

# Influencia de la metodología para la certificación energética de edificios sobre los resultados en el indicador de agua caliente sanitaria

*Building energy performance certificating influence over the results of domestic hot water parameter*

■ ■ ■ ■ ■  
<sup>1</sup>Juan López-Asiain, <sup>2</sup>María-de-la Nieves González, <sup>1</sup>Carlos Morón y <sup>1</sup>Alejandro Payán-de-Tejada

<sup>1</sup>UPM Madrid. ETSEM. Departamento de Tecnología de la Edificación (España).

<sup>2</sup>UPM Madrid. ETSEM. Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control (España).

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/9578>

## 1. INTRODUCCIÓN

Es objetivo de la Unión Europea y de todos sus estados miembros, reducir significativamente el consumo energético y la dependencia de los combustibles fósiles. Según la directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo el 40 % del consumo de energía de la Unión corresponde a los edificios [1]. Es por esto que la reducción del consumo de energía en la edificación debe constituir una parte importante de las medidas necesarias para reducir la dependencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero.

La certificación energética de los edificios se regula en el estado español a través del Real Decreto 235/2013 [2]. Como bien se expone en el mismo, tiene como principal objetivo determinar una metodología de cálculo que permita a los promotores, usuarios y en definitiva a todos los agentes del sector, la posibilidad de comparar y valorar la eficiencia energética de distintos edificios de una manera objetiva [3]. Por lo tanto, esta certificación energética no busca determinar el consumo real de energía, ya que este consumo real dependerá de los usuarios de los edificios y la forma en que los usan, sus costumbres, horarios, temperaturas de confort, tipologías familiares, etc. Para determinar el consumo real de un edificio, la herramienta adecuada sería una auditoría energética, ámbito también regulado, en este caso por el Real Decreto 56/2016 [4].

La certificación energética pretende dar datos comparables entre edificios, para lo que se determinan unos consumos de energía y sus correspondientes emisiones de CO<sub>2</sub>, en base a unas condiciones y perfiles de usos determinadas por el Código Técnico de la Edificación. Estas condiciones estándar, vienen determinadas por la temperatura de consigna según el Anejo D, condiciones operacionales y perfiles de uso, además de la temperatura exterior en función de la localización del edificio, estas condiciones sirven para la calefacción y refrigeración. Para el consumo de energía derivado del agua caliente sanitaria, se han de utilizar los parámetros de ocupación, consumo de agua por persona y temperatura de suministro según el mes y localización geográfica [5]. De esta manera los resultados no se verán afectados por las posibles costumbres de sus usuarios, sino por las características constructivas, de diseño y técnicas de los propios edificios, permitiendo determinar cuáles son más eficientes de una manera objetiva.

Con el fin de facilitar el cumplimiento de la certificación energética se crean los denominados documentos reconocidos, que disponen del reconocimiento conjunto del Ministerio de Industria, Energía y Turismo y del Ministerio de Fomento. Son fundamentalmente herramientas informáticas de calificación de eficiencia energética. Para este trabajo vamos a utilizar el programa CE3X, herramienta informática promovida por el Ministerio para la Transición Ecológica, a través del IDAE, que permite certificar edificios residenciales existentes y de nueva construcción, así como edificios existentes de pequeño

y mediano terciario, tal y como se recoge en la información disponible en el Ministerio [6]. Se ha elegido esta herramienta debido a que es la más utilizada para la certificación de edificios existentes. Ésta se ha utilizado en regiones de España en más del 90% de los certificados realizados, según el trabajo de López-González, Luis M et al [7].

En el estudio realizado por Gangoells, Marta et al, en el que se analizan los datos de más de 129.000 certificados energéticos de edificios existentes en España, el consumo de energía debido a la calefacción se reduce significativamente según se van aplicando las normativas más recientes (Código Técnico de la Edificación en sus versiones de 2006 y 2013), que aumentan su exigencia en la reducción de la demanda y el consumo de energía [8]. La reducción del consumo se produce tanto por la mejora de las instalaciones térmicas y su rendimiento, como por la reducción de la demanda producida por unas mejores envolventes. Dado que la calificación energética depende de las emisiones de CO<sub>2</sub> y estas son directamente proporcionales al consumo de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, la disminución del consumo de calefacción está provocando que la importancia relativa del consumo de energía debida al agua caliente sanitaria en edificios residenciales adquiera una mayor relevancia.

El objetivo de este estudio es analizar la metodología utilizada para la estimación del consumo de energía debida al sistema de ACS y su posterior calificación energética.

## 2. METODOLOGÍA

Para determinar el consumo de energía debida al ACS, en primer lugar, se necesita definir un perfil de consumo estándar que permita comparar unas viviendas con otras de manera objetiva. Este perfil viene definido por el Código Técnico de la Edificación, en adelante CTE, que establece en su Documento Básico HE de ahorro de energía, sección 4, que el consumo de ACS

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Fig. 1: Ocupación según CTE

en edificios de uso vivienda es de 28 litros al día por persona, a una temperatura de 60°C [5]. También establece en la misma sección la ocupación que debe estimarse en una vivienda en función del número de dormitorios, de acuerdo con la figura 1.

Una vez determinado el consumo de ACS de una vivienda en función de su ocupación y el consumo unitario a la temperatura de referencia de 60°C, se puede determinar la demanda energética para el ACS según la siguiente formula:

$$Pot = q \cdot ce \cdot ye \cdot \Delta T$$

donde,

Pot = Energía necesaria para calentar el agua en Kcal/h

q = Demanda ACS en litros/h

ce = Calor específico del agua en kcal/kg°C

ye = Peso específico del agua en kg/dm³

ΔT= Salto térmico en °C

Para determinar el salto térmico del agua, el CTE facilita las temperaturas medias mensuales de suministro de agua por capitales de provincias. Para este trabajo situaremos los cálculos en Madrid, donde la temperatura media anual de suministro del agua sanitaria es de 12,8 °C [5].

Una vez obtenido la demanda energética correspondiente al ACS, se transforma en consumo, dividiendo la demanda por el rendimiento de las instalaciones utilizadas para el calentamiento del agua. Obtenido el consumo de energía y una vez descontados, si fuera el caso aportes energéticos de fuentes renovables, como pudieran ser paneles solares térmicos, se convierte en energía primaria no renovable y esta a su vez en emisiones de CO<sub>2</sub>. Estas transformaciones se realizan de acuerdo a unos coeficientes publicados por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, mediante el Documento Reconocido "Factores de emisión de CO<sub>2</sub> y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios de España" [9]. Es obligación de cada estado miembro establecer estos coeficientes de paso según su tipo de producción energética y puede haber diferencias significativas entre diferentes estados según explica Castellano, Jordi et al [10]. La calificación energética final de un edificio o parte de este, consiste en una etiqueta que lo califica entre la letra A (mejor) y la G (peor) en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la zona geográfica en la que se encuentra, según el documento Calificación de la eficiencia energética de

nº dorm	personas	l/pers-día	l/día (ACS 60°)
1	1,5	28	42
2	3	28	84
3	4	28	112
4	5	28	140
5	6	28	168

Tabla 1: Consumo ACS por tipo de vivienda

nº dorm	l/día (ACS 60°)	ce	ye	ΔT	Pot (kWh/año)
1	42	1	1	47,2	841,52
2	84	1	1	47,2	1.683,04
3	112	1	1	47,2	2.244,05
4	140	1	1	47,2	2.805,06
5	168	1	1	47,2	3.366,08

Tabla 2: Demanda de energía para la producción de ACS por tipo de vivienda

los edificios, publicado por el ministerio de Industria y el de Fomento. [11]

### 3. RESULTADOS

De acuerdo al procedimiento de cálculo explicado, se ha procedido a determinar el consumo de ACS a 60° de cinco tipologías diferentes de viviendas en función del número de dormitorios (de un dormitorio a cinco) y por tanto de la ocupación según la tabla 1.

Suponiendo las viviendas situadas en Madrid y usando el salto térmico correspondiente a esta ciudad, se ha calculado la demanda energética correspondiente a este consumo de ACS, estimando tanto el calor específico como el peso específico del agua en la unidad, se obtienen los resultados expresados en la tabla 2.

Para continuar con el cálculo se ha elegido la tipología de tres dormitorios al ser la más común en las residencias ha-

bituales, según el censo de población del Instituto Nacional de Estadística más reciente [12]. Se muestra a continuación en la figura 2.

La unidad de medida para la demanda y el consumo de energía adoptada en España, al igual que en la mayoría de los estados de Europa es el kWh/m²año [11]. De manera que para poder determinar la demanda de acuerdo a esta unidad es necesario conocer la superficie de la vivienda. Gracias al censo de población del INE, conocemos el reparto del número de viviendas según su superficie, como se muestra en la figura 3.

Determinados los intervalos de superficie de las viviendas de tres dormitorios en España, se puede obtener la demanda de energía en la unidad kWh/m²año para cada una de esas superficies. Para calcular el consumo será necesario conocer el rendimiento de la instalación utilizada para calentar el agua, para este estudio se ha

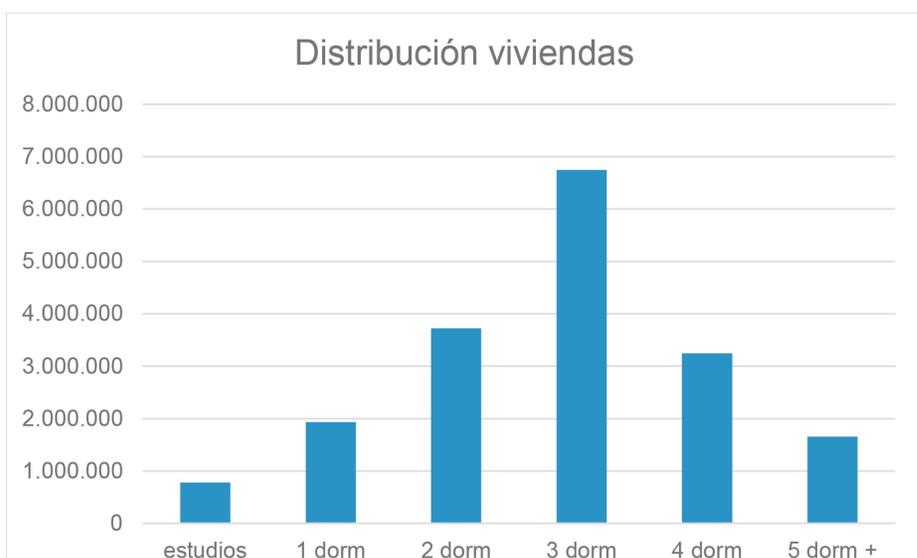


Fig. 2: Distribución viviendas según el número de dormitorios

### Distribución viviendas de tres dormitorios

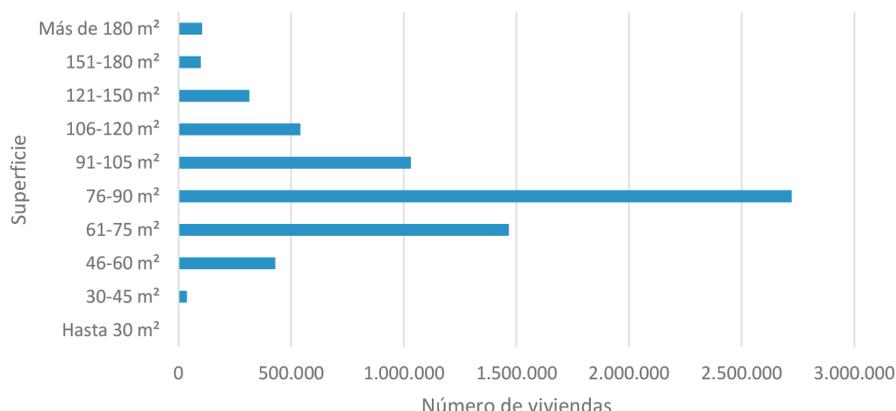


Fig. 3: Distribución viviendas de tres dormitorios según su superficie

Viviendas 3 dormitorios			
		Demanda	Consumo
Superficie (m²)	S. Media (m²)	kWh/m²año	kWh/m²año
151-180	165,5	13,56	14,74
121-150	135,5	16,56	18,00
106-120	113,0	19,86	21,59
91-105	98,0	22,90	24,89
76-90	83,0	27,04	29,39
61-75	68,0	33,00	35,87
46-60	53,0	42,34	46,02
30-45	37,5	59,84	65,04

Tabla 3: Demanda y consumo de energía para la producción de ACS

supuesto el rendimiento indicado en el CTE para la producción de calor mediante sistemas abastecidos por gas natural que es del 92%, usando el mismo dato para todas las viviendas. Se resumen los resultados en la tabla 3.

Una vez determinado el consumo de energía, se puede calcular la energía primaria no renovable utilizando los coeficientes de paso publicados por el Ministerio [9]. En la siguiente tabla se muestra el

consumo de energía primaria no renovable calculado y en la columna adyacente el consumo que obtenemos al introducir los mismos datos de partida en la herramienta de calificación energética CE3X, así como la clasificación energética parcial correspondiente al consumo de ACS, expresada por una letra, siendo A la máxima y mejor calificación y G la peor. También en esta tabla 4 se han incorporado tres columnas en las que bajo las mismas condicionantes

de cálculo, se ha supuesto un aporte energético procedente de energía renovable en el edificio del 50%, porcentaje mínimo de aporte considerado por el CTE, obligatorio para edificios de nueva construcción en Madrid.

Identificada la superficie de la vivienda como un factor relevante en la calificación energética, se ha hecho un estudio de certificados reales registrados (los certificados analizan ACS, calefacción y climatización), para lo cual se ha accedido a la aplicación ENERFUND [13]. Esta herramienta, ha sido creada por un consorcio de 15 organismos de distintos países europeos y financiado por el programa Horizonte 2020 de la Comisión Europea. En ella, se pueden consultar hasta 73 millones de certificados volcados por cada uno de esos organismos pudiendo recopilar los datos energéticos de viviendas y edificios de hasta 13 países.

De entre todos los datos disponibles se han utilizado viviendas de la zona climática D3, según CTE, donde se encuentran ciudades como Madrid, Zaragoza, Ciudad Real o Lérida. Se han filtrado los certificados energéticos en cuatro rangos de superficie de vivienda: hasta 59 m², de 59-90 m², de 90-120 m² y de 120-180 m². De cada uno de los rangos se ha extraído el número total de viviendas por cada calificación energética y se han calculado los porcentajes relativos respecto al total de viviendas correspondiente al rango de superficie. Posteriormente, se han analizado dichos porcentajes resultando una gráfica (Fig. 4) en la que se puede observar por rangos de superficie de las viviendas, el porcentaje de ellas con mejores calificaciones (situadas entre la letra A y la E):

### 3.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Existe una pequeña diferencia en los resultados de los cálculos realizados tal y como se ha explicado en la introducción, respecto de los ofrecidos por el programa CE3X, introduciendo los mismos datos de partida, la diferencia es de media del 1,53%, probablemente debida a algún factor de corrección o de cambio de unidad que incorpora el programa.

Se puede observar claramente tanto en la tabla 3 como en la 4, que la superficie de la vivienda condiciona los resultados de demanda y consumo obtenidos, de manera muy importante. Siendo la demanda energética por vivienda la misma, 2.244,05 kWh/año, al incorporar en la unidad de medida la superficie, los datos de consumo pueden ser hasta cuatro veces mayores en viviendas de menor

Sup (m²)	Viviendas 3 dormitorios					
	Energía primaria no renovable			Energía primaria no renovable		
	Calculada	CE3X	Clasificación	Calculada	CE3X	Clasificación
151-180	17,54	17,27	E	8,77	8,64	D
121-150	21,42	21,09	F	10,71	10,55	E
106-120	25,69	25,29	G	12,84	12,65	E
91-105	29,62	29,17	G	14,81	14,58	E
76-90	34,97	34,44	G	17,49	17,22	E
61-75	42,69	42,03	G	21,34	21,02	F
46-60	54,77	53,93	G	27,38	26,96	G
30-45	77,40	76,22	G	38,70	38,11	G
				Aporte energía del 50 %		

Tabla 4: Consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial

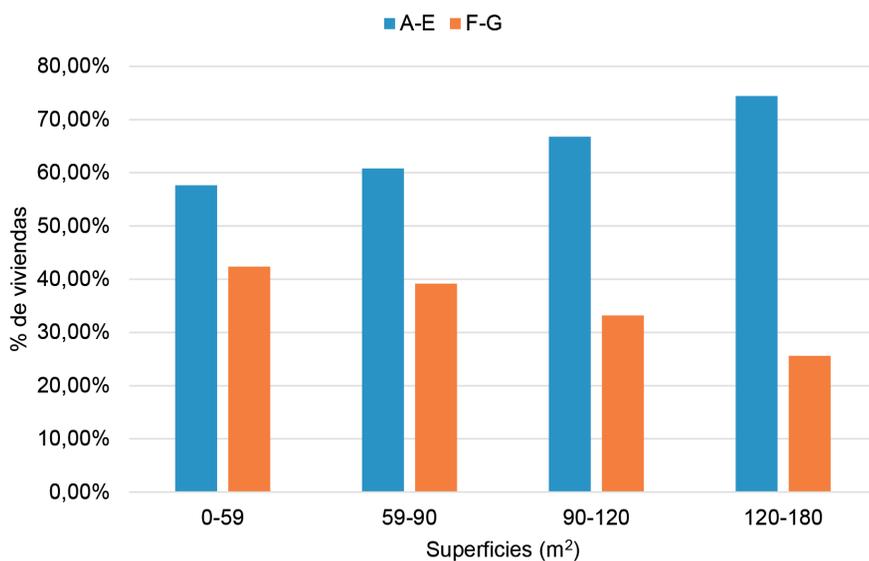


Figura 4: Calificación energética segmentada por superficie de las viviendas

superficie comparando con viviendas más grandes, ambas con las mismas condiciones iniciales de cálculo.

Como se puede observar en la tabla 4, si añadimos al cálculo aportes de energía alternativos que reduzcan el consumo de energía no renovable para el ACS, las diferencias debido a la superficie se agravan, pues los saltos de calificación pasan de la letra G en las viviendas más pequeñas, a la D en las más grandes, de nuevos con las mismas condiciones iniciales de cálculo. Esto se debe a que según se mejora en la calificación energética, los tramos para saltar de una letra a otra son más pequeños.

En un análisis de certificados reales registrados que califican a las viviendas, no solo por el ACS, sino que incluyen también la calefacción y la climatización, se observa en la figura 4, una tendencia a que las viviendas de mayor superficie consigan mejores calificaciones que aquellas más pequeñas.

#### 4. CONCLUSIONES

Se ha podido comprobar que viviendas de idénticas características constructivas, como mismo número de dormitorios, mismos ocupantes, misma instalación para la generación de ACS, misma zona geográfica, pueden obtener calificaciones energéticas parciales cuatro veces peores en función de la superficie de las viviendas.

Edificios con las mismas características constructivas y tecnológicas, inicialmente igual de eficientes, obtienen calificaciones parciales muy diferentes según la superficie de sus viviendas, premiando a aquellas más grandes. Esta situación desvirtúa la calificación energética, no

permitiendo realmente calificar mejor los edificios con instalaciones más eficientes e impidiendo comparar de forma objetiva unos con otros.

La calificación parcial del ACS afecta a la calificación global de las viviendas, dando como resultado que los certificados reales registrados obtengan un mayor porcentaje de calificaciones consideradas eficientes, en las viviendas de mayor superficie.

Si se quiere obtener una calificación objetiva y comparable que realmente mida la eficiencia energética de las viviendas, las premisas de cálculo iniciales referentes al consumo deben estar relacionadas con la superficie, de manera que el tamaño de la vivienda no sea un factor relevante en lo que a eficiencia energética se refiere. Ya en otros países europeos como Polonia, Italia y Alemania, el consumo de agua caliente sanitaria, se estipula en litros por unidad de superficie, consiguiendo así que el parámetro de la superficie al obtener el consumo de energía primaria no renovable en kWh/m²año, deje de tener influencia sobre la calificación energética, o al menos muy reducida.

#### REFERENCIAS

[1] Directive 2010/31/UE of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Union 18.06.2010. ISSN 1725-2555.  
 [2] Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios. BOE, núm. 89, de 13 de abril de 2013.  
 [3] Casals, XG., 2006. Analysis of building energy regulation and certification in Europe: their role, limitations and differences. Energy Build. 38, 381-392.

[4] Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía. BOE núm. 38, de 13 de febrero de 2016.  
 [5] Código Técnico de la Edificación. Disponible en Web: <https://www.codigotecnico.org/> [Consulta: Febrero 2019].  
 [6] Ministerio para la transición ecológica. Disponible en Web: <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx> [Consulta: Febrero 2019]  
 [7] LM. López-González, LM. López-Ochoa, J. Las-Heras-Casas, C. Garcia-Lozano. Energy performance certificates as tools for energy planning in the residential sector. The case of La Rioja (Spain), Journal of Cleaner Production 137 (2016) 1280-1292.  
 [8] M. Gangolells, M. Casals, N. Forcada, M. Macarulla, E. Cuerva. Energy mapping of existing building stock in Spain, Journal of Cleaner Production 112 (2016) 3895-3904.  
 [9] Ministerio de industria, Energía y Turismo y Ministerio de Fomento. Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios de España, Versión 27/07/20147. Disponible en Web: <https://energia.gob.es/> [Consulta: Febrero 2019]  
 [10] J. Castellano, D. Castellano, A. Ribera, J. Ciurana. Developing a simplified methodology to calculate CO2/m² emissions per year in the use phase of newly-built, single family houses, Energy and Buildings 109 (2015) 90-107.  
 [11] Ministerio de industria, Energía y Turismo y Ministerio de Fomento. Calificación de la eficiencia energética de los edificios, Versión 1.1 noviembre 2005.  
 [12] Instituto Nacional de Estadística. Censos de Población y Viviendas 2011. Disponible en Web: <https://www.ine.es/> [Consulta: Febrero 2019]  
 [13] ENERFUND Consortium. (2018). Disponible en Web: <http://enerfund.eu/> [Consulta: Febrero 2019]