

CONTART 2018: VII Convención de la Edificación
30 mayo - 1 junio 2018; Zaragoza (Spain): Colegio Oficial de
Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zaragoza. Escuela
Universitaria Politécnica de La Almunia, p.665-675

065

ESTUDIO DEL ÓPTIMO ECONOMICO EN REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS SOCIALES EN FUNCIÓN DEL BINOMIO AISLAMIENTO - AHORRO DE ENERGÍA

DE LA CRUZ PÉREZ, SERGIO¹; DE LA CRUZ PÉREZ, LUCIO²;
SIMÓN NIÑO, JAVIER RICARDO³

¹ARQUIPRO, Zaragoza, España

E-mail: ldacruzperez@gmail.com, Web: www.arquipro.es

²COAAZ, Zaragoza, España

E-mail: gerente@coaatz.org, Web: www.coaatz.org

³ARQUIPRO, Zaragoza, España

E-mail: javier@arquipro.es, Web: www.arquipro.es

PALABRAS CLAVE: Rehabilitación. Viviendas Sociales. Óptimo Económico. Aislamiento Térmico. Ahorro de Energía.

RESUMEN

En la actualidad en España existe un parque de viviendas con una edad media muy elevada y del parque de viviendas aproximado de 25 millones, casi un 8% de los mismos son viviendas de alquiler social, que existen en número tan elevado por la política de vivienda de los años 50, por la que desde los poderes públicos se pretendió que los españoles optaran a un régimen de vivienda en propiedad [2].

En el artículo se estudia, en base a diversos análisis teóricos y a la experiencia de su implantación en obra, como varían los criterios de ahorro energético en un edificio rehabilitado, en función de la variación de su aislamiento, relacionando estos parámetros citados con su impacto económico directo en la ejecución de la obra. El estudio se realiza sobre rehabilitación de bloques “sociales” de vivienda adosados y que datan de la década de los 50.

Para ello, en primer lugar, se realiza el análisis energético del edificio en su situación inicial y posteriormente se analiza cómo les afecta a la transmitancia de sus paramentos y a la demanda energética final, las diferentes composiciones de aislamiento térmico añadido en los diferentes elementos de su envolvente. Todo ello, analizado también desde el punto de vista económico, para poder obtener un punto óptimo desde el aspecto económico-energético y que posteriormente también tenga en cuenta todos los condicionantes sociales que presentan este tipo de viviendas (renta media de los ocupantes, ayudas públicas, organización de la comunidad, etc.) y que inevitablemente tienen una importancia decisoria en la rehabilitación final o no del edificio. Como conclusión final se obtiene un óptimo en cuanto al tratamiento del aislamiento térmico en la rehabilitación energética de este tipo de bloques de viviendas sociales, tan común en muchos municipios de nuestra geografía, valorando el triple criterio económico, energético y social.

1. INTRODUCCIÓN

En el sector de la edificación en España existe una gran distancia que separa nuestro parque edificado de las exigencias europeas relativas a la eficiencia energética de los edificios y, a través de ellos, de las ciudades. Casi el 58 % de nuestros edificios se construyó con anterioridad a la primera normativa que introdujo en España unos criterios mínimos de eficiencia energética: la norma básica de la edificación NBE-CT-79 [2], sobre condiciones térmicas en los edificios. La Unión Europea ha establecido una serie de objetivos en el Paquete 20-20-20 «Energía y Cambio Climático» [1], que establece, para los 27 países miembros, dos objetivos obligatorios: la reducción del 20 % de las emisiones de gases de efecto invernadero y la elevación de la contribución de las energías renovables al 20 % del consumo, junto a un objetivo indicativo, de mejorar la eficiencia energética en un 20 %. Precisamente, la Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, tras reconocer que los edificios representan el 40 % del consumo de energía final de la Unión Europea, obliga no sólo a renovar anualmente un porcentaje significativo de los edificios de las Administraciones centrales para mejorar su rendimiento energético, sino a que los Estados miembros establezcan, también, una estrategia a largo plazo, hasta el año 2020, para minorar el nivel de emisiones de CO₂ (y hasta el año 2050) con el compromiso de reducir el nivel de emisiones un 80-95 % en relación a los niveles de 1990, destinada a movilizar inversiones en la renovación de edificios residenciales y comerciales, para mejorar el rendimiento energético del conjunto del parque inmobiliario [3].

Es por ello que tras la inclusión en el marco normativo español, por trasposición parcial de la Directiva 2010/31/UE, del RD 235/2013 [4], por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios y tras la inclusión adicional de la citada certificación en el IEE, donde las actuaciones materia de rehabilitación energética de edificios toma una nueva dimensión, que puede permitir nuevas estrategias de fomento e incentivación de la rehabilitación edificatoria en climas propicios para ello, como es el caso de Aragón.

Por todo ello, la rehabilitación de las viviendas más antiguas y con peores características constructivas, como el edificio objeto del estudio representa una gran oportunidad.

2. METODOLOGÍA

La metodología que se ha empleado ha sido mediante un conjunto exhaustivo de simulaciones energéticas al edificio analizado, con señalamiento urbano en C/ Anzánigo, nº 4 del municipio de Zaragoza, para cada uno de los espesores de aislamiento más comúnmente utilizados en rehabilitación y se han comparado con la situación energética inicial del edificio. Para ello se ha utilizado el software oficial en la versión actualizada en el momento de redacción de la comunicación científica, Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) versión 1.0.1564.1124 (fecha de actualización 03 de marzo de 2017). [6]

A través de este software informático se ha simulado el comportamiento térmico del edificio en cuanto a demanda, consumo de energía final y primaria no renovable y emisiones de CO₂ para los usos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS), en función de los diferentes espesores de aislamiento con el sistema constructivo elegido (tipo SATE) para fachadas y rehabilitación completa de la cubierta con adición de aislamiento térmico adicional.

Una vez obtenidos los parámetros energéticos para cada una de las situaciones analizadas, se han comparado éstas con la situación inicial y con los mínimos marcados por el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación, para analizar cuales de las hipótesis eran per se viables desde el punto de vista de cumplimiento normativo.

Por último se han cruzado los resultados obtenidos en cada una de las hipótesis con el coste económico que tendría el gasto en energía en cada uno de los supuestos durante los 8 años posteriores a la rehabilitación, periodo éste que coincide con la duración del préstamo seleccionado por los vecinos y máximo que se otorga para obras de rehabilitación en la actualidad y con el coste de la inversión en el aislamiento térmico, para obtener con todo ello el óptimo económico.

3. CASO DE ESTUDIO

La intervención, actualmente en ejecución, en el inmueble sito en Zaragoza, c/Anzánigo nº 4, corresponde a un encargo realizado por la Comunidad de Propietarios, y consiste en la redacción del proyecto y la dirección de las obras de Rehabilitación del sistema envolvente, cerramientos verticales y cubiertas, del inmueble, así como la mejora de las instalaciones comunes y la accesibilidad del mismo, de acuerdo con el Informe de Evaluación del Edificio, la normativa técnica vigente y las indicaciones de la propiedad.

Con estas obras se pretende realizar obras de conservación y mejora del inmueble para, de modo razonable, eliminar las deficiencias recogidas en el Informe de Evaluación del Edificio; mejorar las condiciones de calidad y sostenibilidad del edificio interviniendo en la envolvente térmica, en la ventilación y en la eficiencia energética de sus instalaciones comunes, y lograr así una notable mejora en la demanda energética del; y mejorar la accesibilidad mediante la instalación de un ascensor.

El proyecto ha permitido llevar a la práctica por cuarta vez en el barrio del Picarral de Zaragoza, la idea de los autores de lo que debe de ser una intervención de conservación y rehabilitación del parque de viviendas, la parte más importante del conjunto del patrimonio construido en nuestras ciudades, relegada tradicionalmente en nuestro país a un carácter secundario frente a intervenciones de este tipo en monumentos y equipamientos públicos,

pese a dirigirse al objetivo básico de la arquitectura y la edificación: la satisfacción de las necesidades básicas de las personas. Nuestra sociedad ha carecido, hasta ahora, del hábito de restaurar adecuadamente los bloques de vivienda, habiéndose instaurado durante muchos años un pensamiento de “usar y tirar” arquitectónico incompatible con las nuevas ideas sociales de sostenibilidad, reciclaje y reutilización.

El tipo de vecindario que reside en este bloque, personas mayores y/o con ingresos reducidos, ha requerido de un esfuerzo no sólo técnico sino de asesoramiento en los aspectos burocráticos y de financiación que nos ha permitido asumir los deseos y exigencias de nuestros clientes ligándolos a una arquitectura enérgicamente eficiente, de uso sostenible, vinculada a la historia de la ciudad y con garantías de durabilidad, pero con unos costes económicos ajustados a sus posibilidades. De esta manera, y tras importantes esfuerzos durante muchas jornadas de trabajo y reuniones, la obra cuenta con dos subvenciones: una debida a la línea I “Ayudas en zonas delimitadas para la mejora de la eficiencia energética y accesibilidad en edificios” correspondiente a las Ayudas 2016 de la Sociedad Municipal Zaragoza Vivienda; y otra procedente de las “Ayudas de fomento a la rehabilitación edificatoria, correspondientes a la provincia de Zaragoza, dentro del convenio de colaboración entre el Ministerio de Fomento y la Comunidad Autónoma de Aragón para la ejecución de la prórroga del Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016”

Con esta intervención se pretende reivindicar la función social de la rehabilitación, ya que conservar el patrimonio construido adaptándolo a las exigencias de seguridad, confort, sostenibilidad y eficiencia que exige la sociedad actual, es la mejor opción si somos conscientes de la existencia de recursos limitados y de nuestra obligación de resolver las necesidades habitacionales de las personas.

3.1 Características del edificio

El edificio objeto de nuestra intervención se ubica en Zaragoza, c/Anzánigo nº 4, dentro de un bloque de 120 viviendas construido a finales de los años cuarenta del siglo XX (año 1.949), en el marco de una actuación superior conocida como “Grupo de viviendas Francisco Franco” y de la que dicho bloque era la primera construcción, coincidente hoy con c/Anzánigo nº 2 a nº 16. El bloque c/Anzánigo nº 2 -16 consta de ocho casas con 120 viviendas de tres tipos (2, 3 y 4 dormitorios), con acceso por c/Anzánigo, de cuatro plantas (B+3) todas destinadas a viviendas, sin sótano y cuatro viviendas por planta. Orientada N-S, la fachada norte queda expuesta al cierzo. Las dos fachadas son iguales, sencillas y uniformes y al exterior traducen su estructura interior. La composición es monótona sin más elementos diferenciadores que los portales junto a los cuales se abren tiendas. El portal que nos atañe en este proyecto se ubica entre medianeras, destinado a 15 viviendas y un local, que consta de planta baja y tres alzadas, con una distribución en planta en forma de “H” debido a la existencia de dos patios interiores compartidos con los bloques colindantes. Consta de cuatro viviendas por planta excepto la baja, que sólo tiene tres y un local. Presenta fachada principal a la c/Anzánigo y trasera a c/Somport. Las viviendas del portal c/Anzánigo nº 4 son de muy pequeño tamaño, las sitas a la izquierda entrando de 35,82 m², 7 viviendas; las sitas a la derecha entrando, con un dormitorio más, de 44,72 m², 8 viviendas. Por lo que se comprende el adjetivo de ultrabarratas con el que han sido conocidas desde su construcción. Las viviendas pequeñas constan de un aseo, salón comedor con cocina incorporada y dos

dormitorios; las grandes cuentan con un tercer dormitorio. La adaptación de las viviendas a los estándares habitacionales actuales requeriría una reestructuración interior, sin que dimensionalmente se pudieran solucionar sus carencias. Muchos vecinos han reformado la disposición de cocina y baño.

El edificio presenta tres crujías: 8,95 m en viviendas a c/Anzánigo; 4,50 m para el patio, y 8,95 viviendas a c/Somport, conjugadas con los 3,25 m entre ejes de los muros perpendiculares a fachada. El bloque tiene una altura de 11,40 m. Las alturas libres de las plantas varían entre 2,40 m en el punto más bajo de la bóveda hasta 2,60 en la clave. La cimentación es de relleno de hormigón en zanja corrida. La estructura portante es de muros de carga de fábrica de ladrillo y adobe, de 25 cm de espesor, perpendiculares a fachada con una distancia entre ejes de 3,25 m. Todas las fachadas tienen un espesor de 48 cm, siendo de ladrillo macizo en los encuentros de los muros transversales y adobe en el resto. Aparecen revocadas con mortero bastardo [5]. Las bóvedas de techo de planta baja y los huecos aparecen recercados con ladrillo macizo, que junto a los muros de carga transversales del mismo material, caracterizan las fachadas. La transmitancia de la fachada tiene un valor de $U=1,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ y la cubierta inclinada de $U=2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Figura 1: Vista de la fachada exterior del edificio.

3.2 Escenario y estudio energético

El análisis se ha dividido en dos partes, la primera analiza el impacto en cuanto a los parámetros energéticos que tiene la rehabilitación energética del mismo, mediante la adi-

ción de aislamiento térmico por el exterior en el caso de la fachada y debajo del material de cobertura en la cubierta y la segunda mediante el análisis económico de cada una de las soluciones adoptadas.

El coste de electricidad promedio es de 0,25 €/kWh, con IVA e incluyendo término fijo y variable, así como el impuesto de la electricidad. Este coste ponderado por unidad consumida es muy alto debido al excesivo peso del término fijo por alta potencia contratada (promedio 4,3 kW) y bajos consumos en general. Todas las instalaciones son eléctricas y para la realización de este estudio se continua con esta hipótesis. Los costes de inversión en la obra son los reales de ejecución de la misma y los de las hipótesis analizadas son los mejores obtenidos en el mercado a fecha enero 2018.



Figura 2: Vista de cubierta del edificio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los datos y resultados obtenidos se reflejan en las tablas siguientes, en función del espesor de aislamiento elegido.

Tabla 1: Resultados comparados análisis espesor de aislamiento 0-6 cm.

	ESPESOR DE AISLAMIENTO (FACHADAS Y CUBIERTA)					
	0 cm.	2 cm.	3 cm.	4 cm.	5 cm.	6 cm.
Demanda calefacción (kWh/m2)	183,0	98,6	92,5	88,0	84,3	82,0
Demanda refrigeración (kWh/m2)	17,9	5,0	4,7	4,4	4,2	4,1
Demanda GLOBAL (kWh/m2)	200,9	103,6	97,2	92,4	88,5	86,1
Demanda límite edificio de referencia (kWh/m2) (HE-0)	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7
Demanda calefacción total año (kWh)	137.817,3	74.255,7	69.661,8	66.272,8	63.486,3	61.754,2
Demanda refrigeración total año (kWh)	13.480,5	3.765,5	3.539,6	3.313,6	3.163,0	3.087,7
Demanda GLOBAL total año (kWh)	151.297,8	78.021,2	73.201,4	69.586,4	66.649,4	64.841,9
Reducción de demanda respecto edificio original (%)	0,0%	48,4%	51,8%	54,0%	55,9%	57,1%
Consumo e. final calefacción (kWh/m2)	189,8	114,9	108,2	103,3	99,7	96,7
Consumo e. final refrigeración (kWh/m2)	9,6	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0
Consumo e. final ACS (kWh/m2)	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
Consumo e. final GLOBAL (kWh/m2)	202,8	140,9	134,0	129,0	125,3	122,2
Consumo e. final calefacción (kWh)	127.846,3	86.531,2	81.485,4	77.795,2	75.084,1	72.824,8
Consumo e. final refrigeración (kWh)	7.199,6	1.882,8	1.732,1	1.656,8	1.581,5	1.506,2
Consumo e. final ACS (kWh)	17.697,9	17.697,9	17.697,9	17.697,9	17.697,9	17.697,9
Consumo e. final GLOBAL (kWh)	152.743,7	106.111,8	100.915,4	97.149,9	94.363,4	92.028,8
Consumo e. primaria no renovable calefacción (kWh/m2)	203,0	203,0	191,5	183,2	177,0	171,9
Consumo e. primaria no renovable refrigeración (kWh/m2)	4,9	4,9	4,6	4,3	4,1	4,0
Consumo e. primaria no renovable ACS (kWh/m2)	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0
Consumo e. primaria no renovable global (kWh/m2)	253,9	253,9	242,1	233,5	227,1	221,9
Consumo e. primaria no renovable calefacción (kWh)	152.879,3	152.879,3	144.218,7	137.967,9	133.298,7	129.407,9
Consumo e. primaria no renovable refrigeración (kWh)	3.690,2	3.690,2	3.464,3	3.238,3	3.087,7	3.012,4
Consumo e. primaria no renovable ACS (kWh)	34.642,6	34.642,6	34.642,6	34.642,6	34.642,6	34.642,6
Consumo e. primaria no renovable global (kWh)	191.212,1	191.212,1	182.325,6	175.848,9	171.029,0	167.112,9
Emissiones calefacción (kgCO ₂ /m ²)	35,8	35,8	33,8	32,3	31,2	30,3
Emissiones refrigeración (kgCO ₂ /m ²)	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
Emissiones ACS (kgCO ₂ /m ²)	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Emissiones GLOBALES (kgCO₂/m²)	44,4	44,4	42,4	40,8	39,7	38,8
Emissiones calefacción (kgCO ₂)	26.961,0	26.961,0	25.454,8	24.325,1	23.496,7	22.818,9
Emissiones refrigeración (kgCO ₂)	602,5	602,5	602,5	527,2	527,2	527,2
Emissiones ACS (kgCO ₂)	5.874,2	5.874,2	5.874,2	5.874,2	5.874,2	5.874,2
Emissiones GLOBALES (kgCO₂)	33.437,6	33.437,6	31.931,4	30.728,5	29.898,1	28.220,3
Calefacción energética	G	E	E	E	E	E
Gasto en energía año (€)	16.093,0 €	17.243,2 €	16.388,8 €	16.788,9 €	16.534,1 €	14.964,7 €
Coste unitario fachada (€/m2)	0,0	53,9	96,7	99,4	62,1	64,8
Coste unitario cubierta (€/m2)	0,0	15,4	17,8	19,8	22,2	24,4
Coste aislamiento fachadas (€, IVA incluido)	0,0	31415,1	33.017,9	34.620,7	36.191,4	37.762,2
Coste aislamiento cubierta (€, IVA incluido)	0,0	3.760,7	4.297,9	4.835,2	5.418,1	5.995,3
Coste medios y obras auxiliares (€, IVA incluido)	0,0	26.789,4	26.789,4	26.789,4	26.789,4	26.789,4
Coste total aislamiento (€, IVA incluido)	0,0	61.865,2	64.105,2	66.245,3	68.398,9	70.546,9
Coste económico total (inversión + gastos energía 8 años) (€)	152.743,7 €	199.910,5 €	195.295,2 €	192.540,1 €	191.071,4 €	190.144,4 €

Tabla 2: Resultados comparados análisis espesor de aislamiento 7-12 cm.

	ESPESOR DE AISLAMIENTO (FACHADAS Y CUBIERTA)					
	7 cm.	8 cm.	9 cm.	10 cm.	11 cm.	12 cm.
Demanda calefacción (kWh/m ²)	79,8	78,0	76,5	75,2	74,2	73,2
Demanda refrigeración (kWh/m ²)	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6
Demanda GLOBAL (kWh/m²)	83,7	81,8	80,3	78,9	77,8	76,8
Demanda límite edificio de referencia (kWh/m ²) (HE-1)	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7	88,7
Demanda calefacción total año (kWh)	60.097,4	58.741,8	57.612,2	56.633,1	55.880,0	55.126,9
Demanda refrigeración total año (kWh)	2.937,1	2.861,8	2.861,8	2.786,5	2.711,2	2.711,2
Demanda GLOBAL total año (kWh)	63.034,5	61.603,6	60.473,9	59.419,6	58.591,2	57.838,1
Reducción de demanda respecto edificio original (%)	88,3%	88,3%	89,0%	89,7%	90,3%	90,9%
Consumo e. final calefacción (kWh/m ²)	94,3	92,4	90,8	89,4	88,3	87,2
Consumo e. final refrigeración (kWh/m ²)	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
Consumo e. final ACS (kWh/m ²)	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
Consumo e. final GLOBAL (kWh/m²)	119,8	117,8	116,2	114,7	113,6	112,5
Consumo e. final calefacción (kWh)	71.017,3	69.586,4	68.381,5	67.327,1	66.498,7	65.670,3
Consumo e. final refrigeración (kWh)	1.506,2	1.430,9	1.430,9	1.355,6	1.355,6	1.355,6
Consumo e. final ACS (kWh)	17.697,9	17.697,9	17.697,9	17.697,9	17.697,9	17.697,9
Consumo e. final GLOBAL (kWh)	90.221,4	88.715,2	87.510,2	86.380,6	85.562,2	84.723,8
Consumo e. primaria no renovable calefacción (kWh/m ²)	167,8	164,6	161,7	159,4	157,4	156,6
Consumo e. primaria no renovable refrigeración (kWh/m ²)	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5
Consumo e. primaria no renovable ACS (kWh/m ²)	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0
Consumo e. primaria no renovable global (kWh/m²)	217,6	214,3	211,4	209,0	206,9	206,1
Consumo e. primaria no renovable calefacción (kWh)	126.370,2	123.960,3	121.776,3	120.044,1	118.537,9	117.182,4
Consumo e. primaria no renovable refrigeración (kWh)	2.861,8	2.786,5	2.786,5	2.711,2	2.635,9	2.635,9
Consumo e. primaria no renovable ACS (kWh)	34.642,6	34.642,6	34.642,6	34.642,6	34.642,6	34.642,6
Consumo e. primaria no renovable global (kWh)	163.874,6	161.389,3	159.205,3	157.397,9	155.816,4	154.460,9
Emissiones calefacción (kgCO ₂ /m ²)	29,5	28,9	28,4	28,0	27,7	27,3
Emissiones refrigeración (kgCO ₂ /m ²)	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Emissiones ACS (kgCO ₂ /m ²)	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Emissiones GLOBALES (kgCO₂/m²)	38,0	37,3	36,8	36,4	36,1	35,7
Emissiones calefacción (kgCO ₂)	22.216,5	21.764,6	21.388,0	21.086,8	20.860,9	20.599,6
Emissiones refrigeración (kgCO ₂)	527,2	451,9	451,9	451,9	451,9	451,9
Emissiones ACS (kgCO ₂)	5.874,2	5.874,2	5.874,2	5.874,2	5.874,2	5.874,2
Emissiones GLOBALES (kgCO₂)	28.617,9	28.090,8	27.714,1	27.412,9	27.188,9	26.886,7
Calificación energética	E	E	E	E	E	E
Gasto en energía año (€)	14.881,0 €	14.418,2 €	14.220,4 €	14.038,8 €	13.902,2 €	13.767,8 €
Costo unitario fachada (€/m ²)	67,5	70,3	73,2	75,9	102,5	106,2
Costo unitario cubierta (€/m ²)	26,6	28,8	31,0	33,2	35,4	37,6
Costo aislamiento fachadas (€, IVA incluido)	39.365,0	40.967,6	42.634,7	44.237,6	59.741,1	61.697,6
Costo aislamiento cubierta (€, IVA incluido)	6.492,5	7.029,8	7.567,0	8.104,3	8.641,5	9.178,7
Costo medios y obras auxiliares (€, IVA incluido)	26.789,4	26.789,4	26.789,4	26.789,4	26.789,4	26.789,4
Coste total aislamiento (€, IVA incluido)	72.647,0	74.787,0	76.991,2	79.131,2	95.172,0	97.665,8
Coste económico total (Inversión + gastos energía 5 años) (€)	189.334,8 €	190.116,7 €	190.754,5 €	191.426,0 €	205.389,8 €	208.006,6 €

El material utilizado para el aislamiento en fachadas, tanto exteriores como las del patio de luces, ha sido el sistema TRADITERM que se usa como aislamiento térmico por el exterior de muros de edificación y se une al soporte mediante adhesivo y fijaciones mecánicas suplementarias. Se compone de elementos no portantes y no participa en la estabilidad ni en la estanquidad al aire del soporte sobre el que se aplica. Para las fachadas se ha elegido EPS y XPS para la cubierta.

A continuación, se presentan los resultados gráficamente teniendo en cuenta el objetivo final de pretender obtener el óptimo económico en cuanto al aislamiento térmico en una rehabilitación de la tipología analizada.

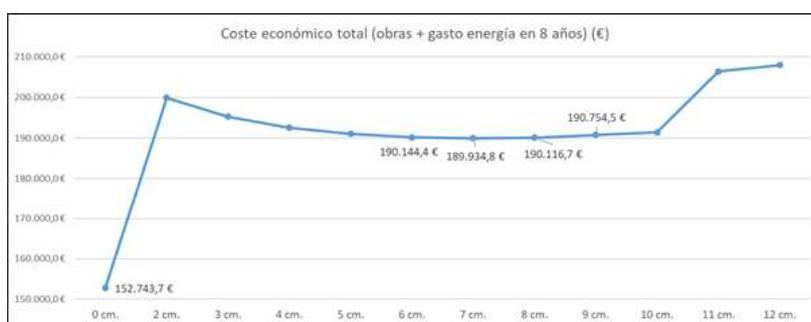


Figura 3: Coste económico (€) de la inversión inicial y el gasto en energía durante los 8 años siguientes a la rehabilitación, en función del espesor de aislamiento.

Tal como puede apreciarse en la *Figura 3*, una vez tomada la decisión de proceder a la rehabilitación energética del edificio, el óptimo económico del coste de la suma de la inversión inicial más el gasto estimado en energía para calefacción, refrigeración y ACS durante los ocho años posteriores a la finalización de las obras se obtiene para un espesor de aislamiento de 7 cm., aunque la diferencia económica total es muy pequeña en la franja entre 6 y 9 cm., lo que podría decantar la balanza hacia un espesor algo menor de 7 cm., ya que en este tipo de intervenciones el limitar al máximo la inversión inicial marca la diferencia en que el proyecto pueda salir adelante o no, ya que el conjunto social de los vecinos es un grupo de personas de bajo poder adquisitivo.

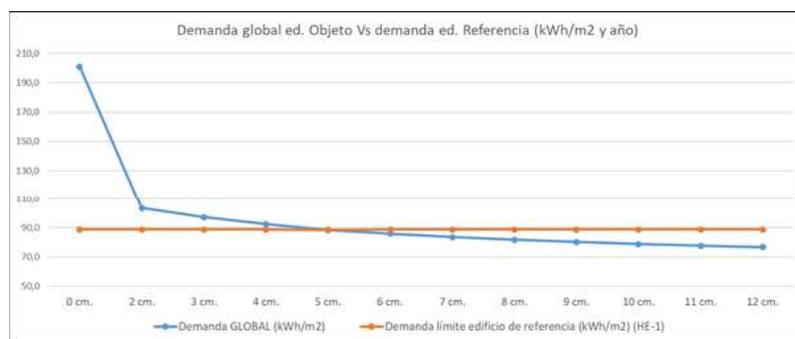


Figura 4: Demanda global edificio comparada con la exigida demanda del edificio de referencia (kWh/m2 y año).

Desde el cumplimiento normativo y como puede observarse en la *Figura 4*, a partir de un aislamiento de 5 cm. se obtiene la demanda mínima del edificio objeto marcada por el HE 1 del DB-HE [7]. Para los cálculos económicos del gasto de energía, se ha realizado la ponderación de un 50 % en la hipótesis previa a la rehabilitación y un 65% tras la realización de la misma, de acuerdo a datos obtenidos en bloques anteriores intervenidos.

5. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se obtienen varias conclusiones que pueden ser extrapolables a experiencias similares, que tienen mucha presencia en la ciudad de Zaragoza. En primer lugar y debido a que el consumo energético del edificio está por debajo del consumo teórico acorde con sus características constructivas, la inversión para rehabilitación energética en bloques de este tipo y con el perfil social de sus habitantes no responde a una inversión económicamente rentable en un plazo corto de tiempo, ya que el periodo de retorno de la misma sería superior a los 10 años y arrojaría un VAN negativo. Por todo ello, para poder llevar a cabo intervenciones de este tipo es necesario que los poderes públicos, mediante políticas de fomento ayuden económicamente a las inversiones. En el caso a estudio, el edificio ha obtenido una subvención algo superior al 50 % del coste subvencionable.

En segundo lugar, y como objetivo principal del estudio, el resultado arroja un óptimo económico de instalación de 7 cm. de aislamiento en fachadas y cubierta, aunque las diferencias son muy pequeñas en la franja comprendida de 5 a 10 cm., por ello y dado que en estas intervenciones de rehabilitación el factor determinante es la inversión inicial, se opte en muchas ocasiones por el mínimo espesor necesario para lograr el cumplimiento normativo (5 cm. en este caso), o en su defecto el mínimo aislamiento necesario para obtener la máxima puntuación en las convocatorias de las ayudas públicas a rehabilitación, que hasta ahora se obtiene con una reducción de un 50% de la demanda respecto de la situación inicial.

6. RECONOCIMIENTOS

Este documento se ha desarrollado con la colaboración de la Comunidad de Propietarios del edificio calle Anzánigo, nº 4 y con la inestimable colaboración de la Administración de Fincas del inmueble (Fincas Alfa) y la constructora Construcciones Cetón.

7 ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACS: Agua Caliente Sanitaria.
EPS: Poliestireno Expandido.
XPS: Poliestireno Extruido.
SATE: Sistema de Aislamiento Térmico Exterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Y CITAS EN EL TEXTO)

- [1] European Commission, «Energy-efficient buildings: multi-annual roadmap for the contractual PPP under Horizon 2020.» 2013.
- [2] Eurostat, «Estadísticas sobre vivienda.» 2017.
- [3] Comisión Europea, «EU Buildings Database.» 2017.
- [4] Ministerio de la Presidencia. Gobierno de 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*, 2013.
- [5] S. Domínguez Amarillo, S.S. J., I. Oteiza San Jose, La envolvente energética de la vivienda social en el periodo 1939-1979. El caso de Sevilla, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Sevilla, 2015.
- [6] Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC). <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener.html>
- [7] Ministerio de la Presidencia. Gobierno de España, *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*. [8] Ministerio de la Presidencia. Gobierno de España, *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*.
- [9] A. Cuchí, I. de la Puert