

economics for energy

This working paper has been developed within the Alcoa
Advancing Sustainability Initiative to Research and Leverage
Actionable Solutions on Energy and Environmental Economics



WP FA04B/2012

Cambio Climático, Edificios y Precios de la Energía

Alberto Gago, Michael Hanemann, Xavier Labandeira,
Ana Ramos

Cambio Climático, Edificios y Precios de la Energía

Alberto Gago^a, Michael Hanemann^b, Xavier Labandeira^{a*} y Ana Ramos^a

Resumen

Los edificios son esenciales para el control de la demanda energética actual y futura y, por tanto, de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. En este trabajo indicamos que, debido a diversas barreras generales y específicas a la implantación de medidas de eficiencia energética en edificios, los precios de la energía y los instrumentos convencionales de las políticas energéticas y ambientales pueden no ser suficientes para conseguir los objetivos deseados. Por ello sugerimos la aplicación de un novedoso paquete de medidas complementarias que pueden abordar simultáneamente los problemas de información imperfecta, incentivos separados entre agentes, incertidumbre sobre costes y acceso limitado a capital. El paquete de política propuesto se define en torno a la certificación energética de los edificios, usa estándares flexibles de edificación, medición inteligente de consumos y emplea un nuevo impuesto sobre la ineficiencia energética para introducir incentivos continuos a las mejoras en eficiencia energética y cuya recaudación se emplea para mitigar los problemas de acceso a capital que pueden experimentar ciertas empresas y familias.

^a Rede (Universidade de Vigo) y Economics for Energy

^b Arizona State University y University of California at Berkeley

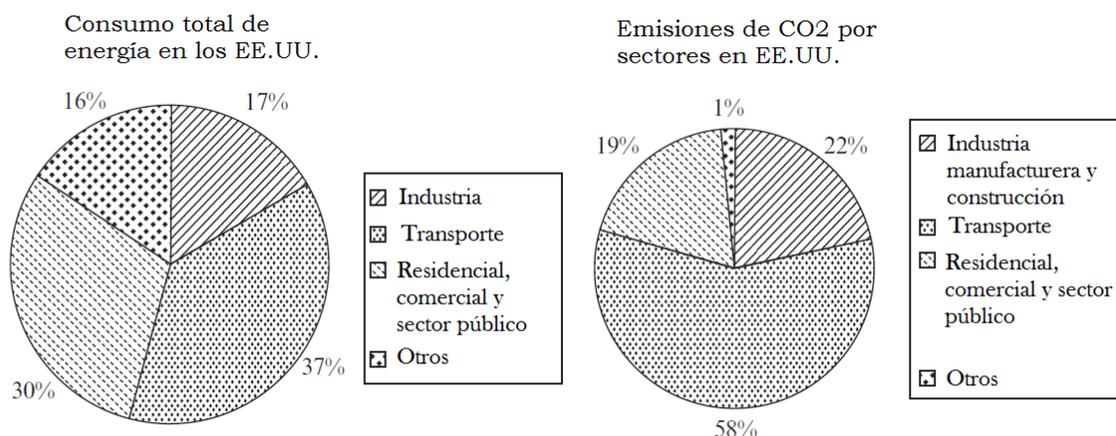
* Autor de contacto: xavier@uvigo.es

Agradecemos los comentarios de Roger Fouquet a una versión anterior de este artículo. El trabajo ha sido posible gracias al apoyo económico del Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto ECO2009-14586-C02-01) y al programa de investigación avanzada en sostenibilidad de la Fundación Alcoa. No obstante, los errores u omisiones son responsabilidad exclusiva de los autores.

1. Introducción

Los edificios son un elemento crucial para controlar la demanda de energía y, por consiguiente, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Cerca del 40 por ciento del consumo final de energía en el mundo procede de los edificios (IPCC, 2007; IEA, 2008). Este porcentaje sigue siendo muy elevado si nos fijamos en los países desarrollados: la Figura 1 ilustra el caso de EE.UU., donde la edificación es responsable del 30 por ciento del consumo total de energía y cerca del 20 por ciento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Además, los edificios conforman un *stock* de capital con gran importancia para las emisiones y consumo energético futuros y la definición de las políticas energéticas y ambientales. Cerca del 60 por ciento de los edificios existentes en Reino Unido, EE.UU. y España, por ejemplo, fueron construidos antes de 1980 (Sweatman y Managan, 2010), lo que hace probable un alto nivel de emisiones de CO₂ (proporcionalmente más elevado que el los edificios nuevos) y un reducido nivel de eficiencia energética. Por ello, la mitigación de GEI puede verse seriamente comprometida si la construcción de nuevos edificios o la rehabilitación de edificios antiguos no abordan adecuadamente su perfil energético-ambiental.

Figura 1. Principales fuentes de consumo energético y emisiones de CO₂ en EE.UU.



Fuente: IEA (2012) and World Bank (2012).

En este sentido, existe una especial preocupación por los impactos que el crecimiento económico y poblacional puede provocar en el sector residencial de los países en desarrollo. El aumento de la demanda energética y de las emisiones vendrían dados por una combinación de un mayor *stock* de edificios ineficientes y un aumento del consumo de energía de cada hogar a causa del crecimiento

de sus ingresos¹. En esta situación, si se considera necesaria una reducción del consumo energético en el sector residencial de hasta un 30 por ciento sobre el nivel base para 2030 (IPCC, 2007), es bien posible que no puedan cumplirse los objetivos de mitigación para este sector. De hecho, el último *World Energy Outlook* de la IEA (2011a) resalta la importancia crítica de la eficiencia energética para limitar la tendencia alcista de las emisiones de GEI, y advierte de que el componente estacionario de las emisiones, junto con la falta de acciones contundentes, están cerrando el margen de actuación para evitar una mayor concentración de GEI en la atmósfera.

Ahora bien, dada la elevada coste-efectividad de las medidas de eficiencia energética aplicadas en este ámbito, el reto puede ser visto como una oportunidad. Los expertos han identificado así la existencia de un gran potencial para reducir el consumo energético mediante el diseño y construcción en las instalaciones nuevas y a través de la rehabilitación energética en los edificios existentes². Algunos estudios identifican posibilidades de reducción del consumo energético de hasta un 75% en los edificios nuevos, que podrían alcanzar entre el 20% y el 50% mediante la rehabilitación de instalaciones antiguas (IPCC, 2007; Comisión Europea, 2011). En particular, las medidas aplicadas en los edificios nuevos se clasifican habitualmente entre las alternativas de reducción del consumo más coste-efectivas. Este hecho puede observarse en la Figura 2, donde se observa como algunas medidas de ahorro energético pertenecientes al sector residencial pueden llegar a mostrar costes negativos (opciones *win-win*) en la curva global de costes de reducción de GEI para 2030³.

¹ El desglose actual de la demanda energética de los hogares y del sector comercial de los países emergentes revela un patrón heterogéneo. Por ejemplo, la distribución del uso energético en el sector residencial y comercial en China es similar a la observada en los países desarrollados; sin embargo, otras economías emergentes, como México, muestran diferencias substanciales (IPCC, 2007; Rosas-Flores et al., 2011). Esta variación probablemente se debe a las condiciones climáticas y culturales específicas, que obviamente afectarán la potencial evolución (y ahorros) de los usos energéticos en los edificios de los países en vías de desarrollo.

² La mayoría de medidas de eficiencia energética aplicables en el sector residencial se encuentran en plena madurez tecnológica, ya que han sido estudiadas y aplicadas desde la crisis energética de 1970. En particular, Laquatra (1986) y Gilmer (1989) analizan los efectos de mercado de la inversión en eficiencia energética para viviendas construidas a través del *Energy Efficiency Housing Demonstration Program*, que se llevó a cabo en Minnesota en 1970. Muchas de esas técnicas de ahorro energético están disponibles en el mercado, generalmente las relacionadas con la iluminación y las instalaciones de calefacción y refrigeración o las técnicas de aislamiento (tanto de fachadas como de ventanas), así como los sistemas de renovables descentralizados. De este modo, se pueden conseguir mejoras en la climatización (que representa cerca de un 30% del consumo final de energía en los hogares), mediante una combinación de medidas de aislamiento, sistemas de calefacción o aire acondicionado eficientes y el uso de diferentes tipos de energías renovables (IEA, 2008).

³ A pesar de las carencias de las metodologías aplicadas en la estimación de las curvas de costes de reducción de GEI (Linares et al., 2012), los resultados que se citan tienen una entidad más que notable para resaltar la importancia de las medidas de ahorro energético aplicadas en el sector residencial.

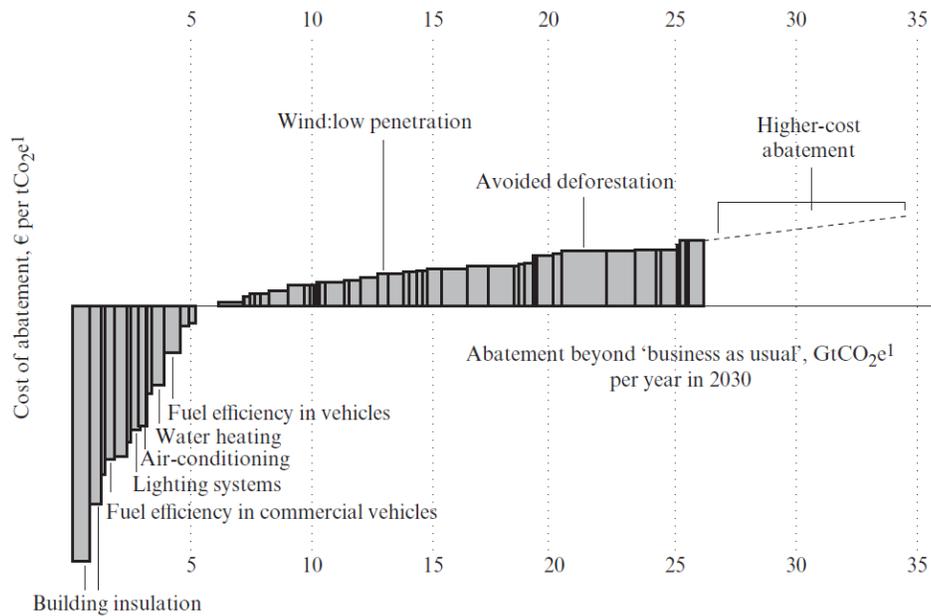
Hasta ahora hemos destacado la fuerte relación existente entre el consumo energético de los edificios y las emisiones de GEI. Sin embargo, la eficiencia energética en edificios podría generar otro amplio y variado abanico de beneficios. En primer lugar, promovería una reducción de la contaminación local, lo que mejoraría las condiciones de salud para las poblaciones urbanas. Además, existen evidencias de que el aire tiene una mayor calidad en los edificios comerciales eficientes, lo que repercute positivamente sobre la salud y productividad de sus trabajadores (Leaman y Bordass, 1999). Adicionalmente, la conservación de energía produce ahorros netos tanto para hogares como para empresas, ya que aumenta sus ingresos disponibles y sus beneficios. También hay evidencia sobre la mejora reputacional de las empresas mediante la adopción de comportamientos eficientes energéticamente. Por otro lado, la eficiencia energética en edificios crea interesantes posibilidades de negocio para el sector empresarial, como en el caso de las Empresas de Servicios Energéticos (ESEs⁴), y para los propietarios o inversores del sector inmobiliario a través de la revalorización de sus activos (Eichholtz et al., 2010; Fuerst y McAllister, 2011). Además, reducir el uso de energía procedente de los edificios también contribuiría a reducir la dependencia energética del exterior, lo que representaría un efecto positivo sobre la denominada seguridad energética de los países, y la economía se podría beneficiar de la creación de puestos de trabajo generados por el sector de la eficiencia energética en edificios⁵.

Por último, pero no por ello menos importante, la implantación intensiva de medidas que mejoren los niveles de eficiencia energética en los edificios podría generar efectos distributivos relacionados con aquellos hogares que sufren alguna carencia relacionada con el uso de productos y servicios energéticos. Estas situaciones son potencialmente más graves en los países emergentes, aunque también existe una preocupación creciente sobre los hogares que sufren pobreza energética en los países industrializados (UKDECC, 2011a).

⁴ Una ESE es una empresa que ofrece servicios energéticos tales como análisis, auditorías, gestión, implementación o mantenimiento. A diferencia de cualquier otra empresa o institución, una ESE garantiza los ahorros energéticos (ver sección 3.4).

⁵ La Comisión Europea (2005) estima que una reducción del 20 por ciento en el consumo energético de la UE podría crear, directa e indirectamente, un millón de nuevos trabajos en la UE.

Figura 2. Curva de costes de reducción de emisiones globales de GEI en un escenario de *business-as-usual*, 2013.



Fuente: McKinsey (2009).

Pese a la importancia socio-económica y ambiental que tienen todas estas cuestiones, las medidas y tecnologías relacionadas con la eficiencia energética se han aplicado con escasa intensidad en este ámbito. Esto puede vincularse al hecho de que los edificios y viviendas presentan una serie de particularidades que las diferencian del resto de productos o sectores: tienen una vida útil larga, son activos con un alto coste y son muchos los agentes que participan en este mercado. Además, existe una distinción crucial entre edificios nuevos y edificios existentes, muy relevante a la hora de diseñar e implementar medidas y políticas de eficiencia energética. Por ejemplo, es probable que las medidas aplicadas tengan un menor coste y un mayor potencial de ahorro si se introducen en la fase de construcción del edificio. Por otro lado, algunas políticas públicas solo generan efectos sobre los edificios nuevos o en construcción, como es el caso de los códigos o normas técnicas. Y debe tenerse en cuenta que los agentes que participan en la toma de decisiones también varían dependiendo de si se trata de un edificio nuevo o existente: en el primer caso, las decisiones dependen en su totalidad de los constructores o promotores de la obra, mientras que en el segundo las decisiones sobre eficiencia energética recaen sobre el propietario y el inquilino. Otra

característica de los edificios es la heterogeneidad de usuarios, dependiendo de si se trata del sector residencial o comercial (pudiendo también estar incluidos los edificios públicos y gubernamentales, y, en algunos casos, industriales). Estas diferencias tienen unas implicaciones relevantes para el diseño y la aplicación de políticas de eficiencia energética. Por último, los edificios residenciales o comerciales pueden tener una gran heterogeneidad interna (viviendas unifamiliares, viviendas con más de un propietario que además presentan zonas de servicios comunes, edificios con diferentes usos en el sector comercial, etc.), que además puede interaccionar con las variaciones geográficas y climáticas. Factores como el ratio de rotación entre inquilinos, los ratios de ocupación o el *stock* de edificios existentes dependerán del clima y del país o región geográfica.

Así pues, el debate sobre la eficiencia energética en las edificaciones se proyecta sobre un sector con una fuerte heterogeneidad y un buen número de barreras que impiden soluciones óptimas y explican la persistencia de la intervención pública en este campo. Y, en consecuencia, a la hora de diseñar políticas de eficiencia energética efectivas, es necesario tener en cuenta todas estas características y condiciones. Este será el contexto general en que se moverá este trabajo. En primer lugar haremos una descripción general de las barreras que afectan a la eficiencia energética en edificios (Sección 2.1), para luego presentar los principales instrumentos de política pública disponibles para abordar este problema (Sección 2.2). Con esta información, en la Sección 3 proponemos un paquete de políticas que, de manera simultánea, trata de abordar la mayoría de las barreras previamente descritas, así como ofrecer incentivos para que se introduzcan las medidas de eficiencia energética de forma coste-efectiva. La sección 4 concluye con un sumario de las principales implicaciones de nuestros resultados y propuestas.

2. Economía de la energía en los edificios

2.1. Fallos y Barreras de Mercado

Si es posible obtener costes negativos (opciones *win-win*) en la curva de costes de reducción de GEI, como indica la Figura 2, y, sin embargo, la introducción de medidas de eficiencia energética en los edificios es reducido, nos encontraremos ante la denominada 'Paradoja de la Eficiencia

Energética' (Jaffe y Stavins, 1994). ¿Por qué, a pesar de los costes negativos, los agentes son reacios a invertir en medidas de eficiencia energética para edificios? Una posibilidad es que el coste neto no sea negativo, sino que los gastos estén subestimados o sobreestimados los ahorros energéticos. Otra posibilidad es que quizás alguno de los beneficios no recaer sobre el agente que asume los costes (la Figura 2 no identifica la distribución de los costes y beneficios). Sin embargo, también es posible que los costes netos sean negativos pero existan barreras en el sector inmobiliario que afectan fuertemente las decisiones de inversión en eficiencia energética. Estas barreras han sido bien identificadas por la literatura: falta de información, conflicto de intereses entre principal y agente, dificultad para financiar unos costes iniciales muy altos e incertidumbre y desconfianza sobre el rendimiento de los aparatos e instalaciones. A continuación desarrollamos las causas que pueden explicar esta asignación de recursos sub-óptima, para proceder luego a la identificación de las posibles medidas correctoras.

Generalmente, a la hora de adquirir o alquilar edificios residenciales o comerciales, los agentes sufren una importante falta de información acerca del consumo energético futuro de dichos bienes. Esta no es una característica fácilmente medible; el consumo futuro de energía de un edificio depende de su antigüedad y equipamiento, del uso que hagan de él los futuros ocupantes y de sus potenciales inversiones en eficiencia energética. Además, los intereses económicos de los ocupantes del edificio y de los propietarios pueden no coincidir, lo que puede dar lugar a problemas de información asimétrica y falta de confianza. Como consecuencia, los agentes prestan un menor interés hacia los gastos de energía y ello lleva a una menor valoración de las medidas de eficiencia.

Pero el conflicto de intereses que existe entre los agentes que operan en el este sector no solo tiene que ver con la información incompleta. Así, el problema principal/agente hace referencia a aquellas situaciones en las que la parte encargada de invertir no será quien se beneficie de la inversión. En los edificios de nueva construcción, el constructor o promotor de la obra estará interesado en obtener los beneficios más altos al menor coste, sin prestar atención al flujo de gastos energéticos futuros ni a sus emisiones asociadas. En lo que se refiere a los edificios existentes, el problema del principal/agente está presente en las relaciones entre propietarios e inquilinos. Estos últimos pueden tener incentivos para mejorar la eficiencia energética y reducir sus facturas de gas y electricidad, sin embargo es poco probable que los inquilinos inviertan en elementos que constituyen capital fijo para

el edificio y que permanecerá en la propiedad una vez finalizado el (en ocasiones, corto) periodo de alquiler. Por su parte, excepto en los casos en los que la renta incluya los gastos de energía, el propietario no tendrá incentivos para invertir en eficiencia energética a no ser que pueda recuperar la inversión mediante un incremento en el precio de su propiedad. Ambos conflictos pueden producirse tanto en los edificios residenciales como comerciales, y tienden a ser más importantes en los edificios con muchos propietarios, al aumentar el número de agentes implicados.

Existen otras muchas barreras que, a pesar de no ser consideradas fallos de mercado, podrían ser resueltas mediante la intervención pública. En primer lugar y tanto en edificios comerciales como residenciales, el elevado coste inicial que requiere llevar a cabo las mejoras de eficiencia energética (renovación de los sistemas de calefacción, instalación de ventanas nuevas, mejora del nivel de aislamiento o instalación de fuentes de energías renovables, etc.) desincentiva estas inversiones por la dificultad que supone conseguir financiación externa. En segundo lugar, la denominada racionalidad acotada afecta potencialmente a los agentes tanto en edificios nuevos, existentes, comerciales o residenciales. La racionalidad acotada puede deberse en parte a la falta de información previamente mencionada, pero también influyen aspectos culturales e idiosincráticos que determinan los hábitos de los agentes y los hacen desconocedores de sus consumos y emisiones energéticas (Brounen et al., 2012; Palmer et al., 2011). La incertidumbre limita también que los agentes realicen este tipo de inversiones, bien porque la legislación específica es muy cambiante o porque los primeros inversores no podrán beneficiarse de la reducción de costes que se produce gracias a los procesos de aprendizaje o a las economías de escala (NRTE, 2009). A mayores es posible que existan costes ocultos que influyan en la adopción de medidas de eficiencia energética, como costes de transacciones o costes de ejecución y cumplimiento asociados a las reformas (que pueden llegar a suponer un traslado temporal a otra vivienda o lugar de trabajo). Por último, la literatura también ha resaltado los largos periodos de recuperación y los altos factores de descuento que se encuentran en las decisiones de inversión como barreras adicionales en este sector.

Es necesario aclarar, no obstante, que el hecho de que estos factores sean clasificados como fallos de mercado o no es irrelevante: lo realmente importante es que pueden ser atenuados o no mediante la intervención pública. Los fallos de mercado violan las reglas de la eficiencia económica

(típicamente basadas en el criterio de Kaldor-Hicks sobre las potenciales mejoras en el sentido de Pareto), si bien la eficiencia económica se define en base a un conjunto de actores, con un conjunto de elecciones, unas preferencias y unas reglas de comportamiento ya existentes. Si es posible cambiar alguno de los componentes del sistema económico actual se produciría, *ex post*, un resultado diferente que podría ser calificado como superior, lo que en todo caso no convertiría el resultado inicial en ineficiente en relación con el sistema económico aplicado entonces. Por lo tanto, al crear un nuevo mecanismo financiero (por ejemplo, la financiación por parte de un gobierno local de las mejoras de eficiencia energética en edificios, mediante un suplemento a los impuestos de propiedad), al proporcionar nuevas y transparentes medidas de uso energético, o información y publicidad que destaque la importancia del uso de la energía para los consumidores, así como otras intervenciones, se cambiaría la economía de tal forma que los resultados obtenidos serían diferentes e inalcanzables sin dicha intervención.

2.2. Instrumentos de política pública

Las barreras y los fallos de mercado descritos con anterioridad y el papel relevante que ocupa la eficiencia energética dentro de las políticas energéticas y de medioambiente justifican de forma clara la intervención pública en esta área. El catálogo de instrumentos de promoción de la eficiencia energética es bien conocido en la literatura económica (véase, por ejemplo, Linares y Labandeira, 2010), pero la aplicación de estas medidas en el sector de los edificios es sorprendentemente escasa. Esto podría estar relacionado con el hecho de que, para algunos economistas, un precio de la energía adecuado debería ser suficiente para resolver este problema. El nivel sub-óptimo de eficiencia energética en los edificios estaría fundamentalmente vinculado a unos precios de la energía artificialmente bajos (bien sea por las subvenciones o por una internalización parcial de los costes externos), por lo que una fijación 'correcta' de los precios resolvería este problema.

Aunque obviamente consideramos que mantener un precio de la energía apropiado es una condición necesaria para que las políticas de eficiencia energética tengan éxito, las complejidades asociadas con los edificios (heterogeneidad, fallos y barreras de mercado, consumo y emisiones asociadas a *stock*, etc.) hacen difícil que esta pueda ser una solución suficiente para este sector. Este es el

argumento central de este epígrafe, que está estrechamente relacionado con la baja elasticidad de la demanda de energía residencial identificada por la literatura y que, además, podría acentuar la situación de pobreza energética ante precios energéticos más elevados (Gillingham et al., 2009; Ürge-Vorsatz y Herrero, 2012).

Una vez presentado el contexto general, continuamos con un breve repaso de las tres alternativas principales de promoción de la eficiencia energética en edificios y con una evaluación de los principales resultados disponibles en la literatura. Esto nos servirá para sentar las bases para la definición de una propuesta de política que, a diferencia de otras aproximaciones parciales, puede hacer frente a los múltiples retos y problemas que existen en este complejo sector.

2.2.1. Instrumentos de mandato y control

Al igual que ocurre en otros campos energético-ambientales, en el sector de los edificios los instrumentos de mandato y control, definidos con un mayor o menor grado de exigencia, han sido frecuente y ampliamente utilizados por muchos gobiernos para promover la eficiencia energética. Generalmente, estos instrumentos se aplican en forma de códigos técnicos de construcción y, por lo tanto, su efecto suele estar restringido a los edificios nuevos. En ocasiones existen requisitos técnicos que deben cumplir los edificios que sufren una reforma importante y también estándares para los sistemas de calefacción o aire acondicionado, que repercuten obviamente sobre todo tipo de edificios.

La efectividad de estos códigos de la construcción depende de cómo estén diseñados, pero también de la importancia relativa que tengan los edificios de nueva construcción sobre el *stock* total de edificios. Por ejemplo, los códigos de la construcción que contienen estándares con rendimientos energéticos mínimos tendrán un mayor impacto en aquellos países emergentes, como China o India, en donde el rápido ritmo de construcción de nuevas estructuras crece de forma paralela a la economía y a la población. Este fenómeno fue confirmado por Chan y Yeung (2005), que reportaron una disminución significativa del consumo eléctrico en el sector comercial después de la introducción de este tipo de instrumentos en Hong Kong. A pesar de que la aplicación de esos códigos está

aumentando en los países en vías de desarrollo, estos son generalmente más tolerantes que los aplicados en los países desarrollados (Iwaro y Mwasha, 2010), por lo que tienen una efectividad más limitada en lugares donde habitualmente hay una mayoría de edificios antiguos e ineficientes. Por ejemplo, Aroonruengsawat et al., (2009) analizan los efectos que tienen los códigos de la construcción sobre el consumo eléctrico per cápita en el sector residencial entre 1997 y 2006 en 48 Estados de los EE.UU., encontrando solo una reducción modesta del uso energético de entre el 3% y el 5% para 2006.

Los instrumentos de mandato y control han sido generalmente considerados como políticas energéticas o ambientales ineficientes o coste-ineficientes por su tendencia de imponer de forma uniforme un determinado requisito (como consecuencia de la información asimétrica que existe entre regulador y regulado). En el caso de los edificios, es probable que la importante heterogeneidad existente intensifique este problema, por lo que se requerirían códigos y estándares flexibles o diferenciados (Galvin, 2010). Este aspecto es especialmente importante en lo que refiere a las variaciones climáticas y su interacción con la diferente naturaleza y uso de los edificios.

2.2.2. Impuestos, permisos, sistemas de obligaciones y subvenciones

Los impuestos energéticos y ambientales (o equivalentemente los sistemas de permisos de emisiones comercializables) generan precios de la energía mayores y, por consiguiente, estimulan la inversión en eficiencia energética de un modo flexible y por tanto coste-eficiente. En la práctica, sin embargo, el diseño de los instrumentos fiscales de promoción de la eficiencia energética en edificios suele adoptar la forma de deducciones fiscales a las inversiones. A pesar de que los impuestos energéticos y los permisos de emisiones comercializables han sido extensamente aplicados en numerosos países durante muchos años, generalmente estos se han limitado al sector transporte y otros sectores intensivos en energía. En algunos casos se han aplicado instrumentos complementarios sobre los sectores no cubiertos (o cubiertos parcialmente), mediante la aprobación de impuestos o permisos de emisiones comercializables, como ha hecho Reino Unido con la *Climate Change Levy* (una tasa sobre emisiones para los sectores industrial, comercial y público) o el *Carbon Reduction Commitment* (consistente en permisos de emisiones comercializables para

aquellos sectores no considerados intensivos en energía, como el caso de hoteles, supermercados, etc.)⁶.

Algunos ejemplos de deducciones fiscales para promover la eficiencia energética en edificios pueden encontrarse en la *Recovery Act* estadounidense de 2009. Por un lado, la *Non-Business Energy Property Tax Credit* se aplica sobre la adquisición de aparatos de calefacción y aire acondicionado, sistemas de biomasa y otras medidas de aislamiento que cumplan ciertos requisitos en materia de eficiencia energética. Por otro, el *Energy Efficiency Property Tax Credit* ofrece deducciones fiscales sobre el coste de instalación de paneles solares o los sistemas de energía renovable mediante geotermia o eólica. Gillingham et al. (2006) hacen una revisión de la literatura que estudia los resultados de los sistemas de deducción fiscal para promoción de la eficiencia energética y encuentran evidencias empíricas confusas. Más recientemente, McKibbin et al. (2011) comparan los sistemas de deducciones fiscales para la promoción de la eficiencia energética en hogares con impuestos energéticos, demostrando que estos son más efectivos ambientalmente, a pesar de su mayor coste para el sector industrial.

Otro instrumento de mercado que puede ser utilizado con similares objetivos son los llamados sistemas de obligaciones, aplicados durante los últimos años en algunos países industrializados como Francia, Italia, Dinamarca o Reino Unido (Bertoldi et al., 2010). Estos sistemas imponen a productores, distribuidores o comercializadores de energía la obligación de conseguir un determinado nivel de ahorro energético mediante la mejora del nivel de eficiencia energética de sus clientes, que a su vez puede ser objeto de intercambio. La experiencia inglesa con estos instrumentos, incorporados en el sistema denominado *British Energy Efficiency Commitment*, ha sido evaluada por Mundaca y Neij (2009). Entre sus resultados encuentran un aumento significativo sobre los ahorros energéticos certificados, aunque no son capaces de identificar qué proporción de los ahorros se debe a la evolución tendencial.

⁶ Aunque estos sistemas complementarios pueden promover la eficiencia energética en edificios, su aplicación en los sectores comercial y residencial, apenas afectados por los instrumentos de precios generales (como el Sistema de Comercio de Derechos de Emisión de la UE), genera un claro riesgo de interacción negativa con otras medidas de política pública (Labandeira y Linares, 2011).

Las deducciones fiscales para eficiencia energética en edificios no son diferentes a las subvenciones directas o a los préstamos a tipo de interés preferencial (por ejemplo financiados parcialmente por el sector público) para eficiencia energética en edificios. En cualquiera de estos casos los efectos sobre la inversión a largo plazo de estos instrumentos dependerán de su magnitud en relación con el periodo de recuperación de la inversión. Además, al igual que los códigos de la construcción, los programas de subvenciones deben ser ajustados según las variaciones climáticas dentro de cada estado para obtener resultados coste-efectivos. Por ejemplo, aprobar subvenciones o deducciones fiscales uniformes para la adquisición de aparatos de aire acondicionado para un territorio con diversidad climática, no permite ajustarse a la frecuencia e intensidad de uso en cada región climática y puede llevar fácilmente a la coste-inefectividad. Por último, este tipo de instrumentos puede producir problemas de comportamientos estratégicos (*free-riding*) en aquellos casos en los que se aplique indiscriminadamente, ya que es probable que algunos consumidores hubiesen invertido en eficiencia energética incluso sin beneficio económico (NRTE, 2009). Por lo tanto, si el diseño considera algún indicador de capacidad económica o de variaciones climáticas o geográficas, estos instrumentos pueden evitar los problemas planteados, a pesar de que esta corrección implique un mayor coste administrativo y de cumplimiento. Las evidencias empíricas sobre la efectividad de las subvenciones para promover la inversión en eficiencia energética no son, en cualquier caso, clarificadoras: mientras Kemp (1997) detecta efectos limitados de las subvenciones para eficiencia energética aplicadas en Holanda durante las décadas de los 70 y 80 ; Nair et al. (2010) concluyen que el coste inicial de la inversión es un factor determinante en las decisiones de compra entre los consumidores en Suecia y, por tanto, las subvenciones podrían jugar un papel muy importante en este sentido.

2.2.3. *Certificados de Eficiencia Energética*

Durante los últimos años el uso de sistemas de certificados o etiquetas aplicadas para diferenciar diversos productos (como la energía renovable, la comida ecológica, los electrodomésticos o los edificios), con el objetivo de hacer llegar a los consumidores información inexistente en el mercado sobre las características referidas a consumos energéticos e impactos ambientales, ha experimentado una expansión considerable. En el caso de los edificios, donde el problema de la

información constituye una de las principales barreras para la eficiencia energética (Sección 2.1), los certificados de eficiencia energética ofrecen información detallada sobre la demanda energética futura que será necesaria para mantener un nivel de temperaturas estándar y confortable dentro de la vivienda o local. De esta modo los consumidores tienen acceso directo a información veraz y de confianza sobre el edificio, que será agregada a sus preferencias, lo que aumentará la probabilidad de que sean más conscientes cuando toman decisiones relacionadas con la energía.

Aunque los sistemas de certificados energéticos para edificios pueden ser de naturaleza obligatoria o voluntaria en función del país y tipo de edificios, siempre se basan en una misma metodología. En primer lugar, un experto perteneciente al ámbito público o privado estima el consumo energético del edificio o parte de este, teniendo en cuenta factores como el nivel de aislamiento, los sistemas de aire acondicionado, calefacción, iluminación, o la presencia de fuentes de energía renovable. A continuación se utiliza un índice energético para clasificar los edificios (generalmente va desde el nivel A/platino, más eficiente, al G/certificado, menos eficiente⁷) a la vez que se controla por el resto de factores estructurales y geográficos, permitiendo por tanto realizar una comparación consistente con otras unidades (CEN, 2005).

La experiencia con estos instrumentos empieza a ser destacable. Hasta el momento, EE.UU. ha utilizado dos sistemas voluntarios de certificados de eficiencia energética para edificios comerciales: el *Leadership in Environmental and Energy Design* (LEED), creado en 1998 por el *US Green Building Council*, y el *EnergyStar Program*, desarrollado en 1995 por el *US Environmental Protection Agency* y el *Department of Energy*. Otros países como Australia y Canadá también han implementado sistemas de etiquetado para edificios (IEA, 2008). La Comisión Europea por su parte promovió en 2002 la Directiva sobre el Comportamiento Energético de los Edificios (DCEE), que obliga a los países miembros a que se muestre un certificado de eficiencia energética a la hora de comprar o alquilar edificios residenciales y comerciales.

Además de su función informativa, los certificados de eficiencia energética también pueden generar incentivos para la inversión en eficiencia energética, ya que cabe esperar un aumento del precio de aquellos edificios con un buen certificado, al estar este asociado a un menor flujo de gastos

⁷ Siguiendo las calificaciones obtenidas por la DCEE de la UE y el programa LEED de EE.UU. descritos a continuación.

energéticos futuros. En este caso, la inversión en eficiencia energética podría gozar de un mayor atractivo para los inversores inmobiliarios y los propietarios, que experimentarían aumentos en el precio de venta o alquiler de sus activos. A pesar de que existe una importante limitación para acceder a datos que permitan evaluar el efecto de los certificados sobre los precios, hay ya diversos trabajos que analizan la posible existencia de una prima asociada al precio de los edificios más eficientes. Utilizando el método de los precios hedónicos, aplicado a datos de edificios comerciales en EE.UU., Eichholtz et al. (2010), Kok et al. (2011) y Fuerst y McAllister (2011) indican que el precio aumenta entre un 2 y un 6 por ciento para los alquileres y entre un 13 y un 16 por ciento para los precios de venta. Después de la aprobación de la DCEE en Europa, Brounen y Kok (2011) observaron que el sector residencial holandés había capitalizado la información recibida a través de los certificados en el precio de la vivienda. Otros autores como Banfi et al. (2008), Kwak et al. (2010) y Leung et al. (2005) han utilizado métodos de preferencias declaradas para estimar, en el sector residencial y comercial, la disposición a pagar por mejoras de eficiencia energética como la sustitución de los sistemas antiguos de aire acondicionado o calefacción.

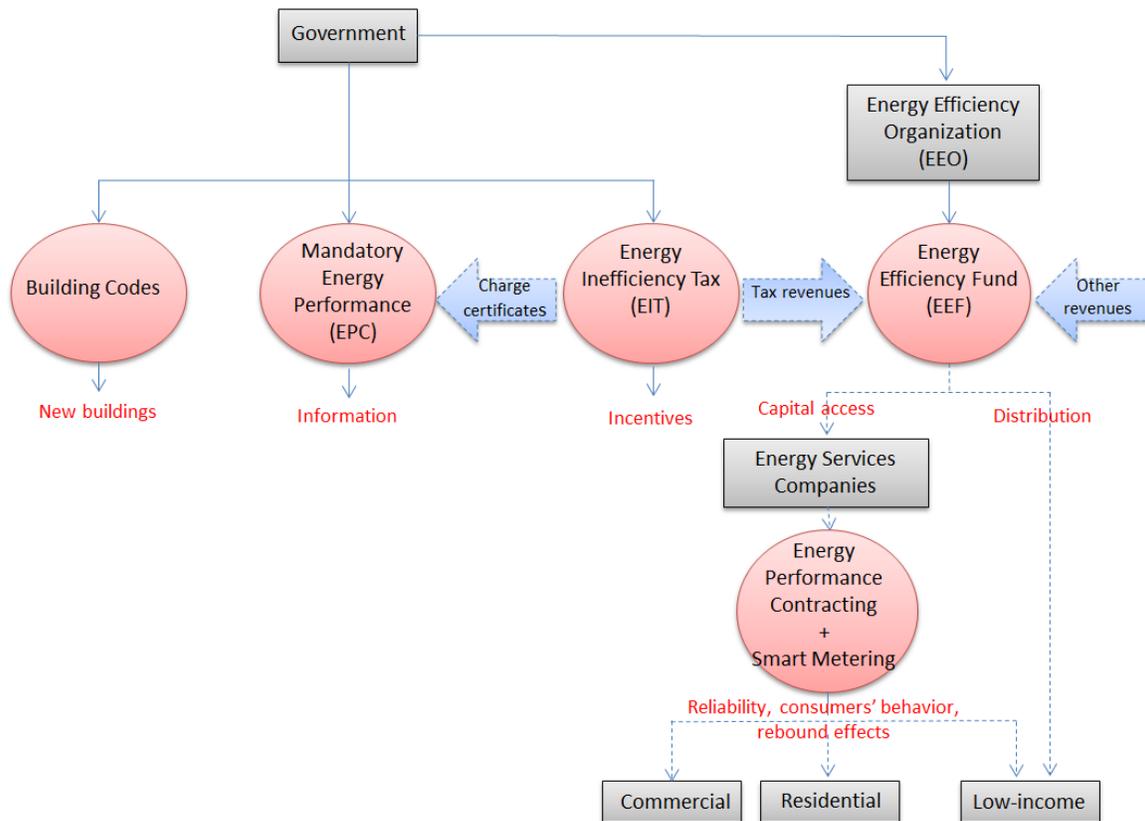
Es evidente, por tanto, el potencial que tiene este instrumento para resolver algunos de los problemas presentados en la Sección 2.1. Mitigaría, en primer lugar, los problemas de falta de información, lo que a su vez reduciría las asimetrías informacionales presentes en el sector. Además, este instrumento generaría incentivos para la inversión y solucionaría una parte del problema del principal/agente. Por lo tanto, se trata de un instrumento esencial para las políticas públicas de promoción de la eficiencia energética en edificios, a pesar de no poder resolver todos los problemas identificados, como el acceso al capital o la fragmentación de propiedades. Asimismo, su efectividad puede verse afectada en aquellos casos en los que estos sistemas tienen un carácter voluntario o simplemente se aplican sobre las unidades objeto de comercio. Sin embargo, la combinación coordinada este instrumento con otras políticas alternativas podría resultar en un paquete de políticas públicas exitoso, como mostraremos en el siguiente epígrafe.

3. Un nuevo paquete de política

Como se explicó anteriormente, el diseño y la implementación de políticas públicas de promoción de la eficiencia energética en edificios es una tarea compleja e importante, lo que probablemente explica las limitadas y habitualmente inefectivas experiencias puestas en marcha hasta el momento. Los fallos de mercado, la heterogeneidad del sector, que a su vez interactúa con las variaciones geográficas y climáticas, o cuestiones de eficiencia y distribución, son algunos de los factores que ralentizan y complican la regulación en este área. Es probable que en un contexto tan complejo la aplicación de instrumentos de política pública de forma aislada e individual, como los descritos en la Sección 2.2, tenga resultados negativos en cuanto a la promoción de la eficiencia energética.

En este epígrafe proponemos un paquete de política pública dirigido a reducir los principales obstáculos a la adopción de medidas de eficiencia energética en edificios, esto es, problemas de información, incentivos divergentes, falta de confianza o acceso al capital. Este paquete propone una aplicación simultánea y coordinada de varios instrumentos: un sistema obligatorio de certificados de eficiencia energética para edificios (CEEE), un nuevo impuesto sobre la ineficiencia energética (IIE), un fondo que facilite el acceso al capital para la inversión en eficiencia energética (FEE), y otros instrumentos complementarios (como contadores inteligentes, códigos de la construcción, etc.). El presente paquete no es simplemente una combinación de instrumentos que evita las interacciones negativas y promueve las sinergias existentes para promocionar la eficiencia energética de forma coste-efectiva sino que también representa una estrategia institucional construida alrededor de una Organización para la Eficiencia Energética (OEE) y las empresas de servicios energéticos (ESEs) para responder simultáneamente a preocupaciones distributivas y de eficiencia. Antes de continuar con una descripción detallada, la Figura 3 muestra los componentes principales de este esquema con sus enlaces y sus objetivos.

Figura 3. El paquete de políticas para promover la eficiencia energética en edificios



Fuente: los autores

3.1 Sistema de Certificados de Eficiencia Energética

El sistema de CEEE es la pieza central de este paquete de políticas porque, además de realizar una función específica importante, sirve como mecanismo de unión entre todos los demás instrumentos. Como se explicó en la Sección 2.2.3, el sistema de CEEE proporciona información esencial a los consumidores sobre las características energéticas de un edificio y, en el caso de que el mercado inmobiliario sea capaz de capitalizar las inversiones en eficiencia energética, este sistema también crea, de forma indirecta, incentivos para la inversión. Por otro lado, el sistema de CEEE es un instrumento flexible que se adapta a las diferentes condiciones geográficas y climáticas a través de un sistema de clasificación que tiene en cuenta de forma explícita estas cuestiones y por tanto permite realizar comparaciones.

En esta propuesta de paquete de política, el sistema de CEEE debe ser obligatorio para que la mejora de la información y los incentivos creados promuevan un cambio de comportamiento entre los consumidores. Los sistemas de CEEE voluntarios no funcionarán si una proporción significativa de los agentes no piensa vender o alquilar sus propiedades en el corto o medio plazo. Además, un sistema de CEEE voluntario no nos permitiría aplicar el resto de medidas que contiene este paquete porque dependen de su existencia. Por último, un sistema voluntario en el que solo los agentes con rentas altas que tienen capacidad económica para invertir en eficiencia energética puedan beneficiarse de las revalorizaciones producidas por una certificación alta, podría generar efectos distributivos no deseables. De la misma manera, el sistema debe ser aplicado sobre todo tipo de edificios. Finalmente, es deseable que exista un periodo de vigencia de los certificados que deben ser revisados y actualizados para que la información ofrecida promueva de forma continuada las mejoras energéticas.

3.2 Impuesto sobre la Ineficiencia Energética

El sistema de CEEE no genera incentivos para realizar mejoras de eficiencia energética sobre los agentes que no realizan transacciones relacionadas con los edificios (compras o ventas). Como solución a este problema, proponemos un nuevo impuesto que recaería sobre los edificios ineficientes energéticamente (IIE) y que sería capaz de generar ingresos para financiar total o parcialmente el paquete de políticas, a través de un fondo para la eficiencia energética (FEE). Este impuesto estaría fuertemente relacionado con el sistema de CEEE, el cual a su vez serviría para definir el tipo específico, configurándose por tanto como instrumento esencial dentro del paquete.

Como cualquier impuesto, el IIE aplica una tasa impositiva sobre una base imponible. Para evitar problemas legales y enviar los incentivos económicos apropiados, proponemos un esquema con una tasa progresiva que dependa del grado de ineficiencia energética del edificio y que esté relacionada con un impuesto energético general definido para obtener un nivel de demanda energética determinado de forma exógena. La Figura 4 describe el tipo impositivo del impuesto energético general (t_e) y del impuesto sobre ineficiencia energética (t_c) en edificios. El impuesto energético

general está diseñado para mover el consumo energético desde un nivel no restringido, en donde la curva de costes marginales de abatimiento muestra que hay algunas opciones *win-win*, a un nivel (e^0) definido exógenamente. Como se indicó en la Sección 2, si los precios de la energía fuesen capaces de proveer los incentivos necesarios para conseguir un nivel de eficiencia energética correcto, no haría falta ningún otro instrumento. Sin embargo, como ya mencionamos, la presencia de barreras a la adopción de medidas de eficiencia energética justifica la introducción de un IIE dentro de este paquete de políticas. Además, al unir este nuevo impuesto con un impuesto energético general, utilizamos un tipo impositivo no discrecional que puede estar relacionado con objetivos energéticos o ambientales y reduce la posibilidad de promocionar esfuerzos de eficiencia energética muy altos o muy bajos⁸ en los edificios.

La expresión (1) muestra la relación entre el tipo impositivo del impuesto energético general y el IIE.

$$t_c = (C_X - C_A)t_e \quad (1)$$

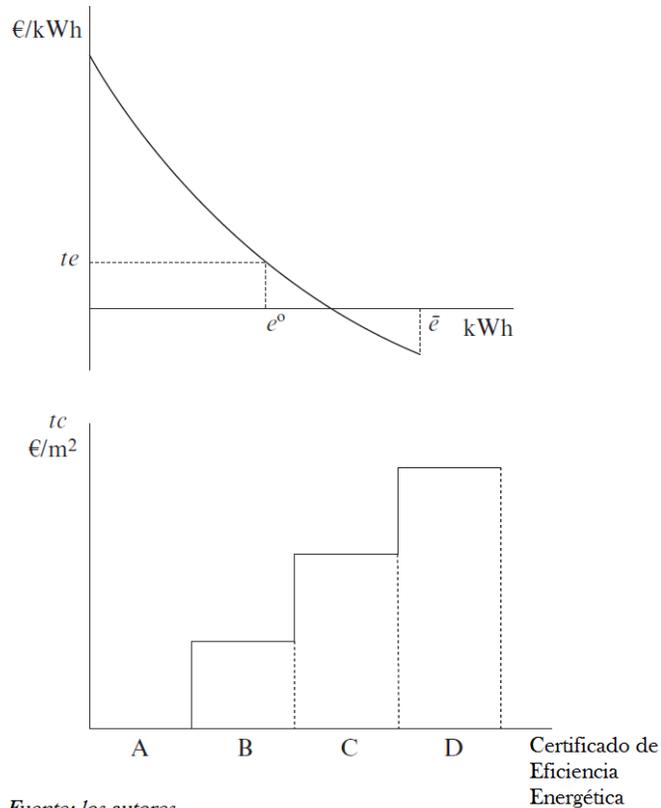
donde C_X y C_A son los consumos energéticos esperados que proporciona el CEEE (utilizados como base para la calificación), por los metros cuadrados de una unidad de un edificio calificada con certificados X y A (el más eficiente), respectivamente. Esto significa que, como muestra la Figura 4, t_c aumentaría con el nivel de ineficiencia energética de los certificados, tomando un valor nulo cuando la unidad del edificio obtiene la mayor certificación energética posible.

Una vez que el tipo impositivo del IIE está definido en euros por metro cuadrado, su aplicación es directa, dado que, para que los incentivos sean los adecuados, la base imponible debe ser el área del edificio o la unidad del mismo (S , en metros cuadrados). Esto dará lugar a unos ingresos impositivos de T_c para una unidad con un certificado X, como muestra la ecuación (2).

$$T_c = t_c S \quad (2)$$

⁸ Se puede argumentar que una presencia simultánea de ambos impuestos podría causar interacciones negativas y pérdidas de eficiencia debido a fenómenos de doble imposición. Sin embargo, el IEE es un impuesto que simplemente promueve niveles más altos de eficiencia energética, mientras que el impuesto general actúa sobre el consumo para promover mejoras ambientales o la reducción de la dependencia energética. De hecho, la existencia del impuesto general podría contribuir a la limitación de los posibles efectos rebote generados como consecuencia del incremento de la eficiencia energética.

Figura 4. Base imponible y tasa impositiva del IEE



Fuente: los autores

Hay que resaltar que la aplicación de un IIE no debería ocasionar excesivos costes de administración o cumplimiento. Dado que el sistema de CEE es obligatorio, la información sobre el consumo energético asociado a cada edificio estará disponible. Por otro lado, la información sobre las propiedades construidas debe ser fácilmente accesible mediante los impuestos de la propiedad que se aplican en numerosos países y que generalmente sirven como indicadores del valor de la propiedad. De hecho, aunque dado su bajo coste de aplicación, el IIE podría ser aplicado por casi cualquier jurisdicción, probablemente la mejor estrategia sería que la gestión de este impuesto estuviese vinculada a la del impuesto de la propiedad, lo que en muchos casos implicaría su asignación a los gobiernos locales. Por supuesto, todo lo anterior no excluye el probable rechazo social y político hacia la introducción de un nuevo impuesto.

Los ingresos generados por este impuesto estarían destinados al Fondo para la Eficiencia Energética, FEE, (otro instrumento esencial dentro del paquete de política) y su objetivo principal sería el de promover la eficiencia energética de forma continuada. En el supuesto de que los códigos de la construcción se apliquen y se cumplan de forma adecuada, los nuevos edificios obtendrán niveles altos de certificación energética y, por lo tanto, el IEE será principalmente útil para promover la renovación energética de los edificios antiguos. Dado que en los países desarrollados predominan los edificios antiguos, será en estos donde el IEE juegue un papel predominante. Sin embargo, la clasificación energética no es estática, sino que evoluciona hacia niveles más exigentes, a medida que los avances técnicos y las regulaciones se vuelven más estrictos. A su vez, las propiedades energéticas de los edificios están sujetas a procesos de obsolescencia, lo que explica nuestra propuesta previa de una revisión periódica de los CEEE. En este contexto, el IEE funcionará aún mejor porque proporcionará incentivos continuos para la renovación energética, llegando incluso a producirse re-evaluaciones voluntarias de la clasificación que permitan evitar los pagos. Por lo tanto, el IEE ofrece las ventajas y flexibilidad de los mecanismos de precios, ya que los agentes solo pagarán el recargo cuando el importe de este sea menor que la diferencia entre los beneficios (ahorro energético) y el coste de inversión (necesaria para incrementar la calificación energética) de las mejoras energéticas⁹.

3.3. Instrumentos Complementarios: Códigos de la Construcción, Contadores Inteligentes y Contratos de Rendimientos Energéticos

A pesar de que los instrumentos anteriores constituyen el núcleo de nuestra propuesta, se necesitan otros instrumentos para garantizar tanto la efectividad como el buen funcionamiento del paquete de política. En particular sería conveniente el uso coordinado de códigos de la construcción con estándares que determinen los rendimientos energéticos mínimos, contadores inteligentes para los edificios residenciales y comerciales, y contratos de rendimientos energéticos (ver Figura 3).

Como ya explicamos en la Sección 2.2.1, los códigos de la construcción deberían jugar un papel importante en la promoción de nuevos edificios con mayores niveles de eficiencia energética,

⁹ De ahí la importancia económica de fijar el tipo impositivo mediante una aproximación no discrecional.

introduciendo medidas de ahorro energético en el momento de la construcción, lo que reducirá costes y limitará el crecimiento del *stock* de edificios ineficientes. El principal problema de este instrumento tiene que ver con su propia naturaleza de mandato y control: una aproximación uniforme aplicada sobre un contexto de fuerte heterogeneidad puede provocar que la consecución de estos resultados se produzca sin minimizar costes. En nuestro paquete de políticas, sin embargo, los códigos de la construcción simplemente deben determinar un nivel de eficiencia energético mínimo, ya que serán el resto de instrumentos los encargados de crear los incentivos necesarios para que esos estándares sean superados, incluso en el momento de la construcción. Por consiguiente, unos códigos de la construcción flexibles pueden aumentar el nivel de eficiencia energética en los edificios nuevos aun sin inversiones superiores o inferiores a lo socialmente deseable.

Los contadores inteligentes son otro complemento útil por dos razones. En primer lugar, incrementan el conocimiento y la conciencia que tienen los consumidores sobre su propio consumo energético, que se hace ahora más visible¹⁰. Al conocer su consumo energético en cada momento de tiempo, los consumidores podrían realizar ajustes que se verían reforzados si se introdujesen diferentes precios energéticos por tramos horarios¹¹. De hecho, la combinación de contadores inteligentes y precios variables según el tiempo puede evitar potencialmente la racionalidad acotada (ver Sección 2.1). En segundo lugar, los contadores inteligentes facilitarían la gestión del uso energético de los edificios renovados para los gestores o las ESEs¹². Una posible manera de introducir esta tecnología en los edificios es a través de cláusulas de obligatoriedad contenidas en los contratos de renovación que requieran la instalación de estos contadores.

Finalmente, muchos gobiernos e instituciones están promoviendo la difusión de los contratos de rendimientos energéticos como una manera de facilitar la inversión en eficiencia (IPCC, 2007; Comisión Europea, 2011). Estos contratos determinan que los pagos por los servicios realizados por las empresas de servicios energéticos (ver más abajo) estén sujetos al rendimiento de las nuevas instalaciones y de los ahorros energéticos esperados. Usando esta forma de adquisición basada en

¹⁰ Una encuesta de la OCDE (2011) confirma que aquellos consumidores con tarifas eléctricas basadas en el consumo en tiempo real (diferenciando picos y valles), muestran un comportamiento más responsable en cuanto al uso de energía.

¹¹ Aunque sin mediciones en tiempo real, difícilmente se puede llevar a cabo esta labor.

¹² La gestión de la demanda a través de los contadores inteligentes puede ayudar a controlar los efectos rebote que se producen cuando el uso de electrodomésticos con un nivel de eficiencia energética mayor reduce el coste real de los servicios energéticos y, por lo tanto, estimula un incremento de su demanda.

el rendimiento derivado del servicio o producto, las mejoras de eficiencia energética se pagan a través de los ahorros producidos por la inversión. Los contratos de rendimientos energéticos también están incluidos dentro de este paquete de política para generar confianza entre los consumidores escépticos sobre el potencial para reducir el consumo energético. De hecho, la incorporación de estos contratos contribuye a erradicar otra de las principales barreras para la eficiencia energética: la falta de confianza.

3.4. Fondo para la Eficiencia Energética y Estructura Institucional

Otro componente importante del paquete de políticas, relacionado con algunos de los instrumentos previamente descritos, es el Fondo para la Eficiencia Energética (FEE). Dado que el fondo estará total o parcialmente financiado a través del impuesto sobre ineficiencia energética, debe estar claramente ligado al gobierno, idealmente a través de una Organización para la Eficiencia Energética (OEE) sin ánimo de lucro y de naturaleza pública o semi-pública. Además, el fondo debe facilitar el acceso al capital (otra de las grandes barreras para la eficiencia energética como se indica en la Sección 2.1) a los hogares con ingresos bajos, así como a las ya citadas empresas de servicios energéticos (incluidas las ESEs) cuyo papel en el paquete se describe a continuación.

El fondo es, por lo tanto, el instrumento encargado de los aspectos distributivos y los objetivos asociados a las políticas de eficiencia energética. Como se indicó anteriormente, la eficiencia energética no solo tiene que ver con la eficiencia económica sino que también puede contribuir a una mejora considerable de las condiciones económicas y de la calidad de vida de los hogares que sufren pobreza energética (ver Sección 1). Además, un paquete de políticas que no contemple un FEE podría generar efectos distributivos y de eficiencia indeseados a causa del IEE. Dadas las mayores limitaciones de acceso al capital para inversión en eficiencia energética a las que se enfrentan los hogares con ingresos bajos, estos estarían obligados a pagar la carga del impuesto sin posibilidad de evitarlo mediante mejoras de eficiencia energética.

Al mismo tiempo, el FEE también puede facilitar recursos financieros a las empresas de rehabilitación energética de edificios. Las empresas de servicios energéticos necesitan un capital

inicial de tamaño considerable para comenzar el desarrollo de su actividad. Este es el caso particular de las ESEs que garantizan los ahorros energéticos (confianza) a través, por ejemplo, de los contratos de rendimientos energéticos que están experimentando una creciente importancia en países como EE.UU. o Alemania (IPCC, 2007). La relación financiera que se establecería entre las empresas de servicios energéticos y el FEE, justificaría la obligatoriedad de instalar contadores inteligentes y de formalizar contratos de rendimientos energéticos en aquellas situaciones en las que las partes se beneficien del FEE.

Aunque, dadas las características de su regulación, el sistema de CEE y el IIE deberían lógicamente ser introducidos por el gobierno (a nivel nacional, autonómico o local), el FEE debería estar a cargo de una OEE de naturaleza pública o semi-pública. Puede haber razones para que la OEE cuente con participación privada, como por ejemplo, la posibilidad de atraer financiadores externos para el FEE, pero su función central dentro del paquete de políticas (parte derecha en la Figura 3), sí que demanda una participación pública¹³. En particular, la OEE debe definir las características que deben reunir los hogares y las empresas candidatas para recibir fondos del FEE, además de desarrollar una labor de informador sobre eficiencia energética para todos los sectores de la economía. A pesar de que la OEE no realizaría labores de rehabilitación energética por sí misma, debería mantener una lista oficial de empresas de servicios energéticos que previamente hayan realizado estos servicios de forma exitosa. De esta forma, la OEE serviría como punto de encuentro entre empresas de servicios energéticos y consumidores, a la vez de garantizar el buen funcionamiento de los contratos de rendimientos energéticos entre las empresas de servicios energéticos y los consumidores finales.

Hasta el momento, el novedoso paquete de política que acabamos de describir no ha sido propuesto ni mucho menos experimentado en la realidad. Sin embargo, algunos de sus componentes están relacionados con un exitoso paquete de medidas puesto en marcha en el Estado norteamericano de Vermont durante la década pasada. El esquema de Vermont gira en torno a dos componentes principales: una tasa volumétrica que pagan todos los consumidores de electricidad a través de su factura eléctrica y la fundación *Efficiency Vermont*, una institución sin ánimo de lucro que resultó seleccionada a través de un concurso-subasta realizado por la administración del Estado con un contrato de rendimientos. El objetivo principal de *Efficiency Vermont* es influir en las decisiones

¹³ El FEE también puede obtener fondos adicionales del gobierno, de las empresas eléctricas o de cualquier otra empresa que pudiera estar obligada a usar parte de sus ingresos para promover la eficiencia energética.

relacionadas con la eficiencia para que se identifiquen y realicen las estrategias más coste-eficientes. En este esquema, todos los clientes tienen la oportunidad de participar y beneficiarse del programa de eficiencia energética, especialmente aquellos que se enfrentan a barreras más altas, como es el caso de los hogares de ingresos bajos, los hogares con ancianos o los pequeños negocios (Hamilton, 2010). Por otro lado, a mediados del 2011 la Comisión Europea lanzó el *European Energy Efficiency Fund*, que también cuenta con semejanzas con nuestro paquete de política¹⁴. Por último, el *Green Deal*, un sistema de financiación para los consumidores de energía del sector residencial y comercial en el Reino Unido, trata de promover mejoras coste-eficientes relacionadas con el consumo energético en los edificios, a través del asesoramiento técnico y un sistema de financiación obligatorio (UKDECC, 2011b). Todos estos sistemas aportan elementos positivos pero carecen de un uso completo y coordinado de ciertos instrumentos de política incluidos en nuestra propuesta y que creemos necesarios para hacer frente a todas las barreras y fallos de mercado asociados con la eficiencia energética en edificios.

4. Conclusiones

Dado que los edificios son responsables de una parte considerable del consumo energético y de las emisiones de GEI, además de estar asociados con un importante *stock* de consumo y emisiones futuras, son un elemento crucial para controlar la demanda actual y futura de energía y la concentración de GEI en la atmósfera. Es probable que esta situación empeore debido a la irrupción de las economías emergentes, cuyo crecimiento poblacional y económico dará lugar, previsiblemente, a un incremento de la actividad en el sector de la construcción y el uso de energía. Aumentar el nivel de eficiencia energética en los edificios conllevará, por lo tanto, beneficios ambientales (menos emisiones y daños) y económicos (ahorros para hogares y empresas), pero también mejoras para la seguridad energética así como efectos distributivos positivos (mediante la mitigación de la pobreza energética).

¹⁴ Este fondo está parcialmente financiado por la UE y otras instituciones financieras que promueven proyectos en el campo de la eficiencia energética y las energías renovables.

Sin embargo, a pesar de la importancia que tienen estos aspectos a nivel socioeconómico y ambiental, en la práctica las medidas y técnicas de eficiencia energética rara vez se aplican a edificios residenciales o comerciales. Este hecho resulta cuanto menos sorprendente ya que desde un punto de vista técnico la mayoría de las medidas de eficiencia energética para edificios se encuentran en un avanzado nivel de desarrollo y madurez. De hecho, muchas de estas medidas han sido aparentemente identificadas como aquellas más coste-efectivas dentro del campo de la eficiencia energética.

La tradicional intervención pública en esta área se debe a la existencia de un número importante de factores que actúan como barreras, imposibilitando así las mejoras en eficiencia energética. Los edificios o sus componentes presentan unas características particulares que los diferencian del resto de productos y sectores: tienen una vida útil larga y un coste de adquisición elevado, además de que generalmente hay muchos actores diferentes involucrados en este mercado. La falta de información, la fuerte necesidad de financiación o la falta de confianza han sido identificadas como algunas de las principales barreras para la adopción de medidas de eficiencia energética en el sector de la edificación.

En este trabajo sugerimos que debido a las barreras que afectan a la eficiencia energética en general, así como aquellas específicas de los edificios, las políticas convencionales de eficiencia energética pueden no producir los resultados esperados. A no ser que las intervenciones vía precios o los instrumentos convencionales sean introducidos a través de un paquete de instrumentos completo y coordinado, creemos que no será posible hacer frente de forma simultánea a los problemas existentes de información, incentivos separados entre agentes, incertidumbre o acceso al capital. El paquete de política propuesto está definido alrededor de un sistema de certificación energética de edificios, utilizando además códigos de la construcción flexibles y contadores inteligentes. Además, incluye un nuevo impuesto sobre la ineficiencia energética que crea incentivos continuos para la mejora del nivel de eficiencia energética y genera ingresos para la creación de un fondo que financie la inversión en eficiencia energética de empresas y hogares con rentas bajas.

Desde nuestro punto de vista, el paquete de política propuesto es, en primer lugar, de fácil aplicación: la mayoría de los instrumentos ya existen en la actualidad y el nuevo impuesto sobre la

ineficiencia energética tendría un coste administrativo y de monitorización bajo, debido a su fácil integración dentro del sistema impositivo actual. En segundo lugar, y lo que es más importante, el paquete puede ser definido como muy visible (*long, loud and legal*) porque proporciona un conjunto de instrumentos legalmente factibles que generan confianza e incentivos fuertes para que los agentes adopten medidas de eficiencia energética. Esto resulta especialmente necesario dado el tamaño y la probable evolución de los problemas asociados con el consumo energético procedente de los edificios y sus emisiones.

Se podría pensar que el paquete de políticas ha sido propuesto como una forma de mercantilización de la eficiencia energética. Aunque la energía es claramente un producto comercializable en el mercado, como pueden serlo de igual forma otros equipamientos que contribuyen a la eficiencia energética, para los consumidores residenciales o propietarios de un negocio pequeño la eficiencia energética no es percibida como algo que ellos puedan controlar: no se trata de un bien que se adquiera de forma simple en una tienda, como sería el caso de una bombilla o un litro de gasolina. Muchos de estos agentes no sabrían cómo reformar su casa o negocio para que consuma menos energía, cuánto le costaría o qué ahorro le reportaría, ni cómo conseguir la información necesaria. El conjunto de medidas que proponemos facilita la difusión de la eficiencia energética y hace que esta sea una característica visible y asequible para el consumidor. Mediante la certificación de la eficiencia energética de los edificios y gravando el exceso de consumo relativo a un edificio eficiente, nuestro paquete de política destaca y hace visible la falta de eficiencia energética. Esta es la precondition para que la eficiencia energética se convierta en un bien comercializable. Las otras medidas contenidas en el paquete reducen los costes y las otras barreras para la inversión en eficiencia energética. En la exitosa experiencia llevada a cabo en Vermont, por ejemplo, los consumidores no tienen que salir de sus casas, ya que los representantes de *Efficiency Vermont* llaman a sus puertas para ofrecerles un análisis de las necesidades energéticas de la vivienda, que permiten identificar las soluciones para ahorrar energía y posteriormente son implementadas por arquitectos e ingenieros. Además, este sistema les ofrece la posibilidad de financiar la reforma para eliminar el alto coste inicial, de forma que sea asequible. Este proceso va más allá de reducir el coste de la eficiencia energética para el usuario individual de energía, haciendo de la eficiencia energética un producto asequible y accesible.

Referencias bibliográficas

Aroonruengsawat, A., Auffhammer, M., Sanstad, A. (2012) The impacts of state level building codes on residential electricity consumption. *Energy Journal* 33: 31-52.

Banfi, S., Farsi, M., Filippini, M., Jakob, M. (2008) Willingness to pay for energy-savings measures in residential buildings, *Energy Economics* 30: 503-516.

Bertoldi, P., Rezessy, S., Lees, E., Baudry, P., Jeandel, A., Labanca, N. (2010). Energy supplier obligations and White certificate schemes: comparative analysis of experiences in the European Union, *Energy Policy*, 38: 1455-69.

Brounen, D., Kok, N. (2011) On the economics of energy labels in the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management* 62: 166-179.

Brounen, D., Kok, N., Quigley, J.M. (2012) Residential energy use and conservation: Economics and demographics, *European Economic Review*, 5:931-45.

CEN (2005) Energy performance of buildings. Methods for Expressing Energy Performance and for Energy Certification of Buildings. European Committee for Standardization, Brussels.

Chan, A., Yeung, V. (2005) Implementing building energy codes in Hong Kong: energy savings, environmental impacts and cost, *Energy and Buildings*, 37: 631-42.

Comisión Europea (2005) Green Paper on Energy Efficiency or Doing More with Less. COM (2005) 265 final. Brussels.

Comisión Europea (2011) Energy Efficiency Plan 2011. COM (2011) 109 final. Brussels.

Eichholtz, P., Kok, N., Quigley, J.M. (2010) Doing well by doing good? Green office buildings, *American Economic Review*, 100(5): 2494-511.

Fuerst, F., McAllister, P. (2011) Green noise or green value? Measuring the effects of environmental certification on office values. *Real Estate Economics* 39(1): 45-69.

Galvin, R. (2010), Thermal upgrades of existing homes in Germany: the building code, subsidies and economic efficiency. *Energy and Buildings*, 42: 834-44.

Gillingham, K., Newell, R., Palmer, K., (2006) Energy Efficiency Policies: A Retrospective Examination. *Annual Review of Environment and Resources* 31: 161-192.

Gillingham, K., Newell, R., Palmer, K., (2009) Energy efficiency economics and policy. *Annual Review of Resource Economics*, 1: 597-619.

Gilmer, R.W. (1989) Energy labels and economic search: an example from the residential real estate market, *Energy Economics* 11: 213-218.

Hamilton, B. (2010) A Vermont case study and roadmap to 2050. Paper presented at the Transatlantic Energy Efficiency Workshop, Centre for European Policy Studies, Brussels.

IEA, (2008) Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings. Information paper, International Energy Agency, OECD, Paris.

- IEA (2011a) World Energy Outlook. International Energy Agency, OECD, Paris.
- IEA (2012) 2009 Energy Balance for the US. Database. International Energy Agency, OECD, Paris.
- IPCC (2007) Fourth Assessment Report, Intergovernmental Panel on climate Change, Genève: IPCC.
- Iwaro, J., Mwashia, A. (2010) A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries. *Energy Policy*, 38: 7744-55.
- Jaffe, A.B., Stavins, R.N. (1994) The energy efficiency paradox. What does it mean? *Energy Policy* 22(10): 804-810.
- Kemp, R. (1997). *Environmental Policy and Technical Change: A Comparison of the Technological Impact of Policy Instruments*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Kok, N., McGraw, M., Quigley, J.M. (2011) The diffusion of energy efficiency in buildings, *American Economic Review*, 101:77-82.
- Kwak, S., Yoo, S., Kwak, S. (2010) Valuing energy-saving measures in residential buildings: A choice experiment study. *Energy Policy* 38: 673-677.
- Labandeira, X., Linares, P. (2011) Second-best instruments for energy and climate policies, in Galarraga, I., González-Eguino, M., Markandya, A. (eds) *Handbook of Sustainable Energy*. Edward Elgar, Cheltenham
- Laquatra, J. (1986) Housing market capitalization of thermal integrity, *Energy Economics* 3:134-138.
- Leaman, A., Bordass, B. (1999) Productivity in buildings: The 'killer' variable. *Building Research Information*, 27(1): 4-19.
- Leung, T.M., Chau, C.K., Lee, W.L., Yik F.W. (2005) Willingness to pay for improved environmental performance of the building envelope of office buildings in Hong Kong. *Indoor Built Environment* 14: 147-156.
- Linares, P., Labandeira, X. (2010) Energy efficiency: Economics and policy. *Journal of Economic Surveys* 24: 573-592.
- Linares, P., Labandeira, X., Pintos, P., Würzburg, K. (2012) Costs and potential of energy efficiency measures: an application to Spain, Working Paper 09-2012, Economics for Energy.
- McKibbin, W.J., Morris, A.C., Wilcoxon, P.J. (2011) Subsidizing household capital: How does energy efficiency policy compare to a carbon tax? *Energy Journal* 32: 111-127.
- McKinsey (2009) *Pathways to a Low-Carbon Economy*, New York, McKinsey & Co.
- Mundaca, L., Neij, L. (2009) A multi-criteria evaluation framework for tradable white certificate schemes, *Energy Policy*, 37: 4557-73.
- Nair, G., Gustavsson, L., Mahapatra, K. (2010) Owners Perception on the adoption of building envelope energy efficiency measures in Swedish detached houses, *Applied Energy*, 87: 2411-19.

NRTE (2009) Geared for Change: Energy Efficiency in Canada's Commercial Building Sector. National Round Table on the Environment and the Economy and Sustainable Development Technology Canada. Ottawa.

OECD (2011) Greening Household Behavior: The Role of Public Policy, Paris: OECD.

Palmer, K., Walls, M., Gordon, H., Gerarden, T. (2011) Assessing the energy efficiency information gap: Results from a survey of home energy auditors. Discussion Paper 11-42, Resources for the Future.

Rosas-Flores, J., Rosas-Flores, D., Gálvez, D. (2011). Saturation, energy consumption, CO₂ emissions and energy efficiency from urban and rural households appliances in Mexico, Energy and Buildings, 43: 10-18.

Sweatman, P., Managan, K. (2010) Financing Energy Efficiency Building Retrofits. Climate Strategy and Partners, Madrid.

UKDECC (2011a) Annual Report on Fuel Poverty Statistics. Department of Energy and Climate Change, London.

UKDECC (2011b), The Green Deal: A Summary of the Government's Proposals, London: Department of Energy and Climate Change.

Ürge-Vorsatz, D., Herrero, S. (2012) Building synergies between climate change mitigation and energy poverty alleviation, Energy Policy, 49: 83-90.

World Bank (2012) World dataBank: World Development Indicators & Global Development Finance. Database. Washington D.C.