

## **MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PARQUE EDIFICADO. EL CASO DE ESTUDIO DE LA REHABILITACIÓN EN LA BARRIADA DE LA PLATA**

**<sup>1</sup>Pulido Arcas, J. A.; <sup>2</sup>Rubio Bellido, C.; <sup>3</sup>León Muñoz, M.**

**<sup>1</sup>Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónica, ETSA.**

**Avenida de Reina Mercedes, s/n. 41012 Sevilla**

**<sup>2y3</sup>Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, ETSIE.**

**Avenida de Reina Mercedes, s/n. 41012 Sevilla**

**e-mail: <sup>1</sup>jpulido@us.es; <sup>2</sup>carlosrubio@us.es; <sup>3</sup>miguelleon@us.es**

### **RESUMEN**

Según datos de la Unión Europea, el sector de la edificación es responsable del 40% del consumo total de energía en la Unión, bastante más que la industria (25%) y el transporte (30%). El sector de la edificación está adoptando medidas encaminadas a reducir este consumo, lo cual es responsabilidad de arquitectos e ingenieros de la edificación.

La industria de la construcción presenta una gran permeabilidad a las innovaciones técnicas; en consecuencia, la eficiencia energética en la edificación se limita a cumplir los estándares mínimos exigidos por la normativa vigente; además, la elevada vida útil de un edificio, que llega en ocasiones a 100 años, provoca un desfase entre construcción y normativa. Según datos del 2001, el 47% del parque edificado español se construyó entre 1942 y 1981, y sólo el 32% tras 1981, tras la entrada en vigor del NBE-CTE; el CTE, vigente a partir de Marzo de 2006, sólo ha afectado a una pequeña parte del parque edificado, tras la crisis del sector de la construcción a partir de Junio de 2006. Por tanto, toda normativa debe contemplar la rehabilitación de las edificaciones existentes como parte sustancial de su articulado.

Nuestro caso de estudio se centra en la barriada de La Plata, en Jerez de la Frontera. Diseñada por el arquitecto Fernando de la Cuadra en 1940 según los estándares del Movimiento Moderno, goza de excelentes estándares ambientales aunque su estado de conservación es muy deficiente.

Los autores han trabajado en 22 proyectos de rehabilitación en esta barriada, al amparo de los programas regulados por los decretos 149/2003 y 395/2008 del gobierno regional andaluz. Las actuaciones se centran en la mejora energética de la envolvente y de las instalaciones de servicios (agua, electricidad y saneamiento); estas obras han contado con escasos presupuestos de ejecución material, alrededor de 100 €/m<sup>2</sup>. Gracias a una amplia base de datos de proyectos, así como a una campaña de mediciones in-situ, los autores han llegado a conclusiones acerca de la conveniencia de ciertas estrategias de rehabilitación ambiental, su control presupuestario y la conveniencia de incluir en la normativa del sector edificatorio artículos específicos referidos a la rehabilitación.

**Keywords:** Rehabilitación, eficiencia energética, control presupuestario, sostenibilidad, Código Técnico de la Edificación.

## **1.- Introducción.**

El consumo de energía en nuestras distintas actividades tiene un impacto directo en la acción que los seres humanos ejercen sobre el medio ambiente. Dicho consumo se distribuye de modo desigual dependiendo de la actividad que consideremos. Dentro de la Unión Europea, podemos distinguir tres grandes sectores consumidores de energía: La industria, el transporte y la edificación: la primera consume, aproximadamente, un 25% del total, el transporte un 30% y la edificación un 40% [1], situándose como el primer consumidor neto de energía. Si hablamos de las emisiones de CO<sub>2</sub>, las actividades asociadas a este sector representan un 14.8 % del total de las emisiones de la UE, algo menos importante, comparado con el sector industrial (47,4 %) o el transporte (22,7 %), pero aun así bastante representativo.

Todos los sectores han adoptado iniciativas para reducir el consumo de energía, manteniendo o aumentando su eficiencia en su uso. En el caso de la edificación, esto se puede conseguir de dos maneras. En primer lugar, modificando las fuentes de energía que usan los edificios, sustituyendo los combustibles fósiles por fuentes renovables, como la energía eólica o la solar; estas actuaciones son objeto de la planificación energética de los estados y, por lo tanto, quedan fuera del alcance de los profesionales que se dedican al diseño, construcción y mantenimiento de las edificaciones. En segundo lugar, aumentando la eficiencia energética de los edificios, es decir, que estos consigan las mismas prestaciones haciendo uso de una cantidad menor de energía, lo cual, a diferencia de lo anterior, es responsabilidad directa de los arquitectos e ingenieros de la edificación, como responsables directos del diseño de las construcciones.

## **2.- Características del parque edificado español.**

La edificación presenta un problema muy específico, derivado de dos características intrínsecas de dicho sector. Su gran permeabilidad a las innovaciones técnicas hace que las técnicas constructivas y las soluciones innovadoras se implanten con excesiva lentitud; en consecuencia, la eficiencia energética en la edificación suele ir a remolque de las exigencias de las normativas de construcción, limitándose a cumplir los estándares mínimos exigidos por ésta. Además, la elevada vida media útil de un edificio, que suele rondar los 50 años pero que puede llegar a los 100 en algunos casos, provoca un desfase evidente entre las exigencias de la normativa en un momento dado y la situación real que vive el parque edificado. Las distintas normativas aprobadas en este campo no tienen carácter retroactivo, por lo que los edificios ya construidos mantienen unas pobres características en materia de eficiencia energética. En el caso de España, según datos del 2001, sólo el 32 % del total de edificios residenciales existentes fueron construidos después de 1981; esta fecha es importante, ya que la primera norma estatal que regulaba la eficiencia energética de los edificios fue aprobada en 1979 [2]; antes no existía ningún límite para parámetros como la transmitancia de los cerramientos. Otro hito importante lo encontramos en 2006, fecha de entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación [3], normativa que sustituyó a la anterior de 1979, endureciendo las exigencias en materia de eficiencia energética y acercándola a los estándares europeos. El pico de crecimiento de la burbuja inmobiliaria en España se produjo en el año 2006, produciéndose a partir de 2007 un abrupto declive en el número de edificios construidos, por lo que el alcance real de dicha norma ha sido más bien escaso.

Todos estos datos nos llevan a dos premisas importantes que se deben contemplar al hablar de la eficiencia energética de la edificación. Toda norma debe contemplar el parque edificado existente y, en consecuencia, debe proponer soluciones adaptadas a la rehabilitación de estos edificios. Entre los años 1941 y 1981 se

construyeron en España aproximadamente el 47 % del parque edificado de España hasta el año 2001 [4], unos 19 millones de viviendas; gran parte de estos edificios fueron producto de programas de promoción pública para el alojamiento de familias con pocos recursos, mediante la intervención del Instituto Nacional de la Vivienda (INV), organismo dedicado a la gestión, planificación y construcción de grandes polígonos residenciales. Sus diseños adaptaban los paradigmas del Movimiento Moderno y los modelos procedentes de las Siedlungen alemanas, produciendo viviendas cuyos diseño tenía en cuenta ciertos principios básicos de diseño ambiental, inspirados en las corrientes higienistas modernas; así, estos conjuntos contaban con una adecuada distancia entre edificios, ventilación cruzada y profundidades de crujía aceptables. No obstante, la gran escasez de recursos materiales daba como resultado unas pobres características constructivas; en muchas ocasiones, la envolvente carecía de aislamiento. Esto, unido a la falta de mantenimiento por parte de sus propietarios, en su mayoría familias de escasos recursos económicos, pensionistas y desempleados, ha llevado a estos conjuntos residenciales a un estado de conservación muy deficiente.

### **3.- Programa de rehabilitación estatal y autonómico.**

En España, las administraciones nacional y de las distintas comunidades autónomas, conscientes de este problema, han puesto en marcha en los últimos años distintos programas enfocados a la rehabilitación de estos edificios. Sus objetivos principales han sido la adecuación de sus instalaciones de servicios (agua corriente, energía eléctrica y saneamiento), la mejora de su envolvente (fachada y cubierta) y la adecuación funcional para personas discapacitadas. En Andalucía, región en la que se centra nuestro estudio, estas actuaciones se regulan mediante planes cuatrienales, regulados hasta la fecha por los Decretos 149/2003 [5] y 395/2008 [6]. En total, en 7 años de vigencia del programa, se han redactado 4.200 proyectos y se ha intervenido en unos 1.900 edificios.

Actualmente se ha aprobado Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas [7], que plantea un nuevo período de cuatro años, de 2013 a 2016, en el que se centra principalmente en la renovación de la ciudad existente y que tendrá repercusión en los planes de las comunidades autónomas. Así, las investigaciones relacionadas con las actuaciones con los programas anteriores, son de máxima importancia a la hora de acometer nuevas intervenciones en el parque edificado.

### **4.- Elección del modelo de estudio.**

#### **4.1.- Características.**

El presente caso de estudio se centra en la barriada de La Plata, en la ciudad de Jerez de la Frontera, situada al Sur de España, a una latitud de 36,42 ° N. Esta barriada, diseñada por el arquitecto municipal de la ciudad desde 1936 hasta 1971, Fernando de la Cuadra e Irizar, es un caso paradigmático de cuanto hemos expuesto. Su diseño data de 1940, estando influenciada de modo muy directo por los diseños de núcleos residenciales procedentes de la Alemania de los años 20 y 30 [8]. Se organiza en 85 bloques en hileras con fachadas orientadas en Noroeste y al Sureste, y una separación entre hileras aproximadamente el doble que la altura entre edificios (Fig. 1); los edificios tienen una estructura de doble crujía y todas las viviendas tienen huecos a ambas fachadas y, por ende, doble ventilación; en resumen, unas condiciones de partida envidiables.

#### **4.2.- Rehabilitación de bajo presupuesto.**

A los autores del presente artículo se les encargó la redacción de proyecto, la dirección y la dirección de ejecución de obra de la rehabilitación de 32 de estos edificios, algo más de un tercio del total de la barriada, de los que, hasta el momento, se han ejecutado 22 obras.



Fig. 1. Imagen del barrio

Una de las líneas principales de estos planes consistía en la rehabilitación de edificaciones residenciales existentes, concretándose en la mejora de las condiciones higrotérmicas y de estanqueidad de fachadas y cubiertas, con condiciones económicas muy ajustadas, buscando maximizar los recursos disponibles y llegar al máximo posible de viviendas; los presupuestos que se manejan son muy bajos, alrededor de 100 €/m<sup>2</sup> construidos. De la experiencia adquirida tras la rehabilitación de numerosos de estos edificios surgió la pregunta que ha dado origen a la presente investigación: ¿Hasta qué punto es realmente efectiva, en términos de eficiencia energética y calidad ambiental de estos edificios, este tipo de rehabilitación?

#### **5.- Metodología.**

Los autores disponen de una amplia base de datos, nutrida de mediciones planimétricas in-situ, catas de los elementos de la envolvente, secciones constructivas y 32 proyectos redactados.

Además, la presente investigación desarrolla métodos de cuantificación y evaluación que serán referente en el panorama nacional y autonómico los próximos años, acompañados de un trabajo de campo que se detalla a continuación.

### 5.1.- Evaluación de las actuaciones realizadas.

La edificación de referencia para la aplicación del método se sitúa en el barrio de la Plata en Jerez de la Frontera, Cádiz, España. Este barrio obrero construido en los años 40 es un ejemplo de edificación de bloque de viviendas en hilera conformando un conjunto residencial uniforme que se repite en la mayoría de ciudades españolas como ensanche de la ciudad. Esto nos permite con determinadas medidas obtener valores extrapolables a dicho barrio, pues todas las viviendas tienen la misma orientación y se encuentran en el mismo tipo de bloque. Al ser un conjunto residencial poco mantenido (Fig. 2), ya que hasta la propuesta de rehabilitación de viviendas subvencionadas por parte del gobierno en el año 2007, no se había realizado ninguna labor de mantenimiento, salvo un adecentamiento de fachada en los años 90 y al haber rehabilitado gran parte de los bloques de forma conjunta, se han adoptado las mismas soluciones constructivas. Esto supone que el estudio realizado en la envolvente de un bloque en su estado original y tras su rehabilitación es extrapolable al resto de la barriada. Principalmente se tendrán en consideración las actuaciones en la envolvente de la edificación.



Fig. 2. Estado original de la edificación. Fachada principal y trasera. Pza. Virgen de Loreto nº3. Barriada de La Plata. Jerez de la Frontera.

### 5.2.-Certificación energética de edificios existentes.

El 5 de abril de este año se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios existentes [9], ya que la Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, que deroga la Directiva 2002/91/CE, obliga a expedir un certificado de eficiencia energética para los edificios o unidades de estos, que se construyan, vendan o alquilen; los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, mediante el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), están realizando programas informáticos de calificación de eficiencia energética para edificios existentes, de aplicación en todo el territorio nacional.

Estos programas se encuentran aún en su versión de prueba hasta el 1 de junio, pero son una excelente vara de medir para realizar un análisis en el parque edificado actual y en consecuencia para ver la incidencia que han tenido las actuaciones desarrolladas desde el punto de vista de la certificación energética.

Se ha realizado el certificado energético con el programa CE3, unos de los documentos reconocidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, una

vivienda tipo de la barriada de La Plata en su estado original y tras las obras de rehabilitación realizadas. Esta vivienda tipo se sitúa en planta intermedia a 7.20m de altura para mantener concordancia de valores medios, ya que en la planta superior o inferior tendríamos la distorsión de los valores debido al contacto directo con la cubierta o con el terreno y el objetivo a perseguir son los valores medios. Ya que los parámetros a introducir en el certificado son los mismos en el caso de todas las viviendas de la barriada, se corrobora que los resultados de aplicar el método son extrapolables a su conjunto.

### 5.3.- Mediciones de campo.

#### 5.3.1- Sensores de temperatura.

Los datos teóricos, respecto a un edificio de referencia, se acompañan de unas mediciones in-situ. Según se ha demostrado en otras investigaciones dirigidas por los autores, en las que se han efectuado planes de monitorización en edificaciones existentes [10], las mediciones de temperatura tienen por objetivo esclarecer como se comporta desde el punto de vista térmico la vivienda rehabilitada y la vivienda en su estado original respecto a los valores térmicos exteriores.

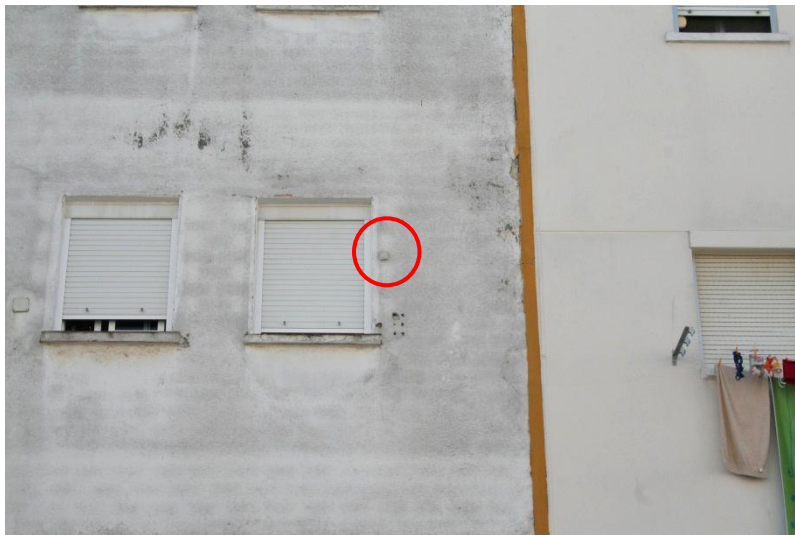


Fig. 3. Ejemplo de localización de sensor fachada S-E en su estado original.

Sensores Data Loggers Hobo® U12 de Onset se han instalado en las plantas intermedias (Fig. 3) tanto en el exterior como en el interior de viviendas en estado original y rehabilitado con el objetivo de cuantificar los valores de temperatura. Como se puede observar en la Tabla 1, los sensores Ext1 correspondientes con la orientación N-O y Ext2 con la orientación S-E se instalan en el exterior de la vivienda tipo en planta intermedia a 7.20m de altura para mantener concordancia de valores medios realizados en la certificación y evitar la distorsión de las plantas superiores o inferiores antes mencionados. En el interior de las viviendas los sensores se instalan a la misma altura que los exteriores, siendo el uso de la habitación el de dormitorio, teniendo tanto en la vivienda rehabilitada como en la vivienda original el mismo uso. La campaña de mediciones se acota al mes de mayo, siendo este mes el más cercano a la temperatura media anual según los valores climatológicos normales de Jerez de la Frontera [11], que establecen el mes de mayo en una temperatura media de 18.4 °C y la media anual del municipio en 17.7 °C, evitando así los meses más fríos o calurosos, que pueden llevar a desviaciones en los sensores y acercándonos a valores cercanos a los medios anuales. La comparación entre la temperatura en el interior de la vivienda en estado original y rehabilitada en comparación con los

valores exteriores en el mes más cercano al medio anual entre ambas orientaciones determinará el comportamiento medio de la vivienda rehabilitada respecto a la que se encuentra en estado original.

SENSOR	TEMPERATURA	ALTURA	ORIENTACION	PERÍODO
Ext 1	Calle	7.20	S-E	3-31 Mayo 12
Int 1	Vivienda rehabilitada	7.20	S-E	3-31 Mayo 12
Int 2	Vivienda estado original	7.20	S-E	3-31 Mayo 12
Ext 2	Calle	7.20	N-O	3-31 Mayo 12
Int 3	Vivienda rehabilitada	7.20	N-O	3-31 Mayo 12
Int 4	Vivienda estado original	7.20	N-O	3-31 Mayo 12

Tabla 1. Sensores instalados en viviendas en mes medio.

### 5.3.2- Imágenes termográficas.

Además de la campaña de mediciones realizadas se aportan imágenes termográficas tomadas durante el mismo mes de mayo para comparar la temperatura superficial de la envolvente de la de las viviendas rehabilitadas con la envolvente de las viviendas en su estado original.

## 6.- Resultados extraídos del programa informático.

### 6.1.-Mejoras realizadas.

Las intervenciones se han realizado principalmente en cubierta y fachada, respondiendo a las premisas fundamentales del programa de rehabilitación autonómico, que consistían en propiciar la estanqueidad frente a lluvia y supresión de humedades de capilaridad y condensación. La mejora de la eficiencia energética no era prioridad de este programa, pero se han mejorado diferentes elementos constructivos que mejoran sensiblemente la transmitancia térmica de la envolvente. El Código Técnico de la Edificación, en el ámbito de aplicación del Documento Básico HE1 Ahorro de Energía, sólo contempla nuevas edificaciones o reformas o rehabilitaciones en edificios existentes mayores de 1000m<sup>2</sup> de superficie útil donde se renueve más del 25% de los cerramientos, por lo que la mejora en la transmitancia en este tipo de rehabilitaciones en las que se persigue el mantenimiento y la renovación quedaría fuera del ámbito normativo. En la Tabla 2 se puede ver una comparativa entre las transmitancias originales, las desarrolladas en los proyectos y obras, y las exigidas por el CTE en nuevas construcciones. Todos estos datos se han extraído del programa informático CE3, introduciendo los diferentes elementos que componen el estado original y reformado.

U W/m <sup>2</sup> K	Estado original	Estado reformado	Exigencia obra nueva
Fachada	1,63	1,48	0,94
Cubierta	2,68	0,70	0,50

Tabla 2. Actuaciones en la envolvente. Transmitancia térmica W/m<sup>2</sup>K



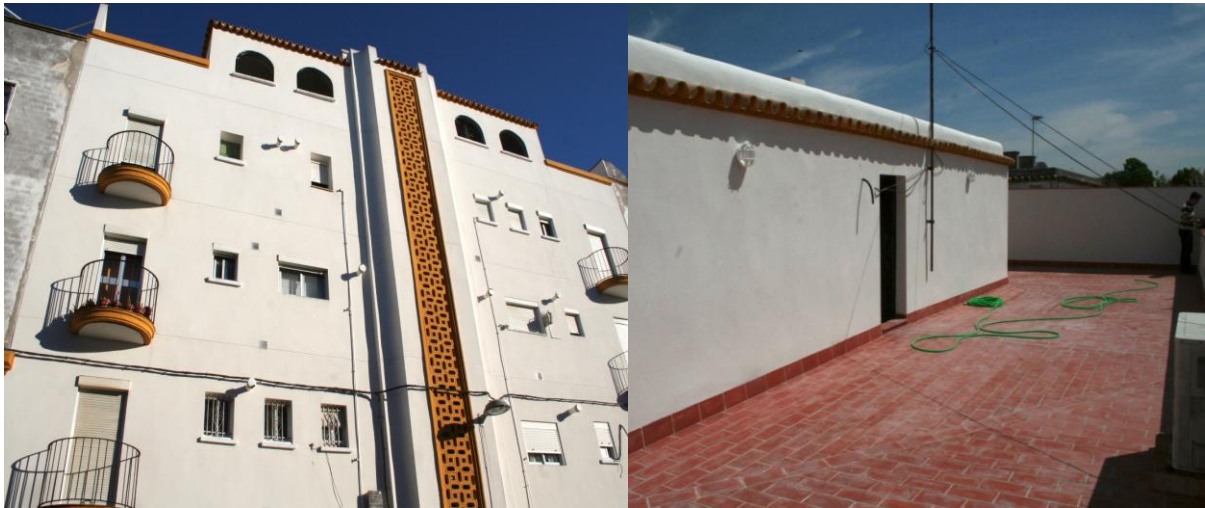


Fig. 4. Estado reformado de la edificación. Fachada principal y cubierta. Pza. San Antonio nº2. Barriada de La Plata. Jerez de la Frontera.

Como se puede apreciar en la Tabla 2, en fachada no se ha mejorado sustancialmente la transmitancia térmica, ya que sólo se ha actuado sobre la cara exterior modificando el revestimiento, además estos valores están muy lejanos a los exigibles en obra nueva para la zona Climática A3, a la que pertenece Jerez de la Frontera. Sin embargo, al introducir el aislante térmico de poliestireno extrusionado en cubiertas, además de la lámina impermeabilizante y la solería cerámica se ha conseguido que los valores se sitúen cercanos a los exigidos por el CTE, además de garantizar la estanqueidad. Sin embargo, un porcentaje de la fachada significativo y sin apenas mantenimiento desde su construcción, como son los huecos de fachada y las carpinterías que en ellos se alojan no eran premisas fundamentales en el programa de rehabilitación, por lo que no se intervino en ellos. Las instalaciones sobre las que se actúa en el programa autonómico son las de electricidad, saneamiento y fontanería. En la mayoría de los casos es una adaptación a la normativa actual enfocada principalmente en la centralización de contadores y la instalación comunitaria a cada una de las viviendas. El caso del saneamiento requiere el cambio de las bajantes, ya que la mayoría son de fibrocemento.

## 6.2.- Discusión de los resultados

Las mejoras realizadas en las rehabilitaciones llevadas a cabo, se centran en las premisas fundamentales del programa, y debido al bajo presupuesto disponible la mayoría de las intervenciones efectuadas han sido consecuencia de garantizar la estanqueidad.

Calificación energética del edificio	Indicador Global		Indicadores Parciales					
			CALEFACCIÓN		REFRIGERACIÓN		ACS	
Rehabilitado	E	15,89	E	8,60	D	3,88	E	3,41
Sin rehabilitar	E	16,87	E	9,41	D	4,05	E	3,41

Tabla 3. Calificación Energética del edificio. Emisiones globales. KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año

No obstante, (Tabla 3) los datos de salida del programa CE3 reflejan unas pequeñas mejoras en la calificación energética del edificio, situando el indicador global del edificio rehabilitado en E, al igual que el edificio sin rehabilitar con la mejora sensible



en las emisiones globales en 15,89 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año frente a 16,87 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año que emitía el edificio sin rehabilitar. Esta reducción de las emisiones se debe a la mejora de la envolvente reduciendo las emisiones en Calefacción y refrigeración, tal y como se puede ver en la tabla adjunta.

Si tenemos en cuenta el consumo de calefacción y refrigeración (Tabla 4) para conseguir confort en el interior de la edificación, también podemos observar una reducción sensible en la demanda de calefacción de 24,40 a 22,30 kWh/m<sup>2</sup>año. De estos datos, lejos de ser significativos, se puede deducir que con la intervención realizada se reduce el consumo anual por metro cuadrado, siendo esta intervención necesaria para garantizar el mantenimiento y la estanqueidad de las fachadas.

		Calificación Parcial			
		CALEFACCIÓN		REFRIGERACIÓN	
Rehabilitado	E	22,30	C	10,22	
Sin rehabilitar	E	24,40	C	10,22	

Tabla 4. Calificación Parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración. kWh/m<sup>2</sup>año

	Indicador Global		Indicadores Parciales					
			CALEFACCIÓN		REFRIGERACIÓN		ACS	
Rehabilitado	E	75,09	E	42,58	D	15,60	E	16,91
Sin rehabilitar	E	79,79	E	46,58	D	16,30	E	16,91

Tabla 5. Calificación Parcial Consumo de Energía Primaria. kWh/m<sup>2</sup>año

La energía consumida por la edificación (Tabla 5), teniendo en cuenta que no se han realizado ninguna aportación a los sistemas, ni se ha potenciado el consumo de energía renovable debido al carácter del programa de rehabilitación, se ha reducido sensiblemente al actuar en la envolvente de la edificación y a reducir los valores de transmitancia de fachadas y cubiertas.

## 7.- Resultados extraídos de las mediciones de campo.

### 7.1.- Temperatura y termografías.

Los resultados de los sensores de medición muestran datos sobre la oscilación térmica en las fachadas orientadas a Noroeste y al Sureste, así como el efecto de del cerramiento del edificio, en sus estados original y reformado, según se expuso en la Tabla 1.

Las mediciones se realizaron durante el mes de mayo de 2012, desde el día 3 hasta el 31, siendo este mes el más cercano a los valores medios anuales de temperatura en el municipio. Ambas gráficas (Fig. 5) (Fig. 6) muestran una oscilación térmica en el exterior, siendo ésta más acusada en la fachada Sureste (Fig. 5), debido a que sobre ésta incide el Sol de manera directa durante gran parte del día; no obstante, en la fachada Noroeste (Fig. 6) se alcanzan también valores importantes, debido a la elevada temperatura ambiente. Podemos observar cómo las condiciones ambientales son diferentes en ambas fachadas, sobre todo en lo que se refiere a los valores máximos alcanzados cada día. Esto se debe a la bondad de la orientación Sureste, que capta bastante menos radiación en los meses estivales que la Noroeste; además, esta última recibe radiación solar directa en las primeras y en las

últimas horas del día, lo que explica que durante la noche su temperatura sea mayor, ya que le cuesta más disipar la energía ganada en la puesta de Sol. [12]

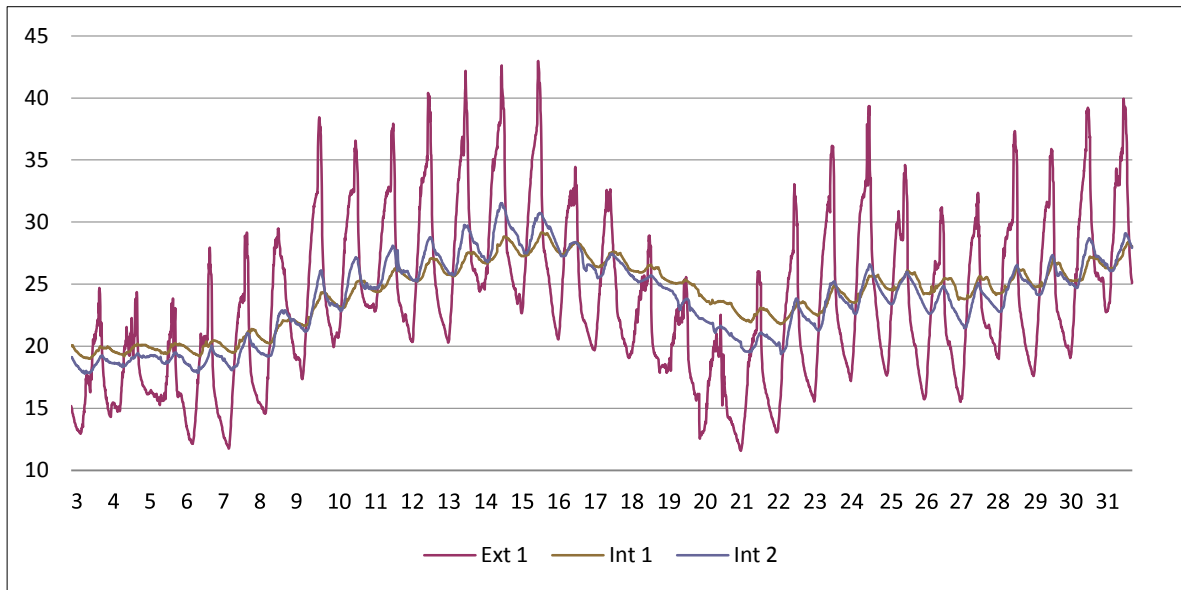


Fig. 5. Medición de temperatura en °C del 3 al 31 de mayo en orientación Sureste.

La oscilación térmica de cada orientación se ve lógicamente atenuada por el efecto del cerramiento; durante el día la temperatura es inferior, quedando dentro de los límites de confort [13] (hasta 26°C) y por la noche se observan valores superiores a los exteriores; podemos atribuir este hecho a el uso del edificio por parte de los habitantes, que no procuran la suficiente ventilación cruzada en estas viviendas, estrategia muy adecuada y posible en este caso, al ser todos los bloques de doble crujía y contar con espacios libres entre ellos de generosas dimensiones.

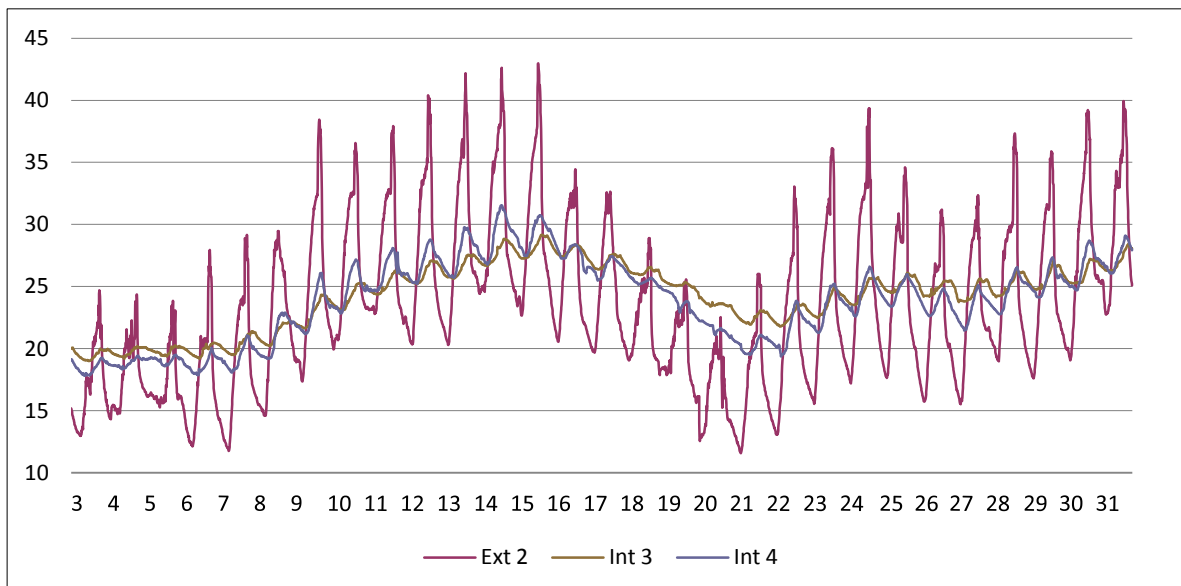


Fig. 6. Medición de temperatura en °C del 3 al 31 de mayo en orientación Noroeste.

Podemos observar cómo el efecto de la rehabilitación en la oscilación térmica es muy sensible aunque existente. En efecto, un cambio en el revestimiento exterior actúa sobre el coeficiente de reflexión de los paramentos exteriores, pudiendo de

este modo reflejar una mayor proporción de la energía incidente; sin embargo, al no actuarse sobre el aislamiento (inexistente) y únicamente sobre la capa más exterior del cerramiento, se observa que el efecto de la actuación es escaso desde el punto de vista de la amortiguación de la onda térmica.

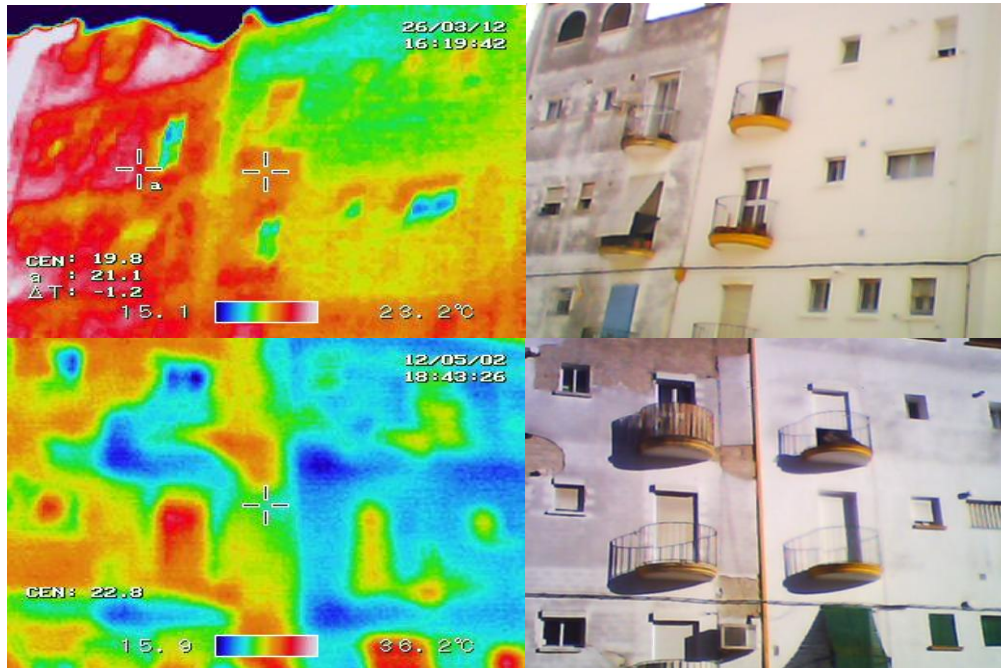


Fig. 7. Imágenes termográficas tomadas en edificios colindantes, comparando el estado original y reformado.

Las imágenes termográficas se realizan en distintos meses y corroboran lo medido por los sensores. Una fachada inicialmente blanca, pero con una evidente falta de mantenimiento, adquiere una tonalidad más oscura y acumula más radiación infrarroja, como se observa en las imágenes. Las fachadas rehabilitadas adquieren temperaturas de entre 15 y 20 °C, mientras que las deterioradas pueden llegar a 30 °C.

## 7.2.- Discusión de resultados.

La campaña de mediciones in-situ, mediante sensores e imágenes termográficas ha mostrado el efecto real de estas operaciones de rehabilitación en las fachadas de los edificios y en sus condiciones interiores. Tanto la temperatura exterior de los cerramientos como la oscilación térmica interior en los edificios rehabilitados han experimentado una pequeña mejora en el mes estimado como valor medio anual. No obstante, podemos concluir que el efecto de las mismas es muy limitado, pues no logra reducir la temperatura interior de las viviendas en unos valores que podamos considerar significativos.

## 8.- Conclusiones.

La rehabilitación del parque de viviendas edificado es uno de los principales problemas actuales de la industria edificatoria. Muchas de estas viviendas pertenecen a barrios obreros construidos en las décadas de la posguerra o el desarrollismo. Su rehabilitación cuenta, como en el caso de Andalucía, con ayudas económicas financiadas con fondos públicos; por lo tanto, sus presupuestos de ejecución material son muy limitados.

La principal duda planteada consistía en la conveniencia de este tipo de actuaciones, y su grado de acción real en el campo de la eficiencia energética. A la luz de la investigación realizada, siempre basada en los valores más cercanos a los medios anuales y los datos obtenidos, podemos concluir que estas actuaciones no tienen una cuantiosa incidencia en la mejora energética y resultan más bien operaciones de mejora estética o mantenimiento de la envolvente.

Una mera reposición de acabados exteriores no influye de modo notorio sobre el coeficiente global de aislamiento del cerramiento. Por lo que mejora de forma muy escasa la calificación energética y las condiciones higrotérmicas.

Por lo tanto, los programas de rehabilitación financiados con fondos públicos, si tienen como objetivo mejorar la calificación energética de las viviendas existentes, deben contemplar actuaciones más allá de las meramente centradas en el mantenimiento.

El nuevo Plan Estatal del 5 de abril de 2013 [7], propone una serie de subvenciones en la rehabilitación energética, e incluso toma con especial atención en el capítulo IX "Programa de Fomento de ciudades sostenibles y competitivas" la mejora de barrios construidos entre 1940 y 1980, como el que nos ocupa, y que no cuentan con ninguna normativa que regule su nivel de aislamiento.

Es por tanto esta investigación un estudio sobre las actuaciones realizadas en la barriada de La Plata basadas en los planes autonómicos de vivienda y suelo [5] [6], que son base sobre la que se sustenten futuras intervenciones de mejora energética en estas tipologías edificatorias y que serán acometidas en los próximos planes autonómicos.

## REFERENCIAS.

- [1] VVAA (2012) *EU Energy in figures. Statistical pocketbook*. European Union, Bélgica
- [2] REAL DECRETO 2429/79, de 6 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79, sobre Condiciones Térmicas en los edificios.
- [3] REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- [4] INE (Instituto Nacional de Estadística) [www.ine.es](http://www.ine.es)
- [5] DECRETO 149/2006, de 24 de junio, por el que se aprueba el Plan Concertado de Vivienda y Suelo 2003-2007.
- [6] DECRETO 395/2008, de 24 de junio, por el que se aprueba el Plan Concertado de Vivienda y Suelo 2008-2012.
- [7] REAL DECRETO 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.
- [8] Aladro Prieto, José Manuel. Habitar en la periferia. La barriada de la Plata en Jerez. Un ejemplo de vivienda social de los años 40 en el sur de España. *Revista de Historia y Teoría de la Arquitectura*. Vol. 4-5. 2003. Pag. 9-31
- [9] REAL DECRETO 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- [10] Rubio C., Sánchez-Montañés B., Pulido J.A., Lainez, J.M.C. (2012), *Techniques of environmental analysis applied to the urban heritage of Cadiz*. HERITAGE 2012. 3<sup>rd</sup> International Conference on Heritage and Sustainable Development. Green Lines Institute for Sustainable Development. Pag. 629-637. Oporto, Portugal.
- [11] Valores climatológicos normales. Jerez de la Frontera. 1971-2000. Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [www.aemet.es](http://www.aemet.es)
- [12] VVAA. (1997). *Arquitectura y clima en Andalucía. Manual de diseño*. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla.
- [13] Givoni B, A. (1969) *Man, Climate and Architecture*. Elsevier Architectural Science Series. New York.