



PEAK STUFF, ¿RESULTA EL DESARROLLO ECONÓMICO EN UN MENOR CONSUMO DE RECURSOS FÍSICOS?

Un análisis econométrico de la cuestión en la economía española entre los años 2000 y 2014.

Eugenio Sánchez Gallego

Unión Profesional

RESUMEN - ABSTRACT

Analizar el vínculo entre el consumo de recursos naturales físicos en la fabricación de bienes y servicios y el desarrollo económico en España en el periodo 2000-2014 es la labor efectuada en esta comunicación técnica. Entre los objetivos del documento, se demuestra la evidencia empírica significativa de que una mayor evolución y crecimiento de la economía conlleva gradualmente un menor empleo de recursos. Es decir, existe una relación inversa entre estas variables. A tal efecto, concretamente también se estudia y observa que el impacto económico de las profesiones colegiadas contribuye a una reducción sostenible del uso de los recursos.

Para ello, se plantea una modelización econométrica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con diversas variables macroeconómicas cuya introducción y base teórica fundamental se sustenta en la denominada curva medioambiental de Simon Kuznets (CKA), que conecta el deterioro y uso del medioambiente con el ingreso *per cápita*. De este modo, se pretende deducir o inferir si hemos sobrepasado o estamos en el proceso de alcanzar el fenómeno *peak stuff* que indica el punto máximo del uso de materiales para el desempeño económico.

Palabras clave: recursos, medioambiente, crecimiento, consumo, profesiones, *peak stuff*



1. INTRODUCCIÓN	3
2. HIPÓTESIS ABORDADA.....	4
3. ENFOQUE Y OBJETIVOS.....	6
4. DATOS EMPLEADOS	7
5. MODELO Y RESULTADOS.....	10
5.1. ENFOQUE GUBERNAMENTAL.....	10
5.1.1. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO.....	10
5.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO.....	10
5.1.2.1. VARIABLES EXPLICADA/REGRESADA/DEPENDIENTE/ENDÓGENA:.....	10
5.1.2.2. VARIABLES EXPLICATIVAS/REGRESORES/INDEPENDIENTES/EXÓGENAS:.....	10
5.1.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO:	12
5.1.4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y CONTRASTES DE SIGNIFICATIVIDAD DE LOS COEFICIENTES ESTIMADOS:.....	12
5.1.5. CONTRASTE DE HETEROCEDASTICIDAD Y AUTOCORRELACIÓN	14
5.1.6. BALANCE DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO 1.....	15
5.2. ENFOQUE SECTORIAL.....	17
5.2.1. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO DOBLE	17
5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO.....	17
5.2.2.1. VARIABLES EXPLICADA/REGRESADA/DEPENDIENTE/ENDÓGENA:.....	17
5.2.2.2. VARIABLES EXPLICATIVAS/REGRESORES/INDEPENDIENTES/EXÓGENAS:.....	18
5.2.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO DOBLE:	19
5.2.4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y CONTRASTES DE SIGNIFICATIVIDAD DE LOS COEFICIENTES ESTIMADOS:.....	20
5.2.5. CONTRASTE DE HETEROCEDASTICIDAD Y AUTOCORRELACIÓN	21
5.2.6. BALANCE DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO 2.....	23
6. CONCLUSIONES	24
7. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXOS.....	28



1. INTRODUCCIÓN

La cuestión que enmarca el desarrollo de esta comunicación conecta especialmente con la Agenda 2030 de Naciones Unidas que contiene los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** aprobados en septiembre del 2015 con la finalidad fundamental de erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar que todas las personas disfruten de paz y prosperidad. Entre los diecisiete ODS acordados, es relevante para esta comunicación, singularmente, el número doce: **producción y consumo sostenibles**.

Más en detalle, este objetivo persigue «hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida».

Asimismo, señala que para su consecución «es necesario adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro, desde el productor hasta el consumidor final». E incide y abre el espectro de actuación en este proceso de sostenibilidad a «los encargados de la formulación de políticas, investigadores, científicos, minoristas, medios de comunicación y organismos de cooperación para el desarrollo» además de, por supuesto, las empresas y los consumidores.

La idea que subyace es la relación entre el desarrollo y crecimiento económico y el deterioro medioambiental, la cual ha sido objeto de numerosas investigaciones en las últimas décadas y particularmente, de manera empírica, desde el trabajo pionero de Grossman y Krueger (1991).

Además, hay que referir que los modelos ambientales de crecimiento económico surgen en el momento en que se adquiere conciencia de que la actividad económica genera una demanda creciente de recursos naturales que, a su vez, da lugar a efectos negativos sobre el medio ambiente que no pueden ser ignorados (Cantos y Balsalobre, 2011).

Basta realizar un breve recorrido histórico, como hilo conductor, para tomar perspectiva de como el incremento del consumo recursos naturales físicos ha sido consustancial al desarrollo de la civilización. Desde las primeras sociedades agrícolas, la ampliación y perfección de la metalurgia con el paso de los siglos, hasta la explotación de las energías fósiles con el carbón en la Primera Revolución Industrial de finales del S. XVIII, y el petróleo y sus derivados en la Segunda Revolución Industrial al concluir el S. XIX.

Si bien, actualmente, la digitalización, la terciarización y el avance de las energías renovables en la economía parecen dibujar una dinámica en la que cada vez necesitaremos menos insumos y más sostenibles para fabricar bienes y servicios.

No obstante, cabe introducir una serie de cuestionamientos sobre el alcance de este fenómeno: la educación y concienciación acerca de la sostenibilidad medioambiental, los hábitos de consumo, o el cauce de crecimiento de los países en desarrollo, entre otros.



2. HIPÓTESIS ABORDADA

En esta línea trazada, el fundamento de la presente investigación descansa en dos pilares elementales interrelacionados. El primero es el fenómeno **peak stuff**, es decir, «más allá de un cierto nivel de desarrollo económico, la gente deja simplemente de consumir tanto. La tecnología y el curso de la evolución económica permiten que la prosperidad siga creciendo sin que ello produzca un aumento vinculado de nuestro uso de energía y materiales. Nuestras demandas sobre los recursos planetarios se estabilizan y, finalmente, comienzan a caer» tal y como lo define Fred Pearce, experto en temas medioambientales, en la revista *New Scientist* en junio del 2012¹.

Y el segundo pilar es la **curva medioambiental de Simon Kuznets (CKA)**, nobel de economía en 1971, que establece que la relación entre el uso y deterioro medioambiental y el ingreso *per cápita* tiene forma de 'U' invertida. (Ver figura 1)

La articulación de este vínculo que describe Kuznets se ha soportado en diversas explicaciones examinadas. Concretamente, cabe señalar algunas de las principales (Gitli y Hernández, 2002):

Efecto composición: refiere la estructura productiva de las economías. En el proceso lógico observado en la mayoría de los países desarrollados, su economía se inicia con el sector primario o agrícola, para después pasar a una actividad industrial y, finalmente, concentrarse y tender hacia una economía de servicios, más eficiente y con la consecuente reducción en la emisión de contaminantes como recogen también (Hettige y Rothman, 1998).

Efecto desplazamiento: alude a la tesitura de especialización productiva y división del trabajo entre países desarrollados y en vías de desarrollo dentro del contexto del comercio internacional. De este modo, mientras los desarrollados reducen sus emisiones e impacto medioambiental al focalizarse en las ramas de servicios y la digitalización, importan de los países emergentes aquellos bienes industriales que generan aún contaminación. Por tanto, se podría hablar de ese efecto desplazamiento de la emisión de contaminantes y deterioro del medioambiente.

El medio ambiente como bien de lujo: Conforme a esta explicación, la preocupación medioambiental es considerada como un bien de lujo, es decir, con una elasticidad-precio de la demanda superior a la unidad. A medida que la renta *per cápita* se incrementara los individuos tendrán mayor disposición y propensión a consumir bienes y servicios respetuosos con el entorno. Sin embargo, esta relación no parece haberse demostrado con suficiente solidez ya que hay grupos sociales de menor renta que dependen del medioambiente para su subsistencia y están más concienciados con este asunto. (Ekins, 2000).

El progreso tecnológico: bajo este parámetro, el avance científico y tecnológico da lugar a procesos productivos más eficientes en consumo de recursos y con menor impacto medioambiental. Esto es, que la tecnología puede permitir la sustitución de

¹ Pearce, Fred. (2012). Peak planet: Are we starting to consume less?. *New Scientist*.



factores más contaminantes en la actividad económica por otros que darían lugar a fabricar bienes y servicios con menos material físico y de mayor valor añadido.

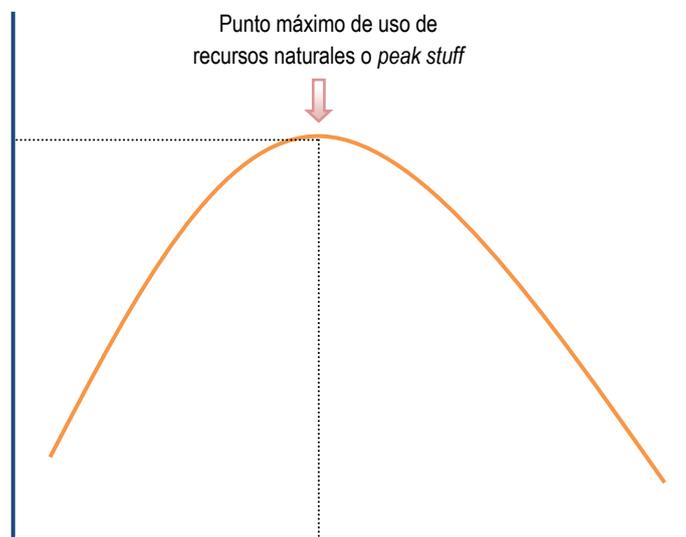
Las regulaciones medioambientales: por último, el impacto sobre el entorno de las normativas sobre medioambiente tiene una especial consideración para poder explicar la CKA. Cuando los países desarrollados confeccionan regulaciones en protección medioambiental, su huella sobre el planeta será menor en la medida en que tengan medios económicos (de nuevo, el incremento de renta sería importante) y capacidad técnica para acometer esta aspiración. Dentro de este apartado cabría tener en cuenta variables como la educación y sensibilidad de la sociedad frente a las cuestiones de sostenibilidad y la presión que pueden hacer a sus gobernantes para que adopten normas medioambientales más efectivas.

Definidos los dos pilares, se establece una fusión entre ellos que arroja el **núcleo de la hipótesis presentada y analizada empíricamente:**

El desarrollo económico en España produce e implica que el deterioro y uso medioambiental calibrado por el volumen de recursos naturales tienda a disminuir a partir de un cierto umbral denominado *peak stuff*. En este fenómeno, se plantea que están implicados la política gubernamental, de investigación, el empleo de tecnologías más eficientes por la propia inercia innovadora, la fiscalidad ambiental y la participación de las profesiones colegiadas.

Deterioro y uso medioambiental

FIGURA 1. CURVA MEDIOAMBIENTAL DE KUZNETS



Descripción gráfica de la hipótesis

Ingreso per cápita



3. ENFOQUE Y OBJETIVOS

La construcción de esta hipótesis se basa en diversas investigaciones que han empleado diferentes indicadores, que encajarían en la categoría de variable *proxy* (es decir, una variable aproximada para calibrar un asunto), para observar o monitorizar la calidad del medioambiente o su deterioro.

Tradicionalmente en los estudios empíricos donde se aborda esta relación, los indicadores más utilizados para medir el impacto medioambiental o la calidad de este, se relacionan con las emisiones de gases contaminantes. Como ejemplo, la emisión de gases de efecto invernadero (Cantos y Basalobre, 2011), el dióxido de carbono (Catalán, 2014), o el dióxido de azufre y la demanda bioquímica de oxígeno (Correa, 2007).

No obstante, para la finalidad de este documento se ha seleccionado la variable de **consumo interior de materiales** compuesta por cuatro categorías: biomasa, minerales metálicos, minerales no metálicos y energías fósiles. Esto es, todos los **recursos naturales físicos** que son requeridos para el funcionamiento de nuestra economía. El razonamiento y justificación es doble:

- En primer lugar, observar el consumo de estos recursos naturales nos permite identificar y calibrar el **uso y deterioro medioambiental desde otra perspectiva**.
- En segundo lugar, posibilita **tomar enfoque sobre el fenómeno *peak stuff***. Es decir, en qué nivel de desarrollo nos encontramos respecto al punto máximo de consumo de recursos físicos precisados para la actividad económica.

En consecuencia, se pretende estudiar cuál es el grado de asociación entre el consumo de recursos naturales y el desarrollo de la economía española durante el periodo comprendido entre los años 2000 y 2014.

En el desarrollo del modelo que será múltiple, se abordan dos perspectivas principales:

- **Desde la política gubernamental y el desarrollo económico:** se pretende evaluar el impacto de la renta, la redistribución de ésta, el nivel de empleo, así como una serie de parámetros cuya dependencia está relacionada directamente con la acción de las políticas. Así, se trata la incidencia de la investigación y el desarrollo, la apuesta por las energías renovables y la fiscalidad ambiental.
- **Desde la composición sectorial con atención a las profesiones:** de manera más desagregada y, en línea, con la teoría explicativa de la CKA denominada efecto composición, se examina como el valor añadido bruto de los principales sectores económicos afecta al consumo de recursos naturales físicos. En esta línea, también se aísla el efecto con el que contribuye el subsector de servicios profesionales.

Por ende, se identifica la política gubernamental y la estructura económica como factores clave implicados en la evolución del consumo de recursos naturales físicos. Sin embargo, de sus resultados, también se aproximarán algunas conclusiones sobre los hábitos de consumo.



4. DATOS EMPLEADOS

La selección de datos empleados para la investigación empírica se ha regido conforme a los estudios empíricos analizados y los objetivos propuestos para esta investigación. Si bien, conviene realizar algunas consideraciones sobre los datos empleados respecto a su detalle y agregación.

En términos generales, se cuenta con un inventario de 16 variables que cuentan con 15 observaciones, entre el año 2000 y el 2014. Por tanto, se han obtenido datos recogidos en serie temporal y aquellos de cuantía monetaria tratados en términos reales a precios del año 2007.

Por otro lado, es preciso describir la categorías de recursos naturales que emplea el ser humano de acuerdo a la clasificación que establece Eurostat² y que recoge la variable **consumo interior de materiales**.

En primer término, se encuentra la **biomasa** que comprende, principalmente, los cultivos, la madera y de los animales como fuente de suministro de alimentos y generación de energía, entre otros. En segundo lugar, se encuentran los **minerales metálicos**, divididos entre ferrosos y no ferrosos que se emplean en la ingeniería mecánica, el transporte, la electricidad, electrónica, etc. Respecto a los **minerales no metálicos**, tales como el mármol, granito, arenisca, caliza, yeso o pizarra, se emplean esencialmente en la construcción de infraestructura y viviendas. Por último, se recogen las **energías fósiles** como el carbón, el gas natural y el petróleo para atender las principales demandas energéticas de la economía.

Es interesante observar la evolución en el consumo de recursos naturales físicos tanto en España como en la Unión Europea de los 28 desde 1995 hasta 2014. (Ver anexo).

En cuanto al resto de datos, el coeficiente de Gini está recogido en tanto por 100, cuando normalmente su análisis se establece en tanto por 1. Mientras, se establece como medida del conjunto de sectores económicos, el valor añadido bruto como el indicador más utilizado en la literatura económica para medir el desempeño económico y también a precios del año 2007.

² Estadística Material flow and resource productivity. Eurostat



LISTADO DE VARIABLES CONTEMPLADAS EN LA INVESTIGACIÓN

VARIABLE	NOMENCLATURA EN EL MODELO	CLASE	PERIODO	UNIDAD DE MEDIDA	TIPOLOGÍA	FUENTE
Consumo Interior de Materiales	C_TN_MATERIALES	Serie temporal	2000-2014	Miles de toneladas	Nominal. Anual	EUROSTAT. Material flow accounts
Consumo Interior de Materiales <i>per cápita</i>	C_TN_MATERIALES_PC	Serie temporal	2000-2014	Toneladas <i>per cápita</i>	Nominal. Anual	EUROSTAT. Material flow accounts
Renta <i>per cápita</i>	RENTAPC	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional
Coefficiente de Gini	GINI	Serie temporal	2000-2014	Unidades. En tanto por 100	Nominal. Anual	Eurostat. Gini coefficient of equivalised disposable income
Porcentaje de energías renovables sobre el consumo total de recursos naturales físicos. Ambas en toneladas.	ER_CTM	Serie temporal	2000-2014	Porcentaje	Nominal. Anual	Elaboración con Eurostat. Supply, transformation and consumption of renewable energies
Valor añadido bruto de la agricultura	VAB_AGRICULTURA_REAL	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional
Valor añadido bruto de la industria	VAB_INDUSTRIA_REAL	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional
Valor añadido bruto de la construcción	VAB_CONSTRUCCION_REAL	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional
Valor añadido bruto de los servicios	VAB_SERVICIOS_REAL	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional
Valor añadido bruto de las profesiones	VAB_PROFESIONES_REAL	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional
Sumatorio del valor añadido bruto de agricultura,	SUMATORIO_AIC	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional



industria y construcción						
Valor añadido bruto de los servicios sin las profesiones	VAB_SERVICIOS_SP_REAL	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Contabilidad Nacional
Empleo total en España	EMPLEOESP	Serie temporal	2000-2014	Nº personas	Nominal. Anual	INE. Contabilidad Nacional
Empleo profesiones	EMPLEOPROF	Serie temporal	2000-2014	Nº personas	Nominal. Anual	INE. Contabilidad Nacional
Gasto en I+D	GASTO_I_D	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	INE. Estadística sobre actividades de I+D
Fiscalidad ambiental <i>per cápita</i>	FISCALIDAD_AMBIENTALESP	Serie temporal	2000-2014	Euros	Real. Base precios año 2007	EUROSTAT. Environmental tax revenues



5. MODELO Y RESULTADOS

5.1. ENFOQUE GUBERNAMENTAL

Desde el enfoque de la política gubernamental y el desarrollo económico se pretende estimar el primer modelo de este análisis. Con él se busca calibrar en qué medida influyen en el volumen de recursos naturales utilizados en la economía, factores de política económica tales como el gasto en investigación y desarrollo, el empleo de energías renovables y la fiscalidad ambiental. Además, también se estima el papel que juegan la renta *per cápita* y la redistribución del ingreso.

5.1.1. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

$$\text{LOG}(\text{C_TN_MATERIALES_PC}) = \text{C}(1) + \text{C}(2)*\text{RENTAPC} + \text{C}(3)*\text{RENTAPC}^2 + \text{C}(4)*\text{GINI} + \text{C}(5)*\text{GINI}^2 + \text{C}(6)*\text{LOG}(\text{EMPLEOESP}) + \text{C}(7)*\text{LOG}(\text{GASTO_I_D}) + \text{C}(8)*\text{LOG}(\text{ER_CTM}) + \text{C}(9)*\text{LOG}(\text{FISCALIDADAMB_PC})$$

El modelo estima algunos coeficientes en términos logarítmica (LOG) para un mejor análisis de algunas de las variables empleadas.

5.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO.

5.1.2.1. VARIABLES EXPLICADA/REGRESADA/DEPENDIENTE/ENDÓGENA:

- ❖ **LOG(C_TN_MATERIALES_PC):** recoge el consumo interior de materiales anual medido en toneladas y en términos *per cápita* en España durante el periodo 2000-2014. Concretamente, agrega el consumo de biomasa, minerales metálicos, minerales no metálicos y energías fósiles. En definitiva, todos los recursos naturales físicos implicados en la producción de bienes y servicios.

5.1.2.2. VARIABLES EXPLICATIVAS/REGRESORES/INDEPENDIENTES/EXÓGENAS:

- ❖ **RENTAPC:** es la renta *per cápita* a precios constantes del año 2007 en el periodo 2000-2014. Indexarlo a un año base como este caso, el 2007, posibilita un mejor análisis al eliminar el efecto distorsionador de la inflación. La variable **RENTAPC²** proporciona la capacidad de observar la forma cuadrática funcional de la 'U' invertida de la Curva Medioambiental de Kuznets (CKA). De este modo, nos devolverá el umbral o punto de inflexión del nivel de renta a partir del cual, el consumo de recursos naturales físicos comienza a descender. Según la teoría, el signo esperado de la variables es positivo para RENTAPC y negativo para RENTAPC². Ello se explica a causa del incremento paulatino de la renta que implica que a partir de determinado nivel de renta *per cápita* elevado se reduce el consumo de recursos naturales físicos.
- ❖ **GINI:** es el denominado Coeficiente de Gini que mide el nivel de distribución de la renta, en este caso para España entre el año 2000 y el 2014. Es decir, mide el grado desigualdad del ingreso. Sus datos están transformados en tanto por 100 en lugar de tanto por 1. La inclusión de esta variable viene avalada por numerosos estudios que abordan el análisis de la CKA (Cantos y Balsalobre, 2011). Igual que



en el caso de la renta se introduce la variable **GINI²** para comprobar la forma funcional cuadrática de la CKA. El signo esperado en la regresión es positivo para **GINI** y negativo para **GINI²**. La razón es que a medida que la desigualdad crece a partir de un reparto equitativo de renta el consumo de recursos va aumentando hasta que llega a un determinado punto en el cual, dicho consumo comienza a caer debido a que la renta está muy concentrada y en términos agregados gran parte de la sociedad ya no puede consumir un mayor nivel de recursos necesario.

- ❖ **LOG(EMPLEOESP):** con esta variable se aglutina la evolución de la ocupación total en España entre los años 2000 y 2014. Utilizarla en el modelo supone establecer una relación directamente proporcional entre el nivel de empleo y el consumo interior de materiales. Por tanto, a priori se espera que el signo de la estimación resulte positivo. Es decir, a mayor empleo, mayor consumo de recursos naturales físicos *per cápita*. En este sentido, esta variable también nos puede mostrar la preferencia y el hábito de consumo *per cápita*, traducido en consumo de recursos físicos, una vez que aumenta el empleo.
- ❖ **LOG(GASTO_I_D):** es el volumen de gasto en investigación y desarrollo (I+D) en la economía española en el periodo 2000-2014 ajustado al igual que la renta *per cápita* con los precios del año base 2007. La introducción de esta variable en el modelo responde a la teoría de progreso tecnológico como factor explicativo en la curva CKA. Asimismo, también es una variable que conecta con la acción gubernamental en la gestión económica sostenible y encaja con el criterio de regulación ambiental que explicaría su relación con dicha curva. En este sentido, se considera que el gasto en I+D es una variable que podría aproximarse de manera más cercana a esta observación. En cuanto al signo esperado en la regresión sería negativo. Esto es, a medida que el gasto en I+D crezca, ello conllevará un mayor avance técnico y científico y, por ende, se espera que el volumen de recursos naturales físicos empleados en la economía descienda.
- ❖ **LOG(ER_CTM):** con esta variable se mide el peso que supone el consumo de energías renovables, aproximado por las toneladas de petróleo equivalente (TOE) según Eurostat, sobre la cuantía total del consumo interior de materiales, también en toneladas al año. Por tanto, este ratio establecido entre el 2000 y el 2014 se toma como señal del grado de empeño e incentivo de la política del país en su apuesta por las energías renovables. Ello encajaría con el papel de las normativas ambientales recogido como elemento de influencia en la curva CKA. En cuanto al signo esperado de esta variable, sería negativo. En consecuencia, a medida que el ratio entre energías renovables y el consumo interior de materiales sea mayor, se espera que el consumo de recursos naturales físicos tienda a reducirse, esencialmente, por la reducción de otras energías fósiles.
- ❖ **FISCALIDADAMB_PC:** por último, esta variable mide el volumen de fiscalidad ambiental *per cápita* en la economía española durante el ciclo 2000-2014. Del mismo modo, los datos de ingresos están ajustados a los precios constantes del año base 2007. Su inclusión viene también explicada al igual que en el caso de del gasto en I+D y el peso de las energías renovables con el objetivo de evaluar la efectividad de la acción gubernamental en la gestión de los recursos naturales físicos en la economía. Respecto a su signo esperado, este sería negativo puesto que a medida que la fiscalidad ambiental fuera mayor se reduciría el volumen de



recursos materiales empleados en la fabricación de determinados bienes y servicios.

5.1.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO:

La estimación del modelo se ha realizado mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) ya que de ese modo se establece que los estimadores sean los más eficientes entre los estimadores lineales e insesgados.

Dependent Variable: LOG(C_TN_MATERIALES_PC)
 Method: Least Squares
 Date: 10/21/16 Time: 13:08
 Sample (adjusted): 2000 2014
 Included observations: 15 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-49.89248	11.41828	-4.369527	0.0047
RENTAPC	0.001349	0.000326	4.140597	0.0061
RENTAPC^2	-3.15E-08	7.80E-09	-4.040331	0.0068
GINI	1.378610	0.526826	2.616823	0.0398
GINI^2	-0.022273	0.008261	-2.696136	0.0358
LOG(EMPLEOESP)	2.692199	0.644664	4.176128	0.0058
LOG(GASTO_I_D)	-1.199323	0.344132	-3.485072	0.0131
LOG(ER_CTM)	-0.053912	0.109496	-0.492364	0.6400
LOG(FISCALIDADAMB_PC)	-0.095353	0.164096	-0.581084	0.5823
R-squared	0.997665	Mean dependent var		2.695338
Adjusted R-squared	0.994552	S.D. dependent var		0.336653
S.E. of regression	0.024848	Akaike info criterion		-4.268336
Sum squared resid	0.003705	Schwarz criterion		-3.843506
Log likelihood	41.01252	Hannan-Quinn criter.		-4.272861
F-statistic	320.4728	Durbin-Watson stat		2.765801
Prob(F-statistic)	0.000000			

5.1.4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y CONTRASTES DE SIGNIFICATIVIDAD DE LOS COEFICIENTES ESTIMADOS:

- ❖ **RENTAPC:** para su interpretación se debe extraer la derivada de la rentapc de la variable dependiente del consumo interior de materiales. La formulación de la derivada quedaría: $\partial C_TN_MATERIALES_PC / \partial RENTAPC$. El resultado de esta sería: $0,001349 + 2 \cdot (-3,15E-08) \cdot RENTAPC$. Una vez calculada, para nuestro análisis comprobamos que sucede si la renta *per cápita* anual crece 1.000 euros.

Interpretación: por tanto, la interpretación del coeficiente RENTAPC, resultaría así, de acuerdo a la escala logarítmica de la variable dependiente: **Si la renta *per cápita* del individuo aumenta, en media, 1.000 euros anuales, su consumo de materiales, medido en toneladas *per cápita* al año, se reducirá un 0,1286%.**



Contraste de significatividad: de acuerdo al valor t-Statistic de los coeficientes RENTAPC y RENTAPC², **ambos son significativos para explicar la variable dependiente al 5% y al 1% de significación** para una distribución de probabilidad t de student de 6 grados de libertad. $(t_{n-k-1}) = (t_{15-8-1}) = t_6$

- ❖ **GINI:** De la misma forma que hemos realizado la derivada en el caso de la renta para obtener su interpretación efectuamos la misma operación con la variable GINI que mide el grado de desigualdad de distribución del ingreso. La formulación de la derivada sería: $\partial C_{TN_MATERIALES_PC} / \partial GINI$ y su resultado el siguiente: $1,378610 + 2 \cdot (-0,022273) \cdot GINI$. Para su utilidad, comprobaremos que sucede si el Coeficiente de Gini crece en 20 unidades. Está baremado en tanto por 100. El valor 0 sería máxima distribución e igualdad, y 100 desigualdad máxima.

Interpretación: si el coeficiente de Gini crece, en media, 20 unidades, el consumo de materiales, medido en toneladas *per cápita* al año, aumentará un 48,769%. Posteriormente, se analizara los puntos de ruptura a partir de los cuales, su impacto comienza a ser negativo sobre el consumo de materiales.

Contraste de significatividad: de acuerdo al valor de t-Statistic que muestran en la estimación los coeficientes de GINI y GINI² son significativos para explicar la variable dependiente al 5% aunque no al 1% de significación.

- ❖ **LOG(EMPLEOESP):** para el análisis e interpretación de esta variable hay que considerar que está estimada en escala logarítmica al igual que la variable dependiente. Con lo cual, su lectura es en términos porcentuales.

Interpretación: si el nivel de ocupación crece, en media, un 1%, el consumo de materiales, medido en toneladas *per cápita* al año, crecerá un 2,69% anual.

Contraste de significatividad: de acuerdo a su valor t-Statistic asociado se puede afirmar que la variable empleo es relevante para explicar el modelo al 5% y al 1% de significación.

- ❖ **LOG(GASTO_I_D):** igualmente, para la interpretación de esta variable que mide el gasto en investigación y desarrollo, se observa que está estimada en escala logarítmica.

Interpretación: si el nivel de gasto en investigación y desarrollo aumenta, en media, un 1% anual, el consumo de materiales, medido en toneladas *per cápita*, caerá un 1,19% anual.

Contraste de significatividad: en función del valor t-Statistic asociado a su coeficiente, se puede afirmar que la variable gasto en I+D es relevante para explicar el modelo al 5% y al 1% de significación.

- ❖ **LOG(ER_CTM):** esta variable que recoge el porcentaje de empleo anual de energías renovables sobre el consumo total de materiales, ambas medidas recogidas en toneladas, también se aborda en escala logarítmica.



Interpretación: si el ratio entre el consumo de energías renovables y consumo total de materiales crece, en media, un 1%, el consumo de materiales, medido en toneladas *per cápita*, se reducirá un 0,05% anual.

Contraste de significatividad: al observar el valor de t-Statistic que lleva asociada el coeficiente, no se puede rechazar la hipótesis nula acerca de que esta variable no es significativa para explicar la reducción del consumo de materiales *per cápita* al año. Si bien, se pueden extraer otra serie de conclusiones sobre su no efectividad como se verá más adelante.

- ❖ **LOG(FISCALIDADAMB_PC):** esta variable recoge el volumen de fiscalidad per cápita también en escala logarítmica para su análisis más óptimo.

Interpretación: si la cuantía de fiscalidad anual *per cápita* anual que soporta cada individuo sube, en media, un 1%, el consumo de materiales, medido en toneladas *per cápita*, caerá un 0,09% anual.

Contraste de significatividad: al igual que sucede con la anterior variable, el valor t-Statistic que arroja la estimación para este coeficiente refleja que la fiscalidad ambiental no es un buen recurso para explicar la reducción en el consumo de materiales físicos. Es decir, no se puede rechazar la hipótesis nula acerca de que la fiscalidad no es relevante para incidir en un menor de consumo de recursos naturales físicos.

5.1.5. CONTRASTE DE HETEROCEDASTICIDAD Y AUTOCORRELACIÓN

Cuando se realiza una estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) se busca obtener que los estimaciones de los parámetros sean eficientes. Ello implica que las perturbaciones del modelo sean homocedásticas, es decir, que la varianza sea constante para todas las observaciones de la muestra. Por el contrario, si este supuesto no se cumple aparecerá la heterocedasticidad en el término de error.

Sin embargo, en este caso, al trabajar con datos de series temporales, la aparición de heterocedasticidad es menos probable.

No obstante, para comprobar si existe heterocedasticidad se aplica el test de Breusch-Pagan que aparece a continuación:

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	1.856219	Prob. F(8,6)	0.2334
Obs*R-squared	10.68340	Prob. Chi-Square(8)	0.2203
Scaled explained SS	2.187099	Prob. Chi-Square(8)	0.9747

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 10/26/16 Time: 17:35

Sample: 2000 2014



Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.050252	0.153989	0.326335	0.7553
RENTAPC	3.46E-06	4.40E-06	0.787472	0.4610
RENTAPC^2	-8.06E-11	1.05E-10	-0.765931	0.4728
GINI	-0.003014	0.007105	-0.424178	0.6862
GINI^2	3.77E-05	0.000111	0.338440	0.7466
LOG(EMPLEOESP)	0.002917	0.008694	0.335528	0.7486
LOG(GASTO_I_D)	-0.002787	0.004641	-0.600537	0.5701
LOG(ER_CTM)	0.001298	0.001477	0.879223	0.4131
LOG(FISCALIDADAMB_PC)	-0.001304	0.002213	-0.589351	0.5771
R-squared	0.712227	Mean dependent var		0.000247
Adjusted R-squared	0.328529	S.D. dependent var		0.000409
S.E. of regression	0.000335	Akaike info criterion		-12.88052
Sum squared resid	6.74E-07	Schwarz criterion		-12.45569
Log likelihood	105.6039	Hannan-Quinn criter.		-12.88504
F-statistic	1.856219	Durbin-Watson stat		3.387250
Prob(F-statistic)	0.233386			

Una vez calculado el test, atendemos al valor señalado en rojo de F que arroja la cifra de 1,856. Este valor empírico se contrasta con el valor crítico de la distribución de probabilidad Ji-Cuadrada al 5% de significación y 8 grados de libertad que resulta en 2,733. Al ser menor el valor empírico que el crítico no se rechaza la hipótesis nula de existencia de homocedasticidad y **se puede sostener que no hay signos de heterocedasticidad.**

En cuanto al contraste de autocorrelación, esta surge cuando los términos de error del modelo no son independientes entre sí. Se trata además de un problema que afecta los datos de series temporales. Es decir, básicamente refleja si el comportamiento de la variable en un periodo viene afectado por su comportamiento anterior.

Para su contraste, tenemos que observar el valor empírico que registra el test de Durbin-Watson en la estimación del modelo que es 2,76. Ello podría hacer pensar en la presencia de autocorrelación negativa. Sin embargo, al comprobar el valor crítico en las tablas de D-W al 5% de significación, 9 variables y 15 observaciones, **el resultado del test no es concluyente para sostener que haya autocorrelación.**

5.1.6. BALANCE DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO 1.

La formulación de este primer modelo pretende investigar como el desarrollo económico y la política gubernamental afectan a la sostenibilidad ambiental y, particularmente, al empleo de recursos naturales físicos.

En este sentido, una vez realizada la estimación es necesario un balance sobre las implicaciones que arrojan los resultados.



Si nos centramos en el papel de la **renta per cápita**, se observa que, efectivamente, a medida que crece desde niveles más bajos, el incremento sobre el consumo de materiales crece progresivamente. Sin embargo, a partir de un cierto umbral de renta, dicho consumo de recursos comienza a descender como se identifica a la hora de calcular el vértice $(-b_1/2*b_2)$ de la forma funcional cuadrática estimada (ver figura 2). El razonamiento para esta justificación radicaría en dos factores principales: en primer lugar, porque las actividades que generan mayor valor añadido están virando cada vez más hacia el sector servicios. Y, en segundo lugar, las evidencias en otros estudios señalan que a medida que la renta es mayor a partir de un umbral, la demanda de bienes y servicios respetuosos con el medioambiente aumenta. (Gitli y Hernández, 2002).

En esta línea, el balance que deja el impacto de la desigualdad del ingreso medido por el **coeficiente de Gini** merece un particular análisis. Como mostraba la estimación, a medida que la desigualdad aumenta desde un nivel más igualitario, el consumo de recursos naturales *per cápita* crece, si bien, a partir de un cierto umbral (ver figura 3), cuando la desigualdad se acerca a niveles extremos, el consumo de materiales *per cápita* cae $(-b_3/2*b_4)$. Por tanto, una reflexión sobre ello podría sostenerse en que si la renta estuviera demasiado concentrada en un pequeño grupo social, es lógico pensar que el consumo de recursos *per cápita* caería, entre otras cosas, porque el grueso de la sociedad no tendría apenas recursos económicos para acceder a un consumo probablemente necesario de materiales.

Ante esta condición, si partimos de la base de que una mayor desigualdad de renta no es deseable para una sociedad a pesar de que caiga el consumo de recursos naturales físicos, la situación más óptima sería aquella en la que redistribución de la renta es más igualitaria ya que ello conllevaría un consumo más razonable y ajustado de materiales físicos *per cápita*.

Por otro lado, sobre la incidencia del **nivel de empleo**, cabe extraer algunas conclusiones sobre los hábitos de consumo. De acuerdo a la estimación, un incremento del 1% del empleo tiende a generar un 2,69% de aumento en el consumo de materiales *per cápita* al año. En este sentido, este comportamiento podría arrojar algunas consideraciones sobre los hábitos de consumo individuales que aún no se han moderado, puesto la elasticidad de empleo y consumo de recursos es superior a la unidad (una subida del empleo del 1% implica una subida superior al 1% del consumo de materiales).

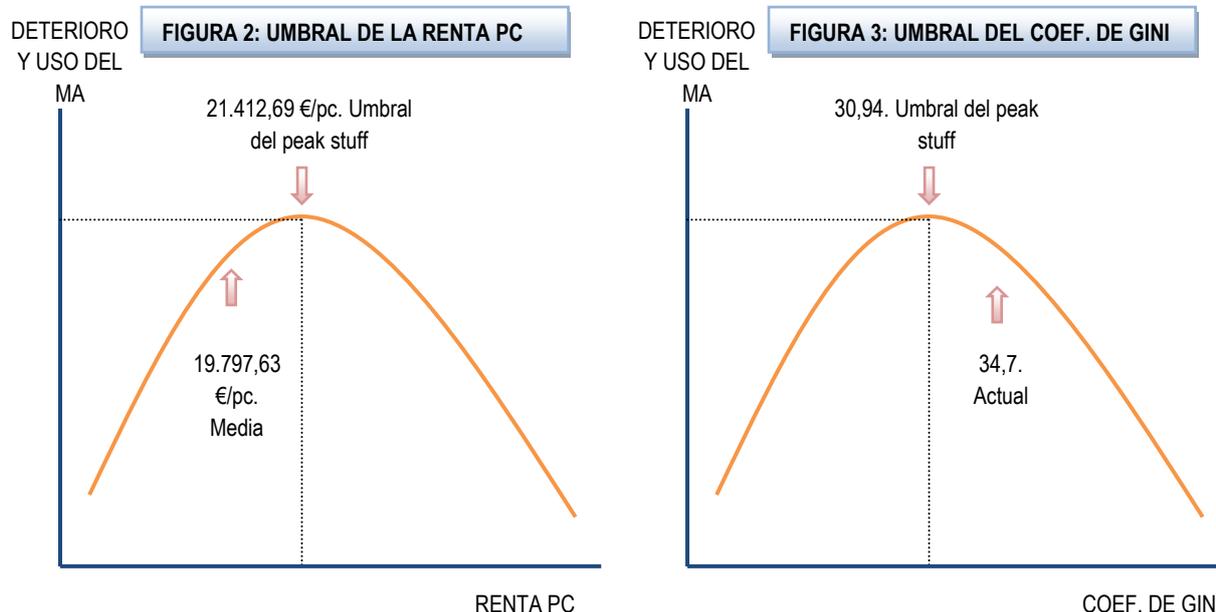
Respecto al **gasto en investigación y desarrollo**, como se sostenía en la interpretación de su estimación, se trata de una variable fundamental para generar una economía más desarrollada científicamente y con una tecnología más eficiente que emplee menos recursos naturales físicos.

En relación a las variables no significativas del modelo, se puede también efectuar una serie de conclusiones y reflexiones. En primer lugar, sobre el ratio entre el **consumo de energías renovables y el consumo total de materiales físicos**, medidos en toneladas, el hecho de que no sea relevante para explicar la reducción en el consumo interior de materiales podría ser una señal de la escasa efectividad de la política gubernamental para fomentar una política de sostenibilidad más óptima.

Y, en segundo lugar, sobre la **fiscalidad ambiental per cápita**, denota que tampoco es un instrumento, al menos en su actual diseño, capaz y efectivo, para reducir el consumo interior de materiales *per cápita*.



Umbral de la renta *per cápita* y el coeficiente de Gini relativos al peak stuff.



5.2. ENFOQUE SECTORIAL

Una vez analizado el enfoque gubernamental y el papel de la renta y su redistribución en el consumo de recursos naturales físicos, en este segundo enfoque se persigue analizar y estimar que sucede desde el punto de vista sectorial. Para ello, este enfoque emplea dos especificaciones del modelo. Por un lado, contempla el valor añadido bruto del sector industrial, la construcción y los servicios y si se confirma que el sector terciario influye significativamente en la reducción del consumo de materiales, en la segunda especificación, se pretende aislar el efecto del subsector de servicios profesionales sobre dicho consumo.

5.2.1. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO DOBLE

El modelo doble estima algunos coeficientes en términos logarítmicos (LOG) para un mejor análisis de las variables empleadas

$$\text{LOG}(C_TN_MATERIALES) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(VAB_INDUSTRIA_REAL) + C(3)*\text{LOG}(VAB_CONSTRUCCION_REAL) + C(4)*\text{LOG}(VAB_SERVICIOS_REAL)$$

$$\text{LOG}(C_TN_MATERIALES) = C(1) + C(2)*\text{LOG}(VAB_PROFESIONES_REAL) + C(3)*\text{LOG}(VAB_SERVICIOS_SP_REAL) + C(4)*\text{LOG}(SUMATORIO_AIC)$$

5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO.

5.2.2.1. VARIABLES EXPLICADA/REGRESADA/DEPENDIENTE/ENDÓGENA:

- ❖ **LOG(C_TN_MATERIALES):** recoge el consumo interior de materiales medido en toneladas en España durante el periodo 2000-2014. Concretamente, agrega el consumo de biomasa, minerales metálicos, minerales no metálicos y energías fósiles. **La diferencia con el primer modelo es que no está calculada en términos *per cápita*.**



5.2.2.2. VARIABLES EXPLICATIVAS/REGRESORES/INDEPENDIENTES/EXÓGENAS:

- ❖ **LOG(VAB_INDUSTRIA_REAL):** esta variable recoge el valor añadido bruto de la industria en España durante el periodo entre el año 2000 y el 2014. Está calculada en términos reales en base a los precios del año 2007 como el resto de variables cuantificadas monetariamente. En cuanto al signo esperado en la estimación de esta variable sería positivo. Con lo cual, se establecería y confirmaría que a medida que aumenta el valor añadido bruto del sector industrial el incremento sobre el consumo de recursos naturales físicos también crece.
- ❖ **LOG(VAB_CONSTRUCCION_REAL):** refiere el valor añadido bruto del sector de la construcción en España durante el periodo analizado. Del mismo modo, está en calculada en términos reales a precios fijos del año 2007. Respecto al signo esperado, como en la industria, sería positivo. En consecuencia, se espera que a medida que el valor añadido bruto de la construcción crece, el aumento sobre el consumo interior de materiales también sube.
- ❖ **LOG(VAB_SERVICIOS_REAL):** se trata del valor añadido bruto del sector servicios en España en el periodo considerado. Se ha calculado en términos reales de acuerdo a los precios fijos del año 2007. En relación al signo esperado de esta variable en la estimación sería negativo. Esto es, contrario a la industria y la construcción. Ello se basa en la teoría explicativa de la curva medioambiental de Kuznets (CKA) del efecto composición, según la cual, las economías desarrolladas tienden especializarse en el sector servicios que emplea tecnologías más eficientes y, por tanto, incurren en un menor consumo de recursos naturales físicos.
- ❖ **LOG(SUMATORIO_AIC):** con esta variable perteneciente a la segunda parte del modelo doble, se aglutina el valor añadido bruto de la agricultura, la industria y la construcción. El objetivo es diferenciarlos en bloque respecto al sector servicios. Por tanto, el signo esperado de esta variable en la estimación será positivo. Es decir, si el sumatorio del valor añadido de la agricultura, industria y construcción se incrementa, se espera que el consumo interior de materiales también aumente.
- ❖ **LOG(VAB_SERVICIOS_SP_REAL):** aglutina el valor añadido bruto del sector servicios con la salvedad del valor añadido bruto que genera el subsector de servicios profesionales. De esta manera, se persigue explorar el impacto del sector servicios sin las profesiones en el consumo interior de materiales. En cuanto al signo esperado sería, en principio, negativo, aunque en menor medida que en la variable de servicios de la primera parte del modelo doble.
- ❖ **LOG(VAB_PROFESIONES_REAL):** en función de los datos de contabilidad nacional que proporciona el Instituto Nacional de Estadística (INE) se computa el valor añadido bruto del subsector de servicios profesionales dentro del sector servicios. Sobre el signo esperado en la estimación sería negativo. Es decir, se espera que la aportación que realizan los servicios profesionales otorga elementos de sostenibilidad tanto en su propio ejercicio como en el asesoramiento y prestación de servicios al resto de sectores para mejorar su prácticas de sostenibilidad en su actividad.



5.2.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO DOBLE:

Al igual que en el primer modelo, la estimación del modelo doble se ha realizado mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) ya que de ese modo se establece que los estimadores sean los más eficientes entre los estimadores lineales e insesgados.

PRIMERA ESPECIFICACIÓN:

Dependent Variable: LOG(C_TN_MATERIALES)

Method: Least Squares

Date: 10/17/16 Time: 11:01

Sample (adjusted): 2000 2014

Included observations: 15 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-15.72053	13.96981	-1.125322	0.2844
LOG(VAB_INDUSTRIA_REAL)	1.771469	0.771946	2.294808	0.0424
LOG(VAB_CONSTRUCCION_REAL)	0.631639	0.162011	3.898734	0.0025
LOG(VAB_SERVICIOS_REAL)	-0.941841	0.168938	-5.575067	0.0002
R-squared	0.973534	Mean dependent var		20.30848
Adjusted R-squared	0.966316	S.D. dependent var		0.309131
S.E. of regression	0.056736	Akaike info criterion		-2.677645
Sum squared resid	0.035408	Schwarz criterion		-2.488832
Log likelihood	24.08234	Hannan-Quinn criter.		-2.679657
F-statistic	134.8746	Durbin-Watson stat		1.006590
Prob(F-statistic)	0.000000			

SEGUNDA ESPECIFICACIÓN:

Dependent Variable: LOG(C_TN_MATERIALES)

Method: Least Squares

Date: 10/21/16 Time: 11:53

Sample: 2000 2014

Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-40.33226	10.42154	-3.870084	0.0026
LOG(VAB_PROFESIONES_REAL)	-1.502814	0.734406	-2.046299	0.0654
LOG(VAB_SERVICIOS_SP_REAL)	1.516239	1.111147	1.364571	0.1997
LOG(SUMATORIO_AIC)	2.185633	0.119991	18.21504	0.0000
R-squared	0.982091	Mean dependent var		20.30848
Adjusted R-squared	0.977206	S.D. dependent var		0.309131
S.E. of regression	0.046671	Akaike info criterion		-3.068198
Sum squared resid	0.023960	Schwarz criterion		-2.879385
Log likelihood	27.01149	Hannan-Quinn criter.		-3.070210
F-statistic	201.0693	Durbin-Watson stat		1.296703
Prob(F-statistic)	0.000000			



5.2.4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y CONTRASTES DE SIGNIFICATIVIDAD DE LOS COEFICIENTES ESTIMADOS:

PRIMERA ESPECIFICACIÓN:

- ❖ **LOG(VAB_INDUSTRIA_REAL):** la variable se encuentra estimada en logaritmo para su interpretación porcentual en línea con la variable dependiente.

Interpretación: si el valor añadido bruto real de la industria crece, en media, un 1% anual, el consumo interior de materiales, medido en toneladas, crecerá un 1,77% anual.

Contraste de significatividad: de acuerdo al valor t-Statistic asociado para la distribución de probabilidad t de Student con 12 grados de libertad $(t_{n-k-1}) = t_{12}$ arroja que el valor añadido bruto de la industria en términos reales es significativo para el modelo al 5% de significación pero no al 1%.

- ❖ **LOG(VAB_CONSTRUCCION_REAL):** estimada en escala logarítmica.

Interpretación: si el valor añadido bruto de la construcción en términos reales crece, en media, un 1% anual, el consumo interior de materiales, medido en toneladas, crecerá un 0,63% anual.

Contraste de significatividad: según su t-Statistic asociado, se puede afirmar que el valor añadido bruto de la construcción en términos reales es significativo para explicar el modelo tanto al 5% de significación como al 1%.

- ❖ **LOG(VAB_SERVICIOS_REAL):** estimada en escala logarítmica

Interpretación: si el valor añadido bruto de los servicios en términos reales crece, en media, un 1% anual, el consumo interior de materiales, medido en toneladas, descenderá un 0,94% anual.

Contraste de significatividad: conforme a su valor t-Statistic asociado se puede sostener que el valor añadido bruto de los servicios en términos reales, es relevante para explicar al modelo tanto al 5% como al 1% de significación.

SEGUNDA ESPECIFICACIÓN:

- ❖ **LOG(VAB_PROFESIONES_REAL):** estimada en escala logarítmica.

Interpretación: si el valor añadido bruto del subsector de servicios profesionales en términos reales crece, en media, un 1% anual, el consumo interior de materiales, medido en toneladas, se reduce un 1,50%.

Contraste de significatividad: de acuerdo al valor t-Statistic asociado, se puede afirmar que la aportación de las profesiones a la economía es relevante para explicar el modelo al 5% de significación pero no al 1%.



❖ **LOG(VAB_SERVICIOS_SP_REAL):** estimada en escala logarítmica.

Interpretación: si el valor añadido bruto del sector servicios en términos reales sin contar con la aportación del subsector de servicios profesionales sube, en media, un 1% anual, el consumo interior de materiales, medido en toneladas, subirá un 1,51%.

Contraste de significatividad: según su t-Statistic asociado, se puede afirmar que el valor añadido bruto de los servicios sin contar con el volumen de las profesiones no es significativo para explicar la reducción del consumo interior de materiales.

❖ **LOG(SUMATORIO_AIC):** estimada en escala logarítmica

Interpretación: si el sumatorio del valor añadido bruto de los sectores de agricultura, industria y construcción en términos reales crece, en media, un 1% anual, el consumo interior de materiales, medido en toneladas, sube un 2,19% anual.

Contraste de significatividad: conforme a su valor t-Statistic asociado se puede afirmar que el sumatorio del valor añadido de estos sectores es significativo al 5% y al 1% de significación.

5.2.5. CONTRASTE DE HETEROCEDASTICIDAD Y AUTOCORRELACIÓN

PRIMERA ESPECIFICACIÓN:

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	2.112307	Prob. F(3,11)	0.1567
Obs*R-squared	5.482739	Prob. Chi-Square(3)	0.1397
Scaled explained SS	0.803660	Prob. Chi-Square(3)	0.8486

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 10/27/16 Time: 16:49

Sample: 2000 2014

Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.561163	0.399171	-1.405819	0.1874
LOG(VAB_INDUSTRIA_REAL)	0.029773	0.022057	1.349787	0.2042
LOG(VAB_CONSTRUCCION_REAL)	-0.002844	0.004629	-0.614245	0.5515
LOG(VAB_SERVICIOS_REAL)	-0.004915	0.004827	-1.018225	0.3304
R-squared	0.365516	Mean dependent var		0.002361
Adjusted R-squared	0.192475	S.D. dependent var		0.001804
S.E. of regression	0.001621	Akaike info criterion		-9.788171
Sum squared resid	2.89E-05	Schwarz criterion		-9.599358



Log likelihood	77.41129	Hannan-Quinn criter.	-9.790183
F-statistic	2.112307	Durbin-Watson stat	2.142030
Prob(F-statistic)	0.156711		

Sobre el contraste de heterocedasticidad que ofrece el test de Breusch-Pagan, el resultado es 2,11. Si comparamos este valor empírico con el valor crítico en la distribución Ji-Cuadrado para 4 grados de libertad y al 5% de significación que es 9,48 y, por ende, inferior, **podemos afirmar que esta estimación no presenta signos de heterocedasticidad.**

En relación al contraste de autocorrelación, el test Durbin-Watson establece una cifra de 1,00 como valor empírico. El contraste con los valores críticos para una muestra de 15 observaciones, 4 variables explicativas y al 5% de significación resulta colocarse entre los límites inferior y superior establecidos. **En consecuencia, la estimación no presenta resultados concluyentes para sostener que haya signos de autocorrelación.**

SEGUNDA ESPECIFICACIÓN:

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	1.162836	Prob. F(3,11)	0.3677
Obs*R-squared	3.611663	Prob. Chi-Square(3)	0.3066
Scaled explained SS	0.993283	Prob. Chi-Square(3)	0.8029

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 10/27/16 Time: 16:52

Sample: 2000 2014

Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.257110	0.367040	-0.700495	0.4982
LOG(VAB_PROFESIONES_REAL)	-0.007892	0.025865	-0.305130	0.7660
LOG(VAB_SERVICIOS_SP_REAL)	0.011430	0.039134	0.292085	0.7757
LOG(SUMATORIO_AIC)	0.005653	0.004226	1.337767	0.2080
R-squared	0.240778	Mean dependent var		0.001597
Adjusted R-squared	0.033717	S.D. dependent var		0.001672
S.E. of regression	0.001644	Akaike info criterion		-9.760519
Sum squared resid	2.97E-05	Schwarz criterion		-9.571706
Log likelihood	77.20389	Hannan-Quinn criter.		-9.762530
F-statistic	1.162836	Durbin-Watson stat		2.940707
Prob(F-statistic)	0.367657			

El contraste de heterocedasticidad establecido para esta segunda especificación arroja un valor empírico de 1,16 de acuerdo al test de Breusch-Pagan. Un valor inferior, comparado con el valor crítico de la distribución Ji-Cuadrado con 4 grados de libertad de



9,48 y al 5% de significación. Por tanto, **no hay evidencia de que la especificación presente signos de heterocedasticidad.**

En cuanto al contraste de autocorrelación, el test de Durbin-Watson devuelve el resultado de 1,29. Si lo comparamos con los límites inferior y superior del estadístico para 15 observaciones, 4 estimadores y al 5% de significación, se puede afirmar que **el resultado no es concluyente para sostener que haya signos de autocorrelación.**

5.2.6. BALANCE DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO 2

Con esta segunda parte del modelo de investigación se pretende examinar el papel que juegan los sectores económicos en la sostenibilidad a través del consumo de recursos naturales físicos. Así, según la teoría explicativa de la curva medioambiental de Kuznets (CKA) del efecto composición se ha perseguido evaluar el alcance del sector servicios como factor de sostenibilidad en la economía española frente al impacto más negativo que aún presentan los sectores tradicionales de agricultura, industria y construcción, más intensivos en los requerimientos de recursos naturales físicos para su desarrollo.

En este apartado, dentro de la relevancia que podría presentar el sector servicios, se pretendía aislar el efecto genuino del subsector de servicios profesionales para comprobar su verdadera incidencia en el ajuste y reducción del consumo interior de materiales en España.

En el modelo, que cuenta con dos estimaciones para su mejor análisis, en la primera se concluía, de manera significativa, que el impacto del sector servicios resultaba en un menor consumo de recursos físicos, al contrario que los sectores de industria y construcción puesto que cuando crecen requieren también un incremento en el empleo de recursos naturales físicos.

Confirmada la teoría de base en esta primera especificación, el propósito de la segunda fue decantar la incidencia del subsector de servicios profesionales en esta dinámica. De este modo, se obtiene que los servicios profesionales generan un impacto positivo al producir la reducción del consumo de materiales en la economía con su actividad.

Sin embargo, llama la atención que la aportación del sector servicios sin contar el volumen del valor añadido bruto de las profesiones no es significativo en el modelo. Por tanto, parece que las profesiones juegan un papel más destacado como agente dinamizador y de sostenibilidad dentro del sector servicios en la economía.



6. CONCLUSIONES

DESDE EL ENFOQUE GUBERNAMENTAL Y DE DESARROLLO ECONÓMICO:

- **El aumento de la renta *per cápita* incide en la reducción del consumo de materiales**, medido en toneladas *per cápita*, a partir de un determinado umbral que en la economía española es de 21.412,69€ anuales según la estimación. En ello, influyen factores como la especialización de la economía en el sector servicios y la tendencia de los consumidores a demandar bienes y servicios más respetuosos con el medio ambiente a medida que su renta es mayor.
- La desigualdad en la redistribución de la renta juega un papel importante en el consumo de recursos naturales físicos. A partir de un determinado umbral de desigualdad al alza, estimado en 30,94, el consumo interior de materiales tiende a reducirse debido al menor acceso de gran parte de la sociedad al consumo de recursos. Sin embargo, **lo deseable es que la redistribución del ingreso sea lo más igualitaria posible para que el consumo de recursos naturales se reduzca de manera sostenible.**
- El **volumen de empleo** afecta al consumo de materiales *per cápita* en España. En este sentido, se observa que si la ocupación aumenta un 1%, el consumo de recursos naturales físicos *per cápita* crece más de un 1%. Por tanto, se puede extraer conclusiones acerca de que los patrones de consumo de bienes y servicios parece no contar aún con un factor de sostenibilidad adecuado o que señale que la tendencia se modera.
- **El gasto en investigación y desarrollo (I+D) en España incide positivamente en la reducción del consumo de recursos naturales físicos en la economía.** Se observa que si el gasto en I+D crece un 1% anual, el consumo de materiales *per cápita*, desciende un 1,19% anual.
- **La relevancia del uso de energías renovables en la economía a pesar de incidir en la reducción del consumo de materiales, no es significativa.** Por ello, cabría la posibilidad de reconsiderar las políticas de energías renovables con el objetivo de que sean más efectivas y supongan un mayor impacto en la sostenibilidad.
- En relación a la **fiscalidad ambiental, a pesar de que inciden ligeramente en la reducción del consumo de recursos materiales, su aportación no es significativa.** En consecuencia, al igual que con las energías renovables, es posible que se necesario un rediseño de la fiscalidad ambiental para mejorar su impacto real en la sostenibilidad.



DESDE EL ENFOQUE SECTORIAL:

- Se observa que cuando el valor añadido bruto anual de los sectores de agricultura, industria y construcción aumentan, se produce un incremento en el consumo interior de materiales, medido en toneladas, en la economía española.
- Al contrario que el resto de sectores económicos, **el crecimiento del valor añadido bruto del sector de los servicios en conjunto implica una reducción paulatina del consumo interior de materiales en la economía** de manera significativa.
- **El subsector de servicios profesionales es significativo y relevante para explicar la reducción en el consumo interior de materiales en la economía española.** Concretamente, si su valor añadido bruto crece un 1%, el consumo de materiales se reduce un 1,50%. Ello tiene una doble evidencia: por un lado, los profesionales emplean elementos de sostenibilidad en el propio desarrollo de su ejercicio y, por otro lado, introducen en su prestación de servicios al resto de sectores prácticas de sostenibilidad directa o indirectamente en su actividad. Además, explican gran parte del comportamiento sostenible del sector servicios.

Respecto a la situación del *peak stuff* en España se puede afirmar que para llegar a este umbral máximo del consumo de recursos naturales físicos contribuyen factores tales como un determinado nivel de renta elevado, una distribución del ingreso más igualitaria y políticas gubernamentales basadas en la apuesta por la investigación y el desarrollo, las energías renovables o la fiscalidad. Además, también influye en este proceso la terciarización de la economía y, concretamente, la actividad del subsector de servicios profesionales.

No obstante, no hay evidencias de que el *peak stuff* vaya acompañado de cambios en los hábitos de consumo conforme al impacto del empleo.



7. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

CANTOS, J.; y BALSALOBRE, D. (2011): Las energías renovables en la Curva de Kuznets Ambiental: Una aplicación para España. Asociación Internacional de Economía Aplicada. Valladolid, España.

CATALÁN, H. (2014): Curva medioambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. Economía Informa nº 389.

CORREA, F. (2007): Crecimiento económico, desigualdad social y medio ambiente: evidencia empírica para América Latina, Grupo de Economía Ambiental. Universidad de Medellín.

EKINS, P. (2000): Economic growth and environmental sustainability: the prospects for Green growth, Rowtñedge, London.

GITLI, E.; y HERNÁNDEZ, G. (2002): La existencia de la curva de Kuznets ambiental (CKA) y su impacto sobre las negociaciones internacionales.

GROSSMANN, G.; y KRUEGER, E. (1991): Innovation and growth in the global economy, Cambridge, MA, MIT Press, Cambridge.

GROSSMANN, G.; y KRUEGER, E. (1991): Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement, 'NBER Working Paper no. 3914, 1991.

HETTIGE, H; WHEELER, D. (1998): Industrial pollution in economic development. The World Bank Development Research Group. Policy Researcj Working paper 1876. January.

PEARCE, F. (2012): Peak planet: are we starting to consume less?. New Scientist, junio, 2012.

ROTHMAN, D.S. (1998): Environmental Kuznets curve-real progres sor passing the buck?. Ecological Economics. Vol. 25 N°2. May.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

OBJETIVO N°12 ODS <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

MATERIAL FLOW ACCOUNTS. EUROSTAT
<http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/material-flows-and-resource-productivity/database>

GINI COEFFICIENT OF EQUIVALISED DISPOSABLE INCOME. EUROSTAT
http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-datasets/-/ILC_DI12

SUPPLY, TRANSFORMATION AND CONSUMPTION OF RENEWABLE ENERGIES. EUROSTAT http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/nrg_107a



DATOS CONTABILIDAD NACIONAL. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA.
AGREGADOS POR RAMAS DE ACTIVIDAD 1995-2014.
http://www.ine.es/daco/daco42/cne10/dacocne_resultados.htm

ESTADÍSTICA SOBRE ACTIVIDADES DE I+D. INE
<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft14%2Fp057&file=inebase&L=0>

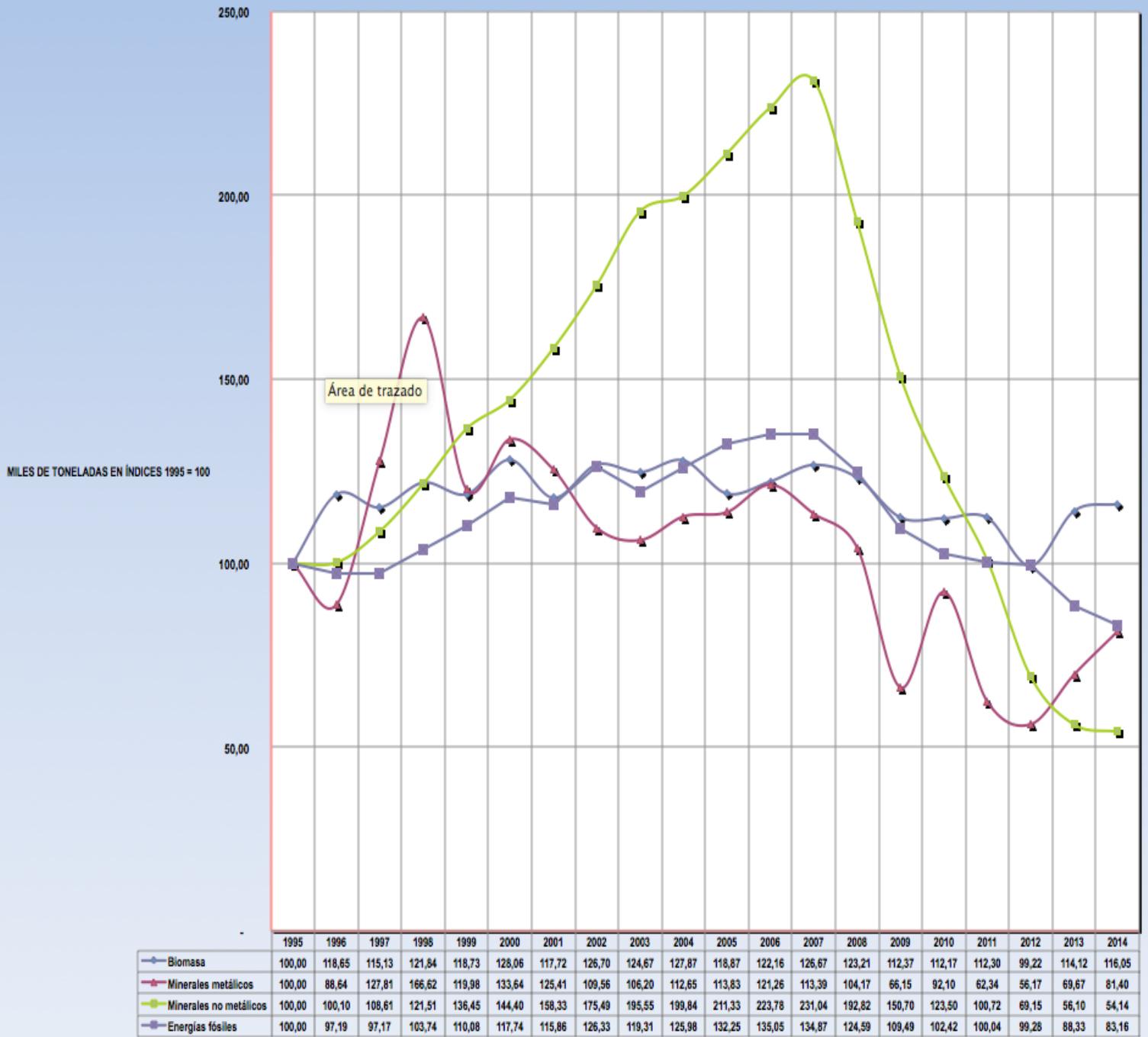
ENVIRONMENTAL TAX REVENUES. EUROSTAT
http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-datasets/-/T2020_RT320



ANEXOS

Gráficos de elaboración propia a partir de los datos que suministra la estadística Material flow accounts de Eurostat.

CANTIDAD TOTAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN ESPAÑA





CANTIDAD TOTAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA UNIÓN EUROPEA 28

