



PANORÁMICA DE LA REHABILITACIÓN EN EUROPA. NORMATIVA E INCENTIVOS EN 4 PAISES DE LA UE: INGLATERRA, ALEMANIA, FRANCIA Y ESPAÑA

Jon Terés Zubiaga, Lorea Arrien Elgezabal, José M^a Sala Lizarraga

La rehabilitación energética se ha convertido en los últimos años en una estrategia prioritaria para la reducción del consumo energético en gran parte de los países de la Unión Europea. La aprobación de la Directiva EPBD en el año 2002 es una pieza clave en esa estrategia que transpuso a las distintas normativas nacionales en los años siguientes. Sin embargo, su aplicación y las estrategias paralelas desarrolladas para fomentar la rehabilitación han sido muy diferentes en cada país. En el presente estudio se hace una revisión y compara la situación de la rehabilitación en Francia, Alemania, Reino Unido y España.

1. INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea, el consumo de energía en la edificación representa un 42% del consumo total de energía, con un crecimiento medio anual de 1,5%. La U.E. ha realizado distintos estudios para establecer estrategias de actuación en la reducción de emisiones. En uno de estos estudios se contemplaba la relación entre el potencial de ahorro energético en la edificación y el plazo de obtención de resultados. Las conclusiones de los mismos quedan representadas en la gráfica del *Set-Plan* (Fig. 1). Estas conclusiones, junto con las distintas políticas europeas destinadas a la reducción del consumo energético, hacen que la adopción de medidas en la edificación y, más concretamente, la rehabilitación se haya puesto en una posición de máximo interés para los distintos agentes implicados.

Así, una pieza clave en la estrategia desarrollada por la Unión Europea en este sentido, es la aprobación de la *Energy*

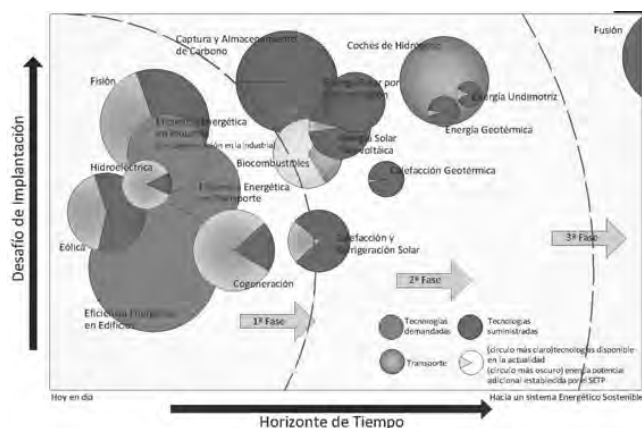


Fig. 1. Potenciales de ahorro en cada sector, dificultad de implementación y plazo de obtención de resultados. (Redibujado, de UE)

Performance of Buildings Directive (Directive 2002/91/EC, EPBD) publicada en 2002, la cual exigía a los países miembros actualizar y mejorar su normativa referente a edificación e introducir la certificación energética en edificios. Sin embargo, los niveles de desarrollo de eficiencia energética en edificación, y especialmente en rehabilitación, ha tenido un impacto muy diferente en los distintos países de la UE.

2. ALCANCE DEL ESTUDIO

El despliegue eficiente de actuaciones de rehabilitación de distinta envergadura en el sector residencial está basado en una combinación de varios factores (marco normativo, incentivos económicos...). Por lo general, este tipo de operación se realiza por motivaciones específicas de los propietarios del proyecto, pero está también influenciado por políticas energéticas y de investigación, legislación favorable e incentivos económicos².

Así, el objetivo de este estudio es analizar esos factores (legislación, incentivos y proyectos principales desarrollados a modo de políticas energéticas y/o investigación) en 4 países de la Unión Europea, prestando especial atención al tratamiento que hacen en la rehabilitación de la envolvente, y si procediera, en la mejora de las instalaciones.

Asimismo, aunque el tratamiento de la ventilación va a tener una influencia importante en el comportamiento energético global del edificio se entiende que, por su complejidad, la extensión de este apartado requeriría otro estudio independiente y por tanto, quedará fuera del alcance de este trabajo.

3. OBJETIVO

El objetivo planteado en este trabajo es presentar y comparar las medidas de rehabilitación en edificios de viviendas en 4 países miembros de la Unión Europea (Alemania, Francia, Inglaterra y España).

4. ALGUNOS DATOS GENERALES

Particularidades del estado del parque inmobiliario en cada uno de los países a estudio

En la Tabla 1 se presentan algunos de los datos más significativos referidos al parque residencial de cada país.

5. NORMATIVA EUROPEA REFERENTE A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN REHABILITACIÓN

La aprobación de la EPBD en el año 2002 fue una pieza clave en la Estrategia de Eficiencia Energética de la Unión Europea. La EPBD está enmarcada dentro de las políticas centradas en la reducción de emisiones de CO₂ mediante el aumento la eficiencia energética y energías renovables.

Energy Performance of Buildings Directive. (EPBD). Rasgos principales

La EPBD nació con el objetivo de promover la mejora de la eficiencia energética en los edificios de la UE. Las principales aportaciones que ofrecía la Directiva son:

- Una metodología para calcular el comportamiento energético de los edificios.
- La exigencia de unas condiciones de rendimiento energético tanto para nuevos edificios como para rehabilitaciones a gran escala.
- La certificación energética.
- El establecimiento de inspecciones regulares de calderas y sistemas de aire acondicionado.

La transposición de esta directiva será la que marque las bases de la normativa referente a la eficiencia energética en edificación en los distintos países europeos. En los países a estudio, la EPBD se aplicó tal y como se detalla en la Tabla 2. Un resumen detallado de datos de la implementación de la EPBD en los distintos países de la Unión Europea a fecha de 2008 puede ser encontrado en (15).

6. INGLATERRA

Evolución de la normativa británica en el aspecto térmico

En el Reino Unido, la normativa referente a la edificación queda recogida en las *Buildings Regulations*. Las líneas básicas de estas normas aplicadas en Inglaterra y Gales son establecidas en el *Building Act 1984*¹⁶, y son revisadas de forma continuada. Así, se distinguen tres niveles de legislación¹⁷:

- Una legislación primaria, que establece las líneas básicas (*Building Act 1984*),
- Una legislación secundaria (instrumentos legales, las *Building Regulations*)
- Unas guías de apoyo (*Approved Documents*).

Al estudiar su evolución histórica, se comprueba que no fue hasta 1965 cuando salieron las primeras normativas a nivel nacional. Las *National Building Regulations* de 1965 y 1976, introdujeron las primeras exigencias en cuanto a aislamiento acústico y térmico, si bien en un primer momento era destinado a evitar condensaciones. En los ochenta se comprobó que el propósito de un cada vez mayor cuerpo legislativo no estaba respondiendo adecuadamente a los requisitos esperados.

	Francia	Alemania	Reino Unido	España
Población [Millones hab]⁸	65.05	81.75	62.03	46.15
Stock de vivienda [Millones]	32.2	39.3	22.8 ⁹	25
Individuales [%] ⁹	57	46	82 ⁸	31
Colectivas[%]	43	54	18	69
Reparto de viviendas [%]			⁴	
En propiedad	57.2	41.6	65.17	71
Alquiler Privado	20.4	56.06	17.35	20
Alquiler Social	17.1	2.34	7.87	3.4
Otros	5.3	-	9.60	5.6
1^o normativa Térmica				
Año de aplicación	1974	1969-1977 ⁷	1965-1976 ⁶	1979
% viviendas construidas previamente	58	74	70	60
Dependencia energética - [%]	51.3	61.6	26.6	79.4
Consumo sector residencial				
En MTEp anuales	43.3 ¹⁰	61.4	43	10.8
% respecto al total del país	¹⁰	¹¹	¹²	¹³
Residencial 43 (con terciario)	29.4	32	37	17
Transporte	32	28.1	37	39.3
Industria	21	26.1	19	30.2
Otros	3	16.4	12	13.6
Consumo detallado (%)				
Calefacción (y/o refrigeración)	65	73	61.4	47
ACS	17	12	18.37	21
Electrodomésticos-Iluminación	11	10	17.67	29
Cocina	6	5	2.79	2

Tabla 1: Datos generales de los Países a Estudio.

PAÍS	NORMATIVA QUE APLICA LA EPBD	AÑO
Inglaterra	Building Regulations 2006	2006
Alemania	EnEV 2007	2007
Francia	RT 2005	2006
España	Código Técnico de la Edificación	2006

Tabla 2. Normativa que comienza a aplicar la EPBD, y año de entrada en vigor.

La solución se desarrolló a través de la *Building Act 1984*, que introducía el enfoque dual actual: unos requisitos funcionales obligatorios (*Building Regulations*) y una guía práctica opcional de apoyo (*Approved Documents*). La *Building Act* de 1984 iba más allá de aspectos de salud y seguridad para incluir el bienestar, accesibilidad o aspectos energéticos. Al mismo tiempo, se introdujo la certificación privada como una alternativa dependiente de las autoridades locales. Un resumen de dicha evolución desde 1965 hasta 2006 queda recogida en la Tabla 3.

A partir de 2006 se han continuado utilizando valores de U similares a los indicados en la normativa de 2002. Sin embargo, a partir de este año, con la aplicación de la EPBD, se introduce la obligación de calcular de la demanda mediante simulación informática para demostrar el cumplimiento de la normativa mediante los DER y TER (*Target Emission Rate*), calculados en el caso de viviendas a través del Procedimiento de Evaluación Estándar para la Certificación Energética de Viviendas (*SAP²³ rating*).

*Building Regulations 2010*²⁴

El actual marco normativo vigente son las *Building Regulations 2010*. Los Documentos Aprobados²⁵ para su aplicación se dividen en 14 partes. La normativa relativa a los aspectos energéticos del edificio se recoge en la parte L. El cumplimiento de la normativa para nuevos edificios, está basado en el cómputo global de emisiones (y no en valores elementales como el valor U o la eficiencia energética del sistema). En el caso de edificios existentes, en cambio, en la mayoría de los casos, el cumplimiento se hará estableciendo una serie de requisitos mínimos a los componentes afectados, basados en una U máxima admitida.

	Valores U[W/m2.k] exigidos por elementos constructivo							Comentarios
	Fachadas			*4	*5	*6	*7	
	*1	*2	*3					
1965	1.7	-	-	1.4	-	-	-	Primera reglamentación térmica a nivel Nacional en edificación en el Reino Unido (De aplicación en Inglaterra y Gales). Introdujo los límites del valor U.
1976	1.0	1.7	1.8	0.6	1.0*	1.0	-	Tras la crisis del petróleo de 1973 estos valores se hicieron más estrictos.
1985	0.6	1	-	0.35	0.6	0.6	-	Como consecuencia de la Building Act de 1984 entran los Documentos Aprobados.
1991	0.45	0.6	-	0.2-0.25	0.35-0.45	0.35-0.45*	3.0-3.3	Los valores límite podían variar en función de la puntuación SAP de la vivienda. Se incluyó un límite máximo de superficie de ventanas en fachada, que no debía ser superior al 15% de la superficie útil de la vivienda.
1995	0.45	0.6	-	0.25	0.45	0.45	-	Se amplía el límite de la superficie de ventanas hasta el 22.5% de la superficie útil de la vivienda.
2002	0.35	-	-	0.16-0.20-0.25 ³⁾	-	0.25	2.0-2.2 ²⁾	En la práctica, tenían flexibilidad para compensar las pérdidas de un sitio con ganancias por otro. El límite de superficie de ventanas se vuelve a ampliar hasta el 25%.
2006	Adopción de la EPBD. Límites similares al 2002, pero el SAP en viviendas y el SEBM ²⁾ para otros edificios se convierten en los únicos métodos de cálculo válidos.							

* 1. Fachadas expuestas
 * 2. Fachadas semiexpuestas
 * 3. Valor Medio Mínimo (parte opaca + ventanas)
 * 4. Cubierta
 * 5. Soleras
 * 6. Suelos (Forjados en contacto con el exterior)
 * 7. Ventanas

Tabla 3. Evolución de las exigencias térmicas (valores de U) en la Normativa inglesa y galesa desde 1965 hasta 2006.

Requisitos para los nuevos elementos de la envolvente	
Elemento Constructivo	U [W/m².K]¹
Fachada	0.28 ²⁾
Cubierta abuhardillada (Aislamiento en el techo colindante a espacio calefactado)	0.16
Cubierta Abuhardillada (Aislamiento en la hoja externa)	0.18
Cubierta plana, o cubierta con aislamiento integral	0.18
Suelos	0.22 ²⁾
Vaso de piscina	0.25

NOTAS
 1. Valores medios
 2. El valor U se podrá ver rebajado cuando su cumplimiento implique una reducción de más del 5% de la superficie interna del local.
 3. El valor U se podrá ver rebajado cuando su cumplimiento implique problemas significantes en relación a los niveles de suelo de las zonas adyacentes.

Tabla 4. Valores límite para nuevos componentes de la envolvente²⁹.

Esta parte L, a su vez, se divide en 4 documentos, de las cuales, este estudio se centra en la L1b. Este documento es de aplicación en las actuaciones en edificios de viviendas existentes²⁶. Quedan exentos edificios históricos catalogados²⁷, así como distintos tipos de espacios cubiertos en el entorno de la vivienda²⁸. Se distinguen tres tipos de actuación sobre el edificio:

Para 'ampliaciones' se aplica a los nuevos componentes de la envolvente que se construyan. Los límites del valor U que cada elemento nuevo debe cumplir se indican en la Tabla 4.

Para 'renovaciones', estos valores serán de aplicación en las actuaciones que se realicen en un elemento existente de la envolvente. En este caso, el conjunto del elemento afectado debe ser mejorado hasta, al menos, la U establecida en la columna b de la Tabla 5 (siempre que el área renovada sea mayor del 50% de la superficie del elemento individual, o del 25% del total de la envolvente del edificio).

Si el cumplimiento de esta columna no es técnicamente posible o su tiempo de retorno de la inversión fuera superior a 15 años, el elemento deberá ser rehabilitado al mejor estándar posible, y cuyo tiempo de retorno sea inferior a 15 años.

En el caso de los 'cambios de uso', cuando el valor U de un elemento constructivo que pasa a ser parte de la envolvente térmica, sea peor que el indicado en la columna A) de la Tabla 5, dicho elemento debe mejorarse hasta alcanzar unos valores U dados en la columna B). Se establece el mismo criterio referente al tiempo de retorno que se menciona para el apartado renovaciones. Por último, las características a cumplir en puertas y ventanas quedan descritas en la Sección 4 del L1B³¹.

Renovaciones y cambios de uso		
Elemento Constructivo	(a)Valor umbral de U [W/m².K]	(b)Valor mejorado de U [W/m².K]
Fachada. Aislamiento en cámara ¹⁾	0.70	0.55
Fachada. Aislamiento por interior o exterior ²⁾	0.70	0.30
Suelos ³⁾	0.70	0.25
Cubierta abuhardillada (Aislamiento en el techo colindante a espacio calefactado)	0.35	0.16
Cubierta Abuhardillada (Aislamiento en la hoja externa) ⁴⁾	0.35	0.18
Cubierta plana, o cubierta con aislamiento integral ⁵⁾	0.35	0.18

NOTAS
 1. Solo en el caso de que el paramento sea adecuado para aislar por cámara. Si no, será tratado como "Fachada. Aislamiento por interior o exterior"
 2. El valor U se podrá ver rebajado cuando su cumplimiento implique una reducción de más del 5% de la superficie interna del local.
 3. El valor U se podrá ver rebajado cuando su cumplimiento implique problemas significantes en relación a los niveles de suelo de las zonas adyacentes.
 4. El valor U se podrá ver rebajado cuando su cumplimiento implique problemas significantes en relación a la altura de local inmediatamente debajo.
 5. El valor U se podrá ver rebajado cuando su cumplimiento implique problemas respecto a los límites de carga soportados por la estructura.

Tabla 5. Valores límite standards para renovaciones o cambios de uso³⁰.

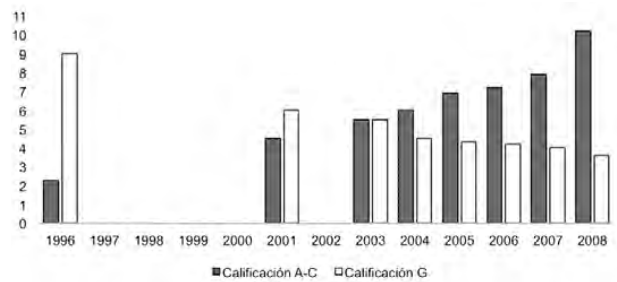


Fig. 2. Evolución de las categorías energéticas según el EER del Stock de vivienda en Inglaterra 1996-2008 (en %)³³.

Incentivos económicos y proyectos principales desarrollados en torno a la rehabilitación

En los últimos años, la eficiencia energética del parque de viviendas en Reino Unido ha mejorado de manera notable, tal y como muestran los datos del Informe *English House Condition Survey*³². Este informe destacaba entre otras cosas que la eficiencia energética del parque de viviendas había mejorado de manera constante desde los 42 puntos SAP en 1996 a 50 en 2007, o que en 2007, 41% de los hogares estaban en las categorías energéticas más eficientes (A-D) frente al 19% de 1996. Un ejemplo de esta mejora se puede observar en la Fig. 2.

Una parte importante de esta mejora puede ser atribuida al programa *Warm Front*, el principal aglutinador de incentivos económicos y proyectos que se han desarrollado en el Reino Unido. *Warm Front* ha sido la herramienta del Gobierno para luchar contra la pobreza energética³⁴ en el país, concediendo ayudas para la rehabilitación y mejora del comportamiento térmico de la vivienda. En el año 2007-2008 el *WF* recibió 350 millones de Libras, que permitieron asistir a unas 270.000 viviendas. El objetivo de las actuaciones del *WF* es, entre otras, aumentar la temperatura media en las viviendas y reducir los costes de consumo de combustible, y como consecuencia, una reducción de las muertes en invierno³⁵. El *WF* concede ayudas de hasta 2500 libras, así como asesoría en aspectos energéticos.

Se han desarrollado numerosos estudios en el entorno del *Warm Front* valorando sus resultados, desde distintos campos como el económico, el social, el de la salud y el propiamente referido a la eficiencia energética. Muchos de estos estudios han sido llevados a

cabo por el *Warm Front Study Group*, de *Bartlett School of Graduates Studies*, (UCL). Algunos ejemplos son (36),(37),(38),(39) y (40), estos dos últimos sobre el *'Take-back Factor'*.

7. ALEMANIA

Contexto de rehabilitación en Alemania

Alemania es el sexto emisor mundial de CO₂ con 9.87t CO₂ / persona⁴¹. Por esta razón, en las últimas décadas, Alemania ha promovido distintas investigaciones en el área de la eficiencia energética y optimización de consumos.

En esa línea, Alemania comenzó en 1991 a trabajar en el campo de la eficiencia energética en obra nueva mediante el desarrollo de *'Passivhaus'*. Una vez encauzada la cuestión de la obra nueva, los esfuerzos se centraron en la rehabilitación energética del parque existente, cuyo enfoque se sustenta en tres pilares: 1) construir un conocimiento técnico sólido (desde la experiencia adquirida con obra nueva, y adaptándolo posteriormente a rehabilitación), 2) desarrollar un modelo de financiación destinado a rehabilitación y 3) la implementación de una política ambiciosa. Con este modelo, Alemania rehabilita cada año el 1% de los edificios existentes⁴².

Evolución de la normativa alemana en el aspecto térmico

La primera normativa de ahorro energético fue la WSVO 1977 (si bien en 1969 la norma DIN 4108:1969, con el objetivo de evitar humedades, ya limitaba un valor mínimo de "R"). Desde el año 2002 la EnEV⁴³ constituye el marco legal que recoge las exigencias energéticas en la edificación. En el año 2007 se publica la EnEV 07, que adoptaba las guías establecidas en la EPBD. Un breve resumen de esta evolución hasta el 2007 queda recogido en la Tabla 6.

La EnEV 2007 fue modificada principalmente en lo referente a edificios no residenciales, pero sin cambios significativos para edificios residenciales. El balance general para la estimación de la eficiencia energética de un edificio se aplica de acuerdo a las directrices marcadas por la EPBD.

En cuanto a rehabilitaciones (Parte 3), en esta normativa aparecen consideraciones importantes de cara a las rehabilitaciones a gran escala. En la rehabilitación de edificios residenciales, se limitaban la demanda de energía primaria del edificio completo, que no pueden superar en más del 40% los consumos del edificio de referencia correspondiente (Edificio de la misma geometría y orientación que el edificio a valorar, y características definidas en la misma normativa). Asimismo, las actuaciones realizadas no podían en ningún caso reducir la eficiencia térmica del edificio.

Normativa vigente en Alemania

La normativa vigente desde octubre de 2009 es la EnEV 2009. Regula los requisitos legales de aislamiento térmico y sistemas energéticos para edificios. Su ámbito de aplicación abarca tanto la envolvente de los edificios como sus instalaciones, salvo edificios residenciales que son utilizados menos de 4 meses al año, que quedan exentos.

En su Parte 3 se establecen las exigencias mínimas térmicas a cumplir en caso de rehabilitación, modificación o ampliación de un edificio. Será de aplicación siempre que el área de los componentes afectados sea mayor del 10% del área total de dicho compo-







Norma/ordenanza	Esquema	Requisitos Generales	Requisitos Específicos
DIN 4108-1969		- Valores mínimos de "R"	-Limita la Resistencia Térmica "R"
WSVO 1977		Norma/ordenanza- Valores medios máximos de U. ("Umax").	-Limita la U mediante una "Umax" - Contempla infiltraciones
WSVO1984		- Idem WSVO 1977, pero reduciendo un 20% los valores de "Umax".	- Idem WSVO 1977
WSVO 1995		- Balance de la demanda de calor anual, aplicando la metodología durante los periodos de calefacción. - Ahorros del 20%-30% en la demanda de calor respecto a WSVO 84. - Comienza a utilizar el kwh/(m ² ·año) como referencia.	-Demanda de calor anual en función de A/Ve -Contempla infiltraciones -Protección térmica en Verano -Considera también la Rehabilitación -Certificado en Demanda de calor.
EnEV 2002 DIN V 4108-6:2000/11 DIN V 4701-10:2001/02		-Balance anual de demanda de energía primaria. -Ahorros del 30% de demanda de energía final respecto a la WSVO 95 - Se tienen en cuenta las pérdidas en las instalaciones.	-Demanda de calor anual en función de A/Ve -Se establecen unos requisitos mínimos referidos a pérdidas de calor por transmisión. -Contempla infiltraciones -Protección térmica en Verano -Considera también la Rehabilitación -Consideración de puentes térmicos. -Sustitución obligatoria de instalaciones en edificios existentes
EnEV 2004 DIN V 4108-6:2003 DIN V 4701-10:2003			-Requisitos para calderas, sistemas centralizados, termos y aislamiento térmico de instalaciones. -Certificado en Demanda energética.

Tabla 6. Evolución de la normativa alemana desde 1969 hasta 2007.

nte. La EnEV 09 mantiene la posibilidad de cumplir los requisitos si el edificio completo no supera en más de 40% la demanda de energía primaria del edificio de referencia, pero incorpora como novedad la posibilidad de cumplir los requisitos a través del cumplimiento de unos valores U mínimos de los componentes afectados, de acuerdo a la Tabla 7.

En la sección 10 se detalla las exigencias y características que deben cumplir las instalaciones del edificio, así como los plazos para proceder al aislamiento de cubiertas y techos en contacto con espacios no calefactados (si bien presenta algunas exenciones)⁴⁶.

Incentivos y proyectos principales desarrollados en torno a la rehabilitación

La institución del Gobierno Federal para la gestión de ayudas y prestamos es el *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW). Existen programas de Créditos Hipotecarios Preferenciales financiados por medios del banco y por subsidios federales. Estos incentivos están destinados a proyectos de rehabilitación que alcanzan los niveles de nuevo edificio (sin considerar el margen mencionado anteriormente del 40% de la demanda de energía primaria del edificio de referencia). Las características del interés de la financiación y del subsidio recibido por cada propietario irán en función del objetivo alcanzado por la rehabilitación: es decir, el interés más bajo y la ayuda más alta se dará a proyectos que alcancen niveles un 30% más estrictos que lo estipulado por la EnEV. Asimismo, también existen otros incentivos públicos ofrecidos por distintas autoridades locales⁴⁷.

Las subvenciones concedidas han pasado de 360 M€/año durante el periodo 2001-2005 a 1.000 M€/año durante el periodo 2006-2009. Esta situación ha tenido un 'efecto llamada' de las actuaciones de rehabilitación: a finales de mayo de 2006, los préstamos para la rehabilitación de edificios desde el inicio de año

Componente	U límite en Edificios residenciales
Fachadas	0.24
Ventanas Exteriores	1.30-2.00
Techos, Cubiertas y Cubiertas Abuhardilladas	0.24
Cubiertas Planas	0.20
Envolvente a espacio no calefactado o contra terreno	0.30

Tabla 7. Valores Máximos de U para la rehabilitación, modificación o ampliación de los componentes en viviendas⁶⁵.

Componente	Zona climática	Valor mínimo de (R) [m²·kW]	Equivalente en U [W/m²·K]
Aislamiento de Fachadas opacas	H1,H2	2,3	0.43
	H3	2	0.5
Acristalamiento	H1,H2,H3	equivalente a un doble vidrio con aislamiento reforzado	

Tabla 8. Requisitos mínimos para fachadas y ventanas, según zona climática.

Zona climática	Biomasa o combustible fósil	Calefacción Eléctrica
H1	130 kWh / m²	250 kWh / m²
H2	110 kWh / m²	190 kWh / m²
H3	80 kWh / m²	130 kWh / m²

Tabla 9. Consumo máximo expresada en energía primaria para calefacción refrigeración y ACS en edificios residenciales existentes (RT 2005).

ascendían a 5.000 M€, frente a sólo 2.000 M€ para todo el 2005. A finales de 2006, se habían rehabilitado 265.000 viviendas. La cantidad total de préstamos en condiciones preferentes ascendieron a 9.400 M€ para una cantidad total de 11.000 M€ y se calcula que se ahorraron anualmente 900.000 toneladas de emisiones de CO₂⁴⁸.

En lo referente a proyectos, en el año 2000, Alemania lanzó un primer programa de renovación realmente ambicioso, que abarcó 300.000 viviendas, con el que se preveía poder ahorrar 2 millones de toneladas de CO₂ por año, estimándose unos consumos finales de 90 kWh/m²/an.

En el año 2003 se lanzó un gran programa nacional llamado *Niedrigenergiehaus im Bestand* (Casas de Bajo Consumo) Este programa rehabilitó 36 edificios que representaban una superficie total de 50.000 m², duró dos años y terminó en 2005. Los resultados fueron:

- 75% de los edificios consumen menos de 40 kWh/m²/an
- 14% de los edificios consumen entre 40 y 50 kWh/m²/an
- 11% de los edificios consumen entre 50 y 60 kWh/m²/an

En 2005 se desarrolló un nuevo programa de rehabilitación, que en esta ocasión afectaría a 110 edificios. Hasta la fecha de Agosto de 2007, un total de 2230 viviendas habían sido rehabilitadas, representando una superficie de 138.000 m²⁴⁹. Más información sobre estos y otros proyectos desarrollados en Alemania así como valoraciones económicas pueden ser encontrada en (47) y (50).

8. FRANCIA

Evolución de la normativa en edificación

La primera normativa térmica nacional en Francia data de 1974. Desde entonces, ha sufrido varias actualizaciones:

RT1974, es la primera reglamentación térmica nacional para edificios en Francia. Su ámbito de actuación se limitaba a edificios nuevos residenciales.

RT1988, de aplicación a edificios residenciales y no residenciales.

RT2000, establece límites más estrictos, limitando el máximo consumo un 20% menos para residenciales y un 40% menos para edificios no residenciales respecto al máximo consumo establecido en la RT1988.

Zonas Climáticas		Consumo máximo anual [kWh/m ²]
H1	A	60
	B	65
	C	60
H2	A	55
	B	50
	C	45
	D	45
H3		40

Tabla 10. Consumo máximo anual [kWh/m²] por zonas climáticas (ver Fig. 3) según la RT 2012⁵¹.

Normativa vigente

Actualmente, la Normativa Francesa que regula el comportamiento térmico de los edificios residenciales es la RT 2005. En Octubre de 2010 se publicó el nuevo estándar para el comportamiento térmico de edificios. El objetivo es reducir el uso de energía en el sector doméstico en dos terceras partes en comparación con la RT 2005. Este nuevo estándar, recogido en la RT 2012, no entra en vigor hasta Enero de 2013 para el sector residencial. En este apartado se hará un breve repaso a ambas normativas.

La RT 2005⁵¹ era de aplicación a los edificios cuya presentación de permisos fue realizada a partir del 1 de Septiembre de 2006. Esta normativa, que supone la implementación de la EPBD en Francia, es de aplicación por vez primera también en la rehabilitación. Incluye un método de cálculo "Th-C", donde el comportamiento energético es expresada como un coeficiente "C" (kWh/m²/año). El requisito es que C debe ser menor que un coeficiente de referencia (C_{ref}, depende de la forma del edificio y del sistema energético).

El objetivo de la RT era lograr un uso de la energía más eficiente en edificios, obteniendo una reducción del consumo en edificios nuevos de al menos el 15% respecto a la RT 2000. Pretende reducir la demanda térmica del edificio mediante el control de las pérdidas de calor a través de la envolvente (suelos, paredes, techos, puertas y ventanas). Estas exigencias varían en función de la zona climática en la que se encuentre (Fig. 3).

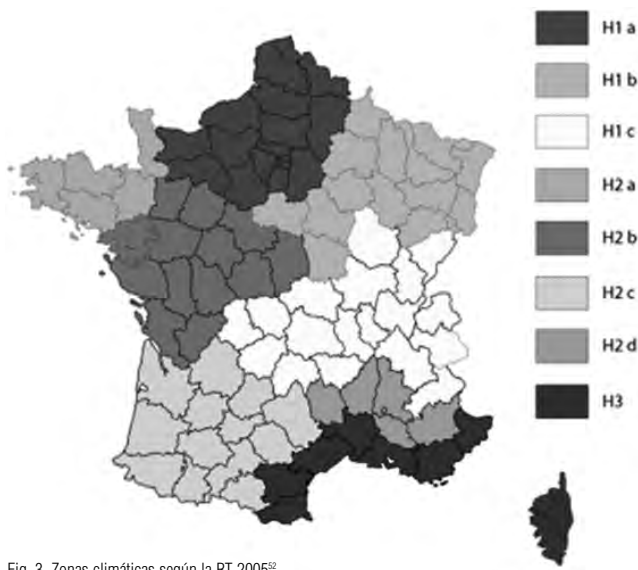
Para demostrar el cumplimiento de los requisitos y exigencias de la RT 2005, se establece la Certificación Energética (Diagnostic de Performance Énergétique, DPE).

En el campo de la rehabilitación, en mayo de 2007 el Gobierno Francés adoptó los requisitos mínimos para la rehabilitación, ampliación y sustitución de elementos constructivos, el cual entró en vigor en Noviembre de 2007. Afectan a una parte importante de los sistemas e instalaciones del edificio, así como a la envolvente térmica. Por lo general, estos requisitos mínimos son similares a los que se aplican a nuevos edificios. Estos requisitos están recogidos en las Tablas 8 y 9.

La RT 2012, en vigor desde el pasado octubre de 2011 para los edificios no residenciales, será de aplicación en los residenciales a partir de Enero de 2013. Limita el consumo máximo anual de todos los nuevos edificios a valores que variarán entre los 40 kWh/m² a los 65 kWh/m², según altitud y ubicación del edificio (Tabla 10).

Presenta diferencias notables frente a la RT2005:

- El coeficiente C (demanda de consumo de energía primaria) se calculará en términos absolutos, utilizando las herramientas homologadas para dicho propósito.

Fig. 3. Zonas climáticas según la RT 2005⁵².

- Se introducen la exigencia de un nivel mínimo en la eficiencia energética de los sistemas de calefacción, refrigeración e iluminación artificial.

- Dependiendo de la área geográfica donde esté situado el edificio, la demanda de energía será calculada utilizando un sistema de puntos, el B-bio, estableciendo un límite máximo que no debe ser sobrepasado (B-bio_{max}). Más información sobre la RT2012 puede ser consultada (54).

Previsiones futuras

En el horizonte 2020, se prevé la RT 2020. En ella se introduciría el concepto de "Edificios de Energía positiva" en la normativa francesa, así como la consideración del Análisis de Ciclo de Vida de los productos.

Incentivos y proyectos destacados desarrollados en el campo de la rehabilitación

Desde el 1 de Enero de 2009, las actuaciones para la mejora de la eficiencia energética de una vivienda dan derecho a ayudas y facilidades financieras, con créditos del 50% del costo total, cuando estas actuaciones se realizan sin ser obligatorias.

En el campo de proyectos, destaca el Proyecto *Renaissance* (2007)⁵⁵. Este estudio contempla distintos escenarios posibles para el 2030: *Business as Usual* (BaU), *Usual Technologies* y *Best Available Technologies* (BAT).

Plantea como objetivo la rehabilitación de los edificios existentes a un consumo de 50kWh/m²/an. Se utilizan simulaciones dinámicas para estudiar las posibles intervenciones destinadas a llegar al objetivo de dicho consumo. El proyecto evalúa 4 posibles intervenciones y con los resultados obtenidos de dicho estudio, plantea 3 posibles escenarios.

- La utilización de tecnologías fabricadas en Francia
- La utilización de tecnologías disponibles en Europa
- La "solución técnica universal"

Esta solución técnica universal (STU) contempla 5 aspectos a adoptar obligatoriamente en la rehabilitación de cualquier edificio: una resistencia térmica mínima para fachadas; otra para cubiertas; reemplazar las carpinterías y ventanas, con un vidrio triple bajo emisivo con argón; instalar una ventilación de doble flujo con recuperación; y utilizar para la producción de calor una caldera de condensación.

9. ESPAÑA

Evolución de la normativa en edificación

En el caso de España es en 1979, con la NBE-CT 79, cuando se encuentra la primera referencia a unas exigencias mínimas en el comportamiento energético de los edificios. Esta norma era de aplicación en todo tipo de edificios de nueva planta, y principalmente se basaba en el cálculo del K_G (coeficiente de transmisión térmica global, (Tabla 11) que se establecía en función del factor de forma y de la zona climática donde se ubicara el edificio (basadas en las temperaturas mínimas medias del mes de Enero); y del coeficiente K (coeficientes de transmisión térmica) según el tipo de cerramiento y de la zona climática. Esta normativa estuvo vigente durante 27 años, hasta la aprobación en Marzo de 2006 del Código Técnico de la Edificación, que nace de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación en la Edificación.

Actualmente el CTE⁵⁶ es el marco normativo que desarrolla las Exigencias Básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, cuyas pautas generales están marcadas en la LOE⁵⁷. Por su parte, los requisitos para las instalaciones térmicas quedan recogidos en el RITE⁵⁸, que obliga a la revisión periódica de la eficiencia energética de estas instalaciones, y a la obligación de la certificación energética de edificios propuesta por el RD 47/2007, establecido por la EPBD.

El CTE se estructura en diferentes DB (documentos básicos). En el DB HE se establecen las reglas y procedimientos para cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. El DB-HE⁵⁹ consta de 5 apartados. Este estudio se centrará en el "HE 1: Limitación de demanda energética". En el caso de rehabilitaciones, este apartado es de aplicación cuando la superficie útil es superior a 1000 m² y se renueve más del 25% del total de sus cerramientos. En ese caso, los componentes de la envolvente no deberán superar una U_{max} que estará establecida en función de la zona climática donde se encuentren (Tabla 12).

Incentivos y proyectos principales desarrollados en torno a la rehabilitación

La mejora del rendimiento energético de la vivienda apenas ha recibido incentivos económicos en España. Sin embargo, en los últimos tiempos se han empezado a hacer esfuerzos en este camino, tanto desde el Gobierno Central como desde distintas comunidades autónomas. La Fig. 4 refleja las ayudas públicas al respecto en el periodo 2006-2010:

Asimismo, una parte importante de incentivos han sido han sido desarrollados y/o gestionados por las autoridades de distintas comunidades autónomas. Como ejemplo, se hace una panorámica de la situación de la rehabilitación en el País Vasco.

El País Vasco dispone de un parque edificado de más de 900.000 viviendas, de las que casi el 70% son anteriores a



Fig. 4. Ayudas públicas gestionadas por IDAE en el periodo 2006-2010⁶¹.



Fig. 5. Número de viviendas por provincia y año de construcción⁶².

Tipo de Cerramiento		Zona climática			
		V y W	X	Y	Z
Cerramiento exterior	Cubiertas	1.40	1.20	0.90	0.70
	Fachadas ligeras	1.20	1.20	1.20	1.20
	Fachadas pesadas	1.80	1.60	1.40	1.40
	Forjado Sobre espacio Abierto	1.00	0.90	0.80	0.70
Cerramientos con locales no calefaccionados	Paredes	2.00	1.80	1.60	1.60
	Suelos o Techos	-	1.40	1.20	1.20

Tabla 11. Valores máximos de K [W/m² °C] según NBE-CT 79.

	Zonas A	Zonas B	Zonas C	Zonas D	Zonas E
Muros de Fachada (...)	1.22	1.07	0.95	0.86	0.74
Suelos	0.69	0.68	0.65	0.64	0.62
Cubiertas	0.65	0.59	0.53	0.49	0.46
Vidrios y marcos	5.70	5.70	4.40	3.50	3.10
Medianerías	1.22	1.07	1.00	1.00	1.00

Tabla 12. Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica (w/m²K)⁶³.

Orden	Título	Escala de actuación	Características
ORDEN de 29 de diciembre de 2006	sobre medidas financieras para rehabilitación de vivienda	Vivienda	-Para obras de adecuación: estructural y constructiva; de las condiciones de habitabilidad de las viviendas; de las viviendas y sus accesos a la normativa vigente sobre discapacitados, y del acabado general de la edificación de las viviendas a los principios de la buena construcción. -No hace mención a la Eficiencia Energética como objetivo.
ORDEN de 23 de noviembre de 2011	de modificación de la orden sobre medidas financieras para rehabilitación de vivienda	Edificio	-Modifica la Orden 29 dic. 2006. -Incorpora la mejora de las condiciones de la envolvente de los edificios desde el punto de vista de la mejora de su EE. -Actúa sobre el edificio completo. -Las ayudas están dirigidas a la comunidad de propietarios. -Plantea dos niveles de protección, en función del ahorro energético obtenido en relación al edificio Referencia. 1. Mejora < 50%; subvención del 30% prest. 2. Mejora > 50%; subvención del 50% prest.
ORDEN "REVIVE"		Barrio	-Pendiente de aprobación -Dotación de hasta 15.000 euros por vivienda

Tabla 13. Ordenes sobre incentivos a la rehabilitación en el País Vasco.

1980 (Fig. 5). Esta situación muestra el potencial de mejora de este sector, y la oportunidad de ahorro que presenta la rehabilitación del sector residencial⁶².

El consumo de energía primaria en calefacción y refrigeración estimado en el sector doméstico de los edificios construidos previamente al CTE, según la zona climática es, para el caso de Bilbao (C1) superior a 200 kWh/m²-año, y para el caso de Vitoria, de casi 300 kWh/m²-año⁶⁴.

La política de rehabilitación en el País Vasco tuvo su inicio con el Decreto 278/1983, que surgió con el objetivo de frenar el deterioro de importantes áreas urbanas de la comunidad. Sin embargo, no es hasta el año 2010, cuando aparece explícitamente la rehabilitación energética de edificios, en el Pacto Social de la Vivienda⁶², entre cuyas líneas de actuación plantea la "realización de 250.000 actuaciones de rehabilitación para el horizonte del año 2025".

De él emanan el Plan Director de Vivienda⁶⁵ y el P.E.R.E.R.U. 2010-2013⁶⁶. Los instrumentos legales para llevar a cabo estos objetivos quedan definidos en la Orden de 23 de Noviembre de 2011, que modifica la anterior Orden de 29 de Diciembre de 2006, y la Orden de ayudas "Revive" dotada con 9,3 M€ para promover la rehabilitación integral de edificios, a nivel de bloque, manzana o barrio, y que aun está en proceso de redacción (Tabla 13).

En ellas se establecen medidas de financiación con el objetivo de fomentar la rehabilitación energética de viviendas en el País Vasco.

10. COMPARATIVA ENTRE LOS CUATRO PAÍSES A ESTUDIO

Tras esta panorámica general de la situación de la rehabilitación, se observan amplias diferencias entre los países mencionados. Así, se puede afirmar que este mercado apenas ha existido en España hasta tiempos recientes, donde las renovaciones raramente han considerado hasta ahora el factor energético. Al mismo tiempo la rehabilitación energética está ampliamente consolidada desde hace años en Alemania (donde entre 2005 y 2008, 450000 viviendas se han beneficiado de ayudas), en Inglaterra (a través del programa *Warm Front*) y más recientemente en Francia.

Evolución Histórica en los cuatro países

Los cuatro países estudiados pusieron en vigor su normativa térmica tras la crisis del petróleo de 1973, con una diferencia de 5 años entre la primera (Francia, 1974) y la última (España, 1979). Si se consideran las normativas previas existentes en Inglaterra (1965) y Alemania (1969) esa diferencia aumenta a 14 años.

La evolución que han tenido desde entonces es muy desigual. Mientras que hasta la aplicación de la EPBD en Francia esa normativa ha sido actualizada 2 veces (1988 y 2000), en Inglaterra 5 (1976, 1985, 1991, 1995 y 2002) y en Alemania otras 5 (1977, 1984, 1995, 2002 y 2004), en España la NBE-CT 79 ha estado vigente durante 27 años sin modificaciones hasta el año 2006. Este es un factor que tendrá una influencia importante a la hora de con-

siderar el potencial de rehabilitación de la vivienda en España. El mayor potencial de mejora de eficiencia energética va a estar, evidentemente, en las viviendas construidas previamente a la primera legislación térmica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, mientras que una vivienda construida en el año 1996 en Inglaterra va a tener una U máxima en Fachada de 0,45 W/m² K, una construida en España en la misma época según la NBE-CT 79 podía tener valores máximos de U de entre 1,03 y 1,55 W/m² K, según zona climática y tipo de fachada (ligera o pesada).

Contexto Normativo actual en los cuatro países

Francia, Alemania, España y Reino Unido, como miembros de la UE han transpuesto la EPBD Europea en la legislación nacional. Sin embargo, la legislación aplicable a la rehabilitación de edificios varía mucho de un país a otro. Las legislaciones alemana e inglesa son las más estrictas entre las cuatro estudiadas. En la EnEV 2009, por ejemplo, los requisitos de aplicación a cada “elemento rehabilitado” son especialmente altos: estos deben ser aplicados en el caso de que se haga una rehabilitación de al menos el 10% de la superficie, independientemente del tamaño del edificio. La normativa vigente en España al respecto es mucho menos exigente, ya que solo las rehabilitaciones de los edificios que excedan 1000 m² están obligadas a cumplir con los requisitos establecidos en el CTE. Esto provoca, al menos en el caso de España que su aplicación real sea escasa, al quedar fuera del obligado cumplimiento una gran parte de las actuaciones más comunes de rehabilitación de la envolvente. A su vez, las normativas inglesa y alemana contemplan el tiempo de retorno actualizado como criterio a considerar a la hora de aplicar la normativa a cada obra de rehabilitación, referencia que no se encuentra ni en el CTE ni en las RT.

En el campo de los requisitos generales de las normativas, las exigencias presentan grandes diferencias entre los cuatro países de estudio. Mientras que la EnEV 09 alemana establece unos valores U_{max} para fachadas de 0,24 (o que el conjunto del edificio no supere en un 40% la demanda estimada del edificio de referencia que se le exigiría a obra nueva) o las *Building Regulations* inglesas en 0,55 para renovaciones, en el caso del CTE español, cuando es de aplicación en rehabilitación, la U_{max} establecida variará entre 1.22 y 0.74, en función de la zona climática donde se ubique el edificio (Fig. 6).

De todas ellas, sólo el CTE español y las RT francesas establecen zonas climáticas, en función de las cuales se aplican requisitos térmicos más estrictos o menos. En Alemania queda en manos de los *Landers* (como autoridad responsable de la aplicación de la EnEV), mientras que en Inglaterra y Gales esos valores son independientes de la ubicación en el país.

En cuanto a los métodos de comprobación de cumplimiento de los requisitos, en todos los países, con la aplicación de la EPBD, en obra nueva pasa a exigirse un consumo máximo basado en el cálculo respecto a un edificio referencia (mediante programas informáticos homologados por la autoridad competente). De esta forma, deja de ser suficiente una justificación del cumplimiento de unos determinados valores U o R. En rehabilitación, en cambio, se siguen manteniendo en tres de los cuatro casos estudiados (la RT francesa es la excepción) la justificación de los requisitos cumpliendo una serie de valores U como referencia. (si bien en la normativa alemana ambas formas de validación: cumplimiento de U o comparación con edificio de referencia).

Por último, si bien no entra dentro del alcance de este estudio, la certificación energética es uno de los aspectos que ha introducido la EPBD en la normativa de cada uno de los países estudiados. Un estudio general sobre la aplicación de la certificación en los países miembros puede ser consultado⁶⁷.

Incentivos y estrategias en los cuatro países a estudio

Alemania, Francia y Reino Unido tienen incentivos económicos (subvenciones, créditos a bajo interés...) para promover la rehabilitación energética en el sector residencial. Destaca el caso de Alemania, con cuyo sistema los propietarios son, en cierta medida, incitados a rehabilitar, al hacerles elegir el objetivo de mejora que quieren, y el cual será la base para recibir mejores condiciones de ayudas.

España, sin embargo, apenas tiene incentivos económicos dedicados específicamente a mejorar el rendimiento energético de viviendas, y cuando los hay, muy poca gente los aprovecha. Si bien es cierto que se empieza a hacer un esfuerzo desde distintas administraciones para promover y facilitar incentivos destinados a la rehabilitación energética de viviendas, hasta ahora sólo han existido incentivos puntuales dispersos, promovidos por distintas entidades (IDAE).

Asimismo, destacan Alemania y Reino Unido en cuanto a experiencias de rehabilitación llevadas a cabo en los últimos años: en el caso de Reino Unido, a través del programa *Warm Front*; y en el caso de Alemania, a través de los proyectos a gran escala desarrollados en el año 2000, en el 2003 (*Niedrigenergiehaus im Bestand*) o en el 2005.

Normativa en rehabilitación energética de los cuatro países a estudio											
PAIS	INGLATERRA		ALEMANIA	FRANCIA			ESPAÑA				
Normativa vigente	Building Regulations 2010		EnEV 2009	RT 2005			CTE ⁵⁹				
Actuaciones	Ampliación: Extensión o sustitución de lo existente	Renovación: actuaciones en un elemento de la envolvente, sustitución u añadidura de una capa	Rehabilitación, modificación o ampliación de los componentes en viviendas	Rehabilitación, ampliación y sustitución de elementos constructivos			Rehabilitación, modificación o reformas de edificios existentes				
¿Cuándo es de aplicación la normativa?	Es de aplicación a las obras en relación a viviendas existentes o ampliaciones de viviendas existentes.		Siempre q el área renovada sea >50% sup. del elemento individual, o del 25% del total de la envolvente.	Cuando el área de los componentes afectados sea mayor del 10% del área total de dicho componente			Para todos los edificios rehabilitados.				
Zonas climáticas				H1	H2	H3	A	B	C	D	E
U max. fachadas (W/m2K)	0.28	0.55 con aislamiento en cámara; 0.3 por int. o ext.	0.24	0.435	0.435	0.5	1.22	1.07	0.95	0.86	0.74
U max. medianeras (W/m2K)							1.22	1.07	1	1	1
U max. ventanas (W/m2K)		1.6	1.3-2.0	equivalente a un doble vidrio con aislamiento reforzado			5.7	5.7	4.4	3.5	3.1
U max. techos y cubiertas abuhardilladas (W/m2 K)	0.16 con aislamiento techo (hoja interior)	0.18 con aislamiento en hoja exterior.	0.24	0.25 pendiente<60°; 0.50 pendiente>60°			0.65	0.59	0.53	0.49	0.46
U max. cubiertas planas (W/m2 K)(0.18)	0.18		0.2	0.4							
U max. forjado (W/m2 K)	0.22	0.25		0.22 forjado de ático; 0.435 forjado con garaje y con ext.; 0.5 forjado con zona no calefactada			0.69	0.68	0.65	0.64	0.62
U max. part. a espacio no calefactado (W/m2 K)			0.3	0.5							
Los objetivos se consideran también cumplidos si:			El edificio no supera en más del 40% la demanda de E. Primaria del edificio referencia								

Tabla 14. Normativa en rehabilitación energética de los cuatro países a estudio.



Fig. 6. Valores U exigidos en cada país.

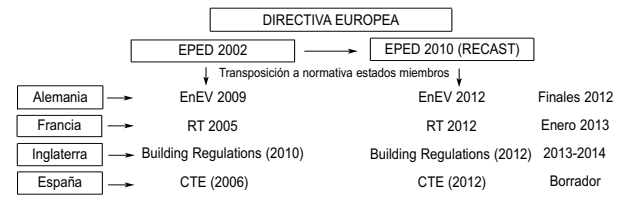


Fig. 7. Actualizaciones previstas.

11. CONCLUSIONES

España, con un 68% de edificios residenciales construidos antes de su primera normativa térmica de 1980⁶⁸, presenta un gran potencial de ahorro energético a través de la rehabilitación⁶⁹. La rehabilitación va a tener repercusiones positivas en el aspecto económico y de la eficiencia energética, pero, como demuestra la experiencia de Reino Unido, también es una estrategia clave para combatir la pobreza energética. La situación de pobreza energética en los últimos años se está acentuando en España, tal y como demuestra un estudio presentado en Madrid en Marzo de 2012 (realizado por la Asociación de Ciencias Ambientales), que destaca que la media de hogares que se encontraban en pobreza energética ha pasado de un 9% entre 2006-2009 al 12% en 2010, y que podría llegar al 15% a lo largo del año 2012.

El CTE en 2006 se centró especialmente en edificios de obra nueva, quedando fuera de su cumplimiento obligatorio una parte importante de las actuaciones de rehabilitación más habituales. Esto, sumado en muchas ocasiones al desconocimiento de los propietarios de los beneficios de la rehabilitación energética y los incentivos existentes ha provocado que una parte importante de las actuaciones de rehabilitación realizadas en los últimos años no haya tenido en cuenta una mejora del comportamiento térmico del edificio, habiéndose perdido la oportunidad de obtener unos mayores ahorros en el conjunto del parque de viviendas existente.

Por tanto, existe una gran capacidad de mejora, tanto en las exigencias de aplicación en rehabilitación y gestión de incentivos (haciéndolos más directos, accesibles, menos dispersos...), como en los propios requisitos mínimos exigidos, mucho menos estrictos que en el resto de los países estudiados (Fig. 6). Aumentar las exigencias térmicas en la normativa térmica (tanto en nueva construcción como en rehabilitación) es viable con los medios técnicos existentes hoy en día. Igualmente, los incentivos pueden ser subsidios directos (tal y como actualmente son en la mayor parte de las ocasiones), pero también existe la posibilidad de facilitar financiaciones en condiciones preferentes para actuaciones de rehabilitación energética, como ha hecho Alemania en los últimos años.

Si bien los esfuerzos deben ir destinados a fomentar rehabilitaciones íntegras del edificio, las dificultades de acuerdos que pueden existir en las comunidades de propietarios suponen muchas veces un freno para llevar a cabo dichas actuaciones; lo que invita a tener en cuenta también la rehabilitación de viviendas individuales, valorando la posibilidad de reservar una pequeña parte de incentivos a éstas.

Por último, el comportamiento térmico de la vivienda debe contemplarse como un sistema global, que dependerá de diversos subsistemas⁷⁰. Por tanto, cuanto más integrales y globales sean las medidas que se fomenten tanto desde la normativa como desde los incentivos, más posibilidad de éxito existirá.

Por ello, establecer, tal y como hace la normativa francesa, unos estándares no basados en valores U, si no en la Demanda de Energía anual, puede ser un enfoque acertado. Sin embargo, esta metodología de cálculo, más compleja que establecer unas exigencias térmicas mínimas a cada componente, puede suponer una barrera a la hora de afrontar pequeñas rehabilitaciones rutinarias (reparaciones de cubierta, fachada...)

Por este motivo, el enfoque alemán, que propone dos formas de cumplimiento (bien a través de garantizar una demanda anual menor de la establecida, bien a través del cumplimiento de unos valores U en los elementos rehabilitados) se observa como la mejor opción. Potenciando el análisis del edificio como un sistema global ante una rehabilitación, contempla y no es un obstáculo en las actuaciones más pequeñas (y comunes) de reparación o sustitución de elementos constructivos como vía efectiva para aprovechar también para mejorar el comportamiento térmico del edificio.

12. NOTA FINAL

La normativa referida en este artículo es la existente hasta fecha de Marzo de 2012. En lo referente a la normativa estatal, se prevén en los cuatro países estudiados la actualización de ésta normativa en los plazos que se indican en la tabla adjunta, de cara a adaptar la normativa estatal a la actualización de la EPBD aprobado en 2010. Asimismo aunque a más largo plazo, estas normativas estatales posiblemente se verán modificadas tras la aprobación de la nueva Directiva 2012/27/UE de 25 de Octubre de 2012 y publicada el 14 de Noviembre de 2012 en el Diario Oficial de la Unión Europea, relativa a la eficiencia energética.

13. AGRADECIMIENTOS

El autor de este estudio Jon Terés Zubiaga, cuenta con la financiación del Gobierno Vasco, a través de una ayuda del Programa de Formación de Personal Investigador del Departamento de Educación, Universidades e Investigación (Convocatoria 2009)

Los autores quieren agradecer la colaboración de Viviendas Municipales de Bilbao en la elaboración de este trabajo.

Igualmente, agradecen la colaboración del Laboratorio de Control de Calidad Edificación (L.C.C.E.) del Gobierno Vasco.

NOTAS

1. HUBER, A.; MAYER, I.; BEILLAN, V.; GOATER, A.; TROTIGNON, R.; BATTAGLINI, E., "Refurbishing residential buildings: A socio-economic analysis of retrofitting projects in five European countries." Fedarene (Energy Efficiency Watch Project), 2010.
2. BEILLAN, V.; GOATER, A.; CAYRE, E., "Socio economic barriers and success factors in the development of low energy consumption housing. A comparative study in 4 European countries". Proceeding of the ECeene Summer study, 2009.
3. Fuente; Eurostat. Population at 1st January by sex and age from 1990 onwards.
4. Fuente; Stock Housing of England, National statistics. Department of Energy & Climate Change. 2011.
5. Edificios unifamiliares. En el caso de Francia, se consideran Edificios individuales los de una única vivienda. Para el Caso de Alemania y España, se consideran edificios individuales los de 1 ó 2 viviendas.
6. Se consideran, para el caso de Inglaterra, como individuales todas las viviendas que no sean bloques de edificios. Fuente: National Statics Publication. "DCLG English House Condition Survey" and "English Housing Survey", Department of Energy & Climate Change, UK.
7. La primera pone límites a valores U, si bien es con objetivo a evitar condensaciones, y no de carácter térmico.
8. De las importaciones netas en el consumo interior bruto (2009) Fuente: EUROSTAT.
9. Consumo correspondiente sólo a residencias principales.
10. Fuente: INSEE. National Institute of Statistics and Economis Studies.
11. Fuente: LEAO, M., MÜSCH, W., FISCH, M.N., LEAO, E.B., KUCHEN, E., "The Evoution of Energy Efficiency Policy in Germany and EnEV 2007". PLEA 2008 - 25th Conference on Passive and Low energy Architecture. Dublin, 2008. Book of Proceedings.
12. Fuente: National Statics Publication, Department of Energy & Climate Change, UK, 2011.
13. Fuente: IDAE. "Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020. IDAE, Madrid, 2011. p. 17.
14. Fuente: IDAE.
15. European Commission. Directorate-General for Energy and Transport. "Implementation of the Energy Performance of Buildings Directive. Country reports 2008" European Commission, Bruselas, 2008.
16. Disponible en <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1984/55> (Marzo 2012)
17. RIBA (Royal Institute of British Architects), "Future Changes to the Building Regulations. Supporting statement to the CLG consultation response" Londres, 2010.
18. Para suelos "expuestos", con forjado sanitario y soleras.
19. 0.6 en el caso de Exposed Floors.
20. 0.20 a 0.25 en cubiertas con espacio intermedio no calefactado (dependiendo de la construcción) y 0.16 en cubierta plana.
21. 2.2 para puertas y ventanas con marco metálico, y 2.0 para resto de puertas y ventanas.
22. Para ampliar información sobre el SBEM (Simplified Building Energy Model) se puede consultar la página del BRE (Building Resarch Establishment) en (Marzo-2012) <http://www.bre.co.uk/page.jsp?id=706>.
23. Para una información detallada del SAP (Standard Assessment Procedure) se puede consultar la página del "Department of Energy and Climate Change" en (20-Marzo-2012) <http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/emissions/sap/sap.aspx>.
24. Building Regulations 2010. Disponibles en <http://www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/> (Marzo 2012).
25. Disponibles en <http://www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/approveddocuments/> (Marzo 2012).
26. Approved Document L1B 2010, apartado 3.5.
27. Catalogados en las listas indicadas en el Approved Document L1B, apartado 3.6.
28. Approved Document L1B 2010, apartado 3.6.
29. Approved Document L1B 2010, Sección 5, Tabla 2.
30. Approved Document L1B 2010, Sección 5, Tabla 3.
31. Approved Document L1B 2010, apartados 4.19-4.23.
32. Disponible en: <http://www.communities.gov.uk/publications/corporate/statistics/ehcs2007annualreport>.
33. Fuente: English Housing Survey (DCLG), Housing and planning statistics 2010.
34. La pobreza energética se da cuando se produce la interacción de tres factores: precio alto de la energía, bajas condiciones térmicas de la vivienda e ingresos bajos. Información más detallada al respecto puede ser encontrada en INTELIGENT ENERGY EUROPE, "Diagnosis de las causas y de las consecuencias de la pobreza energética en Bélgica, Francia, Italia, España y Reino Unido" European Fuel Poverty and Energy Efficiency.
35. Una noticia aparecida en la prensa que refleja el problema de la pobreza energética en UK: "Cold homes will kill up to 200 older people a day, warns Age UK" (*The Guardian*, 11-10-2011).
36. HONG, S.H., ORESZCZYN, T., RIDLEY, I., WARM FRONT STUDY GROUP, "The impact of energy efficient refurbishment on the space heating fuel consumption in English dwellings" *Energy and Buildings* 2006, 38, pp. 1171-1181.
37. HONG, S.H., GILBERTSON, J., ORESZCZYN, T., GREEN, G., "A field study of thermal comfort in low-income dwellings in England before and after energy efficient refurbishment" *Building and Environment* 2009, 44, pp.1228-1236.
38. CRITHCLEY, R., GILBERTSON, J., GRIMSLEY, M., GREEN, G., WARM FRONT STUDY GROUP, "Living in cold homes after heating improvements: Evidence from Warm-Front, England's home Energy Efficiency Scheme" *Applied Energy* 2007, 84, pp. 147-158.
39. GREENING, L.A., GREENE, D.L., DIFIGLIO, C. "Energy efficiency and consumption -the rebound effect- a survey" *Energy Policy* 2000, 28 pp. 389-401.
40. HERRING, H. "Rebound Effect of Energy Conservation" AA.VV. en *Encyclopedia of Energy*, Elsevier, 2004, Amsterdam, pp. 238-245.
41. LEAO, M., MÜSCH, W., FISCH, M.N., LEAO, E.B., KUCHEN, E., "The Evoution of Energy Efficiency Policy in Germany and EnEV 2007". PLEA 2008 - 25th Conference on Passive and Low energy Architecture. Dublin, 2008. Book of Proceedings.
42. SIDLER, O. "Renovation a Basse Consommation d'énergie des Logements en France" Enertech, París, 2007, pp. 59-63.
43. (EnergieEinsparVerordnung: Ordenanza de Conservación de la Energía).
44. LEAO, M., MÜSCH, W., FISCH, M.N., LEAO, E.B., KUCHEN, E., "The Evoution of Energy Efficiency Policy in Germany and EnEV 2007". PLEA 2008 - 25th Conference on Passive and Low energy Architecture. Dublin, 2008. Book of Proceedings.
45. EnEV 09, Apéndice 3, Tabla 1.
46. EnEV 09, Sección 10, Párrafos 2-5.
47. GALVIN, R., "Thermal upgrades of existing homes in Germany: The building code, sub-sides, and economic efficiency" *Energy and Buildings* 2010, 42, pp. 834-844.
48. SIDLER, O. "Renovation a Basse Consommation d'énergie des Logements en France" Enertech, París, 2007, p. 63.
49. Más información sobre este proyecto puede ser consultada en <http://www.ea-nrw.de/modernisierung/page.asp?TopCatID=2816&CatID=3983&RubrikID=3983>.
50. SIDLER, O. "Renovation a Basse Consommation d'énergie des Logements en France" Enertech, París, 2007, p. 63.
51. Su reglamentación está recogida en: Décret n° 2006-529 du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions, Arêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments y Présentation des textes réglementaires et de la méthode de calcul Th-C-E.
52. Fuente imagen: Le Grenelle Environnement.
53. Fuente: Le Grenelle Environnement.
54. Le Grenelle Environnement: <http://www.plan-batiment.legrenelle-environnement.fr/index.php/actualites-du-plan/grands-dossiers/121-comprendre-la-reglementation-thermique-2012>.
55. SIDLER, O. "Renovation a Basse Consommation d'énergie des Logements en France" Enertech, París, 2007.
56. Ministerio de Vivienda, Gobierno de España. 2006. REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado. Volumen 074 de 28 de marzo de 2006, Sección 1. 11816-11831.
57. Ley 38/1999 del 5 de noviembre de Ordenación en la Edificación.
58. Ministerio de Industria y Energía, Gobierno de España. 2007. REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Boletín Oficial del Estado. Número 207 de 29 de agosto de 2007, Sección 1. 35931-35984.
59. Anterior a la Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
60. Código Técnico de la Edificación. DB-HE1 Tabla 2.1 p. 9.
61. IDAE. "Documento Anexo. II Plan de Acción Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020" Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid. 2011. p. 19.

62. Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transporte, Gobierno Vasco "Pacto social por la Vivienda. *Un acuerdo para construir futuro*". Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria, 2010.
63. Fuente: Instituto Nacional de Estadística.
64. IDAE. "II Plan de Acción Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020" Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid. 2011.
65. Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transporte, Gobierno Vasco "Plan Director de Vivienda y Regeneración Urbana 2010-2013". Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria, 2010.
66. Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transporte, Gobierno Vasco "Plan Estratégico de la CAPV de Rehabilitación de Edificios y Regeneración Urbana 2010-2013". Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria, 2010.
67. SCHIAPPACASSE, A.F., PÉREZ-COTAPOS, P.C. Sistema de Certificación Energética de Viviendas. Informe Final. Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Asistencia Técnica. – Universidad de Concepción. Chile. (2009).
68. Fuente: Instituto Nacional de Estadística.
69. IDAE, "Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020" Ministerio de industria, Comercio y Turismo. Gobierno de España, 2011.
70. CANTIN, R., BURGOLZER, J., GUARRACINO, G., MOUJALLED, B., TAMELIKECHT, S., ROYET, B.G., "Field assessment of thermal behaviour of historical dwellings in France" *Building and Environment* 2010, 45, pp. 473-484.

Jon Terés Zubiaga, Arquitecto por la ETSA de la Universidad de Navarra (2009) y diploma en Restauración y Rehabilitación de Arquitectura por la misma. Máster de Investigación en Eficiencia Energética en el Transporte, Industria y Edificación por la ETS de Ingeniería de Bilbao, EHU-UPV (2010). Actualmente está desarrollando la Tesis doctoral en el grupo ENEDI (<http://www.ehu.es/enedi/>), adscrito al Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la ETS de Ingeniería de la EHU-UPV. El campo de estudio es la Eficiencia Energética y mejora del comportamiento térmico global del edificio, desarrollo de ensayos y modelos de comportamiento térmico y simulaciones, y centrado especialmente en la rehabilitación.

Lorea Arrién Elgezabal, Arquitecto Técnico por la Universidad de Granada (2002), Ingeniero de la Edificación por la Universidad de Nebrija (2010), y Máster de Investigación en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Industria, Transporte, Edificación y Urbanismo por la ETS de Ingeniería de Bilbao (2011). Actualmente está desarrollando la Tesis doctoral en el campo de estudio de la Eficiencia Energética en la edificación.

José M^º Sala Lizarraga, Dr. Ingeniero Industrial por la Universidad del País Vasco y M Phil. En Ciencias Físicas por la Universidad de Sussex (UK). Desde 1983 ocupa la Cátedra de Termodinámica Aplicada de la E.T.S. de Ingeniería de Bilbao (Universidad del País Vasco). Su actividad investigadora se ha desarrollado en el campo del modelado y simulación de equipos e instalaciones energéticas y en el análisis de la transmisión del calor en edificios. En la actualidad es el responsable de la gestión del Área de Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco. Durante siete años simultaneó su actividad académica con la de Director Técnico de una empresa de ingeniería dedicada a estudios y proyectos de instalaciones energéticas. Ha escrito seis libros sobre Termodinámica y uno sobre Cogeneración y ha publicado setenta y cinco artículos en revistas nacionales e internacionales, siendo autor de tres patentes de carácter nacional.