla 3.2: Principales indicadores de desarrollo.

	Índice Gini	IDH	PIB pc (\$)	Esperanza vida	Tasa alfabetización %
Bangladesh	0,32	0,608	3.065,16	73	61,5
Filipinas	0,401	0,699	3.752	69,09	95,4
India	0,602	0,624	1.789,5	68,8	69,3
Malasia	0,399	0,789	9.115	74,8	93,11

Pakistán	0,296	0,538	1.558	67	61,5
Singapur	0,463	0,925	53.000	83	96,9
Sri Lanka	0,45	0,66	4.065	76,9	91,18
Tailandia	0,484	0,726	6.219	74,7	96,7

Fuente: elaboración propia a raíz de los datos del Ministerio de Exteriores y el BM.

- Bangladesh: país situado al sur de Asia, con una esperanza de vida al nacer de 73 años, un coeficiente de Gini⁶ de 0,32 y una tasa de alfabetización del 61,5%.

La estructura del PIB de Bangladesh se compone de un 52,73% del sector servicios, un 32,48% del sector industrial y un 14,79% del sector agrícola. Sus principales clientes comerciales son EEUU, Alemania, Reino Unido, España y Francia, mientras que sus principales proveedores son China, India y Singapur. Sus principales exportaciones se basan en la confección de textil y calzado mientras que importan en mayor medida maquinaria y equipamientos. El comercio exterior representa en torno al 30% de su PNB.

Bangladesh tiene como prioridad mantener las relaciones bilaterales con la India, con quien comparte una extensa frontera, y China, su principal socio comercial. Por otro lado, este país tiene relevancia en Naciones Unidas, especialmente a través de sus Operaciones de Mantenimiento de la Paz, participa en diversos foros como SAARC (South Asian Association for Regional Cooperation)⁷ y la ratificación del acuerdo sobre Facilitación del Comercio en 2016 está sirviendo para impulsar reformas destinadas a mejorar la balanza comercial y aumentar la inversión extranjera.

- Filipinas: archipiélago compuesto por 7.107 islas con una renta per cápita de 3.752\$, un coeficiente de Gini de 0,43 y una tasa de alfabetización del 95,4%.

El PIB de Filipinas se compone de un 60% del sector servicios, un 30% del sector industrial y un 10% de agricultura, silvicultura y pesca. Los principales clientes comerciales del país son Japón, EEUU, Hong Kong, China, Singapur y Alemania;

⁶ El coeficiente de Gini se sitúa entre 0 y 1, siendo 0 la perfecta igualdad y 1 la desigualdad total.

⁷ Establecida en 1985 compuesta por Afganistán, Bangladesh, Bután, India, Nepal, Maldivas, Pakistán y Sri Lanka. Y como miembros observadores Australia, Birmania, China, Unión Europea, Irán, Japón, Corea del Sur y Estados Unidos.

mientras que sus principales proveedores son China, Japón, Corea del Sur, EEUU, Tailandia e Indonesia. Las exportaciones son esencialmente aparatos y material eléctrico, ya que abarca el 51,3% del comercio total, a la vez que es la principal importación (26,6% del total).

Filipinas mantiene relaciones bilaterales estratégicas con EEUU, especialmente por su dependencia en materia de seguridad, con Japón ya que éste es el principal socio comercial del país y un importante inversor, y con China, su principal proveedor y tercer cliente con una cuota de mercado del 15% y 13% respectivamente, o Corea del Sur que se encuentra entre los principales inversores en el país. También mantiene relaciones con Australia, la Unión Europea y países de Oriente Medio. A su vez, Filipinas es socio fundador de la ASEAN (Association of Southeast Asian Nations)⁸, que constituye el núcleo de su política exterior y miembro fundador de las NN.UU. entre otras organizaciones.

- India: país situado al sur del continente asiático con una renta per cápita de 1789,50\$, un coeficiente de Gini de 0,602 y un IDH⁹ de 0,624, un valor bajo donde ocupa la posición mundial nº 131. A su vez el país presenta una alta tasa de natalidad de 19,3 nacimientos por cada 1.000 habitantes y una esperanza de vida de 68,8 años.

El PIB está compuesto por el sector servicios, que supone el 46,6%, un 28,9% la industria y un 16,8% lo compone el sector agropecuario. En cuanto al comercio, sus principales clientes son la Unión Europea, EEUU, Emiratos Árabes Unidos y China. Una de sus principales exportaciones son los productos refinados derivados del petróleo. Si nos fijamos en la Inversión Extranjera vemos que los principales inversores son las Islas Mauricio, Singapur, Japón, Reino Unido, Países Bajos, EEUU, Alemania, Chipre, Francia y Emiratos Árabes. India está intensificando su relación con Japón y los diez países de la ASEAN.

La Unión Europea es el principal socio comercial de la India ocupando el 15% del total de los intercambios con el país. En 2007 se intentó firmar un acuerdo de libre

⁸ Creada en 1967 y compuesta por Malasia, Indonesia, Brunéi, Vietnam, Camboya, Laos, Birmania, Singapur, Tailandia y Filipinas. Papúa Nueva Guinea y Timor Oriental son Estados observadores.

⁹ El Índice de Desarrollo Humano recoge, en términos de salud, la esperanza de vida al nacer; en educación, la tasa de alfabetización de adultos, la matriculación tanto en educación primaria como secundaria y superior y los años de duración en la educación obligatoria; y en términos de riqueza recoge el PIB per cápita en dólares internacionales. El límite superior en 2014 lo obtuvo Noruega con un 0,944.

comercio entre la UE y la India (Broad- Based Trade and Investment Agreement) que quedó en suspenso en 2013.

- Malasia: país situado en el sudeste asiático con una renta per cápita de 9.115\$, un coeficiente de Gini de 0,399 y un IDH de 0,789.

Las tasas de natalidad y mortalidad son muy elevadas; 16,4‰ y 5,2‰ respectivamente. En la distribución del PIB en 2016 destacan las manufacturas con un 22,3% del PIB, comercio con un 19,08% y hoteles, bares y restaurantes con un 19,08%, estos tres bloques suponen el 60,46% del PIB del país. La Unión Europea es el mayor inversor extranjero en Malasia, seguido por EEUU, los países de la ASEAN, Taiwán, China y Japón.

- Pakistán: país situado al sur del continente asiático con una renta per cápita de 1.558\$, un coeficiente de Gini de 0,296 y un valor de 0,538 en el IDH (ocupa la posición mundial nº147). A su vez, la tasa de natalidad en Pakistán es de 26,4 nacimientos por cada 1.000 habitantes.

El PIB está compuesto mayoritariamente por el sector servicios que ocupa el 59,5% del PIB del país, seguido por el 21% que aporta la industria, donde destaca la industria textil. A pesar de esto, la economía muestra una marcada dependencia del sector agrícola que, aunque supone el 19,5% del PIB, abarca un 42,3% de la fuerza laboral.

Sus principales clientes comerciales son EEUU, China, Reino Unido, Afganistán, Alemania, España, Emiratos Árabes Unidos, Holanda, Bélgica e Italia. Sus importaciones se componen de artículos manufacturados (18,2%) o maquinaria y transporte (14,03%), siendo sus principales proveedores China, EEUU, Emiratos Árabes Unidos e Indonesia. En cuanto a la IED, sus principales inversores son Reino Unido, Suiza, Emiratos Árabes Unidos, EEUU, China, Holanda y Japón, y las inversiones tienen lugar en el sector energético seguido de la construcción.

Pakistán es miembro activo de diversos foros internacionales como la Conferencia Islámica, la SAARC o la Organización de Cooperación Económica (ECO por sus siglas en inglés)¹⁰.

¹⁰ Establecida en 1985 y compuesta por Afganistán, Azerbaiyán, Irán, Kazajistán, Kirguistán, Pakistán, Tayikistán, Turquía, Turkmenistán y Uzbekistán.

- Singapur: país formado por sesenta y cuatro islas, considerado el más pequeño del sudeste asiático. Su renta per cápita en la actualidad es de 53.000\$ ocupando la posición nº 10 a escala mundial, pero su coeficiente de Gini es de 0,463. Tiene un valor de 0,925 en IDH y una alta tasa de alfabetización en mayores de 15 años (el 98,6% de los hombres y el 95,2% de las mujeres). A su vez, obtiene una elevada esperanza de vida; 80,4 años en los hombres y 85,1 años en las mujeres, con tasas de natalidad y mortalidad de 1,6 y 6,7 por mil respectivamente.

El sector servicios es la contribución más importante en la distribución del PIB, llegando al 75%, mientras que el aporte de las manufacturas ha sido del 19,6% en 2016. Singapur ha pasado por diversas fases de desarrollo; en 1960 su economía era intensiva en trabajo, después pasó a una fase intensiva en capital, en la década de los 90 fue intensiva en tecnología y desde el año 2000 basan sus industrias en el conocimiento y la innovación.

Los principales socios comerciales de Singapur son asiáticos, en concreto, China, Hong Kong, Malasia, Taiwán, Japón, Indonesia, Tailandia y Corea del Sur. A su vez, las exportaciones hacia la Unión Europea y Estados Unidos suponen el 14,98% del valor total. Por último, refiriéndonos a la IED, los principales inversores en el país también son asiáticos como China, Hong Kong, India, Indonesia y Japón, seguido de países europeos como Dinamarca, Francia, Alemania o Irlanda.

Singapur participa en el ASEAN y en el APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation)¹¹. Tiene como prioridad alcanzar el Acuerdo de Libre Cambio Unión Europea-Singapur ya que la Unión Europea sigue siendo el primer inversor y segundo socio comercial con el país.

- Sri Lanka: Estado insular de Asia Meridional, con un coeficiente de Gini de 0,45 y un IDH de 0,66 ocupando la posición nº 46 a escala mundial. La esperanza de vida es de 76,9 años y la tasa de natalidad y mortalidad de 15,2‰ y 6,2‰ respectivamente.

El sector servicios supone el 56,8% del PIB, seguido del 26,8% del sector industrial y el sector primario que aporta el 6,9%. Los principales clientes de Sri Lanka son EEUU, Reino Unido, India, Alemania e Italia, mientras que sus principales proveedores son India, China, Emiratos Árabes Unidos, Singapur y Japón. Sus

¹¹ Creado en 1989 cuyos miembros son Australia, Brunéi, Canadá, Indonesia, Japón, Corea del Sur, Malasia, Nueva Zelanda, Filipinas, Singapur, Tailandia, EEUU, China, Hong Kong, Méjico, Papúa Nueva Guinea, Chile, Perú, Rusia y Vietnam.

principales exportaciones son las confecciones textiles mientras que sus principales importaciones son combustibles y máquinas.

La política exterior de Sri Lanka ha reintegrado al país en el sistema de Naciones Unidas y se ha buscado incentivar el comercio internacional, restableciendo una estrecha relación bilateral con la India así como firmando numerosos acuerdos de libre comercio sobre todo con países de la región como Singapur o Tailandia.

° Tailandia: país situado al sureste asiático, con un coeficiente de Gini de 0,48 y un IDH de 0,726 ocupando la posición 93 a escala mundial. A su vez, el país tiene una esperanza de vida de 74,7 años, una tasa de alfabetización del 96,7% y una tasa de mortalidad del 7,9‰.

En las últimas décadas el país ha experimentado importantes cambios en su estructura económica, pasando de una base agrícola de exportación de unos pocos productos como arroz o caucho, a una industrial orientada a la producción manufacturera intensiva en trabajo y dirigida al mercado internacional. La estructura del PIB de Tailandia se compone de un 51,1% del sector servicios, destacando el turismo; el sector industrial supone el 35,7%, destacando las manufacturas y el sector agrícola que, aunque ocupe alrededor del 10% del PIB del país, es el octavo exportador mundial de alimentos.

Los principales clientes de Tailandia son EEUU, China, Japón, Hong Kong, Malasia, Australia y Vietnam, mientras que, sus principales proveedores son China, Japón, EEUU y Malasia. El principal inversor de IED en el país es Japón, generando el 40%, seguido de Singapur con un 24% y Australia con un 9%; acaparando la mayor inversión el sector financiero (38%) seguido del sector inmobiliario (20%) y los productos electrónicos (19%).

Tailandia pertenece a la ASEAN, la APEC y la BIMST-EC (Bangladesh, India, Myanmar, Sri Lanka, Thailand Economic Cooperation). Más allá de la región, Tailandia prioriza las relaciones con Japón, EEUU, China y la UE.

CAPÍTULO IV: EVIDENCIA EMPÍRICA DE LA CKA

En este capítulo vamos a tratar de estudiar el impacto que tiene, o no, la IED y la apertura comercial en las emisiones de CO₂ para un grupo de 8 países asiáticos utilizando modelos de datos de panel.

4.1) Introducción a los modelos de panel:

Un conjunto de datos de panel está compuesto, simultáneamente, de información de corte transversal y de serie temporal. Esto es cuando se dispone de observaciones sobre determinadas variables de un conjunto de agentes (individuos, países, empresas, etc.) a lo largo de un período continuado de tiempo.

Los datos de panel permiten tratar el problema de las variables omitidas en una ecuación pudiendo de esta forma captar los elementos no observados.

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \gamma_{it} + \varepsilon_{it} \quad i=1, \dots, N; t=1, \dots, T \quad (1)$$

donde i denota el país ($i=1, \dots, 8$) y t el tiempo ($t=1975, \dots, 2014$), α es el término independiente, igual para todos los individuos, ε_{it} es el término error [$\varepsilon_{it} \sim \text{i.i.d.}(0, \sigma_\varepsilon^2)$] y γ_{it} es un factor no observado del país i .

Los efectos individuales no observados pueden tratarse como fijos o aleatorios, dando lugar al modelo de efectos fijos (MEF) o al modelo de efectos aleatorios (MEA).

Modelo de efectos fijos (MEF): se trata de un modelo de regresión lineal cuyos términos independientes varían entre individuos o en el tiempo.

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad \varepsilon_{it} \sim \text{i.i.d.}(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (2)$$

Para realizar su estimación, basta con introducir un conjunto de variables ficticias o DUMMIES, una para cada país i donde la observación adquiere un valor 1 para el país en cuestión y 0 para el resto.

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1_T \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \alpha_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ 1_T \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \alpha_2 + \cdots + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1_T \end{bmatrix} \alpha_N + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_N \end{bmatrix} \quad (3)$$

siendo: $Y_i = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ \vdots \\ Y_{iT} \end{bmatrix}$; $1_T = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$; $0 = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$; $X_i = \begin{bmatrix} X_{i11} & \cdots & X_{ik1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i1T} & \cdots & X_{ikT} \end{bmatrix}$; $\varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \vdots \\ \varepsilon_{iT} \end{bmatrix}$

$$(Tx1) \quad (Tx1) \quad (Tx1) \quad (kxT) \quad (Tx1)$$

El estimador por MCO de la ecuación (2) se denomina estimador de variables ficticias, LSDV o estimador *Within*.

Un contraste a realizar en el modelo MEF es el test de homogeneidad, en el que se contrasta la significatividad conjunta de los efectos fijos, es decir, se trata de comprobar si hay suficiente heterogeneidad individual en la muestra.

H_0 : No existen efectos fijos no observados. (Modelo Pool) $\gamma_i = 0; \forall i$

H_A : Existe inestabilidad en los términos de escala. (Modelo MEF) $\gamma_i \neq 0; \exists i$

Si aceptamos la hipótesis nula, es decir, el modelo sin DUMMIES, significa que no hay heterogeneidad entre los países. El modelo de la hipótesis nula es el MCO de la ecuación (1), mientras que el de la alternativa es el MEF de (2), cuyo estadístico de contraste es: $F = \frac{SR_0 - SR_A}{SR_A} \cdot \frac{TN - (N+k)}{N-1} \sim F[N-1, TN-(N+k)]$ (4)

Modelo de efectos aleatorios (MEA) o modelo de error compuesto: se utiliza cuando los efectos individuales no observados γ_i son tratados como aleatorios.

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \gamma_i + \varepsilon_{it} \quad \varepsilon_{it} \sim \text{i.i.d.}(0, \sigma_\varepsilon^2); \gamma_{it} \sim \text{i.i.d.}(0, \sigma_\gamma^2) \quad (5)$$

siendo $u_{it} = \gamma_i + \varepsilon_{it}$ el término error de la ecuación, compuesto de un término específico, γ_i , y otro idiosincrático que varía entre individuos y el tiempo, ε_{it} . La presencia del término de error individual γ_i crea problemas en la especificación del modelo en forma de dependencia temporal intragrupo, por lo que se aconseja evitar la estimación tradicional MCO y recurrir, por ejemplo, a la estimación MV (máximo-verosímil). Es el denominado estimador de *Random effects*. De forma similar al contraste de homogeneidad del MEF, en el MEA también es importante contrastar la existencia de esos efectos aleatorios individuales.

H_0 : No existen efectos fijos no observados. (Modelo Pool) $\gamma_i = 0; \forall i$

H_A : El término de error es compuesto (Modelo MEA) $\gamma_i \neq 0, \exists i$

Para ello se utiliza el contraste de Breusch-Pagan:

$$\text{LM} = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{T}\varepsilon_i)^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2} - 1 \right]^2 \sim \chi^2(1) \quad (6)$$

donde $\hat{\varepsilon}_i$ son los residuos MCO de la estimación de la ecuación (2), que es el modelo de la hipótesis nula.

Finalmente, el contraste de Hausman permite comparar ambos modelos, MEF y MEA, para comprobar cuál debería ser utilizado con preferencia, suponiendo que ambos modelos son superiores al modelo MCO de la ecuación (1).

H_0 : Los efectos no observados son aleatorios (Modelo MEA).

H_A : Los efectos no observados no son aleatorios (Modelo MEF).

Su estadístico de contraste es:

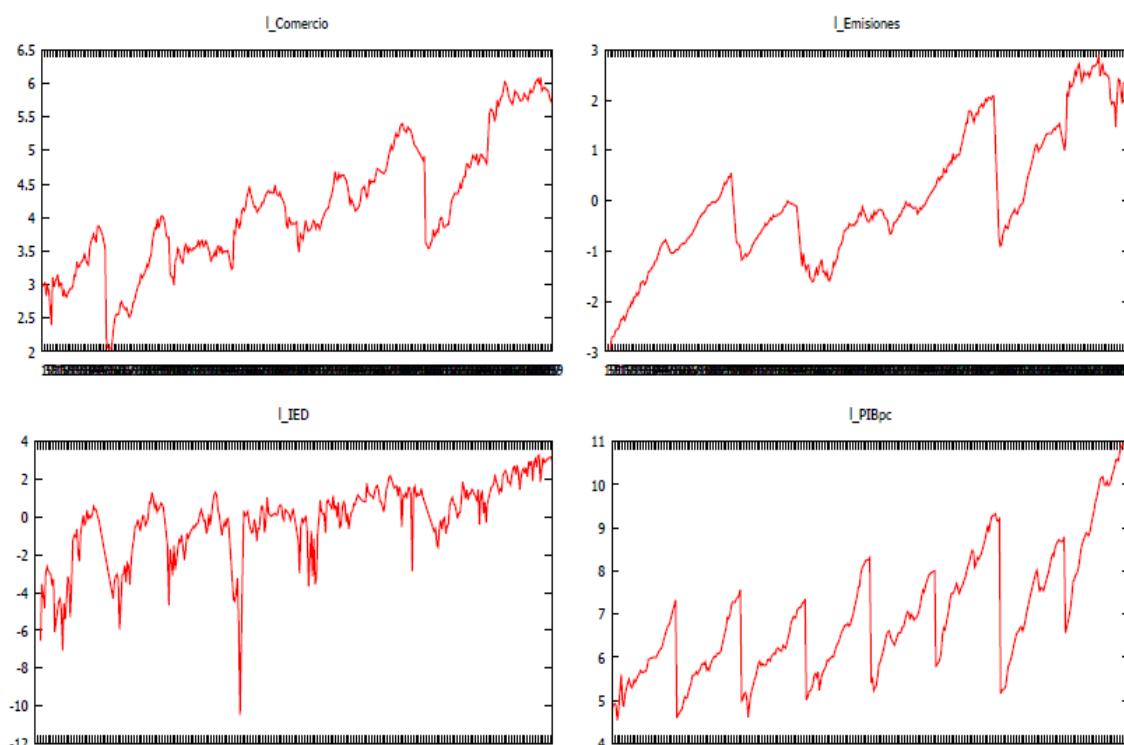
$$H = (\hat{\beta}_{EF} - \hat{\beta}_{RE})' [\hat{V}\{\hat{\beta}_{EF}\} - \hat{V}\{\hat{\beta}_{RE}\}]^{-1} (\hat{\beta}_{EF} - \hat{\beta}_{RE}) \sim \chi^2(k) \quad (7)$$

donde $\hat{V}\{-\}$ denota la matriz de varianzas y covarianzas estimada del correspondiente estimador; EF (*efectos fijos*) o RE (*Random effects*).

4.2) Aplicación econométrica:

Los datos que hemos utilizado, en logaritmos, se representan en el gráfico 4.1.

Gráfico 4.1: Gráfico temporal de las distintas variables a estudiar.



Los principales resultados de la estimación se incorporan a la tabla 4.1. Como se ha dicho, los datos aparecen con logaritmos porque, al ser heterogéneos entre los distintos países, en el estudio de la CKA es habitual utilizarlos para suavizar las relaciones.

Realizando el contraste de homogeneidad del modelo MEF, se obtiene un estadístico F (7,325)= 212,924 y un p.valor igual a 2.51043e-117. Por lo que al ser

menor que el nivel de significatividad del 5% ($\alpha=0,05$) rechazo la hipótesis nula de que los países son homogéneos (rechazamos el modelo Pool, sin DUMMIES).

Comparando el gráfico 4.2 de los residuos del modelo Pool con el gráfico 4.3 del modelo MEF, se observa cómo los resultados están más dispersos en el primer modelo, sobre todo en relación a los países 1. Bangladesh; 4. Sri Lanka y 5. Filipinas.

Tabla 4.1: Resultados de la estimación. Variable dependiente “Emisiones”.

	Pool	MEF	MEF robusto	MEA
Constante	-8.11465 (1.30e-015) ***	-8.89875 (2.24e-052) ***	-8.89875 (0.0027) ***	-9.07131 (1.05e-042) ***
PIB pc	1.24682 (6.37e-07) ***	1.67762 (6.53e-033) ***	1.67762 (0.0081) ***	1.54249 (1.17e-022) ***
PIB² pc	-0.0496378 (0.0011) ***	-0.0897929 (9.88e-026) ***	-0.0897929 (0.0229) **	-0.0802968 (8.74e-017) ***
IED	0.0760775 (0.0059) ***	-0.0169059 (0.1788)	-0.0169059 (0.5785)	-0.0151916 (0.3075)
Comercio	0.480079 (3.44e-010) ***	0.432644 (3.04e-012) ***	0.432644 (0.0606) *	0.582620 (2.19e-019) ***
R²	0.814691	0.966826	0.966826	0.798685
DT regresión	0.580983	0.248449	0.248449	0.661570
Contrastes especificación	364.8995 ⁽¹⁾	212.924 ⁽²⁾	142.478 ⁽³⁾	2674.11 ⁽⁴⁾

Fuente: elaboración propia

⁽¹⁾Contraste de Análisis de la Varianza, F(4,332); ⁽²⁾Contraste de Homogeneidad, F(7,325); ⁽³⁾Contraste de Homogeneidad, F(7,138.1); ⁽⁴⁾Contraste de Breusch-Pagan, $\chi^2(1)$. * Significativo al 10%, ** Significativo al 5%, ***Significativo al 1% (entre paréntesis, p.valores).

Gráfico 4.2: Gráfico de cajas de los residuos del modelo Pool.

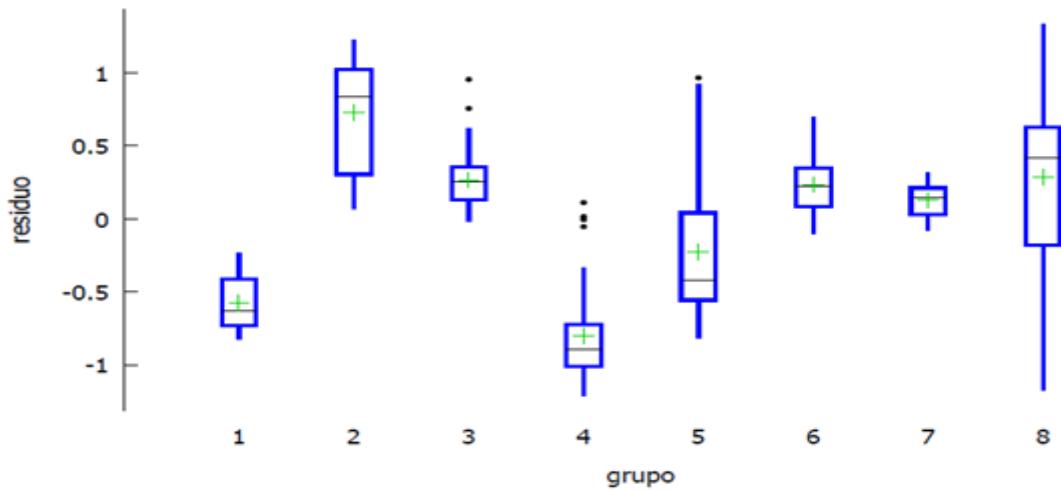
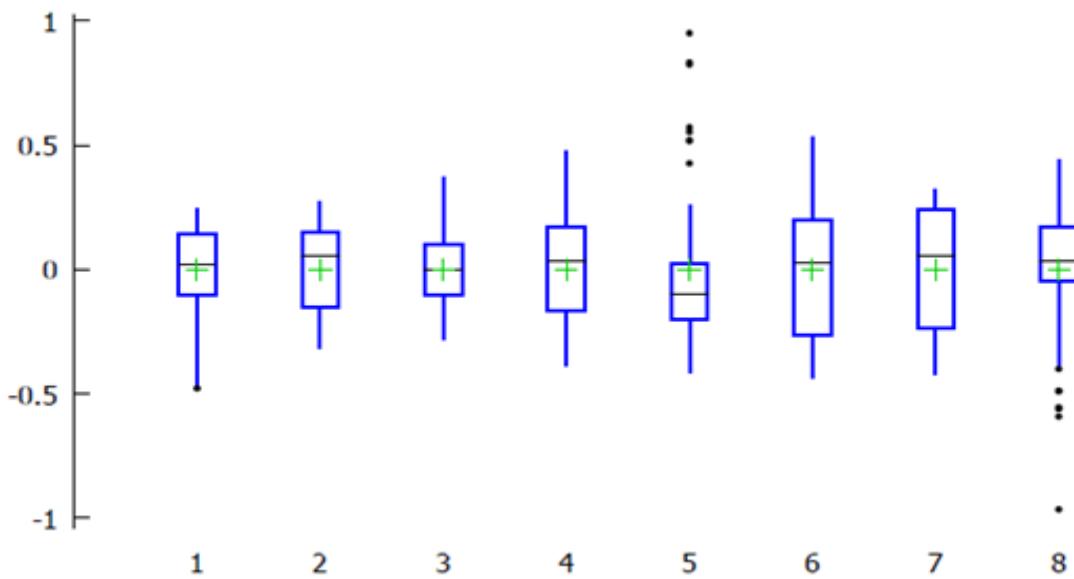


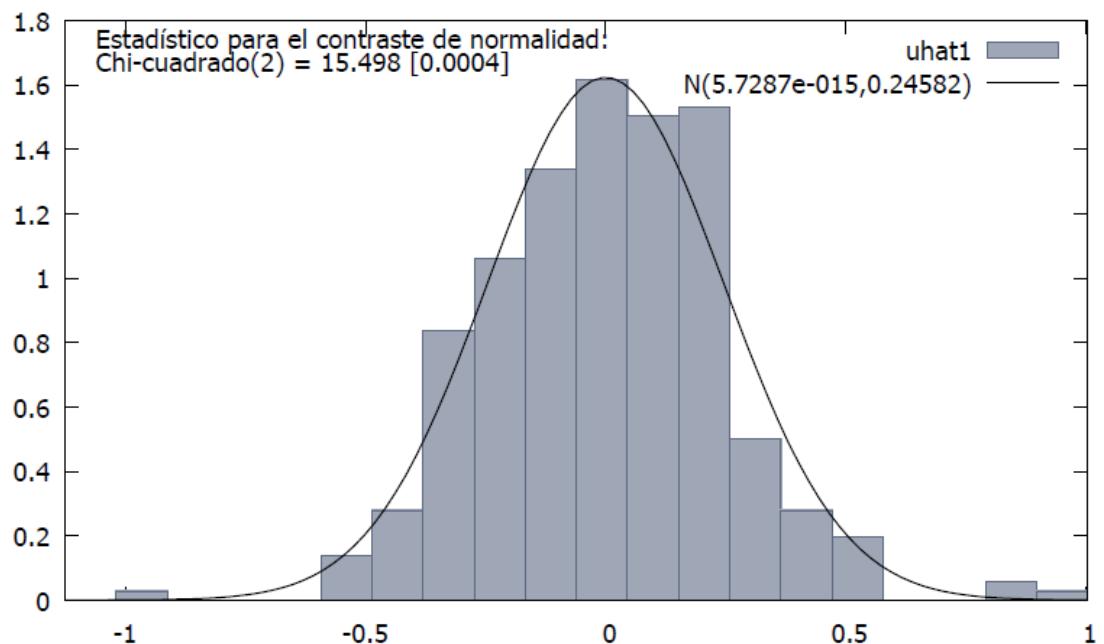
Gráfico 4.3: Gráfico de cajas de los residuos por país del modelo MEF.



En cuanto al contraste conjunto de los regresores, para estudiar si éstos son significativos, se obtiene en el modelo MEF un estadístico $F(4,325) = 218,898$ y un p.valor igual a $7.18973e-091$, por lo que también rechazamos la hipótesis nula.

El contraste de normalidad de los residuos, reflejado en el gráfico 4.4, nos muestra la existencia de datos atípicos ya que se obtiene un estadístico $\chi^2(2) = 15,4981$ con un p.valor igual a 0.000431157 ; por lo que rechazamos la hipótesis nula de normalidad.

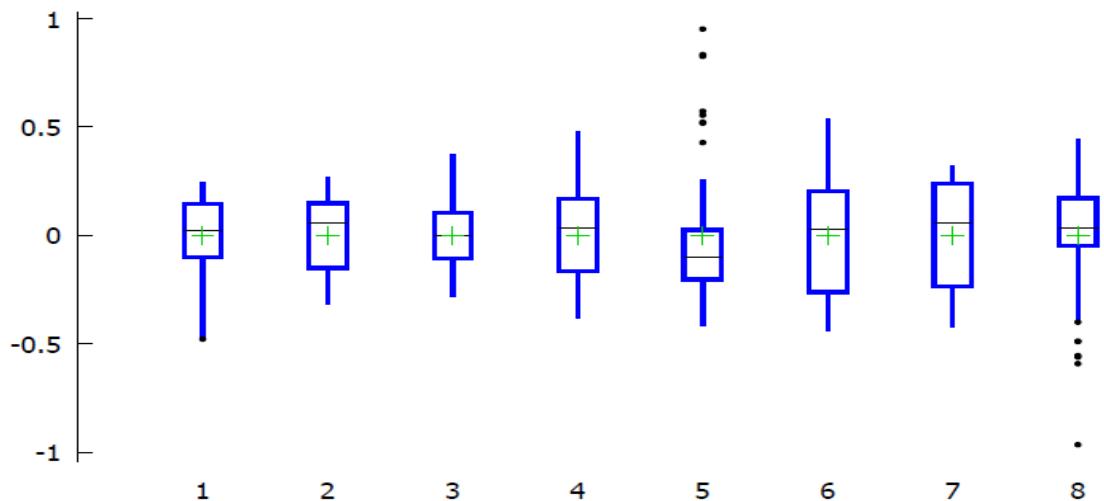
Gráfico 4.4: Normalidad de los residuos del modelo MEF.



Por último, los resultados derivados del contraste de heterocedasticidad por grupos, producen un estadístico $\chi^2(8) = 162,411$ con un p.valor igual a 5.00798e-031, por lo que rechazamos la hipótesis nula, concluyendo que el modelo presenta varianzas diferentes para los países seleccionados.

Es necesario realizar una estimación del modelo MEF con desviaciones típicas robustas. En este caso el modelo pierde significatividad en las variables “PIB²pc” y “Comercio”. El estado de los residuos de dicho modelos se refleja en el gráfico 4.5.

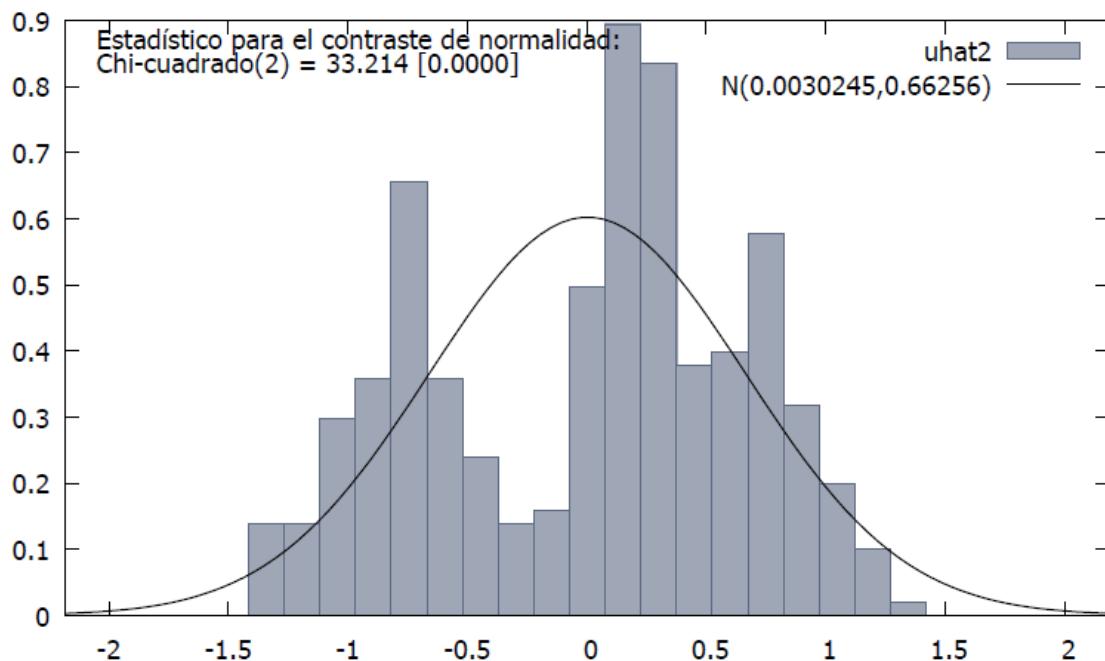
Gráfico 4.5: Gráfico de caja de los residuos del modelos MEF robusto.



En cuanto al modelo MEA, el contraste de Breusch-Pagan que se obtiene es $\chi^2(1) = 2674,11$ con un p.valor = 0, por lo que al ser menor el p.valor que el nivel de significación al 5%, rechazamos la hipótesis nula de Pool (esto es, el modelo MCO sin DUMMIES) frente a la hipótesis alternativa del modelo MEA.

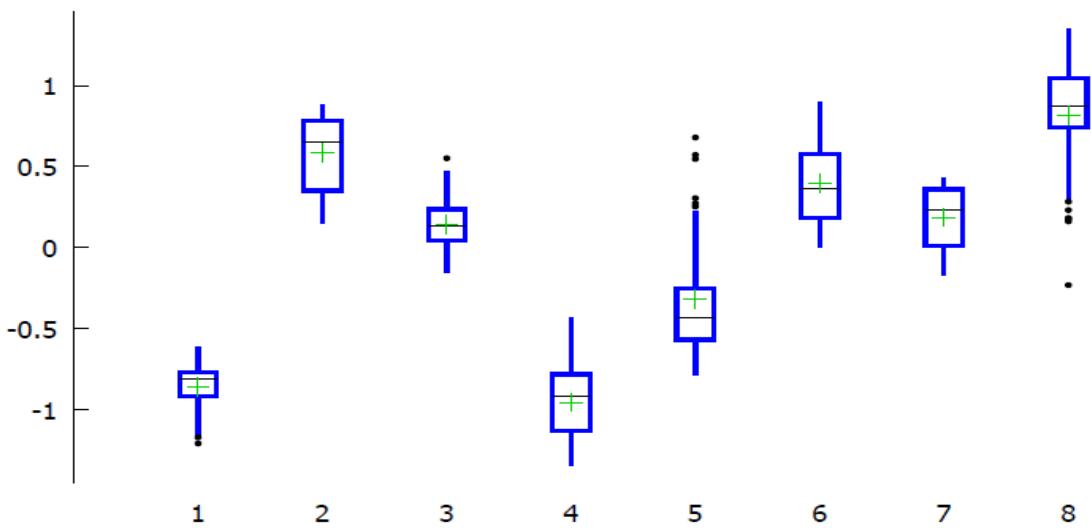
Por otro lado, persisten los problemas de normalidad como se aprecia en el gráfico 4.6. Se obtiene un estadístico $\chi^2(2)= 33.2137$ con un p.valor igual a 6.13379e-008, por lo que el modelo no presenta normalidad. La distribución es claramente bimodal.

Gráfico 4.6: Normalidad de los residuos del modelo MEA.



El gráfico 4.7 presenta el diagrama de cajas de los residuos, que subraya la fuerte dispersión existente, en especial en los países 1.Bangladesh, 4. Sri Lanka, 5. Filipinas y 8. Singapur.

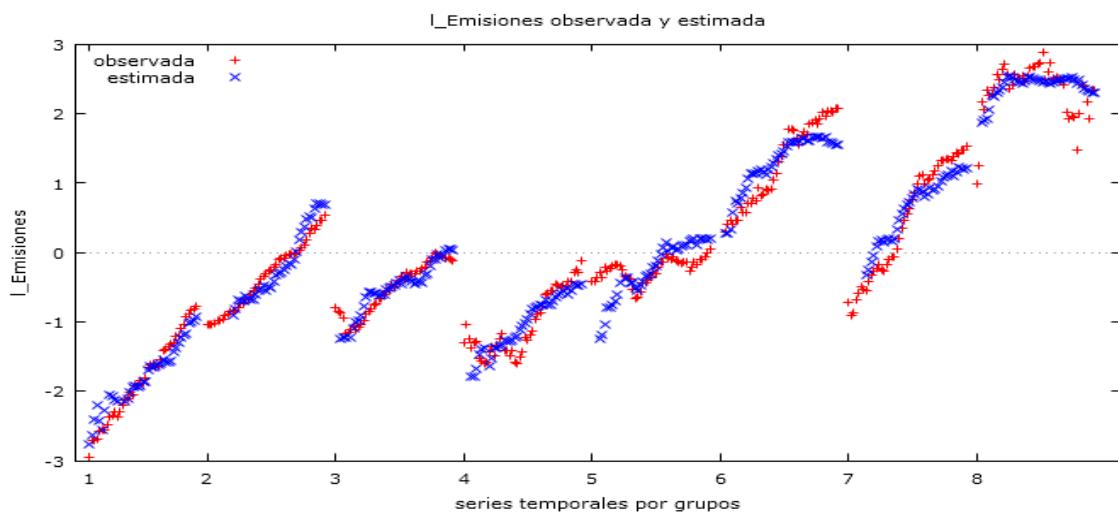
Gráfico 4.7: Gráfico de cajas de los residuos del modelo MEA.



Por último, el contraste de Hausman refleja un valor de $\chi^2(4) = 150,268$ con un p.valor de 1.78373e-031, por lo que se elige el modelo MEF frente al MEA.

El gráfico 4.8 refleja los datos de emisiones observadas y estimadas con el MEF robusto de la Tabla 4.1. Parece claro que podemos concluir que hay países como 1. Bangladesh, 2. India o 3. Pakistán, que se sitúan todavía en la fase ascendente de la CKA, mientras que otros como 6. Malasia y 8. Singapur han sobrepasado el *turning point*.

Gráfico 4.8: Variable “l_Emisiones” observada y estimada del modelo MEF.



CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN

Desde la década de los años 80 del siglo pasado la presión de la humanidad sobre la naturaleza ha excedido lo que el Planeta puede regenerar. En un estudio sobre la Huella Ecológica Mundial¹² se concluye que necesitaríamos 1,5 planetas Tierra para reponer los recursos que estamos consumiendo. La Huella Ecológica, expresada en hectáreas globales (hag), suma todos los bienes y servicios ecológicos que demanda la humanidad y que compiten por el espacio. El carbono emitido de la quema de combustibles fósiles ha sido el componente dominante durante más de medio siglo; en 1961 representaba el 36% de la Huella Ecológica total, mientras que en 2010 alcanzó el 53%. Esto ha sido posible por una gran desigualdad ecológica, que ha posibilitado que una parte (minoritaria) de la población genere un gran impacto medioambiental es sostenida por otra parte que tiene subconsumo tanto de recursos como de energía.

La literatura sobre la CKA es muy extensa y los trabajos empíricos que contrastan la evidencia de la forma de U invertida están lejos de ser concluyentes. Esto es debido a la alta sensibilidad de los modelos ante cambios en la fuente de información, el número de observaciones recogidas, a la especificación y la muestra. A su vez, también depende de las variables que se tengan en cuenta, como la IED, la apertura comercial, el marco institucional o la desigualdad de la renta entre otros.

En este trabajo, hemos resuelto una estimación de datos de panel para el caso de 8 países asiáticos en el período comprendido entre 1975 y 2014. Los resultados sugieren que el comercio internacional sí afecta positivamente a la emisión de CO₂ pero que la IED no es relevante. Debe recordarse que el modelo MEF presentaba problemas de no normalidad, heterogeneidad entre los distintos países y heterocedasticidad; posiblemente por la presencia de datos atípicos o una mala especificación.

En cualquier caso, ante problemas ambientales como la reducción de recursos naturales y de la biodiversidad, la desertificación, el efecto invernadero y el cambio climático entre otros, y en el caso particular de las emisiones de CO₂ que tiene un efecto a largo plazo y provocan externalidades transnacionales, considero necesario aplicar políticas de adaptación y mitigación como camino hacia la ralentización de los efectos del cambio climático en lugar de esperar que el crecimiento económico lo solvente por sí solo.

¹² Informe Planeta Vivo 2014 realizado por WWF en colaboración con Global Footprint Network, Water Footprint Network y Zoological Society of London, Living Conservation.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHARYYA, J. (2009): “FDI, growth and the environment: evidence from India on CO₂ emission during the last two decades”. *J. Econ. Dev.* N°34 páginas 43-58.
- AGENJO, A.; MOLERO, R.; BULLEJOS, A. y MARTÍNEZ, C. (2013): *Manual de corrientes económicas heterodoxas. Capítulo 1: Economía Ecológica*. Economistas sin fronteras, Madrid.
- ALFRANCA BURRIEL, O. (2007): “Política fiscal, crecimiento económico y medio ambiente. *Nuevas Tendencias en Política Fiscal, ICE*, N°835, páginas 77-93.
- AL-MULALI, U. y OZTURK, I. (2015): “The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region”. *Energy* 84: 382-9.
- ARROW, K.; BOLIN, B.; CONSTANZA, R.; DASGUPTA, P.; FOLKE, C.; HOLLING, C.S., et al. (1995): “Economic growth, carrying capacity, and the environment”. *Ecological Economics*, N°15(2), páginas 91-95.
- BOWEN, H. (1948): “Toward Social Economy”. Rinehart, New York.
- CATALÁN, H. (2014): “Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable”. *Economía informa*, N° 389, páginas 19-37.
- COLE, M.A.; ELLIOTT, R. y FREDRIKSSON, P (2004): “Endogenous Pollution Havens: Does FDI Influence Environmental Regulations?” *Leverhulme Centre for Research on Globalisation and Economic Policy*, N° 20, páginas 1-25.
- COPELAND, B.R. y TAYLOR, M.S. (2004): “Trade, growth and the environment”. *Journal of Economic Literature* Vol. 42, N°1, páginas 7-71.
- DASGUPTA, S., LAPLANTE, B.y MAMINGI, N. (2001): “Pollution and capital market in developing countries”. *Journal of Environmental Economics and Management* N°42, páginas 310-335.
- DINDA, S. (2004): “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey” *Ecological Economics*, N°49, páginas 431-455.

GITLI, E. y HERNÁNDEZ G. (2002): "La existencia de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) y su impacto sobre las negociaciones internacionales". *Centro internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE), Costa Rica.*

GROSSMAN, G. y KRUEGER, A. (1991): "Environmental impacts of North American free trade agreement". *Cuadernos de economía*, Vol. 35, Nº 97, páginas 43- 54.

HELPMAN, E. (1998): "Explaining the structure of foreign trade: where do we stand". *Review of World Economics* Nº134, páginas 573-589.

JALIL, A. y MAHMUD, S.F. (2009): "Environment Kuznets Curve for CO₂ emissions: a cointegration analysis for China". *Energy Policy* Nº 37, páginas 5167-5172.

JENKINS, R. (2003): "La apertura comercial ¿ha creado paraísos de contaminadores en América Latina?" *Revista de la CEPAL*, Nº80, páginas 85-100.

KAIKA, D. y ZERVAS, E. (2013): "The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory- Part A: Concept, causes and the CO₂ emissions case" *Energy Policy*, Nº62, 1392-1402.

KNEESE, A.V. y RUSSELL, C.S. (1987): "Environmental Economics" *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*. Eatwell, J. et al. (Eds.), The Macmillan Press.

KUZNETS, S. (1955): "Economic growth and income inequality". *American Economic Review* Nº 49, páginas 1-28.

LAN, J., KAKINAKA, M. y HUANG, X. (2012): "Foreign direct investment, human capital, and environmental pollution in China". *Environ. Resour. Econ.* Nº51, 255-275.

LAU, L-S.; CHOONG, C-K. y ENG, Y-K. (2014): "Investigation of the environmental Kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: Do foreign direct investment and trade matter?" *Energy Policy*, Nº 68, páginas 490-497.

LIANG, F.H. (2008): "Does foreign investment harm the host country's environment? Evidence from China".

MALTHUS, T.R. (1798): "*An Essay on the Principle of Population*". John Murray Ed.

MANAGI, S.; HIBIKI, A. y TETSUYA, T. (2008): "Does Trade Liberalization Reduce Pollution Emissions?" *Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI), Discussion Papers 08-E-013.*

MARSHALL, A. (1890): "Principles of Economics" Macmillan, London.

NAREDO, J.M. (2006): *Raíces económicas del deterioro ecológico y social*. Siglo XXI, Madrid.

PANAYOTOU, T. (1993): "Empirical Test and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development". *Working Paper* WP238 Technology and Employment Programme, Geneva: International Labour Office.

PIGOU, A.C. (1920): "The Economics of Welfare" Macmillan, London.

POCHANART, P., KATO, S., KATSUNO, T., AKIMOTO, H (2004): "Eurasian continental background and regionally polluted levels of ozone and CO₂ observed in Northeast Asia". *Atmos Environ* 38 (9): 1325-36.

RANJAN, S. y PRASAD, D. (2017): "The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region" *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, N° 70, 96-106.

RICARDO, D. (1817): "On the Principles of Political Economy and Taxation". John Murray Ed., London.

SAPKOTA, P. y BASTOLA, U. (2017): "Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: Panel data analysis of Latin America" *Energy Economics*, N° 64, páginas 206-212.

SARAVIA, V.A. (2005): "Evidencias de la relación Medio Ambiente – Economía en el caso Latinoamericano". *CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales*, páginas 259-280.

SCHMALENSSEE, R.; STOKER, T.M. y JUDSON, R.A. (1998): "World carbon dioxide emissions: 1950-2050". *Review of Economics and Statistics* N°80, 15-27.

SHAFIK, N. y BANDYOPADHYAY, S. (1992): "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence". *Policy Research Working Paper*, World Development Report, WPS 904.

SHAHBAZ, M., LEAN, H.H. y SHABBIR, M.S. (2012): "Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: cointegration and Granger Causality" *Renewable Sustainable Energy Review* N° 16, páginas 2947-2953.

STERN, D.I., COMMON, M.S. y BARBIER, E.B. (1996): "Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development". *World Development* N° 24 (7), páginas 1151-1160.

WALRAS, L. (1874): "Eléments d'économie Politique Pure ou Théorie de la Richesse Sociale". (Trad.: Elementos de economía política pura. Ed. Alianza. Madrid, 1987).

WICKSELL, K. (1896): "A New Principle of Just Taxation". Traducido en Musgrave y Peacock (1958): "Classics in the Theory of Public Finance, St. Martin's Press, New York, páginas 72-118.

ZILIO, M. (2012): "Curva de Kuznets ambiental: la validez de sus fundamentos en países en desarrollo". *Cuadernos de economía* N° 35, páginas 43-54.

ZILIO, M. y CARABALLO, M.A. (2014): "¿El final de la Curva de Kuznets de carbono? Un análisis semiparamétrico para la América Latina y el Caribe". *El trimestre económico*, Vol. LXXXI (1), N° 321, páginas 241-270.

WEBGRAFÍA

BANCO MUNDIAL (2018) «<http://databank.bancomundial.org>»

COMISIÓN EUROPEA. Actuación Internacional contra el Cambio Climático. Negociaciones sobre el Clima.
«https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es»

CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS (1992) «https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf»

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Informe Planeta Vivo (2014) «https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Informe-PlanetaVivo2014_LowRES.pdf»

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. OECD environmental indicators (2003). «<http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>»

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Acuerdos Internacionales (acuerdos sobre el cambio climático y otros tratados). «https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/es/tssts-13-4.html»

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Cambio climático 2014, mitigación del cambio climático. «https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WG3AR5_SPM_brochure_es.pdf»

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero Nº13. «http://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/GHG_Bulletin_13_ES_0.pdf?YBIfazyk.Xi_7L2Oc02Xh46Nt1g4TfOo»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. FICHA DE FILIPINAS « http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/INDIA_FICHA%20PAIS.pdf»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. FICHA DE INDIA. « http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/INDIA_FICHA%20PAIS.pdf»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. FICHA DE MALASIA. «http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/MALASIA_FICHA%20PAIS.pdf»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. PAKISTÁN «http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/PAKISTAN_FICHA%20PAIS.pdf»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. SINGAPUR «http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/SINGAPUR_FICHA%20PAIS.pdf»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. TAILANDIA «http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/TAILANDIA_FICHA%20PAIS.pdf»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. SRI LANKA «http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/SRILANKA_FICHA%20PAIS.pdf»

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES DE ESPAÑA. BANGLADESH «http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/BANGLADESH_FICHA%20PAIS.pdf»