

Actas del I Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes

INTERVENCIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DEL SUR DE ESPAÑA: RETOS ACTUALES

¹Sendra, J. J.; Domínguez, S.; León, A. L.; Bustamante, P.
Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción, Universidad de Sevilla.

Avda. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla.

e-mail: ¹jsendra@us.es

RESUMEN

En los edificios de viviendas españoles podemos estimar que, aproximadamente, la mitad del consumo energético se debe a los sistemas de calefacción y refrigeración. Por tanto, resulta en general aconsejable invertir en proyectos de rehabilitación de viviendas existentes para limitar su demanda energética. Sin embargo, aunque las intervenciones energéticas han de suponer, en general, un significativo potencial para el ahorro de energía en los edificios de vivienda, habría que manifestar que en muchas situaciones, en especial para el área sur del país, no siempre será así, pudiéndose producir desviaciones importantes respecto de comportamientos energéticos esperados. Se estima fundamental conocer las particularidades de cada caso si se quieren rentabilizar realmente las actuaciones y evitar situaciones futuras alejadas de las expectativas iniciales.

Investigaciones llevadas a cabo por nuestro equipo de investigación, en Andalucía, sobre edificios de viviendas protegidas, permiten concluir que, en muchos casos, no existe una relación directa entre demanda de energía y uso real de la misma. La situación en nuestro entorno geográfico refleja la existencia de edificios con consumos energéticos muy por debajo de lo esperable, pero asociado a una carencia de prestaciones de confort, por lo que en la mayoría de las situaciones el principal problema no nace de un elevado consumo de energía, sino de una ausencia de condiciones de bienestar interior. Esta situación ocasiona, por un lado, una menor capacidad real de reducción del consumo en estos edificios y, por otro, la falta de percepción por parte de los usuarios de la importancia del problema, lo que alarga significativamente los periodos de retorno de las intervenciones energéticas, y provoca que muchas de ellas puedan llegar a suponer un efectivo aumento del consumo de energía respecto a la situación de partida (aunque supongan una mejora de las prestaciones).

La investigación y caracterización de estos comportamientos son fundamentales para el diseño de las políticas de intervención energética, así como para la evaluación de las diferentes actuaciones en escenarios futuros. En este contexto, se han desarrollado los proyectos de investigación EFFICACIA y AMEC, que tienen su continuidad en el proyecto europeo EnergyTIC.

Keywords: Eficiencia energética, Rehabilitación energética, Monitorización, Low Energy, Sector residencial.

1.- Introducción.

Los diferentes análisis estudiados sobre el consumo energético nacional indican una alta responsabilidad del sector de edificios residenciales en el mismo, representando en el ámbito nacional, para el 2010, el 17% de la energía final y hasta el 25% de la demanda de energía eléctrica, indicándose una tendencia al alza en los próximos años [1]. Ante estas magnitudes, el ahorro de energía en este sector es uno de los principales medios propuestos por la administración pública para alcanzar el escenario europeo de reducción de la emisión de CO₂ en un 50-85% para el año 2050 [2], y el Plan Energético Nacional propone para el 2020 un objetivo de ahorro energético del sector edificatorio del 15.6% de la reducción global [3]. Es necesario indicar que en los edificios residenciales españoles, aproximadamente, la mitad de ese consumo se produce por los sistemas de calefacción (en torno al 48% del total) y refrigeración (alrededor del 0.8%), incrementándose ligeramente la refrigeración en la zona mediterránea, eso sí, con mayor influencia sobre la energía primaria, al ser la fuente de energía fundamentalmente eléctrica [1].

Aunque es en el sector terciario donde se suelen concentrar las medidas de ahorro energético, por su mayor intensidad de uso específico, es en el área residencial donde se produce el mayor consumo dentro del sector de la edificación: 16222 ktep de energía final frente a 9540 ktep del sector terciario se consumieron en 2011 [4]. Estos datos indican la oportunidad para la rehabilitación energética del parque edificatorio residencial existente, ya que se prevén significativas reducciones del consumo de energía en el uso de viviendas rehabilitadas, aspecto básico tanto a la hora tanto de diseñar las políticas de intervención y asignación de recursos (subsidios, programas públicos de ayudas y subvenciones), como para la entrada en el sector de la edificación de las empresas de servicios energéticos (ESERs).

Sobre estas consideraciones, e incluso sobre escenarios más optimistas, están basadas las herramientas de evaluación del comportamiento energético y las predicciones sobre el ahorro energético. La próxima entrada en vigor del procedimiento de calificación energética de edificios [5] debe acentuar la diferencia entre el consumo de energía de edificios nuevos o rehabilitados y existentes [6]. A nivel nacional, todos los procedimientos de evaluación energética derivados de la Directiva 2002/91/CEE y sus actualizaciones [7] [8] están basados en una metodología general de cálculo de la eficiencia energética (limitación de la demanda energética y calificación energética de edificios nuevos y existentes), y en unas premisas de intensidad y hábitos de uso del edificio, no en todos los casos alcanzados.

Sin embargo, los estudios de campo realizados por nuestro equipo de investigación, sobre comportamiento energético de estos edificios residenciales, arrojan dudas sobre si estas estimaciones de reducción del consumo de energía son realistas, ya que en muchos casos existe un significativo desfase entre la demanda teórica y el consumo real de los usuarios. Factores como la decisión de no mantener condiciones de confort en las viviendas durante los meses más extremos (los usuarios presentan tolerancias importantes a los desvíos respecto a la banda de condiciones de confort), la ausencia de equipos de acondicionamiento térmico globales para toda la vivienda, así como la cada vez menor permanencia diaria de los usuarios dentro de la vivienda (pocas horas de uso e incluso utilización parcial del espacio de la misma), generan un consumo de energía menor al esperable en los modelos actuales utilizados para la evaluación y calificación energética de las viviendas. A estos factores, es necesario añadir la aparición de caracterizaciones de tipo regional, así como aquellas que tienen en cuenta el nivel de renta de los usuarios [9] [10].

Investigaciones realizadas sobre consumos de energía reales de viviendas sociales localizadas en el área meridional española reflejan unos valores que están por debajo de los promedios indicados como de referencia para la Calificación Energética [11]. De esta manera, las inversiones de rehabilitación de este tipo de edificios mediante la modificación de sus envolventes, habitualmente fachadas y huecos, suelen ser muy poco efectivas y no rentables. Asimismo, muchas de las operaciones de incorporación de energías renovables en edificios de viviendas existentes pueden ser menos eficaces de lo esperado [12] [9]. Todo ello hace muy recomendable realizar una evaluación precisa de cada intervención individual, previa a su toma en consideración.

El objeto de este trabajo es establecer una reflexión sobre las particularidades de la edificación residencial en el Sur de Europa, en especial la vivienda social, e indicar la necesidad de profundizar en el estudio de estos comportamientos, con objeto de realizar políticas de intervención y actuaciones energéticas eficaces y rentables. Para ello se presentan varios proyectos de investigación desarrollados por investigadores del grupo: *Arquitectura, Patrimonio y Sostenibilidad: Acústica, Iluminación y Energía*, TEP-130, del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI), realizados en conjuntos de viviendas sociales:

- Proyectos I+D+i EFFICACIA y AMEC: monitorización continua de variables ambientales y de uso de la energía, así como evaluación de propuestas estratégicas de intervención energética para la rehabilitación de viviendas de protección oficial y diseño de nuevos edificios.
- Proyecto I+D+i EnergyTIC: supervisión del uso de la energía eléctrica y del agua con realimentación de información a los usuarios, incluyendo auditoría y evaluación económica de soluciones de intervención en las barriadas y los edificios.

2.- Investigación, alcance y caso de estudio

Entre los años 2007 y 2011, se llevó a cabo la monitorización de las condiciones ambientales y evaluación de los principales consumos energéticos de un conjunto de 218 viviendas de protección oficial situado en Sevilla, formando parte de sendos proyectos de investigación: el denominado EFFICACIA (2007-2009), financiado por la Corporación Tecnológica de Andalucía, cuyo objetivo principal era investigar en la reducción la demanda y fomento del ahorro energético en la construcción de viviendas protegidas en Andalucía [9], Este proyecto tuvo continuidad, entre los años 2009 y 2011, en otro denominado AMEC.

Como edificio objeto de estudio de ambos proyectos se eligió el conjunto de viviendas protegidas de Cros-Pirotecnica, emplazado en el Barrio "Pirotecnica" del Distrito Sur de la ciudad de Sevilla (Fig. 1), con 218 viviendas dispuestas en manzana cerrada, dejando un gran patio central (Fig. 2). Este edificio, promovido por EMVISESA dentro del Plan Municipal de Viviendas del Ayuntamiento de Sevilla, fue construido en el año 2005 con la normativa de aplicación anterior a la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación. El edificio presenta una envolvente constructiva de valores estándares cercanos a los límites establecidos por la normativa actual (aunque su construcción es previa al mismo), siendo muy representativo de la forma de construir de su periodo.



Fig. 1. Vista de la fachada oeste

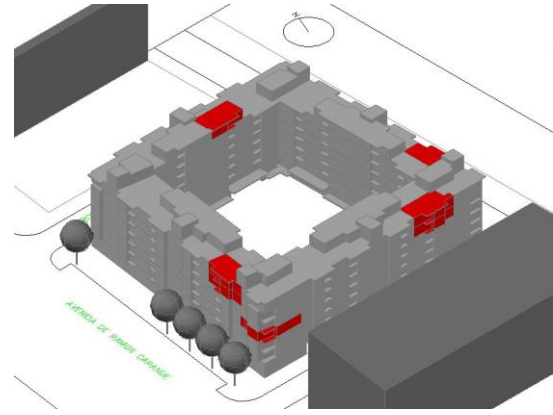


Fig. 2. Viviendas monitorizadas

Los trabajos de investigación se llevaron a cabo aplicando una metodología de trabajo en la que se plantearon cuatro tareas específicas, entre ellas conocer la demanda y consumo energético, en tiempo real, de este conjunto de viviendas en régimen de alquiler, mediante su monitorización, así como conocer los hábitos de consumos de sus inquilinos. Los resultados, análisis y conclusiones de ambas tareas fueron descritos en León *et al.* [11] y Sendra *et al.* [9].

3.- Monitorización de las viviendas

El objetivo de la instalación de monitorización fue registrar y analizar las medidas de las variables medioambientales y de los consumos energéticos realizadas *in situ* en un periodo de tres años (octubre 2008 – noviembre 2011), en una situación real de ocupación, a diferencia de otros métodos alternativos en los que, para evitar las posibles perturbaciones que introducen los usuarios, se han realizado sobre viviendas sin ocupar para posteriormente corregir los resultados mediante la aplicación de determinados protocolos de comportamiento de los usuarios.

En las ocho viviendas seleccionadas (Fig. 2) se midieron las variables medioambientales (temperatura, humedad relativa, niveles de CO₂), los consumos energéticos (agua caliente, calefacción, climatización, energía eléctrica), y se registraron variables que dan información sobre las condiciones de uso de las viviendas (detectores de presencia y contactores magnéticos en las ventanas, etc.). Esta información sirvió para extrapolar los resultados al resto de las viviendas. En la instalación del sistema de monitorización se siguió lo dispuesto en el protocolo indicado por la norma UNE-EN ISO 7726:2002 [13].

Los análisis se realizaron en periodos semanales (distinguiendo días laborables y fines de semana), mensuales, estacionales y anuales.

3.1.- Monitorización de las temperaturas interiores

El registro de las temperaturas en las viviendas monitorizadas (Fig. 3), cualquiera que sea su orientación, nos muestra cómo se producen, en general, condiciones ambientales interiores alejadas del área de confort en verano y en invierno, incluso comparándolas con los valores de consigna más flexibles, llegando alcanzarse situaciones muy extremas para las orientaciones poco favorecidas (norte en invierno y oeste en verano). En invierno (periodo de noviembre a febrero) la temperatura media ambiental interior en el conjunto de las 8 viviendas monitorizadas fue de 17.6 °C, inferior a la considerada de confort. Los valores mínimos, como era de esperar, se alcanzaron en las dos viviendas orientadas eminentemente al norte, donde la temperatura media medida en ese periodo invernal fue de 17.0 °C. Por el contrario, durante los meses de verano (de junio a septiembre) la temperatura media interior

ascendió hasta los 29.5°C, con valores máximos registrados en las dos viviendas orientadas al oeste, donde se alcanzaron valores medios de la temperatura de 30.4°C.

Así pues, el salto térmico de las temperaturas medias en el conjunto de las viviendas entre el periodo estival e invernal está en torno a 12°C, superando ampliamente los límites superior e inferior de la franja de confort en esas dos estaciones. Esta situación observada en estas viviendas monitorizadas de Sevilla se podría extrapolar a un gran número de las viviendas protegidas construidas en Andalucía. Hay, por tanto, durante un gran número de horas al año, una carencia de condiciones de confort en el interior de las viviendas, que frecuentemente, en el caso de invierno, en las viviendas andaluzas lo intentan resolver los usuarios mediante el uso de equipos calefactores locales eléctricos, como los tradicionales “braseros”, tan ineficientes desde el punto de vista energético.

3.2.- Monitorización de los consumos

Esta situación real de carencia de confort interior en las viviendas protegidas andaluzas, en un gran número de horas al año, da lugar a la existencia de edificios con consumos energéticos muy por debajo de lo esperable dada la naturaleza de su envolvente, alcanzando valores propios de estándares de edificios Low Energy [14] (Fig. 5), basta compararlos con los valores de referencia para calefacción y refrigeración en Sevilla a efectos de calificación energética (Tabla 1).

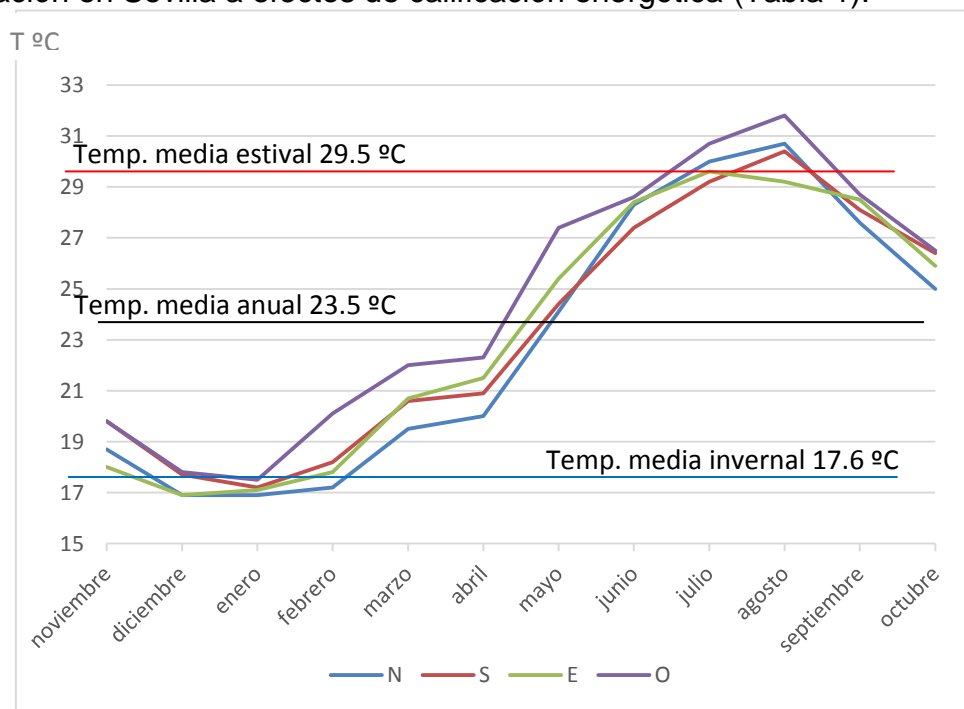


Fig. 3. Temperaturas medias mensuales interiores de las viviendas por orientación

Localidad	Demanda calefacción kWh/m ²	Demanda refrigeración kWh/m ²	Demanda ACS kWh/m ²	Emissiones calefacción kgCO ₂ /m ²	Emissiones refrigeración kgCO ₂ /m ²	Consumo E. Primaria calefacción kWh/m ²	Consumo E. Primaria refrigeración kWh/m ²
Sevilla	16.6	23.4	12.3	5.3	5.9	24.1	23.9

Tabla 1. Valores de referencia para calefacción y refrigeración en cuanto a demanda en bloques de vivienda [19]

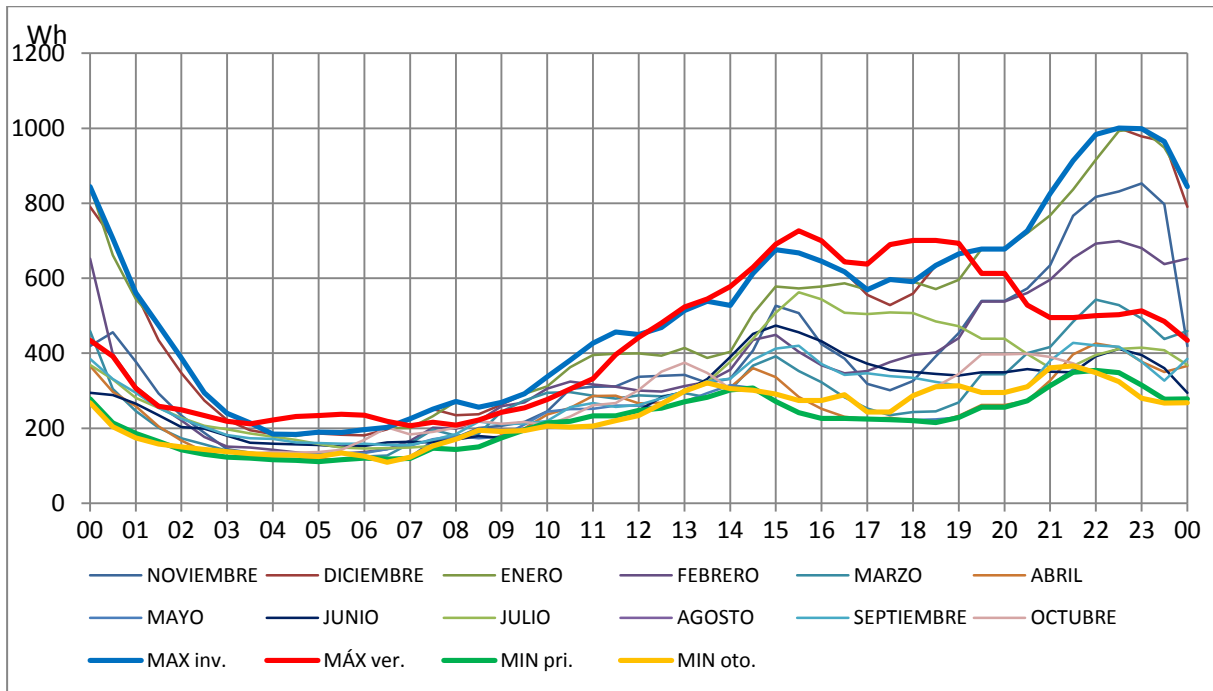


Fig. 4. Demanda de potencia diaria para un periodo anual. Series mensuales

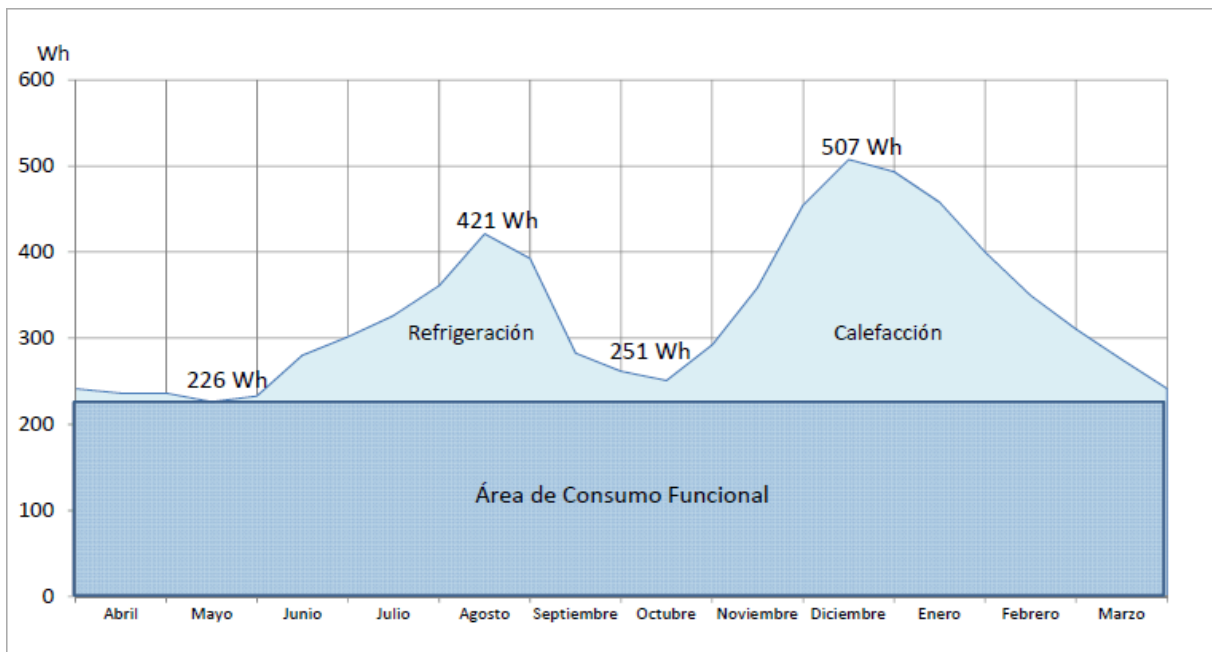


Fig. 5. Demanda media de potencia para un periodo anual

En periodos de media estación, los consumos medios diarios presentan una clara coincidencia en los valores mínimos, tanto en primavera como en otoño, por lo que se podrían afirmar que corresponden a equipos que no son de refrigeración o calefacción, limitados pues a electrodomésticos, iluminación, equipos informáticos y *standby* de los equipos audiovisuales. Esta hipótesis nos permite, mediante un estudio comparativo, establecer los consumos debidos a calefacción (invierno) o refrigeración (verano) (Fig. 5).

El conjunto de viviendas carece de un sistema colectivo de producción para calefacción o refrigeración. Tan solo cinco de las ocho viviendas, cuando comenzó la monitorización, poseían sistemas individuales de equipos partidos (bomba de calor),

con unidades interiores situadas fundamentalmente en los salones, cuyo consumo eléctrico fue monitorizado.

En el periodo estival, en las viviendas que fue supervisado el consumo de refrigeración, sólo fueron utilizados los equipos en las semanas más calurosas de los meses julio, cuando las temperaturas interiores se acercaban a los 30 °C. La mayor parte del consumo eléctrico procede del uso de aparatos portátiles de ventilación, mostrándose tan sólo de forma algo más significativa en las primeras horas de la tarde con el uso de los equipos de refrigeración.

En el periodo invernal, la calefacción tan sólo tan sólo provenía de sistemas poco eficientes energéticamente, basados en el efecto Joule, utilizados a primera hora de la mañana (dormitorios y baño) y las primeras horas de la noche (en salón, principalmente mediante “braseros”). En ningún caso se observó un consumo apreciable de las bombas de calor para calentar las viviendas. La inadecuada elección de los equipos deriva en un mayor consumo de los equipos de calefacción, claramente por encima de los de refrigeración (Fig. 5).

En las viviendas monitorizadas los consumos anuales de calefacción, en términos de energía final, son 1435 kW/h y 713 kW/h, respectivamente, es decir, con una relación prácticamente de 2/1.

Como las viviendas monitorizadas tienen una superficie útil media de 58.83 m², podemos obtener esos consumos de calefacción y refrigeración por unidad de superficie y, tras utilizar los factores de conversión, expresarlos en términos de energía primaria y compararlos con los valores de referencia establecidos para Sevilla en el procedimiento final a efectos de calificación energética (Tabla 1). Para calefacción se obtiene un consumo de energía primaria monitorizado de 24.70 kWh/m², muy similar a los 24.10 kWh/m² del valor de referencia, clara consecuencia de la ineficiencia energética de los calefactores eléctricos locales mayoritariamente utilizados, ya que ese consumo va asociado a una desviación notable de la temperatura media en invierno respecto de la banda de confort.

Sin embargo, el consumo de energía primaria para refrigeración monitorizado, con equipos en cinco de las ocho viviendas más eficientes energéticamente, sería de 12.12 kWh/m², prácticamente la mitad del valor de referencia de 23.9 kWh/ m², en parte también debido a que se producen desviaciones importantes de la temperaturas media en verano respecto de la banda de confort. Por tanto, el potencial para conseguir ahorros es muy inferior al estimado para este tipo de edificaciones.

Por tanto, es posible observar que, en muchos casos, no existe una relación directa entre demanda de energía y uso real de la misma, lo que ocasiona, por un lado, una menor capacidad real de reducción del consumo en estos edificios del estimado para este tipo de edificaciones, y, por otro, la falta de percepción por parte de los usuarios de la importancia del problema, lo que alarga significativamente los periodos de retorno de las intervenciones energéticas, y provoca que muchas de ellas supongan un efectivo aumento del consumo de energía respecto a la situación inicial (aunque supongan una mejora de las prestaciones).

Para valorar todo esto, el estudio de monitorización se completó con una serie de encuestas realizadas a los usuarios sobre sus hábitos de ocupación y consumo.

4.- Encuestas a usuarios sobre hábitos de ocupación y de consumo.

La instalación de monitorización se complementó con una serie de encuestas (67 en total) sobre los hábitos de consumo de los inquilinos de las viviendas objeto de estudio, con la finalidad de obtener correlaciones entre los consumos energéticos y

dichos patrones de comportamiento. Se elaboraron dos tipos de encuestas: invierno y verano. En ellas se contemplaban aspectos como los datos de la unidad familiar, ocupación media diaria por habitante, régimen de uso de la vivienda y horas de utilización de equipos domésticos de todo tipo, incluidos los de calefacción/refrigeración.

En la figura 6 se muestran los resultados de ocupación media diaria, en días laborables, así como su comparación con el protocolo utilizado por el programa LIDER.

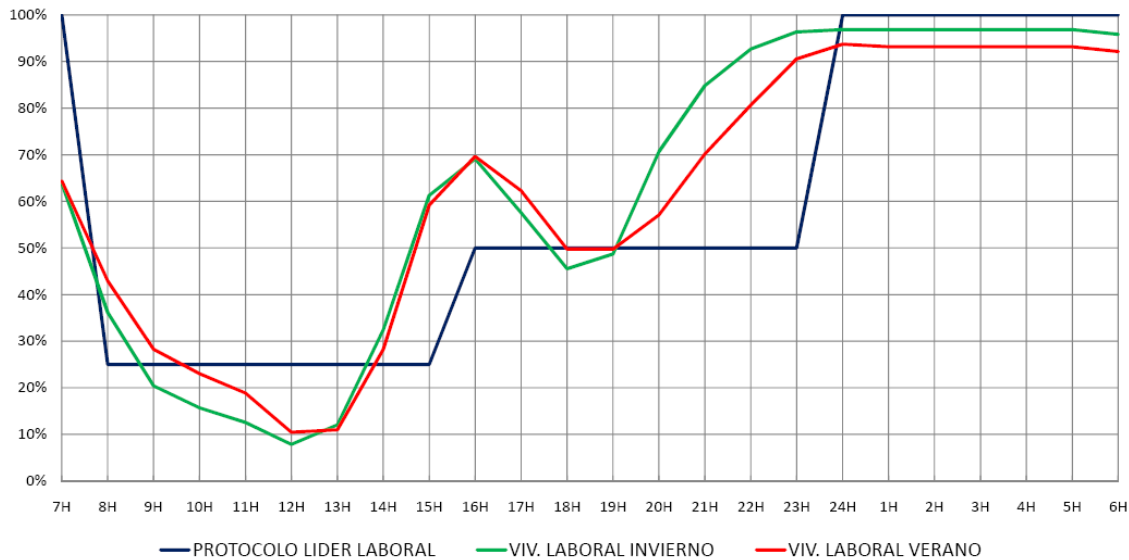


Fig. 6. Ocupación media diaria en invierno y verano. Días laborables (lunes a viernes)

A partir de los datos obtenidos mediante la monitorización y las encuestas, pudo comprobarse que los regímenes de ocupación de las viviendas presentaban un alto índice de variabilidad, alejados de los regímenes de uso fijados por los programas de referencia (LIDER y CALENER) [6].

Los resultados de las encuestas reflejaron un escaso hábito del uso de calefacción en el periodo invernal (Fig. 7) y de refrigeración en el periodo estival (Fig. 8), con poca dependencia del régimen de uso de la vivienda, dado que las diferencias entre esos hábitos en días laborables y en fines de semana no eran muy significativas. Esta reducida utilización de la calefacción y refrigeración no se corresponde con unas condiciones ambientales interiores cercanas a las de confort en esos dos periodos extremos, como ya expusimos en 3.1. (Fig. 3).

Como cabía esperar, tanto en días laborables como en fin de semana, la franja horaria de mayor uso de la calefacción se producía entre las 19 h y 23 h, y de mayor uso de la refrigeración entre las 15 h y las 18 h, lo que resultaba consecuente con la lectura de los consumos en esos dos periodos.

Si bien existe una correlación entre los horarios de consumo de los sistemas de calefacción y de climatización indicados en las encuestas por los inquilinos y los observados en las lecturas de los datos monitorizados, los consumos reales son inferiores a los que cabría esperar, pues ni la frecuencia de ocupación ni la de uso son constantes para todos los días, especialmente en periodo estival (y sobre todo los fines de semana), época del año donde la menor ocupación de las viviendas

incide en un menor consumo de los sistemas de refrigeración, como se ha indicado anteriormente en 3.2.

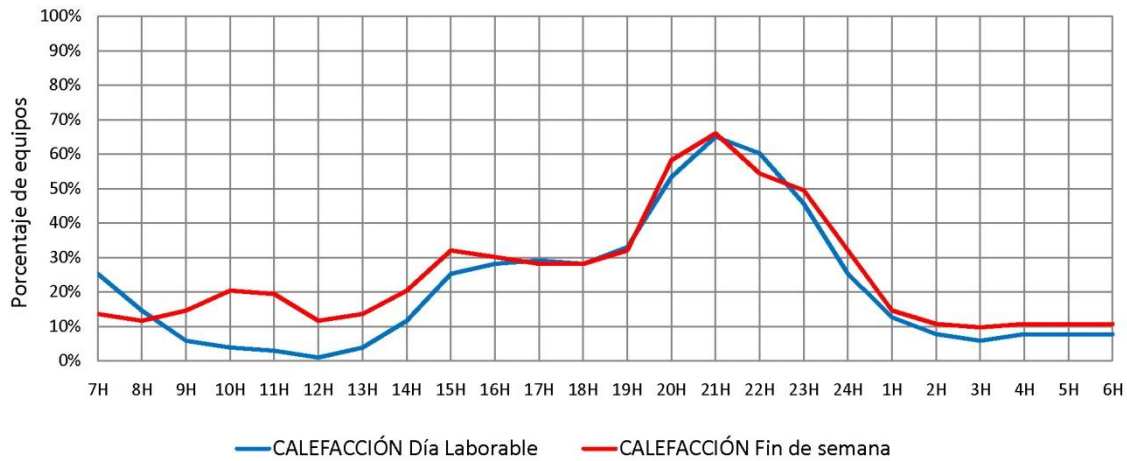


Fig. 7. Hábitos de uso de calefacción

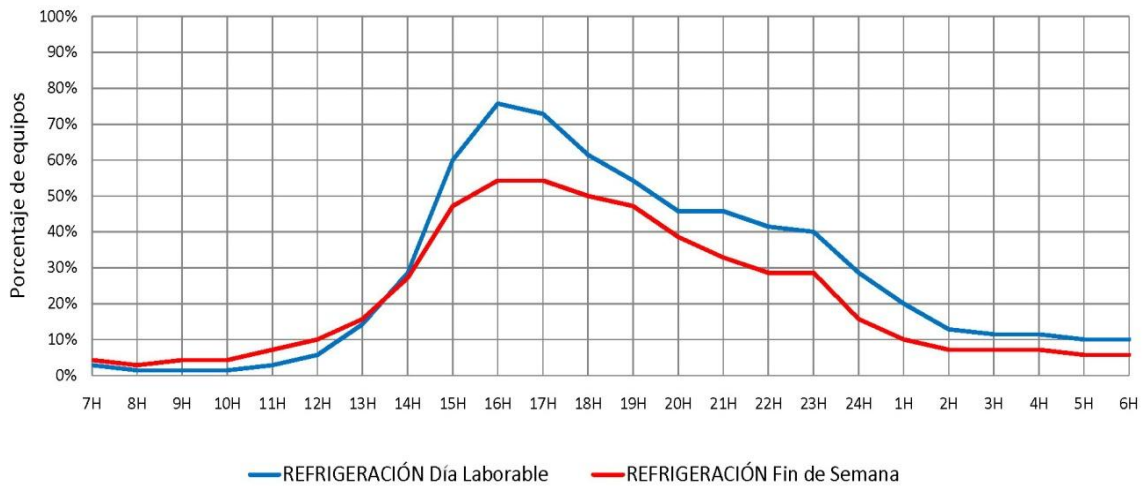


Fig. 8. Hábitos de uso de climatización

5.- Nuevos retos y vías para el conocimiento del uso y control de la energía en las viviendas protegidas.

Los dos proyectos I+D+i anteriormente mencionados tienen su continuidad en un tercer proyecto denominado EnergyTIC “Technology, Information and Communication services for engaging social housing residents in energy and water efficiency” [15], financiado por la Unión Europea y el consorcio EnergyTIC, actualmente en desarrollo, el cual se orienta fundamentalmente en la supervisión y aprendizaje del uso de la energía en viviendas sociales en Andalucía, incorporando la realimentación de información a los ocupantes, de manera que será posible la identificación de las medidas de ahorro en el consumo más eficaces en cada situación, así como permitirá reforzar las conclusiones de trabajos anteriores.

El proyecto EnergyTIC (Fig.9) es un proyecto piloto para la evaluación del uso de herramientas TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para la aportación al usuario de información asequible (Fig. 10), y de fácil comprensión, que pueda modificar sus hábitos de uso para optimizar sus consumos y conseguir ahorros mediante la adopción de buenas prácticas individualizadas [16]. De forma paralela, mediante la adquisición de los datos de consumo y su análisis, se pretende

conseguir un importante avance sobre los hábitos de consumos reales y de uso de la vivienda, en relación con las diferentes tipologías constructivas, así como situaciones familiares y sociales, aspectos destacados por Abrahamse *et al.* como fundamentales en el consumo de los edificios residenciales [17]. Adicionalmente se pretende elaborar una propuesta de intervención individualizada para cada conjunto edificatorio basado en estos datos y en auditorías energéticas.

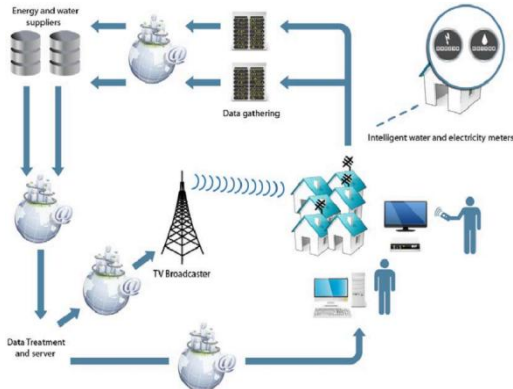


Fig. 9. Flujos de Información del sistema Etic



Fig. 10. Interfaz de usuario vía Internet

En este proyecto piloto se implementarán las soluciones TIC sobre 700 viviendas sociales en el Sur de España (Málaga) y 1.000 viviendas en el norte de Francia de diferentes periodos abarcando edificios entre los años 60 y los 90. La información de consumo de agua y energía eléctrica será recopilada en tiempo real por las compañías de agua (EMASA) y eléctricas (ENDESA), con perfiles horarios o multihorarios, mediante sus sistemas de tele-lectura (Fig.10). Será tratada en una aplicación de gestión común para convertirse en información de utilidad, la cual será difundida en varias capas: la del supervisor energético y la capa usuario, y será transmitida mediante soluciones TIC: redes sociales, SMS, acceso internet y vía TDT-Televisión (Fig. 9). Esta información será preparada para poder permitir a los usuarios su mejor gestión y optimización de sus consumos, tanto por procesos de realimentación como por comparación con pares [18].

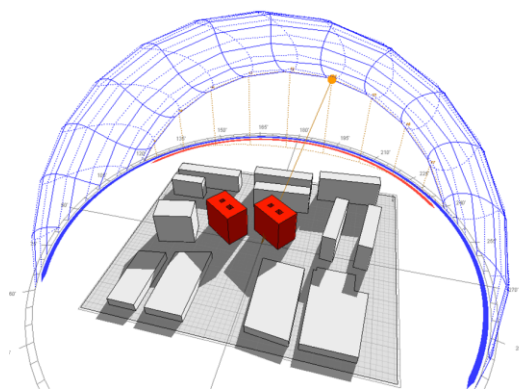


Fig. 11. Estudios de evaluación energética de grupos de edificios (EnergyTIC)

GROUP 5:	COD 5 and 6																								
The code blocks number 5 and 6 conform a group, because by proximity and for being identical blocks they can share district solutions.																									
Plans:																									
Location map:																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Description of the set:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Type of building</td> <td>Isolated block</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>Padre de Moya street, nº 1, 3</td> </tr> <tr> <td>Nº Floors</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Year of construction</td> <td>1982</td> </tr> <tr> <td>Envelope analysis</td> <td>Facades of double leaf of brick with air chamber, sand with plaster starter and finished with lime paint.</td> </tr> <tr> <td>Nº of dwellings</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Nº of inhabitants</td> <td>188</td> </tr> <tr> <td>(HVC equipment (heating system))</td> <td>Does not exist a centralized system from the project. There could be individual equipment (not documented).</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Level of retrofitting</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <ul style="list-style-type: none"> - Retrofitting Project (SR/2003) - Repair specific elements of the cover. - Removal of architectural barriers. - Remodelling of the supply and sanitation network. - Renovation of the electric grid. - Renovation and improvement of the elevators and their energy. </td> </tr> <tr> <td>Community elevator</td> <td>2 units (Model: GEXX 300kg/4person)</td> </tr> </tbody> </table>		Description of the set:		Type of building	Isolated block	Location	Padre de Moya street, nº 1, 3	Nº Floors	8	Year of construction	1982	Envelope analysis	Facades of double leaf of brick with air chamber, sand with plaster starter and finished with lime paint.	Nº of dwellings	64	Nº of inhabitants	188	(HVC equipment (heating system))	Does not exist a centralized system from the project. There could be individual equipment (not documented).	Level of retrofitting		<ul style="list-style-type: none"> - Retrofitting Project (SR/2003) - Repair specific elements of the cover. - Removal of architectural barriers. - Remodelling of the supply and sanitation network. - Renovation of the electric grid. - Renovation and improvement of the elevators and their energy. 		Community elevator	2 units (Model: GEXX 300kg/4person)
Description of the set:																									
Type of building	Isolated block																								
Location	Padre de Moya street, nº 1, 3																								
Nº Floors	8																								
Year of construction	1982																								
Envelope analysis	Facades of double leaf of brick with air chamber, sand with plaster starter and finished with lime paint.																								
Nº of dwellings	64																								
Nº of inhabitants	188																								
(HVC equipment (heating system))	Does not exist a centralized system from the project. There could be individual equipment (not documented).																								
Level of retrofitting																									
<ul style="list-style-type: none"> - Retrofitting Project (SR/2003) - Repair specific elements of the cover. - Removal of architectural barriers. - Remodelling of the supply and sanitation network. - Renovation of the electric grid. - Renovation and improvement of the elevators and their energy. 																									
Community elevator	2 units (Model: GEXX 300kg/4person)																								

Los procesos de auditoría (Fig.11), aún en ejecución, reflejan una gran dificultad para alcanzar soluciones de coste óptimo y rentabilidad energético-económica suficiente que justifiquen su ejecución. Este aspecto es de especial interés, ya que la mayoría de las propuestas barajadas por las administraciones en sus programas u

hojas de ruta para la rehabilitación energética deben ser descartadas bajo este análisis y desarrolladas otras más adecuadas que atiendan a las particularidades de esta zona y tipologías edificatorias. En particular, en los primeros estudios realizados, las actuaciones sobre fachadas no dan lugar a reducciones eficientes, en relación a su coste, del consumo de energía, lo cual obligaría a replantear las estrategias tradicionales de intervención.

6.- Conclusiones.

Los patrones de uso e intensidad de uso deben ser particularizados para la región sur de España y adaptarlos a sus perfiles socio-económicos. Es necesario acercar la diferencia entre esos patrones de análisis y la realidad para poder realizar evaluaciones más precisas de las opciones de intervención y sus repercusiones energéticas.

El margen de tolerancia en las condiciones interiores de confort de los habitantes de las viviendas sociales de sur de España es mayor que el asumido desde la normativa general, lo que da origen a un menor uso de los equipos de calefacción (o al menos solo usos localizados, no generalizados a toda la vivienda) y de refrigeración. Más allá de que todavía muchas de estas viviendas no están dotadas de equipos eficientes para calefacción/refrigeración, menos aún de manera global, cuando sí lo están su uso es muy esporádico.

Los usuarios de bajo nivel socio económico no perciben el problema energético como una prioridad, dado su poco impacto en las economías familiares, asumiendo condiciones de ambientales muy alejadas del confort.

Es fundamental destacar que no es posible el desarrollo de catálogos de soluciones, ni establecer intervenciones genéricas, siendo fundamental el estudio particularizado de cada caso, incluyendo las características socio-económicas de sus habitantes.

Agradecimientos.

Esta comunicación está basada en los trabajos realizados para los proyectos EFFICACIA y AMEC, financiados por la Corporación Tecnológica de Andalucía y las empresas EMVISESA y SODINUR S.L., y el proyecto EnergyTIC, financiado por la Comisión Europea y la empresa WindInertia Tech. Los autores desean expresar su agradecimiento por el soporte técnico y financiero, así como la inestimable información y colaboración realizada por las empresas.

REFERENCIAS

- [1] IDAE (2011). *Proyecto SECH-SPAHOUSEC: Analisis del Consumo Energético del Sector Residencial en España. Informe Final*, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid.
- [2] European Commission (2011). *Energy Roadmap 2050*.
- [3] Gobierno de España (2011). *Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid.
- [4] IDAE (2011), Informe Anual de Indicadores Energéticos: año 2011, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid.
- [5] Ministerio de Industria, Energía y Turismo y Ministerio de Fomento del Gobierno de

- España (2013). *Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de edificios*, Madrid.
- [6] AICIA - Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla (2009). *Condiciones de aceptación de Procedimientos alternativos a LIDER y CALENER*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid.
- [7] Parlamento Europeo y Consejo de Europa (2002). *Directiva 2002/91/CE de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios*.
- [8] Parlamento Europeo y Consejo de Europa (2013). *Directiva 2010/31/UE de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)*.
- [9] Sendra, J.J; Domínguez, S; León, A.L. *et al.* (2011). *Proyecto Eficacia. Optimización Energética en la Vivienda Colectiva*. 1-140. Secretariado de Pub. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- [10] Domínguez, S. (2012). The Spanish Construction Market an Outlook to residential sector: The importance of the renovation. En *6th Daikin Europe KONWAKAI*, Barcelona, España.
- [11] León, A.L; Muñoz, S; León, J; Bustamante, P. (2010). Monitorización de variables medioambientales y energéticas en la construcción de viviendas protegidas: Edificio Cros-Pirotecnia en Sevilla. *Informes de la Construcción*, 62, 67–82.
- [12] Domínguez, S. Sendra, J.J; León, A.L; P. Esquivias (2012). *Towards Energy Demand Reduction in Social Housing Buildings: Envelope System Optimization Strategies*. *Energies*, 5, 2263-2287.
- [13] AENOR (2002). *Norma UNE-EN ISO 7726:2002. Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas*. AENOR. Madrid.
- [14] Thomsen K., Wittchen K., EuroACE, (2008). *SBi 2008:07: European national strategies to move towards very low energy or passive buildings*, SBi, Statens Byggeforskningsinstitut, Danish Building Research Institute, Aalborg, Denmark.
- [15] EnergyTIC consortium (2013), *EnergyTIC: Technology, Information and Communication services for engaging social housing residents in energy and water efficiency*. [En-línea]. Available: http://ec.europa.eu/information_society/apps/projects/factsheet/index.cfm?project_ref=270947.
- [16] Wilhite H., Ling R. (1995), Measured energy savings from a more informative energy bill, *Energy and Buildings*, 22, 145-155.
- [17] Abrahamse W., Steg L., Vlek C., Rothengatter T. (2007), The effect of tailored information, goal setting, and tailored feedback on household energy use, energy-related behaviors, and behavioral antecedents, *Journal of Environmental Psychology*, 27, 265–276.
- [18] Domínguez S., Fernandez-Agüera J., Escandon R., Domínguez E. (2013), Methodology of the data processing with ICT solutions for the evaluation of the energy and water savings, *Advanced Materials Research*, 689, 158-162.