



fedea

Fundación de
Estudios de
Economía Aplicada

 **Focus-Abengoa Forum**
energy and climate change

<http://www.energiaycambioclimatico.com>

Los efectos medioambientales del boom y el parón inmobiliario

L. Fernanda Gutiérrez

FEDEA

Gustavo A. Marrero

Univ. de La Laguna y FEDEA

Luis A. Puch

Univ. Complutense y FEDEA

**Colección Estudios Económicos
01-2010**

Programa de Investigación Energía y Cambio Climático
Fedea – Focus Abengoa

ISSN 1988-785X

www.fedea.es

Los efectos medioambientales del boom y el parón inmobiliario

L. Fernanda Gutiérrez, Gustavo A. Marrero y Luis A. Puch¹

Enero de 2010

Resumen:

Muchos expertos consideran el aumento registrado en las emisiones de CO₂ en España desde mediados de los 90 una auténtica anomalía. Dicha anomalía podría resultar no serlo tanto cuando se relaciona la evolución de las emisiones con el *boom* inmobiliario. Este artículo muestra que el incremento de las emisiones coincide con un aumento continuado en el consumo energético de los sectores industriales que han suministrado cemento, yeso, vidrio y cerámica al sector de la construcción, así como de las actividades de transporte relacionadas. Por tanto, un cambio en el modelo productivo en España no sólo podría beneficiar a nuestra productividad, competitividad y al mercado laboral, sino también al cumplimiento de nuestros compromisos medioambientales. A la espera de dicho cambio, el artículo aporta evidencia acerca de las consecuencias energéticas y medioambientales del parón inmobiliario.

Clasificación JEL: E32, E37, Q43, Q58

Palabras Clave: Boom Inmobiliario, Emisiones, Cambio Climático.

¹ Gutiérrez, FEDEA; Marrero, Univ. de La Laguna y FEDEA; Puch, Univ. Complutense y FEDEA. Agradecemos los comentarios de Samuel Bentolila, Antonio Cabrales, Omar Licandro, Teodosio Pérez y Carlos Sebastián, y el apoyo del Programa de Investigación FocusAbengoa-Fedea. Correspondencia: Luis A. Puch, FEDEA, Jorge Juan 46, 28001 Madrid. E-mail: lpuch@fedea.es.

1. Introducción

Cualquier observador estaría de acuerdo en que uno de los daños colaterales del *boom* inmobiliario en España ha sido el destrozo ambiental. Inmediatamente uno piensa en el litoral español de determinadas zonas en las que la Administración parece haber sido especialmente permisiva con las actividades inmobiliarias.² No hay que perder de vista sin embargo que hay otro destrozo ambiental silencioso relacionado con la emisión de gases contaminantes, especialmente de CO₂, y que en una medida nada desdeñable puede relacionarse con el boom inmobiliario. Esto sea dicho con todo respeto al extraordinario peso que el sector transporte, y muy especialmente el transporte por carretera, ha tenido en las emisiones a lo largo de la última expansión económica desde mediados de los 90.³

El crecimiento de la construcción total en España en el período 1996-2007 ha sido del 5% al año, con un incremento del 30% en el parque de viviendas desde 1998.⁴ La extraordinaria expansión en ingeniería civil y construcción de edificios han dado lugar a una especialización productiva hacia actividades relacionadas con la construcción. Dicha especialización no sólo se ha reflejado en el empleo, con cifras de ocupación en la construcción que duplican las de Alemania o Reino Unido, sino también, como ilustramos en este artículo, en un mayor peso relativo de la producción de materiales de construcción en el conjunto de la producción industrial.

² La serie de informes “Destrucción a toda costa” publicada por Greenpeace España desde 2001, así como las referencias relacionadas en dichos informes, ponen de manifiesto las más dramáticas consecuencias ambientales del boom inmobiliario. De especial interés resulta el preámbulo de Juan López de Uralde al informe 2008 en relación a los síntomas del agotamiento urbanizador.

³ Entre los sectores industriales más intensivos en energía, el sector de materiales de construcción -- que está dominado por la producción de cemento -- es el tercer mayor emisor de CO₂ tanto a nivel mundial como en la Unión Europea (cf. Szabo et al. (2006)). En España, Marrero y Ramos-Real (2008) y Mendiluce et al. (2009) atribuyen la mayor intensidad energética en España respecto a la UE desde 1990 a la extraordinaria expansión del sector transporte, junto con el incremento de las actividades relacionadas con el boom constructor y la convergencia de la demanda energética de los hogares hacia los niveles UE.

⁴ Como discuten Arellano y Bentolila (2009), la expansión económica (alimentada en parte por el boom constructor), las favorables condiciones de acceso al crédito hipotecario, el aumento en el número de hogares (por la generación del baby boom y por la entrada de inmigrantes) y la compra de inmuebles por no residentes han estimulado una demanda de viviendas históricamente vinculada al turismo residencial.

Puesto que dicho sector industrial está entre los más intensivos en energía, nuestros cálculos sugieren que más de un tercio del exceso en las emisiones de CO₂ en España respecto a la media de la antigua Europa de los Quince (UE-15) se explica por el peso desproporcionado del sector constructor en la economía, y más concretamente por el excesivo peso de los sectores industriales que suministran materiales a la construcción, y de las actividades de transporte relacionadas con el boom inmobiliario.

En primer lugar, documentamos la desproporción en la evolución del consumo energético y de las emisiones de CO₂ entre España y la UE-15 durante los últimos años. A continuación se ponen de manifiesto las fuentes del extraordinario consumo energético español. La evidencia muestra que el consumo energético en la industria en España ha llegado a ser del orden de un 50% superior al de la media de la UE-15. Esta observación podría sugerir un gran margen de maniobra en medidas de ahorro y eficiencia energética en la industria. Sin embargo, este margen podría no ser tan grande si una parte importante de la ineficiencia se debe a un excesivo peso del sector inmobiliario en la estructura productiva, que por insostenible, ya no tendrá vigencia en el futuro.

El artículo muestra que la mayor anomalía del extraordinario crecimiento del consumo energético español está directamente relacionado con la demanda energética de un sector industrial en permanente expansión durante el período: el sector de minerales no metálicos. Al mismo tiempo, el artículo examina la evolución de las actividades de transporte vinculadas al boom constructor, y trata de cuantificar su contribución al conjunto de las emisiones del sector transporte. Además, se discute someramente la asignación de energía entre usuarios finales, así como la imputación a los mismos de la producción eléctrica. Por último, con el fin de valorar posibles responsabilidades compartidas con el resto del mundo, la

descripción se completa con un análisis tanto de la demanda exterior de materiales de construcción, como de la compra de viviendas por parte de no residentes.⁵

Para mejorar nuestra comprensión de los patrones energéticos y de emisiones descritos, el artículo propone un simple modelo dinámico para caracterizar los determinantes de las emisiones. A partir de este modelo cuantitativo se elabora sobre la relación entre emisiones y el boom inmobiliario, y a la vista de los datos más recientes sobre los previsibles efectos beneficiosos del parón inmobiliario. Los datos disponibles obligan a usar el consumo aparente de cemento como variable de control, al ser el indicador más importante del sector constructor. El principal resultado es que el consumo aparente de cemento es un determinante fundamental de las emisiones desde mediados de los noventa, pero no antes, y que la caída en la actividad de este sector industrial modifica dramáticamente las previsiones sobre la evolución inmediata de las emisiones. Consideramos que los resultados cuantitativos son ilustrativos a pesar de la simplicidad del análisis realizado. Por supuesto, una verdadera comprensión del vínculo entre emisiones y especialización sectorial de la economía española exigiría un modelo de decisión intertemporal, lo cual excede los objetivos del presente estudio.

Una reducción de las emisiones de CO₂ en España tiene un efecto medioambiental pequeño a nivel mundial, y seguramente un balance coste-beneficio limitado para nuestro país. Por tanto, nuestros resultados apuntarían más bien a que un cambio en el modelo productivo en España no sólo beneficiaría a nuestra productividad, competitividad y al mercado laboral, sino también al cumplimiento de nuestros compromisos medioambientales. En todo caso estamos

⁵ Existe una metodología rigurosa basada en las relaciones energéticas (en términos físicos) input-output que proporcionan los balances energéticos, i.e.: la transformación de consumos finales de energía en requerimientos de energía primaria. Alcántara y Roca (1995) para España y más recientemente Alcántara et al. (2008) para Cataluña obtienen resultados que asignan a la industria algo más de un 30% de la responsabilidad en las emisiones de CO₂, en torno al 45% al transporte (en parte debido al factor de emisiones más alto de la combustión de petróleo), y algo más del 10% a los hogares. El resto de la responsabilidad se reparte entre servicios y agricultura. Lamentablemente no hay aplicaciones de esta metodología al nivel de desagregación de interés para este trabajo, y desarrollar dicha aplicación excede nuestros objetivos.

lejos de poder confiar la sostenibilidad energética y la preocupación medioambiental a la evolución de la crisis. Además, las incertidumbres sobre el escenario energético son demasiado importantes como para descuidar la iniciativa innovadora y ciertas acciones de política. Quizás lo más destacable por tanto sea que el parón inmobiliario puede favorecer que nuestro país siga la recomendación de la AIE en cuanto a destinar a energías limpias del orden de cuatro veces más de lo proyectado en los planes de estímulo ya pactados.

El artículo se organiza como sigue. La sección siguiente describe la anomalía energética de la economía española, y las altísimas emisiones de CO₂ asociadas. A continuación, las secciones 3 y 4 describen las fuentes de dicha anomalía hasta poner el punto de mira en el boom inmobiliario. El análisis econométrico de la Sección 5 establece algunas correlaciones y ofrece ciertas predicciones en relación con la evidencia reciente y el parón inmobiliario. La última sección concluye.

2. Emisiones y energía en España durante el *boom*

Con la reactivación económica a finales de la última legislatura de Felipe González y más claramente desde 1996 se inició un proceso notable de expansión que ha durado hasta la crisis financiera actual. Dicho periodo de expansión ha venido acompañado de grandes aumentos de la intensidad energética y de emisiones. Si bien es cierto que el aumento de las emisiones coincide con un periodo de importante progreso en los estándares de vida de la sociedad española, dicho avance en el nivel de desarrollo no parece justificar por si mismo los incrementos observados en la intensidad energética (consumo de energía primaria sobre PIB) y la intensidad de emisiones de CO₂ (emisiones sobre PIB) en los últimos años. Usando los datos oficiales de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la Tabla 1 resume las cifras de consumo energético primario y de emisiones

para entre 1990 y 2006, medido en porcentaje del PIB (intensidad) y en porcentaje de la población (per cápita).⁶

Según los datos de esta tabla, la economía española ha registrado aumentos de la intensidad energética y de emisiones muy superiores a los de la UE-15 desde 1990, y especialmente a partir de 1996. Partiendo de niveles de intensidad energética en 1996 de 141,3 kilo-toneladas equivalentes de petróleo (Ktep) por cada billón de dólares de PIB real, frente a los 170,7 de la UE-15, que suponía una diferencia de casi 30 puntos (y casi la misma que en 1990), se ha producido una clara convergencia en esta medida en tan sólo diez años, llegando a ser esta brecha con la UE-15 de tan sólo 6 puntos en 2005 y 2006.⁷ Así, según los datos de la AIE, entre 1996 y 2005 (periodo de mayor crecimiento), el crecimiento anual de la intensidad energética en España fue de 0,2% al año, frente a la caída del 1,4% al año en la UE-15. Entre 2005 y 2006, la intensidad energética cayó un 4% en España y un 3,1% en la UE-15, año el 2006 en el que comienza la desaceleración del sector constructor en España.

Tabla 1: Consumo Energético Primario y Emisiones de CO2 en la UE-15 y España

			1990	1996	2005	2006
Consumo Energético (ktep)	sobre PIB real (billones de U\$S)	España	140,2	141,3	143,9	138,2
		UE-15	173,9	170,7	150,1	145,4
	Per Cápita (millones de habitantes)	España	2.338	2.570	3.340	3.280
		UE-15	3.612	3.831	3.980	3.944
Emisiones (Mt de CO2)	sobre PIB real (billones de U\$S)	España	0,316	0,311	0,337	0,313
		UE-15	0,405	0,376	0,317	0,307
	Per Cápita (millones de habitantes)	España	5,276	5,648	7,822	7,435
		UE-15	8,424	8,451	8,398	8,326

Elaboración: Propia

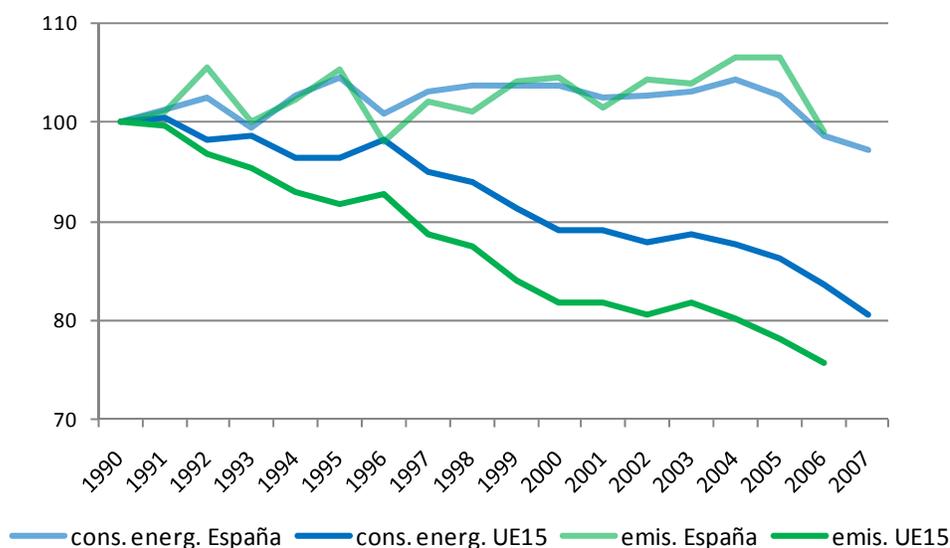
Fuente: Agencia Internacional de Energía, AIE

⁶ Los datos de PIB real que tomamos de la AIE están medidos en dólares norteamericanos de 2000, ajustados por PPA, lo que permite comparar la intensidad energética y de emisiones entre distintos países. Por este motivo, las cifras no son exactamente las mismas que las publicadas por Eurostat o por el Ministerio de Industria Español. Comentaremos algunas diferencias relevantes más adelante.

⁷ Según datos de Eurostat de 1996 y 2005, medida la intensidad energética como el consumo energético primario interior dividido por el PIB real a precios constantes de 1995, la intensidad energética en España era de 191,97 en 1996 y de 186,3 en la UE-15, superior en España, lo cual es lo contrario a lo que dicen los datos de la AIE cuando usamos medidas comparables de PIB real (ajustadas por PPA). Por su parte, el valor para 2005 es de 195,4 para España (187,3 para 2006) y de 172,9 para la UE-15 (167,7 para 2006). Las tasas de variación son muy similares.

Con relación a la intensidad en emisiones, también en 1990 y 1996 era casi un tercio superior en la UE-15 que en España. Pero el proceso de convergencia ha sido aún más intenso en emisiones que el registrado en consumo energético. Así, en menos de diez años (entre 1996 y 2005), la intensidad de emisiones en España ha superado la de la media de la UE-15. En este periodo de tiempo la intensidad de emisiones de CO2 ha crecido en España a un ritmo de casi el 1% anual, mientras que en Europa ha registrado una reducción de casi un 2% anual. Esta enorme disparidad en la evolución de la intensidad energética y de emisiones entre España y Europa se aprecia claramente en el Gráfico 1.

Gráfico 1: Intensidad de Consumo Energético y de Emisiones CO2 (índice, 1990=100)



Elaboración: Propia

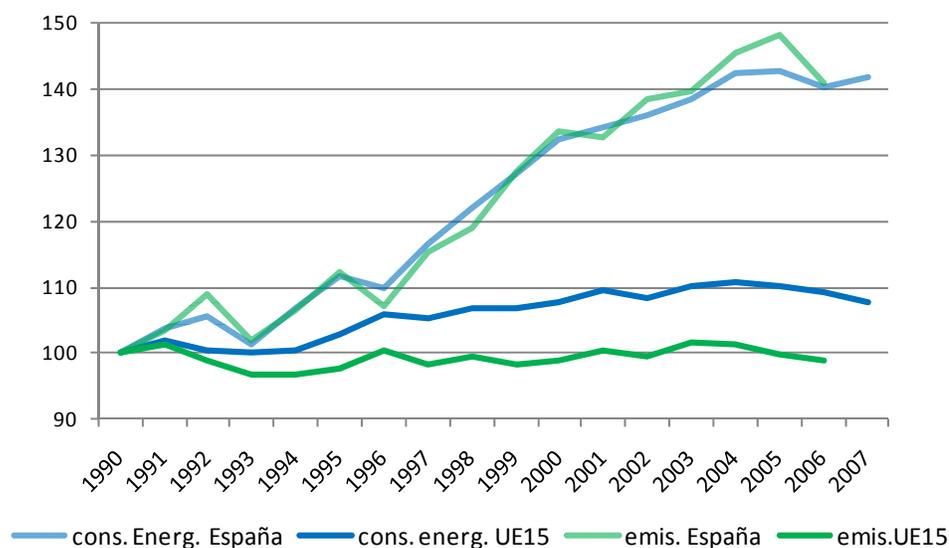
Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

Alternativamente, desde la perspectiva del consumo energético per cápita, los niveles se han mantenido por debajo de los de UE-15, pero desde 1990, y muy especialmente desde 1996, también se aprecia un claro proceso de convergencia. En 1990 la diferencia entre los datos españoles y europeos era de 1,274 ktep por cada millón de habitantes, en 1996 de 1,261, mientras que en 2006 la diferencia era tan sólo de 0,664. En el periodo 1996 - 2005 tuvimos en España tasas de

crecimiento de casi un 3% por año, mientras que la UE-15 tuvo tasas inferiores al 0,5% durante el mismo periodo.

Si consideramos las emisiones de CO2 per cápita, si bien continúan siendo más bajas que las de la UE-15, también han sufrido un crecimiento muy rápido en los últimos años, y especialmente en el período 1996-2005, con crecimientos anuales próximos al 4%, que son muy superiores a los de UE-15 para este mismo periodo de tiempo (inferiores al 0,05% e incluso negativos) y a los registrados en España entre 1990 y 1996 (1,2% anual). El Gráficos 2 ilustran sobre la diferente evolución para España y la UE-15 del consumo energético y de las emisiones per cápita en comparación a sus niveles de 1990.

Gráfico 2: Consumo Energético y Emisiones de CO2 per cápita (índice, 1990=100)



Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

En cualquier caso (miremos la intensidad o las variables per cápita) se trata de un incremento en el consumo energético muy significativo que tiene su fiel reflejo en la evolución reciente de las emisiones de CO2.

En resumen, podemos destacar los siguientes hechos. En la última década, lo normal en Europa es que el crecimiento de las emisiones haya sido inferior al

crecimiento de consumo energético e inferior éste al crecimiento económico y de la población. Pero en España ha ocurrido todo lo contrario. El aumento del consumo energético ha sido superior al crecimiento de la población y al económico, pero además el crecimiento de las emisiones ha superado al de todas estas variables.

¿A qué se debe esta evolución tan distinta a la de la media de la UE-15? Por el tamaño de la brecha, y por la celeridad con la que se alcanzaron niveles de los indicadores tan negativos para España muchos estudiosos han calificado esta situación como una auténtica anomalía. Sin duda, muchos son los factores que han podido influir en el panorama que acabamos de describir. Una mirada en detalle a los datos disponibles puede ilustrar acerca de los principales desencadenantes de nuestra aparente ineficiencia energética y medioambiental. Nuestro argumento aquí es que el boom inmobiliario, y más en general el desequilibrio de nuestra economía hacia actividades relacionadas con el sector de la construcción, han contribuido a explicar una parte importante de la anomalía energética y de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la descomposición de efectos no es siempre evidente a partir de la información estadística disponible. Por tanto, será difícil resumir los patrones que vamos a describir en un solo número que recoja qué parte de la brecha de intensidades de consumo energético y las correspondientes emisiones de CO₂ entre España y la UE viene explicado por un modelo productivo demasiado centrado en el ladrillo.

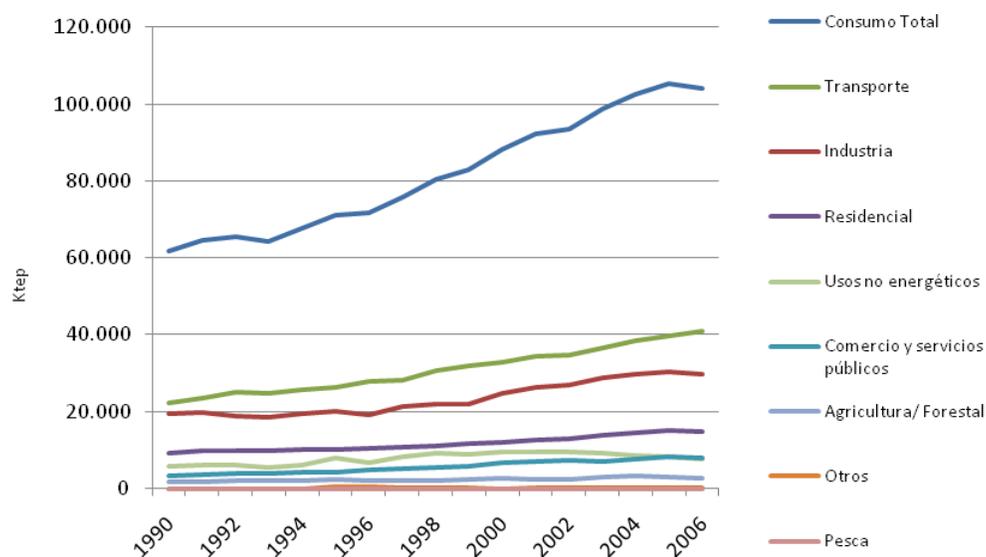
3. El extraordinario consumo energético español

El gran salto en emisiones es en parte la contrapartida a un incremento en los niveles de consumo de energía cercano al 50% entre 1996 y 2005, año éste en el que se alcanza el máximo nivel de consumo energético en España según datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Nos centramos a continuación en el

consumo energético final porque nuestro objetivo último es analizar el consumo de energía por parte de sus usuarios finales relacionados con la construcción.⁸

Si desagregamos por sectores de consumo final, el sector de transporte y el industrial son los más importantes, y su consumo representa un 35% y un 34% sobre el total, respectivamente.⁹ Además, también han sido los sectores cuyos consumos han registrado los mayores crecimientos, de un 42% y un 58%, respectivamente. Así, del crecimiento del 50% que ha mostrado el consumo energético total entre 1996 y 2005, estos dos sectores han contribuido en casi un 70%, tal y como se aprecia en el Gráfico 3 y 4.

Gráfico 3: Consumo final de energía por sectores



Elaboración: Propia

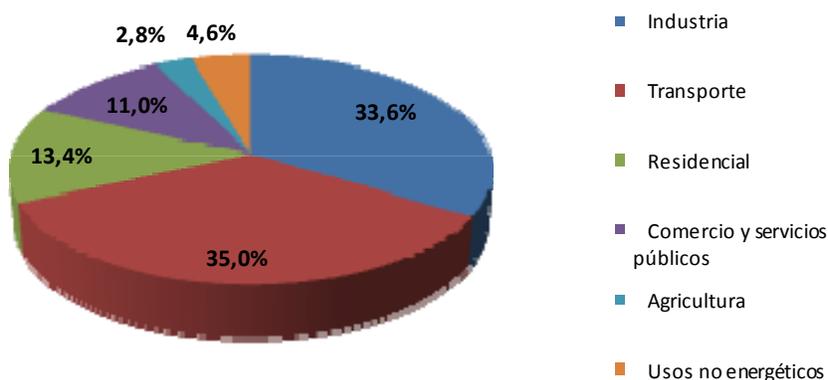
Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

⁸ No hay que perder de vista sin embargo que casi un 30% de las emisiones de CO2 provienen de la generación eléctrica. Más adelante trataremos de imputar dichas emisiones a la demanda eléctrica de los distintos usuarios. A este respecto existe toda una literatura dedicada a realizar este tipo de contabilidad del consumo energético final a partir de las Tablas Input-Output de la Contabilidad Nacional de una economía (véase entre otros Alcántara et al. 2008, y las referencias de ese artículo).

⁹ Entre otras cosas, la evolución de las emisiones en España refleja la mayor incidencia del consumo energético del sector transporte en España y más concretamente la diferencia que existe entre las toneladas de CO2 emitidas por la combustión de petróleo y derivados (factores de emisión) frente a la combustión de gas natural por ejemplo (3.12 en petróleo frente a 2.34 en gas natural de acuerdo con el IPCC (1997, y la revisión 2006). El factor en carbón es 4.

Centrándonos en la Industria, y usando los datos de Eurostat para 2006, destacamos que mientras que el VAB industrial supone un 15% en España y un 17% en la UE-15 (superior para la UE-15), el consumo energético final del sector representa un 29% sobre el total en España y un 24% en la UE-15 (superior para España).¹⁰ Estos datos indican la mayor intensidad energética de la industria española respecto a la UE-15 en la actualidad. Además, destacamos que tal diferencia se ha generado en la década 1996-2006.¹¹

Gráfico 4: Participación de los diferentes sectores en el incremento total del consumo final de energía entre 1996 y 2005.



Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

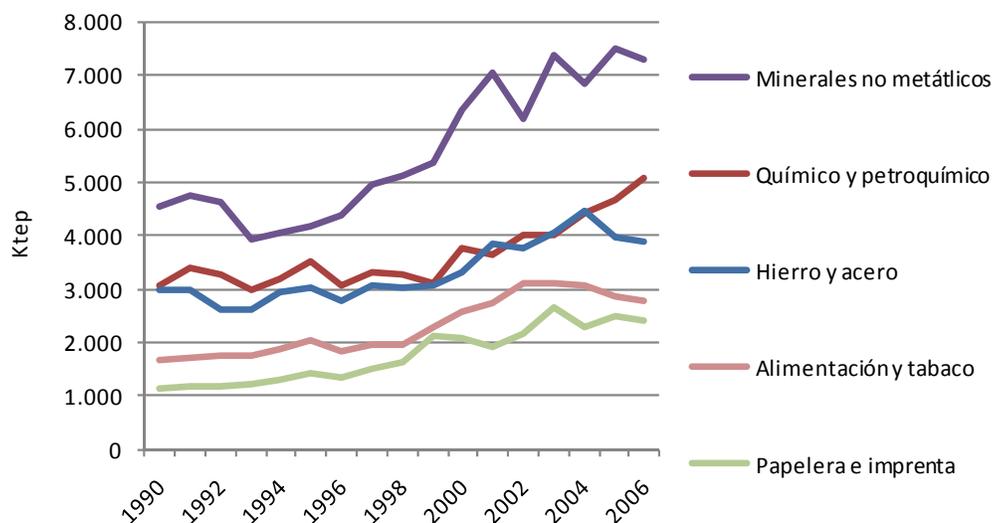
En la industria española, destacan los años 1997 y 2000 con crecimientos anuales en su consumo de energía del 11% y 13,4%, respectivamente, frente a la evolución del consumo energético en otros sectores, incluido el del transporte, en el que los incrementos se situaron siempre por debajo de estas tasas. No es difícil identificar el principal motor de dichos incrementos en la industria. Dentro de este

¹⁰ A nivel sectorial, la AIE tan sólo da datos de consumo energético, pero no de VAB, por lo que tomamos estos últimos de Eurostat.

¹¹ En 1996, el porcentaje del VAB industrial en España y la UE-15 era del 17% en ambos casos, mientras que el peso del consumo energético industrial sobre el total era del 27% en España y del 24% en la UE-15.

sector, el que exhibe un mayor peso y aumento de consumo energético con diferencia es el de minerales no-metálicos, que incluye entre otros la fabricación de vidrio y productos cerámicos, así como la fabricación de elementos de hormigón, yeso y cemento (véase Gráfico 5).

Gráfico 5: Consumo final de energía por tipo de industria



Elaboración: Propia

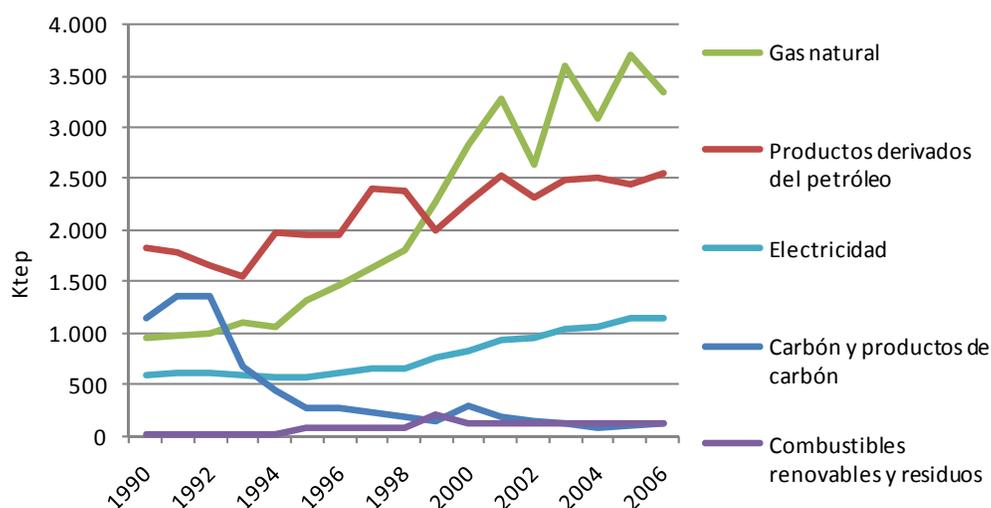
Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

4. El Sector industria de materiales para la construcción

El sector de minerales no metálicos es el de mayor peso en el consumo de energía en la industria española, entre un 21% en 1994 y casi un 27% del total en 2001, y cerca de un 50% superior del segundo, el sector químico y petroquímico. Entre 1996 y 2001, periodo de mayor crecimiento en el sector, el consumo energético del sector de minerales no metálicos en miles de toneladas equivalentes de petróleo (ktep) incrementó más de un 60%, a su vez algo insólito comparado con el comportamiento de cualquier otro sector de la industria para dicho período, o con cualquier otro consumidor final de energía fuera de la industria (Gráfico 5).

Este extraordinario incremento del consumo energético en el subsector de minerales no metálicos se ha visto alimentado fundamentalmente por el uso de gas natural (Gráfico 6). El consumo de gas en el subsector creció más de un 120% entre 1996 y 2001, partiendo, en 1990, de niveles similares a los de uso de carbón y de niveles la mitad por debajo de los de uso de petróleo y derivados. En 2005 el gas ya supone casi el 50% del consumo total, seguido del petróleo y los derivados con cifras que oscilan en el 35%. También conviene llamar la atención sobre la magnitud de los consumos de gas del subsector por comparación a los consumos energéticos globales en los otros sectores de la industria. Sólo un cambio importante en la tecnología o en la funcionalidad del subsector puede explicar un cambio tan dramático en la composición de sus fuentes de energía como para duplicar su uso de gas en menos de 10 años. Aunque nuestra base de datos no dispone de ese nivel de desagregación, la evidencia que proporcionan otras fuentes de datos sugiere que es la expansión extraordinaria de la producción de cemento la que justifica dicha transición. Este aspecto se describe con más detalle en la siguiente Sección.

Gráfico 6: Consumo energético del sector de minerales no metálicos por tipo de energía

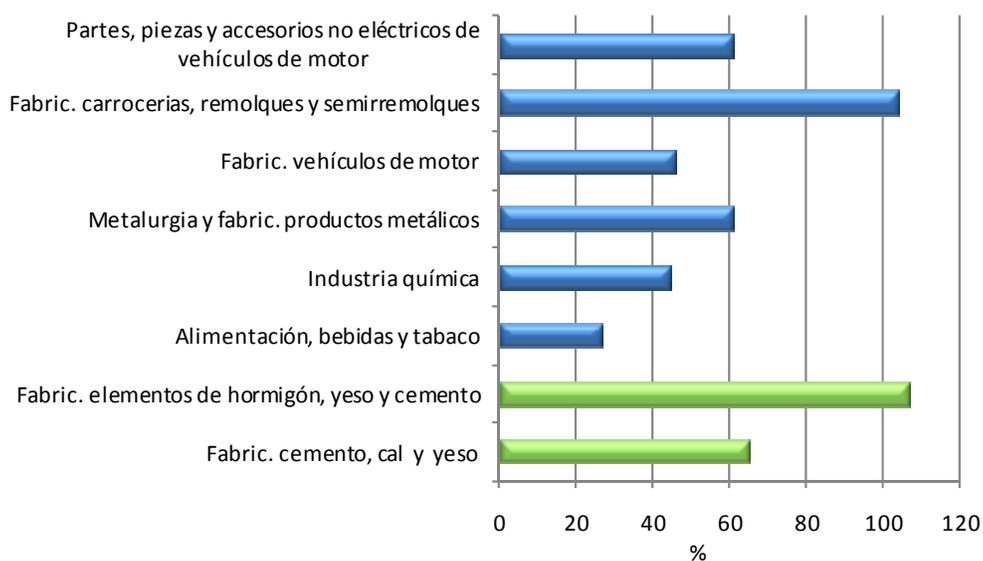


Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

Dentro del crecimiento extraordinario del sector de minerales no metálicos está cómo han variado sus resultados económicos en los últimos años. Aunque la información de la que disponemos es limitada, la rentabilidad económica de la estrategia productiva del sector parece haber sido incuestionable. Por ejemplo, si observamos la evolución de las cifras de negocio de este sector, destacan en comparación con otros sectores manufactureros. En particular, las cifras de negocio muestran crecimientos por encima incluso de los alcanzados por sectores que han ejemplificado los niveles de productividad más altos de la economía española conocidos en el periodo, como por ejemplo el sector de automoción y sus subsectores auxiliares, actividades manufactureras reconocidas ambas por su alta competitividad a nivel internacional y por ello, altamente demandadas (Ver Gráfico 7).

Gráfico 7: Tasa de crecimiento, para el periodo 1993 - 2007, de la cifra de negocios neta de distintos sectores de actividad



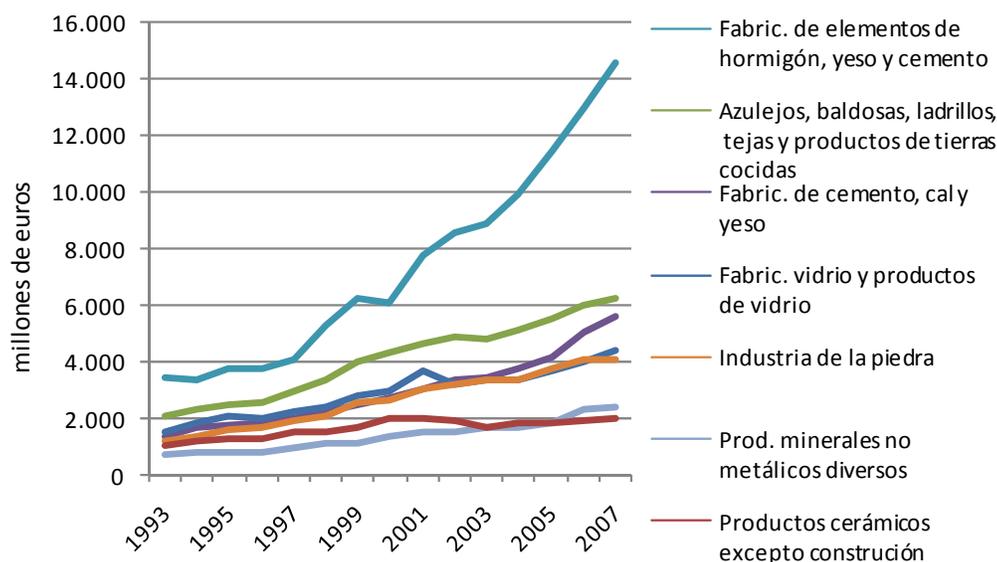
Elaboración: Propia

Fuente: Encuesta Industrial de Empresas, INE.

Entrando en mayor detalle, el sector de minerales no metálicos se encuentra compuesto por siete subsectores: fabricación de vidrio y productos de vidrio;

productos cerámicos excepto los destinados a la construcción; azulejos, baldosas, ladrillos, tejas y productos de tierras cocidas para la construcción; fabricación de cemento, cal y yeso; fabricación de elementos de hormigón, yeso y cemento; industria de la piedra; y productos minerales no metálicos diversos. Entre estos, el subsector más importante es el de fabricación de elementos de hormigón, yeso y cemento, el cual, durante el periodo 1996 - 2001 duplicó su cifra de negocios (Gráfico 8), algo que no ha ocurrido ni de lejos en el periodo de seis años posterior a 2001.

Gráfico 8: Cifras de negocios de los subsectores de minerales no metálicos



Elaboración: Propia

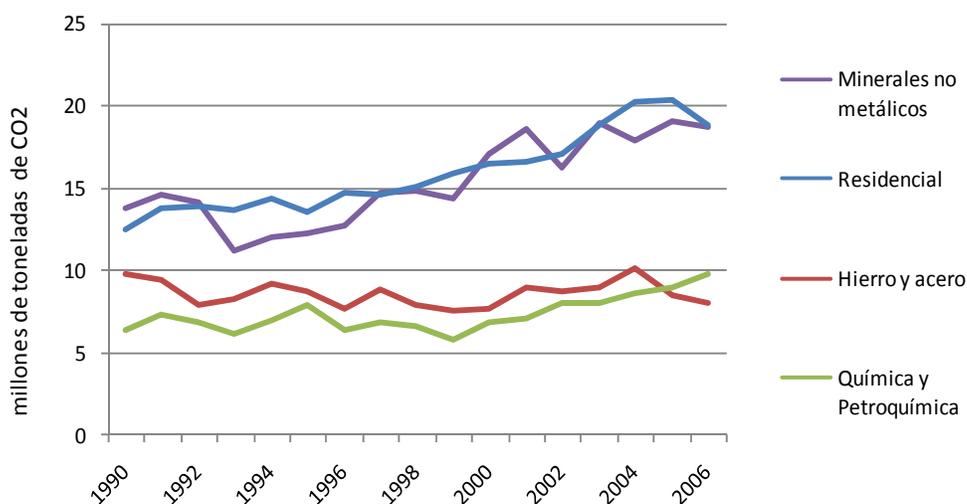
Fuente: Encuesta Industrial de Empresas, INE.

Es muy posible que estas circunstancias hayan condicionado de manera notable la evolución reciente de las emisiones de CO2 en España, lo que está provocando que nuestro país se encuentre en la actualidad entre las economías europeas peor posicionadas para hacer frente a los objetivos del Protocolo de Kioto y del Plan 20/20/20 recientemente comprometido. Por último, tras esta breve anatomía del consumo energético del sector de minerales no metálicos y de su

evolución en los últimos años, resulta oportuno documentar su contrapartida en términos de emisiones de CO2. Como se puede observar en el Gráfico 9 este sector por sí sólo contribuye a las emisiones tanto como todo el sector residencial. Una auténtica anomalía desde una perspectiva internacional.

Con relación a la incidencia del sector constructor en la evolución reciente de las emisiones en España, hay dos cuestiones que merecen una reflexión más extensa, y que tratamos a continuación. La primera tiene que ver con la incidencia que la demanda exterior ha tenido en el boom constructor. La segunda está relacionada con los efectos indirectos de este boom en el sector transporte y en el consumo de energía eléctrica.

Gráfico 9: Emisiones de CO2 de los principales sectores manufactureros contaminantes en España



Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

4.1 La demanda exterior

Cabe preguntarse qué parte de las cifras de consumo energético son atribuibles a la demanda doméstica de estos productos, y que parte tiene que ver

con la producción destinada a la exportación. Aunque no tenemos información del saldo exterior del subsector, podemos tomar como muestra las estadísticas del Ministerio de Fomento para la producción de cemento. En efecto, el saldo neto de exportaciones (exportaciones - importaciones) es casi nulo para el período 1996-2005, y negativo del orden de un 2,6% en media para el período 1996-2001. Por tanto, no parece demasiado aventurado concluir que el destino de la producción del subsector de minerales no metálicos es fundamentalmente la demanda doméstica.

Una cuestión adicional que puede ser relevante en términos de política medioambiental, particularmente en el marco de acuerdos que pudieran alcanzarse a nivel europeo, es la participación de los ciudadanos del resto de los estados miembros de la Unión Europea en el uso y disfrute del boom inmobiliario en España por razones turísticas, y de segunda residencia tras el retiro laboral. De nuevo la información estadística es limitada y dispersa, pero podemos tomar como muestra los datos de viviendas nuevas ocupadas por extranjeros no residentes en los últimos años. Alrededor de un 7% de las nuevas viviendas en 2006 fueron ocupadas por extranjeros no residentes (sólo disponemos de datos desde 2006). Por supuesto los usos vacacionales son bastante más difíciles de imputar. En cualquier caso, tampoco parece que la demanda extranjera haya sido el determinante principal del *boom* constructor en España.

4.2 El transporte de mercancías y el uso de electricidad

Más importante que buscar justificaciones indirectas es no perder de vista la contribución del boom inmobiliario al transporte de mercancías por carretera. Como muestra de ello, las estadísticas del Ministerio de Fomento indican que en 2006 más del 77% de las toneladas por kilómetro recorrido transportadas en el ámbito intramunicipal, casi el 50% en el ámbito intrarregional, y el 17% en el ámbito interregional fueron "los minerales en bruto o manufacturados y los materiales de construcción." En total representaron el 29% de las toneladas por kilómetro

recorrido en el transporte interior por carretera. En el 2007 y 2008 las cifras no cambiaron mucho. Aunque resulte elaborado cuantificarlo, estas cifras pueden dar una idea del vínculo entre toneladas transportadas, consumo de energía y emisiones contaminantes. Además, la proliferación de núcleos urbanos de alta densidad poblacional a las afueras de las principales ciudades (y centros de trabajo) ha fomentado la movilidad, y por ende el consumo energético del transporte privado.

Finalmente debemos notar que el sector de minerales no metálicos ha utilizado en media, para el periodo 1990-2006, un 5% del total de la producción eléctrica y como indicábamos al principio la misma ha sido responsable, en promedio para el mismo periodo, de casi el 30% de las emisiones de CO₂ totales. Esto nos permite tener una noción de las emisiones de CO₂ ocasionadas indirectamente por este sector, mediante el consumo de energía eléctrica.

Por tanto, aunque es difícil resumir en un solo número la responsabilidad directa e indirecta del sector inmobiliario, y más en general de la construcción y sus insumos, en las emisiones de CO₂, consideramos que la evidencia presentada sugiere que esta no es menor del 15%, que se compone de un 8% de la parte inmobiliaria de industria y construcción, un 5% del 30% de producción eléctrica, y no menos de un 15% del 30% del transporte. Además, en realidad, el número relevante debería reflejar cuál habría sido el consumo energético con una actividad inmobiliaria adecuadamente dimensionada. Para dar este número es necesario disponer, más allá de los datos, de un modelo completamente especificado de uso de energía (e.g. Díaz y Puch (2004)).

En la siguiente sección, lejos de construir un modelo de uso de energía, realizamos un análisis econométrico sobre los determinantes de las emisiones en España, centrándonos en la incidencia de la construcción. Las limitaciones en los datos disponibles obligan a utilizar el consumo aparente de cemento como variable de control del impacto de la construcción.

5. Un simple modelo cuantitativo sobre determinantes de emisiones: *boom y parón inmobiliario*

En esta sección llevamos a cabo un simple análisis cuantitativo que relaciona las emisiones con la construcción y otras variables relevantes, como son el PIB, el consumo energético y los cambios en el mix energético primario. Usamos las series anuales de emisiones de CO₂, de PIB, de población y de consumo energético primario que nos facilita la AIE desde 1960 para España. Como indicador del sector construcción, consideramos el consumo aparente de cemento que facilita el MFOM español, cuyas series van desde 1964 hasta la actualidad. Este es, indiscutiblemente, el mejor indicador sobre la evolución del sector constructor en España. Su periodicidad es mensual, por lo que hemos anualizado la serie para llevar a cabo el análisis cuantitativo.

Nuestro objetivo es cuantificar la importancia que el sector constructor ha tenido en las emisiones de CO₂ en España en las últimas décadas. Para ello estimamos una ecuación dinámica (todas las variables están expresadas en logaritmos neperianos), en la que las emisiones por habitante (CO₂) vienen explicadas por el PIB per capita (Y), el consumo energético primario total por habitante (E) y el consumo de cemento por habitante (C); también, en un intento de controlar por los cambios en el mix energético español, incluimos en la regresión el ratio entre energía primaria en renovables (R) sobre el total y el ratio de energía primaria en productos petrolíferos sobre el total (P). La ecuación que estimamos es la siguiente:

$$\ln CO_{2,t} = \alpha + \beta \cdot \ln CO_{2,t-1} + \gamma_1 \ln Y_t + \gamma_2 \ln E_t + \gamma_3 \ln C_t + \gamma_4 \ln R_t + \gamma_5 \ln P_t + \varepsilon_t,$$

Ecuación (1)

Esta especificación dinámica es estándar en la literatura de series temporales y consistentes con un modelo de corrección de error. El término

dinámico de la ecuación permite controlar el modelo de la inercia de las emisiones y del resto de variables. Además, tiene una ventaja adicional, y es que permite recuperar las elasticidades de largo plazo a partir de las de corto plazo. Los coeficientes estimados asociados a cada variable (de γ_1 a γ_5) reflejan las elasticidades de corto plazo. Por su parte, las elasticidades de largo plazo las obtendríamos simplemente dividiendo las elasticidades de corto plazo por $(1-\beta)$.

La Tabla 2 resume estas estimaciones cuando consideramos toda la muestra (desde 1960 hasta 2006), y para una muestra restringida (entre 1960 y 1988) por las razones que damos a continuación. En ambos casos presentamos los resultados del modelo con y sin cemento.

Tabla 2: Determinantes de emisiones de CO2 en España

Variable dependiente: CO2 por habitante				
Periodo de tiempo:	1960-2006		1960-1988	
Estimación	Modelo sin Cemento	Modelo con cemento	Modelo sin Cemento	Modelo con cemento
Constante	-1.955 (**) 0.363	-3.385 (**) 0.611	-2.628 (**) 0.547	-0.428 1.371
CO2 (-1)	0.424 (**) 0.071	0.413 (**) 0.073	0.429 (**) 0.058	0.305 (**) 0.062
(Y) PIB per cápita	0.174 0.153	-0.230 0.251	-0.294 (*) 0.144	0.553 0.451
(E) consumo energético primario total per cápita	0.309 (**) 0.095	0.517 (**) 0.128	0.551 (**) 0.135	0.206 0.250
(P) % energía primaria en productos petrolíferos	0.087 (*) 0.035	0.021 0.063	0.135 (**) 0.022	0.447 (**) 0.133
(R) % energía primaria en renovables	-0.037 0.032	-0.051 (*) 0.024	-0.062 (*) 0.027	-0.074 (**) 0.031 (**)
(C) consumo de cemento per cápita	-- --	0.137 (**) 0.049	-- --	-0.242 0.123 (*)
R2	0.995	0.996	0.997	0.997
Durbin-Watson stat	1.569	1.720	2.195	2.186
p-valor test F	0	0	0	0

(*) significativo al 5%

(**) significativo al 1%

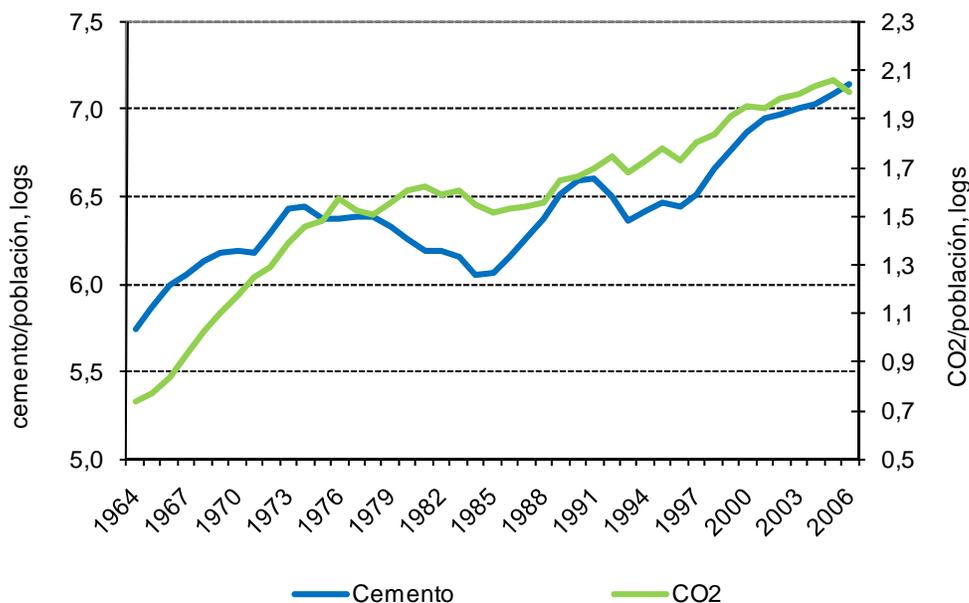
En primer lugar destacamos el notable efecto que tienen las variables energéticas sobre las emisiones: E es significativa al 1% y su coeficiente (elasticidad de corto plazo) es positivo. También observamos el signo positivo del

coeficiente asociado al mix de los productos petrolíferos y el negativo para las renovables, como era de esperar: el primero es significativo al 5% en el modelo sin cemento, mientras que el segundo es significativo al 1% en el modelo con cemento. Además, encontramos que, una vez incluidas en el modelo las variables energéticas, la relación entre el PIB y las emisiones deja de ser significativa. Este resultado es consistente con Marrero (2009).

También es importante destacar la relevancia que tiene la inclusión del cemento en la regresión, no sólo por el hecho de mostrar un coeficiente positivo y significativo, sino porque además su no inclusión genera importantes sesgos en las estimaciones de las demás variables, como se aprecia al comparar las estimaciones de las demás variables entre el modelo con y sin cemento. Por otra parte, si miramos al modelo estimado cuando consideramos toda la muestra (1960-2006), a pesar de estar trabajando con variables anuales y de tener ya incluido en el modelo un retardo de la endógena, destacamos que el estadístico DW es muy distinto de 2, lo cual apunta a la existencia de autocorrelación adicional en los residuos del modelo. En parte, esto puede deberse a un cambio en la relación de las variables a lo largo de la muestra. Este aspecto, de suma importancia para entender la relación entre el boom constructor y las emisiones, será discutido a continuación.

El gráfico 10 muestra la evolución conjunta de las series anuales de consumo de cemento y de emisiones como ilustración de la posibilidad de dicho cambio en esta relación.

Gráfico 10: Emisiones de CO2 y consumo aparente de cemento en España



Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía, AIE.

El co-movimiento entre el consumo de cemento y las emisiones es claramente distinto antes de 1988 (comienzo del primer boom constructor), aproximadamente, y después de esta fecha. También se observa cómo es en la década de los noventa, más concretamente después de la crisis del 1992-93, cuando la evolución conjunta parece ser más estrecha. Esta evidencia apunta a que la incidencia del sector de la construcción (medido por el consumo de cemento) no ha sido la misma a la largo de la historia española. Más concretamente, esta evidencia inicial apunta a que su relación ha cambiado notablemente antes de finales de los ochenta y posteriormente a mediados de los noventa, con una transición marcada por el primer boom constructor.¹²

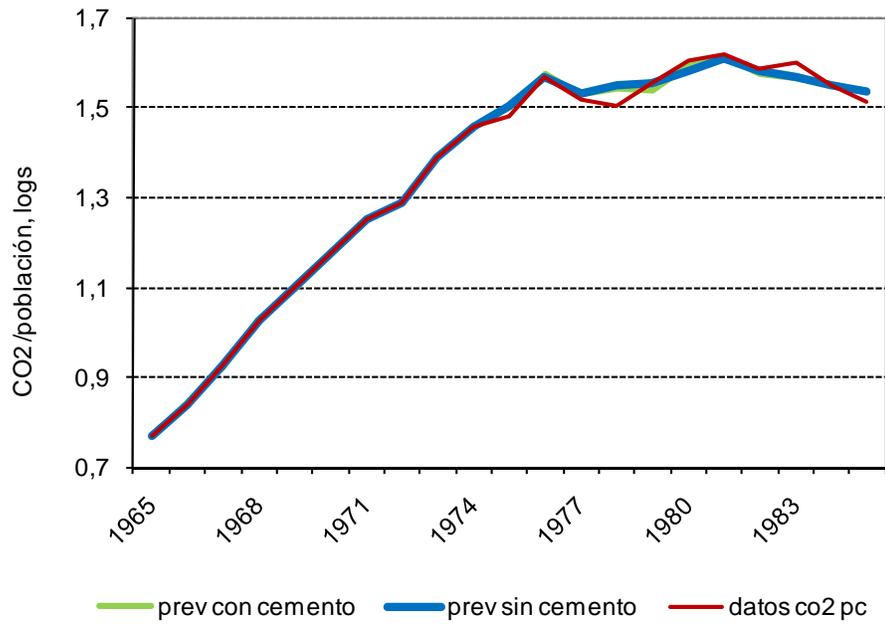
¹² Estadísticamente, queda corroborado realizando un test de Chow de cambio estructural, que apunta a que existe un cambio significativo en la relación entre las variables entre antes de 1988 y después de esa fecha. En el apéndice realizamos una estimación por mínimos cuadrados recursivos para los parámetros de consumo de cemento, de energía y de PIB, y se aprecia claramente este cambio.

Así, para mejorar nuestra comprensión de la relación entre cemento y emisiones, estimamos el modelo (1) para el periodo anterior a 1988 (entre 1960 y 1988). Los resultados se presentan en los dos últimos paneles de la Tabla 2. De esta estimación tan sólo queremos destacar que el coeficiente del cemento es ahora negativo y significativo al 5%, resultado radicalmente distinto al obtenido cuando incluimos la última parte de la muestra en el análisis.

Como contraste adicional, de interés para entender el cambio en la importancia del cemento como determinante de las emisiones en España, realizamos el siguiente ejercicio de predicción intramuestral. Primero, efectuamos previsiones intramuestrales para el periodo 1975-1985 (Gráfico 11) con datos, y las estimaciones del modelo entre 1960 y 1988 con y sin cemento. Lo que se aprecia es que las diferencias son mínimas, por lo podemos concluir que la capacidad predictiva del cemento ha sido mínima en este periodo.

En segundo lugar, hacemos lo mismo pero usando toda la muestra y centrándonos en las previsiones entre 1990 y 2006 para el modelo con y sin cemento (Gráfico 12). En este periodo de tiempo, las diferencias son notables a favor del modelo con cemento. Así, como primera conclusión para este último periodo de tiempo, el cemento sí tiene una capacidad predictiva importante sobre las emisiones.

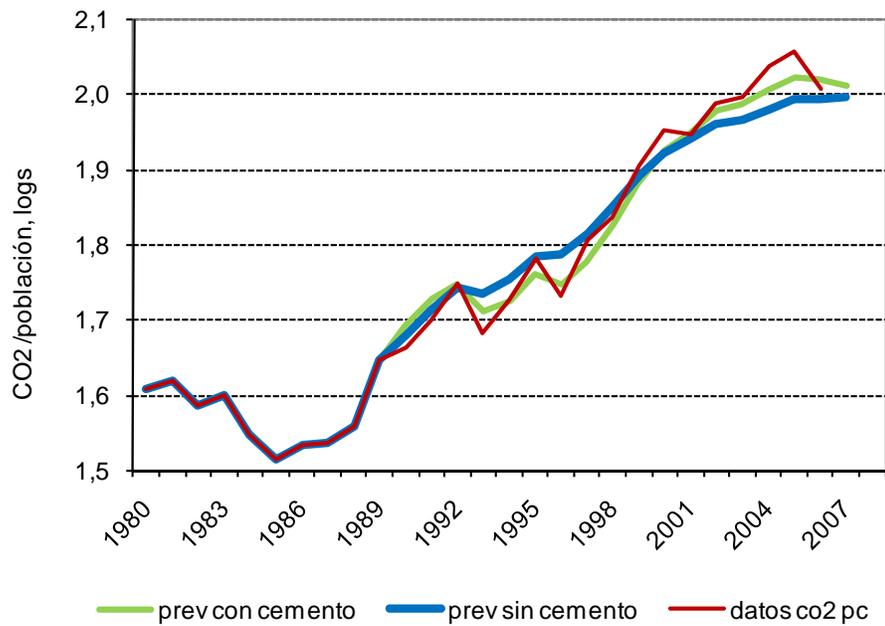
Gráfico 11: Previsiones intramuestrales de Emisiones de CO2: 1975-1985



Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

Gráfico 12: Previsiones intramuestrales de Emisiones de CO2: 1990-2006



Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

No obstante, debemos de destacar que aunque las predicciones del modelo con cemento baten claramente las del modelo sin cemento, a partir de 1996-1998 ambos modelos subestiman sistemáticamente la evolución de las emisiones. Así, las observaciones del pasado y la evolución del consumo aparente de cemento ayudan, pero siguen siendo insuficientes para capturar la nueva realidad asociada al boom inmobiliario.

5.1 El parón inmobiliario

Los efectos negativos del parón inmobiliario se han extendido por casi todas las ramas de actividad, y muy dramáticamente sobre el empleo. Sin duda alguna también se han extendido al transporte por carretera, especialmente de aquellas mercancías relacionadas con la construcción. Cabe preguntarse sin embargo si este parón tendrá los efectos beneficiosos sobre el medio ambiente en la línea que predicen algunos. Desde luego, a corto plazo, parece claro que el consumo energético final se ha frenado sustancialmente y parece previsible que la situación no cambie demasiado en el próximo año y quizás el siguiente. Es pronto para valorar exactamente el impacto de dicha desaceleración. Sobre lo que no cabe duda es que el cambio en el modelo productivo español no sólo podría beneficiar a nuestra productividad y competitividad y al mercado laboral, sino también a nuestra capacidad de asumir los compromisos medioambientales del escenario post-Kioto.

Para lo primero, desplazar la actividad económica desde sectores escasamente tecnológicos y aparentemente sobredimensionados como la construcción y sus insumos hacia otros más integrados en la cadena de valor global y que típicamente exigen trabajo cualificado parece una necesidad. Respecto a lo segundo, una menor presión en la demanda de combustibles fósiles por parte de sectores intensivos en energía que redimensionan su capacidad puede contribuir a

un entorno productivo con objetivos de eficiencia energética y de apuesta por las energías renovables.¹³

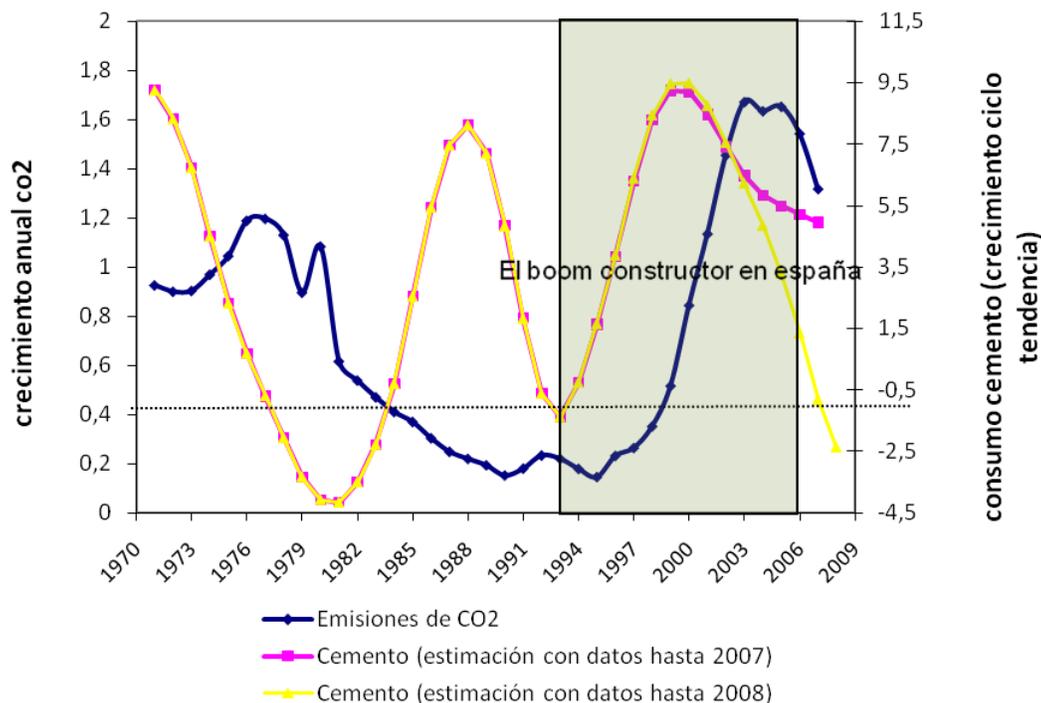
Pero de momento sabemos que España no va precisamente adelantada en sus deberes con la AIE en relación con los pactos de Gleneagles (Escocia) en 2005. Esta circunstancia puede deberse en parte al lastre de la hasta hace unos meses todavía extraordinaria demanda energética de la *economía del ladrillo*. El Gráfico 13 ofrece evidencia respecto a que las señales efectivas del parón inmobiliario han llegado muy recientemente. Dicho gráfico relaciona el crecimiento de las emisiones de CO2 en España desde 1970 con el comportamiento cíclico (descomposición ciclo-tendencia) del consumo aparente de cemento.¹⁴

De nuevo, resulta relevante llamar la atención sobre la ausencia de relación entre ambas series hasta alrededor de 1996. Es a partir de ese año cuando los incrementos de las emisiones coinciden con la expansión en el consumo de cemento que alcanza su punto más alto del ciclo en el entorno de 2001. El crecimiento de las emisiones se estabiliza unos años después, pero no es hasta muy recientemente que se registra un cambio de tendencia en dichas emisiones. En segundo lugar, la predicción de la descomposición ciclo-tendencia que se obtiene para el consumo de cemento con datos hasta 2007 es significativamente distinta de la que se obtiene si se incorporan a la estimación observaciones hasta finales de 2008. La segunda muestra una caída brusca del consumo de cemento, mientras que la primera apuntaba a una suave desaceleración. Cabe esperar que los nuevos datos de emisiones reflejen esta situación.

¹³ En el escenario de crisis actual, se corre el riesgo de que la preocupación ambiental quede relegada a un segundo plano, especialmente en el caso de España dada la virulencia con la que ha alcanzado a nuestro país. La crisis, y unos precios bajos del petróleo, coyunturalmente, puesto que los analistas coinciden que la reducción del precio no será permanente, pueden mermar seriamente el incentivo inversor e innovador de la industria energética en nuevas fuentes de energías renovables. De ahí que la AIE haya apuntado recientemente que los Gobiernos deberían destinar a energías limpias de manera sostenida durante las próximas décadas del orden de cuatro veces más de lo proyectado en los planes de estímulo inicialmente pactados.

¹⁴ La descomposición ciclo-tendencia realizada en este trabajo se corresponde a la metodología propuesta por García-Ferrer et al. (1996), aplicada en numerosas ocasiones para series anuales (García-Ferrer y Pincela, 2002) y trimestrales (Marrero, 2007). Los resultados cualitativos son muy similares a si considerásemos la metodología usada por el Ministerio español (el Tramo-Seats).

Gráfico 13: Consumo de cemento y emisiones de CO2 en España (crecimientos anuales)

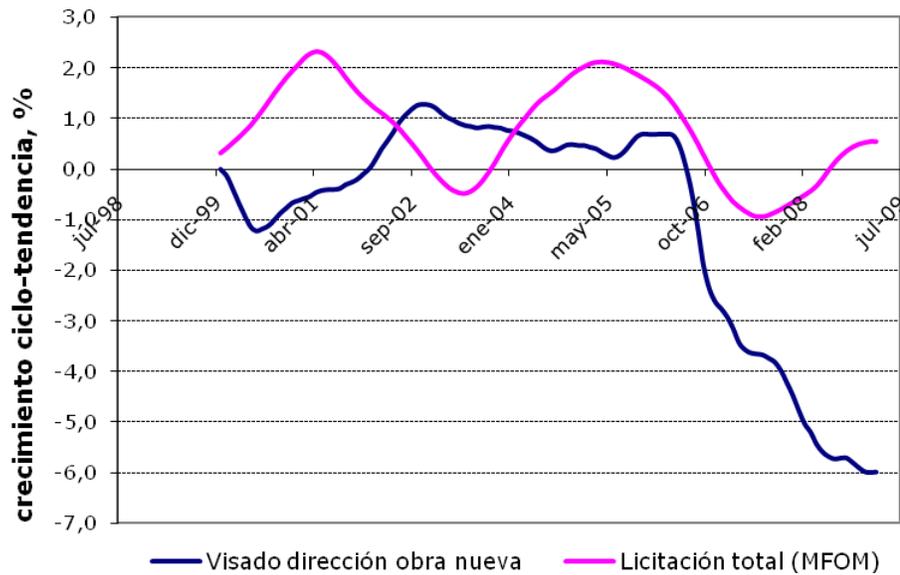


Elaboración: Propia

Fuente: Agencia Internacional de Energía AIE.

Para finalizar esta Sección, y con el objetivo de dar una idea acerca de la magnitud del parón inmobiliario en España, mostramos la evolución mensual del ciclo-tendencia de los principales indicadores del sector constructor: adelantados (Gráfico 14) y coincidentes (Gráfico 15). Los datos son los recopila la Dirección General de Análisis Macroeconómico y Economía Internacional del Ministerio de Economía. La desaceleración de la construcción es evidente desde finales de 2005. Sin embargo, durante un tiempo esta desaceleración fue suave, y podemos decir que la crisis del sector es tan sólo una realidad desde finales de 2006 por el solapamiento entre la finalización de la obra existente y el parón en la obra nueva. Los siguientes años han corroborado la crisis y han aumentado la magnitud de la misma.

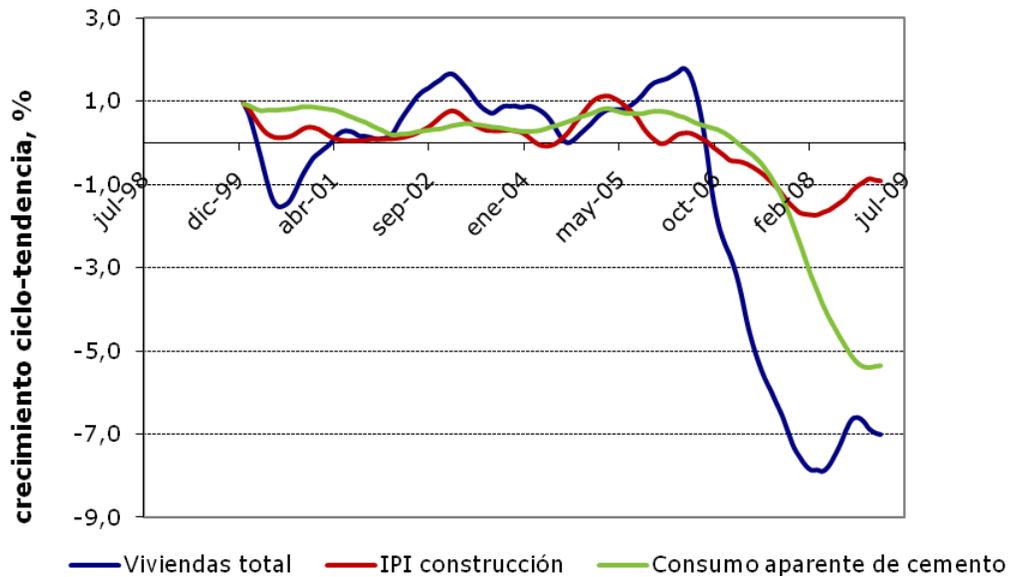
Gráfico 14: Indicadores adelantados del sector de la construcción



Elaboración: Propia

Fuente: Dirección General de Análisis Macroeconómico y Economía Internacional

Gráfico 15: Indicadores coincidentes del sector de la construcción

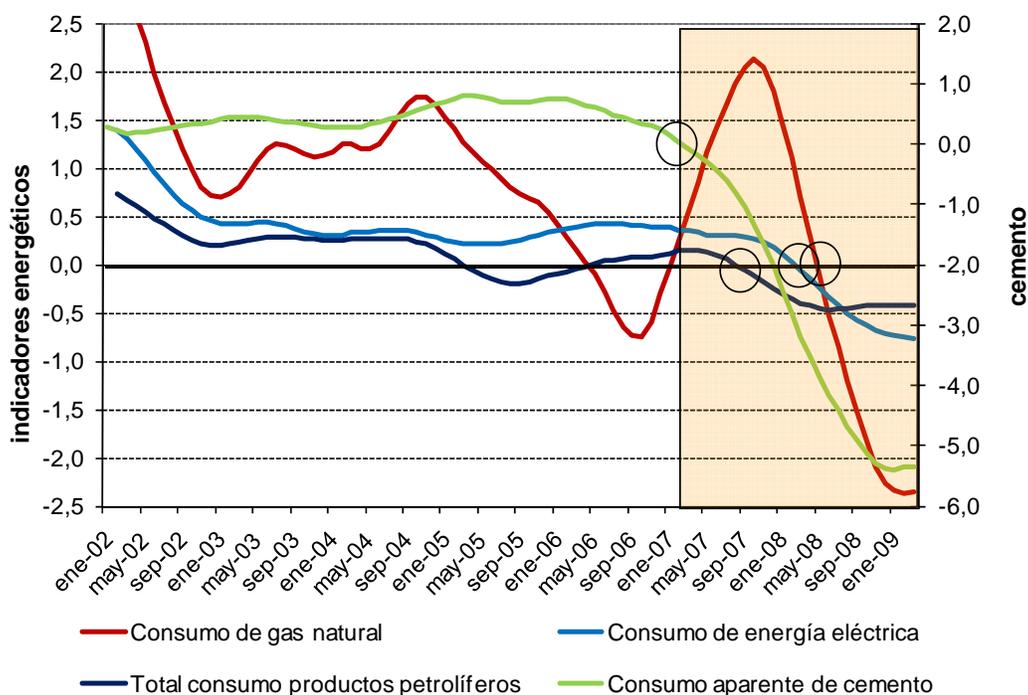


Elaboración: Propia

Fuente: Dirección General de Análisis Macroeconómico y Economía Internacional

Se trata en cualquier caso de una realidad de extraordinaria intensidad que de acuerdo con las observaciones del Gráfico 11 debería estar reflejando en el uso energético y las emisiones de los últimos meses.

Gráfico 16: Indicadores energéticos y el consumo aparente de cemento



Elaboración: Propia

Fuente: Dirección General de Análisis Macroeconómico y Economía Internacional

En efecto, el Gráfico 16 recoge claramente cómo la desaceleración en el consumo aparente de cemento coincide inicialmente con un menor consumo eléctrico y de petróleo, y arrastra en última instancia, a medida que se profundiza el descenso de la actividad a mediados de 2007, el consumo de gas natural. Para una mejor visualización los círculos del gráfico marcan las fechas en las que comienzan a caer el ciclo tendencia de cada una de las series. En el segundo trimestre de 2007 comienza el descenso del consumo de cemento, en el tercer trimestre de 2007 el del consumo petrolífero y entre el primero y segundo de 2008 el gas natural y el consumo de energía eléctrica. A la vista de este simple análisis,

parece claro que el parón inmobiliario está ahí, y vinculado directamente al consumo energético y a las emisiones.¹⁵

6. Conclusiones

¿Cuál habría sido la evolución de las emisiones de CO2 en España en ausencia del boom inmobiliario? La evidencia proporcionada en este artículo sugiere que, respecto a la discrepancia observada frente a la UE 15, no menos de un tercio menor. Una respuesta precisa a esta pregunta exigiría la especificación de un modelo dinámico y de equilibrio general, su calibración o estimación para la economía española, y su uso para valorar los márgenes de ahorro y eficiencia energética disponibles en la actualidad, y con ello diseñar políticas de estímulo adecuadas.

Por descontado, no somos los primeros en poner de manifiesto la relevancia de sectores clave para la reducción de las emisiones de CO2. El director ejecutivo de la AIE ha sugerido que "la descarbonización del sector energético y la reducción de la intensidad de CO2 de los sectores clave tales como el hierro y el acero, cemento, papel, productos químicos y petroquímicos, así como el aluminio, será fundamental para alcanzar los objetivos ambiciosos para reducir a la mitad las emisiones globales de CO2 de aquí a 2050". En particular, la AIE pronto lanzará un plan tecnológico para el sector del cemento que se desarrolló en colaboración con el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Si la economía española se ha liberado del tsunami urbanizador es posible que se encuentre en una posición más favorable a la hora de cumplir sus compromisos medioambientales, y eventualmente seguir la recomendación de la AIE en cuanto a destinar a energías limpias del orden de cuatro veces más de lo proyectado en los planes de estímulo ya pactados para salir de la Gran Recesión.

¹⁵ El lector interesado en la coyuntura más reciente de producción de cemento y consumo energético, así como de otros aspectos de interés puede dirigirse al Observatorio de Cambio Climático Iberdrola-Fedea <http://www.crisis09.es/cambioclimatico/index.html>

Lejos de confiar la sostenibilidad energética y la preocupación medioambiental a la evolución de la crisis, y para compensar a los mecanismos del mercado en estos tiempos difíciles, tal vez sea necesario confiar si cabe un poco más en los acuerdos multilaterales post-Kioto y en la iniciativa innovadora. No parece tarea fácil, pero tengamos en cuenta que una vez más podríamos estar frente a un problema de decisión intertemporal, en el que el sacrificio económico presente podría ser más que compensado por el beneficio futuro, con la peculiaridad de que este beneficio no sólo sería económico sino también medioambiental.

Referencias

Alcántara, Vicent y Jordi Roca (1995), Energy and CO2 Emissions in Spain 1995, *Energy Economics*, 17(3).

Alcántara, Vicent, Emilio Padilla y Jordi Roca (2008), De los requerimientos finales de energía a los de energía primaria y las emisiones de CO2. Aproximación a partir de los balances de energía. Aplicación a Cataluña, 1990-2005, *Economiaz* 67

Arellano, Manuel y Samuel Bentolila (2009), "La burbuja inmobiliaria: causas y responsables," en La Crisis de la Economía Española: Lecciones y Propuestas. FEDEA, <http://www.crisis09.es/ebook/>.

Díaz, Antonia, Luis A. Puch y Dolores Guillo (2004), Costly Capital Reallocation and Energy Use, *Review of Economic Dynamics* 7(2), 494-518.

García-Ferrer A., del Hoyo J, Novales A and P. Young (1996). Recursive Identification, Estimation and Forecasting of nonstationary time series with Applications to GNP International Data. In Bayesian Analysis in Statistics and Econometrics: Essays in Honour of Arnold Zellner, Berry DA, et al. (eds); John Wiley, New York.

García-Ferrer Antonio, y Pilar Poncela (2002), Forecasting International GNP Growth Rates through Common Factors and other Procedures, *Journal of Forecasting* 21, 225-244.

IPCC (1997), "Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory," Intergovernmental Panel on Climate Change." Ver también 2006.

Marrero, Gustavo A. y Francisco Ramos-Real (2008). "La intensidad energética en los sectores productivos en la UE-15 durante 1991 y 2005: ¿Es el caso español diferente?", Estudios Económicos FEDEA 08-08.

Marrero, Gustavo A. (2007), Traditional versus Unobserved Components Methods to Forecast Quarterly National Account, *Journal of Forecasting*, 26, 129-153.

Marrero, Gustavo A. (2009). Greenhouse gases emissions, growth and the energy mix in Europe: a dynamic panel data approach. FEDEA WP 2009-16.

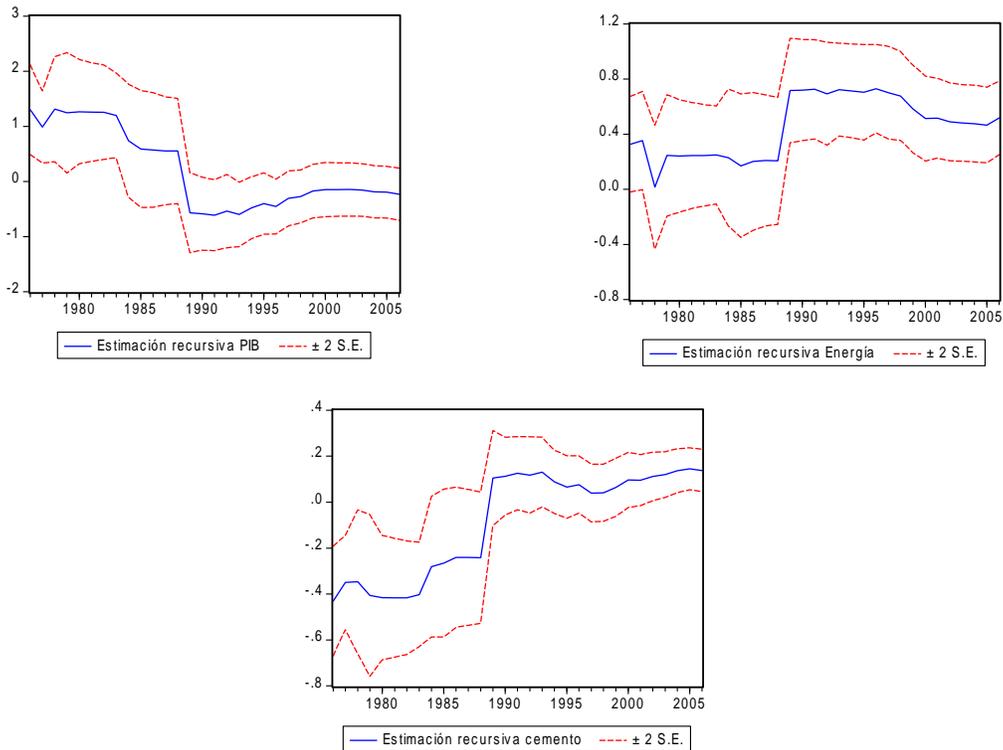
Mendiluce, María, Ignacio Pérez Arriaga y Carlos Ocaña (2009), "Comparison of the evolution of energy intensity in Spain and in the UE15. Why is Spain different?" *Energy Economics*, en prensa.

Observatorios Fedea (2009), "Observatorio de Cambio Climático Iberdrola-Fedea," <http://www.crisis09.es/cambioclimatico/index.html>

Szabó, László, Ignacio Hidalgo, Juan Carlos Císcar y Antonio Soria (2006), "CO2 emission trading within the EU and Annex B countries: the cement industry case," *Energy Policy*, 34(1), 72-87.

Apéndice:

En este apéndice estimamos el ecuación (1) usando un procedimiento de mínimos cuadrados recursivos. El siguiente grupo de gráficos muestra la estimación recursiva de las elasticidades de corto plazo del PIB, de la energía y del cemento:



Lo más destacado es el claro cambio en la relación entre las variables que se aprecia a finales de los ochenta. Nos centramos en la elasticidad del consumo de cemento por nuestro interés. Con datos anteriores de esta fecha, su estimación es negativa y altamente no significativa, como se aprecia por la grandes bandas de confianza de los estimadores. A partir de esa fecha, la relación se convierte en positiva y significativa. Además, a medida que avanzamos en los noventa, la estimación es más significativa. También destacamos el nuevo repunte del coeficiente estimado que se aprecia a partir de 1996, el segundo gran boom constructor y fecha que ha sido el centro de nuestro trabajo.