



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Propuestas para el ahorro de energía en el grupo de  
viviendas Stella Maris de Valencia.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Calle Briega, Daniel

Tutor/a: Cubel Arjona, Francisco José

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

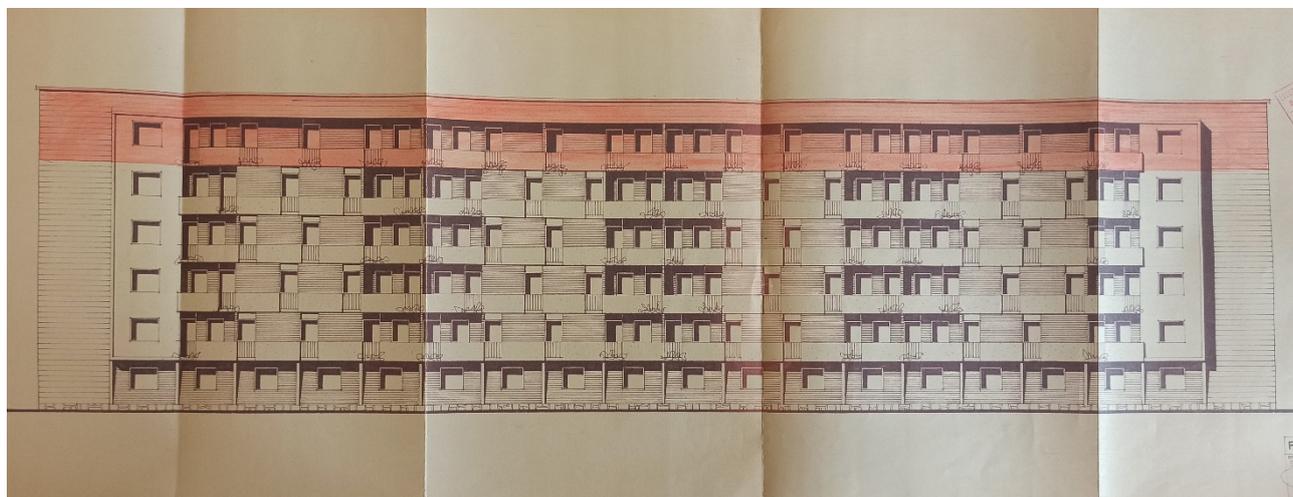


ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

**Propuestas para el ahorro de energía en el grupo de  
viviendas Stella Maris de Valencia**



Trabajo Fin de Grado  
Grado en Fundamentos de la Arquitectura

**Autor: Calle Briega, Daniel**

Tutor: Cubel Arjona, Francisco José

Curso académico: 2023/2024

## **RESUMEN**

Se realiza el análisis de las mejoras en la eficiencia energética de un edificio plurifamiliar en Valencia, específicamente el Grupo de Viviendas Stella Maris diseñado por los arquitectos Cayetano Borso de Carminati González y Rafael Contel Comenge.

Se investigan tanto los sistemas de eficiencia energética pasivos como activos, proponiendo mejoras y soluciones mediante detalles constructivos. Además, se realiza una calificación energética del estado original del edificio y se compara con el estado modificado después de implementar las mejoras propuestas.

El objetivo es abordar la vulnerabilidad energética y avanzar hacia ciudades más sostenibles al rehabilitar edificios eficientemente obsoletos. Esta investigación se plantea como un ejemplo para mostrar la viabilidad y la importancia de la rehabilitación energética en el contexto del desarrollo sostenible.

## **PALABRAS CLAVE**

Eficiencia energética  
Rehabilitación vivienda  
Sistemas pasivos  
Detalles de arquitectura  
Ahorro de energía  
Edificios sostenibles

## **RESUM**

Es realitza l'anàlisi de les millores en l'eficiència energètica d'un edifici plurifamiliar a València, concretament el Grup de Habitatges Stella Maris dissenyat pels arquitectes Cayetano Borso de Carminati González i Rafael Contel Comenge.

S'investiguen tant els sistemes d'eficiència energètica passius com actius, proposant millores i solucions mitjançant detalls constructius. A més, es realitza una qualificació energètica de l'estat original de l'edifici i es compara amb l'estat modificat després d'implementar les millores proposades.

L'objectiu és abordar la vulnerabilitat energètica i avançar cap a ciutats més sostenibles en rehabilitar edificis eficientment obsolets. Aquesta investigació es planteja com un exemple per mostrar la viabilitat i la importància de la rehabilitació energètica en el context del desenvolupament sostenible.

## **PARAULES CLAU**

Eficiència energètica  
Rehabilitació habitatge  
Sistemes passius  
Detalls d'arquitectura  
Estalvi d'energia  
Edificis sostenibles

## **ABSTRACT**

The analysis of improvements in the energy efficiency of a residential building in Valencia is carried out, specifically the Stella Maris Housing Group designed by architects Cayetano Borso de Carminati González and Rafael Contel Comenge.

Both passive and active energy efficiency systems are investigated, proposing improvements and solutions through construction details. Furthermore, an energy rating of the original state of the building is conducted and compared with the modified state after implementing the proposed improvements.

The aim is to address energy vulnerability and progress towards more sustainable cities by efficiently rehabilitating outdated buildings. This research is presented as an example to demonstrate the feasibility and importance of energy rehabilitation in the context of sustainable development.

## **KEYWORDS**

Energy efficiency  
Housing rehabilitation  
Passive systems  
Architecture detail  
Energy savings  
Sustainable buildings

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedico este trabajo especialmente a la memoria de mis abuelos que siempre han sido una incansable fuente de apoyo para continuar con la carrera, a mis padres por su larga espera y a todos los profesores y compañeros que se han convertido en mi segunda familia.

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
1.1.	Sucinto estado de la cuestión .....	7
1.2.	Motivación.....	8
1.3.	Justificación de necesidad .....	8
2.	OBJETIVOS .....	10
3.	METODOLOGÍA .....	11
4.	ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO .....	11
4.1.	Arquitectos autores.....	11
4.2.	Emplazamiento y situación .....	12
4.3.	Descripción del edificio .....	14
5.	NORMATIVA APLICABLE .....	17
6.	ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ACTUALES.....	18
6.1.	Estructura.....	20
6.2.	Fachada .....	22
6.3.	Cubierta.....	23
6.4.	Cerramiento en contacto con el terreno.....	24
6.5.	Particiones interiores en contacto con espacios no habitables.....	24
6.6.	Particiones interiores en contacto con espacios del mismo uso.....	25
6.7.	Huecos .....	25
6.8.	Puentes térmicos .....	26
6.9.	Instalaciones.....	26
7.	MODELO ANALÍTICO Y RESULTADOS.....	27
8.	ANÁLISIS DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....	31
8.1.	Fachada.....	32
8.2.	Cubierta .....	33
8.3.	Cerramiento en contacto con el terreno .....	34
8.4.	Particiones interiores en contacto con espacios del mismo uso .....	34
8.5.	Huecos .....	34
8.6.	Puentes térmicos.....	35
8.7.	Instalaciones .....	35
9.	DEFINICIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE MEJORA .....	36
9.1.	Fachada.....	36
9.2.	Cubierta .....	37
9.3.	Cerramiento en contacto con el terreno .....	37
9.4.	Forjado en contacto con espacio exterior inferior.....	38

9.5.	Muro estructural como cerramiento.....	39
9.6.	Huecos .....	39
9.7.	Puentes térmicos.....	40
10.	RESULTADOS ENERGÉTICOS Y JUSTIFICACIÓN CTE HE.....	41
11.	COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	46
12.	COSTE DE LA MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y AMORTIZACIÓN .....	48
12.1.	Presupuesto.....	48
12.2.	Amortización .....	49
13.	CONCLUSIONES .....	50
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
15.	ÍNDICE DE FIGURAS .....	53
16.	ÍNDICE DE TABLAS.....	54
17.	ÍNDICE DE ECUACIONES .....	55
18.	ANEXOS.....	55
18.1.	Planos	
18.2.	CEE original	
18.3.	CEE mejorado	
18.4.	Justificación HE 0	
18.5.	Justificación HE 1	
18.6.	Justificación HE 4	
18.7.	Descripción de materiales y elementos constructivos	
18.8.	Fichas técnicas	
18.9.	Presupuesto	

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Sucinto estado de la cuestión

En el contexto actual, la rehabilitación energética de edificaciones se erige como un imperativo, donde convergen los campos de la arquitectura, la sostenibilidad y la salud pública. Este enfoque ha evolucionado a medida que las normativas se han vuelto más exigentes, y la conciencia ambiental ha tomado un papel importante en la toma de decisiones tanto sociales como legislativas. La comprensión de la relación intrínseca entre la eficiencia energética y la salud de los habitantes se ha vuelto esencial, dando lugar a una reconsideración integral de la manera en que concebimos y mejoramos nuestro entorno construido.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que las condiciones inadecuadas de las viviendas en Europa ocasionan anualmente más de cien mil fallecimientos. El 20 % de la población carece de viviendas que proporcionen adecuada protección contra el calor estival, mientras que el 13 % enfrenta la insuficiencia de calefacción durante el invierno. (Baldellou Plaza et al., 2021).

Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas con la energía están mayormente atribuidas a las viviendas, representando el 42 % del total (Baldellou Plaza et al., 2021). Diversas actividades diarias, así como el constante acondicionamiento térmico de las viviendas, contribuyen a que los edificios operen como máquinas de consumo poco eficientes. La rehabilitación integral de edificios, que mejora y actualiza sus prestaciones energéticas, se presenta como una solución efectiva para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

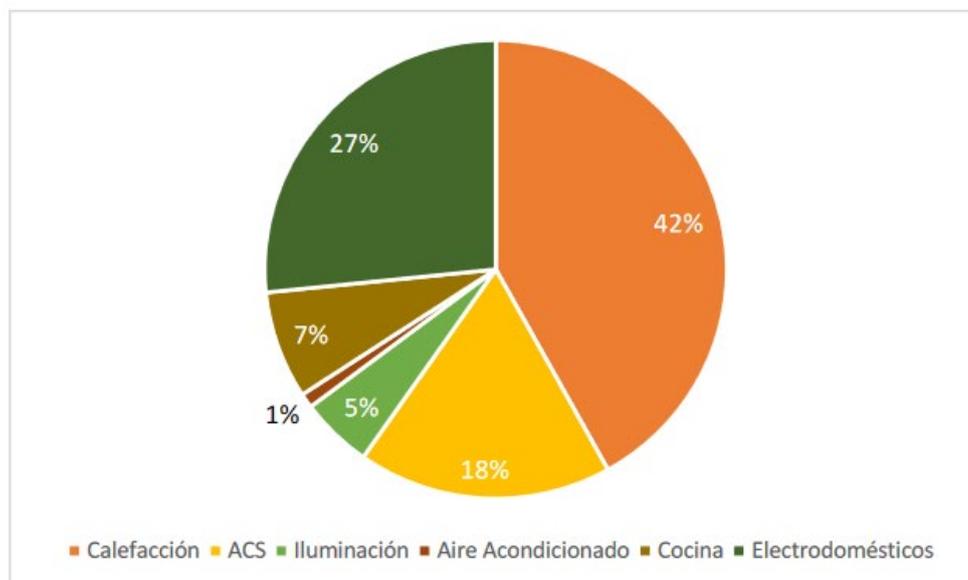


Ilustración 1. Consumo energético por servicios en el sector residencial. (IDEA, 2019)

## 1.2. Motivación

La motivación subyacente a este trabajo se nutre de la imperiosa necesidad de transformar la manera en que concebimos y habitamos nuestros edificios. La calidad de vida, intrínsecamente vinculada al estado de nuestras viviendas, impulsa la búsqueda de soluciones que vayan más allá de la mera adecuación. La emergencia de desafíos medioambientales y la necesidad de adaptarse a nuevas formas de trabajo y vida postpandemia subrayan la urgencia de abordar la rehabilitación energética con una perspectiva holística.

## 1.3. Justificación de necesidad

La gran mayoría del parque inmobiliario está envejecido. Por un lado el paso del tiempo afecta directamente a la calidad de la edificación, lo que conlleva a mayores inversiones en mantenimiento; por otro lado la evolución normativa provoca que a mayor distancia temporal, menores exigencias tuvieron las edificaciones, esto desemboca en una relación directa entre la edad y la baja clasificación energética de las viviendas.

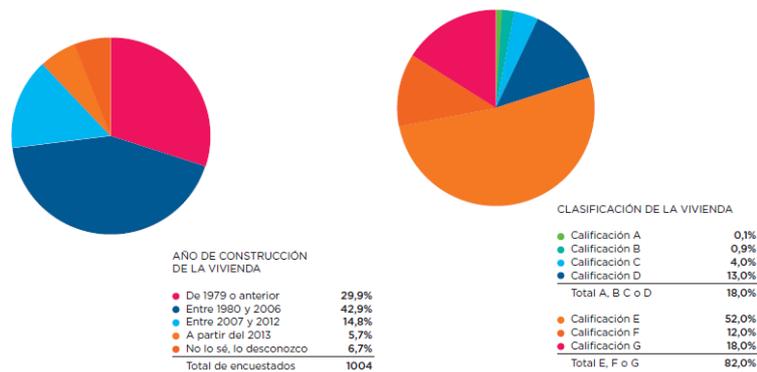


Ilustración 2. Año de construcción de la vivienda y Clasificación de la vivienda. (Barómetro ISOVER & Placo sobre los hogares, 2020)

Paralelamente, considerando los costes energéticos de la construcción, la fabricación de la estructura o otros elementos con escasa vinculación posterior en su eficiencia energética superan al 50% del total, si a esto se le suma el coste energético del derribo, el cual por el hecho de derribarse pasa de ser un patrimonio material a un residuo (de Luxán et al., 2004).

Siendo consecuente, la opción de la rehabilitación gana fuerza como la opción más sostenible y económica. Por lo que, desde la mejora de la salud y el confort de los habitantes hasta contribuir a la reducción de emisiones y la descarbonización, estas intervenciones se revelan como una necesidad ineludible (de Luxán et al., 2004).

Por último, en la situación actual, la rehabilitación de edificios se presenta como una oportunidad imperante, no solo desde la perspectiva arquitectónica, sino también como una contribución fundamental para alcanzar los Objetivos de Desarrollo

Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas en su Agenda 2030. Entre los que cabe destacar:

**ODS 1: Fin de la Pobreza:**

La rehabilitación de edificios contribuye indirectamente al ODS 1 al abordar la pobreza energética. Al mejorar la eficiencia energética de las viviendas, se reduce la carga económica asociada a los costos de energía, beneficiando especialmente a comunidades con recursos limitados.

**ODS 3: Salud y Bienestar:**

La calidad de la vivienda tiene un impacto directo en la salud de las personas. La rehabilitación de edificios para garantizar condiciones de habitabilidad saludables, como la calidad del aire interior, contribuye al ODS 3, promoviendo una vida saludable y el bienestar universal.

**ODS 10: Reducción de las Desigualdades:**

La mejora de la eficiencia energética a través de la rehabilitación puede reducir las desigualdades al hacer que el acceso a viviendas más sostenibles y económicamente viables sea más equitativo. Esto impacta positivamente en comunidades marginadas o con recursos limitados.

**ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles:**

La rehabilitación de edificios contribuye directamente al ODS 11 al promover la sostenibilidad en las comunidades urbanas. Al reutilizar y mejorar estructuras existentes en lugar de construir nuevas, se reduce la huella ambiental y se contribuye a un desarrollo urbano más sostenible.

**ODS 7: Energía Asequible y No Contaminante:**

La rehabilitación enfocada en la eficiencia energética directamente aborda el ODS 7. Al reducir el consumo de energía y fomentar el uso de fuentes renovables, se trabaja hacia la meta de garantizar el acceso universal a una energía asequible y no contaminante.

**ODS 13: Acción por el Clima:**

La rehabilitación de edificios contribuye a mitigar el cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la construcción de nuevos edificios. Esto se alinea con el ODS 13, que busca tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos.

**ODS 12: Producción y Consumo Responsables:**

La rehabilitación se alinea con el ODS 12 al promover prácticas de construcción más sostenibles. La reutilización de estructuras existentes y la adopción de sistemas

constructivos eficientes demuestran un enfoque responsable hacia la producción y el consumo de recursos.

En resumen, el estudio que se realiza se erige como una necesidad estratégica y alineada con los ODS, abordando desafíos interconectados para lograr un desarrollo sostenible en múltiples dimensiones.



Ilustración 3. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS). (Naciones Unidas, 2019)

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio abrazan la complejidad y la interconexión de los elementos involucrados en la rehabilitación energética.

### Eficiencia y Sostenibilidad

El análisis se centra en evaluar la eficiencia energética resultante de las intervenciones, considerando la reducción de consumos y emisiones. Además, se estudiará cómo estas acciones contribuyen a la sostenibilidad y descarbonización, alineándose con los imperativos medioambientales.

### Impacto Económico

Se evalúa el impacto económico a corto y largo plazo de las actuaciones de rehabilitación. Esto incluye el retorno de inversión y la revalorización de inmuebles.

### **Definición arquitectónica**

A modo de sinergia surgida por lo anterior, la propuesta de intervención permite una contextualización del edificio y un estudio constructivo de las soluciones históricas y la metodología de intervención más conveniente.

## **3. METODOLOGÍA**

En este trabajo se ha optado por un análisis del edificio desde la inspección visual y con apoyo de la documentación del proyecto de ejecución obrante en los archivos históricos municipales. Se han definido una planimetría y una serie de detalles constructivos que serán analizados mediante una calificación energética del estado actual.

La eficiencia energética de las viviendas se evalúa mediante métodos de calificación homologados a nivel europeo. Se ha seleccionado el programa "CYPETHERM HE Plus", herramienta informática reconocida por el Ministerio para la Transición Ecológica y por el Ministerio de Fomento para obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio, tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado (*CYPETHERM HE PLUS*, s. f.).

Este programa utiliza el motor de cálculo EnergyPlus™, cumpliendo con lo reglamentado en el CTE DB HE y en el documento reconocido "Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios".

Una vez establecidos la demanda y el consumo del edificio se propone una solución de rehabilitación que mejoren estos índices y se compara su costo con el ahorro conseguido para aportar periodos de amortización.

## **4. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO**

### **4.1. Arquitectos autores**

#### **Cayetano Borso di Carminati González**

Arquitecto valenciano nacido en 1900, dejó un impacto duradero en la arquitectura española del siglo XX. Graduado en la Escuela de Arquitectura de Barcelona en 1925, su formación lo expuso al noucentismo y al modernismo de la época. Durante la Guerra Civil española (1936-39), Borso fue encausado y encarcelado. Posteriormente, entre 1945 y 1948, desempeñó el cargo de concejal en el Ayuntamiento de Valencia y fue arquitecto municipal de Alcudia de Carlet (actual L'Alcúdia), donde debió conocer a Rafael Contel, natural del municipio.

La carrera de Borso abarcó varias etapas estilísticas, desde el art decó y el modernismo barroco en la década de 1920 hasta el racionalismo o estilo internacional en la década de 1930. Después de la guerra, exploró raíces herrerianas y tradición castiza antes de regresar al funcionalismo y al movimiento moderno cercano al racionalismo italiano entre 1945 y 1964. Colaboró con Javier Goerlich y, más tarde, con Rafael Contel, consolidando postulados como racionalismo, modernidad, austeridad y funcionalidad.

Algunas de sus obras destacadas incluyen el Edificio Senabre (1935), la Escuela de Agrónomos (1960), el Hotel Sicania de Cullera (1957), y la Colegiata de San Bartolomé (1964). Borso falleció en 1972, dejando un legado arquitectónico diverso y significativo que sigue siendo objeto de estudio y reconocimiento en la actualidad. (*Cayetano Borso di Carminati González – Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia, s. f.*)

### **Rafael Contel Comenge**

Nacido en L'Alcúdia en 1922, fue un destacado arquitecto cuya carrera dejó una huella significativa en la arquitectura valenciana del siglo XX. Licenciado en la Escuela de Arquitectura de Barcelona en 1954, obtuvo su doctorado en 1971. Inició su carrera profesional en el estudio de Joaquín Aracil en Alcoi y posteriormente se estableció en Valencia, donde se asoció con Cayetano Borso di Carminati hasta 1971. Además de su labor arquitectónica, desempeñó un papel crucial en la creación de la Escuela de Arquitectura de Valencia en 1966. (*Mestre 2013-2014 COACV Rafael Contel Comenge – Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia, s. f.*)

Contel destacó por su versatilidad, abordando una variedad de proyectos privados, desde grupos residenciales como Puchades-Cubells hasta edificaciones religiosas como la Colegiata de San Bartolomé. También participó en proyectos urbanos importantes, como el Estudio Urbanístico para la desviación del río Turia. Su contribución al diseño urbano se refleja en obras emblemáticas como el Mercado de Colón, las Torres de Serranos y la intervención en el cauce del Turia. (C.B., 2015)

El arquitecto, reconocido con el título de "Mestre valencià d'Arquitectura" en 2014, combinó arquitectura y docencia, desempeñando diversos roles en la Escuela de Arquitectura de Valencia. Falleció en 2015, su legado arquitectónico perdura en obras que marcaron la evolución urbana y arquitectónica de Valencia, consolidando su posición como una figura influyente en la historia de la arquitectura de la región. (*Mestre 2013-2014 COACV Rafael Contel Comenge – Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia, s. f.*)

## **4.2. Emplazamiento y situación**

El Grupo Residencial se ubica en la calle Mayor de Nazaret, Vilanova y Piera, Baja del Mar, y Puente de Astilleros en Valencia, en el barrio de Nazaret.

El barrio, situado junto a la desembocadura original del río Turia, y unido a la ciudad de Valencia desde 1877 ha experimentado diversos cambios y transformaciones sustanciales a lo largo de las décadas a partir de la Guerra Civil, cuando sufrió la devastación de numerosos edificios y viviendas junto una parte significativa del puerto.

A pesar del desalojo del área en mayo de 1938, muchas familias optaron por permanecer en el barrio. Sin embargo, Natzaret fue excluido del plan de reconstrucción del distrito marítimo, que fue el más afectado por los bombardeos durante la guerra. El plan general de ordenación del territorio de 1945 contempló la posibilidad de convertir parte de la playa en una extensión del puerto, considerando a Natzaret como un núcleo periférico de la ciudad. La zona se convirtió en un área industrial y de servicios ferroviarios, quedando gradualmente aislada. (Castaño, 1995).

No será hasta la década de los 50 en la que por fin se intercede ampliamente en el barrio. La decisión de intervenir en el antiguo poblado de Nazaret en 1958 surgió como respuesta a los daños ocasionados por la riada de 1957, que destruyó completamente 247 casas en la zona (Taberner & Alcalde Blanquer, 2010).

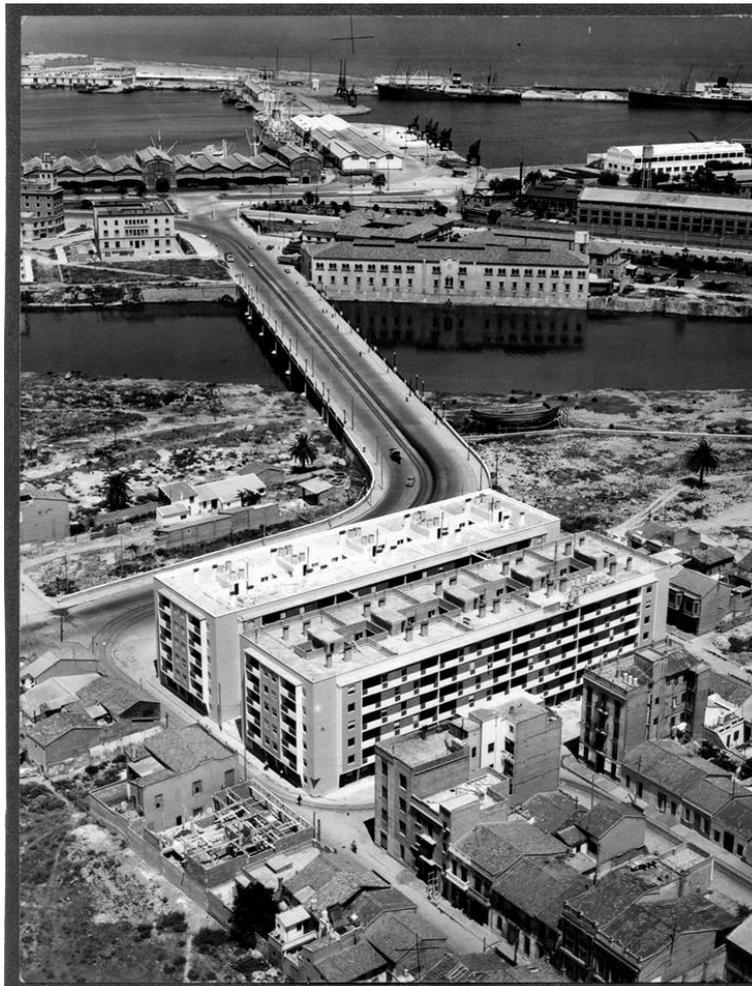


Ilustración 4. Vista aérea del grupo, circa 1959 (Fundación Goerlich, n.d.)

El grupo, de iniciativa privada y compuesto por 240 viviendas subvencionadas, ocupa una extensa manzana junto al puente de Astilleros, construido en la década de 1930 para facilitar el acceso al puerto. Destinado exclusivamente a viviendas, el diseño inicial incluía una calle central de 8 metros, originalmente concebida como zona ajardinada y comunitaria.

### 4.3. Descripción del edificio

El edificio, erigido entre 1958 y 1960, presenta dos imponentes bloques lineales de seis plantas cada uno, separados por una calle central. Inspirado en la arquitectura de Miguel Fisac de los años 50, utiliza una estructura de muros de carga con bloques de hormigón vibrado que sirven como soporte para entramados de ladrillo armado (Taberner & Alcalde Blanquer, 2010). Los accesos a las viviendas se encuentran en los testeros de cada bloque, orientados a las calles transversales. Los patios centrales albergan escaleras abiertas que conectan las cinco plantas superiores y facilitan el acceso a cuatro viviendas por rellano. Las viviendas, modestas en tamaño (entre 48 y 74 m<sup>2</sup>), constan de entrada independiente, cocina-comedor, aseo y tres dormitorios, con variaciones en las plantas altas que incorporan una cocina independiente y un cuarto dormitorio.

La distribución de tipos de vivienda y de habitaciones dentro de cada tipo se distribuyen de la siguiente forma según los datos extraídos del proyecto de ejecución:

	Bloque	Cantidad	m <sup>2</sup> contruidos	m <sup>2</sup> contruidos totales
VIVIENDAS	A	8	51.00	408.00
VIVIENDAS	B	32	48.30	1,545.60
VIVIENDAS	C	40	74.30	2,972.00
VIVIENDAS	D	160	54.30	8,688.00
TOTAL		240	227.90	13,613.60

Tabla 1. Tipos de vivienda (elaboración propia)

Vivienda A		Vivienda B		Vivienda C		Vivienda D	
Comedor-cocina	14.355	Comedor-cocina	14.355	Comedor-cocina	15.95	Comedor-cocina	13.76
Dormitorio	9.72	Dormitorio	9.57	Solana anexa	3.04	Solana anexa	2.56
Dormitorio	9	Dormitorio	7.08	Dormitorio	12.54	Dormitorio	12.56
Dormitorio	6.06	Dormitorio	5.55	Dormitorio	9.8	Dormitorio	7.46
Aseo	3.6	Aseo	6.54	Dormitorio	6.24	Dormitorio	5.52
Entrada	2.16	Entrada	2.16	Dormitorio	6.89	Aseo	3.66
				Cocina	4.64	Entrada	2.07
				Aseo	2.96		
				Entrada	7		
	44.895		45.255		69.06		47.59

Tabla 2. Cuadro de superficies (Elaboración propia)

En planta se observa una distribución muy simétrica y regular, relegando las viviendas tipo B y C a los testeros. La mayor parte de la superficie está destinada a dormitorios. Las cocinas están integradas en el espacio del comedor excepto en las viviendas tipo C en las que tienen asignado una reducida estancia. Cabe destacar la existencia de un solo aseo por cada vivienda incluso en los casos de viviendas con 4 dormitorios.

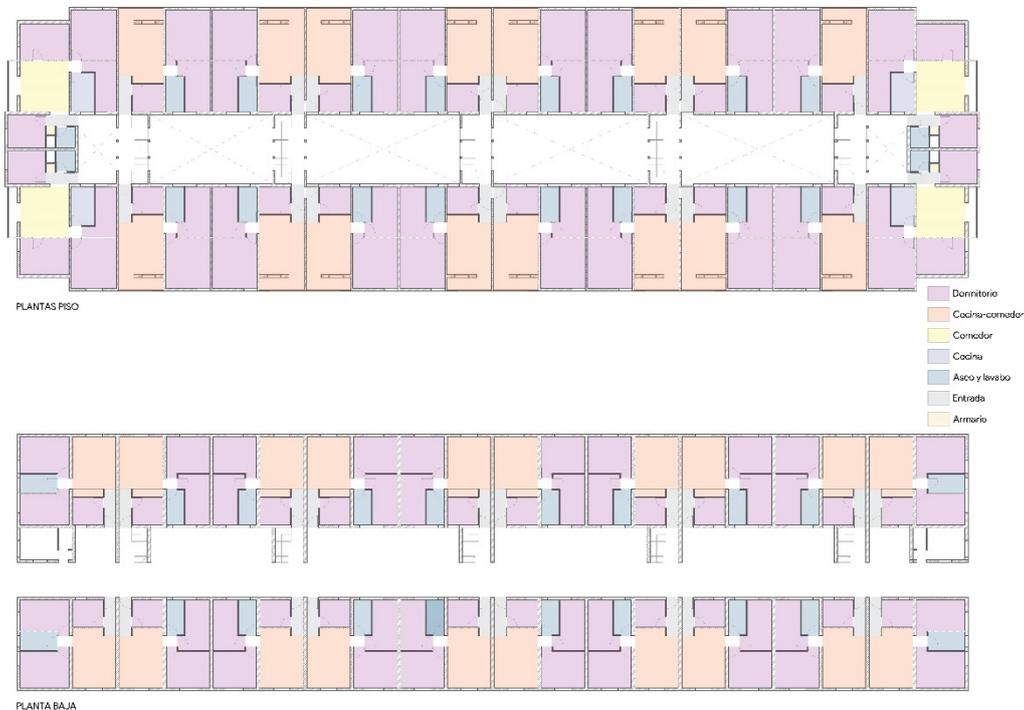


Ilustración 5. Distribución interior (Elaboración propia)

El diseño se caracteriza por su adaptación al contexto y las posibilidades de construcción de finales de los años 50, siendo considerado, según sus autores, como un ejemplo de "arquitectura del realismo" (Taberner & Alcalde Blanquer, 2010). A pesar de su ejecución meticulosa con materiales de calidad, ha perdido parte de su atractivo original debido al detrimento social del barrio, así como a las modificaciones realizadas por los propietarios.



Ilustración 6. Postal con el Grupo de Viviendas "Stella Maris". Cayetano Borso di Carminati y Rafael Contel, circa 1958 (Fundación Goerlich, n.d.)



Ilustración 7. Edificio norte del Grupo Stella Maris desde la calle Puente de Astilleros (Foto del autor, 2024)

## 5. NORMATIVA APLICABLE

La correcta ejecución de la rehabilitación de la envolvente térmica del bloque de viviendas se regirá por el marco normativo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE). Este código, en vigor desde su aprobación en 2006 y modificado posteriormente, establece las exigencias básicas de calidad para los edificios en relación con los requisitos de seguridad, habitabilidad, salubridad, protección contra el ruido, y ahorro de energía y aislamiento térmico.

El CTE se organiza en dos partes: la primera detalla las exigencias básicas, mientras que la segunda está compuesta por los Documentos Básicos (DB). En el contexto de la mejora energética del bloque de viviendas, el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) será el principal referente.

El CTE se aplica a edificaciones públicas y privadas permanentes, abarcando obras de nueva construcción y intervenciones en edificios existentes, como ampliaciones, reformas o cambios de uso. Su enfoque prestacional permite cierta flexibilidad, siempre que se justifique documentalmente el cumplimiento de las exigencias básicas.

### **Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE): Aspectos Clave**

El DB HE del CTE es esencial para la mejora energética del bloque de viviendas, centrándose en la eficiencia energética y el uso racional de la energía. Su última actualización, publicada en junio de 2022, introduce sustanciales cambios en los apartados HE 0 y HE 1

### **DB HE 0: Limitación del Consumo Energético**

La sección HE 0 establece límites al consumo energético en función de la zona climática y el uso del edificio. En el caso de este bloque de viviendas en Valencia (zona climática B3), el límite es de 55 kWh/m<sup>2</sup> año para energía no renovable y 80 kWh/m<sup>2</sup> año para el total. (Villar Burke et al., 2022)

### **DB HE 1: Condiciones para el Control de la Demanda Energética**

Esta sección establece cinco condiciones básicas referentes a La transmitancia global de la envolvente térmica (K) y transmitancias por elementos (Ulim). El control solar de la envolvente térmica (qsol;jul). La permeabilidad al aire de la envolvente térmica (Q100 y n50). Limitar las descompensaciones entre unidades de uso (Ulim particiones interiores). El control de las condensaciones.

Se atiende en gran medida al impacto que los puentes térmicos tienen sobre la eficiencia energética y la trascendental importancia que tiene actuar sobre ellos.

Clasificación del puente térmico según la solución constructiva del aislamiento	$\Psi_i$ [W/mK]	Valoración del puente térmico
Grupo 1: Continuidad del aislamiento por el int. o el ext.	0.01- 0.2	CORRECTO
Grupo 2: Sin continuidad del aislamiento por el int. o el ext.	0.2 – 0.5	PELIGROSO
Grupo 3: Sin aislamiento o con separación por grandes masas macizas	> 0.5	DEFICIENTE

Tabla 3. Rango orientativo para predimensionados (Guía de Aplicación DBHE2019, 2022)

## 6. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ACTUALES

Dada la proximidad de los bloques, comparten características climáticas y ambientales notables, como la exposición solar, la dirección del viento dominante, y en gran medida, la incidencia de sombras entre ellos. La homogeneidad en estos factores ambientales proporciona una base sólida para el análisis, ya que las variables climáticas que influyen en el rendimiento térmico y energético del edificio al norte serán análogas a las de gemela sur.

Este enfoque estratégico permite una evaluación más eficiente y representativa de las condiciones medioambientales que afectan a la totalidad del conjunto.



Ilustración 8. Modelo tridimensional en IFC Builder (Elaboración propia, 2024)

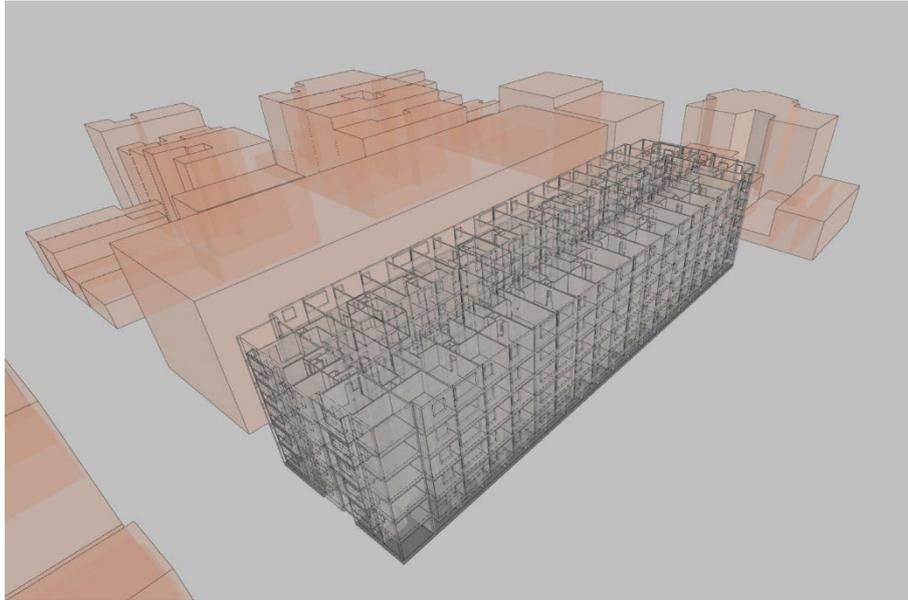


Ilustración 9. Modelo tridimensional en IFC Builder sin cerramientos (Elaboración propia, 2024)



Ilustración 10. Modelo energético en CYPETHERM HE PLUS, vista de PB (Elaboración propia, 2024)

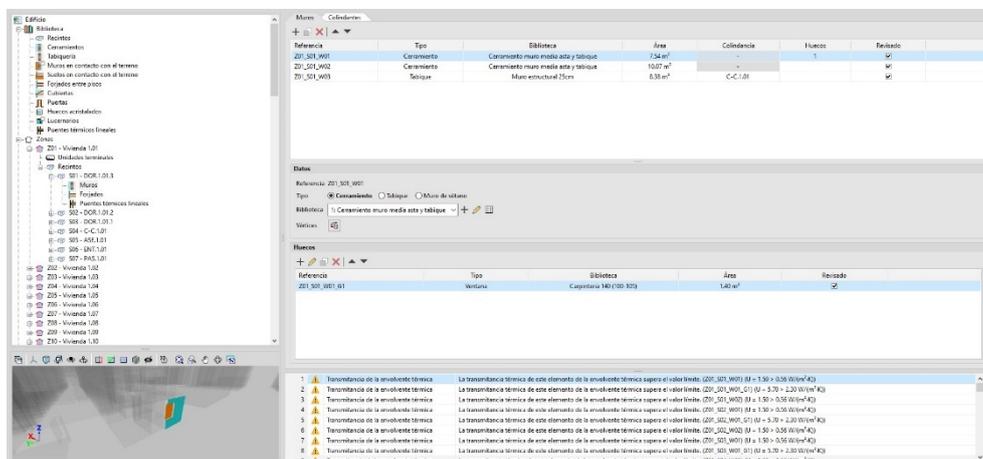


Ilustración 11. Pestaña de edición de muros en CYPETHERM HE PLUS (Elaboración propia, 2024)

A continuación, se lleva a cabo el análisis constructivo del bloque objeto de investigación, considerando todos los datos esenciales para evaluar su eficiencia energética en el estado actual.

La obtención de esta información se ha realizado con un análisis del proyecto original conservado en el archivo histórico municipal de Valencia, utilizando tanto la planimetría original como los textos de la memoria y comparando esto con la realidad física actual. Además, se realiza una búsqueda de estudios sobre sistemas constructivos similares de la época para complementar y comprender aquellos utilizados en el bloque. Este enfoque es esencial debido a la dificultad para acceder a las viviendas, que en muchas ocasiones estaban arrendadas u ocupadas.

El desglose detallado de la construcción y los materiales que componen el edificio se presenta en varios puntos. Cada uno de estos puntos se adentra en aspectos específicos cruciales para la evaluación de la eficiencia energética. Este enfoque segmentado facilita la aplicación de mejoras de manera detallada en cada elemento considerado. El objetivo es lograr una comparación clara entre el estado actual y el estado final del edificio, destacando las mejoras implementadas en cada parte para alcanzar la eficiencia energética deseada.

## 6.1. Estructura

Como se indica en la memoria del proyecto original, la estructura del edificio es de

*“muro de carga separados al eje 5.45m perpendiculares a fachada y que sirven de apoyo a viguetas de ladrillo armado con elementos de alfarería entre ellas. [...] los muros de carga de planta baja serán de 25 cm y en los pisos altos de 12,50cm, Cerramientos en contacto con el aire exterior.”*

Aunque la mayor parte de la superficie de estos muros se encuentra en el interior, hay dos puntos clave para considerar este elemento, el primero son los testeros del bloque, en los que como cerramiento aparece directamente el propio muro y el segundo todos los extremos de los muros en su encuentro con la fachada, la cual incluso llegan a marcar y seriar, lo que comporta un puente térmico evidente.

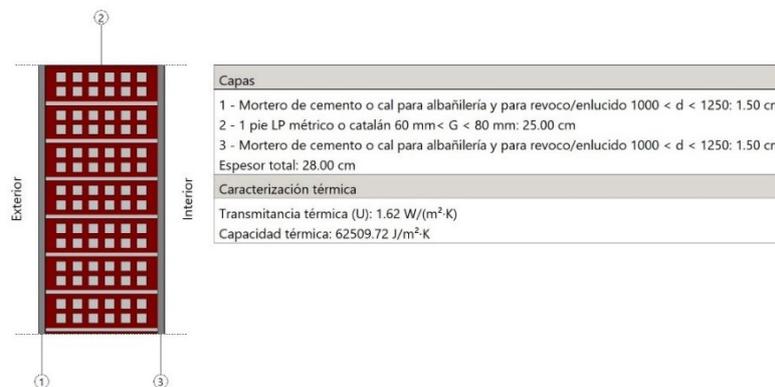


Ilustración 12. Detalle muro de carga (Elaboración propia, 2024)

Por otra parte, el forjado separa mayormente espacios adiabáticos, pero tendrá importancia a la hora de valorar los vuelos en planta primera, ya que este elemento supone un suelo en contacto con el espacio exterior; y del mismo modo que sucedía con los muros, los forjados se aprecian en las fachadas, por lo que se debe evaluar el puente térmico que suponen.

El sistema de forjado, o entramado, de ladrillo armado con entrevigado de alfarería o cerámica se remonta su uso predominante al periodo entre los años 40 y 60, estos consistían en generar un entramado a partir de acanaladuras formadas por parejas de ladrillos en las que se introducía un nervio o mediante el uso de piezas resistentes que ya se fabricaban con acanaladuras inferiores en las que se introducía la barra de acero en obra (Goitia, 2012) , apoyando a su vez sobre estructuras murarias.

Es previsible que en este caso se correspondan con las soluciones tipo “sostre Majórica” o “sostre Superfer” si se considera las condiciones constructivas que aparecen en el proyecto en referencia al encuentro del entramado con los muros (Seguí i Santana, 1995):

*“Siempre se colocaran las viguetas de ladrillo armado apoyadas en los muros a pico de flauta, en forma que aseguren un determinado empotramiento, al formar sobre los muros una correa de hormigón de la altura del entramado, en las partes no corridas por la correa de atado.”*

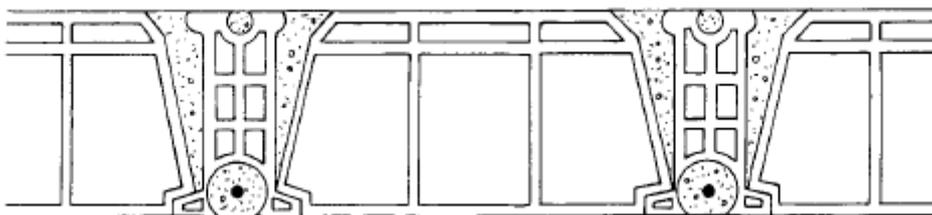


Ilustración 13. Sostre Majórica (Seguí, 1995)

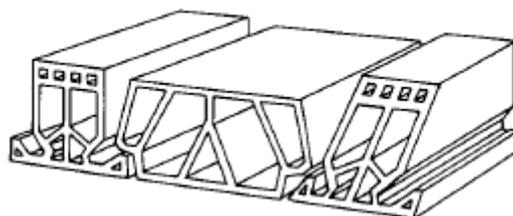


Ilustración 14. Sostre Superfer (Seguí, 1995)

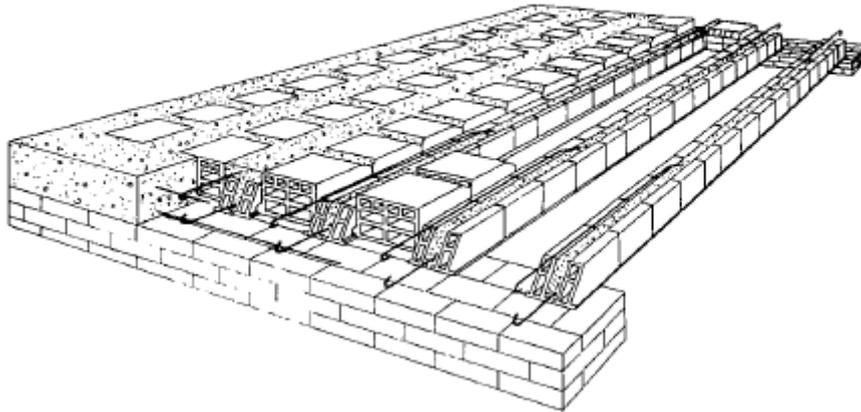


Ilustración 15. Sostre. Pi.Ce.Li (Seguí, 1995)

A efectos de cálculo se ha modelizado de la siguiente forma; además, teniendo en cuenta que los materiales de acabado se pueden hacer modificado, se ha optado por baldosas cerámicas.

Ilustración 16. Detalle de forjado (Elaboración propia, 2024)

## 6.2. Fachada

La fachada presenta dos tipos de acabado, continuo y ladrillo caravista, que se van alternando para componer la estética de la fachada. Para la modelización se han tomado las medidas que aporta la memoria y los planos del proyecto:

“los muros de fachada serán igualmente ladrillo de media hasta hueco con un tabique de 4 cm dejando un espacio aislador de aire”

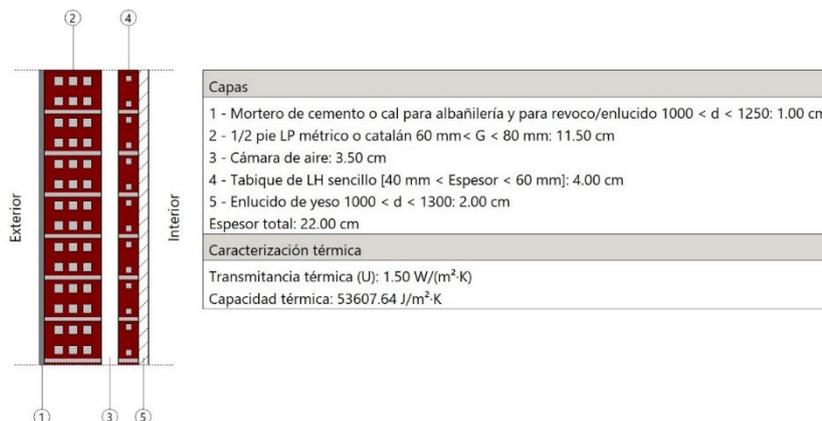


Ilustración 17. Detalle de muro de fachada (Elaboración propia, 2024)

### 6.3. Cubierta

Por último, el último elemento del cerramiento con el exterior es la cubierta, la cual además ha sufrido una modificación drástica si atendemos a lo descrito en la memoria y los planos de sección del proyecto.

*“Se proyecta de Uralita acanalada apoyada y atada a un emparrillado apoyado sobre viguetas de ladrillo armado”*

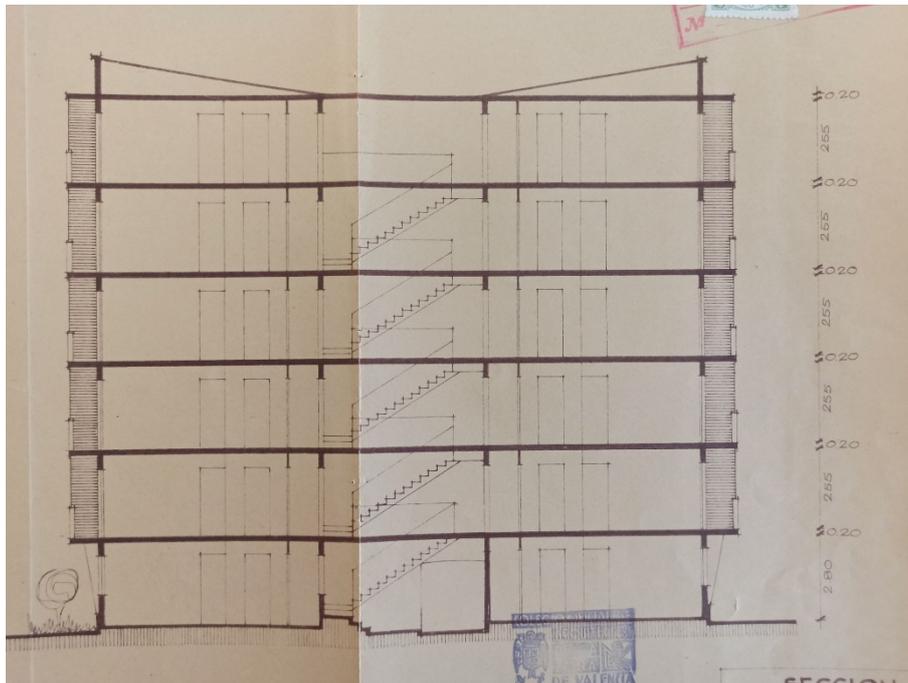


Ilustración 18. Sección hoja 4, ref. 589 (Borso, 1958)

Sin embargo en la actualidad encontramos una cubierta plana transitable de baldosín, que posiblemente fuera una modificación en el momento de la ejecución. Desde la cara inferior del forjado se puede apreciar el mismo sistema de forjado que en el resto del edificio, la formación de pendientes y pavimento se realizó conforme a las prácticas habituales a finales de los años 50.

Durante esta época, las cubiertas se beneficiaron de las innovaciones introducidas en los años cuarenta, como los hormigones aligerados que permitían incorporar un aislamiento que reemplazaba las cámaras de aire. Así, la cubierta plana de dos hojas se transformaba en una estructura de una sola hoja multicapa con un forjado horizontal de hormigón aislante, sobre el cual se colocaba una membrana impermeabilizante y una capa de protección. (Serrano Lanzarote et al., 2013), por lo que consecuentemente se introduce la siguiente sección en el modelo.

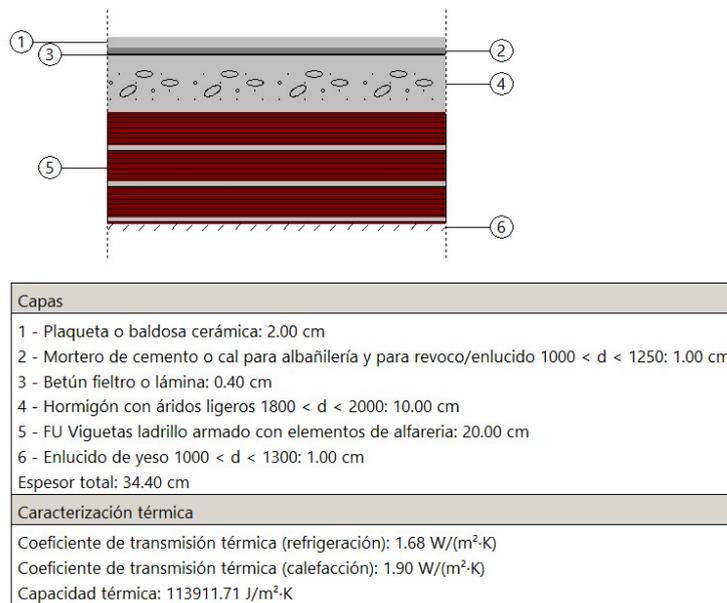


Ilustración 19. Detalle de cubierta (Elaboración propia, 2024)

## 6.4. Cerramiento en contacto con el terreno

No se hace referencia alguna en el proyecto a la solera de planta baja, por lo que se ha supuesto una capa de hormigón en masa sobre la que se coloca el suelo directamente.

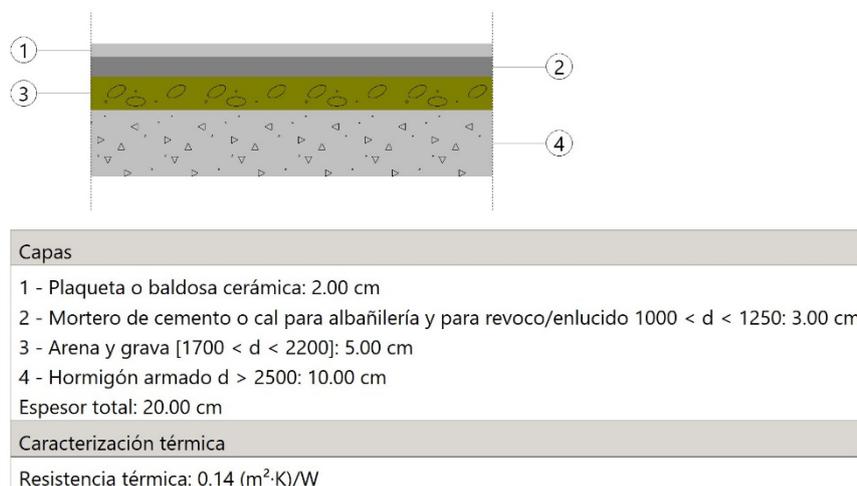


Ilustración 20. Detalle de solera (Elaboración propia, 2024)

## 6.5. Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

Dada la organización de los espacio y al ser un bloque exento, no existen particiones interiores en contacto con espacios no habitables excepto en el caso de las particiones de los patinillos de bajantes y ventilación que deben existir en la zona

de aseos. Para este estudio se ha considerado irrelevante la aportación térmica de estos elementos en comparación con otros.

## 6.6. Particiones interiores en contacto con espacios del mismo uso

Todas las viviendas están separadas por los muros de carga que componen la estructura del edificio, siendo de 25cm en la planta baja y 12,5cm en el resto. Además de este elemento se encuentran también particiones de tabiquería en determinados encuentros de las viviendas de los testeros que se han modelizado de la siguiente forma siguiendo las condiciones constructivas de la memoria.

*“Se proyectan de panderete, de ladrillo hueco de 4cm tendido de yeso”*

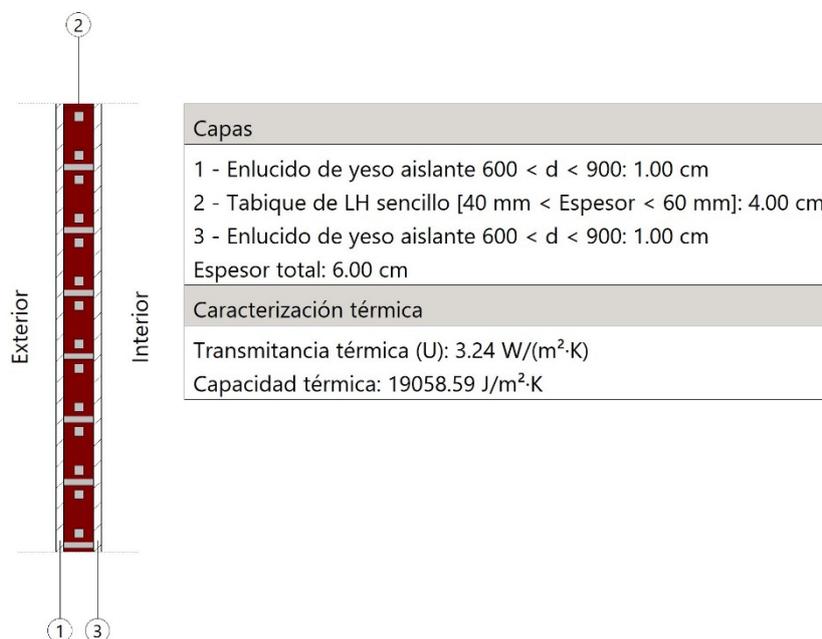


Ilustración 21. Detalle de tabiquería (Elaboración propia, 2024)

## 6.7. Huecos

Las aberturas exteriores, inicialmente concebidas con carpinterías de madera, han experimentado transformaciones significativas a lo largo de los años en el edificio. En la actualidad, la tendencia predominante es la adopción generalizada de carpinterías de aluminio con vidrio monolítico.

Cabe destacar que, como parte de estas modificaciones, la práctica totalidad de los balcones han sido cerrados mediante la instalación de carpinterías. Esta intervención, provoca un aumento de la demanda energética en los casos en la que se ha eliminado además el cerramiento original que queda interior con esta intervención, debido a que la carpintería es ahora el único elemento de cerramiento.

Para las características generales de los huecos se han estimado Transmitancias de  $5.70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  para la fracción acristalada y opaca y un factor solar de 0.83 con una transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados de 0.71 (*Soluciones de Aislamiento con Vidrios y Cerramientos*, 2007)

## 6.8. Puentes térmicos

Los puentes térmicos constituyen la raíz de las condensaciones superficiales en materiales, generadas por la disparidad de temperatura entre el entorno exterior e interior. Estas condensaciones, si no se controlan, pueden ocasionar perjuicios en las propiedades de los materiales. Además, son un gran escollo para la reducción de la demanda energética

Los puntos críticos para la identificación de puentes térmicos abarcan en este trabajo:

- Frentes de los forjados
- Contorno de huecos
- Cajones de persianas
- Esquinas o puntos de encuentro con voladizos
- Unión entre cubierta y fachada
- Unión entre fachada y solera

## 6.9. Instalaciones

Tras la inspección visual exterior del edificio solo se puede determinar que existen limitadas viviendas con conexión a la red de gas natural, observando cuales tienen un contador de gas exterior, y se aprecian pocas salidas de calderas, esto hace considerar que los métodos utilizados para la generación de ACS deben estar supeditados a equipos eléctricos con efecto joule, sin embargo para un cálculo más realista se han contabilizado que viviendas cuentan con contador de gas, cuales con salida de humo de caldera de combustión y sin contados y cuales sin nada; clasificándose la producción de ACS en Gas Natural, GLP y electricidad respectivamente.

Por otro lado, existe un elevado número de bombas de calor situadas en fachadas, casi la mitad de las viviendas tienen este tipo de instalación para la climatización, si bien por las condiciones climáticas de Valencia es previsible que su uso se centre exclusivamente para la refrigeración y no climaticen el total de la vivienda sino solo las estancias de Cocina-comedor.

ACS (electricidad)	ACS (GLP)	ACS (Gas Natural)	A/A
88	19	14	47

Tabla 4. Tipos de producción de ACS y viviendas con Aire Acondicionado mediante bomba de calor  
(Elaboración propia, 2024)

En numerosas edificaciones, es común encontrar ejemplos de sistemas móviles, como placas eléctricas, estufas catalíticas, convectores de aire en baños, ventiladores de pie y radiadores de aceite con ruedas. (Granados, 2014)

Las instalaciones de confort térmico, dentro del sector residencial, suponen el 75% del consumo total, por lo que una reducción de la demanda implica una reducción significativa del consumo. Además la propia eficiencia máxima en las instalaciones colabora en minimizar el impacto ambiental. (Rey Martínez, 2018)

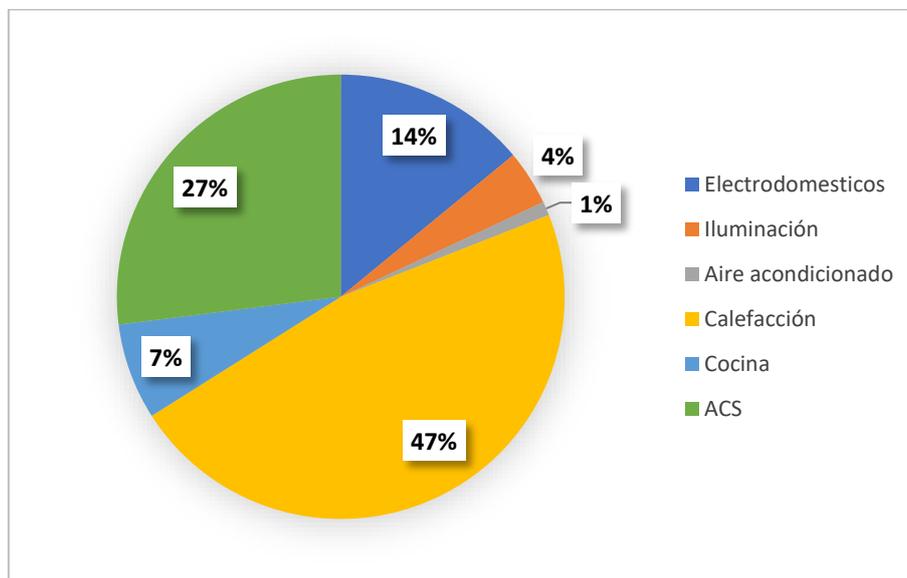


Ilustración 22. Consumo energético por usos en viviendas españolas, año 2007 (Elaboración propia con datos procedentes de IDAE)

## 7. MODELO ANALÍTICO Y RESULTADOS

Tras la realización del modelado del edificio se ha introducido en el programa “CYPETHERM HE PLUS” y se han asignado los valores anteriormente listados.

Para las condiciones climáticas se utilizan los ficheros climáticos propuestos por el programa son los publicados por Rafael Villar Burke y Daniel Jiménez González en la página web <https://github.com/pachi/eplustekit>, generados a partir de los ficheros climáticos de referencia en formato .MET publicados por el Ministerio de Fomento, por lo que contienen toda la información que éstos incluyen (Manual de CYPETHERM HE Plus, s. f.).

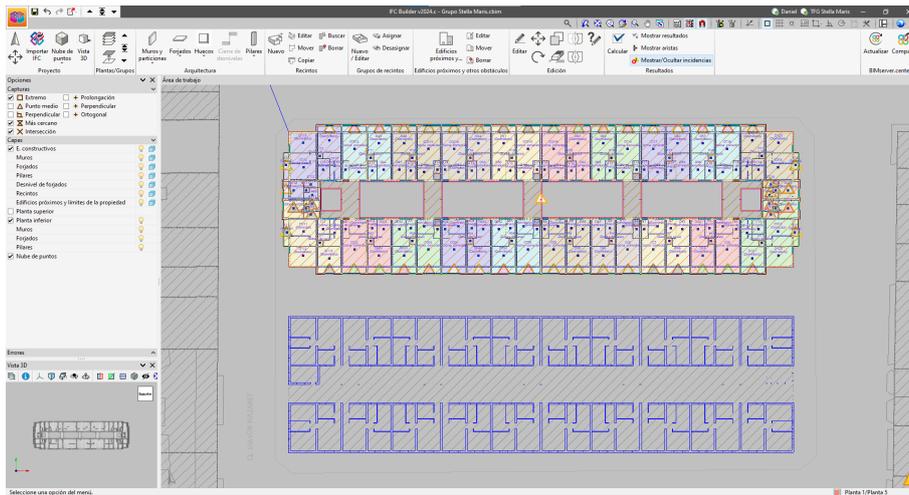


Ilustración 23. Pantalla modelado IFC Builder (Elaboración propia, 2024)

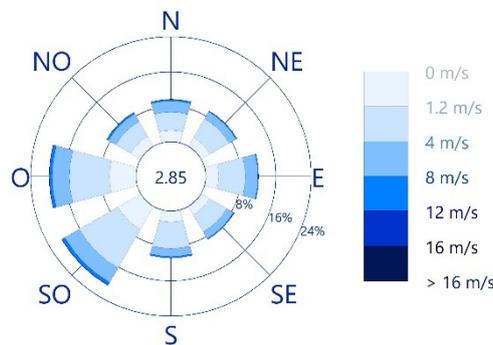


Ilustración 24. Distribución del viento (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

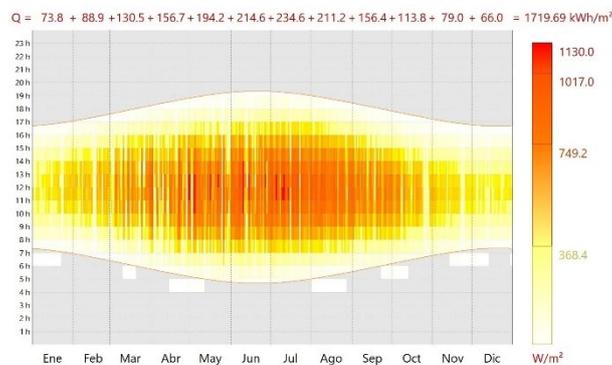


Tabla 5. Irradiación global sobre el plano horizontal (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

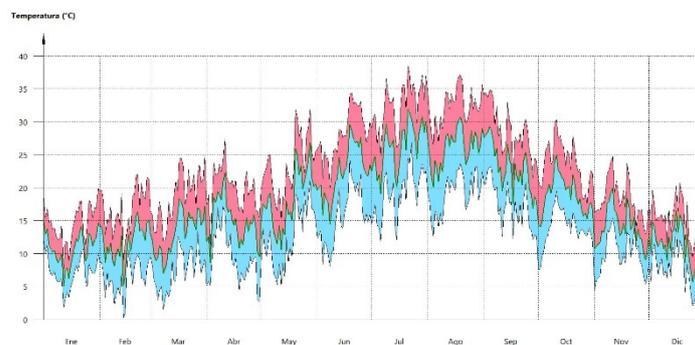


Tabla 6. Temperaturas anuales (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

Uno de los primeros puntos importantes a mencionar es la existencia de condensaciones intersticiales en los elementos constructivos propuestos, por lo que se ha deshabilitado esta opción para poder proseguir con los cálculos, sin embargo se deberá tener muy presente a la hora de proponer soluciones constructivas.

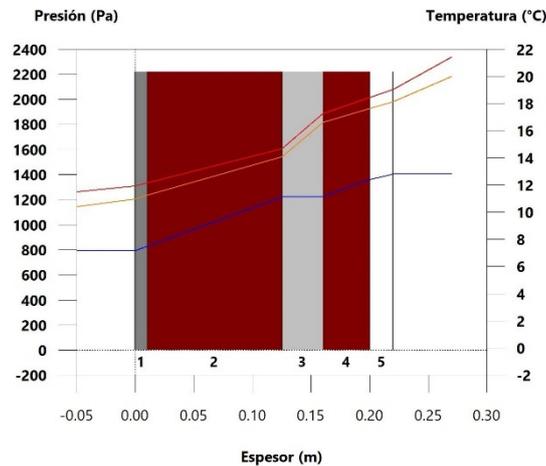


Ilustración 25. Condensaciones intersticiales (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

Del cálculo del modelo se han extraído los balances energéticos anuales del edificio, la demanda y el consumo energético, obteniendo valores de demanda de 66.07 KWh/m<sup>2</sup>-año

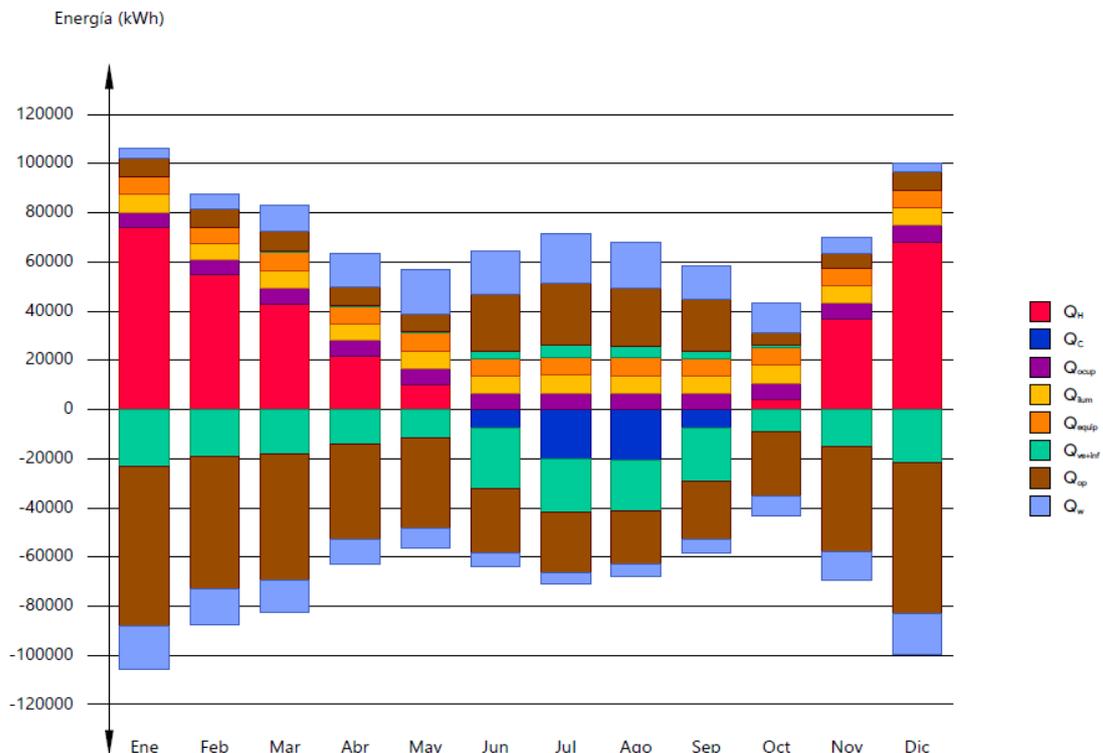


Tabla 7. Balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

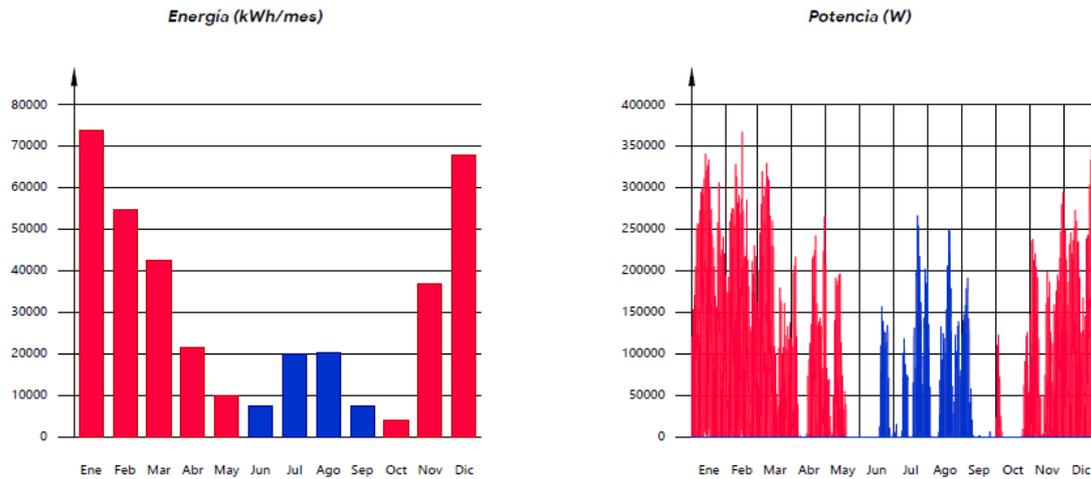


Tabla 8. Necesidades energéticas y de potencia útil instantánea de calefacción y refrigeración (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

En consecuencia, analizando la calificación energética del edificio se obtienen indicadores bajos en todos los apartados excepto la demanda de refrigeración.

Zona climática	B3	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	13.92		7.96
Emisiones globales[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	1.24		-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	7.80	46076.38
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	15.32	90502.60

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	65.75		45.36
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	7.3		-

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m <sup>2</sup> ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m <sup>2</sup> ·año]

Ilustración 26. Resultado de la calificación energética del edificio existente (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

El poco aislamiento térmico junto con equipos térmicos, ya sean de producción de ACS o de climatización, provoca un consumo de 120.7 kWh/m<sup>2</sup>·año, valor muy superior al limitado por el CTE HE0 en reformas, 80 kWh/m<sup>2</sup>·año.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)
<b>EDIFICIO (S<sub>u</sub> = 5906,46 m<sup>2</sup>)</b>															
Demanda energética	Calefacción	73772.2	54759.7	42701.0	21499.3	9978.8	--	--	--	--	4165.4	36862.0	68056.9	311795.2	52.8
	Refrigeración	--	--	--	--	--	7386.5	20026.4	20391.0	7567.6	--	--	--	55371.5	9.4
	ACS	32812.9	29157.8	31750.0	30224.7	30170.0	28168.7	28046.2	27517.3	27657.6	29626.3	30212.5	32281.8	357625.8	60.5
	<b>TOTAL</b>	<b>106585.1</b>	<b>83917.5</b>	<b>74451.0</b>	<b>51723.9</b>	<b>40148.7</b>	<b>35555.3</b>	<b>48072.6</b>	<b>47908.2</b>	<b>35225.2</b>	<b>33791.7</b>	<b>67074.5</b>	<b>100338.8</b>	<b>724792.5</b>	<b>122.7</b>
Medioambiente	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	19687.8	17494.7	19050.0	18134.8	18102.0	16901.2	16827.7	16510.4	16594.6	17775.8	18127.5	19369.1	214575.5	36.3
Gas natural	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	1350.1	1195.1	1296.0	1228.7	1215.6	1124.1	1107.5	1080.6	1098.1	1188.0	1228.1	1323.1	14435.2	2.4
Gas natural (Sistema de sustitución)	Calefacción	77219.0	57314.5	44692.3	22498.1	10441.8	--	--	--	--	4352.2	38582.1	71236.0	326336.1	55.3
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	1034.6	2736.1	2813.1	1065.6	--	--	--	7649.4	1.3
	ACS	10689.2	9509.1	10366.4	9879.8	9886.5	9255.4	9241.5	9080.9	9100.2	9721.4	9876.1	10527.9	117134.3	19.8
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	1901.6	5255.2	5316.0	1947.0	--	--	--	14419.8	2.4
GLP	ACS	1704.3	1508.5	1636.0	1551.0	1534.5	1418.9	1398.0	1364.1	1386.1	1499.6	1550.2	1670.2	18221.4	3.1
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>C<sub>edif</sub></b>		<b>110650.4</b>	<b>87021.9</b>	<b>77040.8</b>	<b>53292.5</b>	<b>41180.4</b>	<b>31635.9</b>	<b>36566.2</b>	<b>36165.1</b>	<b>31191.5</b>	<b>34536.9</b>	<b>69264.1</b>	<b>104126.3</b>	<b>712771.7</b>	<b>120.7</b>

donde:

S<sub>u</sub>: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m<sup>2</sup>.

C<sub>edif</sub>: Consumo de energía en punto de consumo (energía final), kWh/m<sup>2</sup>·año.

Tabla 9. Consumo de energía final del edificio existente (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

Como se ha observado, con estas consideraciones es imposible obtener una justificación que satisfaga la normativa actual del DB HE 0 y DB HE 1, ya no solo por las elevadas demandas y consumos que presenta el edificio, si no por la falta de mecanismos de ventilación, transmitancias límites de los elementos o condensación intersticiales. Todos estos elementos se van a deber tener en consideración a la hora de proponer una reforma de mejora energética ya que entran los ámbitos de aplicación del DB HE. Ahorro de Energía del CTE y deberán ser justificados. (Villar Burke et al., 2022)

Se observa cómo se hace patente las carencias que se tuvieron hasta la aparición en 1979 de la norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas, donde la falta de normativa que indicase los niveles mínimos de confort o que diese pautas a los técnicos han producido una gran parque de viviendas sin aislantes térmicos suficientes. (Serrano Lanzarote et al., 2013)

## 8. ANÁLISIS DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

Para la propuesta de mejora se apuesta por una intervención global en el edificio, y analizada la problemática energética presente, se valoran las opciones de intervención en cada uno de los elementos de la envolvente térmica para optimizar la relación de mejora y el coste, teniendo en cuenta la realidad social de los usuarios, dando también solución a los problemas inherentes a una construcción envejecida y anterior a la existencia de normativas de confort y calidad.

Las intervenciones integrales, aunque con un coste elevado, tienen periodos de amortización mucho más cortos que las intervenciones puntuales, especialmente en edificaciones anteriores a 1979. (Vega Sánchez et al., 2021)

FACHADA, CUBIERTA Y VENTANAS	EDIFICIO DE 1940-1979		EDIFICIO DE 1979-2006	
	periodo de amortización	reducción de demanda anual	periodo de amortización	reducción de demanda anual
E17. Aislamiento térmico de cubierta, sustitución de ventanas y aislamiento de fachada mediante sistema SATE.	15 años	57%	21 años	50%
E18. Aislamiento térmico de cubierta, sustitución de ventanas, incorporación de control solar y aislamiento de fachada mediante sistema SATE.	15 años	61%	20 años	54%
E19. Aislamiento térmico de cubierta, sustitución de ventanas y aislamiento de fachada mediante trasdosado.	23 años	48%	33 años	46%
E20. Aislamiento térmico de cubierta, sustitución de ventanas, incorporación de control solar y aislamiento de fachada mediante trasdosado.	22 años	51%	30 años	49%
E21. Aislamiento térmico de cubierta, sustitución de ventanas y aislamiento de fachada mediante inyección en cámara.	13 años	47%		
E22. Aislamiento térmico de cubierta, sustitución de ventanas, incorporación de control solar y aislamiento de fachada mediante inyección en cámara.	13 años	50%		

Tabla 10. Periodos de amortización en función de intervenciones globales (Vega Sánchez et al., 2021)

## 8.1.Fachada

El aislamiento de las fachadas supone ahorros ambientales y energéticos dependiendo de la zona climática, para climas cálidos se pueden alcanzar ahorros del 12% sobre el consumo total. (Rey Martínez, 2018)

Dentro de las alternativas para implementar el aislamiento térmico de fachada se tiene:

- Aislamiento de fachada por el exterior
- Aislamiento de fachada por la cámara de aire
- Aislamiento de fachada por el interior

La intervención por el exterior se presenta como la mejor, se solventan los puentes térmicos y se da una solución a la formación de condensaciones intersticiales. (Serrano Lanzarote et al., 2013)

Además, el aislamiento térmico en fachadas tiene un mejor funcionamiento cuanto más al exterior se encuentre, y aunque conllevan un mayor tiempo de ejecución con mucho más respetuosas con el interior de las viviendas (Vega Sánchez et al., 2021), además simplifica la ejecución por no tener que entrar a valorar habitación por habitación cuales son las características interiores y sin tener que comprometer la superficie útil de la vivienda, especialmente en viviendas tan modestas como las de Stella Maris.



	AHORRO EN TU CONSUMO (reducción de demanda anual, según fecha de construcción)		COSTES	
	1940-1979	1979-2006		
COMUNIDAD	SATE	38%	39%	1.944€ (vivienda)
	Fachada Ventilada	38%	39%	3.760€ (vivienda)
	Aislamiento Puntual Exterior	9%	11%	19.180€ (edificio) 1.918€ (vivienda)
PROPIETARIO	Inyección en Cámara de Aire	19%	-	10.530€ (edificio) 1.053€ (vivienda)
	Trasdosado Interior	21%	20%	49.680€ (edificio) 4.698€ (vivienda)
	Aislamiento Puntual Interior	2-3%	2-3%	1.200€ - 5.000€ (edificio) 120€-500€ (vivienda)

Tabla 11. Ahorro en consumo en intervenciones en fachadas (Vega Sánchez et al., 2021)

Hay que tener en cuenta el alto impacto estético que tiene esta solución, y aunque el edificio no cuenta con protección patrimonial en la actualidad, se considera oportuno respetar lo máximo posible el aspecto exterior por las implicaciones que tiene el edificio en la historia de la arquitectura de Valencia.

## 8.2. Cubierta

De forma general, en cualquier edificio, la cubierta es el elemento más expuesto y esto lo convierte en el elemento que mayor mantenimiento debe tener y donde las mejoras en la implementación de aislante térmico se van a apreciar, con periodos de amortización de unos 5 años. (Serrano Lanzarote et al., 2013).

Del mismo modo que en ocurre con las fachadas, las obras interiores de cubierta provocan suciedad, ruido y, el inconveniente más acusado para este edificio, una reducción de la altura libre de la vivienda. Además no se podrían solventar problemas existentes de goteras o su detección sería más complicada (Vega Sánchez et al., 2021).



	AHORRO EN TU CONSUMO	COSTES
Aislar por el exterior	43%	2.086,5€
Módulos en cubierta	55%	5.040€
Aislar por el interior	20%	4.970€

Tabla 12. Ahorro en consumos en intervenciones en cubierta (Vega Sánchez et al., 2021)

Mediante la intervención por el exterior se consigue aportar la inercia térmica del propio soporte existente, no hay que desalojar las viviendas aunque se debe tener

especial atención al drenaje y su conexión con la red de saneamiento existente. (Serrano Lanzarote et al., 2013)

En el caso de una cubierta plana, no ventilada, invertida, con aislante colocado por la parte superior del soporte resistente y con acabado de solado fijo, los tipos de asilantes recomendados incluyen: lana de roca, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, vidrio celular y cochrcho. (Serrano Lanzarote et al., 2013)

### **8.3. Cerramiento en contacto con el terreno**

En el caso de cerramientos en contacto con el terreno, su intervención por la parte superior es la única factible. Para minorar el inconveniente de la pérdida de altura libre en las viviendas y tener que adaptar las puertas interiores se debe demoler el pavimento y relleno existentes donde se introducirá el nuevo aislamiento térmico, siendo en este caso viable cualquier tipo de aislante. (Serrano Lanzarote et al., 2013)

### **8.4. Particiones interiores en contacto con espacios del mismo uso**

Todas las particiones interiores entre viviendas se consideran adiabáticas, por lo que su modificación a efectos de mejora energética no influye.

En términos acústicos, todas las viviendas están separadas por los elementos estructurales, muros de media asta o de asta, que cuentan con un aislamiento acústico de 46 dBA y 55 dBA. (Hisपालyt, 2003), por lo que superan los 33dBA exigidos en la normativa acústica.

Dada la nula mejora, el coste y con el fin de evitar la pérdida de superficie útil de la vivienda, no se propone intervención alguna en estos elementos.

### **8.5. Huecos**

Debido a la alta repercusión de los huecos sobre la eficiencia energética del edificio, especialmente en la referente a la envolvente térmica se plantea la solución más invasiva, pero a la vez que mejor garantiza una mejora, tanto por la reducción de infiltraciones como un aumento considerable del aislamiento. Se trata de la sustitución total de carpinterías y vidrios mediante el uso de vidrios dobles y/o bajos emisivos en función de la orientación y carpinterías de PVC de múltiples cámaras.

La sustitución integral de ventanas permite una mejora superior incluso al doble en la resistencia frente a temperaturas exteriores en caso de ventanas con más de 20 años (Vega Sánchez et al., 2021), además se conseguiría una uniformidad estética del edificio.

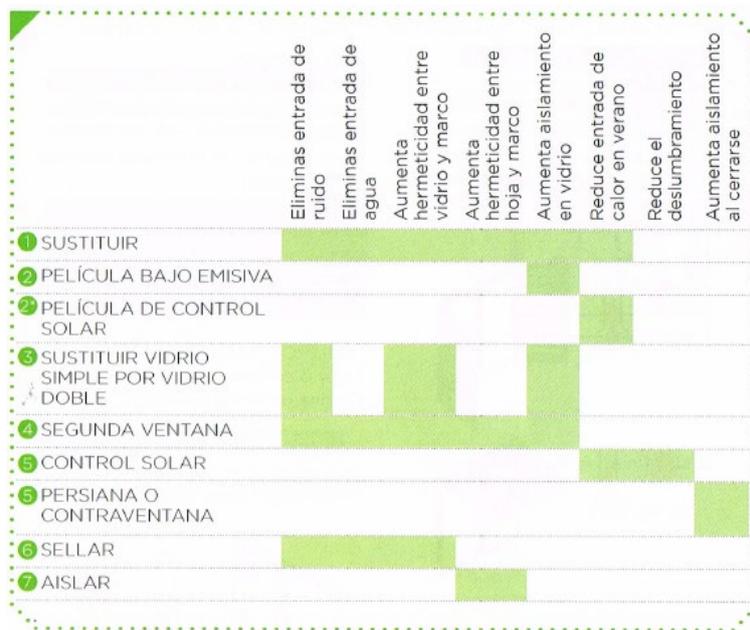


Tabla 13. Ventajas en las intervenciones sobre carpinterías (Vega Sánchez et al., 2021)

## 8.6. Puentes térmicos

En el análisis de las mejoras propuestas para los puentes térmicos del edificio, se han considerado diversas estrategias para optimizar la eficiencia energética y reducir las pérdidas de calor. La colocación de un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) y el aislamiento de la cubierta sobre el forjado son las soluciones clave planteadas. Estas intervenciones están diseñadas para abordar la mayoría de los puentes térmicos presentes en la estructura.

## 8.7. Instalaciones

En la elección de los sistemas activos es fundamental ajustarse con los elementos de la envolvente térmica introducidos, pues estas instalaciones son un complemento del sistema pasivo para lograr el confort y no sustitutos de estos. (Granados, 2014)

Se estima conveniente la centralización de instalaciones de ACS y climatización por medio de aerotermia, pudiendo llegar a tener ahorros del consumo de hasta un 52% respecto a la instalación original. (Vega Sánchez et al., 2021)

## 9. DEFINICIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE MEJORA

### 9.1.Fachada

El Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) es una de las soluciones más eficaces para mejorar la eficiencia energética del edificio. Este sistema consiste en la aplicación de paneles aislantes directamente sobre la fachada existente, los cuales se fijan mediante adhesivos y anclajes mecánicos. Posteriormente, se aplican varias capas de mortero y una capa final de acabado, que puede ser de distintos materiales y texturas, ofreciendo tanto protección como un nuevo aspecto estético.

La solución escogida es de aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS, formado por panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-SATE SE "VALERO", de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 1,95 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,031 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas. El acabado se realiza con capa base de mortero flexible armado con malla de fibra de vidrio antiálcalis; imprimación acrílica impermeable al agua y permeable al vapor de agua; acabado con capa de mortero acrílico.

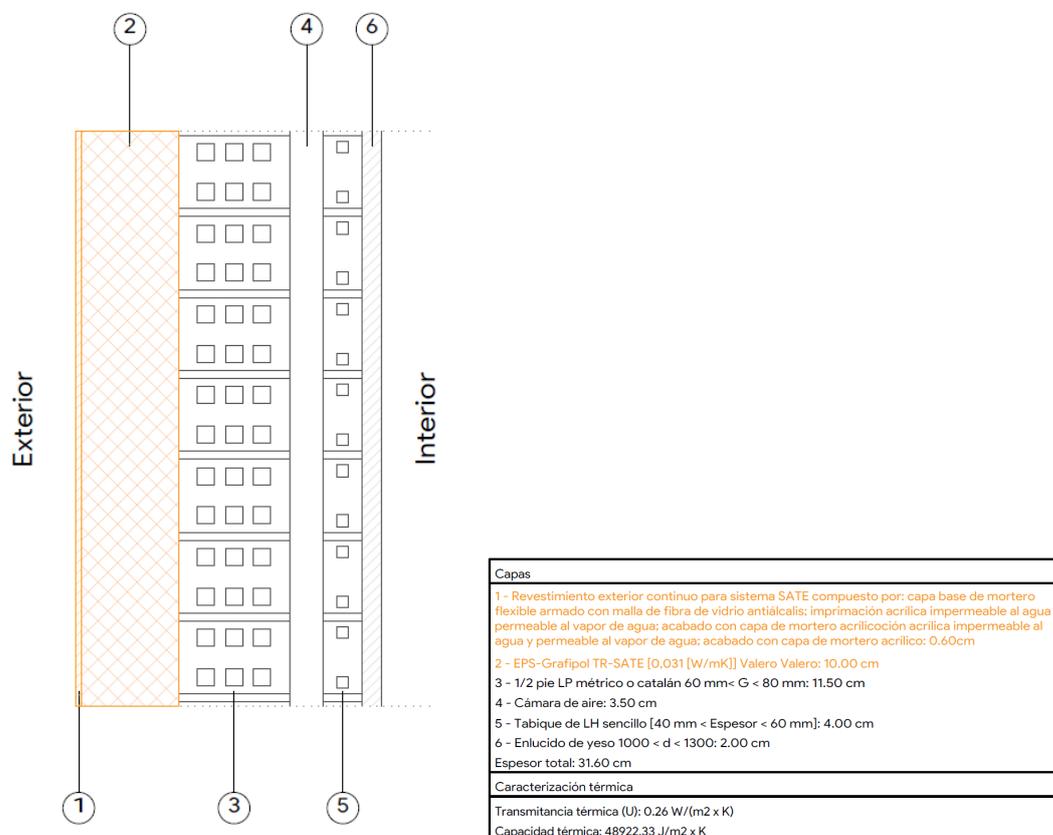


Ilustración 27. Detalle de fachada mejorada (Elaboración propia)

## 9.2. Cubierta

Para la cubierta se opta por eliminar todas las capas existentes hasta alcanza la capa de formación de pendientes, sobre el cual se volverá a realizar una cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, pendiente del 1% al 5%,

Se inicia con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 1,5 cm de espesor, acabado fratasado; la impermeabilización es de Polietileno alta densidad [HDPE]. La capa de aislamiento térmico mediante panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 80 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq 300$  kPa; capa separadora bajo capa de refuerzo: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujereado, (150 g/m<sup>2</sup>); Finalmente la capa de protección se realiza con Plaqueta o baldosa cerámica

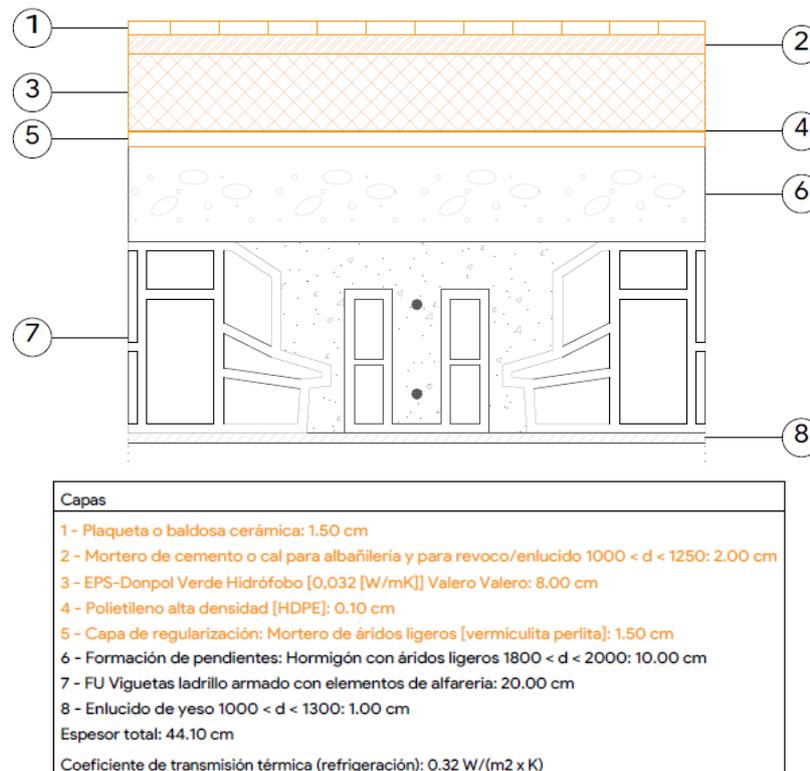


Ilustración 28. Detalle de cubierta mejorada (Elaboración propia)

## 9.3. Cerramiento en contacto con el terreno

Para la solera se escoge demoler las capas de acabado existentes y relleno de arena hasta encontrar la base de cimentación, a partir de aquí se incorporan las nuevas capas de aislamiento.

Se utiliza Grafipol TR-0 Impact son planchas de espuma rígida de poliestireno expandido elastificado (EEPS) negro de baja conductividad térmica, cumpliendo las especificaciones técnicas de la norma UNE-EN 12354-2, de espesor 3cm

Se incorpora una lamina impermeable a base de Polietileno baja densidad [LDPE]

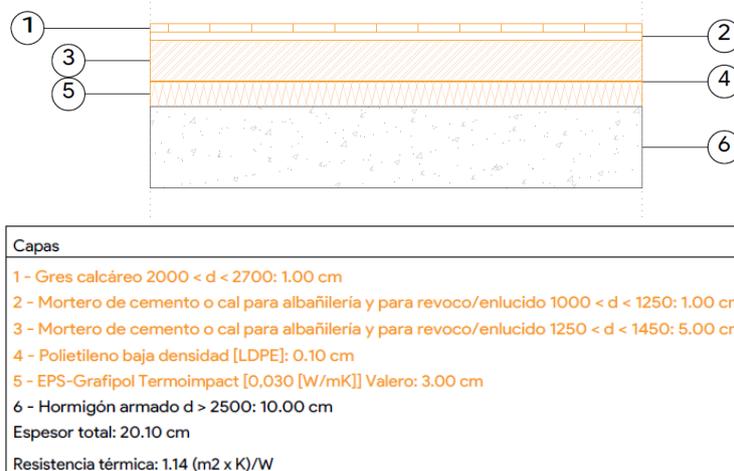


Ilustración 29. Detalle de forjado contacto con el exterior mejorado (Elaboración propia)

## 9.4. Forjado en contacto con espacio exterior inferior.

Este elemento se da en los bajos de los balcones de la segunda planta, se ha elegido una extensión del SATE aplicado en la fachada mediante aislamiento GRAFIPOL TR-32 ( $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ ) fijado a la cara inferior del forjado con espesor de 6cm; con acabado de mortero flexible armado con malla de fibra de vidrio antiálcalis; imprimación acrílica impermeable al agua y permeable al vapor de agua; acabado con capa de mortero acrílico.

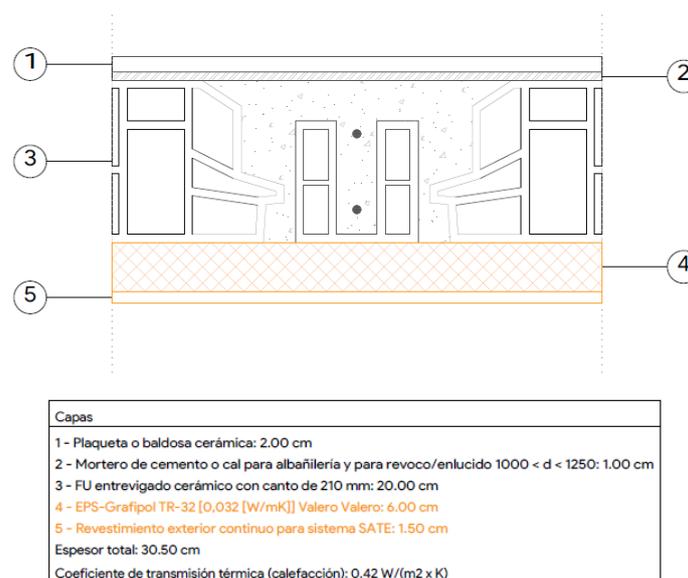


Ilustración 30. Detalle de forjado contacto con el exterior mejorado (Elaboración propia)

## 9.5. Muro estructural como cerramiento.

Para los muros testeros del edificio, que actúan como cerramiento, se aplica la misma solución seleccionada para las fachadas.

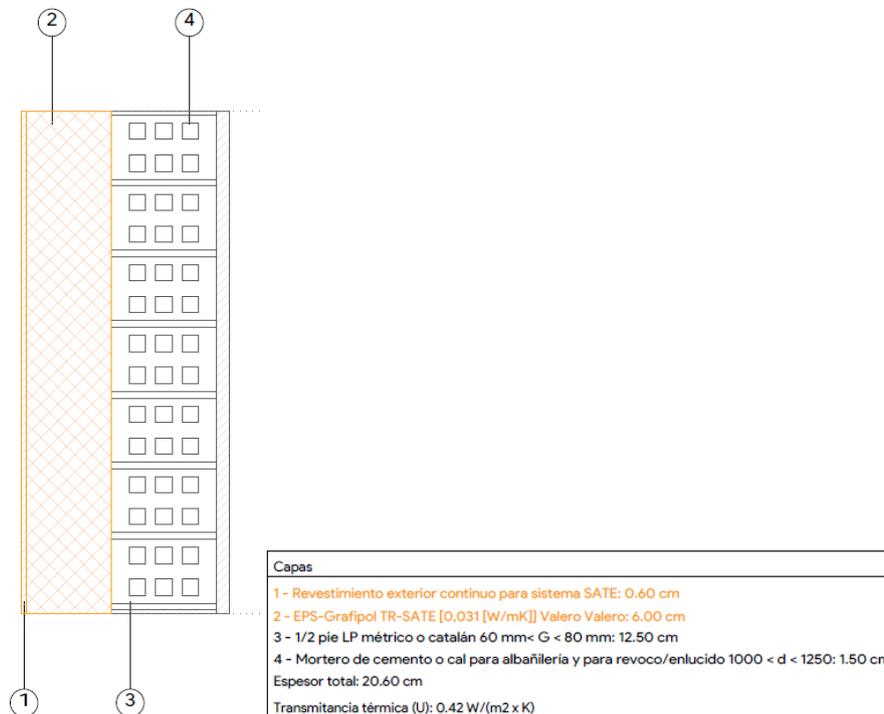


Ilustración 31. Detalle de muro estructural extremo mejorado (Elaboración propia)

## 9.6. Huecos

Para los huecos se ha optado por carpinterías del Sistema Cortizo E170 Corredera Elevable PVC, compuestas por perfiles de PVC con espesor de paredes exteriores de 2,8 mm (con clasificación A según la norma UNE-EN 12608) y perfil para clima severo (clase S según la norma UNE-EN 126085). Profundidad de 170 mm en marco y de 70 mm en hoja. Capacidad de acristalamiento de 40 mm. Refuerzos interiores de acero galvanizado y juntas de EPDM.

Para las cajas de persiana se ha escogido el cajón de persiana ISOLATION CORTIZO de PVC, con una profundidad de 230mm y una altura de 200 mm compuesta por perfiles de PVC. Con posibilidad de registro frontal o inferior, lamas perfiladas de aluminio o de aluminio autoblocantes. Con Transmitancia térmica según norma UNE-EN 10077-2  $\geq 0,66$  W/m<sup>2</sup>K

El sistema SATE se introduce en jambas y alfeizar para evitar puentes térmicos y se vuelven a situar vierteaguas con goterón.

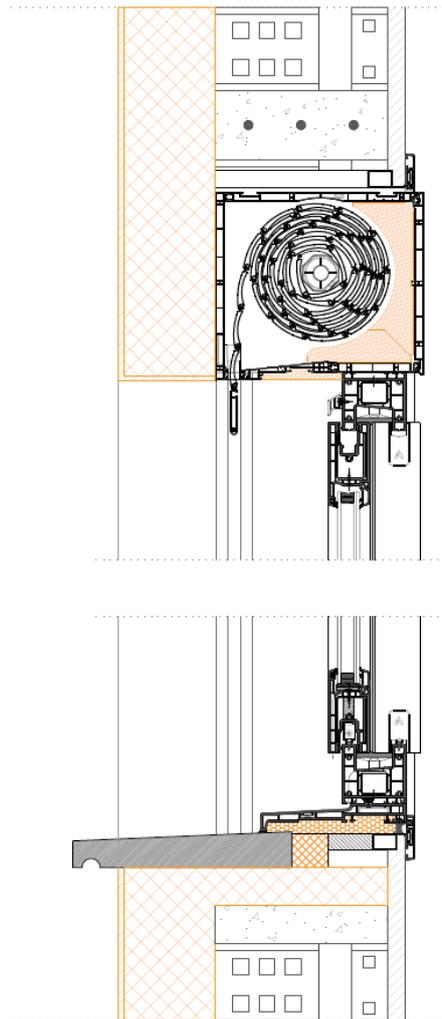


Ilustración 32. Detalle del hueco de fachada mejorado (Elaboración propia)

## 9.7. Puentes térmicos

Con el sistema SATE se evitan la mayoría de los puentes térmicos existentes, pese a ello siguen existiendo algunos puentes térmicos, como en el caso del encuentro entre la fachada y la cubierta. Esta característica se tendrá en cuenta en el nuevo cálculo energético.



Ilustración 33. Detalle del encuentro de fachada con cubierta mejorado (Elaboración propia )

## 10. RESULTADOS ENERGÉTICOS Y JUSTIFICACIÓN CTE HE

Se modelizan las mejoras en el modelo realizado del edificio en “CYPETHERM HE PLUS” y se han asignado los valores detallados en las fichas técnicas de los productos seleccionados.

El primer dato a observar es la gran reducción producida en la demanda energética global del edificio, especialmente en cuanto a las cargas que aportaban los huecos y los cerramientos. Se observa una reducción incluso del 50% de las máximas demandas y necesidades energéticas aproximadamente un 30% de las originales.

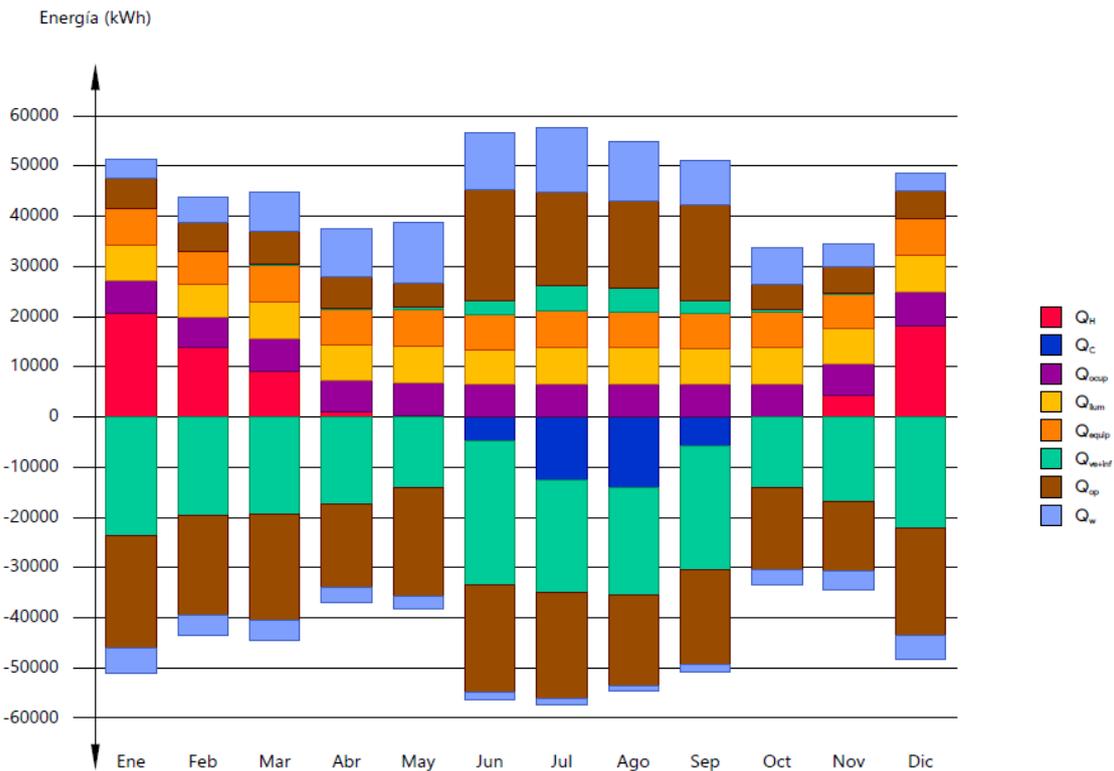


Tabla 14. balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros del modelo mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

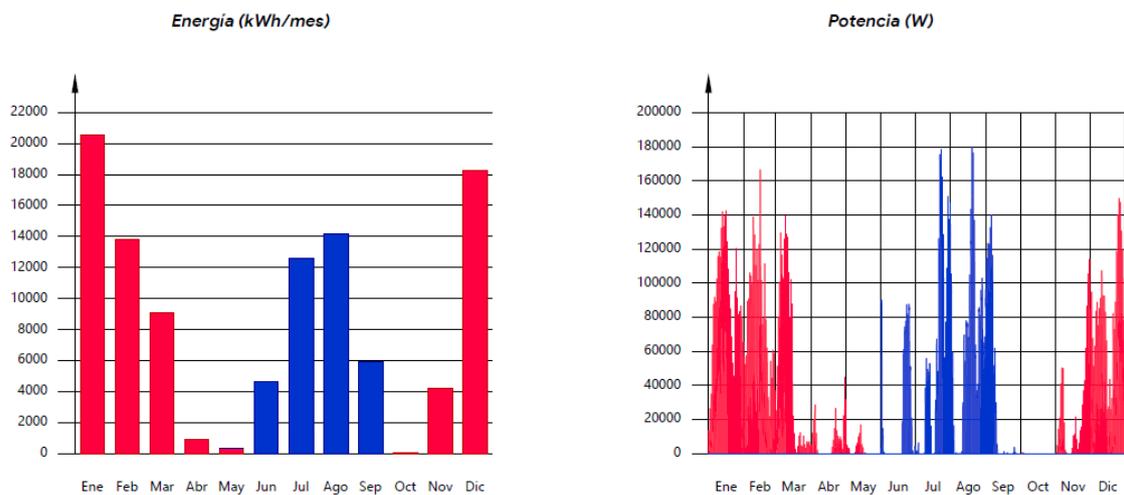
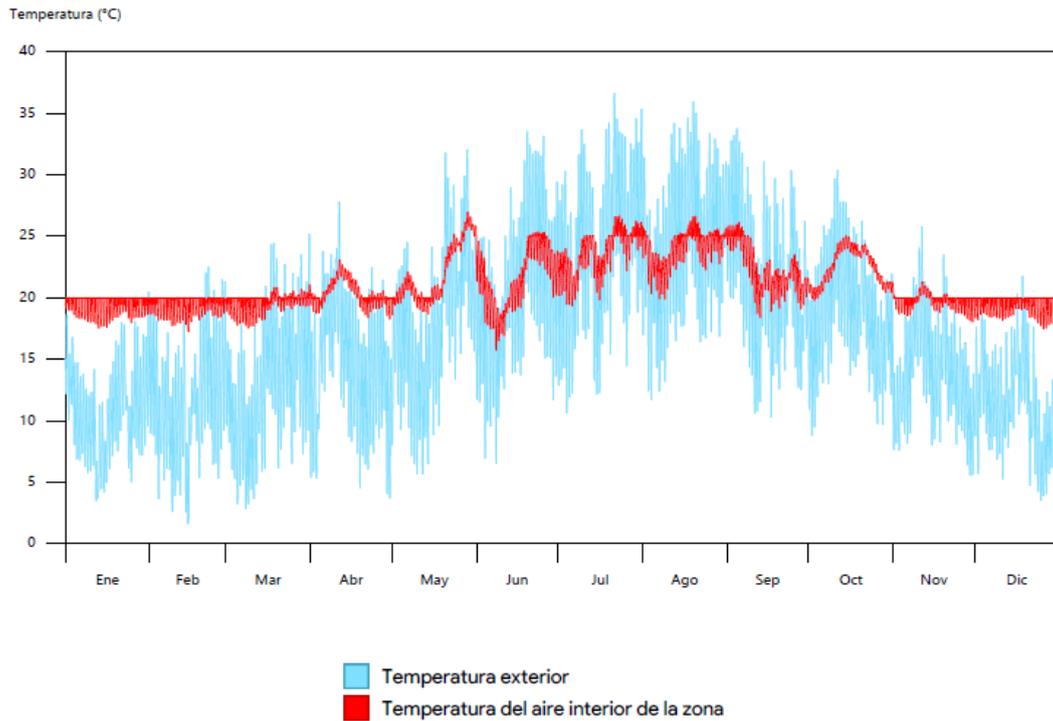


Tabla 15. Tabla 8. Necesidades energéticas y de potencia útil instantánea de calefacción y refrigeración del modelo mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

Para optimizar la intervención en cuanto a las instalaciones, se ha planteado una solución que contiene un número de horas fuera de consigna dentro de los límites permitidos en el CTE, ya que los inviernos se sitúan fuera de las temperaturas de confort, lo que obligaría a excesivos consumos.



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Temperatura máxima de confort (-)</b>													
$T_{int,max}$ (°C)	20.0	20.0	21.0	23.1	27.0	25.4	26.7	26.7	26.1	25.0	21.3	20.0	27.0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>Temperatura mínima de confort (-)</b>													
$T_{int,min}$ (°C)	17.5	17.2	17.5	18.2	18.6	15.7	19.3	19.9	18.4	19.7	18.0	17.4	15.7
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>Horas fuera de consigna*</b>													
Calefacción (Horas)	2.75	4.75	3.25	--	--	--	--	--	--	--	--	3.75	14.50
Calefacción (Horas/Ocupación)	2.75	4.75	3.25	--	--	--	--	--	--	--	--	3.75	14.50
Refrigeración (Horas)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Refrigeración (Horas/Ocupación)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0

\*Número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios de la zona se sitúa fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1 °C para calefacción y 1 °C para refrigeración.

Tabla 16. Gráfico de confort interior y horas fuera de consigna en vivienda 1.01 (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

En cuanto al cumplimiento del CTE HE 0 , se comprueba que:

Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,nren} = 20.13 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 55.00 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 76.09 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 80.00 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$$

Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 103 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	Año (kWh/m²/año)
EDIFICIO (S <sub>u</sub> = 5897.46 m²)															
Demanda energética	Calefacción	20554.4	13809.1	9071.5	921.9	289.1	--	--	--	--	1.2	4189.4	18237.7	67074.2	11.4
	Refrigeración	--	--	--	--	3.2	4657.8	12615.0	14173.0	5896.7	--	--	--	37345.6	6.3
	ACS	26316.3	23293.6	25261.8	23949.7	23694.3	21910.2	21587.5	21062.8	21403.1	23155.0	23937.7	25789.4	281361.4	47.7
	TOTAL	46870.7	37102.7	34333.3	24871.7	23986.6	26568.0	34202.5	35235.8	27299.8	23156.2	28127.1	44027.1	385781.3	65.4
Electricidad	Calefacción	3793.3	2631.8	1725.4	150.8	43.3	45.7	122.4	134.5	60.4	0.2	679.9	3313.7	12701.4	2.2
	Refrigeración	96.8	69.3	51.4	15.0	8.7	814.3	2436.3	2704.9	1300.9	0.4	33.6	85.9	7617.6	1.3
	ACS	2907.9	2573.9	2791.4	2646.4	2618.2	2421.0	2385.4	2327.4	2365.0	2558.6	2645.0	2849.7	31089.7	5.3
	Ventilación	892.8	806.4	892.8	864.0	891.6	576.0	595.2	577.2	892.8	864.0	892.8	892.8	9340.8	1.6
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Calefacción	16760.8	11162.5	7315.6	750.4	228.2	--	--	--	--	1.0	3459.8	14913.2	54591.6	9.3
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	23408.4	20719.7	22470.4	21303.4	21076.2	19489.2	19202.2	18735.4	19038.1	20596.4	21292.6	22939.7	250271.8	42.4
C <sub>ed,tot</sub>		47860.0	37963.6	35247.1	25729.9	24866.2	23346.2	24741.4	24497.3	23341.6	24049.4	28975.0	44995.0	365612.8	62.0

donde:

S<sub>u</sub>: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

C<sub>ed,tot</sub>: Consumo de energía en punto de consumo (energía final), kWh/m²-año.

Tabla 17. Tabla 9. Consumo de energía final del edificio mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

Gran parte del éxito de esta intervención de prueba en los resultados obtenidos en la justificación del CTE HE1, Condiciones para el control de la demanda energética.

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite de transmitancia térmica descrito en la tabla 3.1.1.a del DB HE1

Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)

$$K = 0.61 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) \leq K_{\text{lim}} = 0.87 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$$

Control solar de la envolvente térmica

$$q_{\text{sol,jul}} = 0.13 \text{ kWh}/\text{m}^2 \leq q_{\text{sol,jul,lim}} = 2.00 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

Se soluciona además el problema de las condensaciones intersticiales en la envolvente térmica.

Del análisis del reparto de coeficientes de transmisión de calor, se puede comprobar que el elemento de mayor transmisión es a la vez el elemento con mayor transmitancia térmica, además se observa que el porcentaje de transmisión debido a puentes térmicos se han reducido. Es muy considerable la reducción conseguida en la cubierta, siendo este elemento el más expuesto.



Ilustración 34. Reparto del Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

Con el cambio del sistema de producción de Agua Caliente Sanitaria se cumple con el CTE HE 4, Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria:

$$RER_{ACS,nrb} = 89\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 70\%$$

En consecuencia, analizando la calificación energética del edificio mejorado, se obtienen indicadores hasta 4 letras superiores.

Zona climática	B3	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	C
	0.71		1.75	
Emisiones globales[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-
	0.43		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	3.41	20108.06
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	0.00	0.00

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> año]	E
	4.21		10.3	
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m <sup>2</sup> año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> año]	-
	2.52		-	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m <sup>2</sup> año]	Demanda de refrigeración[kWh/m <sup>2</sup> año]

Ilustración 35. Resultado de la calificación energética del edificio mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.)

## 11. COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con ambos cálculos energéticos realizados, se pueden comparar para observar la mejora energética obtenida.

La renovación de la envolvente térmica incluye la instalación de un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE), mejorando significativamente el aislamiento de fachadas, cubiertas y soleras. Además, se reemplazan las ventanas antiguas por unas de alta eficiencia energética. Estas mejoras reducen la transferencia de calor, aumentan el confort térmico, disminuyen el consumo energético y previenen problemas de humedad y condensación, asegurando la durabilidad de la estructura y cumpliendo con las normativas actuales de eficiencia y emisiones.

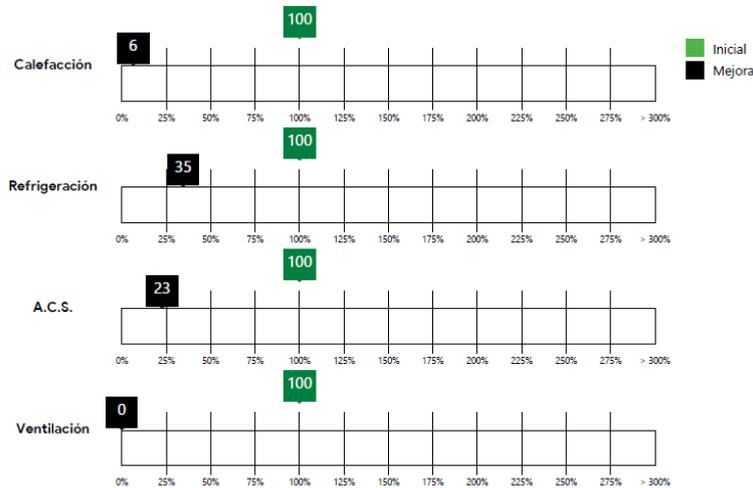


Ilustración 36. Mejora del consumo anual de energía primaria no renovable (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

En el caso del consumo de ventilación, hay que tener en cuenta que el edificio original no cuenta con equipos de ventilación mecánica, por lo que no existe un consumo previo sobre el cual comparar, lo que supone en un incremento directo del consumo, pero la mejora en salubridad que proporciona este sistema es a la vez necesaria para mejorar la habitabilidad.

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m <sup>2</sup> -año
Calefacción	65.75
Refrigeración	7.30
ACS	45.37

Tabla 18. Balance energético inicial (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m <sup>2</sup> -año
Calefacción	4.21
Refrigeración	2.52
ACS	10.30
Ventilación	3.09

Tabla 19. Balance energético mejorado (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

Si se comparan el reparto de las pérdidas por medio de la envolvente entre el estado original y el estado mejorado en calefacción, se aprecia una mejora significativa en las pérdidas a través de los cerramientos y especialmente a los huecos, elemento que reduce hasta la mitad su contribución a las pérdidas.

En cuanto a las ganancias por medio de la envolvente en refrigeración hay una mejora en huecos debido al control solar de los nuevos vidrios propuestos.

Como una medida de mejora para la situación propuesta, como medida de futuro se debe contemplar la posibilidad de introducir ventilación con recuperadores de calor, con el objetivo de precalentar el aire frío que proviene del exterior en invierno y de forma inversa en verano, haciendo que el aire exterior se enfríe antes de verterlo al interior. (Rey Martínez, 2018)

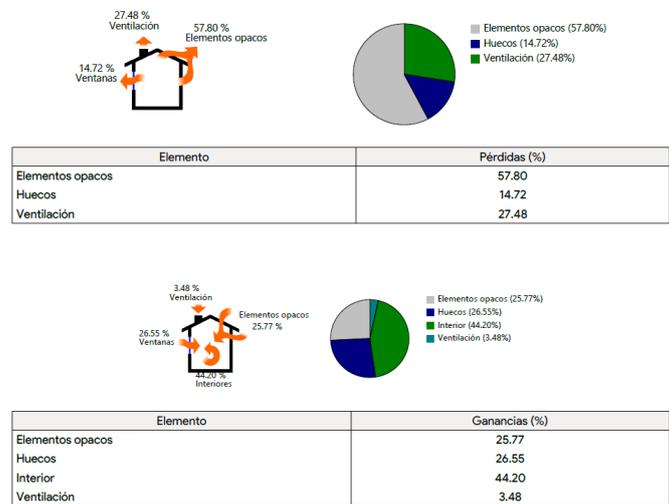


Tabla 20. Indicadores de pérdidas y ganancias en calefacción y refrigeración originales (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

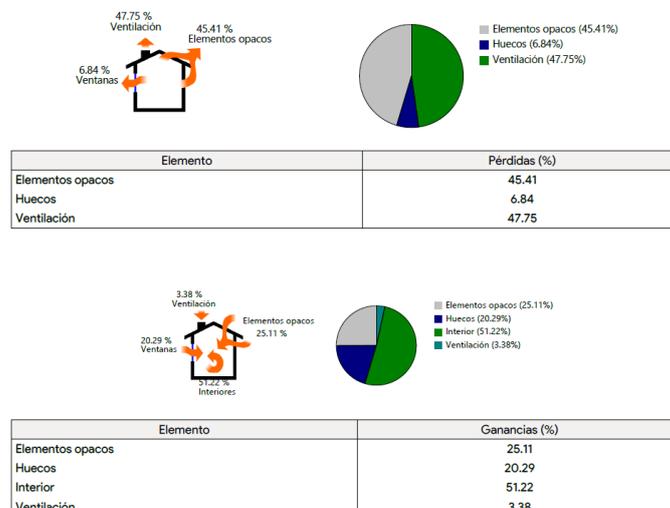


Tabla 21. Indicadores de pérdidas y ganancias en calefacción y refrigeración mejorados (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

## 12. COSTE DE LA MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y AMORTIZACIÓN

El análisis del coste de la mejora de la envolvente térmica es crucial para determinar la viabilidad económica de las intervenciones propuestas. Este apartado se centra en la estimación detallada de los costos asociados con la implementación del Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE), el aislamiento de la cubierta por el exterior, aislamiento de la solera, sustitución de carpinterías y cambio de los sistemas térmicos del edificio. Además, se evaluará el periodo de amortización, es decir, el tiempo necesario para que los ahorros en costos energéticos compensen la inversión inicial. La combinación de estos elementos permitirá ofrecer una visión clara sobre la rentabilidad y el impacto económico de las mejoras energéticas proyectadas para el edificio.

Para la determinación del coste total de la mejora de la envolvente térmica, se han tenido en cuenta varios aspectos clave. En primer lugar, se ha considerado el precio de ejecución material, que incluye los costos directos de los materiales y la mano de obra necesarios para implementar las soluciones propuestas. Asimismo, se han contemplado los costes asociados, como los gastos generales, el beneficio industrial y las tasas o impuestos que puedan aplicarse.

Además, se ha evaluado el coste de mantenimiento de las nuevas soluciones constructivas, proyectando tanto las operaciones rutinarias como las intervenciones a largo plazo para garantizar la durabilidad y el rendimiento del aislamiento térmico.

Es importante destacar la posibilidad de acceder a ayudas financieras, como los fondos europeos Next Generation, que pueden cubrir hasta un 80% del coste de la intervención. Estas ayudas juegan un papel crucial en la viabilidad económica del proyecto, ya que reducen significativamente la inversión inicial requerida por los propietarios, acelerando el periodo de amortización y mejorando la rentabilidad de la mejora energética.

### 12.1. Presupuesto

Se adjunta el presupuesto detallado en los anexos. Este asciende a:

1 Actuaciones previas	477,03€
2 Gestión de residuos	2.145,56€
3 Control de calidad y ensayos	368,61€
4 Seguridad y salud	11.536,00€
5 Rehabilitación energética	1.153.593,11€
5.1.- Cerramientos	468.564,85€
5.2.- Carpinterías	373.503,40€
5.3.- Instalaciones térmicas	311.524,86€
<b>Total</b>	<b>1.168.120,31€</b>

Tabla 22. Presupuesto de ejecución (Elaboración propia)

(CYPE Ingenieros S.A., 2024)

## 12.2. Amortización

Para poder calcular la amortización se tiene en cuenta, además del presupuesto de ejecución material los siguientes elementos:

Entre los gastos asociados se han tenido en cuenta:

Descripción	%	Importe (EUR)
Honorarios técnicos	8.00	93449.58
Licencia y derechos	3.50	40884.19
Gestión administrativa	1.00	11681.20
Financiación	4.50	52565.39
Seguros	2.00	23362.40
<b>Total</b>		<b>221942.75</b>

Tabla 23. Gastos asociados (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

Para el mantenimiento anual se ha contemplado:

Descripción	Importe (EUR/año)
Mantenimiento cerramientos	2833.60
Mantenimiento carpinterías	1076.67
Mantenimiento instalaciones	1550.48
<b>Total</b>	<b>5460.75</b>

Tabla 24. Coste de mantenimiento (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

Por último, ya que se cuenta con una mejora superior al 30%, según las bases de las ayudas se pueden conseguir hasta el 80% del coste de ejecución en ayudas, con un máximo de 18.800€ por vivienda.

El coste por vivienda asciende hasta 9734.34€, por lo que está dentro del máximo

Descripción	Importe (EUR)
Ayudas Next Generation	934496.00
<b>Total</b>	<b>934496.00</b>

Tabla 25. Ayudas y subvenciones (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

El plazo de recuperación de la inversión, indicado en años, se obtiene dividiendo el coste neto de la inversión por el ahorro neto anual generado por la medida de mejora:

$$\text{Tiempo de retorno} = \frac{\Delta \text{Coste neto de la inversión}}{\text{Ahorro neto anual}}$$

Ecuación 1. Tiempo de retorno

El coste neto de la inversión corresponde a la suma de los costes de las medidas de mejora, restando las subvenciones y ayudas que se pueden obtener.

$$\text{Coste neto de la inversión} = \text{Coste neto de la inversión} - \text{Subvenciones y ayudas}$$

Ecuación 2. Coste neto de la inversión

El ahorro neto anual corresponde al ahorro energético generado por la medida de mejora, del cual es necesario restar el coste anual de mantenimiento.

$$\text{Ahorro neto anual} = \Delta \text{Ahorro anual} - \text{Coste de mantenimiento}$$

Ecuación 3. Ahorro neto anual

Aplicamos los costes de la energía siguientes:

Vector energético		
Energía eléctrica de red	0.17	EUR/kWh
Gas natural	0.09	EUR/kWh
Gasóleo	0.10	EUR/kWh
GLP	0.15	EUR/kWh
Carbón	0.05	EUR/kWh
Biomasa sólida	0.05	EUR/kWh
Biomasa	0.10	EUR/kWh
Energía solar térmica	0.00	EUR/kWh
Energía eléctrica producida por paneles fotovoltaicos, minieólica y minihidráulica	0.00	EUR/kWh

Tabla 26. Costes de energía (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

Se obtiene un plazo de recuperación de la inversión de: 11.05 años

Coste neto de la inversión				Ahorro neto anual				Plazo de recuperación de la inversión (año)
Coste (EUR)	Subvenciones (EUR)	Neto resultante (EUR)	Diferencia (EUR)	Coste de la energía (EUR/año)	Ahorro energético (EUR/año)	Mantenimiento (EUR/año)	Ahorro neto (EUR/año)	
1390062.51	934496	455566.51	455566.51	10316.43	46686	5460.75	41225.25	11.05

Tabla 27. Recuperación de la inversión (Elaboración propia, CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)

## 13. CONCLUSIONES

En el transcurso de este trabajo se han analizado las soluciones para la mejora energética del grupo de viviendas Stella Maris en Valencia. Este conjunto residencial, construido a mediados del siglo XX, refleja las características típicas de la arquitectura de su época, con una estructura robusta pero con deficiencias en cuanto a eficiencia energética y aislamiento térmico.

Históricamente, los edificios de esta época se diseñaban con menos consideración por la eficiencia energética y el confort térmico, lo que hoy en día resulta en altos

costos de calefacción y refrigeración, así como en un confort interior deficiente. La situación actual del grupo de viviendas Stella Maris es un claro ejemplo de los retos que enfrentan muchas edificaciones de esta era, donde la renovación y la mejora de la eficiencia energética son fundamentales.

El estudio ha abordado tanto las deficiencias actuales del edificio como las posibles intervenciones que podrían mejorar significativamente su eficiencia energética, su confort térmico y, por ende, la calidad de vida de sus habitantes. Se han propuesto soluciones integrales que incluyen la instalación de un Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) y el aislamiento de la cubierta sobre el forjado. Estas medidas están diseñadas para abordar los principales puentes térmicos presentes en la edificación, minimizando las pérdidas de calor y mejorando la envolvente térmica global del edificio. Además, se han considerado otras intervenciones complementarias que refuerzan estas mejoras, como la renovación de ventanas y la mejora de las instalaciones térmicas.

La evaluación económica de las propuestas ha tenido en cuenta diversos factores. Se han calculado los costes de ejecución de las medidas, incluyendo materiales y mano de obra, así como los costes asociados al mantenimiento a largo plazo de estas mejoras. Adicionalmente, se han explorado las posibilidades de financiación a través de subvenciones y ayudas, como las procedentes del programa Next Generation de la Unión Europea, que pueden cubrir hasta el 80% del coste total de la intervención. Esto reduce significativamente la inversión neta necesaria y mejora la viabilidad económica del proyecto.

La implementación de estas mejoras no solo contribuye al ahorro energético y económico, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental y el bienestar de los residentes. Este enfoque se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, especialmente con los ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y ODS 13 (Acción por el clima). Las intervenciones propuestas mejoran la eficiencia energética y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo un entorno más sostenible y resiliente.

En resumen, las soluciones propuestas no solo prometen una mejora sustancial en la eficiencia energética del grupo de viviendas Stella Maris, sino que también se presentan como económicamente viables y sostenibles a largo plazo. La implementación de estas mejoras contribuye a la modernización y revitalización de un patrimonio arquitectónico significativo, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y alineándose con los compromisos globales de sostenibilidad y eficiencia energética.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Baldellou Plaza, Á., García-Gasco Lominchar, S., & Ramírez Sánchez, E. (2021). *Guía Ciudadana Rehabilitación*. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. <http://www.observatorio2030.com/sites/default/files/2022-11/Gui%CC%81a%20Ciudadana%20Rehabilitacio%CC%81n.pdf>
- Castaño, J. (1995). Nazaret y sus calles. En *Nazaret y sus calles*. Associació de Veïns de Natzaret.
- Cayetano Borso di Carminati González – Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia. (s. f.). Recuperado 17 de noviembre de 2023, de <http://arquitectosdevalencia.es/legados/cayetano-borso/>
- C.B., J. (2015, mayo 19). Arquitecto de las Escuelas de San José, Grupo Stella Maris y Balcón de Levante. *Las Provincias*, 17.
- CYPE Ingenieros S.A. (2024). *Generador de Precios* [Software]. CYPE Ingenieros S.A. <https://generadordeprecios.info/>
- CYPETHERM HE PLUS (2024.b). (s. f.). [Software]. CYPE Ingenieros, S.A. <https://info.cype.com/es/software/cypetherm-he-plus/>
- de Luxán, M., Vázquez Espí, M., Tendero Caballero, R., Barbero Barrera, M. del M., Román, E., & Gómez, G. (2004). CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD PARA LA REHABILITACIÓN PRIVADA DE VIVIENDAS EN MADRID. *Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid*. <https://www.coag.es/websantiago/pdf/rehabilitacion.pdf>
- Goitia, J. R. (2012, marzo). Los forjados de cerámica armada antes y después de la primera instrucción de cálculo a rotura. *Quaderns d'Estructures (Dijous a l'ACE)*, 43, 5-20.
- Granados, H. (2014). *Rehabilitación energética de edificios*. Tornapunta.
- Hispalyt. (2003). *Determinación del aislamiento acústico para piezas de arcilla cocida*. [[https://www.hispalyt.es/show\\_doc.asp?id\\_doc=421](https://www.hispalyt.es/show_doc.asp?id_doc=421)]([https://www.hispalyt.es/show\\_doc.asp?id\\_doc=421](https://www.hispalyt.es/show_doc.asp?id_doc=421))
- Manual de CYPETHERM HE Plus*. (s. f.).
- Mestre 2013-2014 COACV Rafael Contel Comenge – Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia. (s. f.). Recuperado 17 de noviembre de 2023, de <http://arquitectosdevalencia.es/mestres-de-arquitectura/mestre-2013-2014-coacv-rafael-contel-comenge/>
- Rey Martínez, F. J. (2018). *Eficiencia energética de los edificios: Certificación energética*. Paraninfo.
- Seguí i Santana, V. (1995). *Recomanacions per al reconeixement, la diagnosi i la teràpia de sostres ceràmics*. Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya - ITEC.
- Serrano Lanzarote, B., ATECYR, Soto Frances, L., Ortega Madrigal, L., & Garcia-Prieto Ruiz, A. (2013). *DTIE 18.01, rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios*. ATECYR.
- Soluciones de Aislamiento con Vidrios y Cerramientos*. (2007). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. IDAE. [www.idae.es](http://www.idae.es)
- Taberner, Francisco., & Alcalde Blanquer, C. (2010). *Guía de arquitectura de Valencia*. En *Guía de arquitectura de Valencia* (2ª ed.). Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.
- Vega Sánchez, S., Coloma Campal, A., & Universidad Politécnica de Madrid. (2021). *Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial: Guía de rehabilitación energética de edificios para comunidades de propietarios y usuarios*. Universidad Politécnica de Madrid.

Villar Burke, R., Sorribes Gil, M., Jiménez González, D., & Sobaler Rodríguez, J. (2022). *Guía aplicación DBHE2019*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©.  
[https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia\\_aplicacion\\_DBHE2019.pdf](https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia_aplicacion_DBHE2019.pdf)

## 15. ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Consumo energético por servicios en el sector residencial. (IDEA, 2019) .....	7
Ilustración 2. Año de construcción de la vivienda y Clasificación de la vivienda. (Barómetro ISOVER & Placo sobre los hogares, 2020).....	8
Ilustración 3. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS). (Naciones Unidas, 2019).	10
Ilustración 4. Vista aérea del grupo, circa 1959 (Fundación Goerlich, n.d.) .....	13
Ilustración 5. Distribución interior (Elaboración propia) .....	15
Ilustración 6. Postal con el Grupo de Viviendas “Stella Maris”. Cayetano Borso di Carminati y Rafael Contel, circa 1958 (Fundación Goerlich, n.d.) .....	16
Ilustración 7. <i>Edificio norte del Grupo Stella Maris desde la calle Puente de Astilleros (Foto del autor, 2024)</i> .....	16
Ilustración 8. Modelo tridimensional en IFC Builder (Elaboración propia, 2024).....	18
Ilustración 9. Modelo tridimensional en IFC Builder sin cerramientos (Elaboración propia, 2024).....	19
Ilustración 10. Modelo energético en CYPETHERM HE PLUS, vista de PB (Elaboración propia, 2024) .....	19
Ilustración 11. Pestaña de edición de muros en CYPETHERM HE PLUS (Elaboración propia, 2024).....	19
Ilustración 12. Detalle muro de carga (Elaboración propia, 2024).....	20
Ilustración 13. Sostre Majórica (Seguí, 1995) .....	21
Ilustración 14. Sostre Superfer (Seguí, 1995).....	21
Ilustración 15. Sostre. Pi.Ce.Li (Seguí, 1995) .....	22
Ilustración 16. Detalle de forjado (Elaboración propia, 2024).....	22
Ilustración 17. Detalle de muro de fachada (Elaboración propia, 2024).....	22
Ilustración 18. Sección hoja 4, ref. 589 (Borso, 1958) .....	23
Ilustración 19. Detalle de cubierta (Elaboración propia, 2024).....	24
Ilustración 20. Detalle de solera (Elaboración propia, 2024).....	24
Ilustración 21. Detalle de tabiquería (Elaboración propia, 2024) .....	25
Ilustración 22. Consumo energético por usos en viviendas españolas, año 2007 (Elaboración propia con datos procedentes de IDAE).....	27
Ilustración 23. Pantalla modelado IFC Builder (Elaboración propia, 2024) .....	28
Ilustración 24. Distribución del viento (CYPETHERM HE PLUS, n.d.) .....	28
Ilustración 25. Condensaciones intersticiales (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	29
Ilustración 26. Resultado de la calificación energética del edificio existente (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	30
Ilustración 27. Detalle de fachada mejorada (Elaboración propia) .....	36
Ilustración 28. Detalle de cubierta mejorada (Elaboración propia) .....	37
Ilustración 29. Detalle de forjado contacto con el exterior mejorado (Elaboración propia) .....	38

Ilustración 30. Detalle de forjado contacto con el exterior mejorado (Elaboración propia).....	38
Ilustración 31. Detalle de muro estructural extremo mejorado (Elaboración propia) .....	39
Ilustración 32. Detalle del hueco de fachada mejorado (Elaboración propia) .....	40
Ilustración 33. Detalle del encuentro de fachada con cubierta mejorado (Elaboración propia) .....	41
Ilustración 34. Reparto del Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) (CYPETHERM HE PLUS, n.d.) .....	44
Ilustración 35. Resultado de la calificación energética del edificio mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	45
Ilustración 36. Mejora del consumo anual de energía primaria no renovable (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.).....	46

## 16. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de vivienda (elaboración propia) .....	14
Tabla 2. Cuadro de superficies (Elaboración propia) .....	14
Tabla 3. Rango orientativo para predimensionados (Guía de Aplicación DBHE2019, 2022).....	18
Tabla 4. Tipos de producción de ACS y viviendas con Aire Acondicionado mediante bomba de calor (Elaboración propia, 2024).....	27
Tabla 5. Irradiación global sobre el plano horizontal (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	28
Tabla 6. Temperaturas anuales (CYPETHERM HE PLUS, n.d.) .....	28
Tabla 7. Balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	29
Tabla 8. Necesidades energéticas y de potencia útil instantánea de calefacción y refrigeración (CYPETHERM HE PLUS, n.d.) .....	30
Tabla 9. Consumo de energía final del edificio existente (CYPETHERM HE PLUS, n.d.) .....	31
Tabla 10. Periodos de amortización en función de intervenciones globales (Vega Sánchez et al., 2021).....	32
Tabla 11. Ahorro en consumo en intervenciones en fachadas (Vega Sánchez et al., 2021) .....	33
Tabla 12. Ahorro en consumos en intervenciones en cubierta (Vega Sánchez et al., 2021) .....	33
Tabla 13. Ventajas en las intervenciones sobre carpinterías (Vega Sánchez et al., 2021) .....	35
Tabla 14. balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros del modelo mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	42
Tabla 15. Tabla 8. Necesidades energéticas y de potencia útil instantánea de calefacción y refrigeración del modelo mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.) ...	42
Tabla 16. Gráfico de confort interior y horas fuera de consiga en vivienda 1.01 (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	43

Tabla 17. Tabla 9. Consumo de energía final del edificio mejorado (CYPETHERM HE PLUS, n.d.).....	44
Tabla 18. Balance energético inicial (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.) .....	46
Tabla 19. Balance energético mejorado (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.)..	46
Tabla 20. Indicadores de pérdidas y ganancias en calefacción y refrigeración originales (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.).....	47
Tabla 21. Indicadores de pérdidas y ganancias en calefacción y refrigeración mejorados (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.).....	47
Tabla 22. Presupuesto de ejecución (Elaboración propia) .....	48
Tabla 23. Gastos asociados (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.) .....	49
Tabla 24. Coste de mantenimiento (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.).....	49
Tabla 25. Ayudas y subvenciones (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.).....	49
Tabla 26. Costes de energía (CYPETHERM Improvements Plus, n.d.) .....	50
Tabla 27. Recuperación de la inversión (Elaboración propia, CYPETHERM Improvements Plus, n.d.) .....	50

## 17. ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempo de retorno .....	49
Ecuación 2. Coste neto de la inversión .....	50
Ecuación 3. Ahorro neto anual.....	50

## 18. ANEXOS