



RESUMEN AMPLIADO

Título: Protocolo de Kyoto: Principales determinantes en su cumplimiento.

Autores y e-mail:

Gema Fernández-Avilés <Gema.faviles@uclm.es>

Isidro Fernández <Isidroferco@hotmail.com>

Departamento: Economía Política y Hacienda Pública, Estadística Económica y Empresarial y Política Económica

Universidad: Universidad de Castilla-La Mancha

Área Temática: *Sostenibilidad urbana y de los territorios, recursos naturales, energía y medio ambiente*

Palabras Clave: *Protocolo de Kyoto, Regresión Logística, CO2.*

Clasificación JEL: Q5, C10.



Protocolo de Kyoto: Principales determinantes en su cumplimiento

El cambio climático es un problema de calado mundial que constituye la mayor amenaza medioambiental a la que se enfrenta la humanidad. En la actualidad, hay una opinión casi unánime por parte de la comunidad científica que indica que el cambio climático está sucediendo ya.

Este fenómeno se manifiesta en un aumento global de la temperatura (que es el mayor de la historia), la subida del nivel del mar y el deshielo de las masas glaciares. El cambio climático ha originado una proliferación de los fenómenos meteorológicos extremos que han supuesto importantes daños económicos y sociales, en regiones que, en la mayoría de los casos, son las que menos han contribuido al cambio climático al no ser industrializadas, como es el caso de África meridional o los grandes deltas de Asia.

La actividad del hombre es la principal causa del cambio climático. Actividad que comenzó a ser especialmente nociva para el medio ambiente en la Revolución Industrial, al acelerarse la quema de combustibles fósiles como fuente de energía. Esta combustión libera gases efecto invernadero (GEI) que son la principal causa del cambio climático. Dentro de todos los gases efecto invernadero, el dióxido de carbono (CO₂) es el mayor responsable de este fenómeno (por ser el que se emite en mayores cantidades).

A finales de la década de los 90, los países empiezan a tomar consciencia del problema del cambio climático. Un momento clave de la política internacional en la lucha contra el cambio climático lo constituye la firma del Protocolo de Kyoto a finales de 1997 que, por primera vez, establece metas vinculantes de reducción de emisiones de GEI para los países industrializados. Después de la firma del Protocolo de Kyoto, el ritmo de la actividad de la comunidad internacional para amortiguar el impacto del cambio climático no se ha ralentizado. Prueba de ello es la reunión anual, desde 1995, de la Conferencia de las Partes, con objeto de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos de la Convención y proponer nuevos, en aras de luchar contra el cambio climático. La última reunión se celebró en París, en 2015, siendo ya la XXI Conferencia sobre Cambio Climático. El objetivo del estudio que aquí se presenta (en fase



preliminar) es analizar los factores que explican que un país cumpla o no con la reducción de emisiones de GEI, fijado en el Protocolo de Kyoto.

Revisión bibliográfica

Como se avanzó anteriormente, el principal determinante del cambio climático son las emisiones de CO₂. En esta línea, Alcántara y Padilla (2005) analizan la tendencia de emisiones de CO₂ en el período 1971-2001. En ese estudio se observa un importante incremento de las emisiones mundiales en dicho período. Siendo más minuciosos en el análisis, se distinguen 4 etapas de crecimiento.

- Primera etapa (1971-1973): interrumpido dicho crecimiento por la crisis del petróleo de 1973.
- Segunda etapa (1975-1979): la nueva crisis del petróleo y la crisis económica mundial hace que a partir de 1979 las emisiones se reduzcan.
- Tercera etapa (1984-1989): a partir de 1989, año coincidente con la descomposición y crisis del bloque soviético. La antigua Unión Soviética y la Europa del Este redujeron sus emisiones.
- Cuarta etapa (1996-2001): motivado por China y otros países asiáticos.

Además, debe tenerse en cuenta que las emisiones de CO₂ pueden ser explicadas por otros factores. De esta manera Alcántara y Padilla (2005) afirman que las importantes diferencias regionales en las emisiones per cápita se explicarían en gran medida por las diferencias en el producto per cápita de las diferentes regiones.

Roca (2005) va en la misma línea e introduce un nuevo factor, la energía nuclear, ya que, descubrió que el aumento de las emisiones totales de CO₂ fue menor que el incremento del PIB en España en el periodo 1980-2000, a pesar de que la elasticidad entre el PIB y las emisiones de CO₂ es positiva y superior a la unidad. Para el autor, el aumento del peso de la energía nuclear estaría detrás de este suceso. Estevan (2005) añade el sector transporte, ya que en las economías avanzadas el sector del transporte es el que genera directa o indirectamente la mayoría de los problemas ambientales, ya que, para el funcionamiento de la mayoría de los vehículos se utilizan



motores de combustión interna que emiten gases contaminantes a la atmósfera. Por eso el transporte es un sector crucial para el cumplimiento del Protocolo de Kyoto.

Revisión metodológica

Son muchos los estudios que utilizando distintas metodologías han tratado de determinar los factores explicativos de las emisiones de CO₂. Por un lado, Díaz-Vázquez y Cancelo (2009) utilizan técnicas de descomposición, distinguiendo cuatro técnicas a la hora de explicar el crecimiento de las emisiones de CO₂:

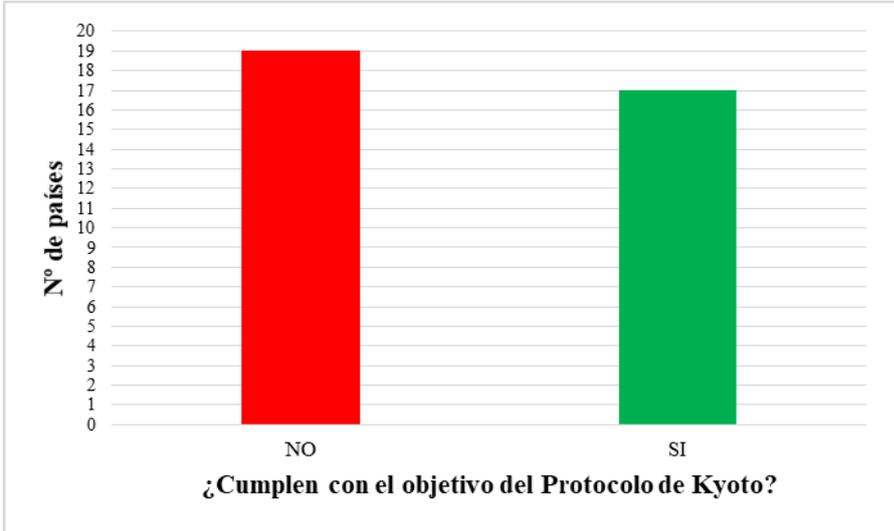
1. Análisis de descomposición con datos agregados.
2. Análisis de descomposición basada en índices (*Index Decomposition Analysis*, IDA).
3. Análisis de descomposición estructural (*Structural Decomposition Analysis*, SDA).
4. Análisis de descomposición econométricos.

En otra línea está la *prueba de casualidad*, que es la técnica más utilizada por los distintos autores a la hora de explicar las emisiones de CO₂. Destacan los trabajos de Soyta et al. (2007) que analizan el efecto del consumo de energía y las emisiones de carbono en Estados Unidos. Mencionar también la metodología de *datos panel* como instrumento para estudiar los determinantes del CO₂. Campo y Olivares (2013) la utilizaron, para analizar la relación que existe entre las emisiones de CO₂, el consumo de energía y el PIB, para el grupo de países conocido como CIVETS, en el período 1985-2007.

La metodología utilizada en este trabajo que trata de responder a la pregunta: ¿qué factores explican que un país cumpla o no con la reducción de emisiones de GEI fijada en el Protocolo de Kyoto? es la *regresión logística* (véase Figura 1). Esta técnica, además, permitirá cuantificar las relaciones entre el suceso dicotómico del cumplimiento del objetivo de Kyoto y las variables explicativas, a través de probabilidades, es decir, también permitirá contestar a la pregunta ¿cuánto varía el logaritmo de la ventaja de que un país cumpla el Protocolo de Kyoto frente a que no lo cumpla, ante un cambio unitario de la variable independiente?



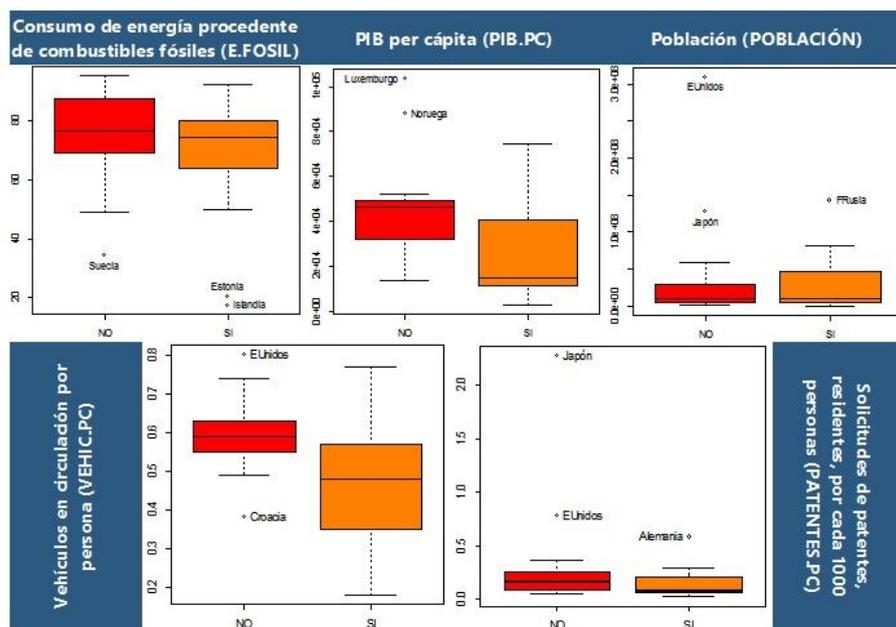
Figura 2. Número de países que cumple el objetivo del Protocolo de Kyoto, año 2010



Fuente: Elaboración propia.

Antes de plantear el modelo logístico, se muestra gráficamente (véase Figura 3) los estadísticos de cada una de las variables independientes mediante diagramas de caja diferenciando entre países que cumplen el Protocolo de Kyoto y los que no. Puede verse también aquellos países *outliers* en cada uno de los casos estudiados.

Figura 3. Box-plots de las variables explicativas en función de si el país cumple o no el Protocolo de Kyoto (2010).



Fuente: Elaboración propia.

Resultados

En el caso concreto que aquí se estudia, la especificación del modelo logístico queda de la siguiente manera (ecuación 2):

$$\log\left(\frac{P_i(O.KYOTO)}{1-P_i(O.KYOTO)}\right) = \beta_0 + \beta_1 E.FOSIL + \beta_2 N.VEHIC + \beta_3 PATENTES + \beta_4 PIB + \beta_5 POBLACION \quad (2)$$

Los resultados de dicho modelo pueden observarse en la Tabla 4. Esta tabla, de doble entrada, muestra por cada una de las variables explicativas (distribuidas en filas) el valor estimado del parámetro (parámetro), la desviación típica del mismo (error estándar), el *estadístico de Wald* (z-valor) y la probabilidad de equivocarse al rechazar la hipótesis nula (p-valor).

Tabla 2. Estimación y contrastes del modelo de regresión logística

	Parámetro	Error estándar	z-valor	p-valor
T. Independiente	2,79500	1,9930	1,4030	0,1607
E.FOSIL	-0,06542	0,0312	-2,1000	0,0358*
N.VEHIC	-0,00283	0,0012	-2,3030	0,0213*
PATENTES	$-1,01 \times 10^{-5}$	0,0000	-0,2250	0,8221
PIB	$1,64 \times 10^{-12}$	0,0000	-0,5100	0,6102
POBLACION	$1,74 \times 10^{-6}$	0,0000	2,4240	0,0154*

Códigos de significación: *** $0 < p < 0,001$, ** $0,001 < p < 0,01$, * $0,01 < p < 0,05$, $\sim 0,05 < p < 0,1$; $0,1 < p < 1$.

El modelo con el valor de los parámetros estimados, queda expresado por la ecuación (3):

$$\log\left(\frac{P_{i,(0,KYOTO)}}{1 - P_{i,(0,KYOTO)}}\right) = 2,7 - 0,06E.FOSIL - 0,002N.VEHIC - 1,10^{-5}PATENTES - 1,6 \cdot 10^{-12}PIB + 1,7 \cdot 10^{-6}POBLACION \quad (3)$$

de donde se deduce la siguiente interpretación:

- Si el consumo de energía fósil de un país se incrementa en una unidad porcentual, decrece la ventaja de que cumpla el Protocolo en un 6,54%.
- Si un país aumenta la flota de vehículos en cien mil unidades, disminuye la ventaja de que cumpla el Protocolo en un 28,3%.
- Si un país ve aumentada su población en un cien mil personas, la ventaja de que cumpla el Protocolo se ve favorecido en un 17,4%.
- Si los residentes de un país solicitan un millón de patentes más, disminuye la ventaja de que cumpla el Protocolo en un 10%.
- Si el PIB de un país cae en diez billones de \$, la ventaja de que cumpla el Protocolo se ve favorecida en un 16,4%.

Conclusiones

La conclusión general y más importante es que el Consumo de energía procedente de combustibles fósiles, los Vehículos en circulación y la Población, son factores explican



que un país cumpla o no con la reducción de emisiones de GEI fijada en el Protocolo de Kyoto. El resto de conclusiones pueden presentarse de modo sintético manifestando que mientras que los incrementos en las variables Consumo de energía procedente de combustibles fósiles y Vehículos en circulación, dificultan que un país cumpla el Protocolo de Kyoto, los aumentos en la Población, lo favorecen. Sin embargo, las variables PIB y Solicitudes de patentes, residentes, no son significativas a la hora de explicar ese hecho. A continuación, se detallan las conclusiones específicas:

En cuanto a las posibles limitaciones de esta investigación, aun en estado preliminar, se ha de tener en cuenta, en primer lugar, el error muestral cometido al seleccionar una muestra de tan solo 36 países, muy alejada del número total de países en el mundo. Además, esta muestra podría considerarse demasiado homogénea, al tratarse sólo de países industrializados. No obstante, esta limitación ha venido impuesta por ser los únicos países que tienen compromisos cuantificados e individualizados de limitación y de reducción de las emisiones (países del Anexo I del Protocolo de Kyoto).

Bibliografía

- Alcántara, V. y Padilla, E. (2005). Análisis de las emisiones de co2 y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo [versión electrónica]. *Revista de Economía Crítica*, 4, pp. 17-37.
- Estevan, A. (2005). Modelos de transporte y emisiones de co2 en España [versión electrónica]. *Revista de Economía Crítica*, 4, pp. 67-87.
- Roca, J. (2005). El Protocolo de Kyoto: la importancia y limitaciones de un tímido acuerdo [versión electrónica]. *Revista de Economía Crítica*, 4, pp. 5-16.
- Rosario Díaz-Vázquez, M., y Teresa Cancelo, M. (2010). Análisis de los factores determinantes de la evolución de las emisiones de CO2 y de azufre en países OCDE mediante una des composición econométrica [versión electrónica]. *Revista De Economía Mundial*, 26, pp. 85-106.
- Soytas, U., Sari, R. y Ewing, Bradley T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62, pp. 482-489.