

Clubes de convergencia de países europeos en emisiones de CO₂ derivadas del transporte en coche: el papel de la dieselización

Ángel S. Marrero

Universidad de La Laguna.
La Laguna, Spain, amarrerl@ull.edu.es

Gustavo A. Marrero

Universidad de La Laguna.
La Laguna, Spain, gmarrero@ull.edu.es

Rosa Marina González

Universidad de La Laguna.
La Laguna, Spain, rmgzmar@ull.edu.es

Jesús Rodríguez-López

Universidad Pablo de Olavide.
Sevilla, Spain, jrodlop@upo.es

RESUMEN

La reducción de las emisiones de CO₂ es uno de los mayores objetivos de la política climática de la Unión Europea (UE). Uno de los mayores factores de contaminación en Europa es el sector del transporte, especialmente el transporte rodado por carretera, responsable de una proporción sustancial de las emisiones de CO₂ debido a la combustión del petróleo. La contribución de este estudio es doble. En primer lugar, se aplica una novedosa metodología desarrollada por Phillips and Sul (2007) con el objetivo de examinar la existencia de clubes de convergencia en emisiones de CO₂ por coche entre 13 países de la UE durante el periodo temporal 1991 a 2011. En segundo lugar, se investiga la relación entre tales clubes de convergencia en emisiones y algunas medidas de dieselización, en concreto, el stock de coches diésel sobre el total de la flota y el consumo de diésel sobre el total del combustible. La mayor eficiencia de los vehículos diésel ha generado una política fiscal favorable a este combustible, llevando a un intenso proceso de dieselización en Europa durante las últimas décadas. No obstante, algunos estudios recientes (González and Marrero, 2012; Rodríguez et al., 2015) han cuestionado el éxito de estas políticas como herramientas de reducción de las emisiones de CO₂ en el sector de los coches. Este estudio pretende contribuir a este importante debate.

Palabras Clave: Emisiones de CO₂, clubes de convergencia, dieselización.

1. INTRODUCCIÓN

La preocupación de los países europeos por el impacto que las actividades económicas tienen sobre el medioambiente se ha incrementado durante las últimas décadas. De hecho, actualmente ostentan un liderazgo en la lucha contra la contaminación medioambiental y el cambio climático. En línea con esta preocupación, la Unión Europea (UE) ha establecido distintas directrices para los Estados miembros con el fin de disminuir las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y particularmente las de CO₂, poniendo especial énfasis en el sector del transporte por carretera. Ello es debido a que este sector es uno de los que más contaminan, con una participación creciente en las emisiones totales de CO₂. Además, dentro del transporte por carretera, es el coche el responsable de la mitad de dichas emisiones.

Una de las principales medidas adoptadas en la mayor parte de los países de Europa para reducir las emisiones de CO₂ ha sido el denominado proceso de dieselización del transporte rodado, iniciado en la década de los 90. Este proceso ha consistido en diferenciar los impuestos sobre el combustible favoreciendo el consumo del diésel en la medida en que este es más eficiente. La dieselización se ha intensificado durante los últimos años y en la actualidad los vehículos diésel representan más del 40% del total de la flota de turismos en la UE. No obstante, aunque los primeros estudios apuntaban a que la dieselización estaba relacionada con reducciones efectivas de las emisiones de CO₂, (véase entre otros, Schipper et al., 2002, Sullivan et al., 2004, Zervas, 2006, Zachariadis, 2006 o Jeong et al., 2009); actualmente la mayor parte de los trabajos cuestionan la efectividad de dicha medida para reducir emisiones (por ejemplo, Schipper and Fulton, 2009, Mendiluce and Schipper, 2011, Bonilla, 2009, Tovar, 2011, González y Marrero, 2012 o Rodríguez et al., 2015). Entre los factores que se aducen está el denominado *efecto rebound*, que hace que el menor coste por kilómetro de los vehículos diésel se traduzca en una mayor movilidad y/o en la adquisición de vehículos más grandes y potentes generando mayores niveles de consumo de combustible y emisiones.

El comportamiento de las emisiones de CO₂ derivadas del transporte ha sido objeto de una amplia literatura que pretende proponer y evaluar distintas políticas tendentes a reducir el impacto sobre el medio ambiente del transporte (véase entre otros, Hickman and Banister, 2007, Chapman, 2007, Bruvoll and Larsen, 2004, Nocera and Cavallero, 2011). Además, una línea de investigación de especial interés es la de analizar la dinámica de comportamiento de ciertos grupos de países en sus emisiones de CO₂, examinando si algunos países convergen o no hacia determinados niveles de emisiones y los factores determinantes de esa ausencia o existencia de convergencia. Entre la literatura, algunos ejemplos destacables de análisis de convergencia en emisiones de CO₂ a nivel mundial son Aldy (2006), Romero-Ávila (2008), Panopoulou and Pantelidis (2009) o Camarero et al., (2013). Por su parte, a nivel europeo el número de estudios es más reducido, destacándose, por ejemplo, los trabajos de Marrero (2010) o de Jobert et al., (2010), que investigan la convergencia en emisiones en países europeos y alcanzan resultados de cierta evidencia de

convergencia absoluta. No se encuentran en el ámbito europeo, sin embargo, estudios de convergencia en emisiones de CO₂ originadas por el transporte por carretera, a pesar de ser uno de los sectores que más emisiones genera.

Este estudio pretende contribuir a este importante debate y aportar evidencia acerca de la convergencia en emisiones de CO₂ en transporte entre países europeos. Con este objetivo, se aplica una novedosa metodología propuesta por Phillips and Sul (2007) para examinar la existencia de clubes de convergencia en emisiones de CO₂ por coche entre 13 países de la denominada UE del oeste durante el periodo 1991-2011. Seguidamente, se investiga la relación entre estos clubes de convergencia en emisiones y diversas medidas utilizadas para captar el proceso de dieselización. En concreto, la evolución del stock de coches diésel respecto al total de la flota y del consumo de los coches diésel respecto al total del combustible.

El resto del estudio se organiza de la siguiente forma. La sección 2 presenta una descripción detallada de las series de datos utilizadas. La sección 3 explica el contexto teórico de la metodología de clubes de convergencia desarrollada por Phillips and Sul (2007). La sección 4 muestra y discute los principales resultados alcanzados. Por último, la sección 5 resume las principales conclusiones del estudio.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

En esta sección se resumen los principales estadísticos (Tabla 1 y 2) relacionados con la serie de emisiones de CO₂ derivadas del transporte en coche en relación a la flota total y algunas medidas de dieselización para 13 países de la UE en el periodo 1991-2011. Las medidas de dieselización utilizadas son el stock de coches diésel respecto al total de coches y el consumo de coches diésel respecto al consumo total de los coches. La muestra de 13 países se ha escogido en función de la disponibilidad de datos y de la cierta homogeneidad de una muestra conformada por países de la Europa occidental. Las fuentes a partir de las cuales fueron obtenidas las series están incluidas al pie de la Tabla 2.

País	Tasa de crecimiento (1991-2011)		
	Emisiones de CO ₂ /coche	Stock diesel coche/total coches	Consumo Diesel/consumo total
Austria	-8.96%	261.69%	227.78%
Alemania	-30.15%	128.81%	140.00%
Dinamarca	-6.05%	403.70%	171.43%
España	2.24%	402.86%	407.69%
Francia	-15.89%	246.47%	191.67%
UK	-38.84%	737.84%	169.23%
Grecia	-49.72%	-36.84%	25.00%
Irlanda	-3.78%	178.50%	150.00%
Italia	-18.13%	224.03%	120.83%
Holanda	-11.29%	39.20%	36.36%
Noruega	-29.23%	1081.82%	1100.00%
Portugal	-5.54%	422.47%	378.57%
Suecia	-17.99%	585.19%	700.00%

Tabla 1. Emisiones de CO₂/coche y medidas de dieselización. Tasa de crecimiento

Año	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Emisiones CO2/coche	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5
Stock coches diésel	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Consumo de coches diesel	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Tabla 2. Emisiones de CO2/coche y medidas de dieselización. Medias de sección cruzada

*Nota: Las emisiones de CO2 por coche (tCO2/coche), stock de coches diesel respect al total de coches y el consumo de coches diesel respecto al total fueron obtenidas del *Odyssee-Mure Project*.

Lo primero que apreciamos en la Tabla 1 es que, para el conjunto de los 13 países, las emisiones de CO2 por coche se han reducido en el periodo 1991-2011. Como se observa, todos los países, salvo España, han reducido sus emisiones durante dicho periodo, destacándose las reducciones producidas en Grecia, UK o Alemania. Por su parte, respecto a las medidas de dieselización se encuentra un fuerte crecimiento tanto en el stock de coches diésel como en el consumo de combustible diésel. En media, el stock de coches diésel ha crecido un 360%, con ejemplos como Noruega, que pasó de tener un ratio de coches diésel respecto al total de la flota de tan sólo un 3% en 1991 a un 39% en 2011. Respecto al consumo de combustible diésel la tendencia es similar, con un crecimiento promedio de alrededor del 290% durante el periodo considerado.

Respecto a la tabla 2, ésta muestra la media anual de sección cruzada para cada una de las series consideradas. Se observa como para los 13 países, las emisiones se han reducido aproximadamente un 20%, desde las alrededor de 3 tCO2 por coche en 1991 a 2.5 tCO2/coche en 2011. Por su parte, el ratio de stock de coches diesel ha pasado de un 10% a un 30% durante el periodo, mientras que el consumo de diésel representa un 40% en 2011 respecto a tan solo el 10% de 1991. Estas tendencias se pueden apreciar en la Figura 1.

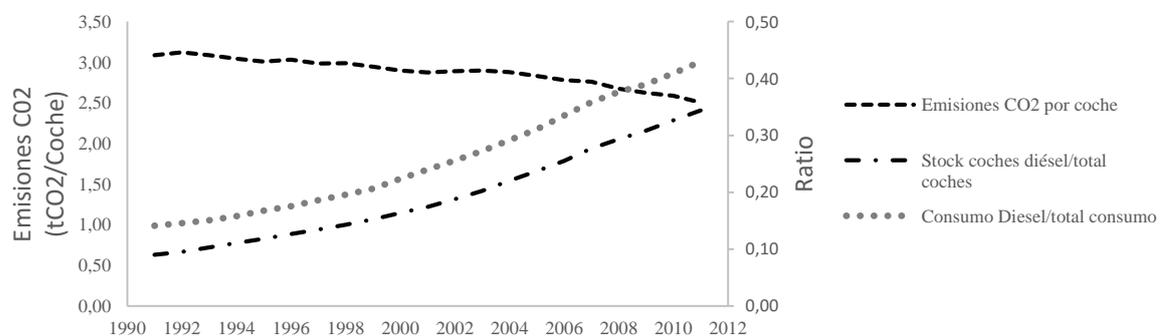


Figura 1. Tendencias para el conjunto de países

La Figura 1 permite observar cómo, efectivamente, las emisiones se han reducido para el conjunto de los 13 países. Una tendencia que, aunque no es contrastable, puede deberse a la existencia de un factor común relacionado con el avance tecnológico en la eficiencia de los vehículos en general. Por su parte, se observa como el incremento en los procesos de dieselización es mucho más acusado. Una primera pregunta que puede surgir viendo estas

tendencias es si el proceso de dieselización debería haber conducido a una reducción mayor de las emisiones, aspecto no tratado en este trabajo.

En este trabajo nos centramos en los patrones de convergencia de emisiones de coches, y en su relación con los patrones de convergencia de la dieselización. Como apuntamos en la introducción, la evidencia en Europa del oeste de convergencia en emisiones totales de CO2 es alta. Sin embargo, tal y como apunta el análisis que desarrollamos en la siguiente sección, esta evidencia es mucho más débil cuando nos centremos en emisiones de coches. Una primera aproximación a esta cuestión es el concepto de β -convergencia, introducido por Baumol (1986), aplicado a las series objeto de estudio en este trabajo. El concepto de β -convergencia se refiere a una relación negativa entre el crecimiento de las emisiones durante 1991-2011 y sus niveles iniciales de 1991. Tal relación puede observarse en la Figura 2.

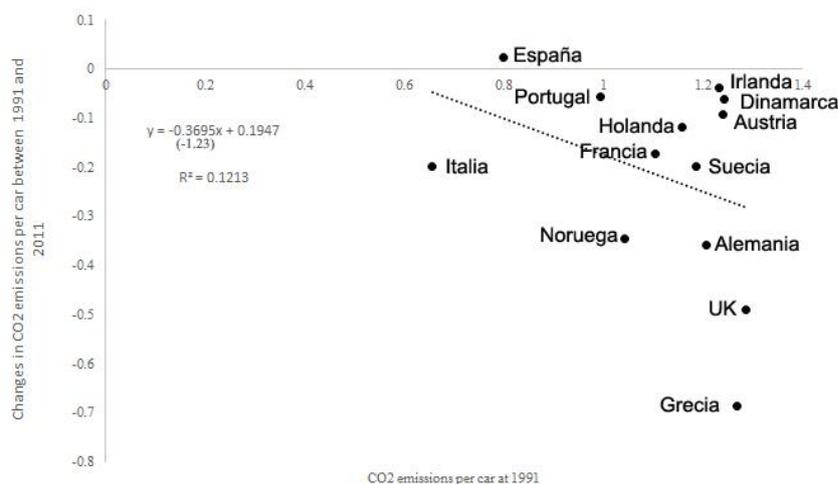


Figura 2. β -convergencia en emisiones

En el caso de que el parámetro beta de la regresión fuera negativo y significativo indicaría convergencia absoluta entre países. Es decir, los países con niveles iniciales altos de emisiones tenderían a reducir sus emisiones en mayor proporción que los países con niveles iniciales bajos de emisiones. Sin embargo, vemos que pese a existir una cierta relación negativa, la nube de puntos es muy dispersa (R^2 de 0.12) sugiriendo que no hay evidencia de convergencia absoluta. Este resultado nos lleva a plantearnos si, a pesar de no existir convergencia absoluta en emisiones entre todos los países, ¿podrían existir ciertos subgrupos o clubes que sí que compartan un comportamiento común? Esta cuestión trataremos de responderla con el análisis que se hace a continuación.

3. METODOLOGÍA

Esta sección presenta la metodología propuesta por Phillips and Sul (2007) para caracterizar la existencia de clubes de convergencia en emisiones de CO2 por coche en la muestra descrita en la sección anterior. La metodología propuesta por estos autores parte de la siguiente descomposición de $\log y_{it}$ (el log de las emisiones de CO2 por coche para el país i y el año t en nuestro caso).

$$\log y_{it} = \delta_i \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

donde μ_t es un factor fijo que no varía entre países pero sí en el tiempo, δ_i es la parte común a cada país pero que no varía en el tiempo, y ε_{it} es un termino de error que depende del país y del tiempo. Asumiendo que δ_i contenga un componente de error aleatorio que absorba ε_{it} , y denotando este nuevo componente por δ_{it} , (1) puede reescribirse como

$$\log y_{it} = \delta_{it} \mu_t \quad (2)$$

donde δ_{it} será ahora un elemento idiosincrático o individual que varía en el tiempo. Este modelo permite describir las emisiones de CO2 por coche midiendo la proporción δ_{it} que comparte un determinado país i respecto a la senda de crecimiento común μ_t . Así, el componente δ_{it} combina componentes fijos e idiosincráticos, los cuales se pueden separar y reescribir (2) en:

$$\log y_{it} = \left(\gamma_i + \frac{\varepsilon_{it}}{\mu_t} \right) \mu_t = \delta_{it} \mu_t \quad (3)$$

donde ahora $\log y_{it}$ se representa en la forma de un modelo factorial dinámico. Para estimar el modelo (3) se puede utilizar una especificación no paramétrica donde la variable de interés es función del coeficiente de transición δ_{it} y de la senda de crecimiento μ_t . Dado que la senda de crecimiento común μ_t es un factor fijo, éste puede ser eliminado y construir un coeficiente de transición relativo en la forma:

$$h_{it} = \frac{\log y_{it}}{\frac{1}{N} \sum \log y_{it}} = \frac{\delta_{it}}{\frac{1}{N} \sum \delta_{it}} \quad (4)$$

Por tanto, h_{it} representa el coeficiente de transición de un determinado país i en relación a la media de la sección cruzada del panel en un momento t . Este coeficiente mide tanto el comportamiento de un país respecto a los demás como la desviación de un país de la senda de crecimiento común μ_t . Por las propiedades de h_{it} , si δ_{it} converge a δ , es decir, todos los países se mueven hacia una senda común y por tanto existe convergencia absoluta, entonces h_{it} convergería a 1 cuando $t \rightarrow \infty$. En este caso, la varianza de la sección cruzada de h_{it} convergería a 0 y, por tanto, tendríamos que:

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{N} \sum_{i:1}^N (h_{it} - 1)^2 \rightarrow 0 \text{ cuando } t \rightarrow \infty \quad (5)$$

No obstante, una reducción en la variación de h_{it} no implica necesariamente que exista convergencia global entre todos los países. Una reducción de la varianza puede ocurrir cuando hay convergencia local entre subgrupos de países o divergencia global. Para diseñar el test de convergencia, Phillips and Sul (2007) tienen en cuenta esas posibilidades y emplean un enfoque semiparamétrico que asume la siguiente forma general para δ_{it} :

$$\delta_{it} = \delta_i + \sigma_{it}\varepsilon_{it} ; \sigma_{it} = \frac{\sigma_i}{L(t)t^\alpha} ; \text{para } t \geq 1 \quad \sigma_i > 0 \quad (6)$$

donde ε_{it} es i.i.d (0,1), $L(t)$ es una función de variación lenta (converge a ∞ cuando $t \rightarrow \infty$) y α es el coeficiente de velocidad de convergencia. La existencia de convergencia contrasta la siguiente hipótesis nula $H_0: \delta_i = \delta$ y $\alpha \geq 0$ frente a la hipótesis alternativa $H_A: \delta_i \neq \delta$ o $\alpha < 0$. Nótese que la hipótesis nula de convergencia implica que durante ciertos periodos de tiempo puede darse el caso de divergencia ($\delta_i \neq \delta$). Así, este método tiene una clara ventaja frente a otros alternativos y es la detección de patrones de convergencia incluso cuando existen periodos transitorios de divergencia. Otros métodos, especialmente los que aplican test de raíces unitarias o de cointegración fallan en la detección de convergencia cuando existen esos periodos transitorios de divergencia.

La hipótesis nula de convergencia absoluta se comprueba utilizando la siguiente regresión (la regresión *log-t*):

$$\log\left(\frac{H_1}{H_T}\right) - 2\log L(t) = \hat{a} + \hat{b} \log t + \hat{u}_t \quad \text{para } t = [rT], [rT] + 1, \dots, T \text{ con } r > 0 \quad (7)$$

donde el ratio $\frac{H_1}{H_T}$ es la variación de sección cruzada al inicio del periodo respecto a la variación en cada momento del tiempo. En base a experimentos de Monte Carlo, Phillips and Sul (2007) recomiendan utilizar la función $L(t)=\log(t+1)$ y $r=1/3$ para $T<50$. Considerando que $\hat{b} = 2\hat{a}$, la hipótesis nula se comprueba aplicando un t-test de cola inferior y que sea robusto de autocorrelación y heterocedasticidad (HAC). Así, en el caso de que $t_b < 1.65$ (a nivel de significación del 5%), la hipótesis nula de convergencia absoluta se rechazaría, entendiendo que este rechazo no implica que no exista convergencia entre subgrupos de países.

Para investigar la existencia de convergencia entre subgrupos de países, Phillips and Sul (2007) desarrollan un algoritmo basado en repetir sucesivamente las regresiones *log-t*. El procedimiento básico es inicialmente ordenar a todas las series en función del último periodo de observación. Seguidamente, se estima (7) y se hace el contraste de hipótesis descrito anteriormente, examinando si existe convergencia global para todo el grupo de países. En caso de que no exista convergencia global, se ejecuta la regresión *log-t* definida en (7) por pares de países hasta encontrar un par de países donde $t_b < 1.65$. A este par de países se le denomina núcleo de convergencia. A continuación, a este núcleo se le van añadiendo países uno a uno, contrastando la convergencia entre ellos y conformándose el primer club de convergencia. Una vez establecido este primer club, se repite el mismo procedimiento con el resto de países, clasificándoles de forma sucesiva o bien en clubes de convergencia o bien en unidades divergentes. Si no se encuentra ningún club de convergencia, se concluye que todos los países divergen.

4. RESULTADOS

En esta sección mostramos, en primer lugar, los resultados sobre la existencia de clubes de convergencia en emisiones de CO₂ por coche entre los países europeos analizados. En segundo lugar, analizamos si esos clubs de convergencia se corresponderían con clubs de convergencia en ciertas medidas de dieselización (descritas en la sección 2).

Con respecto a las emisiones, con el objetivo de estudiar su comportamiento a lo largo del tiempo usamos la ecuación (4) para estimar los coeficientes de transición relativos para cada país. En la Figura 3 podemos ver, a modo de ejemplo, las sendas de transición de algunos países que claramente se dirigen hacia distintos puntos y muestran patrones divergentes entre ellos. Cabe comentar que las sendas crecientes o decrecientes no indican que los niveles de emisiones crezcan o decrezcan, sino que han de interpretarse en términos relativos entre países y años. En este caso, la senda de Austria indica que su nivel de reducción de emisiones a lo largo del tiempo es relativamente menor que el nivel de reducción de emisiones de Italia, por ejemplo.

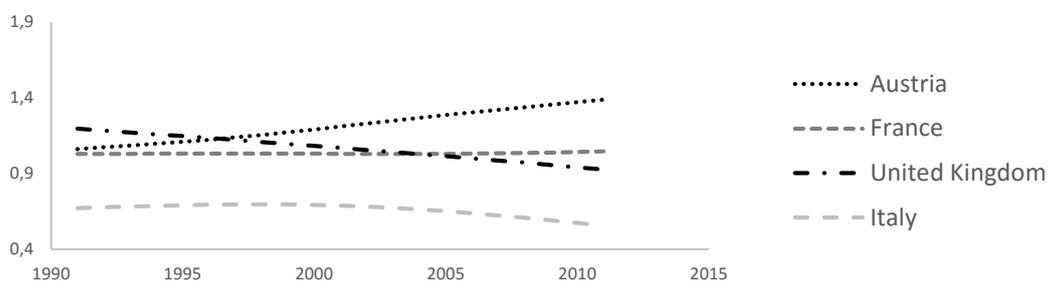


Figura 3. Ejemplo de sendas de transición

Contrastamos a continuación la existencia de convergencia absoluta para toda la muestra. Para ello estimamos la regresión log-t al panel completo de países. La ecuación estimada es $\log \frac{H_1}{H_t} - 2 \log \log t = 2.68 - 1.87 \log t$, con un estadístico t de -19.11 (claramente menor a -1.65), por lo que se rechaza la hipótesis de convergencia absoluta en emisiones de CO₂ por vehículo.

Seguidamente, investigamos la posibilidad de existencia de clubes de convergencia utilizando el algoritmo descrito en la sección anterior. Las sucesivas regresiones $\log-t$ indican la existencia de 4 clubes de convergencia, con evidencia de 3 países que divergen (Irlanda, Francia y Holanda). Estos resultados son mostrados en la Tabla 3.

Club 1: Dinamarca, Austria	Club 3: Alemania, UK, Noruega
<i>log t</i> : 3.24 <i>t-stat</i> : 2.10	<i>log t</i> : 0.0815 <i>t-stat</i> : 3.79
Club 2: Suecia, Portugal, España	Club 4: Grecia, Italia
<i>log t</i> : 0.12 <i>t-stat</i> : 1.44	<i>log t</i> : 0.31 <i>t-stat</i> : 8.12

Tabla 3. Clubes de convergencia en emisiones de CO₂ por vehículo

Asimismo, en la Figura 4 se muestran las sendas de transición de los 4 clubes encontrados, conformadas mediante el cálculo de sus medias de la sección cruzada para cada año.

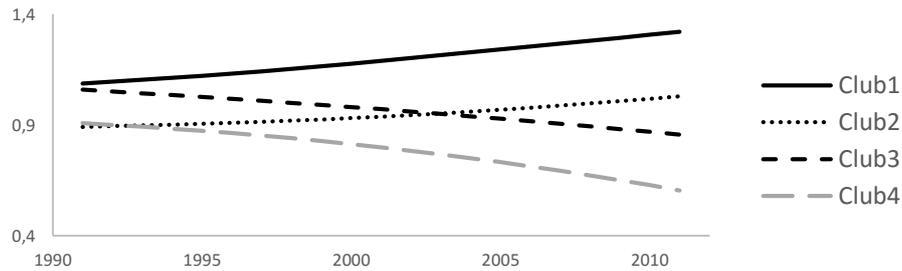
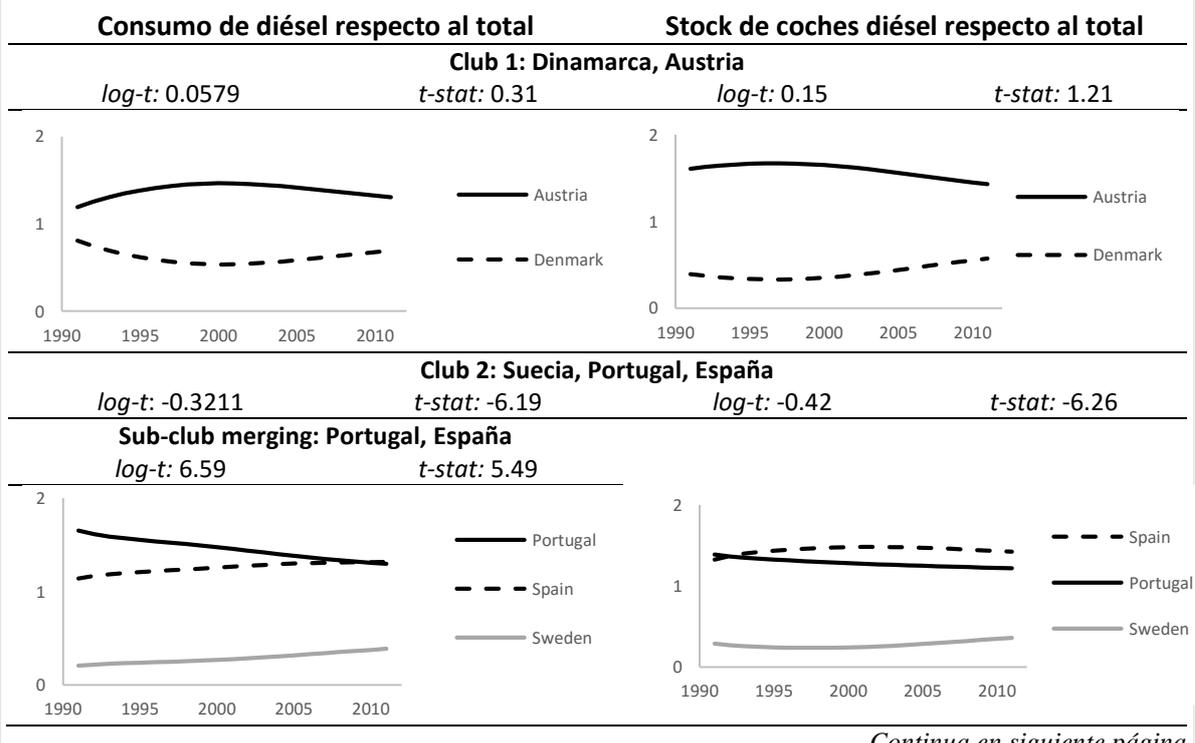


Figura 4. Sendas de transición de los 4 clubes de emisiones

En la figura se observa una reducción menor a lo largo del tiempo en el nivel de emisiones de los clubes 1 y 2 en relación a los clubes 3 y 4. También se aprecia un cierto patrón de convergencia de los clubes 2 y 3 hasta aproximadamente el año 2003, para pasar a un comportamiento divergente tras dicho año.

Una vez encontrada evidencia de 4 clubes en emisiones, la segunda parte de nuestro análisis es comprobar si estos clubes de emisiones comparten también patrones comunes para las dos medidas de dieselización consideradas (consumo de diésel sobre total de combustible y stock de coches diésel sobre el total de coches). Para este análisis ejecutamos la regresión *log-t* para los países de cada uno de los 4 clubes de emisiones pero usando las series de dieselización en su lugar, y comprobamos si también pertenecen a un mismo club de convergencia en dieselización. Los resultados de las regresiones y las sendas de transición se muestran en la Figura 5.



Continúa en siguiente página

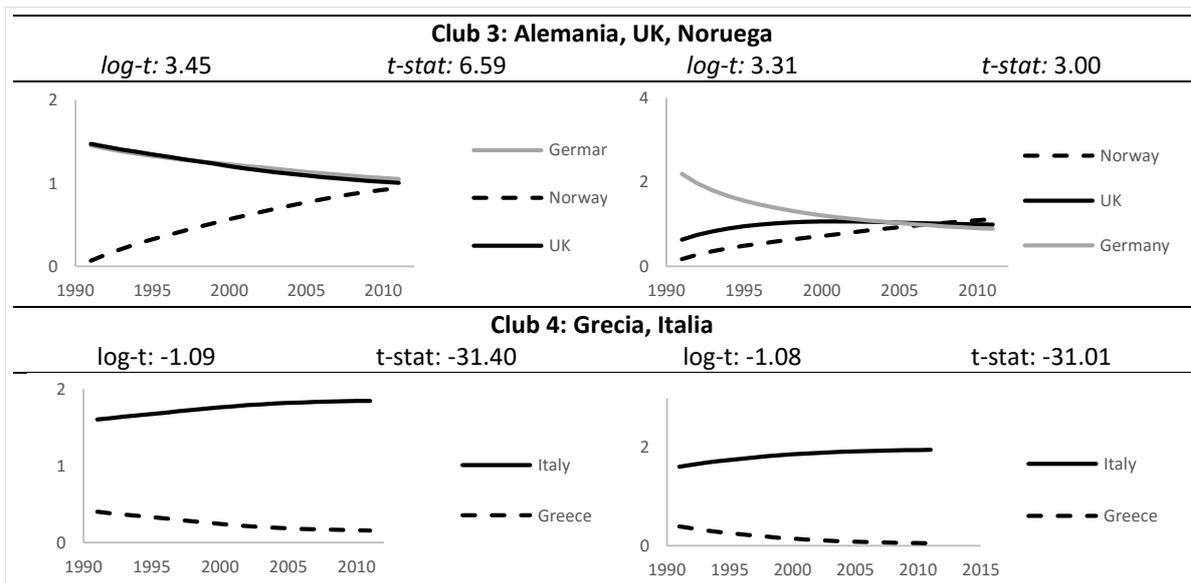


Figura 5. Patrones de convergencia en dieselización para los 4 clubes en emisiones.

Mediante este análisis se observa que el grupo de países del Club 1 en emisiones comparte también un patrón común en el tiempo en ambas medidas de dieselización, de la misma forma que el Club 3. Así, todos los países del Club 1 y 3 no sólo forman un club de convergencia en emisiones de CO₂/coche, sino también en patrones de dieselización. Por su parte, el subgrupo de países de España y Portugal del Club 2 en emisiones comparte sólo un patrón común para la serie de consumo de diésel, mientras que Suecia adopta un comportamiento divergente. Por último, el Club 4 en emisiones conformado por los países de Italia y Grecia no comparte ningún patrón común en medidas de dieselización, teniendo ambos países comportamientos divergentes.

Centrándonos en los Clubes 1 y 3, en la Figura 6 se observa que, tal y como confirmó el análisis inicial de clubes de convergencia en emisiones, las emisiones en el Club 1 se han reducido aproximadamente un 8% entre 1991 y 2011, mientras que para el Club 3 la reducción ha sido mucho mayor; un 33%. Sin embargo, la dieselización ha sido más intensa en el Club 1, que es el que menor reducción de emisiones presenta; mientras que para el club 3, el de mayor reducción de emisiones, el proceso de dieselización ha sido menos intenso. Concretamente, en 2011 el Club 1 alcanzó una cuota de coches diésel del 41%, frente al 32% del Club 3. Por su parte, en 2011 el ratio de consumo de diésel respecto al total alcanzó un 49% para el Club 1, frente al 35% del Club 3.

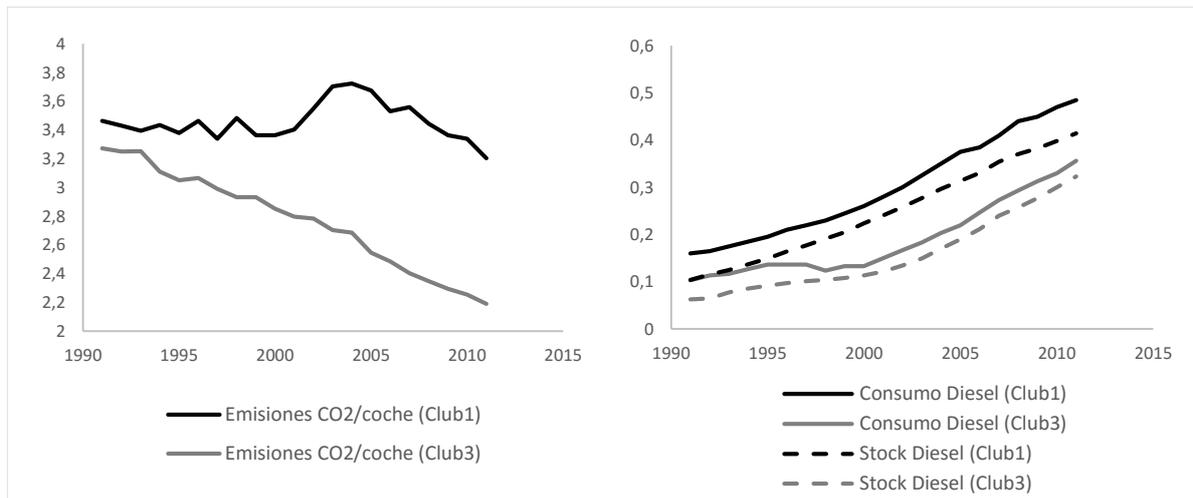


Figura 6. Emisiones y dieselización de los clubes que convergen en ambas series.

Este análisis muestra evidencia empírica a favor de lo apuntado por diversos autores en publicaciones recientes (véase el apartado introducción); el proceso de dieselización no ha favorecido la reducción de emisiones en el sector del coche. Las ventajas fiscales en el precio del combustible diésel, sumadas a la mayor eficiencia en cuanto al consumo, han podido contribuir a la mayor movilidad de estos vehículos y, por tanto, en relación a los coches de gasolina, a un mayor consumo de combustible y emisiones.

5. CONCLUSIONES

En este estudio se ha aplicado una novedosa metodología propuesta por Phillips and Sul (2007) para examinar la existencia de clubes de convergencia en emisiones de CO₂ por coche para 13 países de Europa occidental durante el periodo 1991-2011. También se ha investigado la relación entre esos clubes de convergencia y la dieselización. Para ello, se comprobó si los clubes encontrados en emisiones compartían también un patrón común en 2 medidas que intentan captar el proceso de dieselización; los ratios de stock de coches diésel sobre el total de la flota y de consumo de diésel sobre el consumo total.

Al contrario de lo que apuntan otros estudios sobre convergencia en emisiones totales, los resultados muestran ausencia de convergencia global entre países en emisiones de CO₂ por coche. En cambio, se encuentra evidencia de 4 clubes de convergencia. Además, a pesar de la presencia de un patrón común de reducción de emisiones, el análisis de clubes muestra que dos de ellos reducen sus emisiones en una menor proporción en relación a los otros dos clubes encontrados. En referencia al proceso de dieselización, se encuentra que dos de los clubes en emisiones poseen también un patrón común de comportamiento en las dos medidas de dieselización consideradas. Asimismo, la evidencia confirma que el club donde el proceso de dieselización ha sido más intenso es el que comparativamente ha reducido en menor proporción sus emisiones. Este resultado avala a aquellos estudios que, en el ámbito europeo, cuestionan la efectividad del proceso de dieselización en la reducción de emisiones de CO₂.

6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación concedida a la ULL por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento, cofinanciada en un 85% por el Fondo Social Europeo.

7. REFERENCIAS

- ALDY, J. E. (2006). Per capita carbon dioxide emissions: convergence or divergence? *Environmental and Resource Economics*, 33(4), 533-555.
- BAUMOL, W. J. (1986). Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. *The American Economic Review*, 1072-1085.
- BONILLA, D. (2009). Fuel demand on UK roads and dieselization of fuel economy. *Energy Policy*, 37(10), 3769–3778.
- BRUVOLL, A. AND LARSEN, B. M. (2004). Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work? *Energy Policy*, 32, 493–505.
- CAMARERO, M. PICAZO-TADEO, A. J. TAMARIT, C. (2013). Are the determinants of CO2 emissions converging among OECD countries? *Economics Letters*, 118, 159-162.
- CHAPMAN, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*. 15(5), 354–367.
- GONZÁLEZ, R.M. AND G. MARRERO (2012). The effect of dieselization in road transport emissions: the case of Spanish regions between 1998-2006. *Energy Policy*, 51, 213-222.
- FONTARAS, G. AND SAMARAS, Z. (2007). A quantitative analysis of the European Automakers' voluntary commitment to reduce CO2 emissions from new passenger cars based on independent experimental data. *Energy Policy*, 35, 2239-2248.
- HICKMAN, R. AND BANISTER, D. (2007). Looking over the horizon: Transport and reduced CO₂ emissions in the UK by 2030. *Transport Policy*, 14(5), 377–387.
- JEONG, S.J., KIM, K.S., PARK, J.W. (2009). CO2 emissions change from the sales authorization of diesel passenger cars: Korean case study. *Energy Policy* 37(7), 2630-2638.
- JOBERT, T. KARANFIL, F. TYKHONENKO, A. (2010). Convergence of per capita carbon dioxide emissions in the EU: Legend or reality? *Energy Economics*, 32(6), 1364-1373.
- MARRERO, G.A. (2010). Greenhouse gases emissions, growth and the energy mix in Europe," *Energy Economics*, Elsevier, 32(6), 1356-1363.
- NOCERA, S AND F. CAVALLERO (2011). Policy Effectiveness for containing CO2 Emissions in Transportation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 20, 703–713.
- PANOPOULOU, E., AND PANTELIDIS, T. (2009). Club convergence in carbon dioxide emissions. *Environmental and Resource Economics*, 44(1), 47-70.
- RODRÍGUEZ-LÓPEZ, J. MARRERO, G.A. GONZÁLEZ, R.M. (2015). Dieselization, CO2 emissions and fuel taxes in Europe. *Working Papers* 15.11, Universidad Pablo de

Olavide, Department of Economics.

ROMERO-ÁVILA, D. (2008). Convergence in carbon dioxide emissions among industrialized countries revisited. *Energy Economics*, 30(5), 2265-2282.

SCHIPPER, L. MARIE-LILLIU, C. FULTON, L. (2002) Diesel in Europe. Analysis of characteristics, Usage Patterns, Energy Savings and CO2 emissions implications. *Journal of Transport Economic and Policy*, 36, 305-340.

SCHIPPER, L. AND FULTON L. (2008). Disappointed by diesel? The impact of the shift to diesels in Europe through 2006. *Transportation Research Record*, 2215.

SULLIVAN, J.L. BAKER, R.E. BOYER, B.A. HAMMERLE, R.H. KENNEY, T.E. MUNIZ, L. WALLINGTON, T.J. (2004): CO2 emission benefit of diesel (versus gasoline) powered vehicles. *Environmental Science and Technology*, 38(12), 3217–3223.

ZACHARIADIS, T. (2006). On the Baseline Evolution of Automobile Fuel Economy in Europe, *Energy Policy*, 34(14), 1773-1785.

ZERVAS, E. (2006): CO2 benefit from the increasing percentage of diesel passenger cars. Case of Ireland. *Energy Policy*, 34(17), 2848-2857.