

HACIA UNA TIPOLOGÍA DE PAÍSES EN FUNCIÓN DE SUS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

María Fernanda Pita

Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla
mfrita@us.es

RESUMEN

El trabajo realiza una tipología de los países del mundo en función de su comportamiento emisor en gases de efecto invernadero (GEI). Se utilizan 12 variables expresivas de las emisiones de GEI y de los factores socioeconómicos que las determinan. El análisis en componentes principales como mecanismo de reducción de la información y el análisis cluster como mecanismo de clasificación son las principales técnicas estadísticas utilizadas en el trabajo. El resultado genera una tipología con 12 tipos distintos de países claramente diferenciados en su comportamiento.

Palabras clave: gases de efecto invernadero, emisiones de CO₂, análisis en componentes principales, análisis cluster, cambio climático.

ABSTRACT

The paper shows a country's typology based on 12 variables related to: (i) the GHG emission behaviours of the countries, and (ii) the main driving forces determining them. Main Component Analysis and Cluster Analysis have been used as a tool for simplifying original data and for statistical classification. As a result, a typology with 12 different types of countries has been established.

Key words: greenhouse gases, CO₂ emissions, main components analysis, cluster analysis, climate change.

Fecha de recepción: diciembre 2010.

Fecha de aceptación: abril 2012.

I. INTRODUCCIÓN

Parece ya suficientemente demostrada la responsabilidad de los gases de efecto invernadero (GEI) en la génesis del cambio climático y también existen cada vez más evidencias de la asociación existente entre estas emisiones y variables de carácter socioeconómico tales como la renta, el uso de la energía o la intensidad energética y emisora (IPCC, 2007), hasta el punto de establecerse formulaciones que estiman las emisiones de GEI a partir del volumen poblacional de los distintos países y del comportamiento de estas variables (Duro, J.A. y Padilla, E., 2006, Liaskas, K. *et al.*, 2000). También existen interesantes debates en torno a las posibilidades de disociar el necesario desarrollo socioeconómico de los hasta ahora casi inevitables inconvenientes ambientales que conlleva, los cuales, en el caso del cambio climático, constituyen amenazas planetarias absolutamente insostenibles (Roca, J. y Padilla, E., 2003). No obstante, todavía se está muy lejos de realizar esa deseable disociación, con lo cual las emisiones de GEI trascienden el ámbito de lo natural o incluso de lo ambiental y adquieren también —al igual que el cambio climático en su conjunto— el carácter de un fenómeno socio-económico (Hulme, M., 2009, Martin Vide, J. *et al.*, 2007, Stern, N., 2006). Ello lo convierte en un crisol que aglutina y refleja el comportamiento de múltiples variables tanto naturales como socioeconómicas y, en esa medida, presenta una variabilidad espacial y una dimensión territorial innegables, que reflejan las propias desigualdades caracterizadoras de los restantes aspectos socio-económicos (Dow, K. y Downing, E., 2006). Pero, además, dadas todas estas características, podría incluso aventurarse que las emisiones de GEI pueden acabar convirtiéndose en una variable prioritaria para reflejar características complejas de los territorios y podrían utilizarse para realizar clasificaciones territoriales de manera más sencilla que mediante la utilización de otras variables mucho más numerosas.

Es el objetivo de nuestro trabajo avanzar en esa línea a partir de la elaboración de una tipología de países con arreglo a su comportamiento emisor en GEI y a las variables socioeconómicas que desencadenan esas emisiones.

II. DATOS

Las variables expresivas del comportamiento emisor de los países se pueden agrupar en tres tipos diferentes: la cantidad total de emisiones realizadas, la composición por gases y sectores de actividad de estas emisiones y las emisiones acumuladas desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad. Estas últimas, además de reflejar aspectos importantes ligados al nivel de desarrollo de los países, han constituido una pieza básica en las negociaciones conducentes a los acuerdos de Kyoto, siendo los países con mayores emisiones acumuladas y, por ende, con mayor responsabilidad en la génesis del efecto invernadero, los que han debido asumir mayores compromisos de cara a su reducción.

Por su parte, entre las variables socio-económicas hemos seleccionado aquellas con mayor capacidad para reflejar los principales factores que determinan el comportamiento de las emisiones a gran escala. En este sentido, es comúnmente aceptado que existen cuatro grandes factores determinantes del nivel de emisiones en un determinado país: la población, la riqueza, el uso de la energía y la intensidad energética y emisora de la economía. La ecuación de Kaya expresa matemáticamente la relación entre todos estos factores e incluso ha

dado lugar a modelos que permiten estimar las tendencias de las emisiones a partir de las propias tendencias experimentadas por ellos (Archer, D. 2006 y Hulme 2009). De todos los factores, el dominante es el volumen poblacional, hasta tal punto de que su presencia llega a ocultar el efecto de los restantes factores. Para evitar este fenómeno hemos optado por eliminar la variable población; además, hemos decidido expresar todas las variables relativas a las emisiones, así como la renta y el uso de la energía, en valores per cápita, evitando así el efecto de tamaño ejercido por el volumen poblacional de cada país. Por último, en relación con la intensidad, hemos decidido utilizar tanto la intensidad emisora de la economía, como la intensidad emisora de la propia energía.

Teniendo en cuenta estos criterios y la disponibilidad de datos existentes, finalmente hemos optado por utilizar las variables que aparecen consignadas en la tabla 1, todas ellas con información suministrada por el World Resources Institute a través del Climate Analysis Indicator Tool (CAIT), accesible en la página web del propio Instituto (<http://cait.wri.org>). Son un total de 12 variables, de las cuales siete son estrictamente emisoras, en tanto que las cinco restantes constituyen variables socio-económicas. Entre las variables emisoras, la primera refleja las emisiones de GEI totales de cada país, las cuatro siguientes aluden a su composición por gases y sectores de actividad y las dos últimas reflejan las emisiones acumuladas desde 1850. Por su parte, entre las variables socioeconómicas hemos incluido variables expresivas de la riqueza, como la renta per cápita (variable 11), el uso de la energía (variable 8) y la intensidad emisora¹, tanto de la energía como de la economía (variables 9 y 10). Además, para tomar en consideración dimensiones del desarrollo más sociales y culturales que las estrictamente asociadas al producto interior bruto o la renta hemos considerado el índice de gobernanza de cada país (variable 12).

El índice de gobernanza se elabora a partir de la consideración de seis dimensiones diferentes de la gobernabilidad: Voz y Rendición de Cuentas, Estabilidad Política y Ausencia de Violencia, Terrorismo, Efectividad del Gobierno, Calidad Regulatoria, Estado de Derecho y Control de la Corrupción². Los indicadores agregados se basan en cientos de variables específicas y desagregadas, que miden varias dimensiones de la gobernabilidad tomadas a partir de 35 fuentes de datos suministradas por 33 organizaciones diferentes. Los datos reflejan los puntos de vista sobre la gobernanza de expertos del sector público, el sector privado, numerosas ONGs y miles de ciudadanos pertenecientes a todos los países del mundo. A pesar de la dificultad inherente a la medición de aspectos tan sutiles como la gobernanza, su enorme interés para caracterizar a los territorios, la solvencia de los autores e instituciones que elaboran el índice (Kauffmann, D., Kraay, A. y Mastruzzi, M., 2009) y la continuidad con que se viene elaborando, nos han animado a utilizarlo. Por otro lado, su ventaja respecto a otros índices con parecida intencionalidad, tales como el Índice de Desarrollo Humano, por

1 La intensidad emisora de la energía se define como la cantidad de GEI emitidos para la producción de una unidad de energía; por su parte, la intensidad emisora de la economía alude a la cantidad de GEI emitidos para la generación de una determinada unidad de riqueza. En ambos casos conviene destacar que la intensidad es el inverso de la eficiencia, de forma tal que a mayor intensidad emisora menor eficiencia, porque implica una mayor cantidad de GEI emitida por cada unidad de energía o de riqueza generadas.

2 Dada la dificultad de traducir con precisión los términos del inglés, lengua original de la que parten, transcribimos también los términos originales: Voice and Accountability, Political Stability and Absence of Violence/Terrorism, Government Effectiveness, Regulatory Quality, Rule of Law and Control of Corruption.

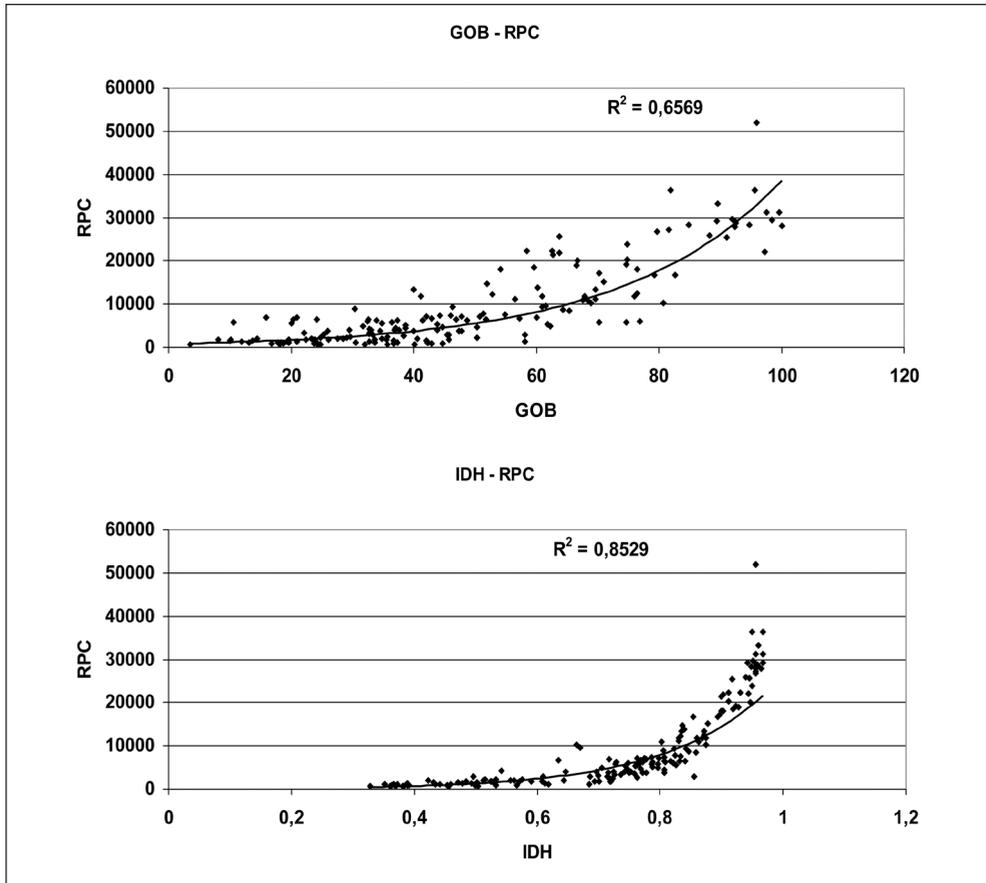
ejemplo, es que no presenta una correlación tan fuerte con la renta como aquél (figura 1), lo que implica que aporta realmente nuevas dimensiones y matices respecto a ésta, que ya está considerada como tal.

La selección de las variables ha estado determinada, además de por su importancia y representatividad en relación con el fenómeno estudiado, por su disponibilidad para el mayor

Tabla 1
VARIABLES UTILIZADAS

Tipos de variables	Nº orden	Variables	Unidades	Año	Nº países
Emisoras	1	Emisiones per cápita totales de GEI	T CO ₂ eq. (TCO ₂)	2000	185
	2	Emisiones per cápita de CO ₂ asociadas a la energía	TCO ₂ eq. (TCO ₂)	2004	131
	3	Emisiones per cápita de CO ₂ asociadas a la industria	TCO ₂ eq. (TCO ₂)	2004	184
	4	Emisiones per cápita de CH ₄ asociadas a la agricultura	TCO ₂ eq. (TCO ₂)	2000	185
	5	Emisiones per cápita de CO ₂ asociadas a cambios en el uso del suelo	TCO ₂ eq. (TCO ₂)	2000	149
	6	Emisiones per cápita acumuladas totales de CO ₂	TCO ₂ eq. (TCO ₂)	1850-2004	185
	7	Emisiones per cápita acumuladas de CO ₂ asociadas a cambios en el uso del suelo	TCO ₂ eq. (TCO ₂)	1850-2000	149
Socio-económicas	8	Uso de energía per cápita	Tons. Eq. petróleo (TEP)	2004	129
	9	Intensidad emisora de la economía	TCO ₂ /Mill \$ intern.	2004	183
	10	Intensidad emisora de la energía	TCO ₂ /TEP	2004	129
	11	Renta per cápita	\$ intern. en unidades de poder adquisitivo	2004	183
	12	Índice de Gobernanza	Nº Índice (0-100)	2006	185

Figura 1
DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE GOBERNANZA (GOB) (2006), EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH) (2006) Y LA RENTA PER CÁPITA (RPC) (2004) PARA 173 PAÍSES DEL MUNDO



Fuente: Elaboración propia a partir de Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2009) y <http://hdrstats.undp.org/es/indicators/1.html>.

número posible de países. Ello ha motivado que tengamos que prescindir de las variables expresivas del crecimiento registrado por las emisiones en los años recientes, que estaban ausentes en muchos países, a pesar de que hubieran aportado matices muy interesantes en relación con el comportamiento emisor. También esa es la razón de que no hayamos considerado las emisiones de gases diferentes al CO_2 o al CH_4 , las cuales también hubieran generado demasiadas lagunas de información. De todos modos, si tenemos en cuenta que la participación de estos gases en las emisiones totales es muy reducida (tabla 2), se minimiza la importancia de su ausencia; por otro lado, pensamos que la inclusión de las emisiones de CH_4 asociadas a la agricultura compensa esa ausencia anterior y deja suficientemente representada la variedad emisora por gases y sectores de actividad.

Tabla 2

COMPOSICIÓN POR GASES DE LAS EMISIONES DE GEI EN EL MUNDO EN UNIDADES DE CO₂ EQUIVALENTES (2000)

GASES	MT CO ₂ eq	%
CO ₂	32.124,5	77,2
CH ₄	6.020,2	14,5
N ₂ O	3.113,8	7,8
PFC	81,3	0,2
HFC	259,2	0,6
SF ₆	39,5	0,1
TOTAL	41.638,5	100

Fuente: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2009).

La disponibilidad de información también ha sido el criterio predominante en la selección del año de referencia, que en la mayoría de las variables es el 2004, pero que avanza hasta el 2006 para el índice de gobernanza y retrocede hasta el 2000 para todas las variables en las que intervienen las emisiones asociadas a cambios en el uso del suelo y a la agricultura, o las emisiones acumuladas. Como resultado de todo ello se ha conseguido reunir información para un total de 185 países, casi todos los que componen el escenario geopolítico actual, si bien no en todos ellos se ha dispuesto de todas las variables. En cualquier caso, en ninguna variable hay un número de países inferior a 129 (tabla 1).

III. METODOLOGÍA

Partiendo de esta información, en una primera etapa hemos procedido a realizar un análisis exploratorio de los datos a partir de la matriz de correlaciones existente entre ellos. Dadas las fuertes correlaciones encontradas entre muchas de las variables, en una segunda etapa hemos procedido a realizar un análisis en componentes principales como técnica de reducción de la información. El análisis se ha realizado previa tipificación de las variables y aplicando una rotación varimax. A continuación, en una tercera etapa, sobre los componentes resultantes se ha aplicado un análisis cluster para realizar la tipología final de los países. Se ha utilizado un cluster jerárquico ascendente con similitudes intragrupos y distancia euclídea al cuadrado como expresión de la distancia.

IV. RESULTADOS

1. El análisis exploratorio de los datos

La matriz de correlaciones muestra la existencia de fuertes asociaciones entre muchas de las variables analizadas (tabla 3). Tomando en consideración sólo las variables emisoras, resulta destacable la fuerte correlación existente entre las emisiones totales de GEI y las emi-

Tabla 3
MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES ANALIZADAS

	GEI	CO ₂ ener	CO ₂ ind	CH ₄ agri	CO ₂ suelo	CO ₂ acu	CO ₂ acu suelo	Uso ener	Int emis econ	Int emis energ	Rent per cap	Gober
GEI	1											
CO ₂ ener	0,805*	1										
CO ₂ ind	0,333*	0,643*	1									
CH ₄ agri	0,111	0,065	0,076	1								
CO ₂ suelo	0,763*	-0,213*	-0,162	-0,08	1							
CO ₂ acu	0,389*	0,73*	0,448*	0,159	-0,161	1						
CO ₂ acu suelo	0,772*	-0,192	-0,142	-0,049	0,985*	-0,133	1					
Uso ener	0,782*	0,948*	0,575*	0,052	-0,202*	0,694*	-0,176	1				
Int emis econ	0,248*	0,41*	0,214*	-0,01	-0,044	0,307*	-0,035	0,357*	1			
Int emis energ	0,178	0,31*	0,403*	0,039	-0,216*	0,31*	-0,183	0,159	0,5*	1		
Renta per cap	0,387*	0,664*	<u>0,58*</u>	0,234*	-0,149	0,773*	-0,114	0,698*	0,02	0,222*	1	
Gober	0,264*	0,494*	0,396*	0,207*	-0,117	0,567*	-0,081	0,541*	-0,136	0,181	0,821*	1

(*) Correlación significativa al nivel 0,01 (bilateral). Subrayadas las correlaciones entre 0,5 y 0,6. Resaltadas en gris las correlaciones superiores a 0,6. Resaltadas en gris oscuro las correlaciones superiores a 0,8.

siones de CO₂ derivadas de la energía, lo cual refleja la muy conocida asociación entre las emisiones y el uso de la energía. Pero es también destacable, y no tan conocida, su relación con las emisiones de CO₂ debidas a cambios en el uso del suelo. Ello refleja claramente la importancia de este componente en las emisiones totales, ocupando el segundo lugar por este concepto y sobrepasando notablemente a las emisiones agrícolas o industriales, mucho más reducidas que aquéllas (tabla 4). Es también destacable la estrecha asociación existente entre las emisiones de CO₂ derivadas de la energía y de la industria, así como la independencia que muestran las emisiones agrícolas de CH₄ respecto a todo el resto. En cuanto a las variables socio-económicas, destaca la fuerte asociación que registran el uso de la energía, la renta y la gobernanza, especialmente estas dos últimas, así como la mayor independencia de las variables relativas a la intensidad emisora. Por último, al tomar en consideración ambos tipos de variables conjuntamente, se confirma el papel protagonista del uso de la energía como factor de emisiones, ocupando un segundo lugar por este concepto la renta, que guarda, no obstante, una fuerte correlación con las emisiones acumuladas, así como con las emisiones generadas por ciertos sectores individuales; su correlación con las emisiones totales se ve reducida por el peso de las emisiones asociadas a cambios en el uso del suelo, que en todos los casos presentan correlaciones negativas con las variables socioeconómicas; la eliminación de estas últimas sin duda hubiera aumentado sensiblemente la correlación renta-emisiones totales.

Tabla 4
EMISIONES DE GEI POR SECTORES (2000)

SECTORES	MT CO ₂ eq	%
Energía	24.731,2	59,4
Cambios en el uso del suelo	7.618,6	18,3
Agricultura	5.729,3	13,8
Industria	1.369,4	3,3
Tratamiento de residuos	1.360,5	3,3
Bunkers internacionales	829,4	2
TOTAL	41.638,4	100

Fuente: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2009).

2 El Análisis en Componentes Principales

Las altas correlaciones existentes entre algunas de las variables y su elevado número nos han impulsado, en cualquier caso, a aplicar un análisis en componentes principales para reducir la información y evitar posibles redundancias. Como resultado del análisis hemos aislado tres componentes que explican en conjunto el 74,4% de la varianza total. Los tres tienen un significado muy nítido, como se pone de manifiesto a partir de las correlaciones que presentan con las variables utilizadas (tabla 5).

Tabla 5
CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS Y LOS COMPONENTES SELECCIONADOS

Variables	Componentes		
	C1 (41,4%)	C2 (21%)	C3 (12%)
Renta per cápita	,423	,847	,017
Uso de energía per cápita	,759	,497	,064
Índice de Gobernanza	,124	,894	-,004
Emisiones per cápita totales de GEI	,423	,251	,833
Emisiones per cápita de CO ₂ asociadas a la energía	,813	,447	,055
Emisiones per cápita de CO ₂ asociadas a la industria	,644	,383	-,017
Emisiones per cápita de CH ₄ asociadas a la agricultura	,028	,354	-,017
Emisiones per cápita de CO ₂ asociadas a cambios en el uso del suelo	-,149	-,110	,970
Emisiones per cápita acumuladas totales de CO ₂	,632	,573	-,001
Emisiones per cápita acumuladas de CO ₂ asociadas a cambios en el uso del suelo	-,136	-,080	,972
Intensidad emisora de la economía	,757	-,403	,028
Intensidad emisora de la energía	,685	,088	-,107

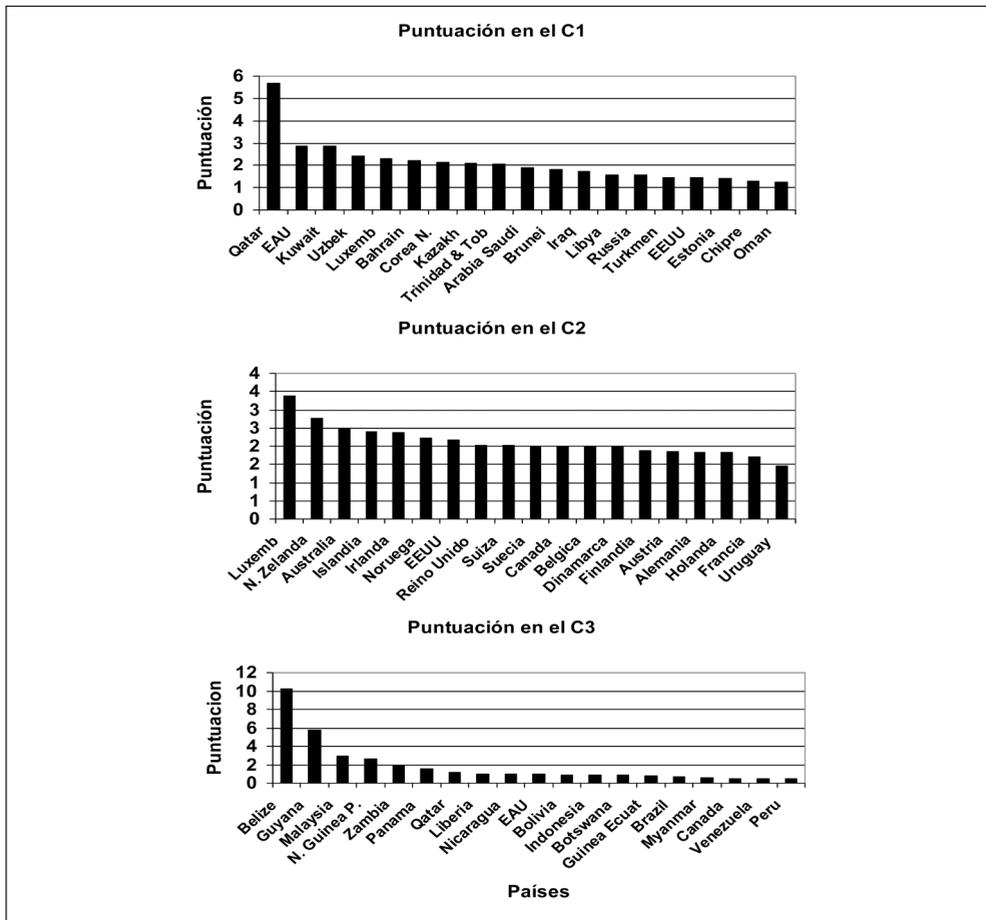
Nota: Resaltados los coeficientes de correlación superiores a 0,7.

El primer componente, que explica el 41,4% de la varianza total, está claramente asociado al uso de la energía y a la intensidad emisora de la economía y de la propia energía. Es destacable también que presenta correlaciones negativas, aunque muy modestas, con las emisiones asociadas a los cambios en el uso del suelo. El segundo componente explica más del 21% de la varianza y está asociado al desarrollo, como se evidencia a partir de las altas correlaciones que presenta con la renta per cápita y la gobernanza. Es también relevante su elevada correlación negativa con la intensidad emisora de la economía y, en menor medida, con las emisiones derivadas de los cambios en el uso del suelo. Efectivamente, los países más desarrollados apenas generan emisiones por este concepto e incluso en muchos casos llegan a ser sumideros netos de carbono en él; tampoco tienen altas intensidades energéticas ni emisoras en la mayoría de los casos por su avanzada tecnología, su desarrollada conciencia ambiental y una estructura productiva con claro predominio del sector servicios, mucho menos consumidor de energía que las actividades industriales (Hamilton, C. y Turton, H., 2002). Por último, el tercer componente explica casi el 12% de la varianza y está asociado con total nitidez a las emisiones derivadas de cambios en el uso del suelo, siendo también relevante su alta correlación con las emisiones totales de GEI (tabla 5).

Las puntuaciones de cada componente en los distintos países ratifican esta visión, de forma tal que en el primero las mayores puntuaciones las obtienen los países productores

y exportadores de petróleo, fortísimos consumidores de energía, y las economías en transición, es decir, los países de la antigua Unión Soviética, con intensidades energéticas y emisoras muy altas por la obsolescencia de sus instalaciones industriales. Sólo en mucha menor medida aparecen bien posicionados en este componente los países desarrollados; éstos obtienen claramente las mayores puntuaciones en el segundo componente. En el tercer componente aparecen en los primeros lugares países tropicales y ecuatoriales con escasos niveles de desarrollo y que han experimentado brutales procesos de deforestación conducentes a elevadas emisiones por cambios en el uso del suelo (figura 2).

Figura 2
PUNTUACIONES OBTENIDAS EN LOS TRES COMPONENTES POR LOS 20 PAÍSES CON PUNTUACIÓN MÁXIMA EN CADA CASO



Fuente: Elaboración propia a partir de: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2009).

Todo ello de nuevo confirma la importancia, como factores de emisión, de variables ya conocidas tales como la renta per cápita, el uso de la energía y la intensidad emisora de la economía y de la propia energía, pero, además, pone de relieve y realza el peso del factor asociado a los cambios en el uso del suelo, el cual presenta además fuertes correlaciones con las emisiones totales, como corresponde a su importante peso en todo el conjunto y en el de las emisiones acumuladas (tabla 4). Por otro lado, refuerza la idea de la conveniencia de considerar el índice de gobernanza como una variables más. De hecho, se trata de la variable mejor correlacionada con el componente 2 y la que presenta, además, correlaciones más bajas con los restantes componentes, con lo cual sería una variable muy bien posicionada para representar este componente en el supuesto de que pretendiéramos trabajar con variables en lugar de hacerlo con los propios componentes, como es nuestro caso.

2. El Análisis Cluster

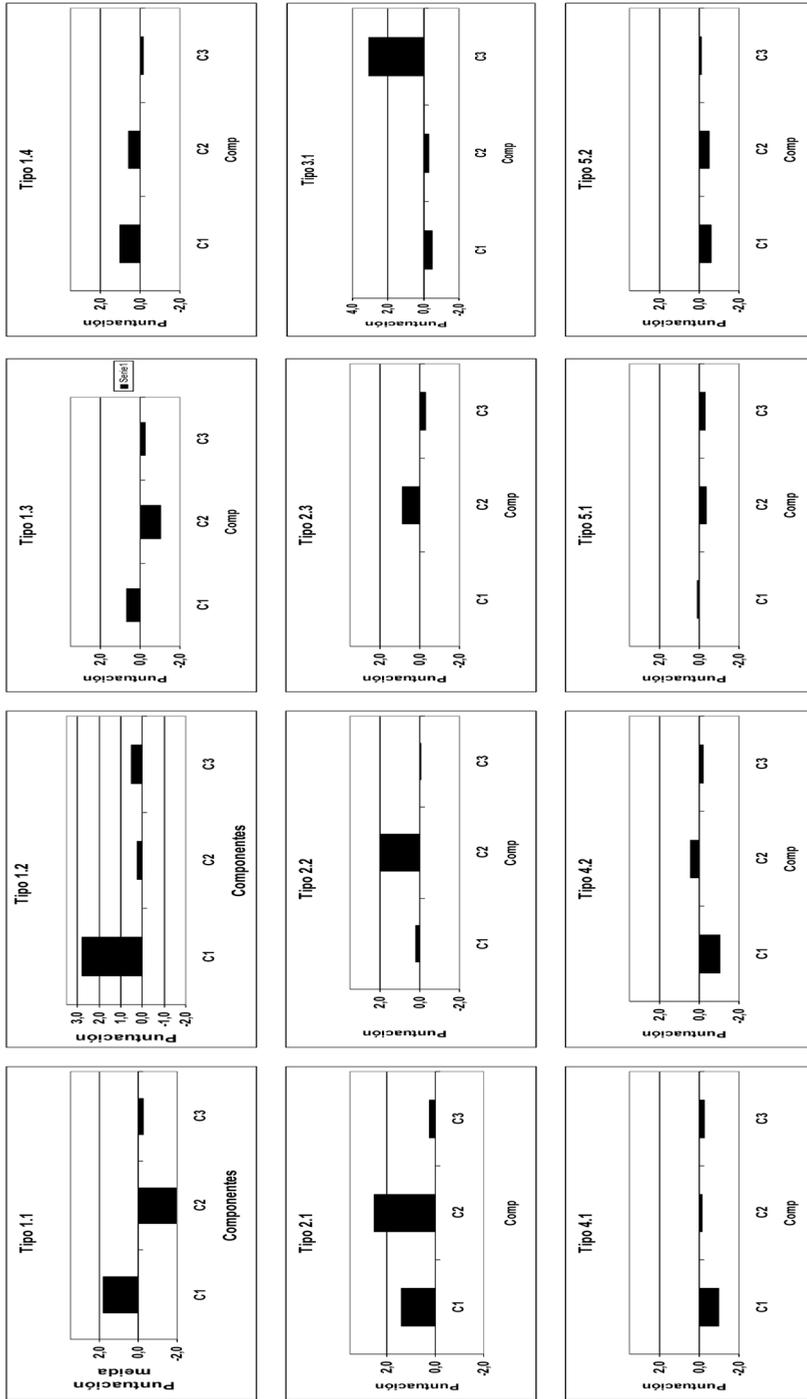
La aplicación del análisis cluster a los tres componentes seleccionados conduce a una tipología compuesta por 12 tipos de países que pueden agruparse en 5 grandes bloques (figura 3 y apéndice 1).

El **primer bloque** integra los países con un protagonismo claro del primer componente, que es en todos los casos positivo y es el que ostenta el valor más alto de todos, como reflejo de una elevada intensidad emisora y/o un alto consumo de energía. Posteriormente, matices en la intensidad de este componente, unidos a variaciones en los niveles de desarrollo, permitirán establecer diferentes tipos dentro de él, porque el componente asociado al uso del suelo no parece tener una gran relevancia en la génesis de este grupo (figura 3).

El **primer tipo (tipo 1.1)** engloba un total de siete países que se caracterizan por presentar un elevadísimo componente energético (C1) asociado a niveles bajísimos de desarrollo (C2) (figuras 3 y 4). La responsabilidad del alto componente energético es atribuible a la intensidad energética y, sobre todo, a la altísima intensidad emisora de la economía que caracteriza a estos países, dado que el uso de la energía en ellos no es elevado, manteniendo en conjunto para este parámetro valores inferiores a la media mundial. También presentan valores inferiores a la media (puntuaciones z inferiores a la unidad) en las variables socio-económicas, siendo especialmente destacable su reducidísimo índice de gobernanza, el más bajo entre todos los existentes. Por último, y en relación con las emisiones propiamente dichas, no presentan valores especialmente destacados y se mantienen en todos los casos próximos a la media (figura 5). Son países de la órbita comunista o economías en transición, además de Iraq y Libia.

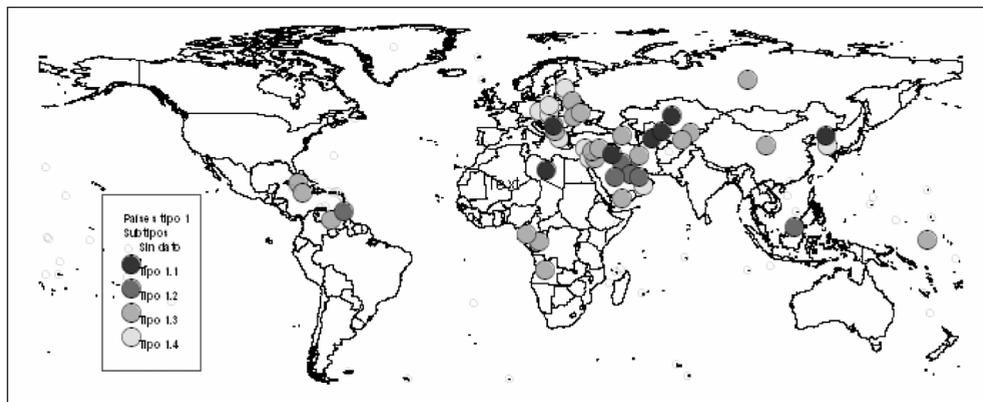
El **segundo tipo (tipo 1.2)** también está integrado por siete países con muy elevado componente energético (el más alto de todo el panorama mundial), pero con niveles de desarrollo más elevados y valores del segundo componente por encima de la media (figura 3). En este caso el componente energético se nutre, sobre todo, del elevado uso de la energía realizado por estos países y, en menor medida, de unas intensidades emisoras también superiores a la media mundial. El componente desarrollo se alimenta sobre todo del uso de la energía ya comentado, si bien también son positivas las restantes variables, especialmente la renta per cápita y, en mucha menor medida, el índice de gobernanza. Las emisiones, por su parte, son siempre muy elevadas, las más altas de todo el panorama mundial, a excepción de las

Figura 3
PUNTUACIONES MEDIAS DE LOS COMPONENTES EN LOS TIPOS DE PAÍSES QUE COMPONEN LA TIPOLOGÍA



Fuente: Elaboración propia a partir de: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2009).

Figura 4
LOS PAÍSES PERTENECIENTES AL BLOQUE 1

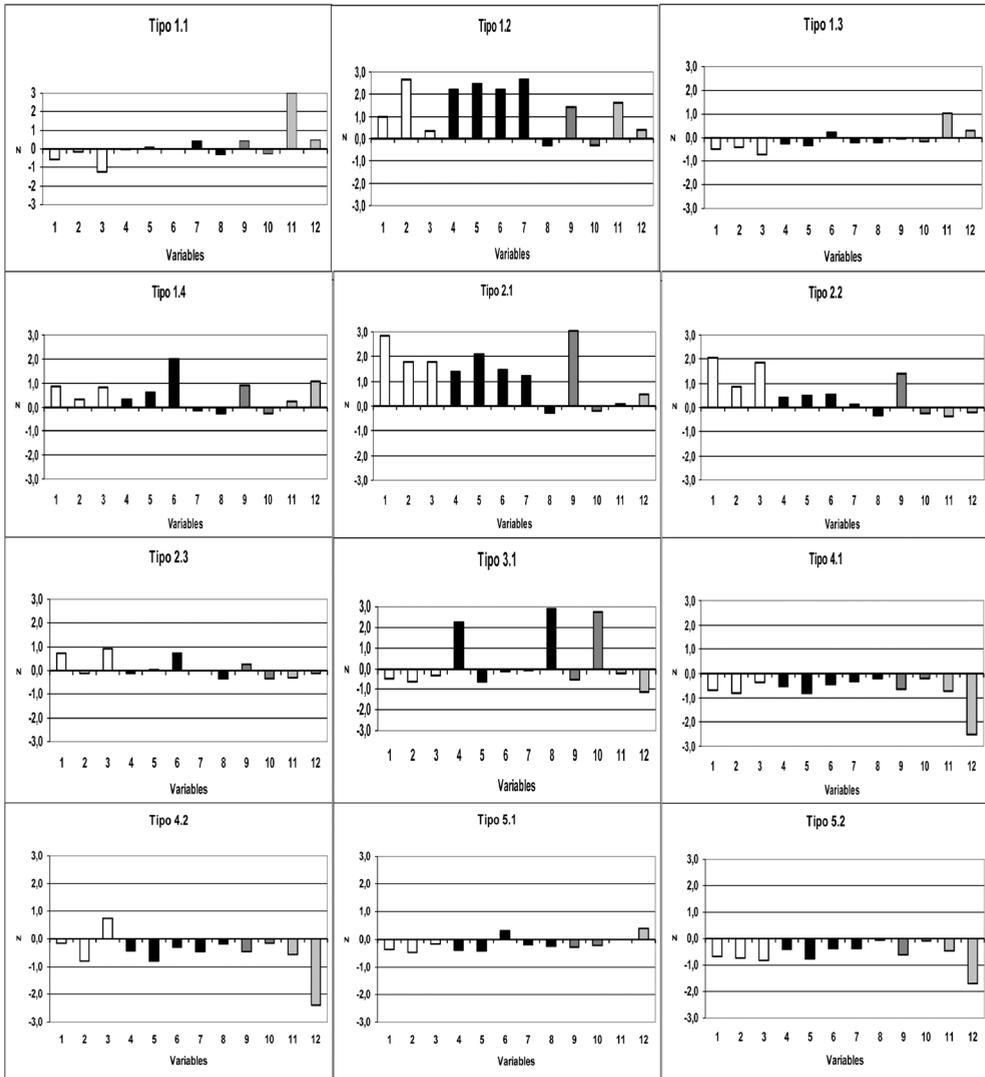


atribuibles a cambios en el uso del suelo (figura 5). En todos los casos se trata de países productores y exportadores de petróleo localizados en Oriente Próximo, con la excepción de Trinidad&Tobago, ubicada en el Caribe, pero igualmente productora de petróleo y con un uso per cápita de la energía muy elevado, que la sitúa en el séptimo puesto en el ranking mundial por este concepto. Dentro del conjunto es especialmente destacable el caso de Qatar, que puede considerarse excepcional por sus elevadísimas puntuaciones en el C1, con un valor de 5,68.

El tercer tipo (tipo 1.3), se caracteriza por un C1 elevado, aunque no tanto como en los casos anteriores, y un nivel de desarrollo (C2) bajísimo. El alto componente energético es atribuible a una elevada intensidad emisora de la economía, porque el uso de la energía es reducido, inferior a la media mundial, como son también reducidas las variables expresivas de las emisiones, salvo aquellas asociadas a la industria (figura 5). Engloba un conjunto de 20 países muy diferentes entre sí y en cuyo seno se incluyen países productores y exportadores de petróleo, economías en transición, y algunos de los países menos desarrollados del mundo. Podría considerarse un caso excepcional dentro de este grupo a Guinea Ecuatorial por su nivel de desarrollo extraordinariamente bajo (su componente 2 alcanza un valor de -2,21), en buena medida atribuible a su bajísimo nivel de gobernanza, y por el hecho de ser el único país dentro de este grupo que tiene además una elevada puntuación en el C3, asociada a cambios en el uso del suelo, lo que lo convierte a su vez en un importante emisor a nivel global.

Por último, se puede establecer un cuarto tipo dentro de este bloque (tipo 1.4), con componentes 1 y 2 medios y, en esa medida, similar al tipo 1.1, aunque más suavizado en todas las variables. También aquí es la intensidad la principal responsable del elevado componente 1, aunque en este caso la intensidad emisora de la energía más que la de la economía. En cuanto a las emisiones, también en este grupo son elevadas, aunque con un claro predominio de las industriales respecto a todas las demás (figura 5). Componen el grupo ocho países que parecen marcar una transición entre mundos diferentes de uno u otro modo: economías en transición, pero en claro avance hacia el mundo desarrollado (Polonia, República Checa y

Figura 5
 CARACTERIZACIÓN EMISORA Y SOCIOECONÓMICA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PAÍSES. VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES PARA CADA TIPO EN PUNTUACIONES Z



Fuente: Elaboración propia a partir de Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2009).

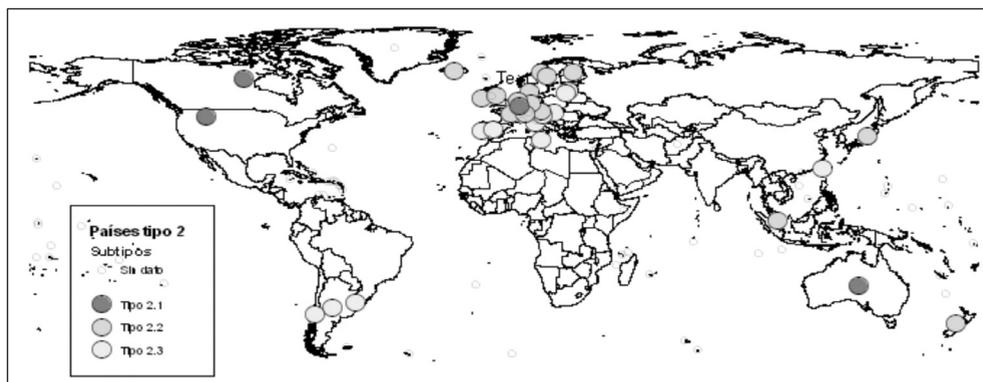
Nota: En blanco variables socioeconómicas. En negro variables emisoras. En gris oscuro variables relativas a las emisiones acumuladas. En gris claro variables relativas a intensidad emisora.

1. Renta per cápita; 2. Uso de la energía; 3. Índice de gobernanza; 4. Emisiones totales de GEI; 5. Emisiones per cápita de CO₂ asociadas a la energía; 6. Emisiones per cápita de CO₂ asociadas a la industria; 7. Emisiones per cápita de CH₄ asociadas a la agricultura; 8. Emisiones per cápita de CO₂ asociadas a cambios en el uso del suelo; 9. Emisiones per cápita acumuladas totales de CO₂; 10. Emisiones per cápita acumuladas de CO₂ asociadas a cambios en el uso del suelo; 11. Intensidad emisora de la economía; 12. Intensidad emisora de la energía.

Estonia), países con niveles de desarrollo crecientes tanto en el Mediterráneo oriental (Chipre, Grecia e Israel) como en Asia (Corea del Sur) y Omán, uno de los países de Oriente Medio con menor uso de la energía y menor renta per cápita de todo ese ámbito.

El **segundo bloque** de países está asociado a la riqueza y al elevado nivel de desarrollo, de forma tal que lo que les une es el predominio del segundo componente (C2). Los tipos aquí se configuran a partir de la intensidad de ese C2 y del consumo de energía que se produzca, el cual puede ser muy variable de unos países a otros (figuras 3 y 6).

Figura 6
LOS PAÍSES PERTENECIENTES AL BLOQUE 2



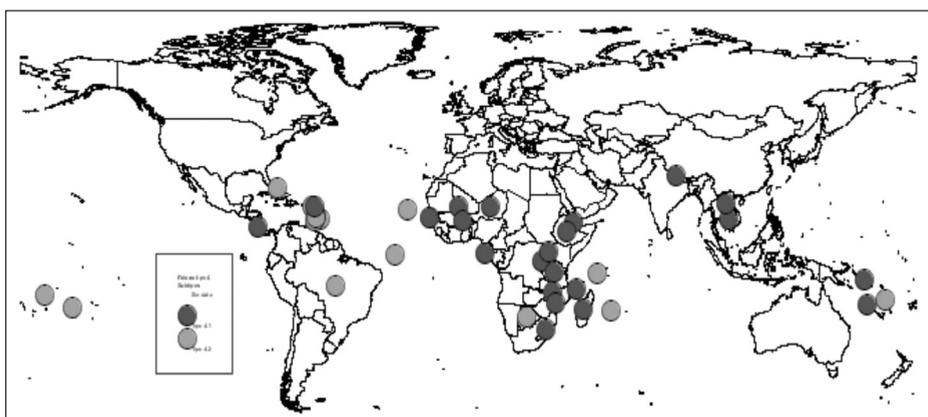
El quinto tipo (tipo 2.1) se caracteriza por un altísimo nivel de desarrollo, que se asocia además a un C1 muy elevado y a un tercer componente muy bajo o neutro, pero nunca negativo. Todas las variables socioeconómicas son altas en este grupo (las máximas de todo el panorama mundial), pero es especialmente destacable, en relación con los demás que componen el bloque, el elevado valor alcanzado por el uso de la energía. También son muy elevadas las variables expresivas de las emisiones, con la excepción de las asociadas a los cambios en el uso del suelo, y merece destacarse el alto valor alcanzado por las emisiones acumuladas, que superan el valor medio en 3 desviaciones típicas (figura 5). Podría hablarse en este tipo de un desarrollo conseguido a costa de un precio ambiental demasiado alto y, en ese sentido, podríamos considerarlo como la faceta esquilmadora del desarrollo. Lo integran tres países del ámbito anglosajón, más Luxemburgo, un caso verdaderamente único por los valores excepcionalmente altos de los dos primeros componentes (2,29 y 3,38 respectivamente).

Frente a él, el tipo sexto (tipo 2.2) se caracteriza también por un muy alto nivel de desarrollo o componente 2 (aunque no tanto como en el caso anterior), pero unido a un componente energético medio-bajo y a puntuaciones negativas en el componente asociado a los cambios en el uso del suelo. En ellos las variables socio-económicas son positivas y elevadas, pero con claro predominio de la renta per cápita o la gobernanza frente al uso de la energía, que es relativamente modesto. También son reducidos, aunque positivos los valores de las variables emisoras y, en consonancia con ellos, los de las emisiones acumuladas y, por último, presentan intensidades emisoras negativas. Podrían constituir estos países —todos

próximos a 0 y un C3 ligeramente negativo (figura 3). Dentro de él se pueden establecer dos tipos en función del nivel de desarrollo de los países.

El tipo noveno (tipo 4.1) engloba al conjunto menos desarrollado y está compuesto por 21 países de todos los continentes con la excepción de Europa. En el tipo décimo (tipo 4.2) se sitúa el conjunto más desarrollado, con una renta per cápita algo más alta que en el grupo anterior (aunque todavía inferior a la media mundial) y un índice de gobernanza claramente positivo. Engloba un total de 16 países, de los cuales todos, a excepción de Brasil y Bostwana, pertenecen a la organización de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo de las Naciones Unidas y en la inmensa mayoría de los casos gozan además de la condición de paraísos fiscales (figura 8).

Figura 8
LOS PAÍSES PERTENECIENTES AL BLOQUE 4

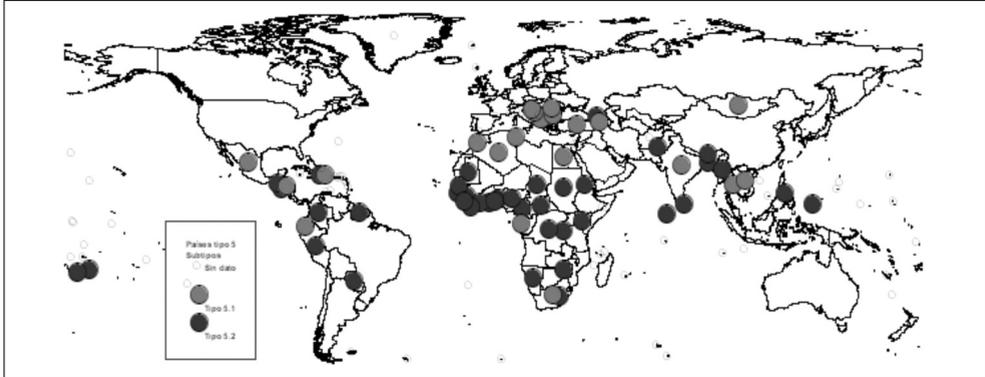


Por último, el **quinto bloque** integra a la mayor parte del mundo subdesarrollado. En él siempre el componente energético es escaso, mucho más lo es el relativo al nivel de desarrollo, y ni siquiera se producen fuertes emisiones asociadas a los cambios en el uso del suelo (figura 3). Aquí las distinciones entre tipos se establecen en función de matices en la magnitud de los valores de los componentes. El tipo décimoprimer (tipo 5.1) agrupa las mejores situaciones de este contexto en cuanto a nivel de desarrollo, y ello se salda con una cuota ambiental que se manifiesta a través de la aparición de emisiones positivas asociadas a la industria y valores también positivos en la intensidad energética (figura 5). Se trata de 21 países de África, América Latina y Asia, la mayoría de los cuales pertenecientes al G77, o economías en transición, con la excepción de México y Turquía, que son los dos únicos que escapan a estas dos calificaciones. Es cierto que entre estos países se inscriben algunas de las situaciones más esperanzadoras dentro de los países en desarrollo, como es el caso de las propias excepciones antes citadas o de India, Sudáfrica, Egipto, Túnez o Tailandia.

El tipo decimosegundo (tipo 5.2) incluye, por último, a 36 países que en casi todos los casos se pueden clasificar como de extremo subdesarrollo y, de hecho, el 50% de ellos se incluyen en la lista de las Naciones Unidas sobre los Países Menos Desarrollados del planeta. En este grupo todos los componentes tienen valores claramente negativos, especialmente los

dos primeros, y también son negativos los valores medios adoptados por todas las variables, ya sean socioeconómicas, emisoras o alusivas a la intensidad (figuras 3, 5 y 9).

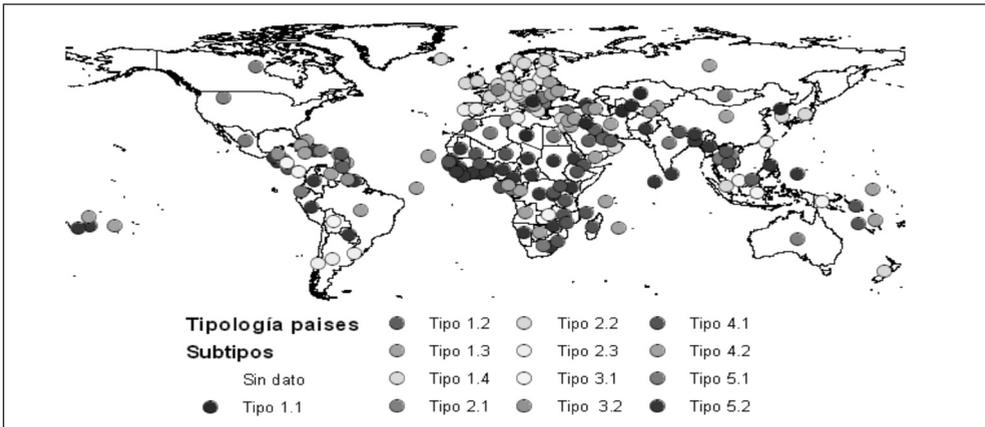
Figura 9
LOS PAÍSES PERTENECIENTES AL BLOQUE 5



V. CONCLUSIONES

Los resultados de la tipología ratifican la idea de la importancia territorial que adquieren en la actualidad las variables asociadas a las emisiones de GEI y configuran conjuntos de países cuya unidad va más allá de la mera realidad de estas emisiones; se sitúa en el orden de los fenómenos socio-económicos de gran calado. Surgen nuevas agrupaciones, que eran desconocidas hasta ahora (ver sobre todo los tipos 3.1, 4.1 o 5.1) y que resultan de gran interés para comprender el mundo actual, a la vez que se ratifican agrupaciones ya conocidas y, en general, asociadas al nivel de desarrollo de los países. Un desarrollo, por otro lado, en el que la renta es un componente más, pero no el único (figura 10).

Figura 10
CARTOGRAFÍA DE LA TIPOLOGÍA DE PAÍSES



Estos hechos, unidos a la importancia económica trascendental que tienen las medidas destinadas a reducir las emisiones, convierten a éstas en una nueva variable caracterizadora de los distintos territorios, capaz de integrar y sintetizar muchos otros fenómenos sociales y económicos, y destinada a convertirse en el futuro en un indicador de gran relevancia para la caracterización del desarrollo territorial y sostenible.

Por otro lado, sería deseable que de la tipología se extrajeran además conclusiones de carácter operativo, tendentes a corregir ubicaciones desfavorables por parte de los países y a favorecer su integración en tipos positivos de cara al desarrollo sostenible. En este sentido, una vez obtenida esta primera impresión de conjunto, en futuros trabajos habrá que abordar con mayor detalle el comportamiento de cada uno de los tipos; para ello se podrá disponer en cada caso de un mayor número de variables que las utilizadas a escala mundial y ello permitirá obtener mayores precisiones en la catalogación. Así mismo, sería interesante descender de escala territorial, no solo para descubrir nuevas tipologías en estas escalas, sino, además, para observar posibles variaciones en el comportamiento de los factores generadores de las emisiones en estas escalas de mayor detalle. Para este fin los inventarios de emisiones que ya se están realizando en todos los países (especialmente los países integrantes del Anexo 1) a escalas de máximo detalle, constituyen un excelente instrumento de análisis territorial.

Apéndice 1
 TIPOLOGÍA DE PAÍSES CON ARREGLO A SU COMPORTAMIENTO EMISOR

Tipos	Países	Tipos	Países	Tipos	Países	Tipos	Países
1.1	Libia	2.2	Alemania	4.1	S. Tomé y Princ.	5.2	Myanmar
	Serbia		Holanda		Tanzania		R. Democr. Congo
	Kazastan		Dinamarca		Nepal		Benin
	Turkmenistan		UK		Laos		Camerún
	Uzbekistán		Austria		Madagascar		Paraguay
	Corea del N		Bélgica		Camboya		Guatemala
1.2	Iraq		Singapur	Bhutan	Costa de Marfil		
	Trinid. y Tob.		Suecia	Fidji	Nigeria		
	Arabia Saudí		Suiza	Ghana	Zimbabwe		
	Brunei		Francia	Lesotho	Pakistan		
	Bahrein		Irlanda	Tonga	Bangla Desh		
	Emir. Arab. U.		Noruega	4.2	Bahamas		Haiti
Kuwait	Irlanda	Barbados	Togo				
Qatar	N. Zelanda	St. Kitty	Sudan				
1.3	Tayikistán	2.3	Chile		Seychelles	Sierra Leona	
	Kyrgistan		Letonia		Kiribati	Rep. Centroafricana	
	Angola		Lituania		Vanuatu	Eritrea	
	Siria		Malta	I. Cook	Guinea Bisau		
	Moldova		Argentina	Granada	Guinea		
	Cuba		Hungría	Cabo Verde	Chad		
	Congo		Portugal	Samoa	Burundi		
	Yemen		Eslovenia	Mauricio	Palau		
	Macedonia		Italia	Sta. Lucia	Surinam		
	Jordania		España	S. Vicente y Gr.	Colombia		
	China		Taiwán	Dominica	Namibia		
	Ucrania		Uruguay	Brasil	Maldivas		
	Bielorrusia	3.1	Belize	Bostwana	Sri Lanka		
	Irán		Guyana	5.1	Honduras	Mauritania	
	Azaerbajan		Zambia		Vietnam	Kenia	
	Jamaica		N. Guinea Papúa		Albania	Niue	
	Libano		Malaysia		R. Dominicana	El Salvador	
	Nauru		Nicaragua		India	Filipinas	
Venezuela	Bolivia	Armenia	Georgia				
1.4	Rusia	Indonesia	Maruecos	Senegal			
	Guinea Ecuat	Panamá	Bosnia Herzeg.				
	2.1	4.1	Antigua	Egipto			
			Costa Rica	Argelia			
			Malawi	Ecuador			
			Mali	Mongolia			
			Uganda	Gabón			
			Ruanda	Bulgaria			
			Mozambique	Sudáfrica			
			Gambia	Croacia			
Burkina Faso			Tunez				
Swazilandia	México						
2.2	4.1	Djibuti	Rumanía				
		I. Salomón	Turquía				
		Etiopía	Tailandia				
2.2	4.1	Comoros	5.2	Liberia			
		Níger		Perú			

BIBLIOGRAFÍA

- ARCHER, D. (2006): *Global Warming. Understanding the Forecast*, Oxford, Blackwell Publishing
- CLIMATE ANALYSIS INDICATORS TOOL (CAIT) version 5.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2008). Disponible en <http://cait.wri.org>.
- DOW, K. y DOWNING, E. (2006): *The Atlas of Climate Change. Mapping the World greatest challenge*, Earthscan, Londres
- DURO, J.A. y PADILLA, E. (2006): «International inequalities in per capita CO₂ emissions: A decomposition methodology by Kaya factors», *Energy Economics*, 28, 170-187
- HAMILTON, C. y TURTON, h. (2002): «Determinants of emissions growths in OCDE countries» *Energy Policy*, 30, 63-71
- HULME, M. (2009): «*Why we disagree about climate change?*», Cambridge University Press.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press
- KAUFFMANN, D., KRAAY, A. Y MASTRUZZI, M (2009): *Matters VIII: Aggregate and Individual Governance Indicators 1996-2008*, World Bank Policy Research Working Paper n° 4978 (Disponible en <http://ssrn.com/abstract=1424591>)
- LIASKAS, K. *et al.* (2000): «Decomposition of industrial CO₂ emissions: the case of European Union», *Energy Economics*, 22, 383-394
- MARTIN VIDE, J. *et al* (2007): *Aspectos económicos del cambio climático en España*, Barcelona, Caixa Catalunya
- ROCA, J. y PADILLA, E. (2003): «Emisiones atmosféricas y crecimiento económico en España. La curva de Kuznetz ambiental y el protocolo de Kyoto», *Economía Industrial*, 351, 73-86
- STERN, N. (2006): *The Stern Review on the Economics of Climate Change*, Disponible en: http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
- <http://hdrstats.undp.org/es/indicators/1.html> Página web del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, con indicadores correspondientes al Informe sobre Desarrollo Humano 2008-2009.

