

Econometrics. Faculty of Economics and Business. University of Santiago de Compostela. Spain.  
Working Papers Series Economic Development. N° 99.  
2008.

**Relación entre el PIB *per cápita* y las emisiones de CO<sub>2</sub> y azufre: Análisis gráfico para el período 1950-99.**

Díaz-Vázquez, M<sup>a</sup> del Rosario [rosario.diaz@usc.es](mailto:rosario.diaz@usc.es)

Cancelo, M<sup>a</sup> Teresa [maite.cancelo@usc.es](mailto:maite.cancelo@usc.es)

University of Santiago de Compostela

Resumen: En este trabajo se lleva a cabo una clasificación de los países en función de la trayectoria seguida por la curva CO<sub>2</sub>-PIB, en términos per cápita, y, posteriormente, se compara dicha evolución con la seguida por la curva azufre-PIB. El objetivo es detectar los rasgos comunes que comparten los países tanto en el comportamiento temporal como en la magnitud de las variables analizadas. En especial, nos centraremos en estudiar si existe algún tipo de nexo entre el hecho de haber alcanzado un determinado nivel de PIB per cápita y el de que se haya debilitado la correlación entre las emisiones y el PIB.

Palabras clave: emisiones CO<sub>2</sub>, emisiones azufre, PIB, curva de Kuznets.

Clasificación JEL: Q56

Abstract: In this paper, countries are clustered according to similarities in their CO<sub>2</sub>-GDP curve and subsequently, a comparison of the sulphur-GDP with the CO<sub>2</sub>-GDP trajectory is carried out. The objective of this procedure is to detect the common features shared by countries both in the evolution and in the values of these variables. In particular, we focused on checking for the possible existence of a systematic link between a specific level of GDP per capita and a weakening in the emissions-GDP correlation.

Keywords: CO<sub>2</sub> emissions, sulphur emissions, GDP, Kuznets curve

JEL classification: Q56

## 1.- Introducción.

La posibilidad de que el modelo econométrico en forma reducida que habitualmente se utiliza para contrastar la hipótesis de la curva de Kuznets medioambiental (CKA) esté mal especificado nos ha conducido a tratar de estudiar más detenidamente los rasgos comunes existentes entre contaminantes y entre países en los que aparentemente se cumple dicha hipótesis.

En este trabajo realizamos, en el apartado 2, un análisis gráfico de la relación existente entre el PIB *per cápita* y las emisiones de dióxido de carbono *per cápita* por países. Nuestro objetivo es, en este caso, clasificar los países en función de la trayectoria seguida por dicha relación. Una vez agrupados los países que han seguido trayectorias similares, estudiaremos si comparten rasgos comunes en el comportamiento temporal o en la magnitud de las dos variables estudiadas.

En el apartado 3, utilizaremos la clasificación de países obtenida en el epígrafe anterior para comprobar si aquellos que seguían trayectorias análogas en la relación CO<sub>2</sub>-PIB también presentan similitudes en la relación entre el PIB *per cápita* y las emisiones de azufre *per cápita*. Compararemos, además, la evolución de ambas trayectorias. Por último, al igual que se hace en el caso de las emisiones de dióxido de carbono, se buscarán los rasgos comunes, tanto en la magnitud como en la evolución temporal de las variables consideradas, que comparten los países en los que se observan trayectorias azufre-PIB similares.

Dado que la base de este análisis gráfico se hará en términos *per cápita*, cualquier mención en el resto del texto a la curva (o trayectoria, o senda, o relación) CO<sub>2</sub>-PIB se deberá interpretar como la curva trazada al representar el PIB *per cápita* en el eje de abscisas y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en el eje de ordenadas. Cuando se pretenda hacer referencia al volumen total de emisiones se hará explícitamente. Lo mismo es aplicable a la curva (o trayectoria, o senda, o relación) azufre-PIB que se referirá a la curva que se dibuja al representar el PIB *per cápita* en el eje de abscisas y las emisiones de azufre *per cápita* en el eje de ordenadas.

Los datos que hemos utilizado para el estudio son los siguientes:

- Los datos de emisiones de CO<sub>2</sub> son del *Carbon Dioxide Information Analysis Center* (CDIAC) del *Oak Ridge National Laboratory* (ORNL) perteneciente al *U.S. Department of Energy*<sup>1</sup>. Los datos de emisiones de dióxido de carbono del ORNL incluyen las emisiones derivadas de combustibles fósiles (sólidos, líquidos y gaseosos), de antorchas de gas y de la producción de cemento (Marland *et al*, 2002). Hemos elegido las series de datos del ORNL porque son las que ofrecen una mayor cobertura temporal.

- Los datos de emisiones de azufre proceden de las series estimadas por Stern (2003)<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Disponibles en [http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/meth\\_reg.htm](http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.htm) Consulta: 3-12-2002.

<sup>2</sup> En este trabajo se explica cómo se han elaborado las series de datos que utilizamos y se indica que están disponibles en la siguiente dirección: <http://www.rpi.edu/~stern/datasite.html> Consulta: 23-9-2003. Ha sido posteriormente publicado en Stern (2005). Con motivo de dicha publicación, Stern revisó los datos en noviembre de 2005 (pero nosotros utilizamos los datos previos a esa revisión).

- Los datos del PIB y de la población se han tomado de University of Groningen and the Conference Board (2002).

Los países que se han considerado para la clasificación llevada a cabo en este trabajo son los siguientes:

**OCDE94** (22 países)<sup>3</sup>: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía.

**no-OCDE** (35 países). *África*: Egipto, Etiopía, Ghana, Kenya, Marruecos, Nigeria, Sudáfrica, República Democrática del Congo. *Asia*: Myanmar, China, Hong Kong, India, Indonesia, Filipinas, Corea del Sur, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia. *Europa del Este*: Bulgaria, Checoslovaquia, Hungría, Polonia, URSS. *América Latina*: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Venezuela. *Oriente Medio*: Israel, Irán, Irak, Arabia Saudita, Siria.

El periodo considerado para todas las variables es 1950-1999. Debido a los datos disponibles de emisiones de CO<sub>2</sub>, la muestra de datos para la URSS es de 1950 a 1991. En el caso de las emisiones de azufre, los datos de URSS utilizados sólo llegan hasta 1980.

Los países que hemos seleccionado tenían en 1998 el 83% de la población mundial, el 94% del PIB, el 87% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el 88% de las emisiones de azufre.

## **2.- Análisis gráfico de la relación entre el PIB *per cápita* y las emisiones de CO<sub>2</sub> por países.**

Como hemos señalado, comenzaremos clasificando los países en función de la trayectoria seguida por la relación CO<sub>2</sub>-PIB. Con este fin, utilizaremos como punto de partida el trabajo realizado por Moomaw y Unruh (1997). Por ello, como paso previo al análisis, estimamos oportuno precisar las diferencias existentes entre nuestro análisis y el de los citados autores, en primer lugar, en los datos empleados y, en segundo lugar, en los criterios adoptados para la clasificación.

En cuanto a los datos, estos autores utilizan las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* del Oak Ridge National Laboratory (1995) y series de PIB real *per cápita* (en dólares de 1985) de las Penn World Tables (Summers y Heston, 1991, 1994). Toman estos datos para el periodo 1950-1992.

Por lo tanto, si consideramos los utilizados en nuestro caso, no coincide la fuente de los datos del PIB *per cápita* (ni el año base), pero sí la fuente de los datos de emisiones, el Oak Ridge National Laboratory (ORNL). Ahora bien, cabe puntualizar que Moomaw y Unruh toman los datos que el ORNL ofrece ya en términos *per cápita* mientras que nosotros tomamos de esa fuente las emisiones totales y calculamos las emisiones *per cápita* utilizando los datos de población de University of Groningen and the Conference Board (2002). Además, abarcamos un periodo más amplio, de 1950 a 1999

---

<sup>3</sup> Como se puede apreciar, la muestra que denominamos OCDE94 incluye todos los países que formaban parte de la OCDE hasta 1994, excepto Islandia y Luxemburgo. En 1994 se incorporó México.

Respecto a los criterios de clasificación también se han introducido algunas diferencias.

Estos autores dividen los países en tres grupos:

- Países Tipo 1: países en los que la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el PIB en términos *per cápita* sufre una transición discontinua en la que la relación entre CO<sub>2</sub> y PIB cambia de una fuerte correlación positiva a estar negativa o débilmente correlacionada. En la clasificación de estos autores, estos países resultaron ser un conjunto de países de la OCDE (Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania Occidental, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, Holanda, Suecia, Suiza, Reino Unido y Estados Unidos).
- Países Tipo 2: países que mantienen una correlación positiva entre emisiones de CO<sub>2</sub> y PIB y países que sufren una contracción económica y, a consecuencia de ello, declinan sus emisiones. Este grupo estaría formado, según estos autores, por algunos países en desarrollo y por países que tienen o han tenido economías centralmente planificadas.
- Países Tipo 3: también descritos como “caóticos” ya que no muestran una relación consistente entre ambas variables. Se trata de países en desarrollo que no han mantenido un crecimiento del PIB consistente durante el periodo muestral.

En nuestro estudio, también distinguimos tres grupos de países pero introducimos algunas modificaciones en los criterios de clasificación:

- Países Tipo 1: países en los que la relación CO<sub>2</sub>-PIB sufre una transición discontinua a raíz de la cual dicha relación cambia de una fuerte correlación positiva entre ambas variables a estar negativa o débilmente correlacionadas. El criterio utilizado para la clasificación de este grupo de países coincide así con el de Moomaw y Unruh.
- Países Tipo 2: en este grupo hemos incluido a aquellos países en los cuales la curva que representa la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* y el PIB *per cápita* mantiene, en general, una pendiente positiva a lo largo del periodo considerado.
- Países Tipo 3: en este grupo estaría formado por los países que no cumplen los requisitos de los dos grupos anteriores. Se trata de países que no muestran una relación consistente entre ambas variables y de países en los que las frecuentes oscilaciones sufridas por su PIB dificultan la interpretación de la curva CO<sub>2</sub>-PIB. Ambos casos pueden considerarse “caóticos”. También se incluyen en este grupo los países en los que las emisiones disminuyen con el PIB (en la clasificación de Moomaw y Unruh, estos países figuraban entre los Tipo 2).

Nuestra clasificación se ha basado en el análisis de los gráficos que recogen la curva que se dibuja al representar el PIB *per cápita* en el eje de abscisas y el CO<sub>2</sub> *per cápita* en el eje de ordenadas.

Presentamos a continuación la clasificación de países y las conclusiones resultantes de nuestro análisis gráfico. Dada su complejidad, los gráficos de los países Tipo 3 no van a ser objeto de comentario y se recogerán en el Apéndice, con el fin de no extender excesivamente el trabajo.

## 2.1.- Países clasificados como Tipo 1

Aunque en el trabajo de Moomaw y Unruh todos los países clasificados como Tipo 1 pertenecían a la OCDE, la información adicional que nos aporta la ampliación del periodo muestral nos ha conducido a modificar, en parte, los países incluidos en este grupo y a diferenciar dos subgrupos que son:

- Países Tipo 1 que pertenecen a la OCDE94 (en adelante Tipo 1-OCDE)
- Países Tipo 1 que pertenecen a Europa del Este (en adelante Tipo 1-EE)

Establecemos esta distinción porque, como expondremos, los procesos de transición experimentados por los países de cada grupo tienen características diferentes.

Comenzaremos representando los gráficos de los países Tipo 1-OCDE y Tipo 1-EE, en este orden. Debido a que los comentarios país por país que habíamos realizado de dichos gráficos resultaban excesivamente repetitivos optamos por agruparlos en una conclusión general para el conjunto de los países Tipo 1, la cual se presenta al final de las representaciones gráficas.

### 2.1.1.- Países Tipo 1 pertenecientes a la OCDE94 (Tipo 1-OCDE):

Hemos seleccionado como países Tipo 1-OCDE los siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Noruega, Reino Unido, Suecia y Suiza.

Es importante destacar que la mayoría de los países seleccionados como Tipo 1-OCDE coinciden con los que Moomaw y Unruh clasificaron como Tipo 1 (cabe recordar que eran países pertenecientes a la OCDE), por lo que muchas de las conclusiones del análisis de los países Tipo 1-OCDE van a coincidir con las de dichos autores. Es necesario, sin embargo, matizar que, al ser el periodo muestral que hemos tomado más amplio que el considerado por Moomaw y Unruh, la información adicional obtenida ha conducido a que los países que hemos clasificado como Tipo 1-OCDE no coincidan exactamente con los seleccionados como Tipo 1 por los citados autores, a pesar de mantenerse el criterio de selección. A diferencia de nuestra clasificación, Moomaw y Unruh incluyen en este grupo a Italia, Japón, Islandia y Luxemburgo pero no incluyen a Noruega. Islandia y Luxemburgo no han sido objeto de nuestro análisis, por lo que no podemos confirmar su presencia en este grupo. Sin embargo, Italia y Japón sí han sido analizados y hemos considerado que deben incluirse entre los países Tipo 2. Esto se ha debido a que, aunque el efecto de la crisis de petróleo modificó temporalmente la relación entre emisiones *per cápita* y PIB en estos dos países, posteriormente la curva volvió a presentar una clara pendiente positiva con emisiones *per cápita* superiores a las alcanzadas en la década de los 70. Presentamos, por tanto, las curvas de Italia y Japón con las de los países Tipo 2.

Para el análisis de los países que hemos considerado Tipo 1-OCDE incluimos, en cada caso, cuatro gráficos.

El primero de ellos, sobre el que se ha basado la clasificación, representa en el eje-X el PIB *per cápita* y en el eje-Y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita*. Este gráfico es el que permite ver si la relación CO<sub>2</sub>-PIB en términos *per cápita* ha sufrido o no la transición

discontinua a la que se referían Moomaw y Unruh y ha seguido una evolución compatible con la hipótesis CKA.

El segundo gráfico recoge la misma relación que el gráfico anterior pero utilizando el volumen total de PIB (eje-X) y las emisiones totales de CO<sub>2</sub> (eje-Y).

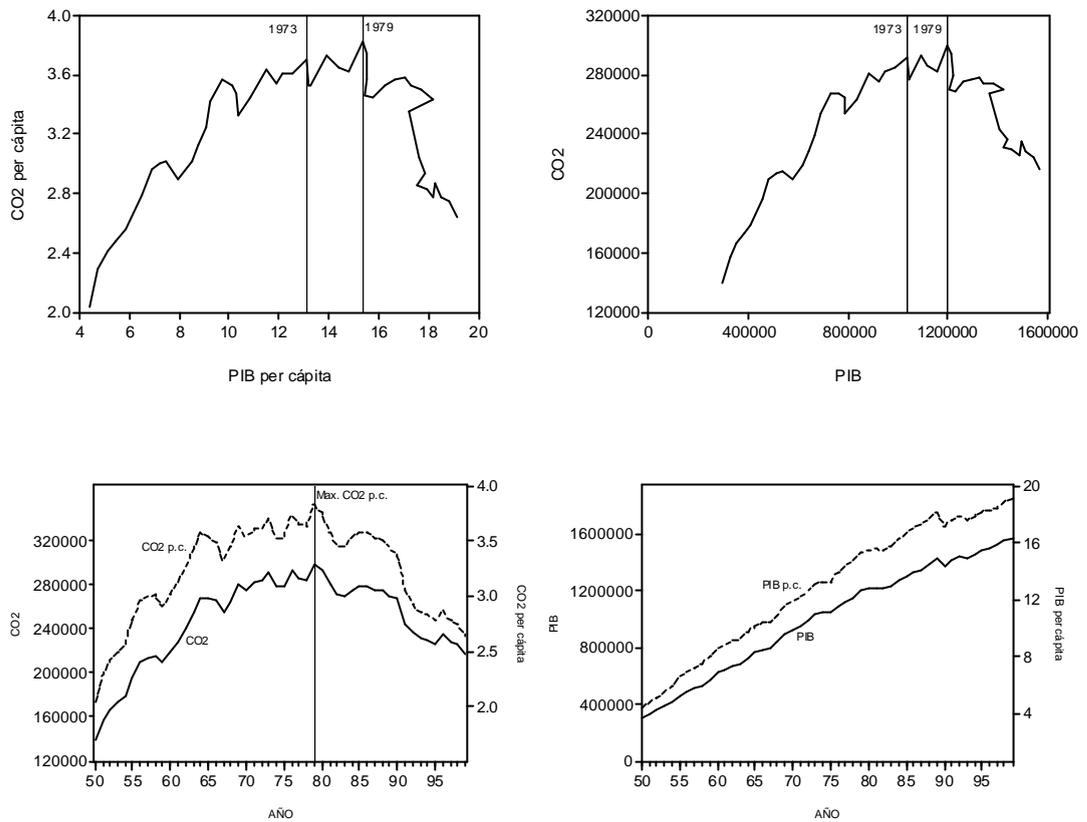
Para introducir una referencia temporal hemos incluido en los dos gráficos anteriores unas líneas verticales que señalan los puntos de la curva correspondientes a los años de las crisis del petróleo, 1973 y 1979. En los casos en los que más de un punto se cruce con alguna de esas líneas, el punto correspondiente al año resaltado será siempre el que tenga un valor de emisiones de CO<sub>2</sub> más elevado. Cuando esto no suceda se optará por no incluir la línea vertical que representa el año.

El tercero de los gráficos representa la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> totales y en términos *per cápita*. En él se ha incluido también una línea vertical que señalaría el año en el que ese país ha alcanzado sus emisiones *per cápita* máximas (no las totales, aunque pueden coincidir).

El cuarto gráfico recoge la trayectoria del PIB y del PIB *per cápita* a lo largo del periodo considerado.

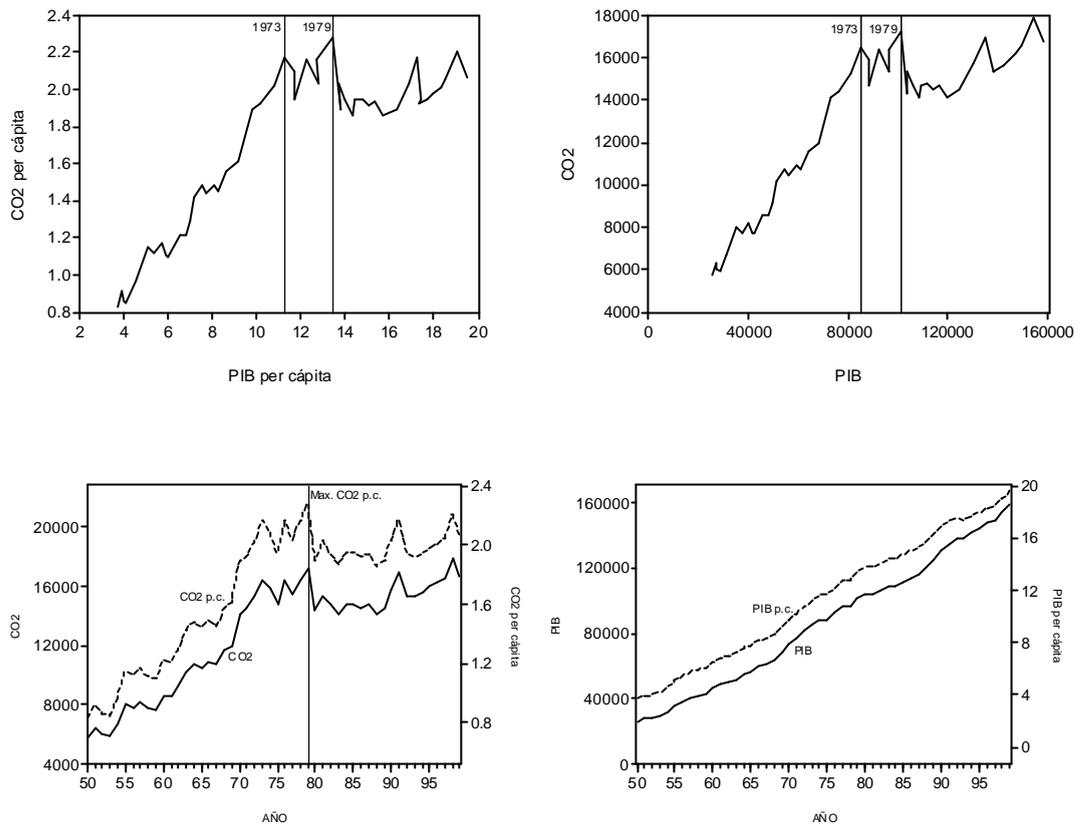
Presentamos a continuación los gráficos descritos anteriormente.

Gráfico 1. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: ALEMANIA



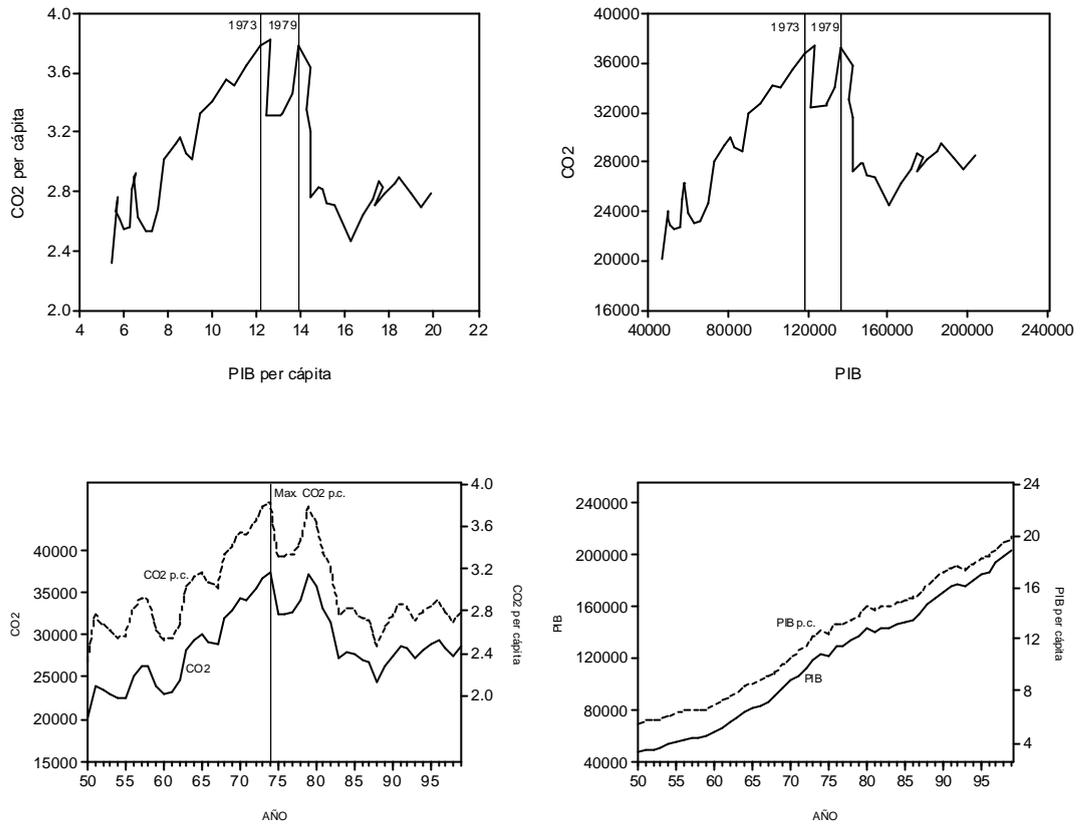
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 2. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **AUSTRIA**.



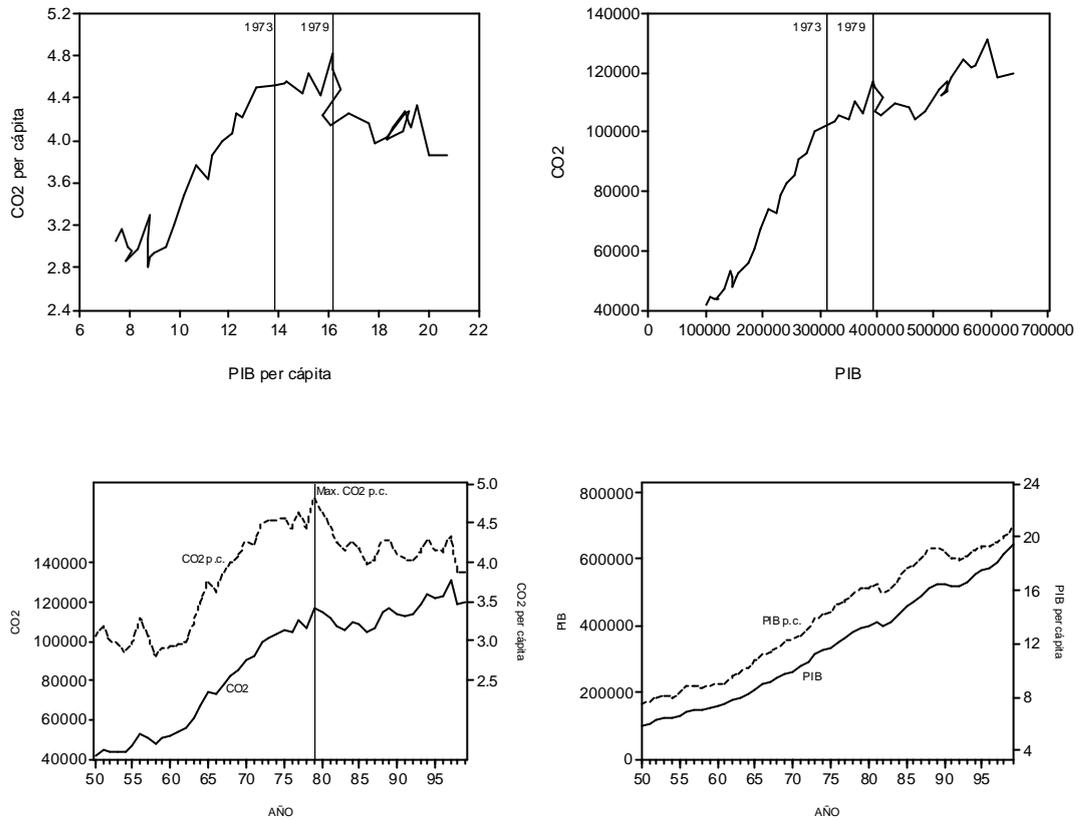
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 3. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **BÉLGICA**.



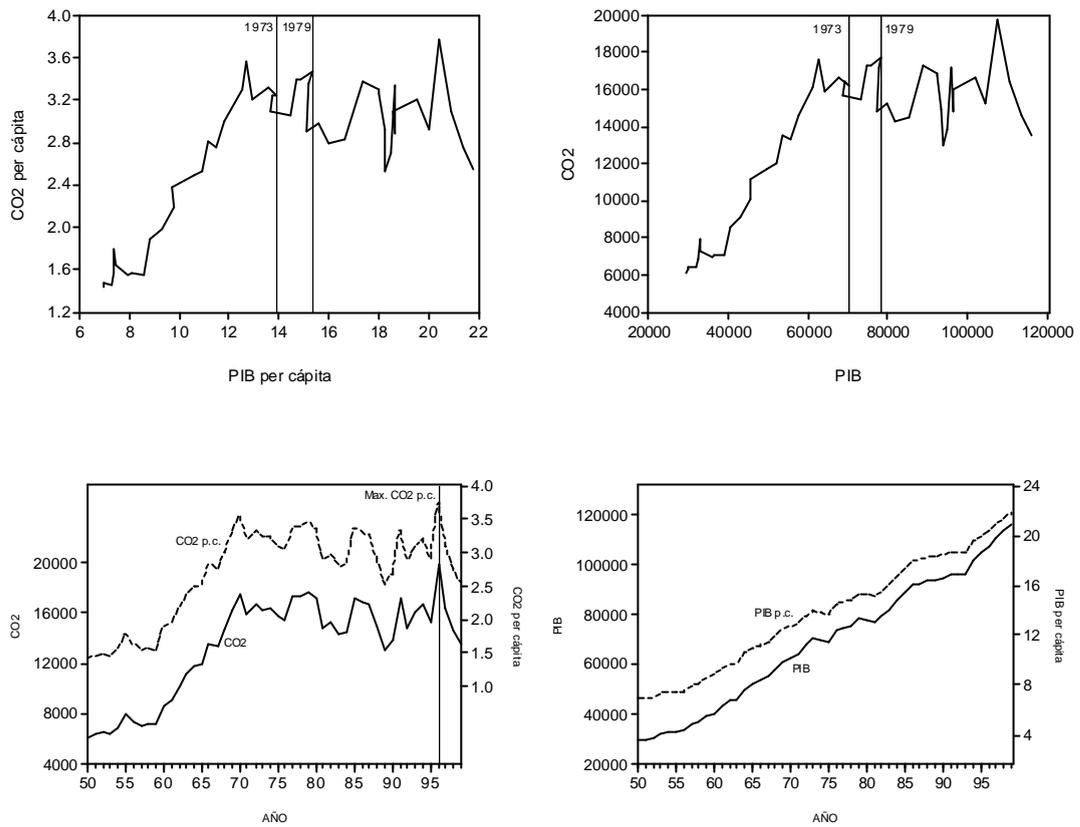
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 4. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: CANADÁ.



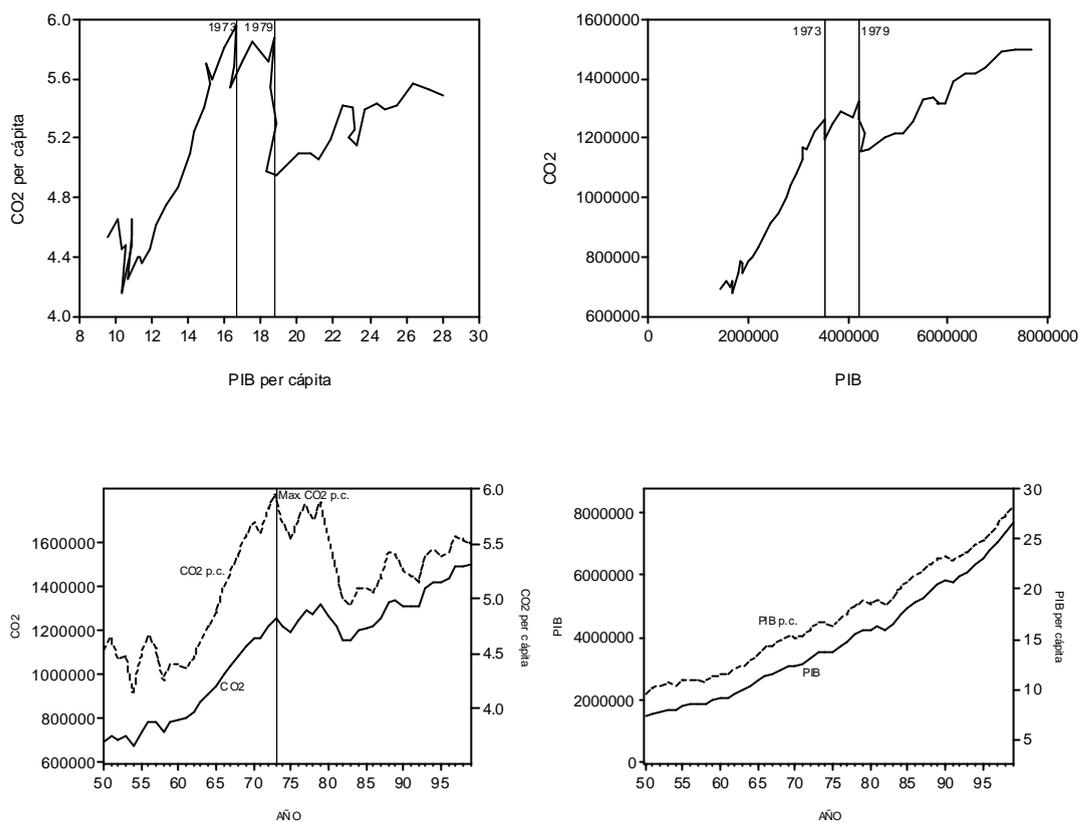
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 5. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **DINAMARCA**.



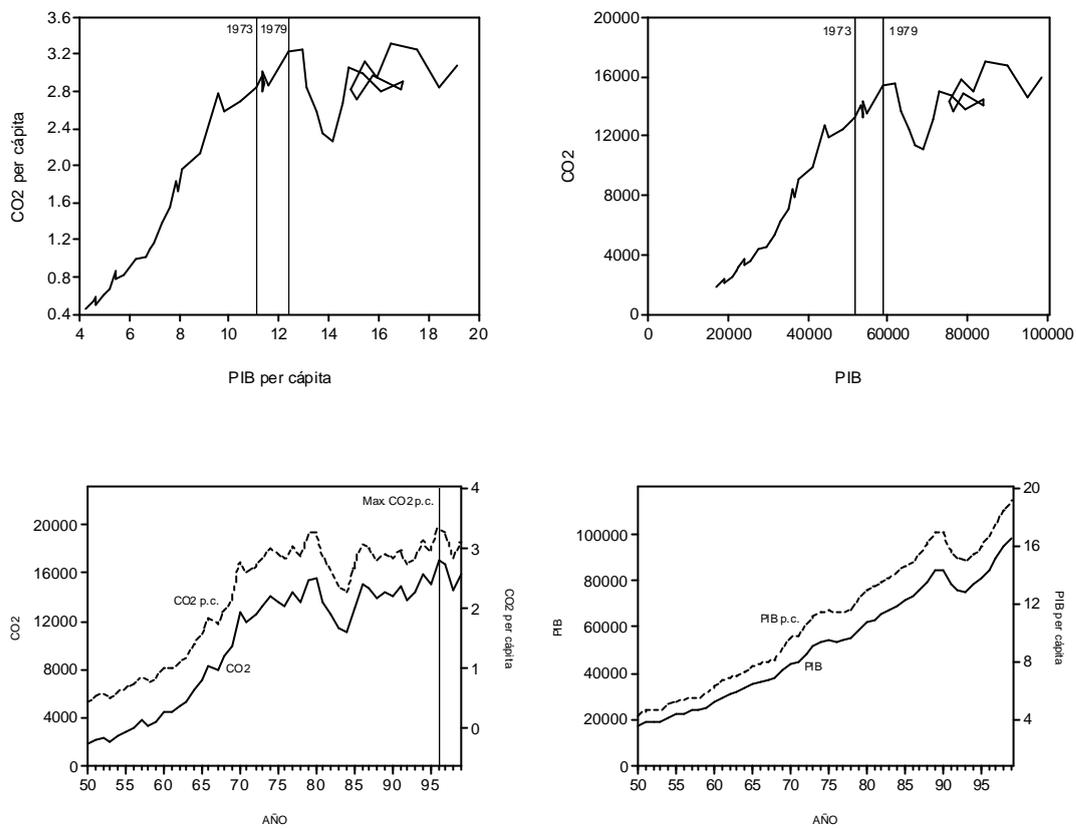
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 6. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **ESTADOS UNIDOS**.



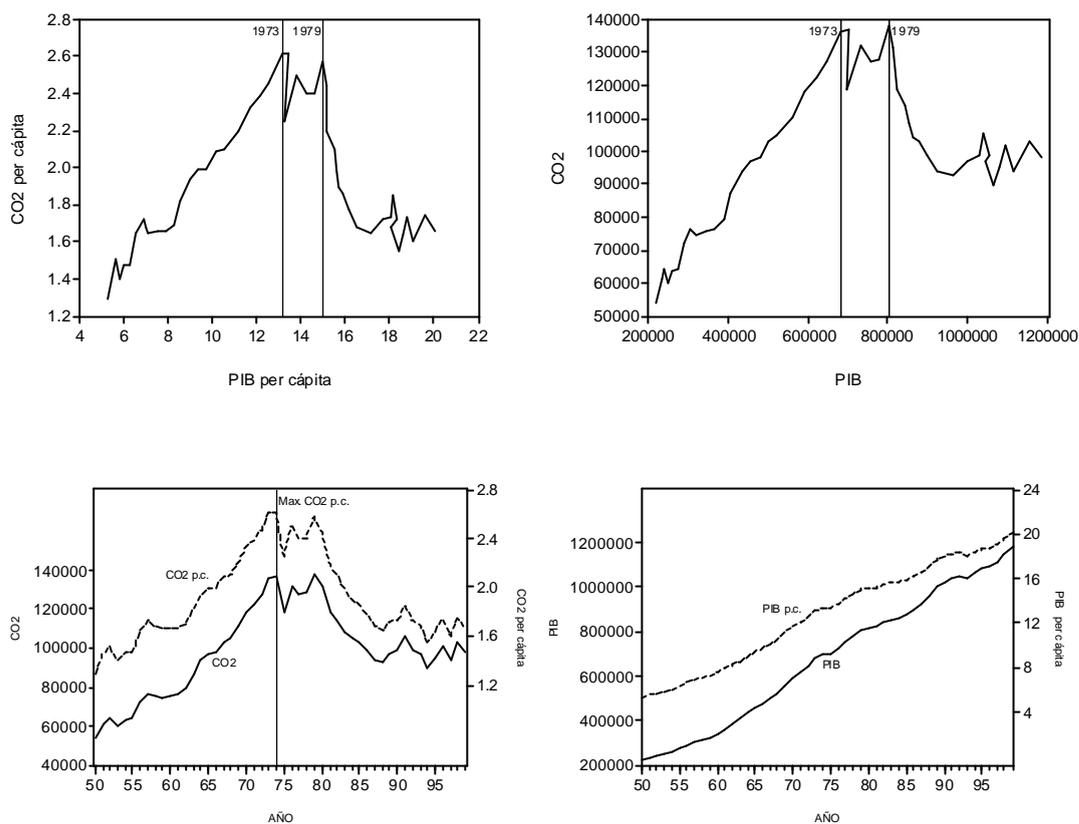
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 7. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **FINLANDIA.**



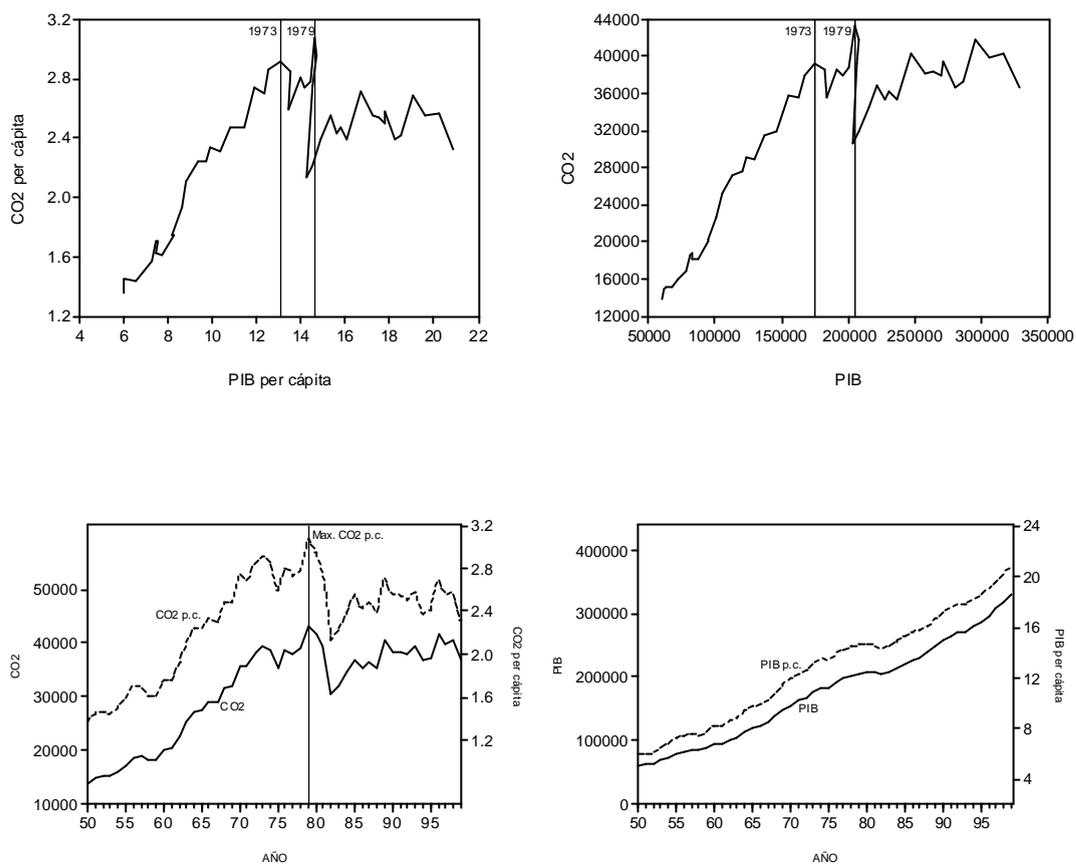
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 8. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: FRANCIA.



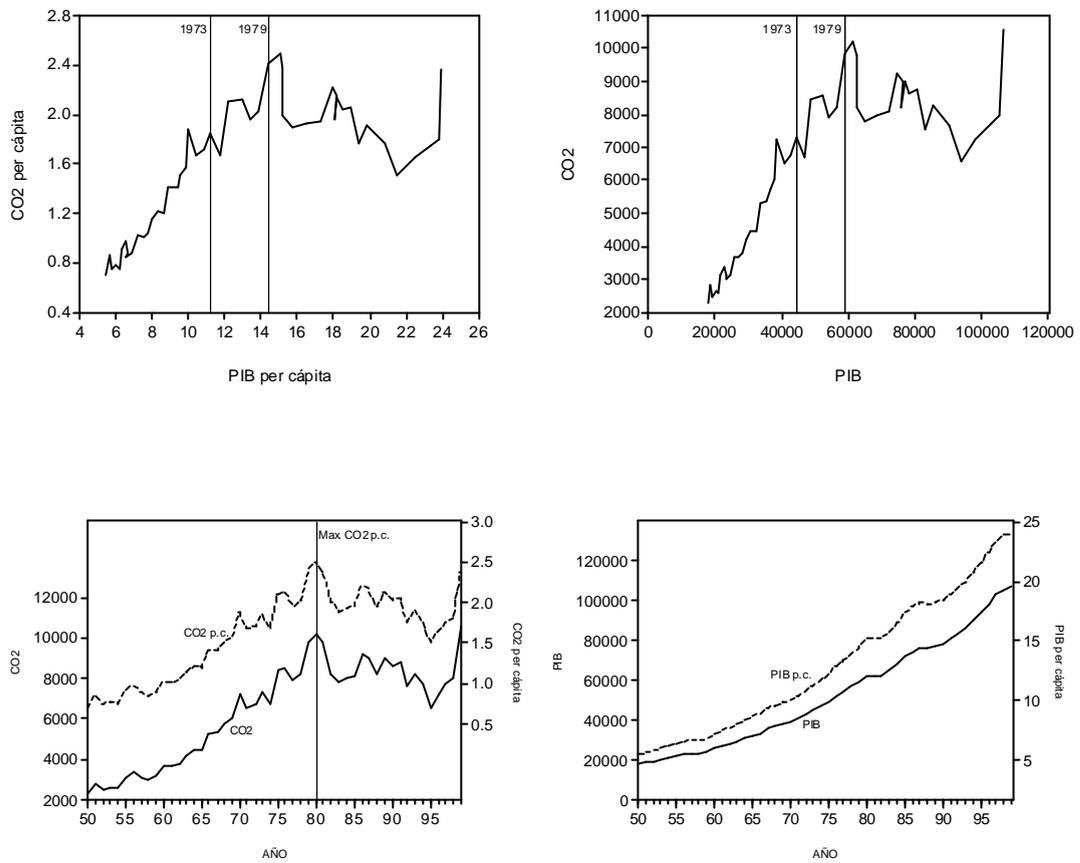
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 9. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **HOLANDA.**



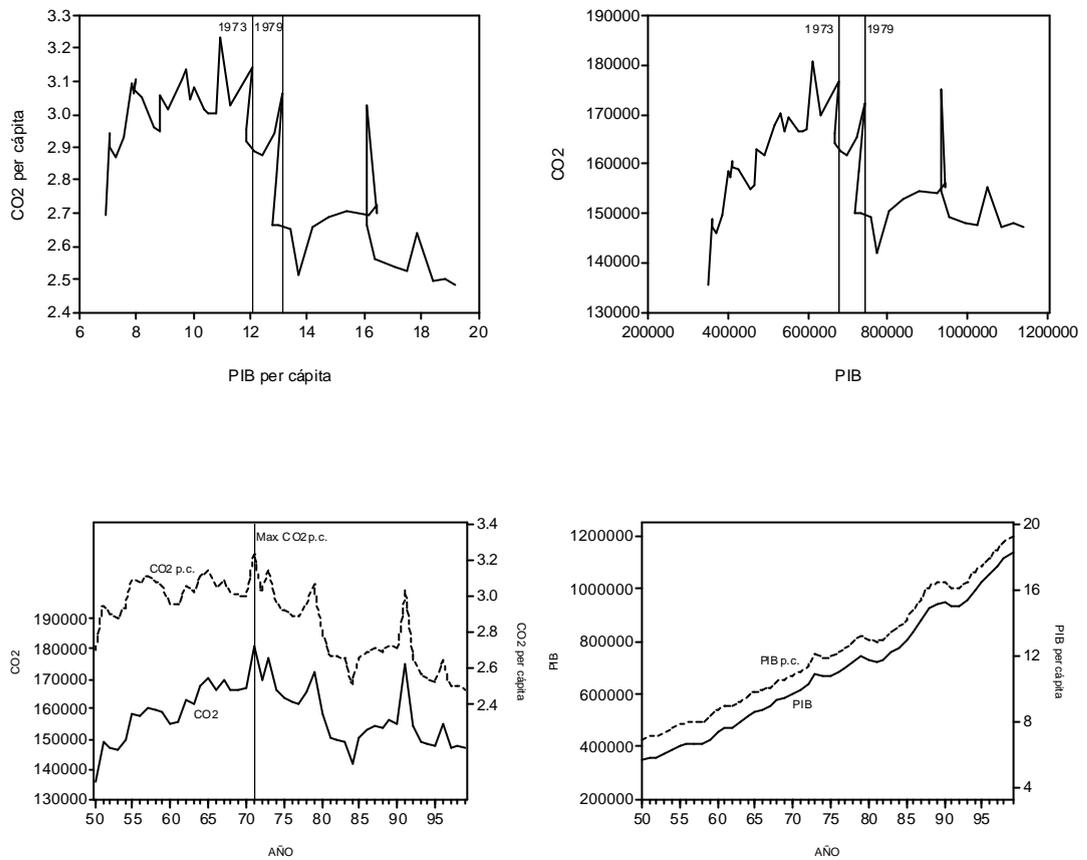
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 10. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **NORUEGA**.



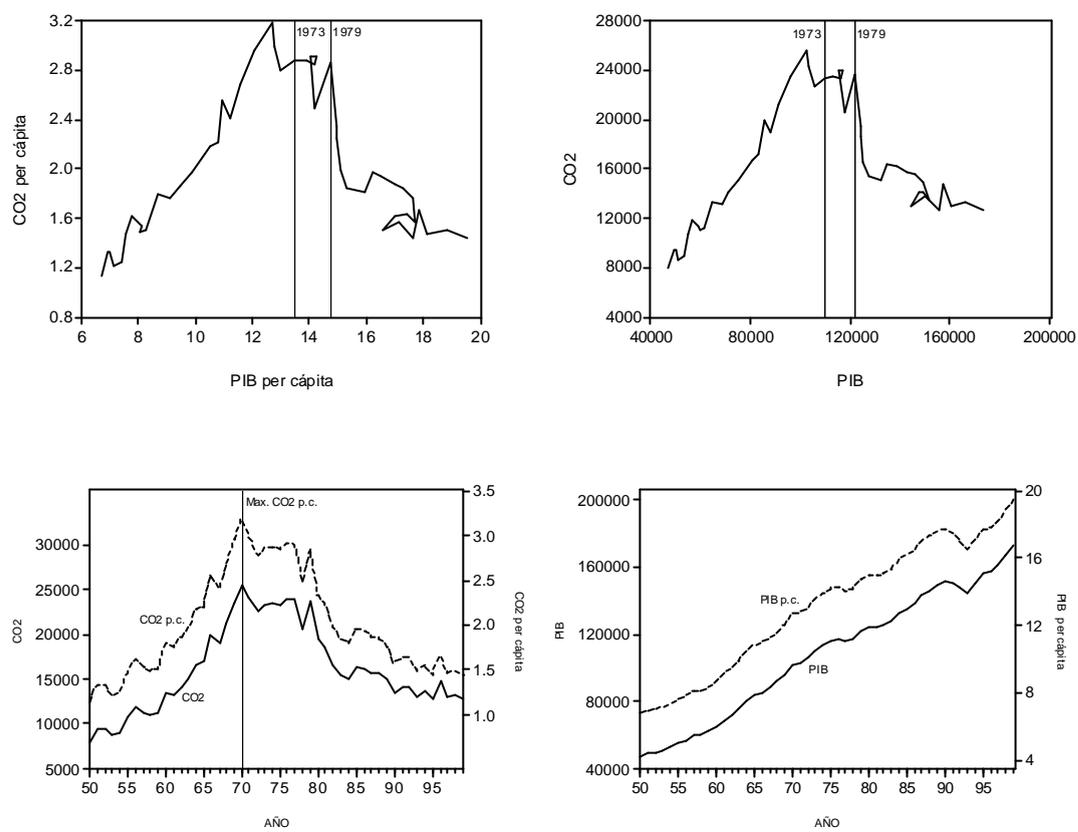
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 11. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **REINO UNIDO**.



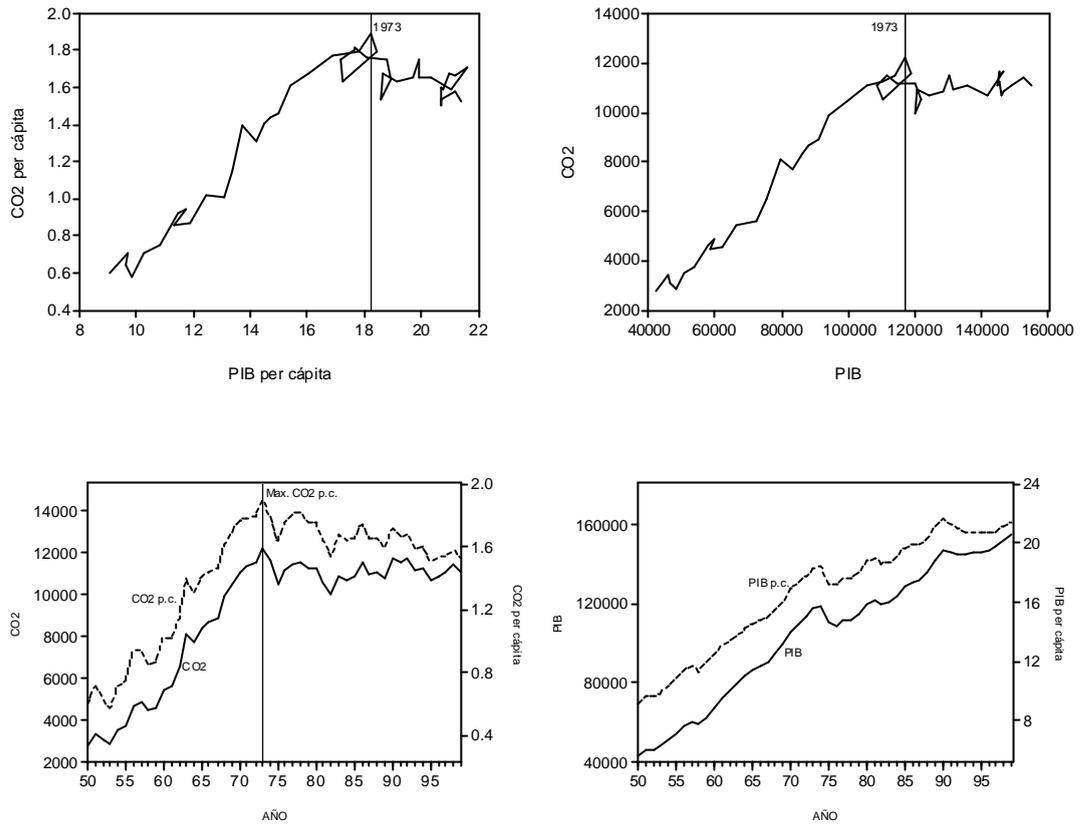
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 12. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: SUECIA



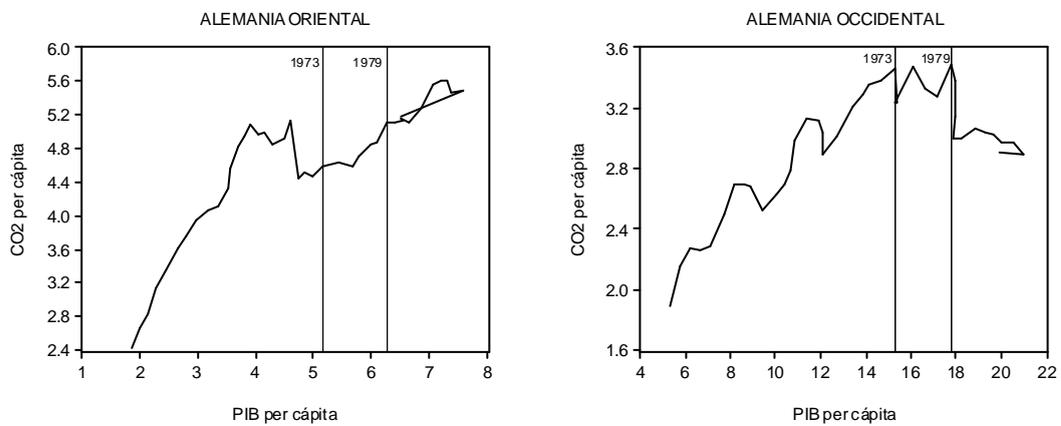
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 13. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: SUIZA.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 14. Relación CO<sub>2</sub>-PIB en la RDA y la RFA.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.

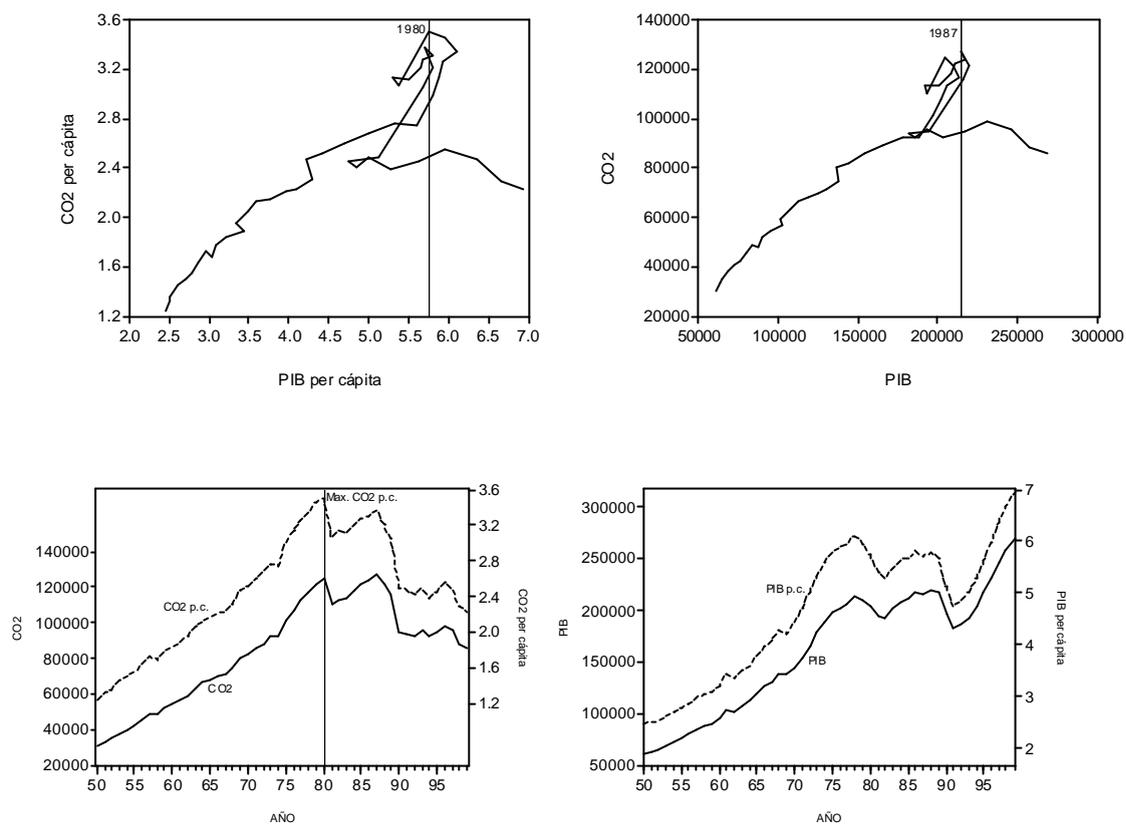
### **2.1.2.- Países Tipo 1 pertenecientes a la Europa del Este (Tipo 1-EE)**

Los países que hemos seleccionado dentro de este grupo son: Polonia, Checoslovaquia y Hungría.

Estos países no fueron incluidos por Moomaw y Unruh entre los países Tipo 1. Ahora bien, un análisis más detallado de los gráficos de estos países, por un lado, y, por otro, la información adicional que nos proporciona la ampliación del periodo temporal, nos han inducido a considerar que estos países han experimentado también una transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB, aunque con características diferentes a la sufrida por los países Tipo 1-OCDE.

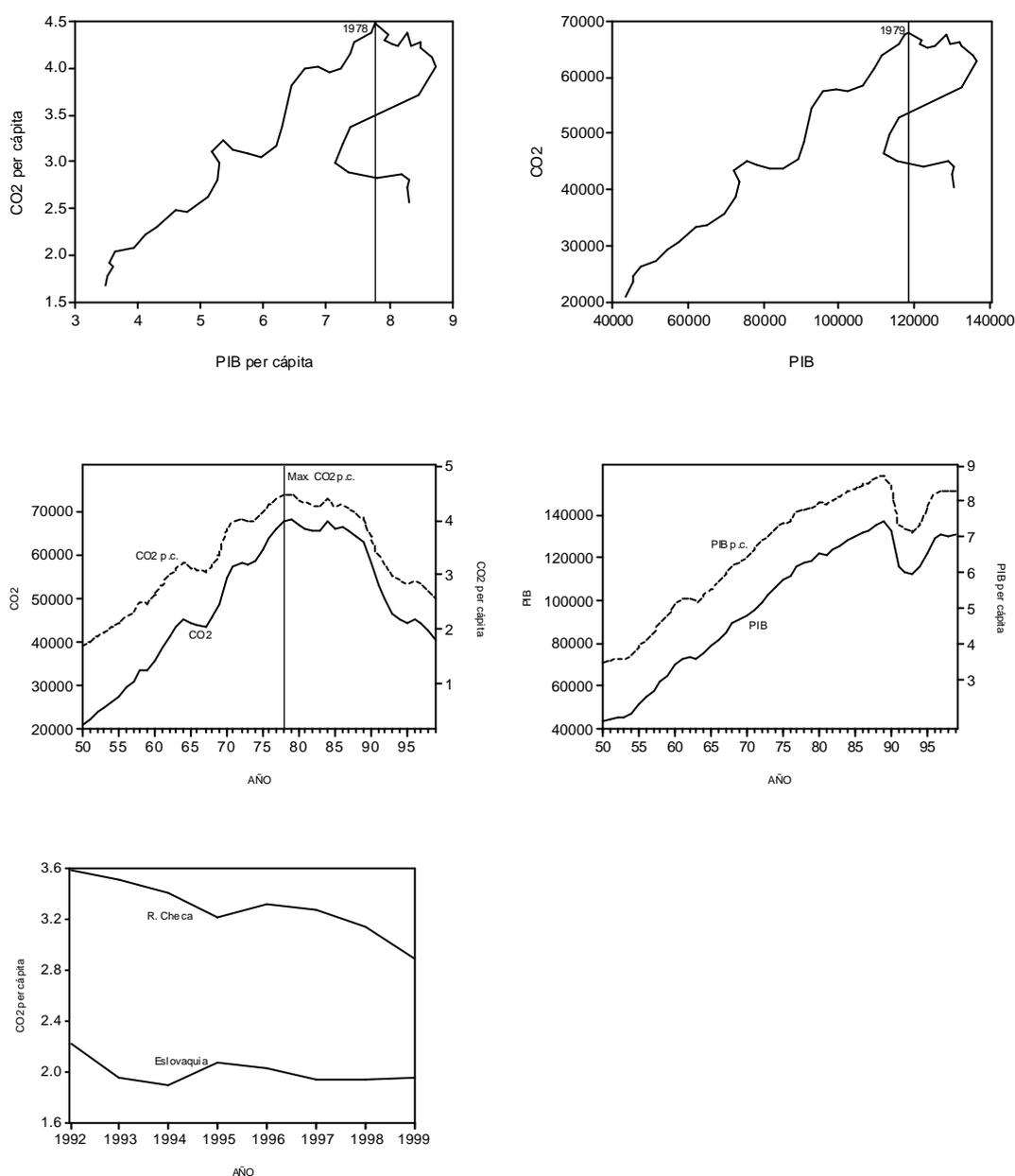
Para el análisis gráfico de los países Tipo 1-EE hemos utilizado los cuatro gráficos descritos para el análisis de los países Tipo 1-OCDE con ligeras diferencias. En los dos primeros gráficos hemos incluido también una línea vertical que incluye una referencia temporal pero, dada la mayor complejidad de estos gráficos, dicha referencia temporal no reflejará los años de los *shocks* petrolíferos como en el caso de los países Tipo 1-OCDE sino simplemente el año en que ese país alcanza sus emisiones máximas del periodo. Por lo tanto, cuando esa línea vertical se corte con más de un punto de la curva siempre dará la referencia temporal del punto correspondiente al nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> más elevado.

Gráfico 15. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **POLONIA**.



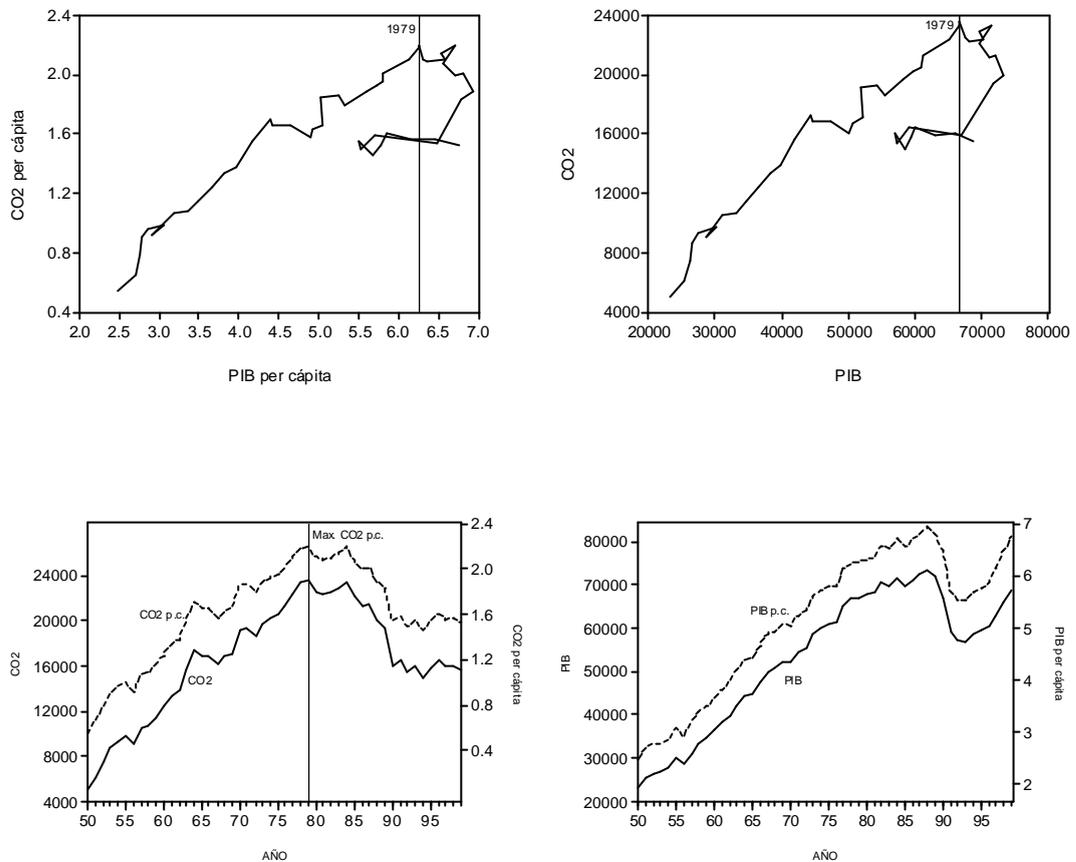
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 16. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **CHECOSLOVAQUIA.**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

Gráfico 17. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: HUNGRÍA.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB está expresado en millones de dólares de 1990 y el PIB *per cápita* en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de CO<sub>2</sub> están expresadas en miles de toneladas métricas de carbono y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en toneladas métricas por habitante.

### 2.1.3.- Conclusión general del análisis gráfico de los países Tipo 1.

En los países Tipo 1-OCDE (en general, países OCDE de Norteamérica y Europa occidental no mediterráneos) se rompe la relación creciente entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el PIB *per cápita* como consecuencia de las crisis del petróleo de los setenta (especialmente tras la de 1979). También se ha observado ese proceso en algunos países de Europa del Este clasificados como Tipo 1-EE, concretamente en Checoslovaquia y Hungría. Es cierto que algunos países clasificados como Tipo 1 recuperan una relación creciente entre emisiones y PIB, *per cápita*, después de una disminución brusca en las emisiones pero se han incluido en este grupo porque, a pesar de ello, no han vuelto a alcanzar los niveles de emisiones *per cápita* de la década de los setenta. El caso más evidente es el de Estados Unidos.

Hemos detectado otra etapa de transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB en los países de Europa del Este clasificados como Tipo 1-EE en torno a 1989 (caída del muro de Berlín).

Por otra parte, la evolución de la relación entre emisiones totales y PIB es muy similar a la descrita para las variables *per cápita*. Las excepciones son Estados Unidos y Canadá. En estos dos países las emisiones totales vuelven a exhibir una fuerte tendencia creciente después de los periodos de crisis y superan con creces los niveles de emisiones alcanzados en la década de los setenta. La asimetría entre las curvas de emisiones *per cápita* y las de emisiones totales en estos dos casos viene, naturalmente, explicada por la evolución de la población. En la Tabla 1, incluimos la tasa de crecimiento media anual de la población en los países Tipo 1 desde 1979 hasta 1999. Como se puede comprobar en esa tabla, han sido precisamente Canadá y Estados Unidos los países que han experimentado un mayor crecimiento en su población durante esa etapa.

**Tabla 1.- Tasas de crecimiento medio anual de la población, 1979-1999**

PAÍSES TIPO 1-A	TASA DE CRECIMIENTO (%)
Alemania	0,25
Austria	0,36
Bélgica	0,19
Canadá	1,22
Dinamarca	0,19
EEUU	0,97
Finlandia	0,40
Francia	0,49
Holanda	0,59
Noruega	0,45
Reino Unido	0,27
Suecia	0,34
Suiza	0,66

FUENTE: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002).

## 2.2.- Países clasificados como Tipo 2 y Tipo 3.

### 2.2.1.- Países Tipo 2.

En este grupo hemos incluido a aquellos países en los cuales la curva que representa la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* y el PIB *per cápita* mantiene, en general, una pendiente positiva a lo largo del periodo considerado.

Hemos decido incorporar también a este grupo a aquellos países en los que, a pesar de existir una relación poco clara entre emisiones y PIB *per cápita* en la primera parte del periodo, se tiende a mantener una curva con pendiente positiva desde antes del comienzo de la década de los noventa. En este caso estarían Sri Lanka y Chile<sup>4</sup>. Por el contrario, no hemos incluido a los países en los que la curva tiene pendiente positiva en las primeras fases del periodo pero podría considerarse caótica en sus tramos finales, como sería el caso de México, Brasil, Filipinas o Marruecos<sup>5</sup> que han sido clasificados como países Tipo 3.

<sup>4</sup> En Sri Lanka, el comienzo de la curva positiva puede situarse en 1989 y, en Chile, en 1986.

<sup>5</sup> En Brasil, el periodo que podríamos considerar “caótico” se extiende desde 1980 a 1992; a partir de 1992, la relación PIB-CO<sub>2</sub> en términos *per cápita* recupera una senda creciente. En México, el periodo “caótico” se produciría entre 1981 y 1996, fecha a partir de la cual la pendiente de la curva volvería a ser

También hemos incluido en este grupo a aquellos países que muestran una curva de pendiente positiva pero que se trunca en los dos o tres últimos años del periodo por la disminución del PIB *per cápita* y sus emisiones. Los hemos recogido en este grupo, a pesar de que los países que reducen sus emisiones por una contracción económica forman parte de los Tipo 3, porque consideramos que en estos países ha predominado la relación creciente durante el periodo. Sería este el caso de algunos países asiáticos y latinoamericanos que se vieron muy afectados por la recesión asiática de 1997-1998 como, por ejemplo, Indonesia, Corea del Sur, Tailandia, Hong Kong, Colombia o Chile.

En el análisis gráfico de los países Tipo 2 presentaremos únicamente el gráfico que recoge la curva que relaciona las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* (eje-Y) y el PIB *per cápita* (eje-X) y, al final, unas conclusiones conjuntas para este grupo de países. En el gráfico se incluirá una línea vertical que situará el punto de la curva correspondiente al año 1979. Cuando la recta vertical del año 1979 se corte con más de un punto de la curva se optará por incluir la del año 1973 y si esta también corta a más de un punto de la curva se preferirá no incluir ninguna línea vertical.

Los países seleccionados como Tipo 2 han sido los siguientes:

**América Latina:** Chile y Colombia

**África:** Egipto.

**Oriente Medio:** Israel

**Asia:** China, Corea del Sur, Hong-Kong, India, Indonesia, Sri Lanka, Tailandia y Taiwán.

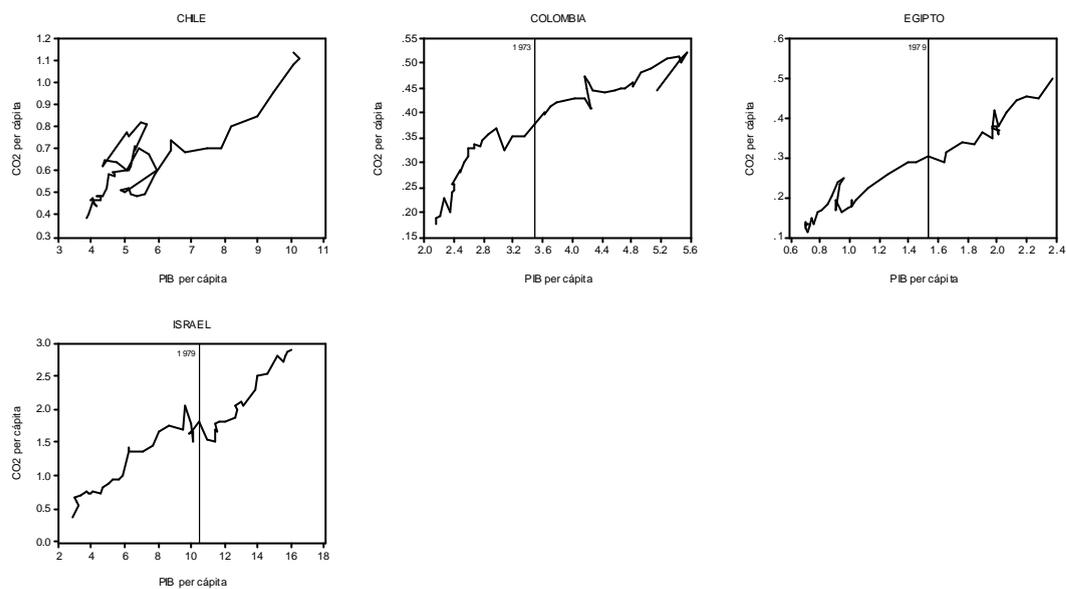
**OCDE94:** Australia, España, Grecia, Irlanda, Italia, Japón, Portugal y Turquía.

Ofrecemos a continuación las representaciones gráficas de la relación CO<sub>2</sub>-PIB *per cápita* en los países Tipo 2 agrupadas por áreas geográficas:

---

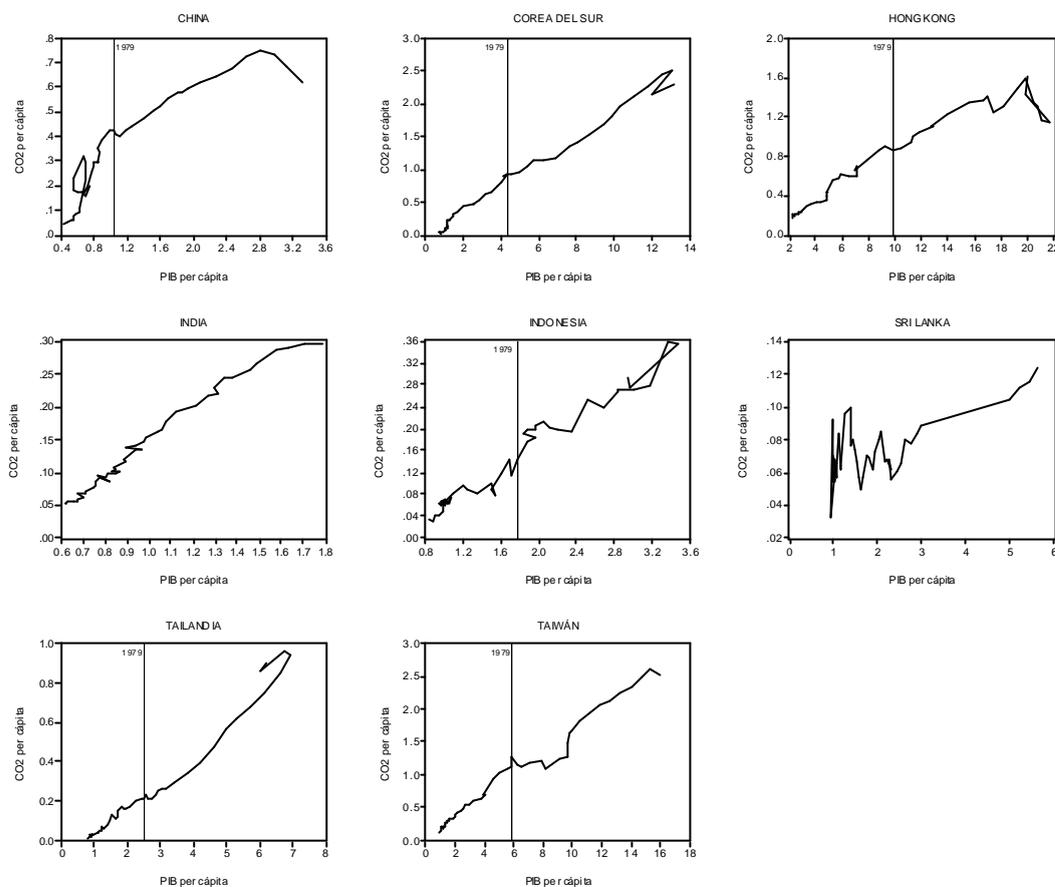
positiva. En Marruecos, la fase “caótica” comenzaría en 1980 y se extendería hasta el final del periodo. En Filipinas, comenzaría en 1982 y finalizaría en 1993; a partir de esa fecha la curva retomaría una tendencia creciente hasta 1997, fecha en la que se verá afectada por una contracción económica.

Gráfico 18. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>. **América Latina:** Chile y Colombia; **África:** Egipto; **Oriente Medio:** Israel.



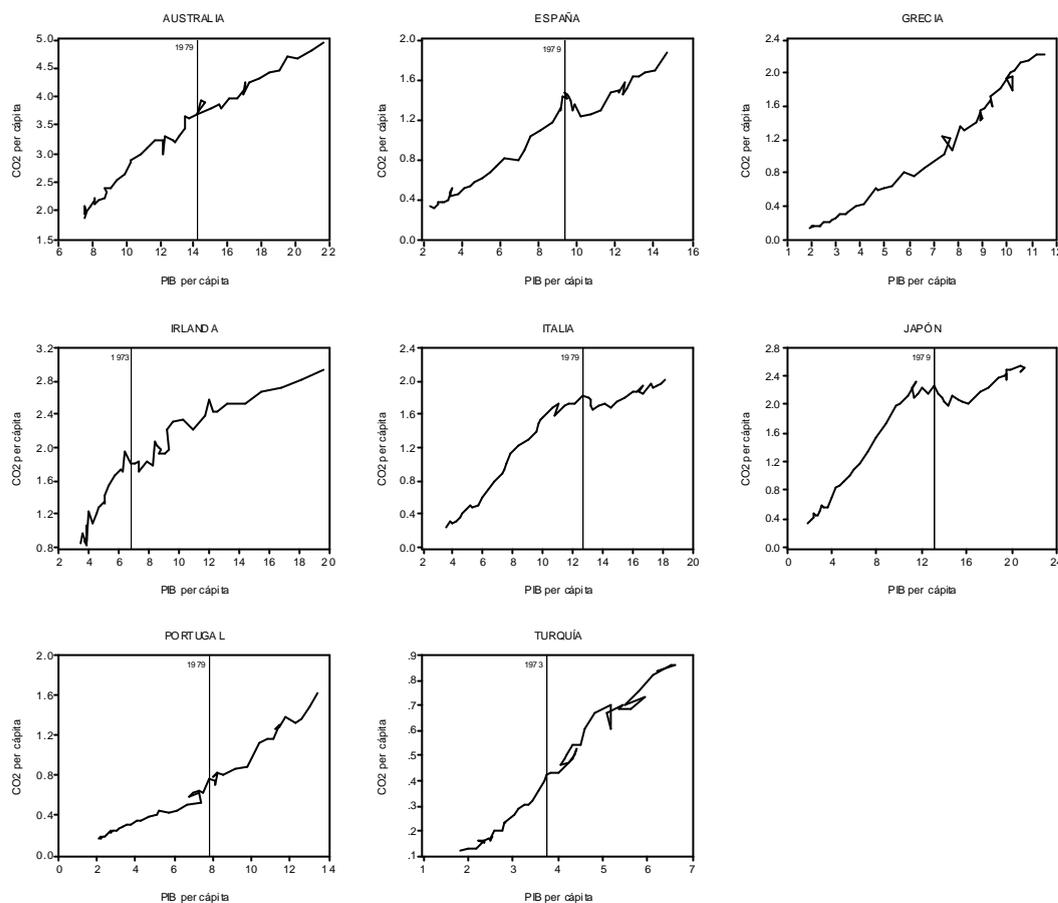
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.

Gráfico 19. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Asia: China, Corea del Sur, Hong-Kong, India, Indonesia, Sri Lanka, Tailandia y Taiwán.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.

Gráfico 20. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>. OCDE94: Australia, España, Grecia, Irlanda, Italia, Japón, Portugal y Turquía.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.

Como complemento a los gráficos incluimos la Tabla 2 para los países Tipo 2 con el año en que se produce el nivel máximo de emisiones *per cápita* en esos países, las emisiones *per cápita* que se generaron ese año, el PIB *per cápita* y el cociente CO<sub>2</sub>/PIB también en ese año, además del año en que se produjeron las emisiones totales máximas.

Como se puede comprobar, el grueso de los países que forman el grupo 2 son países del área asiática y los países de la OCDE94 que no figuraban entre los Tipo 1 (excepto Nueva Zelanda).

**Tabla 2.-** Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita, PIB per cápita y ratio CO<sub>2</sub>/PIB en el año en que se producen las mayores emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita en los países Tipo 2 (se incluye también el año en el que se generan las emisiones de CO<sub>2</sub> totales máximas)

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO					
PAÍSES TIPO 2	AÑO EMISIONES PER CÁPITA MÁXIMAS(1)	CO <sub>2</sub> PER CÁPITA	PIB PER CÁPITA (1990 US\$)	CO <sub>2</sub> /PIB	AÑO EMISIONES TOTALES MÁXIMAS <sup>(1)</sup>
AFRICA					
Egipto	1999	0,50	2.377	0,21	1999
ASIA					
China	1996	0,75	2.821	0,26	1996
Corea del Sur	1997	2,51	12.994	0,19	1997
Hong Kong	1999	1,61	19.944	0,08	1999
India	1998	0,29	1.708	0,17	1999
Indonesia	1996	0,36	3.375	0,10	1997
Sri Lanka	1999	0,12	5.613	0,02	1999
Tailandia	1997	0,96	6.797	0,14	1997
Taiwán	1998	2,61	15.331	0,17	1998
LATINOAMÉRICA					
Chile	1999	1,14	10.039	0,11	1999
Colombia	1997	0,52	5.550	0,09	1997
ORIENTE MEDIO					
Israel	1999	2,90	15.964	0,18	1999
OCDE94					
Australia	1999	4,96	21.707	0,23	1999
España	1999	1,87	14.662	0,13	1999
Grecia	1999	2,22	11.515	0,19	1999
Irlanda	1999	2,94	19.707	0,15	1999
Italia	1999	2,00	18.234	0,11	1999
Japón	1996	2,53	20.811	0,12	1996
Portugal	1999	1,63	13.461	0,12	1999
Turquía	1998	0,86	6.634	0,13	1998
(1) El periodo considerado es 1950-1999.					
NOTA: El PIB per cápita está expresado en dólares de 1990 por habitante y las emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita están expresadas en toneladas métricas por habitante.					

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al*, 2002).

Debemos señalar que hemos incorporado en este grupo a China porque, aunque sus emisiones disminuyen de manera notable a partir de 1996 (año en el que alcanza sus emisiones *per cápita* máximas) a pesar de que el PIB sigue aumentando, consideramos que los tres años en los que se observa esa reducción no son suficientes como para afirmar que se ha producido una transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB es este país en el periodo analizado.

La inclusión de una referencia temporal en los gráficos en los que ha sido posible permite comprobar que la crisis del petróleo no ha sido un acontecimiento decisivo en la evolución de la relación CO<sub>2</sub>-PIB, en términos *per cápita*, en estos países. Es cierto que la crisis del petróleo ha afectado a dicha relación, especialmente, en algunos países de la OCDE94, en concreto se observa claramente en los gráficos de Japón, Italia o España, pero ese efecto ha sido temporal ya que, posteriormente, se ha vuelto a recuperar la relación positiva entre emisiones *per cápita* y PIB *per cápita*, superándose los niveles de emisiones de la década de los 70.

### 2.2.2.- Países Tipo 3.

Han sido seleccionados como países Tipo 3 los siguientes:

- **África:** Etiopía, Ghana, Kenia, Marruecos, Nigeria, Sudáfrica y República Democrática del Congo;
- **Asia:** Filipinas y Myanmar.
- **Europa del Este:** Bulgaria;
- **América Latina:** Argentina, Brasil, México, Perú y Venezuela;
- **Oriente Medio:** Irán, Irak, Arabia Saudita y Siria.
- **OCDE94:** Nueva Zelanda

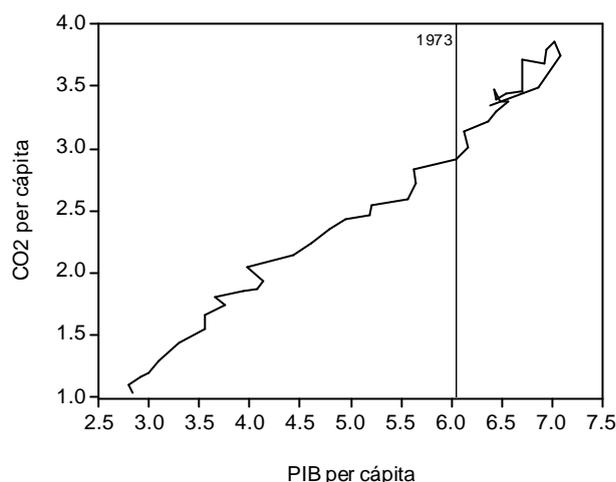
Como ya señalamos, los gráficos de estos países los incluimos en el apéndice.

Puede observarse que los países seleccionados como Tipo 3 pertenecen fundamentalmente a las áreas africana, latinoamericana y de Oriente Medio. Podemos también señalar que, con la excepción de Indonesia, los países de la OPEP incluidos en nuestra muestra pertenecen a este grupo (Arabia Saudita, Irak, Irán, Nigeria y Venezuela)

Se trata, en general, de países que no han mantenido una relación consistente entre las emisiones y el PIB y de países que no han logrado mantener un crecimiento consistente de su PIB *per cápita* durante el periodo analizado o en las últimas fases del periodo.

Hasta el momento no hemos incluido la URSS en ninguno de los grupos. Comentaremos ahora de forma breve lo que ha sucedido en este país. Para la URSS disponemos de datos de emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1950-1991. El 31 de diciembre de 1991 se disuelve la URSS. Disponemos, si embargo, de datos del PIB *per cápita* para el territorio ex URSS hasta 1998. El gráfico 5.21 recoge la relación CO<sub>2</sub>-PIB, en términos *per cápita*, para la URSS durante el periodo para el que disponemos de datos de emisiones (1950-1991). Durante ese periodo, alcanza su nivel máximo de PIB y de PIB *per cápita* en 1989 y su nivel máximo de emisiones *per cápita* y totales en 1988. Como puede observarse en el gráfico, la crisis del petróleo no supuso un periodo de transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB en ese país sino que esa relación siguió trazando una curva con pendiente positiva. Si analizamos lo que ha sucedido con el PIB hasta 1998 cabe destacar que desde 1990 hasta 1998 el territorio URSS sufre tasas de crecimiento negativas tanto en el PIB como en el PIB *per cápita* (excepto en 1997, año en el que crece en torno a un 1%) Con esta información sobre la evolución de la producción podemos afirmar que el territorio URSS cumpliría las condiciones para ser incluido entre los países Tipo 3, dado que para poder ser considerado entre los países Tipo 1-EE debería haber experimentado en el tramo final una fase de crecimiento económico positivo no acompañado del crecimiento de las emisiones.

Gráfico 21. Emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* y PIB *per cápita* en la URSS.



Fuente: El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante, University of Groningen and Conference Board (2002). Las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono, CDIAC (Marland *et al.*, 2002).

### 2.3.- Importancia del nivel de PIB *per cápita* en la transición de la relación CO<sub>2</sub>-PIB.

Una vez establecida la clasificación de países cabe preguntarse si existe algún tipo de nexo entre el hecho de haber alcanzado un determinado nivel de PIB *per cápita* y el de haber experimentado una transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB.

Para abordar esta cuestión, presentamos en la Tabla 3 dos *rankings* de países, el primero en función de su PIB *per cápita* en el año 1973 y, el segundo, en función de sus emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* también en ese año. La finalidad que perseguimos con este análisis es la de identificar algunos rasgos comunes entre los países cuyo proceso de transición se inició a raíz de las crisis de los setenta (los Tipo 1-OCDE y algunos Tipo 1-EE, concretamente Checoslovaquia y Hungría).

**Tabla 3.-** *Ranking* de países en función del PIB *per cápita* y en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en el año 1973 (los países sombreados son los Tipo 1-OCDE)

ORDEN	PIB PER CÁPITA (1990 US\$)	PAÍS	ORDEN	CO <sub>2</sub> PER CÁPITA	PAÍS
1	18.204	Suiza	1	5,95	EEUU
2	16.689	EEUU	2	4,52	Canadá
3	13.945	Dinamarca	3	3,96	Checoslovaquia
4	13.837	Canadá	4	3,78	Bélgica
5	13.493	Suecia	5	3,70	Alemania
6	13.123	Francia	6	3,63	Arabia Saudita
7	13.081	Holanda	7	3,24	Australia
8	13.078	Alemania	8	3,24	Dinamarca
9	12.759	Australia	9	3,14	Reino Unido
10	12.513	Nueva Zelanda	10	2,92	URSS
11	12.170	Bélgica	11	2,92	Holanda
12	12.022	Reino Unido	12	2,87	Suecia
13	11.439	Japón	13	2,85	Finlandia
14	11.246	Noruega	14	2,76	Polonia
15	11.235	Austria	15	2,61	Francia
16	11.085	Finlandia	16	2,33	Japón
17	11.040	Arabia Saudita	17	2,17	Austria

**Tabla 3 (cont.).- Ranking de países en función del PIB per cápita y en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita en el año 1973 (los países sombreados son los Tipo 1-OCDE)**

ORDEN	PIB PER CÁPITA (1990 US\$)	PAÍS	ORDEN	CO <sub>2</sub> PER CÁPITA	PAÍS
18	10.643	Italia	18	2,12	Bulgaria
19	10.625	Venezuela	19	2,07	Israel
20	9.646	Israel	20	2,03	Sudáfrica
21	8.739	España	21	1,89	Suiza
22	7.973	Argentina	22	1,89	Hungría
23	7.655	Grecia	23	1,85	Noruega
24	7.342	Portugal	24	1,80	Irlanda
25	7.104	Hong Kong	25	1,68	Venezuela
26	7.036	Checoslovaquia	26	1,68	Italia
27	6.867	Irlanda	27	1,63	Nueva Zelanda
28	6.058	URSS	28	1,22	Grecia
29	5.595	Hungría	29	1,17	España
30	5.445	Irán	30	1,07	Irán
31	5.334	Polonia	31	1,00	Argentina
32	5.284	Bulgaria	32	0,79	Irak
33	5.092	Chile	33	0,76	Chile
34	4.845	México	34	0,70	Taiwán
35	4.282	Sudáfrica	35	0,63	México
36	4.117	Taiwán	36	0,60	Hong Kong
37	4.018	Siria	37	0,52	Portugal
38	3.952	Perú	38	0,52	Corea del Sur
39	3.882	Brasil	39	0,42	Turquía
40	3.753	Irak	40	0,38	Perú
41	3.752	Turquía	41	0,38	Colombia
42	3.499	Colombia	42	0,35	Brasil
43	2.841	Corea del Sur	43	0,30	China
44	1.959	Filipinas	44	0,29	Siria
45	1.874	Tailandia	45	0,24	Nigeria
46	1.694	Marruecos	46	0,18	Filipinas
47	1.504	Indonesia	47	0,18	Egipto
48	1.492	Sri Lanka	48	0,17	Tailandia
49	1.397	Ghana	49	0,14	Marruecos
50	1.382	Nigeria	50	0,10	India
51	1.022	Egipto	51	0,10	Indonesia
52	961	Kenia	52	0,09	Kenia
53	853	India	53	0,08	Ghana
54	839	China	54	0,07	Sri Lanka
55	729	R. D. Congo	55	0,04	R.D.Congo
56	628	Myanmar	56	0,03	Myanmar
57	430	Etiopía	57	0,01	Etiopía

NOTA: El PIB per cápita está expresado en dólares de 1990 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita están expresadas en toneladas métricas por habitante.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002).

Como puede observarse en la Tabla 3, los trece países que hemos incluido entre los Tipo 1-OCDE figuran entre los dieciséis países con mayor PIB *per cápita* en el año 1973. Ante esta evidencia, podría concluirse que el hecho de haber alcanzado un elevado PIB per cápita fue determinante para que se iniciase la transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB, como predice la hipótesis de la curva de Kuznets medioambiental. Sin embargo, este resultado debe ser matizado por, al menos, dos razones:

- En primer lugar, países menos dependientes del petróleo como Australia y Nueva Zelanda, a pesar de estar entre los países de mayor PIB *per cápita* no sufrieron una transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB. Caso

diferente es el de Japón, otro país OCDE con un elevado PIB *per cápita* que no hemos incluido en los países Tipo 1. En Japón la dependencia del petróleo era considerable y de hecho la crisis afectó inicialmente a su relación CO<sub>2</sub>-PIB aunque posteriormente sus emisiones *per cápita* volvieron a aumentar con el PIB como ya hemos comentado.

- En segundo lugar, en el análisis gráfico hemos detectado que algunos países de Europa del Este, al menos Checoslovaquia y Hungría, podrían también haber experimentando una primera transición como consecuencia de las crisis del petróleo de los setenta. Sin embargo, estos países no ocupan puestos muy elevados en el *ranking* del PIB *per cápita* en 1973 aunque puede destacarse que sí figuran entre los más emisores. Cabe señalar que los países Tipo 1-OCDE figuran también entre los más emisores en términos *per cápita*, lo que podría estar asociado a un mayor consumo energético *per cápita*. Por tanto, también debe explorarse la posibilidad de que el tener un elevado consumo energético *per cápita* hiciese que los países Tipo 1 respondiesen con más firmeza a la crisis o, simplemente, que pudieran tener más margen de maniobra para disminuir el consumo energético.

Para considerar este último argumento, presentamos la Tabla 4 donde figura el consumo energético *per cápita* en 1973 de los países estudiados (incluimos también los datos de otros años con motivos meramente ilustrativos). En esta tabla puede observarse que los países Tipo 1-OCDE y Checoslovaquia (en la tabla, República Checa y Eslovaquia) son, junto con Australia y Japón, los países con mayor consumo de energía *per cápita* en 1973 (debemos recordar que en la tabla no se ha incluido la URSS por no disponer de ese dato). En Hungría, el consumo de energía *per cápita* no es tan elevado aunque está por encima de la media mundial.

**Tabla 4.-** Consumo de energía per cápita (sombreados, países Tipo 1-OCDE)

	1973	1979	1985	1992	1997
EEUU	8	8,2	7,4	7,6	8
Canadá	7,2	7,8	7,4	7,5	7,9
Suecia	4,8	5,3	5,7	5,4	5,9
Bélgica	4,8	4,9	4,5	5,2	5,6
Finlandia	4,6	5,1	5,4	5,5	6,4
Holanda	4,6	4,9	4,2	4,6	4,8
República Checa	4,6	4,7	4,7	4	3,9
Australia	4,3	4,8	4,7	5,1	5,5
Alemania	4,3	4,7	4,6	4,2	4,2
Dinamarca	4	4,2	3,9	3,8	4
Reino Unido	3,9	3,9	3,6	3,8	3,9
Noruega	3,8	4,6	4,9	5,2	5,5
Francia	3,4	3,5	3,6	4,1	4,2
Eslovaquia	3,3	4	4,2	3,4	3,2
Suiza	3,1	3,2	3,5	3,7	3,6
Japón	3	3,1	3	3,7	4,1
Austria	2,9	3,2	3,1	3,3	3,4
Polonia	2,8	3,4	3,4	2,5	2,7
Nueva Zelanda	2,8	2,9	3,5	4,3	4,4
Israel	2,6	2,2	1,9	2,7	3
Bulgaria	2,4	3,2	3,5	2,4	2,5
Irlanda	2,3	2,6	2,5	2,9	3,4
Italia	2,3	2,5	2,4	2,8	2,8
Sudáfrica	2,1	2,3	2,8	2,6	2,8
Venezuela	2,1	2,3	2,2	2,3	2,5
Hungría	2	2,7	2,9	2,4	2,5

**Tabla 4 (cont.).- Consumo de energía per cápita (sombreados, países Tipo 1-OCDE)**

	1973	1979	1985	1992	1997
España	1,5	1,8	1,9	2,4	2,7
Grecia	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4
Argentina	1,4	1,5	1,4	1,5	1,7
Arabia Saudita	1,2	3,1	4,1	4,6	5
México	1	1,3	1,5	1,5	1,5
Hong Kong	0,9	1,1	1,4	2,2	2,2
Irán	0,8	1,2	1,1	1,5	1,7
Portugal	0,8	1	1,2	1,8	2,1
Brasil	0,8	0,9	0,9	0,9	1
Chile	0,8	0,8	0,8	1,2	1,6
Nigeria	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Perú	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6
Corea del Sur	0,6	1,1	1,3	2,6	3,9
Turquía	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1
Colombia	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
Kenia	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Irak	0,5	0,8	1,2	1	1,3
China*	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Siria	0,4	0,7	0,9	1	1
Tailandia	0,4	0,5	0,5	0,9	1,3
Ghana	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
Filipinas	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
India	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
Indonesia	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7
Sri Lanka	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Myanmar	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
R.D. Congo	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Etiopía	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Egipto	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6
Marruecos	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
(*) No estaba disponible el dato de Taiwán por lo que se supone que está incluido en China.					
NOTA: Los países se han ordenado de mayor a menor en función del consumo energético en el año 1973. No se ha incluido la URSS.					

FUENTE: Elaboración propia con datos obtenidos del World Resources Institute (2003). Se trata de datos de la OCDE proporcionados por la Agencia Internacional de la Energía y están expresados en miles de toneladas métricas equivalentes de petróleo por habitante.

A tenor de lo expuesto, se aprecia que no era el elevado nivel de renta per cápita el único rasgo que compartían los países Tipo 1-OCDE en 1973 sino que también se caracterizaban por un elevado consumo energético y una gran dependencia del petróleo que les hacía más vulnerables a un *shock* petrolífero<sup>6</sup>. El único país que, cumpliendo estos requisitos, no figura en los países Tipo 1-OCDE es Japón<sup>7</sup>.

Todas las matizaciones previas parecen apuntar en la dirección señalada por Moomaw y Unruh (1997, p.459) cuando defienden que la transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB parece haber sido conducida más por decisiones y eventos históricos (como, por ejemplo, la crisis del petróleo) que por haber alcanzado un nivel de renta determinado.

<sup>6</sup> Cabe recordar que la crisis de 1973 supuso el final de una época de precios del petróleo bajos que había sido aprovechada especialmente por los países de Europa Occidental, Estados Unidos y Japón que desplazaron su demanda energética hacia el petróleo. De hecho, el consumo de petróleo del conjunto de los países de la OCDE estaba en 1973 en torno al 70% del total mundial y casi el 30% correspondía a Estados Unidos (García e Iranzo, 1988)

<sup>7</sup> Aunque en Japón se notan inicialmente los efectos de los *shocks* petrolíferos de los setenta sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, una vez superada la crisis se recupera una relación CO<sub>2</sub>-PIB claramente creciente.

Para apoyar la hipótesis de que el hecho de haber alcanzado un determinado nivel de renta no es un factor que pueda asociarse automáticamente a un proceso de transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB, establecemos el rango de PIB *per cápita* en el que los países Tipo 1-OCDE alcanzan su “punto crítico” (tomando para ello como referencia el año en el que generan sus emisiones per cápita máximas): está delimitado por los 10937\$ del Reino Unido y bs 18204\$ de Suiza. Cabe puntualizar que Dinamarca llega a su nivel máximo de emisiones con una renta de 20399\$ pero un análisis más detenido de su gráfico nos permite comprobar que el nivel máximo en este país no es representativo de su punto crítico en la relación entre emisiones y PIB *per cápita*. Puede, por tanto, observarse que el rango de PIB *per cápita* es bastante amplio por lo que no parece que exista un nivel de renta determinado en el que se produzca una transición hacia un debilitamiento de las relaciones entre emisiones y PIB *per cápita*.

Además, debemos tener en cuenta que otros países han alcanzado a lo largo del periodo niveles de PIB *per cápita* que estarían incluidos dentro de ese rango y no han sufrido una transición similar. Si establecemos, redondeando, un rango de PIB *per cápita* de 11000 de mínimo y 18200 de máximo podemos comprobar que muchos países que no han experimentado esa transición se han situado dentro de ese rango a lo largo del periodo analizado. En este caso estarían los siguientes países:

- Países en los que el nivel mínimo del rango es superado ya desde la década de los setenta o incluso antes. Es este caso se incluyen: Australia que supera ese nivel desde 1968 (11234\$); Nueva Zelanda desde 1966 (11381\$); Japón desde 1973 (11439\$); e Italia desde 1974 (11069\$)<sup>8</sup>.
- Países que superan el nivel mínimo del rango en la década de los ochenta: Hong Kong desde 1981 (11203\$); Israel desde 1981 (11358\$); y España desde 1988 (11276\$).
- Países que superan el nivel mínimo del rango en los noventa: Irlanda desde 1990 (11825\$); Portugal desde 1991 (11138\$); Taiwán desde 1992 (11218\$); Corea del Sur desde 1995 (11832\$); y Grecia desde 1998 (11166\$).
- Algunos de los países citados han llegado incluso a superar el nivel máximo del rango durante el periodo considerado. Australia, Japón y Hong-Kong superan el máximo del rango desde 1994 (18489\$), 1990 (18789\$) y 1991 (18229\$) respectivamente<sup>9</sup>.

Hemos citado países que han alcanzado un nivel de PIB *per cápita* que se situaría dentro o por encima del rango señalado y no han sufrido un proceso de transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB. Pero también podemos enumerar países que sí han sufrido una transición pero cuya renta no ha llegado a situarse en el rango. Es el caso de los países que hemos seleccionado como Tipo 1-EE ya que no alcanzan el nivel mínimo del rango en todo el periodo de análisis y, por tanto, no se situarían dentro de ese rango ni en la primera transición<sup>10</sup> ni en la segunda (caída del muro). Respecto a la primera transición,

---

<sup>8</sup> También Venezuela y Arabia Saudita alcanzan ese nivel de PIB *per cápita* en la década de los 70 pero, a diferencia de los países anteriormente mencionados, lo hacen sólo temporalmente, volviendo posteriormente a niveles de PIB *per cápita* inferiores.

<sup>9</sup> Italia e Irlanda también lo superan pero en 1999.

<sup>10</sup> Ya hemos expuesto anteriormente que Checoslovaquia y Hungría parecen haber sufrido una primera transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB debido a la crisis de 1979 como sucedía en los países Tipo 1-OCDE

se puede comprobar que los “puntos críticos” de Checoslovaquia y Hungría (tomando como tales los niveles de PIB *per cápita* generados en el año en que producen el nivel máximo de emisiones, esto es, 7761\$ y 6251\$, respectivamente) son muy inferiores a los de los países Tipo 1-OCDE. Tampoco en la segunda transición los niveles de PIB *per cápita* de los países Tipo 1-EE alcanzarían el mínimo del rango si tenemos en cuenta que en 1989 su PIB *per cápita* era 8728\$ en Checoslovaquia, 5685\$ en Polonia y 6787\$ en Hungría.

En resumen, todo lo expuesto anteriormente conduce a la conclusión de que han sido más determinantes los acontecimientos y eventos históricos (la crisis del petróleo o la reestructuración de la Europa del Este) como desencadenantes de una transición en la relación CO<sub>2</sub>-PIB que el haber alcanzado un determinado nivel de renta *per cápita*. Además, cabe subrayar que esos procesos de transición están asociados a periodos de profundas crisis económicas.

### **3.- Análisis gráfico de la relación entre el PIB *per cápita* y las emisiones de azufre *per cápita* por países.**

Iniciamos a continuación el análisis gráfico de la relación entre el PIB *per cápita* y las emisiones de azufre *per cápita*<sup>11</sup>. Este análisis tendrá como objetivo comparar esta relación con la que se establecía entre el PIB y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por ello, utilizaremos como base la clasificación de países ya efectuada para las emisiones de dióxido de carbono de forma que los países Tipo 1-OCDE, Tipo 1-EE y Tipo 2 a los que haremos referencia son los que han sido clasificados en esos grupos en el análisis de la relación CO<sub>2</sub>-PIB. Ya no hemos incluido en este punto los países que habíamos clasificado como Tipo 3 debido a que la interpretación de sus gráficos resulta compleja.

Vamos a incluir dos gráficos para cada país. El primero recoge la relación entre el PIB *per cápita* (eje de abscisas) y las emisiones de azufre *per cápita* (eje de ordenadas). En él se incluye una recta vertical que indica el año en que se producen las emisiones *per cápita* máximas, por lo tanto, en caso de que dicha recta cruce más de un punto, la referencia temporal siempre estará relacionada con el punto superior. En los países Tipo 1-OCDE y en aquellos en los que la información pueda resultar relevante, cuando no se preste a confusión, se incluirá otra recta vertical que indicará la referencia de al menos uno de los años en los que se producen las crisis petrolíferas, con el objeto de comparar lo sucedido con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cuando resulte conveniente se podrá introducir otra referencia temporal. El segundo gráfico presenta la evolución temporal de las emisiones de azufre totales y en términos *per cápita*.

En este análisis hemos optado por incluir también los dos gráficos para los países Tipo 2, ya que la evolución de la relación entre emisiones de azufre y PIB requiere, en estos países, mayor explicación que en el caso del CO<sub>2</sub>.

Al igual que hicimos en el caso de la relación CO<sub>2</sub>-PIB, presentaremos primero los gráficos de cada grupo de países y después unas conclusiones conjuntas del análisis de cada grupo.

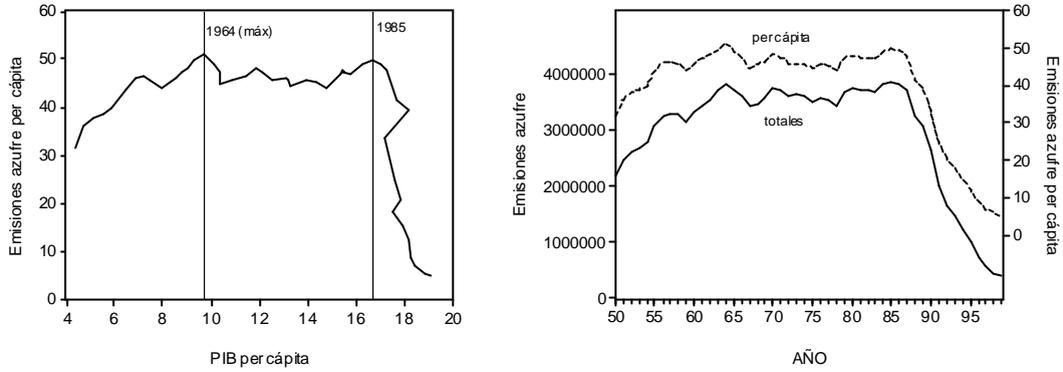
---

<sup>11</sup> Cabe recordar que el trabajo de Moomaw y Unruh (1997) se limitaba a analizar lo que sucedía en el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### 3.1.- Países clasificados como Tipo 1

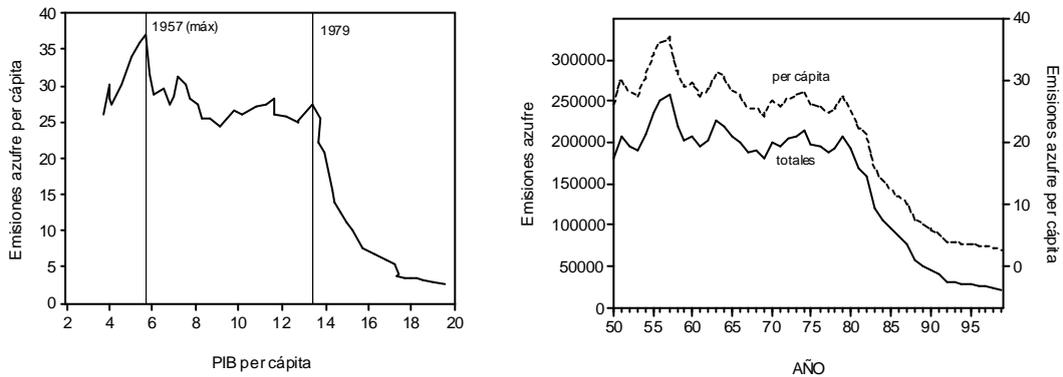
#### 3.1.1.- Países Tipo 1 pertenecientes a la OCDE94 (Tipo 1-OCDE)

Gráfico 22. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **ALEMANIA**.



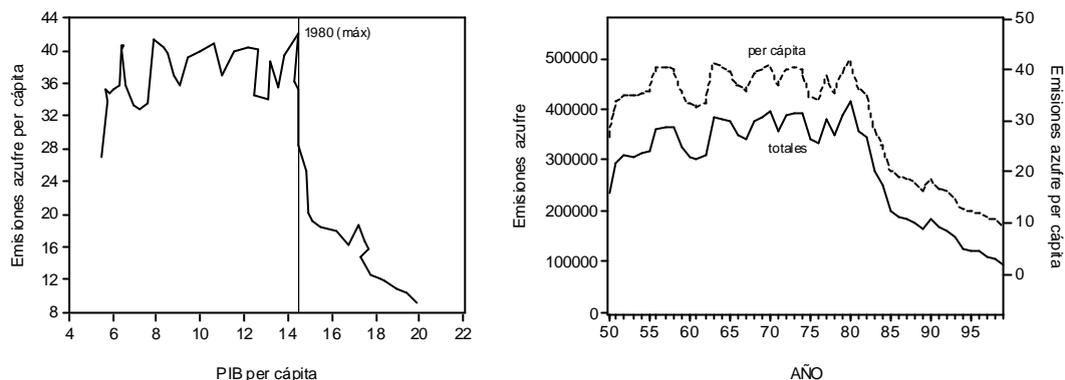
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 23. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **AUSTRIA**.



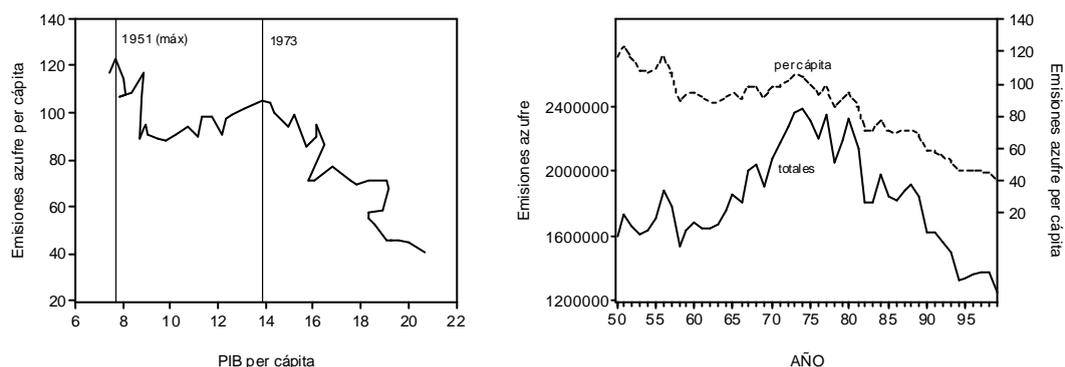
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 24. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **BÉLGICA**.



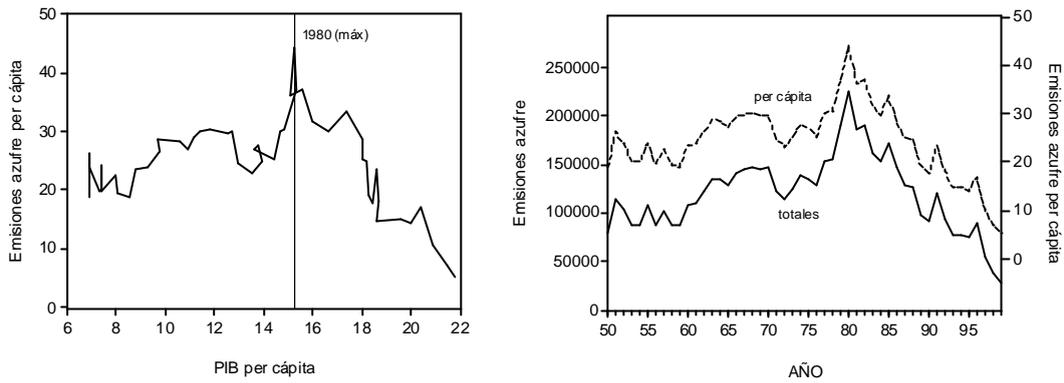
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 25. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **CANADÁ**.



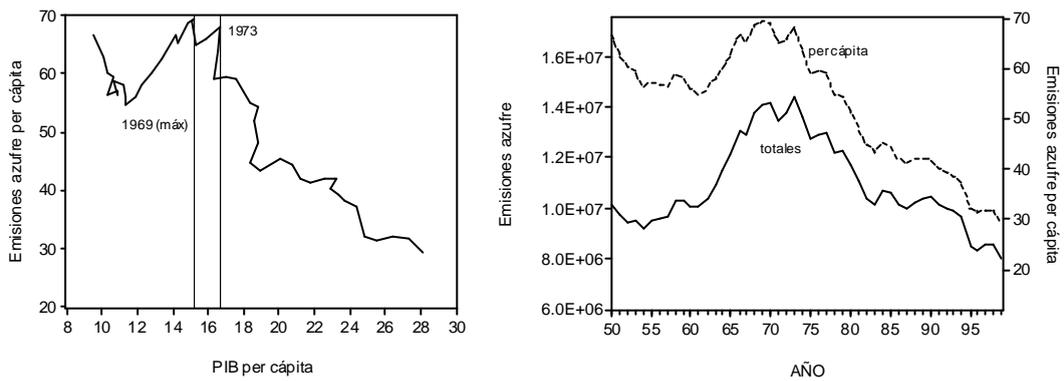
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 26. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **DINAMARCA.**



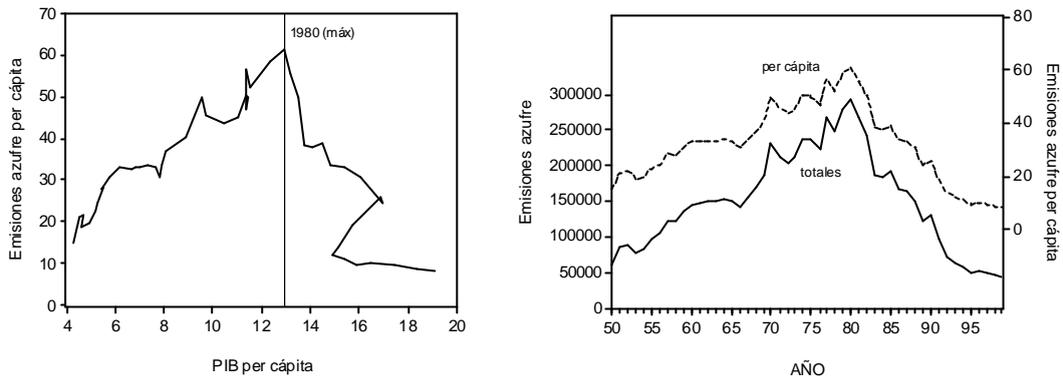
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 27. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **ESTADOS UNIDOS.**



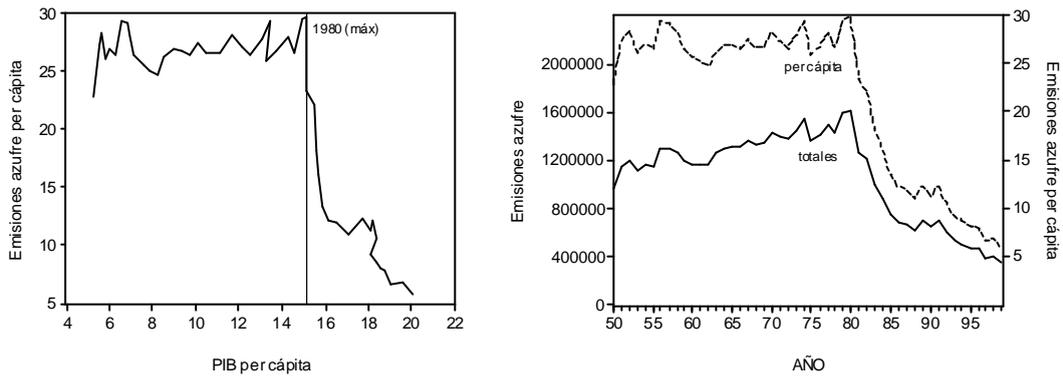
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 28. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **FINLANDIA.**



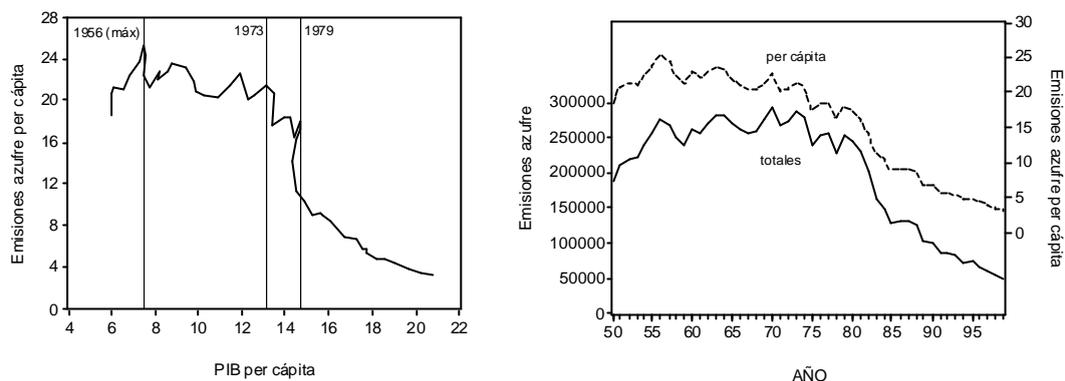
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 29. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **FRANCIA.**



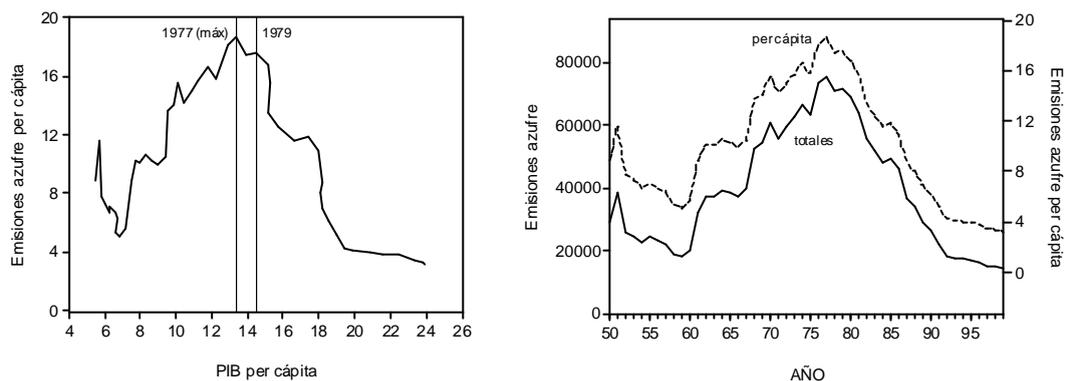
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 30. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **HOLANDA.**



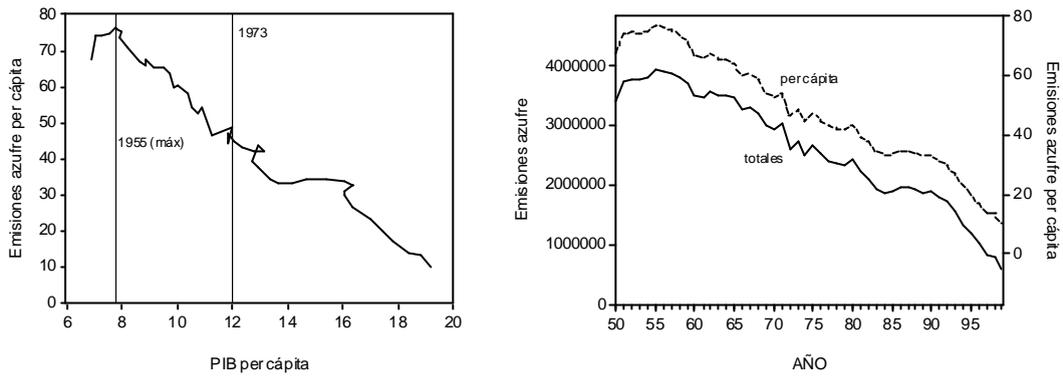
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 31. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **NORUEGA.**



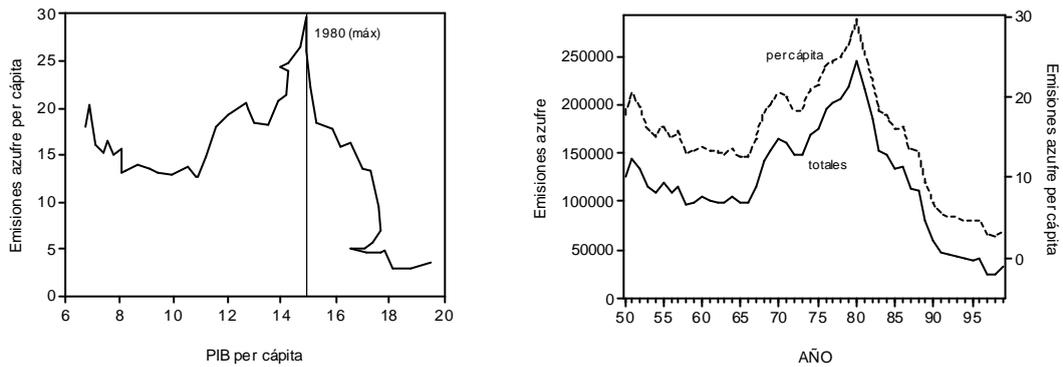
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 32. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **REINO UNIDO**.



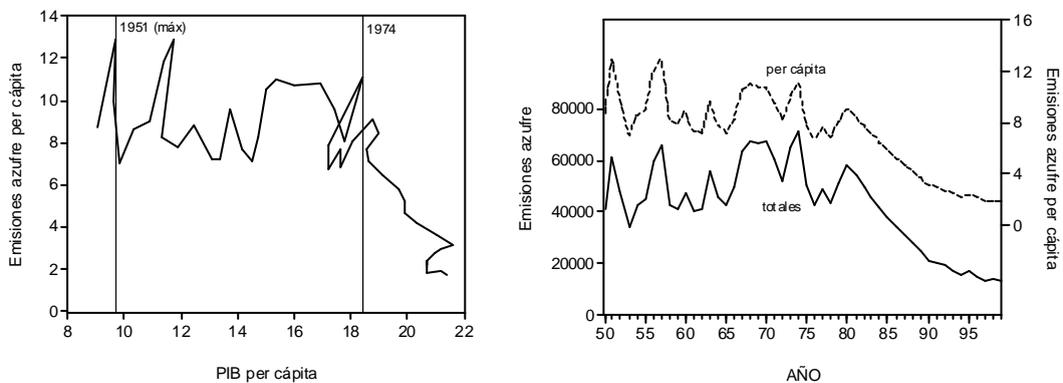
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 33. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **SUECIA**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 34. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **SUIZA**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

*Principal conclusión del análisis de los gráficos de los países Tipo 1-OCDE.*

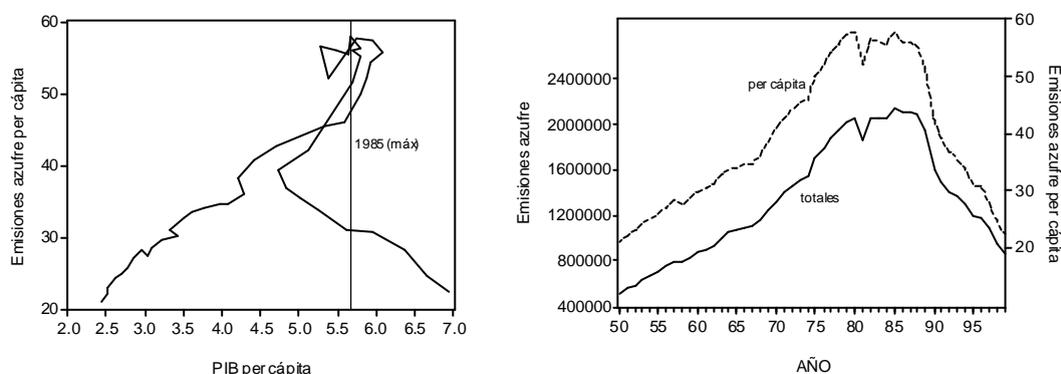
A diferencia de lo que sucedía con las emisiones de CO<sub>2</sub>, las trayectorias son mucho más diversas en el caso del azufre-PIB. De hecho, siete de los trece países Tipo 1-OCDE (Alemania, Austria, Canadá, Estados Unidos, Holanda, Reino Unido y Suiza) generan su nivel máximo de emisiones de azufre *per cápita* antes de la década de los setenta y, de ellos, cinco lo alcanzan ya en la década de los cincuenta.

Aún así, una observación detallada de los gráficos nos conduce a concluir que el año 1979 marca el comienzo de la etapa en la que se producen las mayores reducciones en las emisiones de azufre, tornándose la curva azufre-PIB pronunciadamente negativa (las excepciones claras son Alemania y Reino Unido)<sup>12</sup>.

A la hora de interpretar estos resultados, es necesario tener en cuenta que en 1979 coinciden el segundo shock petrolífero y la firma de la Convención sobre contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia (aunque esta Convención no plantea inicialmente objetivos obligatorios de reducción de emisiones)<sup>13</sup>.

**3.1.2.- Países Tipo 1 pertenecientes a la Europa del Este (Tipo 1-EE)**

Gráfico 35. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **POLONIA.**



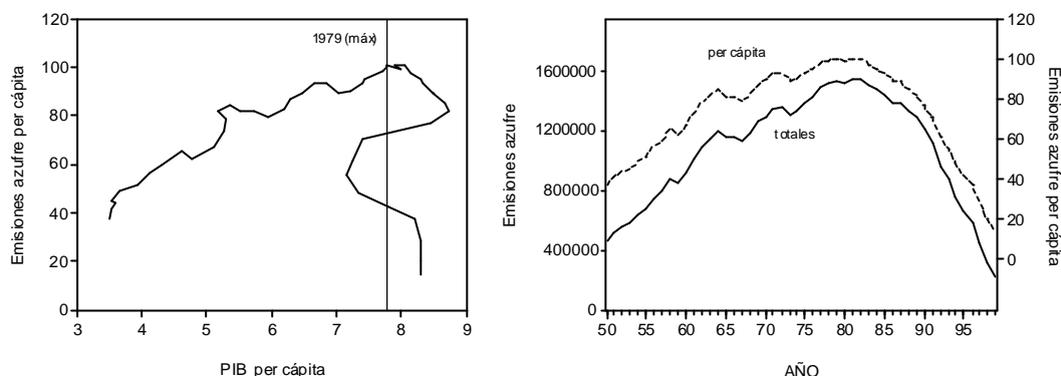
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de

<sup>12</sup> Hay que tener en cuenta que, en el caso de Alemania, los datos tomados son de la Alemania unificada. En el Reino Unido, las emisiones de azufre, tanto totales como *per cápita*, mantienen una fuerte tendencia a disminuir a lo largo de todo el periodo muestral. Este comportamiento del Reino Unido puede estar explicado, si atendemos a Albrecht *et al* (2001), por las secuencias de *smog* que padeció Londres a finales de los 40 y principios de los cincuenta, lo que condujo a la Clean Air Act en 1956 que impuso importantes reducciones en las concentraciones de azufre.

<sup>13</sup> Todos los países que figuran en los Tipo 1-OCDE eran firmantes de la Convención aunque ni Reino Unido ni Estados Unidos firmaron posteriormente el Protocolo de Helsinki de 1985 sobre la reducción de las emisiones de azufre en al menos un 30% .

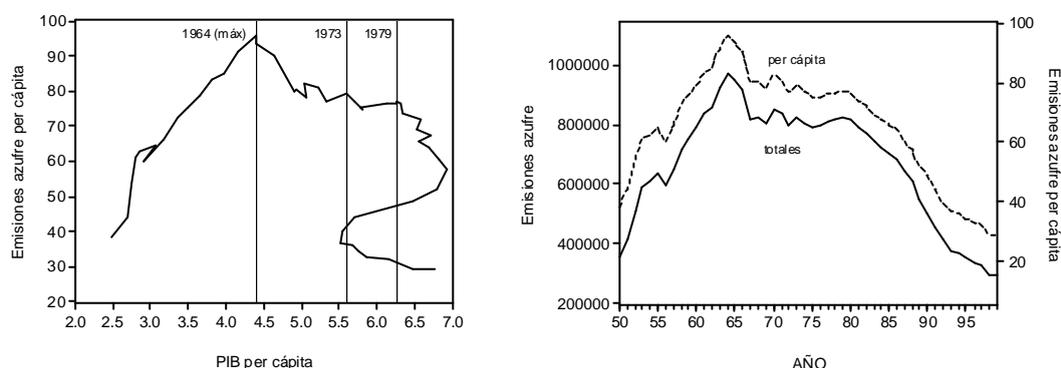
azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 36. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **CHECOSLOVAQUIA.**



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 37. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **HUNGRÍA.**



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Vamos a comparar la evolución de la relación azufre-PIB con la de la relación CO<sub>2</sub>-PIB en los países Tipo 1-EE.

Al igual que sucedía en la relación CO<sub>2</sub>-PIB, podemos también observar la existencia de una primera transición en la relación azufre-PIB en Checoslovaquia. En este país, las emisiones de azufre *per cápita* tienden a crecer con el PIB *per cápita* hasta que alcanzan su nivel máximo en 1979. Tras mantenerse en niveles similares hasta 1982, comienzan una senda descendente a pesar de que el PIB aumenta hasta 1989. Por lo tanto, parece

que, después de la crisis del 79, las emisiones de azufre no experimentaron una evolución pareja a la del PIB.

En Hungría, las emisiones de azufre también parecen verse afectadas por la crisis del 79 pero de forma muy diferente a lo que sucedía con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Mientras que en la trayectoria de la curva CO<sub>2</sub>-PIB la crisis del 79 supuso el paso de una pendiente positiva a una ligera pendiente negativa, dicha crisis simplemente agudiza una tendencia decreciente en la relación azufre-PIB. Puede comprobarse en los gráficos que la tendencia a la caída de las emisiones de azufre ya comienza en 1964, año en el que Hungría genera su máximo de emisiones de azufre *per cápita* y totales, y como esa evolución se produce en un contexto en el que el PIB *per cápita* mantiene una tendencia creciente hasta 1988.

Polonia no parece experimentar un proceso de transición en 1979. Basamos esta afirmación en que, por un lado, debe tenerse en cuenta que, entre 1979 y 1982, se produce una contracción importante en el PIB, por lo que podría ser esta la explicación de cualquier disminución de las emisiones pero, además, por otro lado, las emisiones de azufre vuelven posteriormente a recuperarse con el PIB, de forma que Polonia alcanza sus niveles de emisiones máximos (totales y *per cápita*) en 1985.

Por lo tanto, en Checoslovaquia y Hungría se observa, como en la trayectoria CO<sub>2</sub>-PIB, una transición en la relación azufre-PIB a raíz de la crisis de 1979 aunque en Hungría esta transición no supondría un cambio en el signo de la pendiente de la curva (de positiva a negativa) sino que su efecto sería el de intensificar un proceso (con pendiente negativa) que ya habría comenzado en 1964. Como en el caso del CO<sub>2</sub> no puede hablarse de esta primera transición en Polonia.

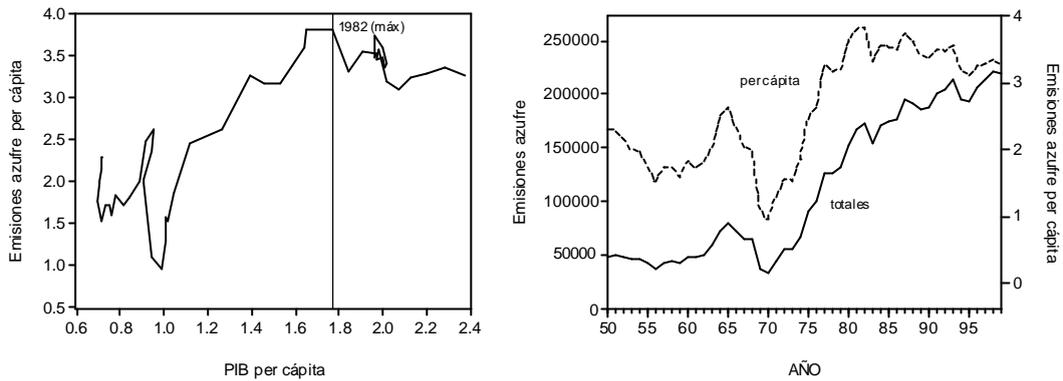
Por otra parte, al igual que sucedía en el caso del CO<sub>2</sub>, en los países Tipo 1-EE también se produce una “segunda transición” en la relación azufre-PIB a raíz de la de la reestructuración económica que se produce con la caída del muro de Berlín, dando como resultado una importante disminución de las emisiones de azufre.

Ahora bien, en el caso de las emisiones de azufre hay que añadir el posible impacto que puede haber ejercido sobre dicha disminución el hecho de que estos países hayan adquirido compromisos de carácter internacional de reducción de emisiones. Hay que recordar que Polonia, Hungría y Checoslovaquia (ahora República Checa y Eslovaquia) son firmantes de la Convención sobre contaminación atmosférica a larga distancia. Hungría y Checoslovaquia (República Checa y Eslovaquia) también firmaron el Protocolo de Helsinki pero no Polonia.

### **3.2.- Países clasificados como Tipo 2**

## **ÁFRICA**

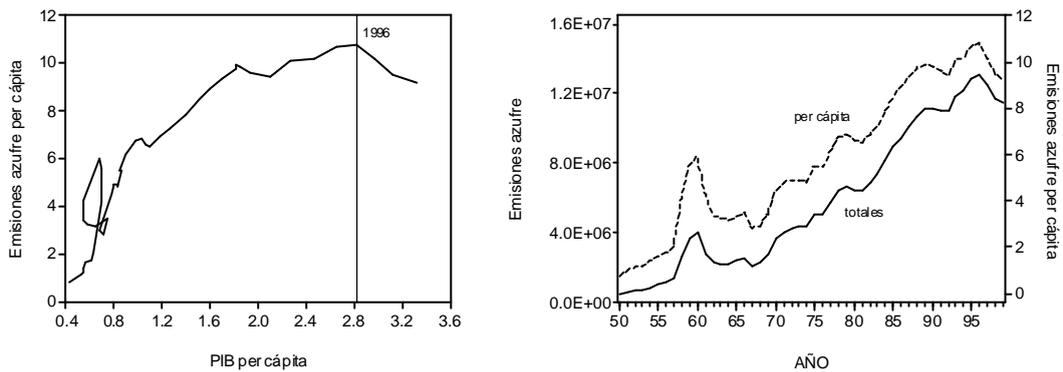
Gráfico 38. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **EGIPTO**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

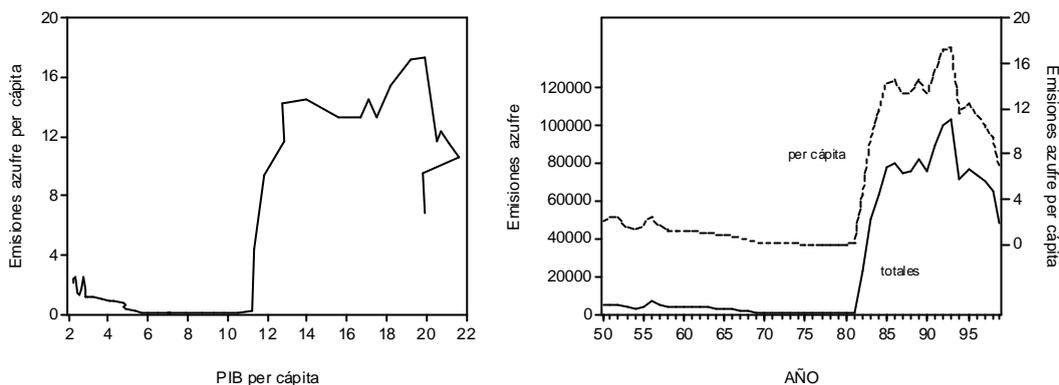
ASIA

Gráfico 39. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **CHINA**.



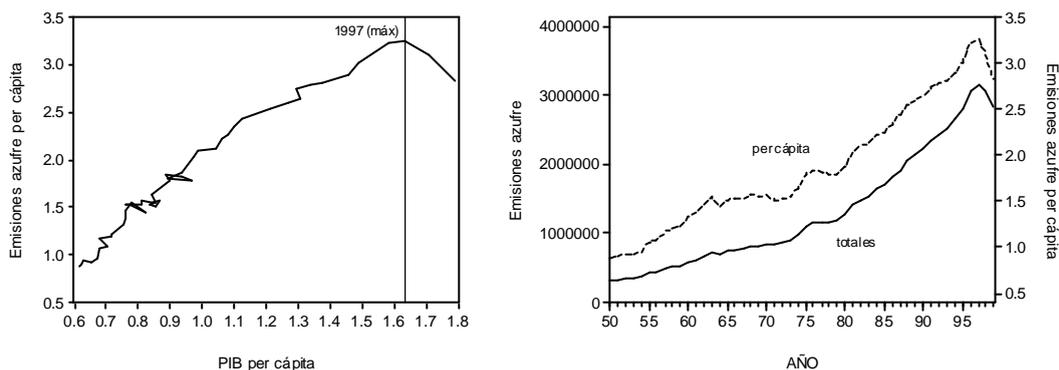
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 40. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **HONG KONG**.



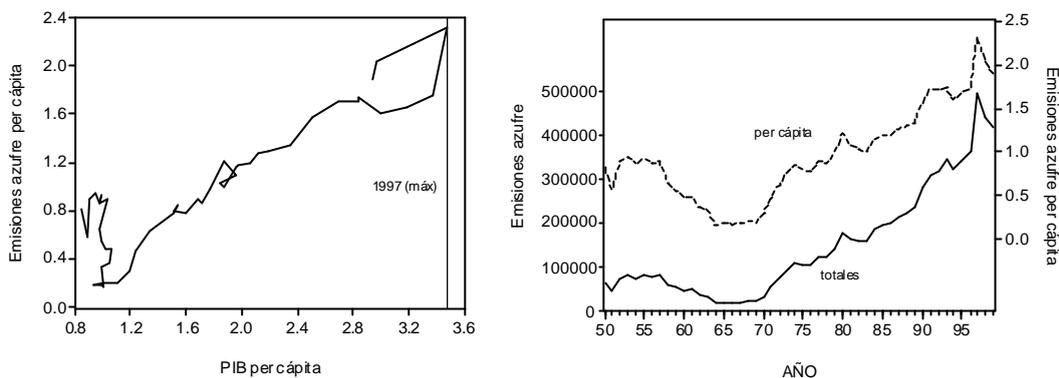
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 41. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **INDIA**.



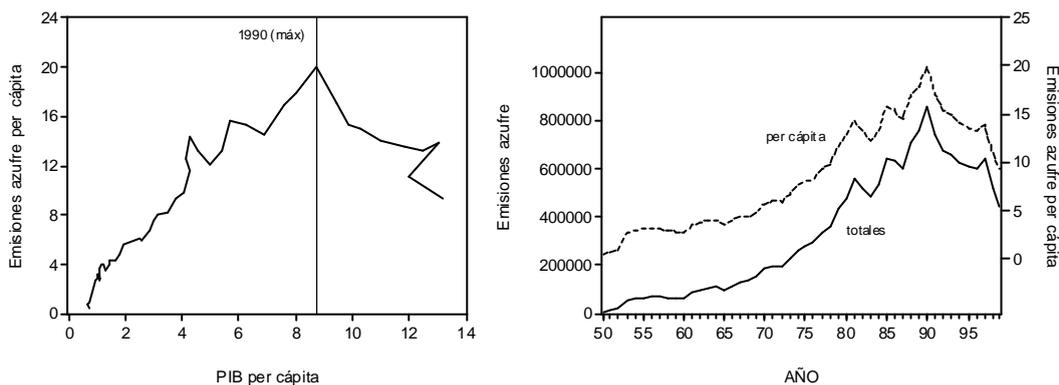
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 42. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **INDONESIA.**



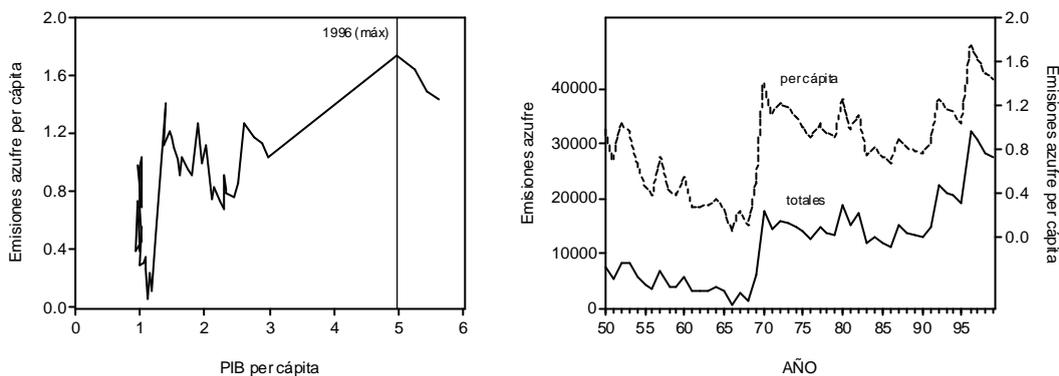
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 43. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **COREA DEL SUR.**



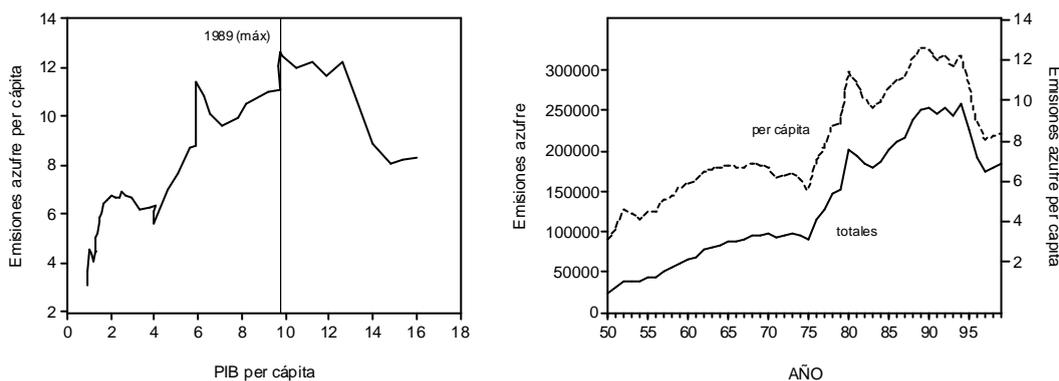
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 44. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **SRI LANKA**.



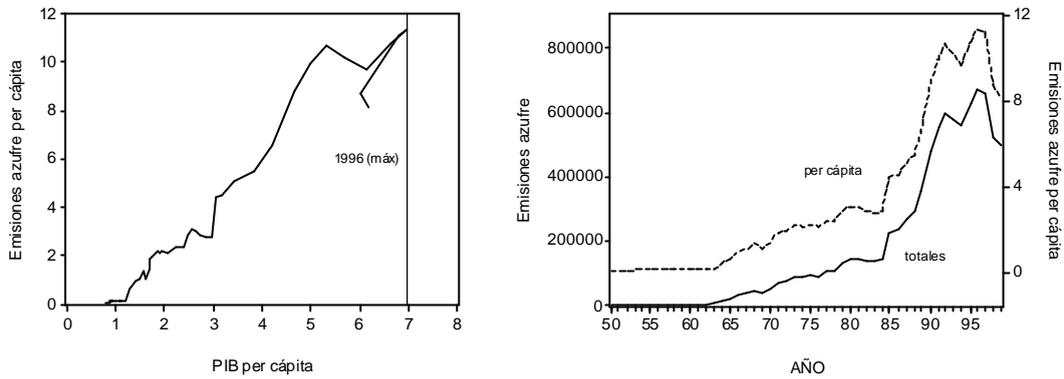
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 45. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **TAIWÁN**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

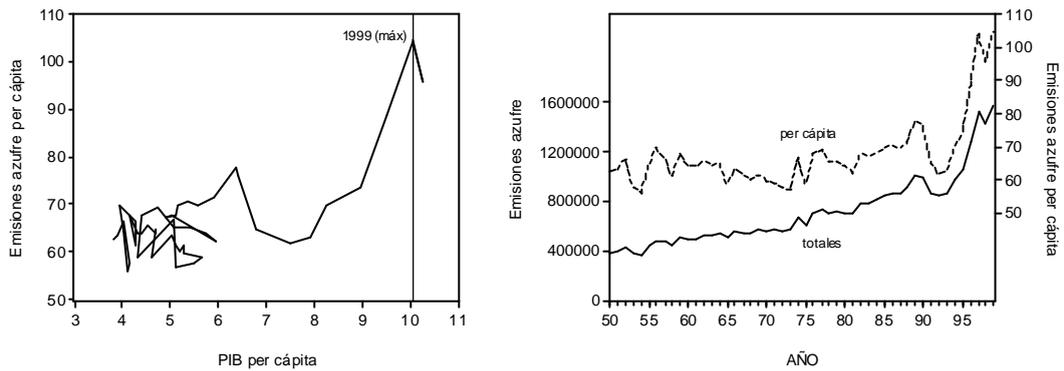
Gráfico 46. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **TAILANDIA.**



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

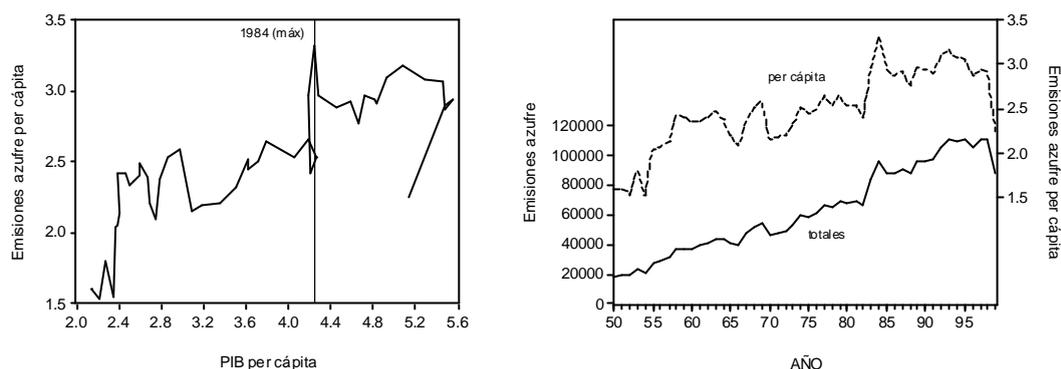
## LATINOAMÉRICA

Gráfico 47. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **CHILE.**



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

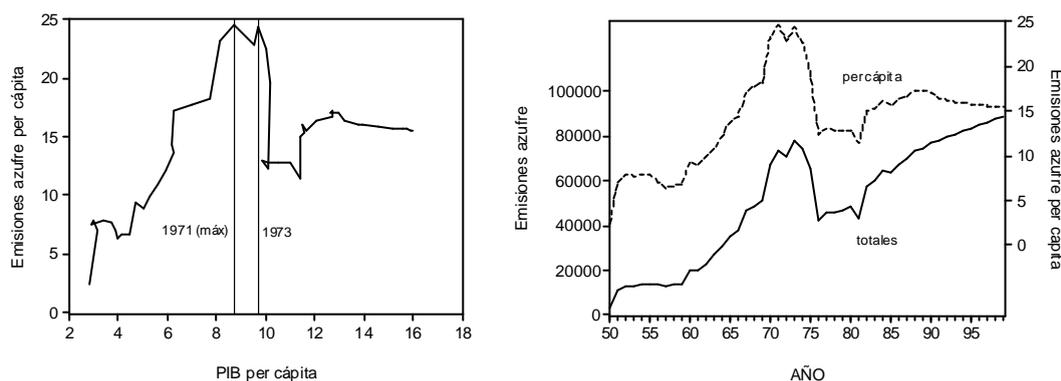
Gráfico 48. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **COLOMBIA**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

## ORIENTE MEDIO

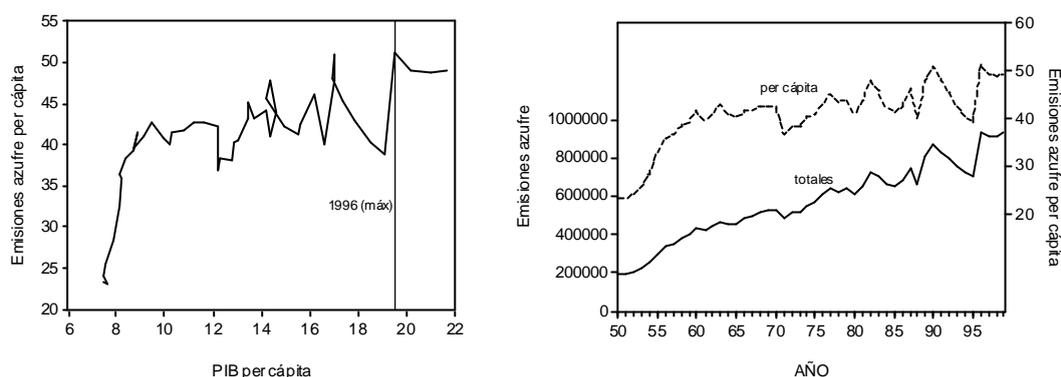
Gráfico 49. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **ISRAEL**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

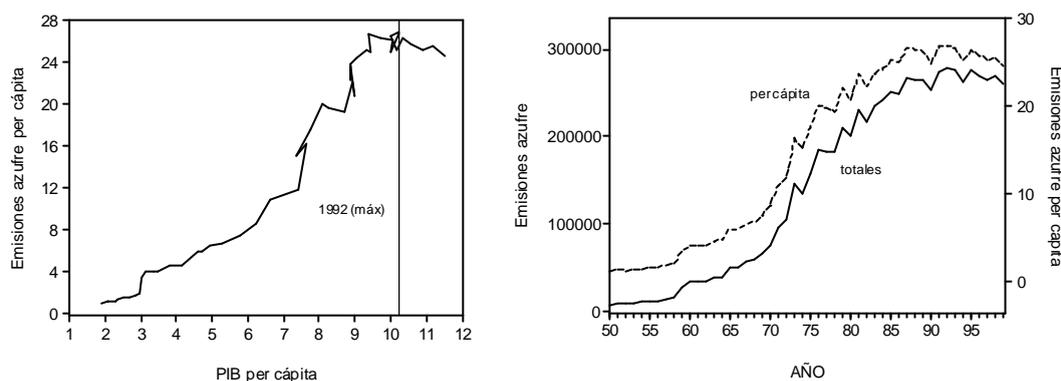
## OCDE94

Gráfico 50. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **AUSTRALIA.**



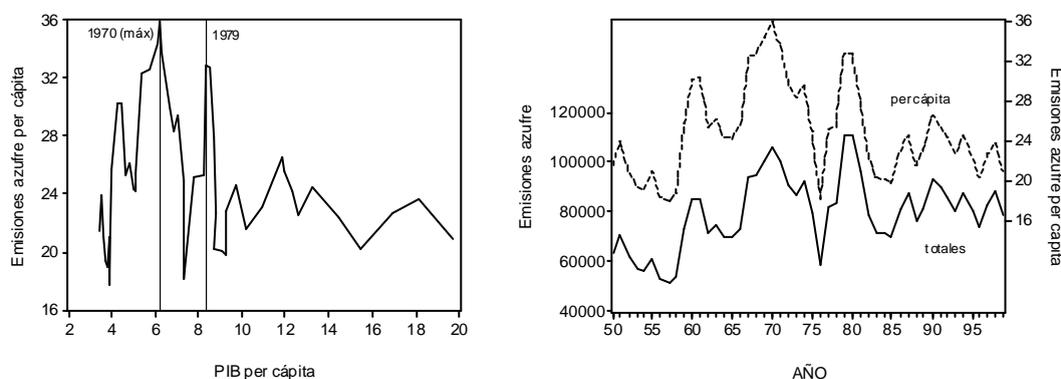
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 51. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **GRECIA.**



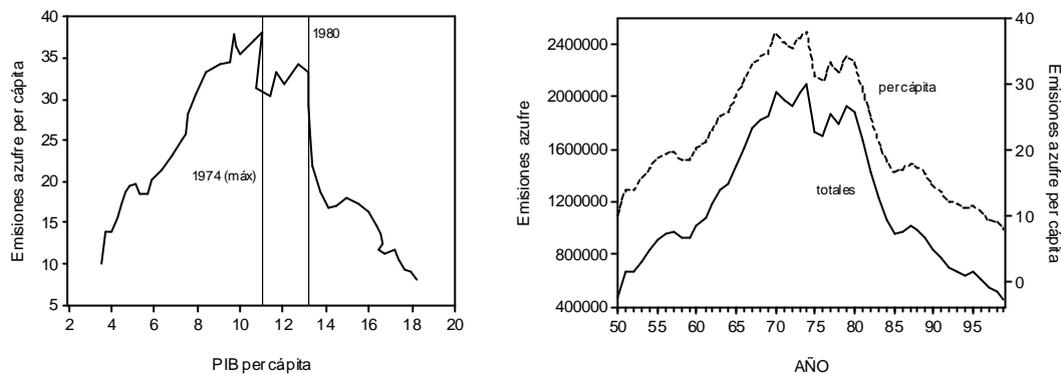
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 52. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **IRLANDA.**



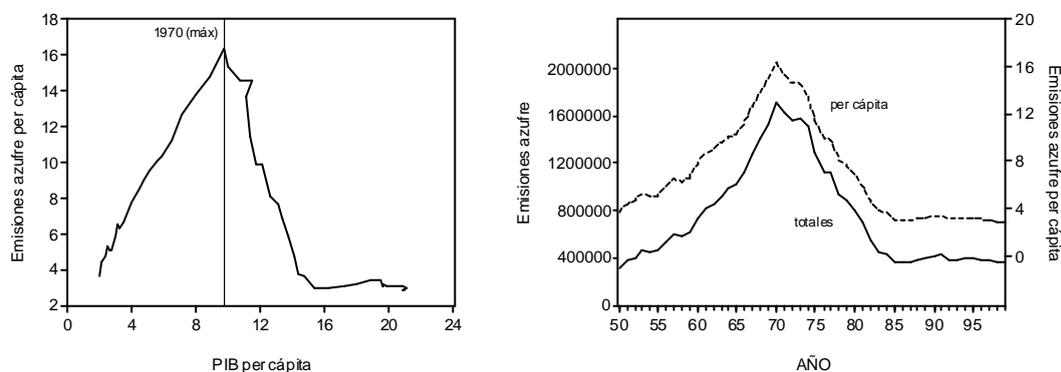
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 53. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **ITALIA**.



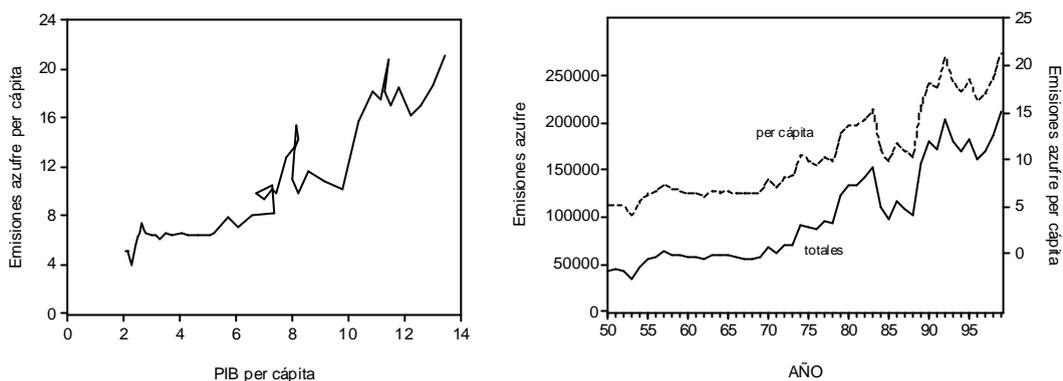
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 54. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **JAPÓN**.



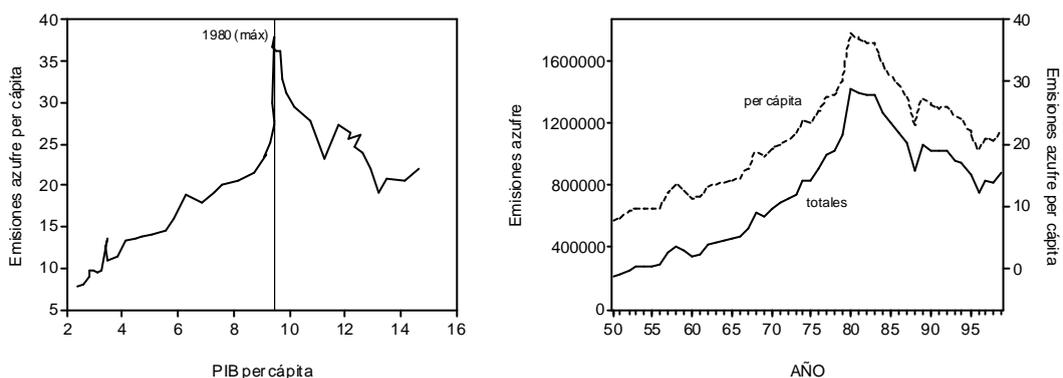
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 55. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **PORTUGAL**.



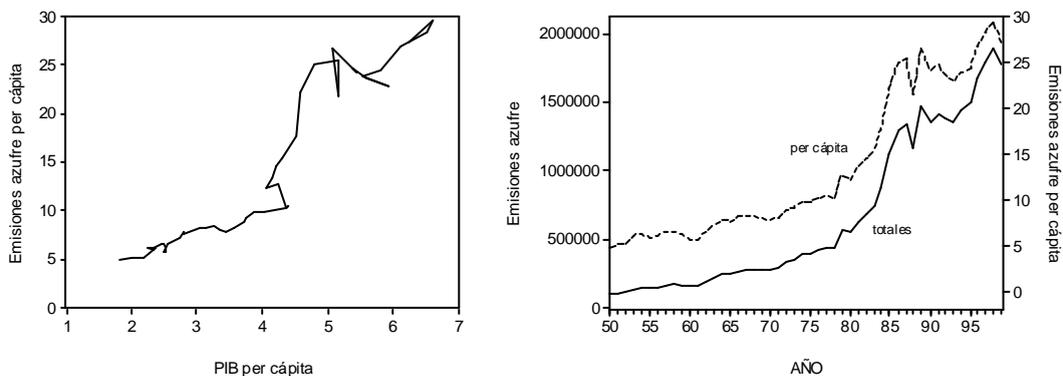
Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 56. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **ESPAÑA**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

Gráfico 57. Análisis gráfico de las emisiones de azufre: **TURQUÍA**.



Fuente: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante. Las emisiones de azufre están expresadas en toneladas métricas y las emisiones de azufre *per cápita* están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

**Tabla 5.-** Emisiones de azufre per cápita, PIB per cápita y ratio entre emisiones de azufre y PIB (*S/PIB*) en el año en que se producen las mayores emisiones de azufre per cápita en los países Tipo 2 (se incluye también el año en el que se generan las emisiones de azufre totales máximas)

EMISIONES DE AZUFRE					
PAÍSES TIPO 2	AÑO EMISIONES PER CÁPITA MÁXIMAS(1)	EMISIONES AZUFRE PER CÁPITA	PIB PER CÁPITA (1990 US\$)	S/PIB	AÑO EMISIONES TOTALES MÁXIMAS(1)
<b>ÁFRICA</b>					
Egipto	1982	3,82	1.767	2,16	1998
<b>ASIA</b>					
China	1996	10,77	2.821	3,82	1996
Corea del Sur	1990	19,90	8.704	2,29	1990
Hong Kong	1993	17,34	19.887	0,87	1993
India	1997	3,25	1.630	1,99	1997
Indonesia	1997	2,32	3.472	0,67	1997
Sri Lanka	1996	1,74	4.978	0,35	1996
Tailandia	1996	11,37	6.968	1,63	1996
Taiwán	1989	12,61	9.763	1,29	1994
<b>LATINOAMÉRICA</b>					
Chile	1999	104,59	10.039	10,42	1999
Colombia	1984	3,31	4.239	0,78	1995
<b>ORIENTE MEDIO</b>					
Israel	1971	24,62	8.711	1,83	1999
<b>OCDE94</b>					
Australia	1996	51,23	19.539	2,62	1996
España	1980	37,80	9.492	3,98	1980
Grecia	1992	26,93	10.204	2,64	1992
Irlanda	1970	35,82	6.200	5,78	1980
Italia	1974	38,07	11.069	3,44	1974
Japón	1970	16,34	9.715	1,68	1970
Portugal	1999	21,13	13.461	1,57	1999
Turquía	1998	29,53	6.634	4,45	1998
(1) El periodo considerado es 1950-1999.					
NOTA: El PIB per cápita está expresado en dólares de 1990 por habitante y las emisiones de azufre per cápita están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.					

FUENTE: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003).

Así como en el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> los países Tipo 2 se caracterizaban, en líneas generales, por una relación creciente entre las emisiones y el PIB a lo largo del periodo, las situaciones son más heterogéneas cuando analizamos la relación azufre-PIB en estos países. Podemos distinguir los siguientes grupos en función de la fecha en la que generan sus emisiones de azufre per cápita máximas (Tabla 5):

A) Países que generan sus emisiones de azufre per cápita máximas en el periodo 1970-1980.

A diferencia de lo que sucede en muchos de los países Tipo 1-OCDE y en Hungría, ninguno de los países Tipo 2 llega a sus niveles de emisiones de azufre per cápita máximos antes de 1970. Pero sí hay un conjunto de países Tipo 2 que alcanza sus niveles máximos entre 1970 y 1980.

Por una parte, se encuentran los países que generan sus emisiones máximas en esta década tanto en términos per cápita como totales. En este caso se encuentran cuatro países OCDE94: Japón, Irlanda, Italia y España. En concreto, en Italia, España e Irlanda, el año 1980 marca el inicio del descenso más acusado y continuado de las emisiones de azufre, aunque en Italia podría considerarse que el proceso comienza en 1974. En Japón se habría iniciado en 1970. Es importante resaltar que estas fechas no marcan únicamente la disminución de las emisiones per cápita sino también la del volumen total de emisiones. Por el contrario, todos alcanzaban sus emisiones per cápita máximas de CO<sub>2</sub> en 1999.

Si observamos de nuevo los gráficos de estos países para el CO<sub>2</sub> podemos comprobar que las crisis del petróleo, especialmente la de 1979, sí provocan una caída en las emisiones de carbono (este impacto es menos evidente en el caso de Irlanda) pero esa reducción resulta coyuntural pues pronto recuperan una senda creciente. Por el contrario, si atendemos a la curva trazada por la relación azufre-PIB en España, Italia y Japón tiene casi la forma de una V invertida.

En Irlanda no se observa con tanta claridad la curva con forma de U invertida ya que hasta 1980 tanto las emisiones per cápita como las totales sufren fuertes oscilaciones a pesar de que la renta per cápita mantendría una tendencia ligeramente creciente (si se compara con el crecimiento de los años posteriores). Es destacable el brusco descenso que en las emisiones (totales y per cápita) se produce después de 1970 y la rápida recuperación posterior hasta 1979 que lleva a que las emisiones totales de azufre se sitúen en 1980 en sus niveles máximos. Sin embargo, con posterioridad a esa fecha, las emisiones vuelven a descender para mantenerse en niveles más bajos hasta el final del periodo.

Por otra parte, Israel alcanza su máximo de emisiones de azufre per cápita en 1971 pero, a diferencia de los casos anteriores, no genera el volumen total máximo de emisiones hasta 1999.

En este país, cabe destacar la disminución brusca que se observa en las emisiones, tanto en términos per cápita como en totales, después de 1973 (casi una forma de V invertida). Aunque las emisiones per cápita no vuelven a situarse en el resto del periodo en los niveles alcanzados a principios de los setenta, ya hemos comentado que no sucede lo mismo con sus emisiones totales, las cuales vuelven a recuperar una senda creciente a partir de 1981.

#### B) Países que generan sus emisiones de azufre per cápita máximas en el periodo 1981-1990.

Por un lado, podemos agrupar a dos países asiáticos: Taiwán y Corea del Sur. En estos países, mientras que la relación CO<sub>2</sub>-PIB era prácticamente creciente a lo largo del periodo muestral, la curva de las emisiones de azufre per cápita llega a un máximo en 1989 y 1990, respectivamente, instalándose a partir de ahí una clara tendencia decreciente en las emisiones de azufre, a pesar del crecimiento de la renta. El proceso descrito comienza siendo más intenso en Corea del Sur que en Taiwán. Esto se traduce en que, en el primer caso, la disminución de las emisiones per cápita que comienza en 1989 se ve también desde esa fecha acompañada por una caída de las emisiones totales, mientras que en Taiwán las emisiones totales no empiezan a disminuir hasta 1994.

Por otro lado, Egipto y Colombia alcanzan su máximo de emisiones per cápita de azufre en 1982 y 1984, pero generan el volumen total máximo en los últimos años del periodo, en concreto, en 1998 y 1995, respectivamente.

C) Países que generan sus emisiones de azufre per cápita máximas después de 1990.

De los veinte países Tipo 2, sólo once exhiben una tendencia creciente y alcanzan sus emisiones de azufre per cápita máximas después de 1990. Estos son: seis del área asiática (China, Hong Kong, India, Indonesia, Sri Lanka y Tailandia), cuatro de la OCDE94 (Australia, Grecia, Portugal y Turquía) y uno de América Latina (Chile).

Ahora bien, cabe puntualizar que algunos de estos once países llegan a sus niveles de emisiones de azufre per cápita máximas algunos años antes que a sus niveles máximos de CO<sub>2</sub> per cápita (esto último sucedía en 1999). En este sentido, cabe destacar los casos de Grecia y Hong Kong, ya que alcanzan sus niveles máximos de emisiones de azufre en 1992 y 1993, respectivamente.

En el resto, no puede afirmarse que se haya producido una transición en la relación azufre-PIB dado que la curva trazada mantiene una tendencia creciente hasta, al menos, 1996.

### **3.3.- Importancia del PIB per cápita en la transición de la relación azufre-PIB.**

En el análisis gráfico de la trayectoria CO<sub>2</sub>-PIB, habíamos tomado como referencia el rango de PIB per cápita en el que los países Tipo 1-OCDE habían comenzado su transición, el cual situábamos entre 11.000\$ y 18.200\$. Habíamos observado que otros países que habían alcanzado rentas incluidas dentro de ese rango a lo largo del periodo no habían experimentado la misma transición y, por el contrario, algunos países del Este con rentas mucho más bajas sí habrían sufrido esa transición.

Si usamos de nuevo como referencia a los países Tipo 1-OCDE en el caso del azufre, podemos establecer el rango de niveles de PIB per cápita a los que esos países alcanzan sus emisiones máximas de azufre per cápita: el mínimo estaría en los 5.716\$ (Austria) y el máximo en 15.227\$ (Dinamarca). Por lo tanto, en comparación con el CO<sub>2</sub>, el rango de renta se amplía y se desplaza a cifras inferiores precisamente porque el proceso para el azufre se adelanta, en muchos casos, en el tiempo.

Ahora bien, como sucedía también en el caso del carbono, algunos países de Europa del Este experimentan el proceso de cambio en la trayectoria azufre-PIB (y alcanzan, como consecuencia, sus emisiones de azufre per cápita máximas) con un PIB per cápita, muy bajo, inferior al del mínimo del rango (Hungría con 4.390\$ en 1964 y Polonia con 5.664\$ en 1985).

Por el contrario, otros países, como son casos claros Chile, Portugal o Turquía, habrían alcanzado rentas dentro de ese rango pero no habrían experimentado una transición en la relación azufre-PIB. Tampoco otros países más ricos como Australia y Hong Kong habrían experimentado un proceso de transición cuando sus rentas se situaron dentro del rango de referencia.

Para no extendernos más, podemos concluir que, en el caso del azufre, resulta aún más confusa que en el del carbono la existencia de un determinado nivel de PIB per cápita que marque el comienzo de un proceso de transición en la relación azufre-PIB.

Por otra parte, hemos analizado la existencia de una posible relación entre el hecho de haber alcanzado un determinado nivel de renta per cápita y el de haber firmado los acuerdos sobre contaminación atmosférica transfronteriza. Con tal fin, recogemos en la Tabla 6 los datos del PIB per cápita y de las emisiones de azufre per cápita en 1979, año en que se firma la Convención. Procede recordar que estos acuerdos no son de carácter global como los del cambio climático sino que se establecen fundamentalmente entre países europeos y norteamericanos.

En relación con los datos que figuran en la tabla, podemos señalar, en primer lugar, que los países Tipo I-OCDE -que firmaron tanto la Convención como el Protocolo de Helsinki (excepto Estados Unidos y Reino Unido que no firmaron el Protocolo)- figuraban en 1979 entre los veinte países de PIB per cápita más elevado pero no todos estaban entre los veinte más emisores. De hecho, las emisiones no son elevadas en Austria, Suecia, Holanda, Noruega y Suiza, este último con unas emisiones per cápita muy bajas.

Los otros países firmantes de la Convención que figuran en la lista son los países de Europa del Este (Checoslovaquia, Hungría, Bulgaria y Polonia<sup>14</sup>), los países de cohesión europea<sup>15</sup> y Turquía. Ninguno de ellos aparecía entre los veinte primeros en PIB per cápita en 1979. En general, los países de cohesión tienen rentas per cápita superiores a los países de Europa del Este y, a pesar de ello, no firman el Protocolo de Helsinki mientras que sí lo hacen los países de Europa del Este (excepto Polonia). Cabe resaltar que los países de Europa del Este figuran entre los mayores emisores de azufre per cápita.

**Tabla 6.-** *Ranking* de países en función del PIB per cápita y en función de las emisiones de azufre per cápita en 1979 (sombreados figuran los países firmantes de la Convención sobre contaminación atmosférica a larga distancia de 1979)

ORDEN	PAÍS	PIB PER CÁPITA (1990 US\$)	ORDEN	PAÍS	EMISIONES AZUFRE PER CÁPITA
1	EEUU	18.789	1	Bulgaria	107,68
2	Suiza	18.050	2	Checoslovaquia	100,87
3	Canadá	16.170	3	Canadá	90,04
4	Alemania	15.333	4	Hungría	77,01
5	Dinamarca	15.313	5	Chile	65,27
6	Francia	14.970	6	Finlandia	58,33
7	Suecia	14.721	7	Polonia	57,28
8	Holanda	14.643	8	EEUU	54,39
9	Noruega	14.460	9	Alemania	47,14
10	Australia	14.227	10	Australia	44,10
11	Bélgica	13.861	11	URSS*	41,87
12	Austria	13.449	12	Reino Unido	41,66

<sup>14</sup> También la Federación Rusa figura como firmante de la Convención.

<sup>15</sup> Dada la cobertura temporal de nuestro trabajo, utilizamos la expresión “países de cohesión europea” para referirnos a los países receptores de Fondos de Cohesión de la UE-15, esto es, España, Irlanda, Grecia y Portugal.

13	Reino Unido	13.164	13	Bélgica	39,39
14	Japón	13.164	14	Dinamarca	37,04
15	Arabia Saudita	12.897	15	Sudáfrica	35,32
16	Italia	12.731	16	Italia	34,31
17	Nueva Zelanda	12.388	17	Arabia Saudita	33,56
18	Finlandia	12.331	18	Irlanda	32,75
19	Venezuela	10.920	19	España	30,09
20	Israel	10.516	20	Francia	29,54
21	Hong Kong	9.795	21	Austria	27,53
22	España	9.388	22	Suecia	26,38
23	Grecia	8.904	23	Venezuela	22,60
24	Irlanda	8.367	24	Grecia	22,09
25	Argentina	8.262	25	Perú	20,11

**Tabla 6 (cont.).- Ranking de países en función del PIB per cápita y en función de las emisiones de azufre per cápita en 1979 (sombreados figuran los países firmantes de la Convención sobre contaminación atmosférica a larga distancia de 1979)**

ORDEN	PAÍS	PIB PER CÁPITA (1990 US\$)	ORDEN	PAÍS	EMISIONES AZUFRE PER CÁPITA
26	Checoslovaquia	7.790	26	Holanda	18,03
27	Portugal	7.783	27	Noruega	17,56
28	Irak	6.756	28	Portugal	12,73
29	URSS	6.480	29	Israel	12,72
30	Hungría	6.251	30	Turquía	12,70
31	Bulgaria	6.235	31	México	12,03
32	Siria	6.010	32	Corea del Sur	11,54
33	Polonia	5.947	33	Nueva Zelanda	11,43
34	México	5.941	34	R.D. Congo	10,68
35	Taiwán	5.879	35	Taiwán	8,82
36	Chile	5.407	36	Suiza	8,10
37	Brasil	4.893	37	Irán	7,71
38	Irán	4.825	38	Japón	7,60
39	Sudáfrica	4.338	39	China	6,83
40	Corea del Sur	4.294	40	Irak	6,12
41	Turquía	4.260	41	Filipinas	5,06
42	Colombia	4.184	42	Brasil	4,24
43	Perú	4.131	43	Egipto	3,18
44	Tailandia	2.496	44	Tailandia	2,90
45	Filipinas	2.317	45	Siria	2,89
46	Marruecos	2.122	46	Marruecos	2,77
47	Sri Lanka	1.812	47	Colombia	2,66
48	Indonesia	1.765	48	India	1,79
49	Egipto	1.528	49	Argentina	1,64
50	Nigeria	1.427	50	Indonesia	0,98
51	Ghana	1.211	51	Kenia	0,91
52	China	1.040	52	Sri Lanka	0,90
53	Kenia	1.013	53	Ghana	0,60
54	India	895	54	Etiopía	0,11
55	Myanmar	762	55	Nigeria	0,09
56	R.D.Congo	541	56	Myanmar	0,06
57	Etiopía	426	57	Hong Kong	0,02

NOTA: El PIB per cápita está expresado en dólares de 1990 por habitante y las emisiones de azufre per cápita están expresadas en toneladas métricas por mil habitantes.

FUENTE: Elaboración propia utilizando datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y Stern (2003).

Por tanto, en líneas generales, los países europeos que firmaron la Convención y después asumieron el compromiso del Protocolo de Helsinki eran países o bien con PIB per cápita elevado (independientemente de que sus emisiones per cápita lo fueran) o bien con unas emisiones per cápita muy elevadas (independientemente de que lo fuese su renta). Los países de cohesión europea, que mantendrían posiciones intermedias en ambas variables, firmaron la Convención pero no asumieron los compromisos obligatorios de Helsinki en 1985, a pesar de que algunos como Irlanda y España ocupan

los puestos decimooctavo y decimonoveno en las emisiones per cápita, por encima de muchos países Tipo 1-OCDE. Aunque no fuesen firmantes del Protocolo, hemos podido observar las importantes reducciones de emisiones que se producen después de 1979 en España e Irlanda (de hecho cumplieron con los objetivos del Protocolo) y el estancamiento en las emisiones que empieza a apreciarse en Grecia en la segunda mitad de los ochenta. No sucede, sin embargo, lo mismo en Portugal o en Turquía.

#### **4.- Principal conclusión del análisis gráfico.**

Los resultados del análisis realizado apoyan la hipótesis de que no existe un determinado nivel de PIB per cápita que marque el inicio de un proceso de transición ni en la relación azufre-PIB ni en la trayectoria CO<sub>2</sub>-PIB. Han sido otros acontecimientos, económicos, históricos y políticos, los que parecen haber ejercido una influencia más significativa en los cambios de trayectoria de la curva emisiones-PIB.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MARLAND, G.; BODEN, T.A. y ANDRES, R.J. (2002): Global, Regional, and National Fossil Fuel CO<sub>2</sub> emissions. In *Trends: A Compendium of data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., USA.

MOOMAW, W.R. y UNRUH, G.C. (1997): “Are Environmental Kuznets Curve misleading us? The case of CO<sub>2</sub> emissions”, *Environment and Development Economics* 2, pp.451-463

OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY (1995): “Estimates of global, regional and national CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel burning, hydraulic cement and gas flaring: 1925-1992”, ONRL/CDIAC-90 NDP-030/R6.

STERN, D.I. (2003): “Global sulfur emissions in the 1990s”, Working Paper, Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute, New York en

STERN, D.I. (2005): “Global sulfur emissions from 1850 to 2000”, *Chemosphere*, 58, pp. 163-175.

SUMMERS, R. y HESTON, A. (1991): “Penn World Table (Mark 5): An expanded set of international comparisons, 1950-1988”, *Quarterly Journal of Economics* 56: 327-369.

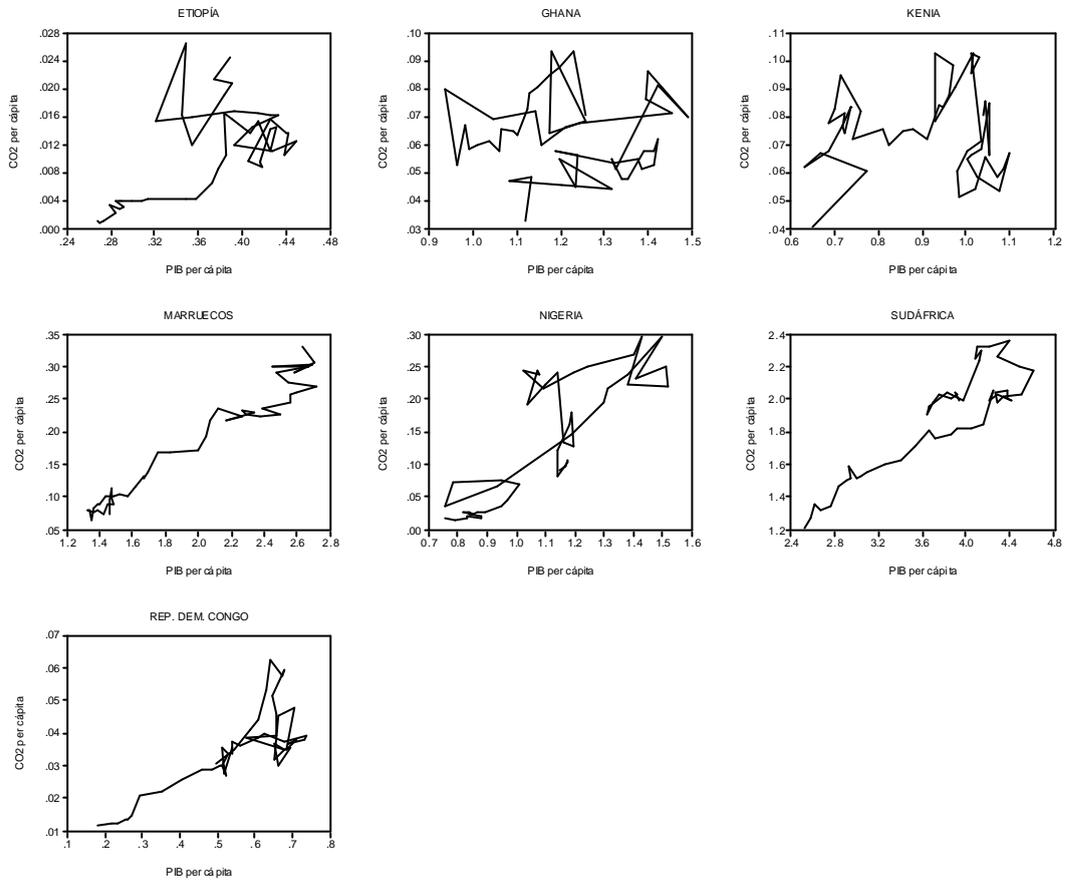
SUMMERS, R. y HESTON, A. (1994): “An expanded set of international comparisons, 1950-1992”, Washington, DC: The World Bank.

UNIVERSITY OF GRONINGEN AND THE CONFERENCE BOARD (2002): *GGDC Total Economy Database*, <http://www.eco.rug.nl/ggdc> Consulta: 5-12-2002.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (2003): *Earthtrends* en:  
<http://earthtrends.wri.org/text/theme6vars.htm>

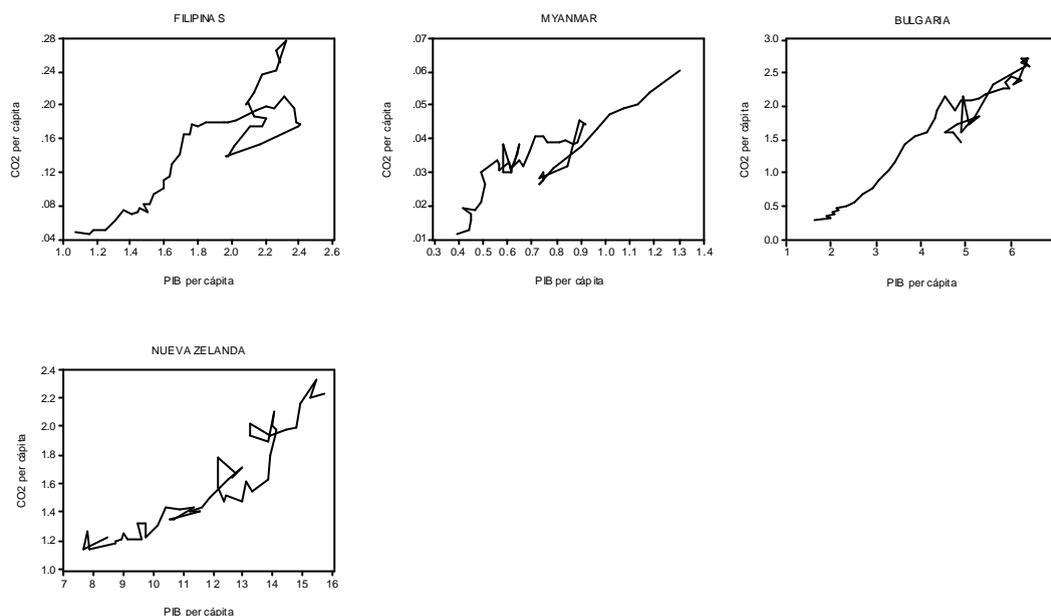
## APÉNDICE 1: Países Tipo 3 en la relación CO<sub>2</sub>-PIB:

Gráfico 58. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **ÁFRICA**: Etiopía, Ghana, Kenia, Marruecos, Nigeria, Sudáfrica y Zaire.



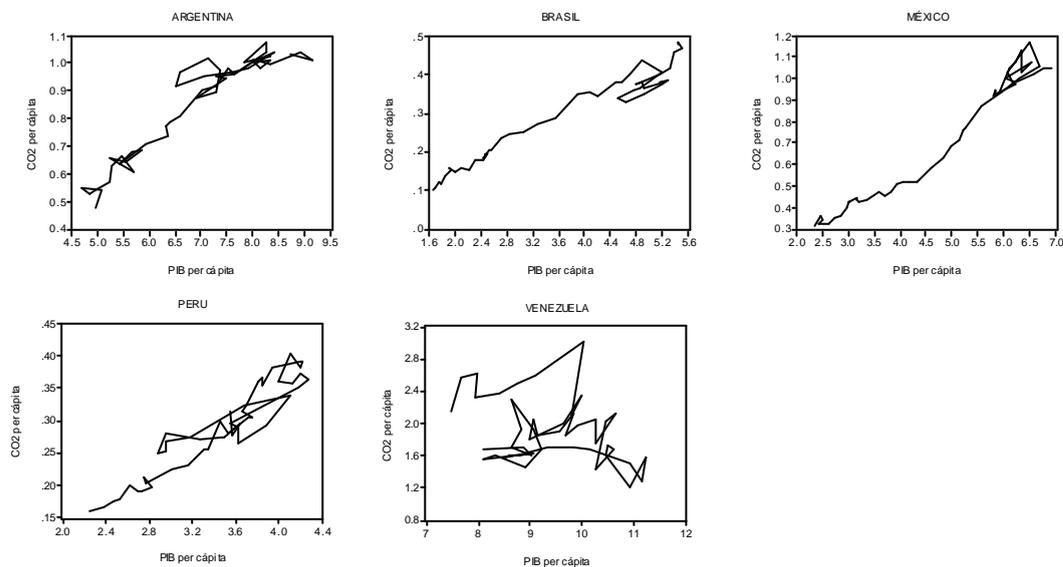
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.

Gráfico 59. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **ASIA**: Filipinas y Myanmar. **EUROPA DEL ESTE**: Bulgaria. **OCDE94**: Nueva Zelanda



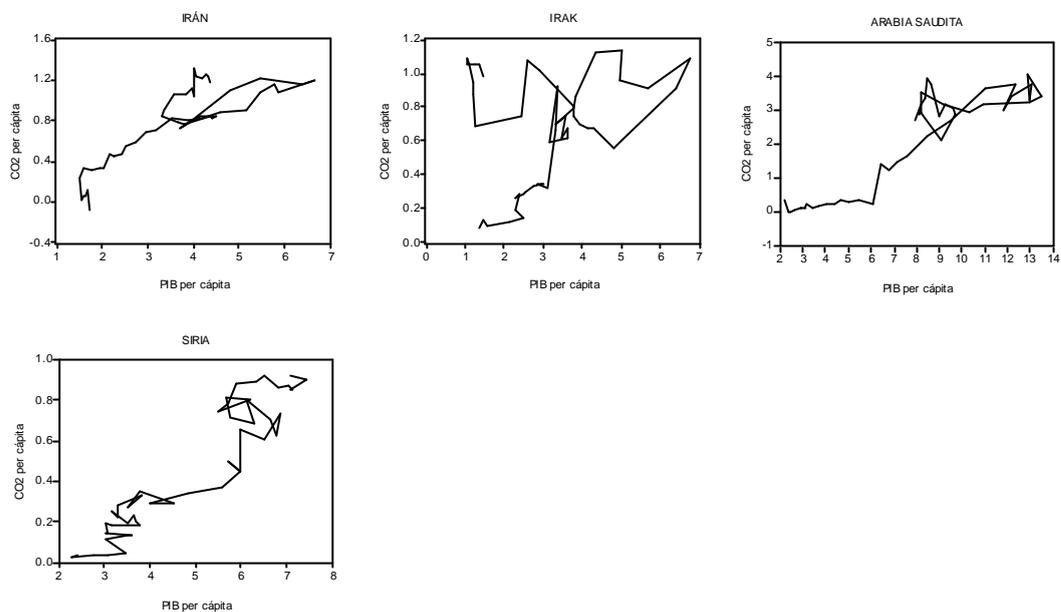
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.

Gráfico 60. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **AMÉRICA LATINA**: Argentina, Brasil, México, Perú y Venezuela.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.

Gráfico 61. Análisis gráfico de las emisiones de CO<sub>2</sub>: **ORIENTE MEDIO**: Irán, Irak, Arabia Saudita y Siria.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de University of Groningen and Conference Board (2002) y CDIAC (Marland *et al.*, 2002). El PIB *per cápita* está expresado en miles de dólares del 90 por habitante y las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* están expresadas en toneladas métricas de carbono.