



TFM

OPCIÓN INVESTIGACIÓN

2006-2011

EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA SOCIAL EN CÁDIZ (1940-1980) Y POTENCIAL DE MEJORA TRAS SU REHABILITACIÓN

alumno: MÓNICA MARTÍNEZ HERUAS

tutor: JUAN JOSÉ SENDRA SALAS + RAFAEL SUÁREZ MEDINA

año: 2013_14

Palabras clave: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA + VIVIENDA SOCIAL + CALIFICACIÓN ENERGÉTICA + CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

1. Introducción

En el periodo comprendido entre 1940 y 1980 se produjo un gran crecimiento urbano en las grandes ciudades españolas. Derivado de este crecimiento, las viviendas construidas en Andalucía en este periodo previo a la aparición de la primera normativa de obligado cumplimiento que limita la demanda energética en los edificios, NBE-CT-79, suponen un 42% del parque residencial actual, según datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística [1]. Todo este conjunto de viviendas no cuentan con ninguna medida de aislamiento térmico en su envolvente, por lo que presentan grandes deficiencias ambientales y energéticas.

El importante potencial de ahorro energético que presenta este parque residencial induce a la incorporación de políticas enfocadas hacia su mejora energética. En este contexto surgen nuevas normativas y políticas dentro de las estrategias del Horizonte 2020, como es la Directiva 2012/27/EU [2] y la consecuente trasposición a las normativas españolas.

Hasta el momento se han realizado numerosos estudios centrados principalmente en las zonas climáticas del centro y norte de Europa para caracterizar energéticamente el parque residencial y su rehabilitación energética [3, 4]. Sin embargo, podemos encontrar excepciones que centran sus investigaciones en las zonas climáticas meridionales del arco mediterráneo, como son las realizadas por los equipos de M. Santamouris [5], de F.R. d'Ambrosio Alfano [6], de S. Álvarez [7] y de J.J. Sendra [8].

2. Objetivos

El objetivo inicial de este Trabajo Fin de Máster es contribuir a evaluar energéticamente las barriadas de vivienda social construidas en los años 1940-1980, centrándonos en las dos ciudades más representativas de la provincia de Cádiz, su capital y Jerez de la Frontera. Para la consecución de este objetivo, se lleva a cabo la identificación y caracterización constructiva de la envolvente térmica de las barriadas de vivienda social, y posteriormente se analiza su estado energético mediante el empleo de programas de simulación y evaluación energética.

Por último, se tiene como objetivo final ofrecer una visión general del alcance que podría suponer la aplicación de un plan integral de rehabilitación sostenible en la ciudad de Cádiz, centrado en las principales soluciones de rehabilitación de las envolventes térmicas, para la reducción de la demanda y mejora de la calificación energética.

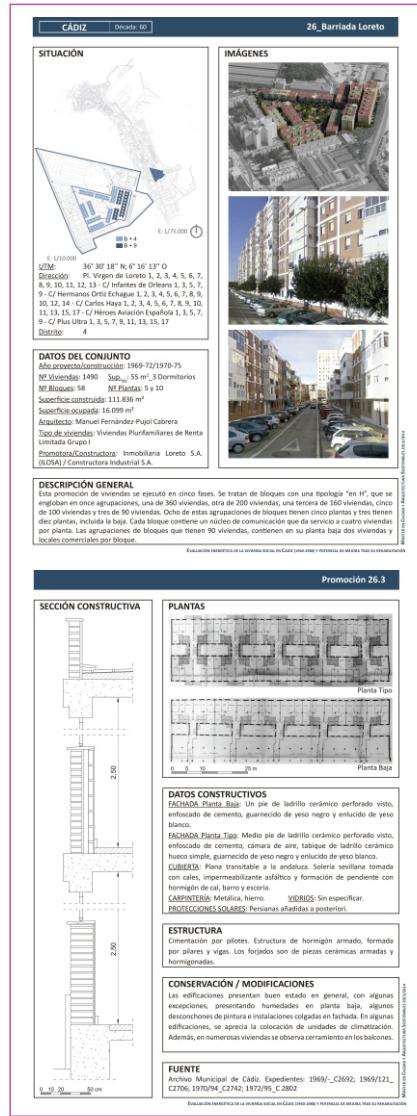


Fig. 1. Ficha Técnica de Análisis. Barriada Loreto de Cádiz.

3. Metodología

La metodología seguida se organiza en dos fases:

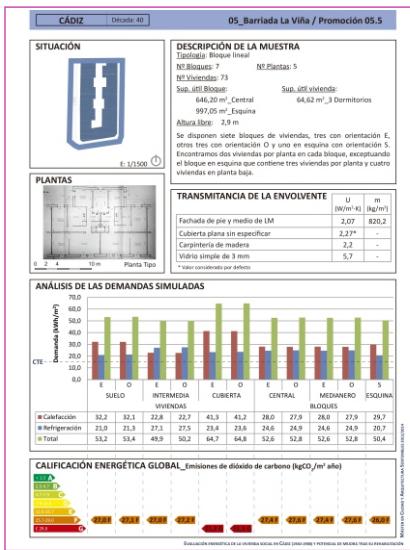


Fig. 2. Ficha Técnica de Resultados. Barriada La Viña de Cádiz.

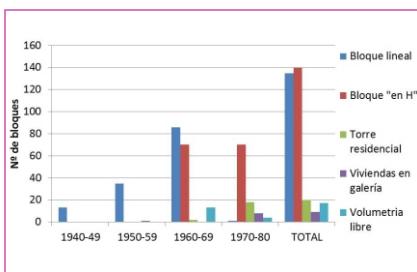


Fig. 3. Número de bloques de cada tipología edificatoria.

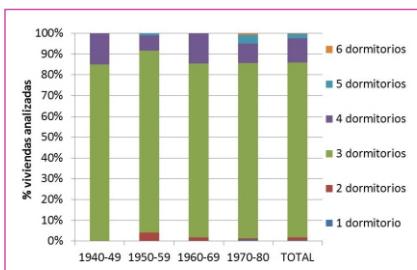


Fig. 4. Porcentaje de número de viviendas analizadas según su número de dormitorios.

- **Identificación y análisis de las barriadas de vivienda social:** En esta fase, se identifican todas las promociones de vivienda social a través de un estudio de la evolución histórica de Cádiz y Jerez de la Frontera, así como de sus planes urbanísticos. Además, se consultan diferentes monografías, la Sede Electrónica de la Dirección General del Catastro [9] y se realiza una inspección visual a través de Google Maps. Tras la identificación, se crea una primera base de datos de las promociones de vivienda social, donde se recoge información general.

Posteriormente, se procede a realizar un análisis de las barriadas y promociones con mayor entidad en la ciudad de Cádiz, creando una segunda base de datos que amplía la primera con información más detallada. Con toda la información recopilada, se realiza una ficha técnica de cada una de las promociones de vivienda social para la creación de un catálogo, que recoge los principales aspectos tanto de su configuración arquitectónica: tipología, número de plantas, programa y superficie útil; como de sus sistemas constructivos: fachada, cubierta y huecos (Fig. 1). Esta información, nos permite realizar una caracterización de la vivienda social en la ciudad, a través del análisis estadístico de la configuración arquitectónica y de los sistemas constructivos empleados en cada uno de los períodos analizados.

- **Evaluación energética del estado original de las promociones de vivienda social:** En la segunda fase, se construyen los modelos energéticos mediante el programa de cálculo CE³X, programa reconocido por los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, que sigue un procedimiento simplificado de cálculo para edificios existentes de vivienda conforme a las disposiciones del Real Decreto 235/2013 de certificación energética de edificios existentes [10]. Con este programa de cálculo se obtienen resultados tanto de demanda de calefacción, refrigeración y global, así como de calificación energética. Todos los resultados obtenidos se reflejan en fichas técnicas, realizando una por cada tipología edificatoria de cada promoción de viviendas (Fig. 2), tanto a nivel de bloque, según su posición en el conjunto y orientación, como de forma individual por vivienda, según su posición en el bloque, bajo cubierta, planta intermedia o en planta baja/primeras.

Posteriormente se elabora un mapa sobre la calificación energética original de las barriadas de vivienda social en la ciudad de Cádiz. Este mapa nos permite tener una imagen general del estado energético de la ciudad, tras la cual se vuelven a evaluar energéticamente las barriadas de vivienda social de Cádiz aplicando las principales soluciones de rehabilitación de la envolvente térmica: fachada, cubierta y huecos. Con los nuevos resultados obtenidos, se elabora un nuevo mapa sobre la calificación energética de las barriadas de vivienda social en la ciudad de Cádiz, tras la aplicación de las propuestas integradas de intervención.

4. Resultados

En la primera fase de identificación y análisis de las barriadas de vivienda social, se detecta en Cádiz y Jerez de la Frontera una gran presencia de promociones de vivienda social

plurifamiliar construidas entre los años 1940 y 1980. En Cádiz se han identificado 72 promociones de vivienda que suponen 15233 viviendas, mientras que en Jerez de la Frontera se identifican 64 promociones en las que encontramos 21411 viviendas. De las promociones identificadas en Cádiz se eligen para el análisis 23 promociones de vivienda social que cuentan con 7372 viviendas, analizando de esta manera el 48% de las viviendas localizadas construidas en el periodo de estudio.

Tras el análisis estadístico de la configuración arquitectónica, se puede apreciar que los bloques de vivienda social de la época estudiada en Cádiz se caracterizan, por regla general, por tener dos tipologías predominantes: bloques lineales y bloques “en H” (Fig. 3). La tipología de bloque lineal es predominante en los años 40 y 50, mientras que en la década de los años 60 se compagina la tipología de bloque lineal y bloque “en H”, pasando a ser esta última predominante en los años 70. Las viviendas sociales, en su gran mayoría, responden a un programa de tres dormitorios (Fig. 4).

En el análisis estadístico de los sistemas constructivos se diferencian tres periodos (Fig. 5, 6):

- 1940-1959: Predominan las viviendas que originalmente fueron construidas con fachada de una hoja de fábrica de ladrillo, huecos con carpinterías de madera y vidrios simples de 3 mm. Las cubiertas son planas con sistemas constructivos de diversa índole, especialmente a la andaluza o a la catalana.
- 1960-1969: Predominan soluciones constructivas de fachada de dos hojas de fábrica de ladrillo con cámara de aire intermedia, sin disponerse en ningún caso aislamiento térmico. Los huecos son con carpinterías metálicas y vidrios simples de 3 mm. Las cubiertas mayoritariamente son planas transitables a la andaluza.
- 1970-1980: Continúan prevaleciendo como solución constructiva la fachada de dos hojas con cámara de aire intermedia sin aislamiento térmico. Por regla general, los huecos se caracterizan por poseer carpinterías metálicas y vidrios simples de 3+3 mm. Predominan, al igual que en la etapa anterior, las cubiertas plantas transitables a la andaluza.

Al caracterizar la envolvente térmica encontramos en fachada valores de transmitancia comprendidos entre 1,35 y 2,63 W/m²K para soluciones de una hoja, que en la segunda etapa del periodo analizado, al generalizarse las soluciones de dos hojas, disminuyen situándose entre 1,37 y 1,63 W/m²K, valores muy alejados de los actuales de referencia normativos de 0,94 W/m²K. En cuanto a la cubierta, encontramos valores de transmitancia estables a lo largo de todo el periodo analizado comprendidos entre 1,5 y 2 W/m²K, excepto el caso de cubierta a la catalana, con 0,86 W/m²K, más cercano al valor límite de referencia para la zona climática A3 de 0,5 W/m²K. La transmitancia de los huecos presenta en todos los periodos un valor de 5,7 W/m²K.

La evaluación energética del estado original de las promociones de vivienda social realizada en la segunda fase refleja unas demandas de calefacción muy superiores a las exigidas por la

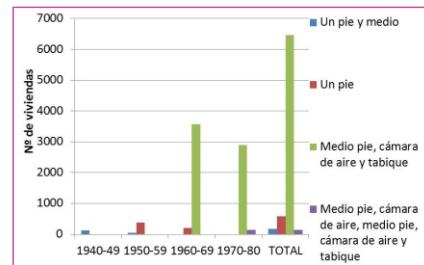


Fig. 5. Número de viviendas analizadas según su sistema constructivo de fachada.

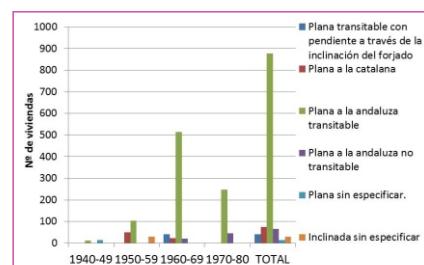


Fig. 6. Número de viviendas analizadas según su sistema constructivo de cubierta.

Posición de la vivienda	Demanda Calefacción (kWh/m ²)	Demanda Refrigeración (kWh/m ²)	Demanda Total (kWh/m ²)	% número de viviendas analizadas
Suelo	39,6	20,1	59,8	8%
Planta primera	38,8	20,6	59,6	6%
Intermedia	25,3	24,1	49,6	72%
Cubierta	40,6	32,2	72,7	14%

Fig. 7. Demandas energéticas medias según la posición de las viviendas.

Posición del bloque	Demanda Calefacción (kWh/m ²)	Demanda Refrigeración (kWh/m ²)	Demanda Total (kWh/m ²)	% número de bloques
Central	28,9	23,7	52,5	43%
Esquina	34,7	24,1	58,8	40%
Aislado	33,5	23,7	57,6	17%

Fig. 8. Demandas energéticas medias según la posición de los bloques.

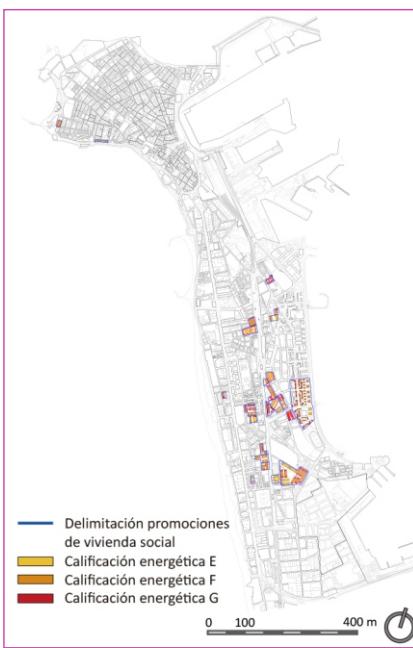


Fig. 9. Calificación energética de las promociones de vivienda social analizadas en su estado original en Cádiz.

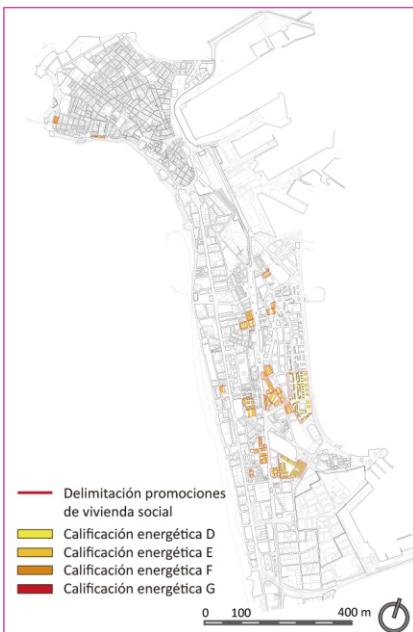


Fig. 10. Calificación energética de las promociones de vivienda social analizadas de Cádiz tras la aplicación de la solución de rehabilitación.

normativa actual para la zona climática A3, de 15 kWh/m². Sin embargo, las demandas de refrigeración se encuentran más cercanas al valor máximo de 15 kWh/m² (Fig. 7, 8).

Las calificaciones energéticas obtenidas en las viviendas sociales y bloques de viviendas, en su estado original, se encuentran comprendidas entre las letras E y G. En las viviendas, la letra F es la más predominante, mientras que en el caso de los bloques de vivienda social, la calificación predominante para las posiciones de bloque de esquina y aislado es la letra G, siendo para la posición central la letra F (Fig. 9).

Posteriormente al análisis energético del estado original, se definen diferentes estrategias de rehabilitación, centradas en la mejora de las prestaciones energéticas de la fachada, cubierta y huecos. Con la aplicación de las principales soluciones de rehabilitación, se reduce la demanda global entre un 31 y 39% y se consigue un ahorro de emisiones globales de CO₂ que oscila entre el 33 y 67%, lo que necesariamente produce una mejora de al menos una letra en la calificación energética tras la rehabilitación de las promociones de viviendas analizadas (Fig. 10).

5. Bibliografía

- [1] Instituto Nacional de Estadística. URL: <http://www.ine.es/>. Fecha de consulta: 10 de Diciembre de 2013
- [2] Unión Europea. Directiva 2012/27/EU del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea L315*, 14 de noviembre de 2012, 1-56.
- [3] Galvin, R., Sunikka-Blank, M. (2013). Economic Viability in Thermal Retrofit Policies: Learning from Ten Years of Experience in Germany. *Energy Policy*, 54, 343-351.
- [4] Hamilton, I.G. et al. (2013). Energy efficiency in the British housing stock: Energy demand and the Homes Energy Efficiency Database. *Energy Policy*, 60, 462-480.
- [5] Santamouris, M. et al. (2014). Freezing the poor-Indoor environmental quality in low and very low income households during the winter period in Athens. *Energy and Buildings*, 70, 61-70.
- [6] D'Ambrosio Alfano, F.R. et al. (2012). Experimental analysis of air tightness in Mediterranean buildings using the fan pressurization method. *Building and Environment*, 53, 16-25.
- [7] Salmerón, J.M. et al. (2013). Tightening the energy consumptions of buildings depending on their typology and on Climate Severity Indexes. *Energy and Buildings*, 58, 372-377.
- [8] Sendra, J.J., Domínguez, S., Bustamante, P., León, A.L. (2013). Energy Intervention in the residential sector in the south of Spain: Current challenges. *Informes de la Construcción*, 65, 532, 457-464.
- [9] Sede Electrónica de la Dirección General del Catastro. URL: <http://www.sedecatastro.gob.es/>. Fecha de consulta: Marzo de 2014.
- [10] España. 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. *Boletín Oficial del Estado*, 13 de abril de 2013, núm. 89, Sec. I. Pág. 27548.