

Rehabilitación energética: viviendas sociales de Álvaro Siza en Cádiz

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Blanca van Elderen Alonso



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



TRABAJO FIN DE GRADO

Blanca van Elderen Alonso

*Rehabilitación energética:
Viviendas sociales de Álvaro Siza en Cádiz*

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA:
VIVIENDAS SOCIALES DE ÁLVARO SIZA EN CÁDIZ

Estudiante

Blanca van Elderen Alonso

Tutora

Gloria María Gómez Muñoz

Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas.

Aula TFG 2

Francisco Javier Neila González, *coordinador*

Andrea Alonso Ramos, *adjunta*

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Universidad Politécnica de Madrid

Junio 2023

Índice

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1. ANÁLISIS COMPOSITIVO DEL PROYECTO

2. ESTUDIO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO ORIGINAL

3. ESTUDIO ENERGÉTICO DEL PROYECTO ORIGINAL

4. PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

5. EVALUACIÓN DE LA REHABILITACIÓN

CONCLUSIONES

FUENTES

Bibliografía

Procedencia de las ilustraciones

ANEXOS

Certificación energética del proyecto original

Certificación energética de la rehabilitación

Análisis comparativo entre ambos certificados

Resumen

En este trabajo se pretende estudiar la eficiencia energética de un edificio de viviendas sociales del arquitecto portugués Álvaro Siza, mediante un análisis holístico del proyecto.

Este estudio se centra en los sistemas constructivos utilizados en fachadas, cubiertas y huecos, cuya composición afecta al comportamiento energético del conjunto. Además, examinamos las condiciones climáticas de Cádiz, donde se encuentra el edificio, que determinarán la energía necesaria para mantener el confort en las viviendas.

Gracias al análisis genero un modelo 3D que importo a HULC. Esta herramienta certifica el comportamiento energético de edificios según las soluciones constructivas que lo definen, la localización del proyecto y las instalaciones existentes.

Tras obtener la calificación global, propongo alternativas eficientes a los detalles conflictivos que detecto a lo largo de mi estudio. El objetivo será congeniar la necesidad de mejorar la eficiencia y la rehabilitación de espacios poco funcionales en el edificio.

PALABRAS CLAVE

Álvaro Siza · Vivienda Social · Eficiencia Energética · Rehabilitación · HULC · Certificación Energética · Sostenibilidad

Introducción

Decidir el tema de mi investigación no me resultó complicado. Hoy más que nunca es de vital importancia rehabilitar energéticamente los edificios. Solo la producción de electricidad y calor para el sector residencial supuso un 7,1% de las emisiones globales en el 2010.

Por otra parte, a mediados del 2021 el precio de los suministros subieron, disparándose al año siguiente debido a la Guerra de Ucrania. Esto impactó a los indicadores de pobreza energética en el país, afectando a 3,5 millones de personas en España.

La normativa que respecta al ahorro energético actual es exigente, reflejando una gran preocupación por la sostenibilidad, pero no siempre ha tenido consciencia de ello. Es por esto que vivir en edificios construidos antes de que se aprobase el CTE del 2006 conlleva unos consumos de energía muy elevados.

Teniendo en cuenta todos estos factores, me decanté por el estudio de la eficiencia energética de un edificio de viviendas sociales anterior al 2006. Al contar con presupuestos ajustados, tienden cumplir al límite las condiciones energéticas requeridas, que eran verdaderamente laxas.

El proyecto a estudiar se encuentra en el centro de Cádiz, mi ciudad natal. Andalucía es la Comunidad Autónoma con mayor índice de hogares con un gasto desproporcionado en energía, por lo que al situar el edificio de estudio aquí, reunimos muchos condicionantes de riesgo de pobreza energética.

El análisis de la eficiencia energética de viviendas sociales nos da una herramienta para intervenir en todos estos problemas, mejorando los niveles de confort, disminuyendo sus emisiones de CO_2 y reduciendo las facturas. Por lo tanto, el carácter del trabajo no es solo analítico, sino también propositivo.

La propuesta pretende mitigar todos estos problemas mientras crea espacios agradables y funcionales para los vecinos, integrando la rehabilitación de los elementos deteriorados el bloque.



Figura 0.1. Fotografía de Álvaro Siza frente al edificio.

Objetivos

- Analizar el comportamiento energético del edificio de viviendas sociales que diseñó Álvaro Siza en 1992; estudiando el efecto que tienen el clima, las soluciones constructivas y las instalaciones en su nivel de eficiencia.
- Entender la importancia de la certificación energética como herramienta indispensable a la hora de rehabilitar viviendas, aprendiendo a utilizar un programa oficial que utilizaré en mi carrera profesional.
- Determinar aquellos elementos que más devalúan la calificación global del conjunto con el fin de proponer alternativas sostenibles.

Metodología

El trabajo se organiza en 4 partes que enumeraré cronológicamente.

1º Recopilación de información:

Mi investigación comienza con un viaje a Cádiz. Solicité acceso al estudio de detalle de la unidad de actuación y al proyecto de ejecución original de las viviendas. Estos documentos se encuentran en el Archivo Histórico de Cádiz, que está a unos 10 minutos andando del edificio, por lo que aproveché para verlo en persona.

Más adelante, volví al edificio y conseguí entrar y verlo en detalle. Las fotografías que tomé en esa visita ayudaron a detectar algunos desperfectos y posibilidades de mejora.

2º Análisis de la documentación:

La segunda parte consiste en un estudio exhaustivo de la composición y los sistemas constructivos del edificio. Los documentos que tuvieron mayor impacto en el trabajo fueron los planos de las viviendas, la memoria de carpinterías y el presupuesto del proyecto, que me aportaron la suficiente información para generar detalles de ejecución fieles a la realidad del proyecto.

3º Comportamiento energético del proyecto original:

El siguiente paso fue la construcción de un modelo 3D del edificio en CypeCAD Mep, donde pude definir los cerramientos, cubiertas y particiones interiores por capas, definir las propiedades de los huecos y asignar a cada espacios unas características térmicas.

Una vez terminado el modelo, lo exporté a HULC, herramienta que califica energéticamente los edificios. Los datos obtenidos en la certificación fueron la base de mi propuesta de mejora.

4º Propuesta de mejora:

A continuación, elaboro una propuesta para mejorar la eficiencia energética del proyecto, teniendo en cuenta las oportunidades de mejora que detecté al visitarlo. Una vez terminada la propuesta, repetí el proceso de certificación para evaluar mis resultados.

5º Evaluación de los resultados:

Comparo los resultados de la certificación del estado original con el estado rehabilitado, extrayendo conclusiones sobre las mejoras de sus niveles de eficiencia.

1 Análisis compositivo del proyecto

Una vez seleccionado el edificio de estudio, procedí a la búsqueda de información del proyecto. Para ello visité en Archivo Histórico de Cádiz, donde encontré el estudio de detalle de la unidad de actuación que desarrolló Siza y el proyecto de ejecución original del módulo B del edificio.

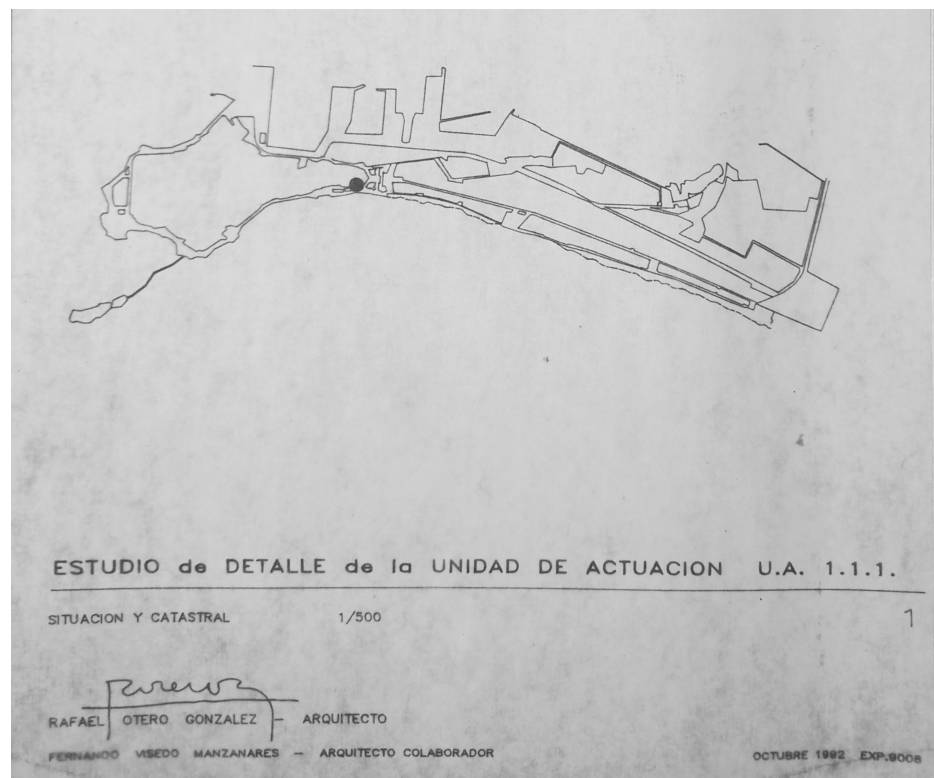


Figura 1.1. Fotografía de la portada del estudio de detalle de la unidad de actuación de Álvaro Siza en 1992.



Figura 1.2. Fotografía de la carpeta del proyecto de ejecución del edificio.

El proyecto se divide en dos módulos, el A y el B. El objeto de estudio es el segundo, que pese a ser nombrado así fue el primero en construirse y actualmente es el que está en una situación de mayor deterioro según he podido observar.

1.1 ANÁLISIS COMPOSITIVO

El emplazamiento de los edificios muestra claramente las intenciones de Siza, «había por tanto un doble objetivo; el proyecto tendría que pertenecer al casco histórico, pero también debía reflejar la cercanía del mar»¹



Figura 1.3. Plano de situación catastral. Situación previa al proyecto. 1992.



Figura 1.4. Plano de ordenación. 1992.

Como podemos apreciar en los planos, la forma del edificio planteado dista de la tradicional del casco histórico de la ciudad. «La evolución de las tipologías arquitectónicas de la casa gaditana se realiza manteniendo el patio como elemento fundamental alrededor del cual se organiza la planta.»² Al abrir el patio, consigue la relación con el mar y rompe con la trama de plantas cerradas que se vuelcan hacia dentro.

La organización en U presente en el proyecto es un esquema reiterativo en la arquitectura de Siza. «No había sido consciente de que esa organización en U hasta que alguien la definió como una obsesión mía [...], llegué a la conclusión de que se trata de fragmentar la fachada, de impedir ese defecto monumental que va unido a la disposición central.»³ Con este recurso,

1. Extracto de una conversación con Álvaro Siza 2004. Unas Casas de Cádiz

2. Extracto de la Guía de arquitectura de Cádiz.

3. Extracto del artículo Siza en las ciudades, Arquitectura Viva nº 59.

pretende conectar el espacio interior con el exterior, con una clara intención de abertura hacia el paisaje.

En el caso del módulo B, va un paso más allá. Transforma el esquema en U en uno en T, lo que fragmenta aún más la fachada y logra iluminar y ventilar mejor el espacio interior. Consigue a su vez que al acercarnos caminando al edificio, ese patio se lea como una calle, fijando el proyecto en el tejido continuo. Esta continuidad se ve reforzada por el uso de la piedra local, la piedra ostionera, que enfoca la mirada y aporta continuidad visual al conjunto.



Figura 1.5. Fotografía del conjunto de viviendas en la calle Concepción Arenal. Febrero 2023.

La incorporación de este material en un proyecto residencial no es habitual, ya que tradicionalmente su uso se asocia a edificios públicos militares (como el Baluarte de las Puertas de Tierra), civil (como la cárcel Real situada frente al edificio de estudio) o religioso (como la Catedral de Cádiz).



Figura 1.6. Cárcel Real de Cádiz



Figura 1.7 Catedral de Cádiz



Figura 1.8 Baluarte de las Puertas de Tierra

«Otra cosa que ha ocurrido a raíz de esta intervención es que se ha producido una especie de ejemplaridad y otras construcciones contemporáneas han empezado a incorporar algunos “tics” que proceden de este proyecto.»⁴

4. Extracto de “una conversación con Siza”, fragmento de Tomás Carranza. Unas Casas de Cádiz, 2004.

Este nueva aplicación del material influenció a muchos arquitectos jóvenes en Cádiz, de forma que actualmente, al pasear por el casco histórico de la ciudad, vemos como se ha recuperado el uso de la piedra en los bajos de los edificios de viviendas.

El otro elemento determinante en la composición de la fachada fueron los huecos. En su entrevista con Rafael Otero y Tomás Carranza, Siza señaló a Adolf Loos como influencia, habiéndose familiarizado con su obra cuando trabajaba en el encargo de la guardería infantil de Berlín.

«Yo veo ahora una posible prolongación del trabajo hecho en aquel tiempo en la guardería de Berlín, que tiene algo que ver con mi visita a la obra de Adolf Loos. Una de las cuestiones, que en cierta medida la arquitectura moderna abandonó, fue, sin duda, el de la apertura de los huecos en un muro, porque el tema transformador era otro. Pero Adolf Loos lo mantuvo, y con qué maestría, sobretodo en lo que respecta a las proporciones. Aunque Loos siempre es mucho más libre, lo que impresiona en sus obras es la aparente casualidad en el modo de aparecer los huecos y el magnetismo existente entre ellos, que hacen que la composición resulte tan rigurosa como la de un edificio con ventanas alineadas.»⁵



Figura 1.9. Fotografía de la Casa Müller, Praga. 1928-1930. Adolf Loos.

Figura 1.10. Fotografía la Guardería infantil, Berlín. 1985-1990. Álvaro Siza.

En las viviendas de Concepción Arenal, aunque muy similar a la composición de su proyecto de Berlín, hay una clara estratificación horizontal de los huecos. Aunque las plantas de la primera a la tercera son iguales, los huecos abiertos no lo son. El criterio que dicta esta decisión parece puramente compositivo.

«Porque en una arquitectura tan escultórica como esta, aunque su fuerza se disuelva, desaparezca un poco al ser una parte de un todo, de una masa, su carácter es fuerte y el problema aparece al tener que abrir los huecos. Recuerdo las discusiones en maqueta, ventana aquí, ventana allí [...] El de la composición de los huecos es, sin duda, un tema central en la arquitectura.»⁶

Como nos explica el arquitecto en este fragmento, el tema de las ventanas fue central en el proyecto, y no solo por la composición de las fachadas, sino también por el material de las carpinterías.

5. Extracto de “una conversación con Siza”, . Unas Casas de Cádiz, 2004.

6. Extracto de “una conversación con Siza”, . Unas Casas de Cádiz, 2004.

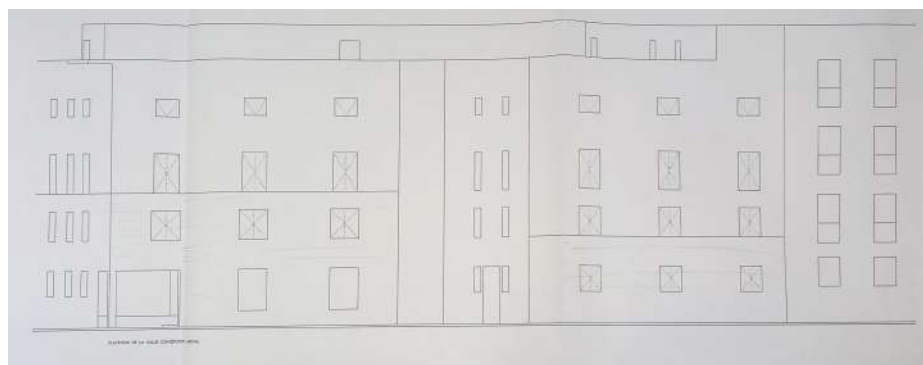
Siza y Otero se decantaron por carpinterías de madera de pino flandes pintadas de blanco, que requieren menor mantenimiento que las de aluminio y mayor confort; sin embargo, los vecinos reclamaban carpinterías de aluminio. Según exponen ambos proyectistas, muchos fabricantes les habían recomendado a la comunidad de vecinos el uso de aluminio por la cercanía al mar, aunque para lograr los mismos niveles de confort que con la madera se encarece y el precio crece desmesuradamente.

SIZA PROYECTO:23 VIVIENDAS EN CONCEPCION ARENAL, CADIZ				
NO	NUMERO DE UNIDADES	DESIGNACION DE LA CLASE DE OBRA	PRECIO DE LA UNIDAD	IMPORTE
		tas de 60x15 mm. y hoja prefabricada normalizada de 35 mm. centrada por dos cantos en madera de sapelly; herrajes de cierre y seguridad en latón de primera calidad, sistema de deslizamiento con quador y tope, colgado.		
14007	5,88	M2. de manopara fija ejecutada con perfiles de madera pino flandes de 1ª calidad para barnizar, no modulada, tipo III, incluso junquillos, garras de fijación y tapajuntas de 70x20 mm. Medida fuera fuera del cerco.		
14008	100,46	M2. ventana de hojas abatibles en madera pino flandes 1ª calidad para pintar, formada por: marco de 70x70 mm. en pino flandes con garras de fijación, hojas abatibles con palillería en madera de pino flandes de 40 mm. espesor, vierteaguas, tapajunta de 60x15 mm., herrajes de colgar y cierre en latón de 1ª calidad y p.p. de sellado de juntas con masilla elástica. Colgada. Medida fuera fuera cerco.		

SIZA PROYECTO:23 VIVIENDAS EN CONCEPCION ARENAL, CADIZ				
NO	NUMERO DE UNIDADES	DESIGNACION DE LA CLASE DE OBRA	PRECIO DE LA UNIDAD	IMPORTE
14010	4,20	M2. ventana de hojas abatibles en madera pino flandes 1ª calidad para pintar, formada por: marco de 70x70 mm. en pino flandes con garras de fijación, hojas abatibles con palillería en madera de pino flandes de 40 mm. espesor, vierteaguas, tapajunta de 60x15 mm., herrajes de colgar y cierre en latón de 1ª calidad y p.p. de sellado de juntas con masilla elástica. Colgada. Medida fuera fuera cerco.		
14011	63,25	M2. de ventana de hojas con eje basculante, ejecutada con perfiles de madera pino flandes 1ª calidad, incluso junquillo, garras de fijación, vierteaguas, tapajuntas de 60x15 mm., herrajes de colgar y de seguridad, brazo retenedor en latón de 1ª calidad y p.p. de sellado de juntas, colocación. Medida fuera a fuera cerco.		

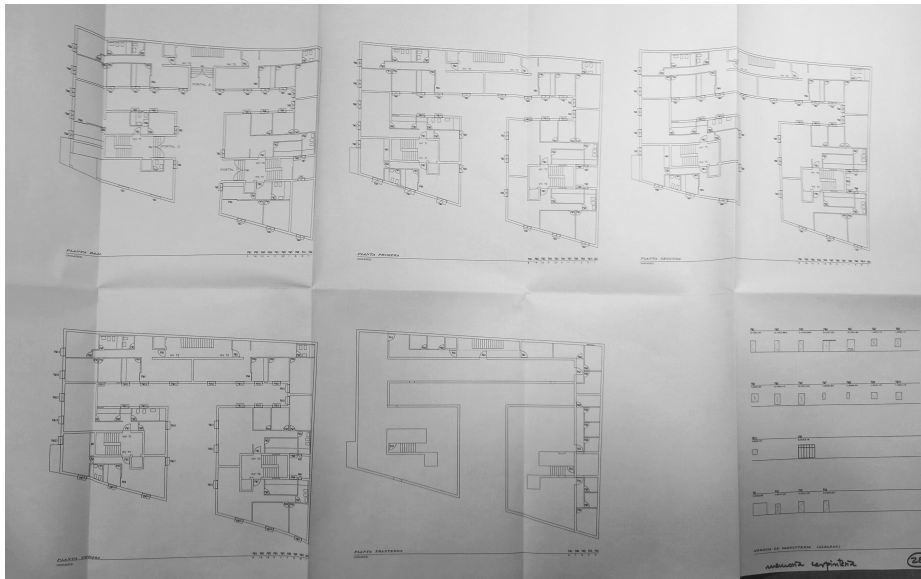
Figuras 1.11 y 1.12. Presupuesto general - capítulo 14: carpinterías.

Por otra parte, la disposición de las carpinterías se decidió por su valor compositivo más que por condicionantes de ventilación, uso de la estancia o sol.



Figuras 1.13 Alzado sur del Módulo B de Concepción Arenal.

Como se aprecia en el alzado del proyecto de ejecución de la obra, todas las ventanas de último piso son iguales, de una hoja con un eje basculante, por lo que no están pensadas para ser abiertas de par en par. En el resto de pisos, el tamaño de las ventanas varía según la fachada donde estén situadas, menos en esta, lo que resulta llamativo. Los datos de las carpinterías vienen definidos en la memoria de carpinterías del proyecto de ejecución, documento que ha sido crucial a lo largo del estudio energético para ceñirme a la realidad del proyecto original, ya que a fecha de hoy la mayor parte de las carpinterías originales han sido cambiadas.



Figuras 1.14 Memoria de carpinterías del proyecto de ejecución.

Las ventanas que sustituyen a las originales son de aluminio. El cambio de material puede deberse a cuestiones económicas y para mejorar la protección solar, o en el caso de la planta superior, por el modo de apertura.

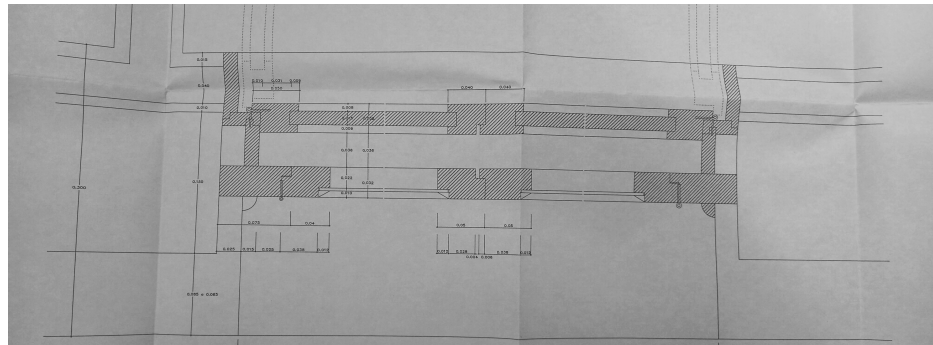
Un detalle singular de la obra son las contraventanas. Tener en cuenta el emplazamiento de los proyectos es vital a la hora de tomar estas decisiones, en Cádiz el número de horas de sol diario es muy alto, por lo que elegir un sistema de protección solar adecuado es de gran importancia.

En el proyecto original, las contraventanas se colocan en el interior, detrás del vidrio. Esta posición es útil en climas como el de Galicia, donde se pretende evitar la pérdida de calor en invierno, pero en un clima cálido, la posición más óptima es sin lugar a dudas la exterior, para proteger del calor.

*«En cuanto a la luz, la luz de Cádiz es mucho más la luz de Lisboa. Oporto es más como Galicia, llueve y, habitualmente, es una ciudad más oscura, más gris, y, por tanto, la respuesta de la arquitectura es distinta.»*⁷

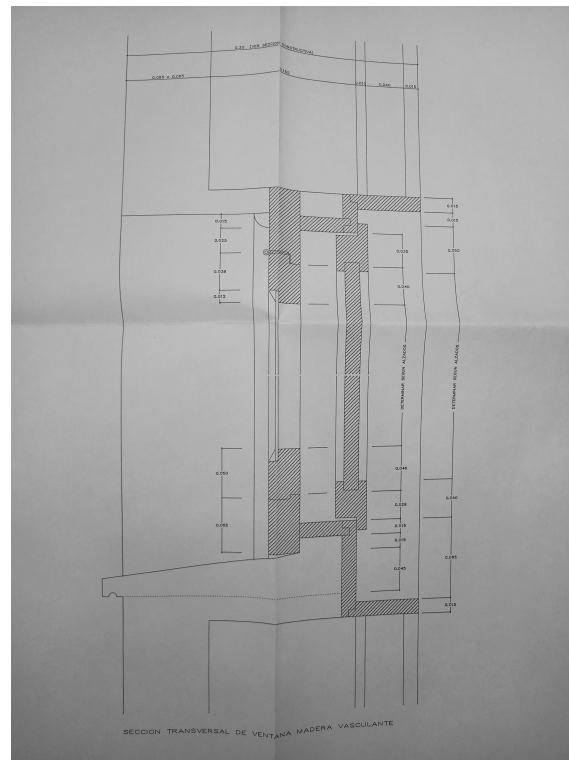
⁷ Extracto de “una conversación con Siza”, . Unas Casas de Cádiz, 2004.

Figuras 1.15 Detalle de carpintería de madera del proyecto de ejecución.



Siza reconocía la diferencia de la luz de su ciudad natal (Matosinhos pertenece al distrito de Oporto) y Cádiz; sin embargo no se reflejó en esta decisión. La solución adoptada es mucho más fiel al clima del norte de la Península, aunque el clima de Lisboa y el de Cádiz siguen sin ser iguales,

Figuras 1.16 Detalle de carpintería de madera del proyecto de ejecución.



ya que no tienen la misma latitud ni condiciones geográficas y urbanas

En cambio, no ocupa toda la cubierta con los trasteros, dejando espacio transitable en la azotea. Al no contar el edificio con instalaciones que necesiten este espacio, los vecinos cuentan con ese espacio. Esto demuestra la atención que prestó a la vida en la ciudad, ya que el espíritu de vecindad se materializa en estos espacios comunes donde reunirse.

No obstante, al finalizar la primera fase (módulo B), la construcción del módulo A se prorrogó. En una conversación con Rafael Otero, Siza explicó que se le criticó bastante, lo que resultó en una gran antipatía por parte de los vecinos.

«Claramente hubo una manipulación para provocar un rechazo con respecto a lo realizado en la primera fase. Se les decía a los vecinos lo horrible que era esto o aquello. Estuve allí más de una vez con ellos y comprobé que había una animosidad tremenda, inexplicable, quizás provocada por informaciones anteriores respecto a mí. Recuerdo que estuvimos dialogando sobre las terrazas y la mejor solución para tender la ropa [...] y mejoró un poco esta animosidad inicial porque, a mi juicio, entendieron que yo era una persona dialogante, sólo que el diálogo ocurre cuando dos personas quieren que se produzca»⁸.



Figuras 1.17 Fotografía de la cubierta del edificio (módulo B). Abril 2023.



Figuras 1.18 Fotografía de la cubierta del nuevo edificio (módulo A). Abril 2023.

Los vecinos reclamaban que no había previsto un espacio designado para tender la ropa, problema al que se le dio respuesta más adelante por parte de la comunidad. Una vez se retomó la construcción de la segunda fase, Siza había tenido en cuenta el reclamo generalizado y reservó un espacio de la cubierta para este fin.

8. Extracto de “una conversación con Siza”, . Unas Casas de Cádiz, 2004.

En el edificio de estudio, aunque colocaron cuerdas para resolver el problema, la ropa queda a la vista, mientras que en el nuevo edificio se esconde tras un muro. Además, en el nuevo módulo, al tener ese espacio designado, el resto de la cubierta está libre, siendo más agradable pasar tiempo en él.

La cubierta de la primera fase está dividida por los trasteros, que la separan en dos partes. A una de ellas, del lado oeste, dando a la calle Botica, se accede a través de dos núcleos de comunicación, uno de ellos situados dentro del espacio cubierto por los trasteros, mientras que al segundo espacio, de menor tamaño, se accede por el tercer núcleo de comunicaciones.

Al estar el espacio fragmentado, ya que no hay conexión por los trasteros tampoco, los espacios reservados para tender también lo están. Al visitar el edificio me sorprendió la cantidad de espacio reservado para este fin, puesto que siendo un día común, martes 4 de abril a las doce de la mañana, no estaba en uso, mientras que el módulo A, como se ve en la foto sí lo estaba, hecho que recalco porque había gente pasando tiempo allí y no solo tenía carácter funcional.

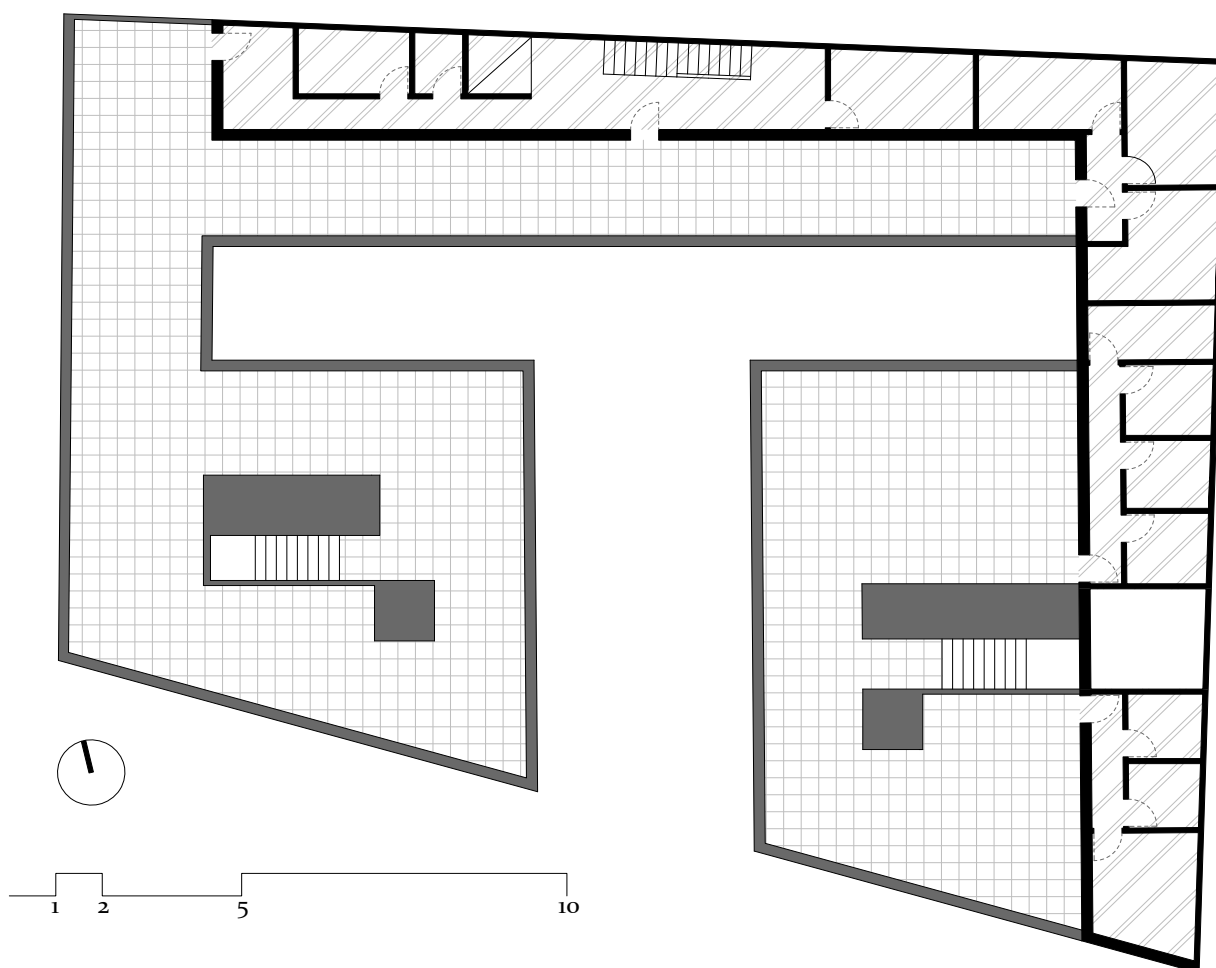


Figura 1.19 Plano de cubierta.
Elaboración propia.

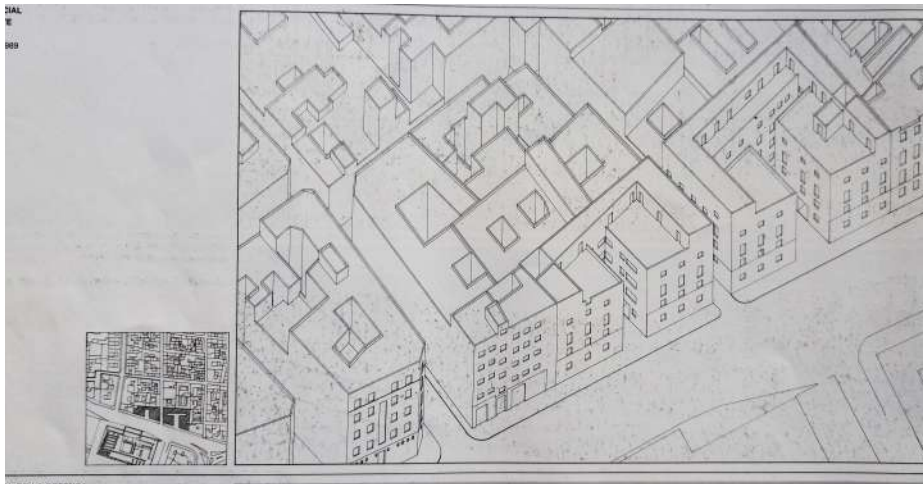


Figura 1.20 Primera axonometría del conjunto. 1989. Libro Alvaro Siza : 1986-1995.

La axonometría está fechada en el 89, aunque el resultado final varió. Los trasteros no rodean todo el perímetro, sino que solo se sitúan en espacios con medianeras, conectando visualmente los dos edificios, lo cual acentúa con voladizos que se prolongan hasta casi entrar en contacto.

Sin embargo, el planteamiento inicial de la cubierta era menos convencional. En los primeros croquis del proyecto, Siza dibujaba árboles en la azotea, lo que preocupaba a Rafael Otero (arquitecto colaborador).

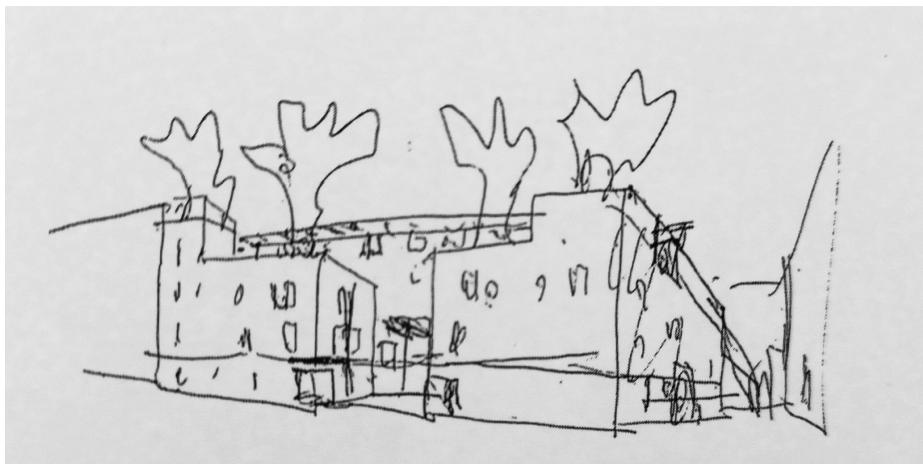


Figura 1.21 Croquis de Álvaro Siza. Azotea de las viviendas sociales en Cádiz. Unas Casas de Cádiz.

«R.O. Había una cosa que a mí me tenía absolutamente preocupado. Al principio siempre dibujabas un árbol arriba en la azotea...

A.S. Yo creo, que en un momento determinado pensé en ajardinar la terraza. Será porque hay ejemplos en esos grabados antiguos como el los jardines de Babilonia [...] cuando uno piensa, cuando uno queda obsesionado por la importancia de las azoteas, lo quiere meter todo ahí, precisamente, el resultado del proceso proyectual es adquirir la justa proporción. Estos dibujos de la azotea hablan de lo obsesionado que estaba yo con el tema.»⁹

9. Extracto de "una conversación con Siza", . Unas Casas de Cádiz, 2004.

Con el paso del tiempo y las viviendas ocupadas, los espacios se transforman, no debemos pasar por alto que el proyecto no es un ente aislado, sino que es parte de un contexto y del día a día de los vecinos. Los patios y los huecos de las ventanas están actualmente llenas de macetas, lo que, como dice Tomás Carranza en la conversación con Siza, dota de una gran vitalidad al proyecto. Es por esto que al plantear la rehabilitación, no descarté ajardina, en su justa proporción, la azotea.

«R.O. Todo encuentra su lugar natural. Los arquitectos siempre estamos muy preocupados por la vulnerabilidad que a veces vemos que tiene la arquitectura contemporánea. Ese afán por acabar la obra hasta los últimos detalles que después los habitantes se encargan de desmontar. El principio siempre es el mismo. Parece como si en el inquilino hubiera una reacción contraria hacia el proyecto en el que habita. Hay una primera etapa de ataque más voraz en contra de la obra, en algunos casos desde luego con mucha razón, y en otros quizá con menos. En un segundo momento, una vez apaciguados los ánimos, empiezan a considerarla una cosa suya, empiezan a ser bonitas.»¹⁰

10. Extracto de "una conversación con Siza", . Unas Casas de Cádiz, 2004. Reflexión de Rafael Otero.



Figura 1.22 Elaboración propia.

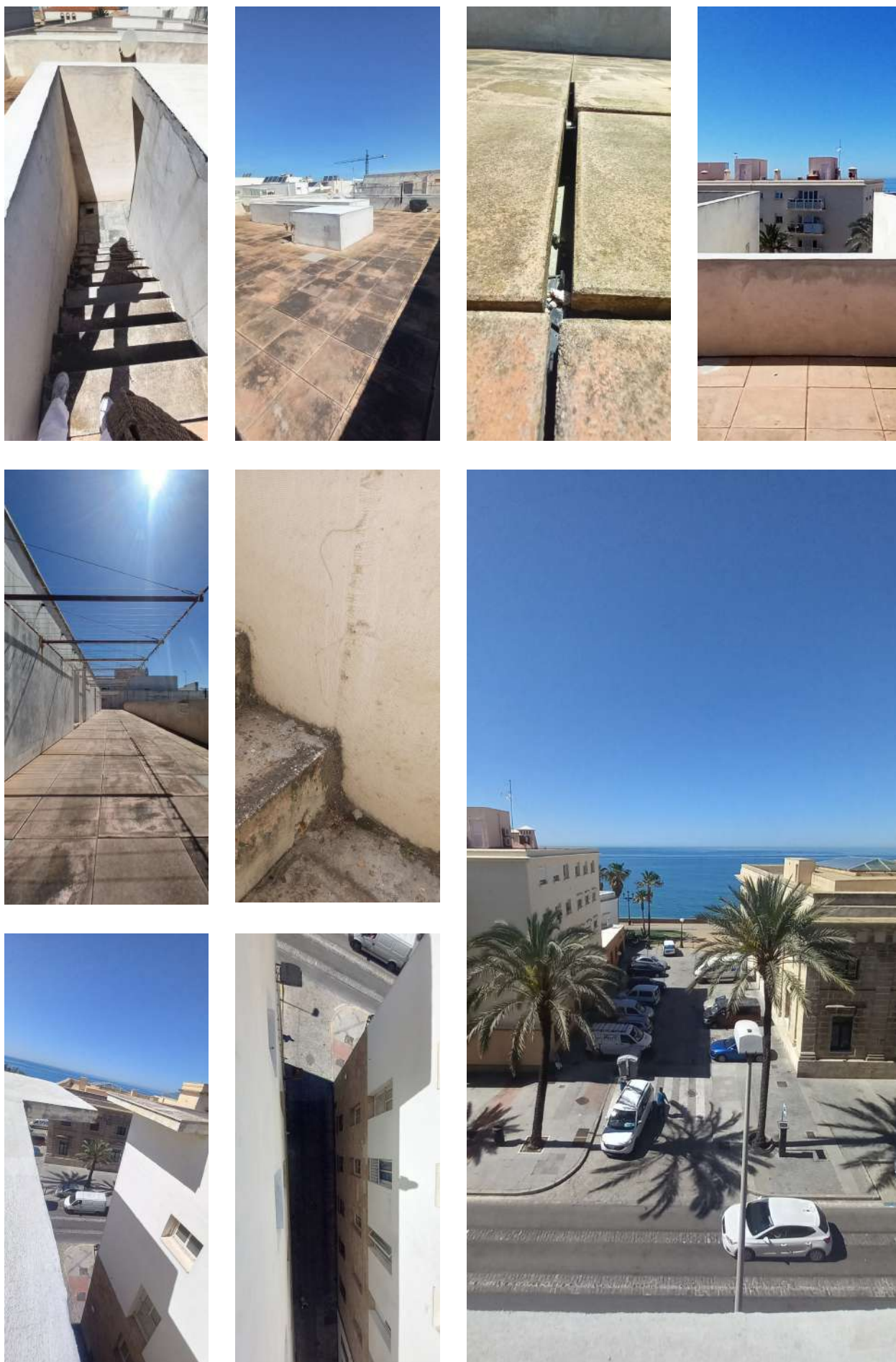


Figura 1.23 - 1.31
Elaboración propia.



Figura 1.32 Planta tipo.
Elaboración propia.

El proyecto cuenta en total con veintitrés viviendas y dos locales comerciales, a los que se accede mediante tres puertas de acceso. En la planta baja, el primer núcleo de comunicaciones (oeste), pierde el primer apartamento, ya que el programa incluía un bar, al cual no se accede a través del edificio, sino a través de la calle. En el resto de plantas, la pared divisoria de las dos estancias se mueve, acomodando mejor la disposición de las estancias.

Para ventilar mejor las viviendas del tercer núcleo de comunicaciones, situado al este, colocan un patio interior en el cual colocar ventanas. A este patio solo tiene acceso el segundo local comercial.

Cuando estuve en el edificio pude comprobar que no se había tenido en cuenta la accesibilidad en todo el edificio, todos los accesos cuentan con rampa y cada núcleo de comunicaciones tiene ascensor propio; sin embargo, los ascensores no llegan a la cubierta, por lo que aquellas personas con movilidad reducida no pueden acceder a ellas.

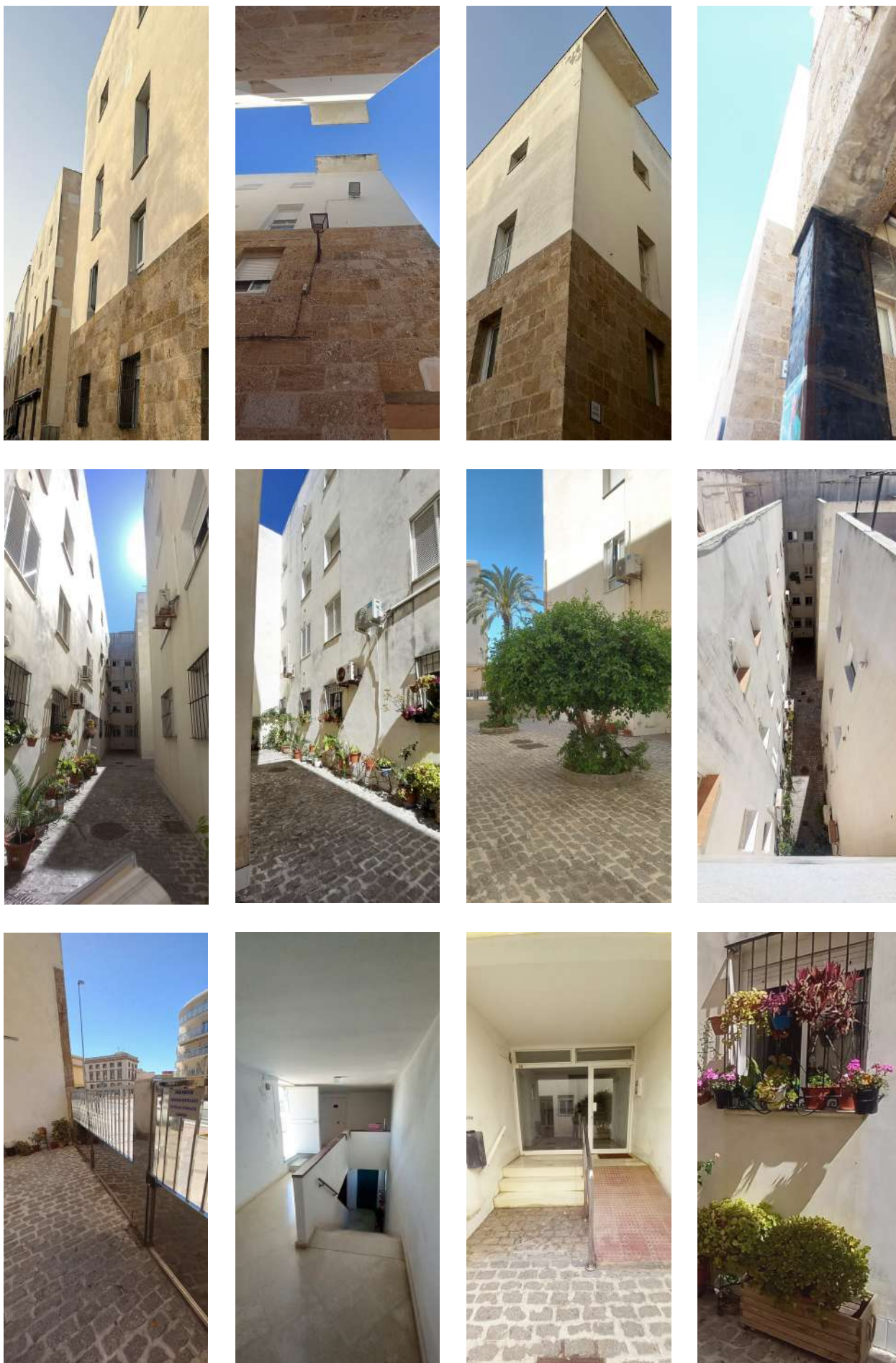


Figura 1.33 - 1.44
Elaboración propia.

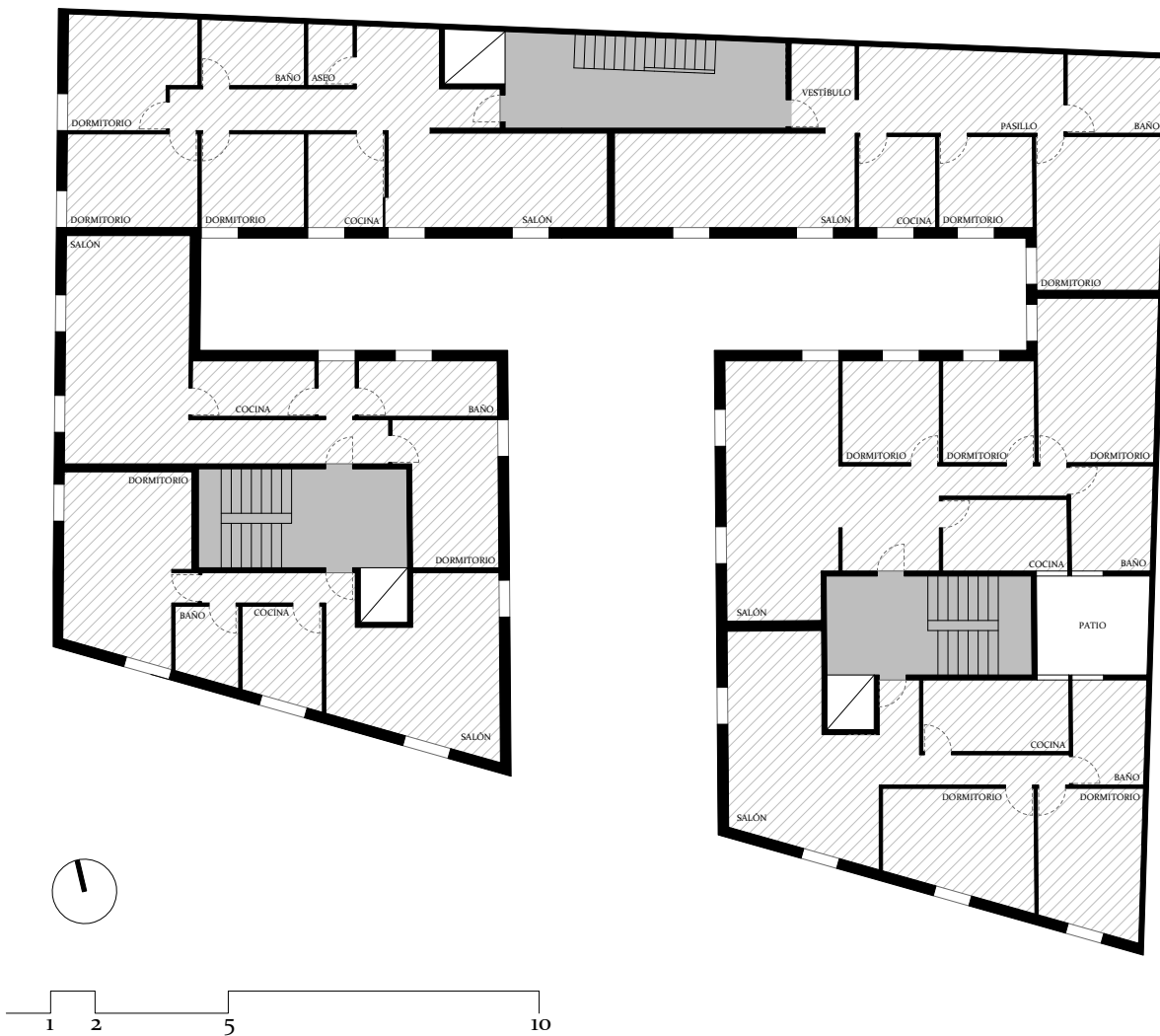


Figura 1.45 Planta tipo.
Elaboración propia.

La forma del edificio consigue que casi todas las estancias tengan iluminación y ventilación natural y los pocos espacios que no lo tienen se utilizan mayoritariamente como baños. Además, gracias al patio central la mayor parte de las viviendas cuenta con ventanas en paredes opuestas o adyacentes, lo que facilita a la renovación del aire en las estancias. Si prestamos atención a los núcleos de escaleras, están abiertos en cubierta, por lo que el aire caliente en verano tiene salida natural inducida.

Las cocinas de los apartamentos que dan al patio del primer núcleo no cuentan con ventanas, lo que llama la atención, ya que disponen de espacio para ello. Teniendo en cuenta el nivel de atención prestado a la apertura de huecos en las fachadas, puede que no quisieran que pareciera simétrico. En el caso de que la hipótesis fuese correcta, las fachadas enfrentadas seguirían la misma regla.

Para sacar la certificación energética siendo fiel a la realidad del proyecto, estudié en detalle las superficies y medidas de los apartamentos, ya que al tratarse de viviendas sociales, los programas estaban muy definidos, dejando poco margen de libertad.

Figura 1.46 Cuadro de superficies útiles. Datos tomados del proyecto de ejecución. Elaboración propia.

		Nº Habitaciones		Planta Baja (m ²)	Planta Tipo (m ²)
Portal 1 (drcha)	Vivienda 1	3		79,35	83,94
	Vivienda 2	1	2	47,35	73,60
Portal 2	Vivienda 1	3		79,40	84,32
	Vivienda 2	2		70,40	75,26
Portal 3 (izq)	Vivienda 1	1		56,47	58,87
	Vivienda 2	-	1	-	55,52
Portal 1 (drcha)	Local 1	-		21,42	-
Portal 3 (izq)	Local 2	-		51,95	-

El aumento en superficie en las plantas tipo se debe al menor tamaño de los núcleos de comunicaciones, añadiendo la superficie del acceso desde el patio a las viviendas.

Superficies útiles del módulo B:

Portal 1: 620,74 m²

Portal 2: 628,54 m²

Portal 3: 451,59 m²

Trasteros: 111,36 m²

TOTAL: 1812,23 m²

Superficies construidas:

Módulo B: 2253,52 m²

Trasteros: 165,98 m²

Local: 62,18 m²

Transformador: 26,78 m²

TOTAL: 2508,46 m²



Figura 1.47 Vista del patio
Elaboración propia.

Figura 1.48 Axonometría del
conjunto. Elaboración propia.



2 Estudio constructivo del proyecto original

El proyecto de ejecución de las viviendas contenía varias categorías de documentación: planos, memoria técnica, el presupuesto de la obra y documentos que justificaban el cumplimiento de normativas. Tras analizar el funcionamiento del conjunto, empecé a estudiar detenidamente toda la información referente a la construcción del mismo.

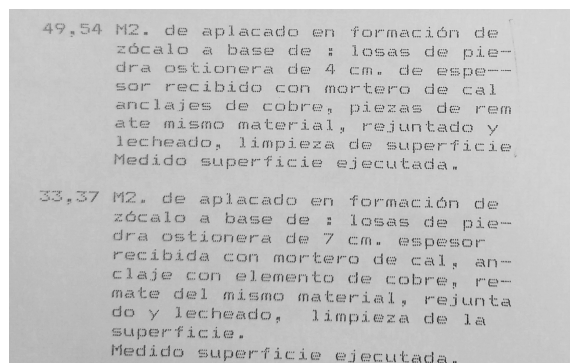
Los proyectos de ejecución son cada vez más minuciosos. En el 1992, cuando se presenta este, tenían menor nivel de definición, por lo que para conseguir un entendimiento global del edificio necesité reconstruir los detalles constructivos mediante las definiciones descritas en el presupuesto y en la memoria técnica.

En el proyecto se plantea una estructura vertical de muros de hormigón armado H-200, para revestir por las dos caras, con armadura de acero AEH-400 N/F; sin embargo, aunque la composición del trasdosado es igual en todas las plantas, este no es el caso de la fachada.

Para conseguir que el cerramiento de piedra ostionera y el de fachada blanca quedasen a ras, juegan con los espesores de mortero y el aislamiento en el cerramiento de piedra, lo que consigue que el espesor de la fachada, contando el trasdosado, sea de 30,50 centímetros en todo momento.

Tras examinar la sección, el estrato de piedra ostionera utiliza diferentes espesores de aplacado hasta la altura del primer forjado de la planta baja, que está elevado sesenta centímetros debido al forjado sanitario. En total hay una variación de 3 centímetros en el espesor de la piedra utilizada, esta decisión anticipa un mayor desgaste de esa zona de la fachada debido a su mayor exposición. Sin embargo, en los 60 centímetros de forjado no colocan aislamiento, que consigue el efecto visual deseado.

Figura 2.1 Partidas del capítulo de revestimientos del presupuesto original.



49,54	M2. de aplacado en formación de zócalo a base de : losas de piedra ostionera de 4 cm. de espesor recibido con mortero de cal anclajes de cobre, piezas de remate mismo material, rejuntado y lechado, limpieza de superficie. Medido superficie ejecutada.
33,37	M2. de aplacado en formación de zócalo a base de : losas de piedra ostionera de 7 cm. espesor recibida con mortero de cal, anclaje con elemento de cobre, remate del mismo material, rejuntado y lechado, limpieza de la superficie. Medido superficie ejecutada.

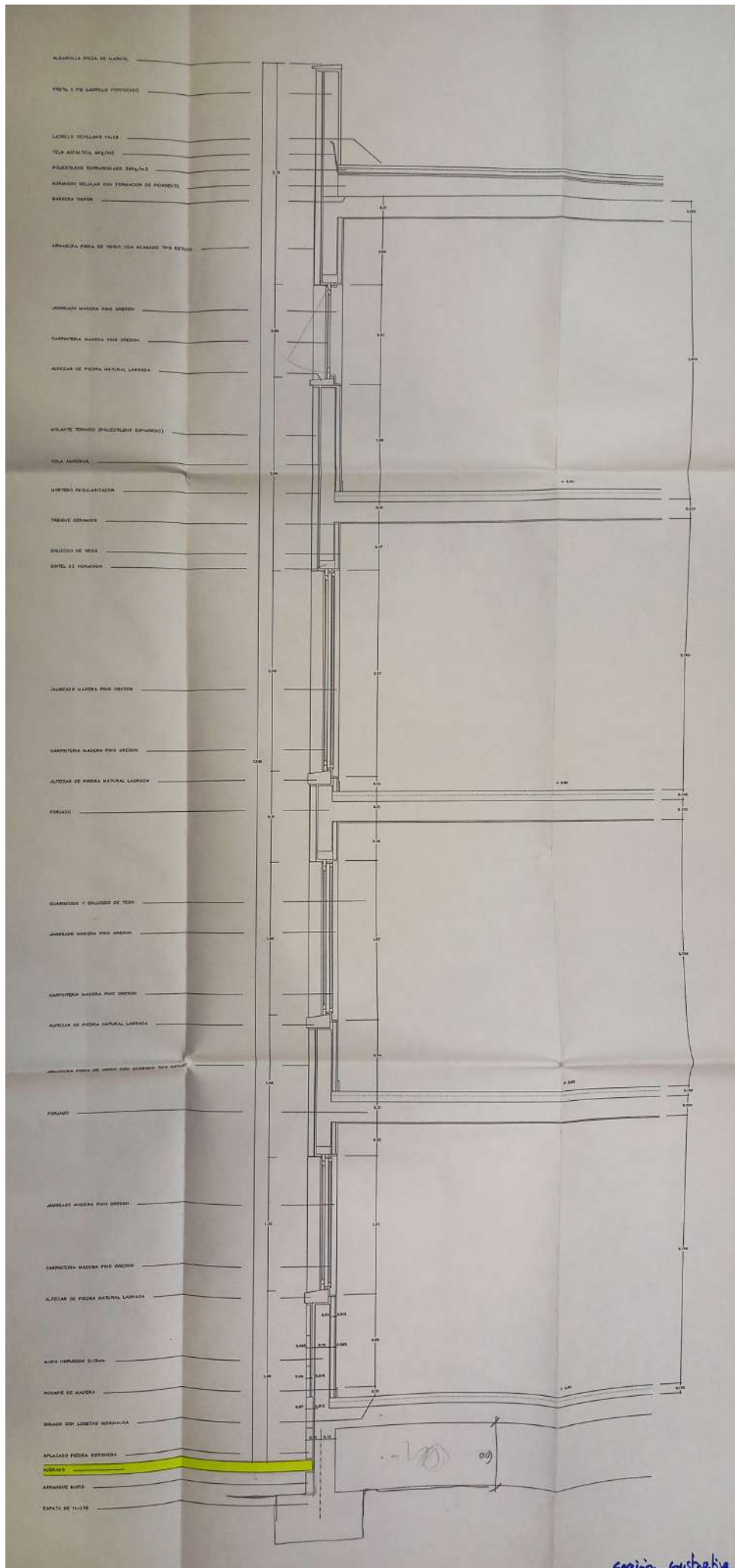


Figura 2.2 Sección constructiva. Proyecto de ejecución.

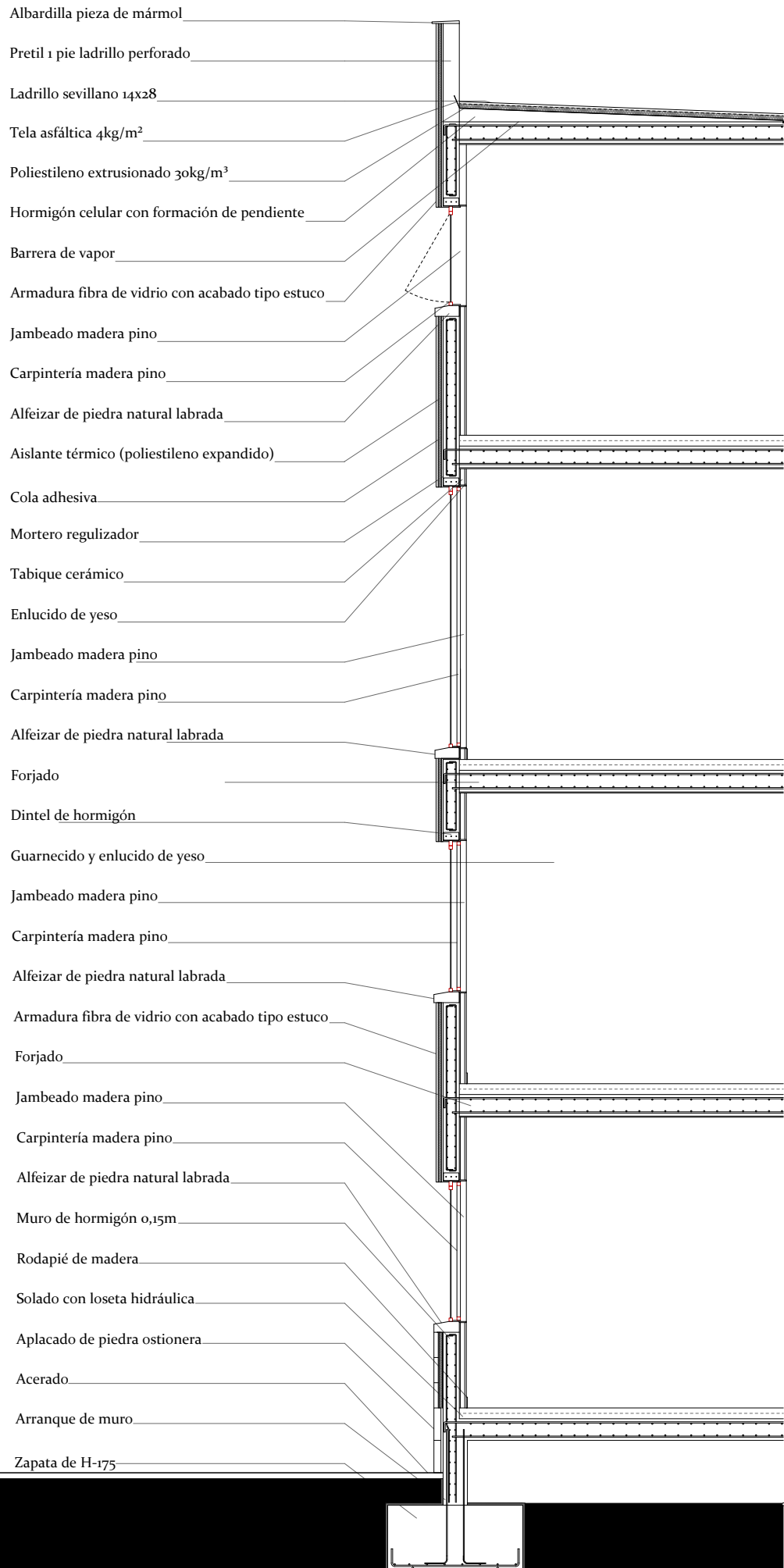


Figura 2.3 Sección
 constructiva original.
 Elaboración propia a partir
 del proyecto de ejecución.

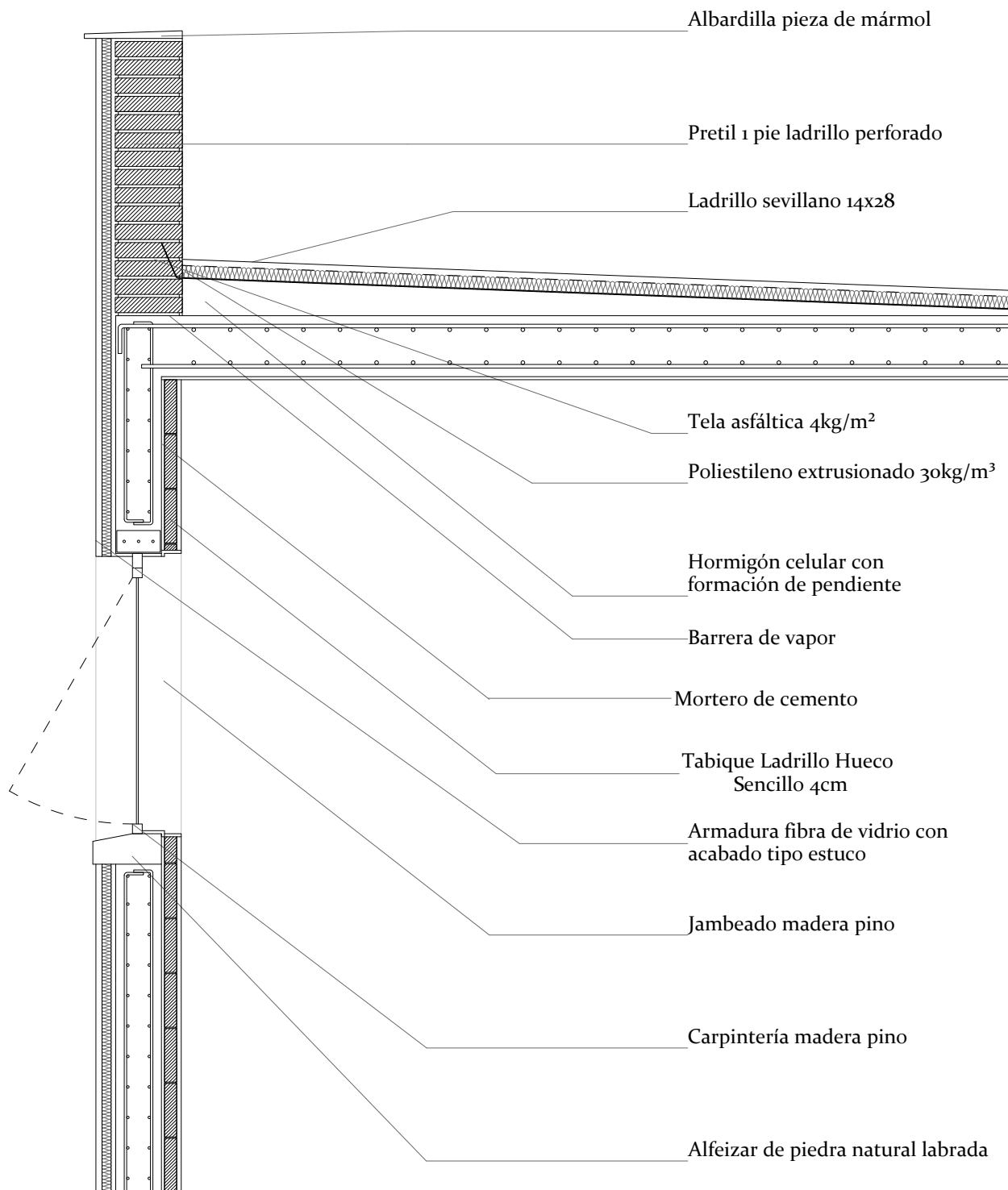
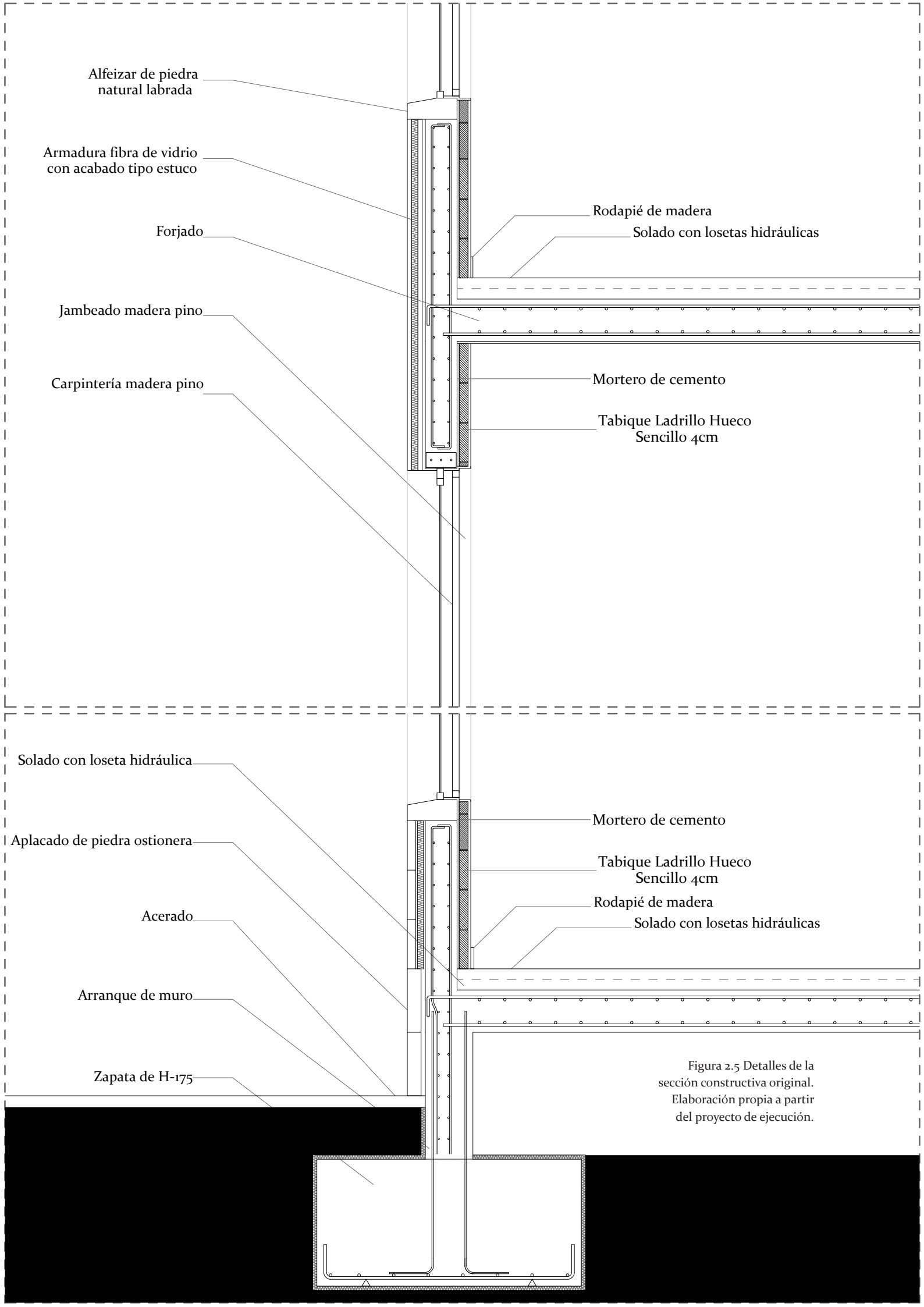


Figura 2.4 Detalles de la sección constructiva original. Elaboración propia a partir del proyecto de ejecución.



Alfeizar de piedra natural labrada

Armadura fibra de vidrio con acabado tipo estuco

Forjado

Rodapié de madera

Solado con losetas hidráulicas

Jambeado madera pino

Carpintería madera pino

Mortero de cemento

Tabique Ladrillo Huevo Sencillo 4cm

Solado con loseta hidráulica

Aplacado de piedra ostionera

Acerado

Arranque de muro

Zapata de H-175

Mortero de cemento

Tabique Ladrillo Huevo Sencillo 4cm

Rodapié de madera

Solado con losetas hidráulicas

Figura 2.5 Detalles de la sección constructiva original. Elaboración propia a partir del proyecto de ejecución.

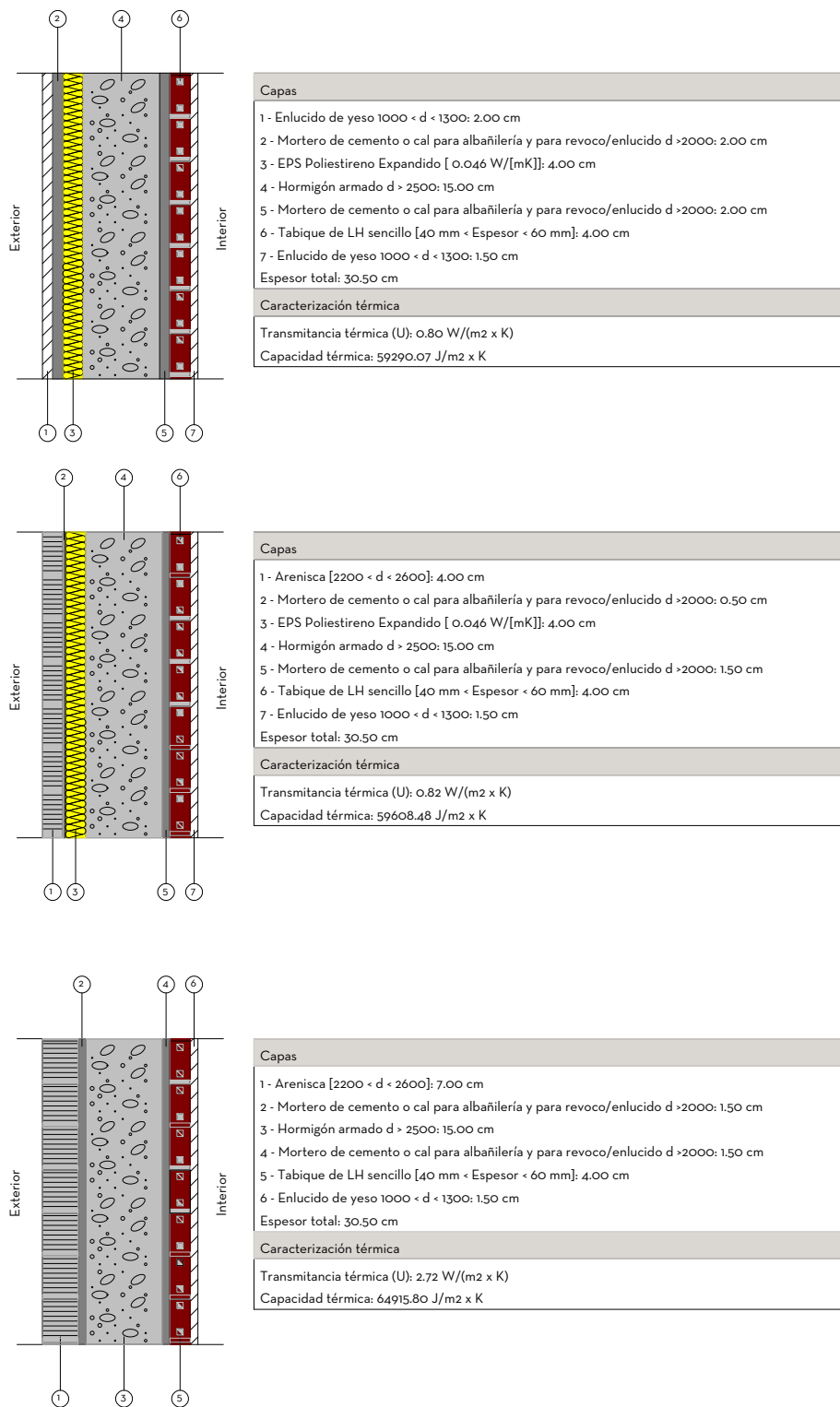


Figura 2.6 Definición por capas de los cerramientos. Elaboración propia.

Tras entender la construcción de toda la fachada, decidí calcular los valores de transmitancia térmica originales, con el objetivo de mejorarlos considerablemente al plantear la rehabilitación.

«La fachada es uno de los elementos por el que más calor se transmite: aproximadamente entre un 20-30% del total del edificio.»¹¹

11. Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial : guía técnica de rehabilitación energética de edificios para técnicos especializados en construcción

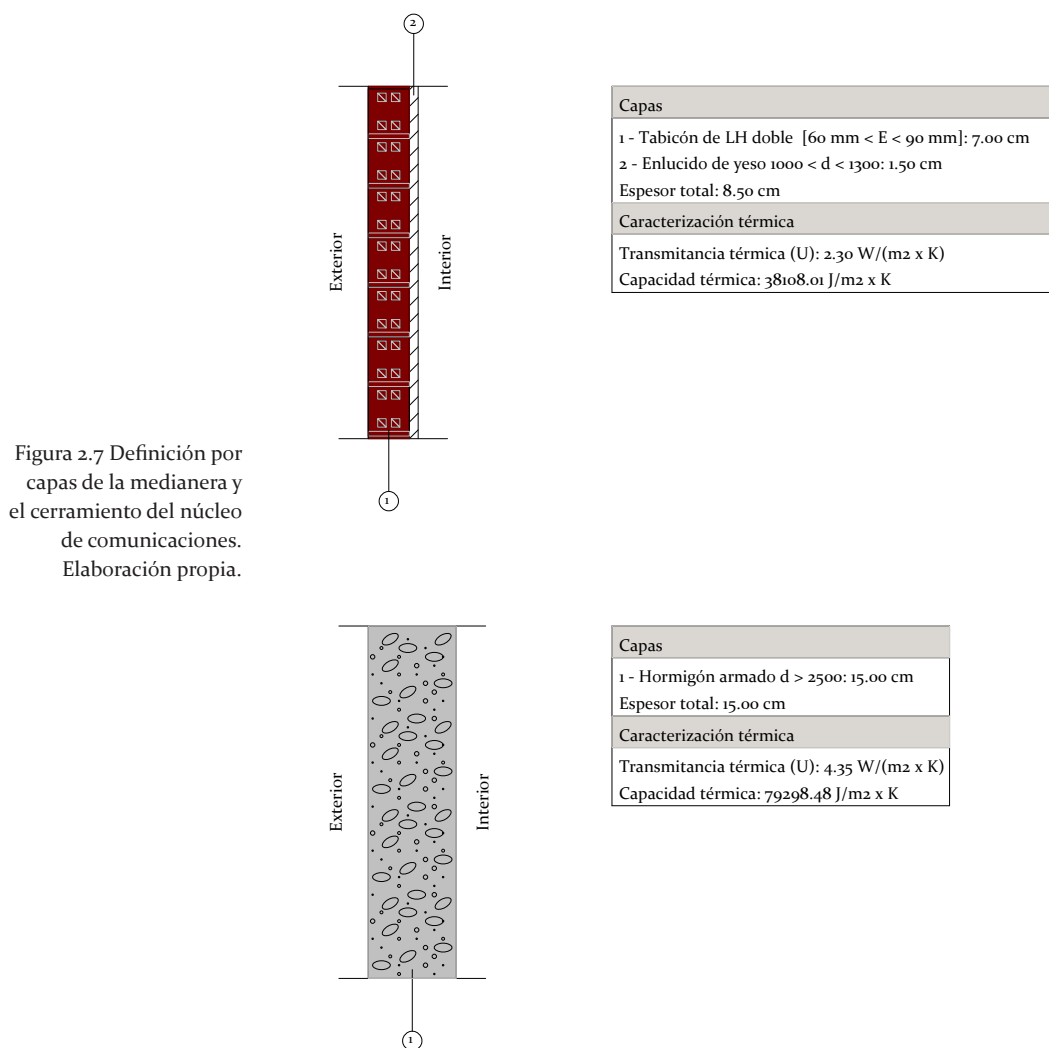
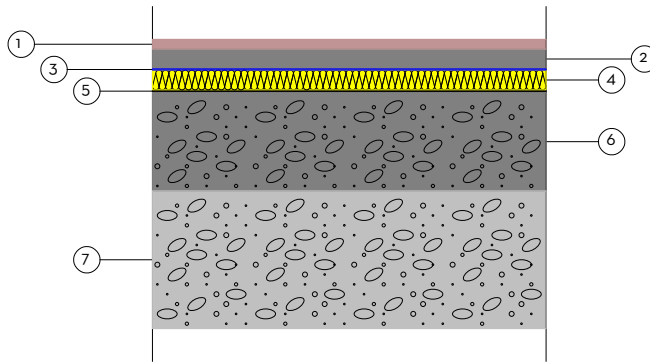


Figura 2.7 Definición por capas de la medianera y el cerramiento del núcleo de comunicaciones. Elaboración propia.

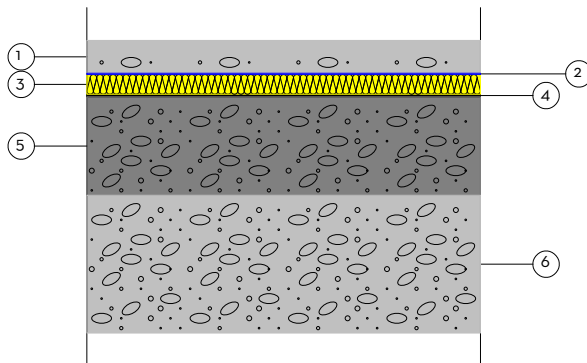
En su estado actual, estas cifras son superiores a los valores límites de transmitancia térmica del CTE actual. Los muros y suelos con contacto exterior en Cádiz zona climática A3) no pueden superar los $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ según el HE 1 sobre condiciones para el control de la demanda energética.

En el caso de las medianeras, la normativa es menos exigente. Son cerramientos adiabáticos, se asume que los espacios contiguos son habitables, por lo que el intercambio de energía es nulo. El valor límite para las medianeras es de $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Este valor, aun siendo este más alto, se alejan mucho de las cifras actuales.

El cerramiento de fachadas en contacto con el espacio interior no cumplen, pero no será distan tanto de la construcción actual. No obstante, cumplir la normativa no significa que el edificio tenga un nivel de eficiencia energética óptimo, que es el objetivo del estudio. En cambio, la fracción de la fachada que cubre el forjado sanitario no está en contacto directo con espacios habitables, por lo tanto, su valor límite es equivalente al de las medianeras y volvemos a encontrarnos con una diferencia notable.



Capas
1 - Azulejo cerámico: 1.50 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$: 3.00 cm
3 - Polipropileno [PP]: 0.20 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₄ [0.042 W/[mK]]: 3.00 cm
5 - Betún fieltro o lámina: 0.40 cm
6 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$: 15.00 cm
7 - losa de hormigón $d = 2000$ y canto 200 mm: 21.00 cm
Espesor total: 44.10 cm
Caracterización térmica
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.84 W/(m ² x K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.89 W/(m ² x K)
Capacidad térmica: 86874.78 J/m ² x K



Capas
1 - Canto Rodado: 5.00 cm
2 - Polipropileno [PP]: 0.20 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₄ [0.042 W/[mK]]: 3.00 cm
4 - Betún fieltro o lámina: 0.40 cm
5 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$: 15.00 cm
6 - losa de hormigón $d = 2000$ y canto 200 mm: 21.00 cm
Espesor total: 44.60 cm
Caracterización térmica
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.84 W/(m ² x K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.90 W/(m ² x K)
Capacidad térmica: 74907.74 J/m ² x K

Figura 2.8 Definición por capas de las cubiertas.
Elaboración propia.

Con el fin de evaluar el comportamiento energético de las soluciones de cubierta, vuelvo a utilizar su definición por capas y calculo su transmitancia térmica original. Para su estudio he considerado un alto espesor de mortero para formación de pendientes debido a sus dimensiones.

Por la cubierta se pierde aproximadamente un 30% del calor del edificio, dato que se refleja en el valor límite de transmitancia térmica que tiene este elemento constructivo.

La NBE CT 79, Norma Básica de la Edificación sobre condiciones térmicas en los edificios, obligaba al cálculo del coeficiente de transmisión de calor (K_G) de los edificios. Utilizar aislamiento en los edificios se convirtió en necesario para el cumplimiento de la norma. Por esta razón, en la década de los 90 se normalizó el uso de aislantes de entre 3 y 4 centímetros.

En el caso de las viviendas en Concepción Arenal, se optó por colocar paneles aislantes de poliestireno extrusionado de 30 milímetros en la cubierta, lo que contrasta con el EPS, poliestireno expandido, colocado en fachadas.

«Los XPS tienen mayor resistencia al agua, mayor densidad y su instalación es más sencilla por la posibilidad de machihembrado, lo que evita el problema de las juntas.»¹²

La primera cubierta, de azulejo cerámico, se aplica en toda la cubierta transitable, siendo el segundo detalle constructivo la solución elegida para cubrir los trasteros. Las transmitancias de ambas superan con creces los 0,5 W/m²K límite que dicta el CTE de ahorro energético actual.

Figura 2.9 Partidas del presupuesto de las cubiertas. Proyecto de ejecución.

Capítulo:06 CUBIERTAS.	
354,49 M2.	de faldón de azotea invertida transitable constituida por : formación de pendiente suave con mortero M-20 (1:8); membrana de betún polimérico de 4mm. con doble armadura de polietileno, capa difusora de vapor 70 Gr/m2. , panel aislante de poliestireno extrusionado de 30 mm. espesor y densidad 25 Kg/m3. de juntas es calonadas a media madera, tejido antipunzonamiento de polipropileno de 100 Gr/m2., y capa mortero M-40 (1:6) de 3 cm. espesor y solado con baldosa cerámica de 14x28 cm. recibido con mortero bastardo M-40 (1:1:7); incluso enlechado con pasta de cal, avitolado y p.p. de solapes. Medido en proyección horizontal.
165,24 M2.	de faldón de azotea invertida a no transitable constituida por : formación de pendiente suave con mortero M-20 (1:8); membrana de betún polimérico de 4mm. con doble armadura de polietileno, capa difusora de vapor 70 Gr/m2. , panel aislante de poliestireno extrusionado de 30 mm. espesor y densidad 25 Kg/m3. de juntas es calonadas a media madera, tejido antipunzonamiento de polipropileno de 100 Gr/m2., y capa protección de 5 cm. de espesor con árido rodado de 16 a 32 mm. de diámetro. Medido en proyección horizontal.

12. Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial : guía técnica de rehabilitación energética de edificios para técnicos especializados en construcción

«Las ventanas juegan un doble papel en las edificaciones: por una parte forman parte del cerramiento, por lo que deben ser estancas y aislantes en un nivel lo más alto y aproximado al de la parte opaca posible, y por otra parte constituyen los únicos elementos que permiten gestionar la entrada de la radiación solar. Es por tanto imprescindible considerar junto a las ventanas los dispositivos de control solar, tanto exteriores como interiores.»¹³

Las carpinterías utilizadas en el proyecto son de madera de pino flandes (nombre comercial del pino silvestre) pintadas de blanco. Están acristaladas con lunas pulidas flotadas e incoloras de 6 milímetros de espesor.

«Para evitar absorciones excesivas de humedad, alabeos y fallos en los acabados, [...], la humedad inicial de la madera maciza debe adecuarse a la de su entorno.»¹⁴

En el caso de Andalucía, debe estar comprendida entre el 11 y 14%, por lo tanto, el 12% de humedad de la madera elegida es idónea para el entorno. En cuanto a la eficiencia de los marcos de madera, depende de su densidad. La de la madera de pino es media-baja, por lo que la transmitancia térmica de los perfiles según la norma UNE-EN ISO 10077-1 es de 2 W/m²K.

Las carpinterías son acristaladas con vidrios simples de 6 milímetros de espesor. Para entender las propiedades de un vidrio, no solo debemos detenemos en su transmitancia térmica, sino que tendremos en cuenta su factor solar.

«Cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente. Se refiere exclusivamente a la parte semitransparente de un hueco.»¹⁵

Cuanto menor sea el factor solar, menos porcentaje de radiación solar ha conseguido pasar y menos calor entra. El vidrio monolítico tiene un factor solar de 0,85. Al ser el vidrio más sencillo que se utiliza en construcción, también cuenta con el mayor factor solar.

El último elemento que nos queda por considerar en el estudio de los huecos son las contraventanas. En el proyecto original, las contraventanas son de madera pintada de blanco y se colocan en el interior. Su factor de reflexión según el documento de apoyo al Documento Básico de ahorro de energía es de 0,34.

13. Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial : guía técnica de rehabilitación energética de edificios para técnicos especializados en construcción

14. Guía de la madera. J. Enrique Peraza.

15. Definición de factor solar por el CTE.

Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ($g_{gl,sh,wi}$)

Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar		Protección exterior				Protección interior			
		Factor de reflexión ($\rho_{e,B}$)				Factor de reflexión ($\rho_{i,B}$)			
$T_{e,B}$	Tipo de vidrio	blanco	pastel	oscuro	negro	blanco	pastel	oscuro	negro
0 (p.ej: persianas)	Vidrio sencillo	0,06	0,11	0,15	0,19	0,34	0,43	0,54	0,66
	Vidrio doble	0,05	0,08	0,11	0,14	0,34	0,43	0,53	0,63
	Vidrio doble bajo emisivo	0,03	0,05	0,08	0,10	0,34	0,42	0,51	0,59
	Vidrio triple bajo emisivo	0,03	0,05	0,06	0,08	0,30	0,34	0,38	0,41
0,2 (p.ej: toldos)	Vidrio sencillo	0,22	0,27	0,31	0,33	0,39	0,51	0,62	0,68
	Vidrio doble	0,20	0,23	0,26	0,28	0,39	0,50	0,60	0,65
	Vidrio doble bajo emisivo	0,17	0,20	0,22	0,23	0,39	0,48	0,56	0,61
	Vidrio triple bajo emisivo	0,13	0,15	0,16	0,17	0,32	0,36	0,40	0,42
0,4 (p.ej: cortinas)	Vidrio sencillo	0,41	0,43	0,45	0,47	0,53	0,59	0,65	0,71
	Vidrio doble	0,36	0,38	0,39	0,41	0,51	0,56	0,61	0,66
	Vidrio doble bajo emisivo	0,33	0,34	0,35	0,36	0,49	0,53	0,58	0,62
	Vidrio triple bajo emisivo	0,24	0,25	0,26	0,27	0,37	0,38	0,40	0,42

Figura 2.10 Factores de reflexión para dispositivos de sombra móvil. CTE DB HE.

Los forjados son losas macizas de 21 centímetros de canto y cuentan con aislamiento acústico contra el impacto a base de láminas de polietileno espumado de células cerradas de 5 centímetros de espesor.

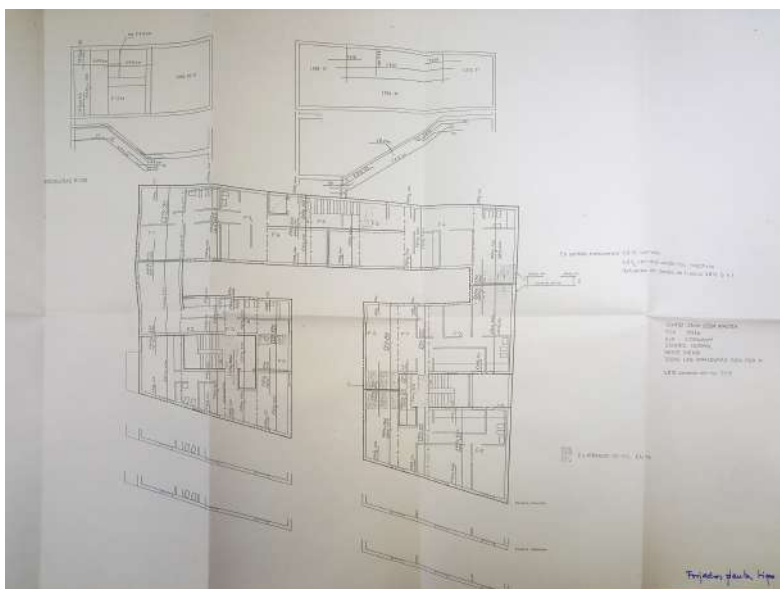


Figura 2.11 Plano de forjados de la planta tipo. Proyecto de ejecución.

Figura 2.12 Partida de aislamiento acústico de la losa. Presupuesto de la obra.

12005 1.460,42 M2. de aislamiento acústicos de suelo contra el impacto a base de láminas de polietileno espumado de células cerradas de 5 cm. espesor, incluso capa de mortero 1:6 de protección. Medido superficie ejecutada.

Al terminar de reconstruir los detalles constructivos, contrastando la información de la sección constructiva aportada y el proyecto de ejecución, comencé el proceso de certificar el estado original del proyecto. He utilizado estos valores para plantear la rehabilitación energética del edificio.

3 Estudio energético del proyecto original

Hay múltiples opciones para certificar energéticamente un edificio; algunas más simples que otras. Para estudiar en profundidad las viviendas, me decanté por HULC (Herramienta Unificada Lider Calener) pero construí el modelo 3D en CypeCADMep, debido a que cuenta con una interfaz más amable para el diseño. Por otra parte, pude modelar solo una vez el conjunto y cambiar las soluciones constructivas al añadirlas todas a la misma base de datos. La herramienta unificada emite un informe para la certificación energética de los edificios y verifica la comprobación del Documento Básico de Ahorro Energético (Secciones 0, 1, 4 y 5). A continuación desarrollaré el proceso de obtención de la certificación.

Una vez construido el modelo, el primer paso fue incluir las soluciones constructivas estudiadas en el capítulo anterior en la base de datos. Una por una, se deben definir las capas que componen los detalles estudiados en el capítulo de análisis constructivo. Debo notar que al seleccionar los materiales, tuve en cuenta que las prestaciones de los materiales en el 1992 no eran las mismas que las de hoy en día.

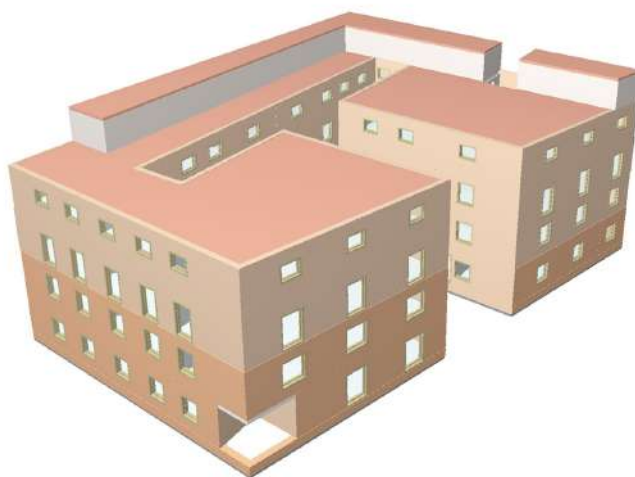


Figura 3.1 Modelo 3D del edificio en CypeCAD Mep. Elaboración propia.

En cuanto a las ventanas, no es suficiente con definir el factor solar del vidrio y el de reflexión. El programa tiene en cuenta un coeficiente de corrección por dispositivo de sombra estacional, este valor oscila entre 0 y 1. Si el valor es 0 bloquea el 100% de la radiación, y si es 1 la deja pasar completamente. Este factor depende del tipo de protección solar instalada y de su posición, si está en el exterior el coeficiente baja, siendo más efectivo.

Este concepto es distinto a la transmitancia total de energía del acristalamiento con los dispositivos de sombra activados (factor de reflexión), por lo que debemos de tener en cuenta ambas variables. El factor de reflexión utilizado es de 0,34, cifra estudiada en el capítulo de estudio constructivo del proyecto original, mientras que he considerado un 0,45 su coeficiente de corrección.

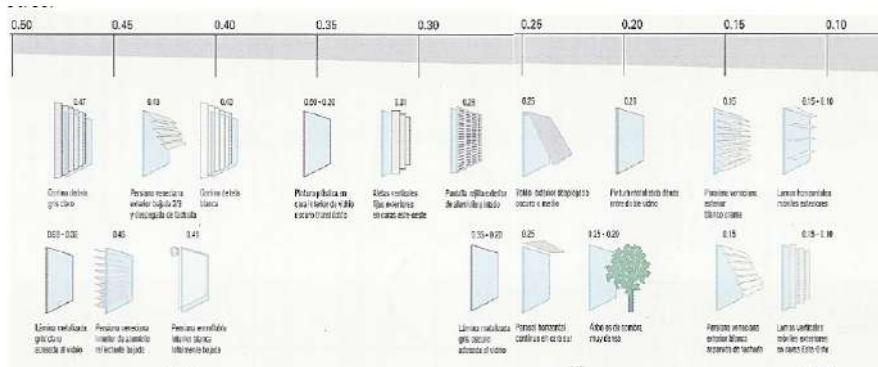


Figura 3.2 Factores de corrección del factor solar según el tipo de dispositivo. Fuente: Arquitectura y clima en Andalucía. Manual de diseño 1997. Junta de Andalucía.

En segundo lugar, debemos definir los recintos, especificando sus usos. Viviendas, núcleo de escaleras, trasteros o no calefactado ni habitable para el forjado sanitario. La información que aporta al programa este paso es referida al intercambio de calor entre estancias. Es por esta precisa razón que en el caso de las medianeras no basta con definir su composición como cerramiento, hay que especificarle el programa que lo son y que existen edificios colindantes.

El tercer paso fue precisar datos característicos del proyecto. La tipología del edificio, el número de viviendas, la normativa vigente en el año de construcción, la provincia en la que se encuentra y su zona climática. El objeto de estudio es por lo tanto un edificio en bloque con 23 viviendas, construido en el periodo entre 1979 y 2006; lo que implica que las normativas vigentes al ser construido eran la NBE-CT-79 para la edificación y la RICACS (RD 1918 de 1980) para las instalaciones térmicas. Estos datos dictarán las propiedades básicas de los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria, lo que tiene un gran impacto en la calificación energética del conjunto.

Por último, defino el sistema de producción de agua caliente sanitaria del edificio, una caldera convencional eléctrica y calculo la demanda aproximada de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio. Con estos datos el programa me devolverá un indicador global y otros parciales de la demanda de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación.

Para ello consulto el anejo F del CTE DB HE.

- Número de personas: $8 \times 1,5 + 7 \times 3 + 8 \times 4 = 65$ personas.
- Número de viviendas: 23, factor de centralización $N = 0,85$.
- Demanda diaria de ACS: $28L/día \times 65 \text{ personas} \times 0,85 = 1547L/día$.

Para la demanda de calefacción y refrigeración se asigna un sistema de climatización unizona a cada vivienda, al visitar el edificio noté que todos tenían unidades exteriores en la fachada, por lo que considero necesario incluir esta demanda en la calificación, aunque no se colocasen al construir el edificio. El consumo del edificio dependerá de la demanda, por lo que incluso sin intervenir en las instalaciones, veremos una reducción en su consumo tras la rehabilitación en la envolvente.

Una vez introducidos estos datos podemos obtener la calificación energética del edificio en su estado original.

La calificación energética se mide según tres categorías, las emisiones de CO₂, el consumo de energía primaria no renovable y la demanda energética de calefacción y refrigeración. Los consumos parciales de calefacción, refrigeración y ACS generarán indicadores globales del bloque, mientras que la calificación de la demanda energética se refiere a la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

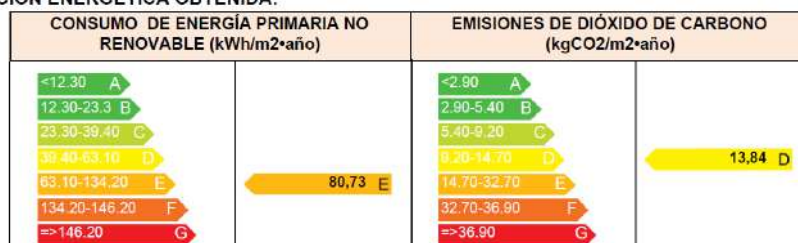


Figura 3.3 Calificaciones energéticas del estado original.

Los indicadores globales obtenidos indican unas emisiones y consumo muy altos, esto no solo tiene un gran impacto medioambiental, sino que se verá reflejado en los gastos por suministros que tienen que asumir los vecinos. Al ser la demanda de calefacción alta y ser las instalaciones antiguas, la calificación supera los valores aceptados por el CTE actual.

El objetivo para la rehabilitación es mejorar las calificaciones globales sin sustituir las instalaciones existentes. Para ello propondré contribuir con energías renovables para cubrir la demanda original. Además, modificando los parámetros de transmitancia térmica global y control solar, conseguiremos disminuir la demanda por calefacción actual, que tiene el mayor impacto en el proyecto. En su estado original, el edificio no cumple con los valores límite en ninguno de estos factores, por lo que el primer paso será cumplir el CTE.

Como podemos comprobar en la figura 3.4, no estamos lejos de cumplir el control solar, sin embargo, el valor de la transmitancia térmica global del bloque está muy por encima del límite establecido. Al mejorar este rendimiento, el comportamiento del edificio será más independiente al clima.

		Valores límite	
Transmitancia térmica global, K [W/m²K]	1,53	0,91	NO CUMPLE
Demandas del edificio Objeto:			
- Calefacción [kWh/m².año]	20,00		
- Refrigeración [kWh/m².año]	8,56		
Control solar, q_{sol,jul} [kWh/m².mes]	2,35	2,00	NO CUMPLE
Relación de cambio de aire a 50 Pa, n₅₀ [1/h]	4,06	-	NO APLICA
Compacidad [m³/m²]	2,51		
Superficie útil de cálculo, A _{útil} [m²]	2243,01		
Superficie de cerramientos opacos, A _{opacos} [m²]	2735,35		
Superficie de huecos, A _{huecos} [m²]	220,81		
Longitud de puentes térmicos, L _{pt} [m]	2096,10		

Figura 3.4 Comprobación del cumplimiento del CTE DB HE 1 en HULC.

HE0			
		Valores límite	
Consumo EP no renovable [kWh/m².año]	80,70	-	NO APLICA
Consumo EP total [kWh/m².año]	97,00	-	NO APLICA
Número de horas fuera de consigna	0	-	NO APLICA

Figura 3.5 Comprobación del cumplimiento del CTE DB HE 0 en HULC.

Al calcular los valores originales del estado original, encontré discrepancias con el cálculo de K_G adjunto en el proyecto de ejecución. Al revisarlo, las soluciones definidas no son fieles al proyecto de ejecución. Volvemos a encontrarnos con incongruencias al hallar los valores de aislamiento acústico. Es por esto que utilicé mi propio cálculo en la comparativa con la rehabilitación.

Las definiciones de fachada y forjado no son las descritas, y si calculamos la compacidad del edificio (la inversa del descrito), los valores no coinciden. El valor que nos devuelve la herramienta es de 2,51, mientras que el de la ficha sale 1,68 (16,67/9,92). Al haber estudiado el proyecto en profundidad, siendo fiel tanto a las cotas como a la construcción original, tengo la certeza de que las cifras calculadas por el programa son reales.

Los valores de transmitancia global del edificio y de control solar superan los límites establecidos. Para mejorar la calificación energética del edificio, tomaré medidas para reducir estas cifras.

HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

K	1,53	kWh/m² año	K_{lim}	0,91	kWh/m² año	No cumple
q_{sol,jul}	2,35	kWh/m² año	q_{sol,jul,lim}	2,00	kWh/m² año	No cumple
n₅₀	4,06	1/h	n_{50,lim}	-	1/h	No aplica

Figura 3.6 Valores de K y control solar originales.

Ficha justificativa del cálculo del Kg del edificio

El presente cuadro expresa que los valores de K especificados para los distintos elementos constructivos del edificio cumplen los requisitos exigidos en los artículos 4.º y 5.º de la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79 «Condiciones Térmicas en los Edificios».

Elemento constructivo		Superf. S m ²	Coefficiente K kcal/h m ² °C (W/m ² °C) (1)	S · K kcal/h °C (W/°C)	Coef. correct. n	n · Σ S · K kcal/h °C (W/°C)
Apartado E					1	Σ S · K _E
Cerramientos en contacto con el ambiente exterior	Huecos exteriores verticales, puertas, ventanas	6	4,3	25,8	1	66,2
		2	3	6		
		8	4,3	34,4		
	Cerramientos verticales o inclinados más de 60° con la horizontal	131	1,17	153,27		
		105	2,32	243,60		
	145	1,17	169,65		566,5	
	Forjados sobre espacios exteriores					
Apartado N					0,5	0,5 Σ S · K _N
Cerramientos de separación con otros edificios o con locales no calefactados	Cerramientos verticales de separación con locales no calefactados, o medianerías	130	1,09	141,7	0,5	134,1
		116	1,09	126,4		
	Forjados sobre espacios cerrados no calefactados de altura > 1 m					
	Huecos, puertas, ventanas	6	4,3	25,8		12,9
Apartado Q					0,8	0,8 Σ S · K _Q
Cerramientos de techo o cubierta	Huecos, lucernarios, claraboyas	5	4,7	23,5	0,8	18,8
	Azoteas (3) doble tablero	1,60	2,27	363,2		
	Cubiertas inclinadas menos de 60° con la horizontal					
Apartado S					0,5	0,5 Σ S · K _S
Cerramientos de separación con el terreno (2)	Soleras	165	3,68	607,2	0,5	303,6
	Forjados sobre cámara de aire de altura ≤ 1 m					
	Muros enterrados o semienterrados	13	0,97	12,61		
Σ Total						Σ Total 1.343,7

Factor de forma I en m⁻¹ = $\frac{\text{Superficie total S}}{\text{Volumen total V}} = \frac{9,92}{16,67} = 0,60$

Exigencia de la Norma (Art. 4.º)

Tipo de energía I II → Factor de forma 0,60 → Zona climática ↓ → Kg ≤ 1,39

Cumplimiento de la exigencia de la Norma

Kg del edificio = $\frac{1343}{992} = 1,35 \leq 1,39$

(1) Estos coeficientes deben cumplir los requisitos exigidos en el artículo 5.º de la Norma. Para los edificios situados en las islas Canarias será suficiente complementar esta columna.
 (2) Como se indica en 3.2, pueden emplearse coeficientes locales de transmisión de calor K_S en vez de K_S siempre que se cumpla la condición de que: K_S · L_S = K_S · S_S, en kcal/h °C (W/°C)
 (3) Se pueden incluir en este apartado las azoteas ajardinadas y forjados enterrados.

Figura 3.7 Ficha justificativa del Kg del edificio. Proyecto de ejecución.

Elementos constructivos verticales			Masa m en 2 kg/m ²	Aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA	
				Proyectado	Exigido
Particiones interiores (art.º 10º)	Entre áreas de igual uso	Tabicones	104	35	≥ 30
	Entre áreas de uso distinto	Tabicones	104	35	≥ 35
Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos (art.º 11º)	1 pie mínimo de ladrillo perforado		460	56	≥ 45
Paredes separadoras de zonas comunes interiores (art.º 12º)	1 pie mínimo de ladrillo perforado		460	56	≥ 45
Paredes separadoras de salas de máquinas (art.º 17º)					≥ 55

Fachadas (art.º 13º) (1)	Parte ciega	Ventanas						Aislamiento acústico global a ruido aéreo R _g en dBA			
		sc m ²	mc kg/m ²	ac dBA	sv m ²	e m m	av dBA	sv ac,sv	ac-ac dBA	Proyectado	Exigido
principal 2 pies ladrillo macizo (mínimo)		131	9,20	67							
puertas y ventanas clase A-2					6	4	23				
								0,22	10	33,24	≥ 33

Elementos constructivos horizontales		Masa m en 2 kg/m ²	Aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA		Nivel ruido impacto LN en dBA	
			Proyectado	Exigido	Proyectado	Exigido
Elementos horizontales de separación (art.º 14º)	forjado bovedilla 1	200	48	≥ 45	78	≤ 50
Cubiertas (art.º 15º)	cerámica unidireccional antiim					
	forjado + doble pacto 2	260	51	≥ 45	74	≤ 50
Elementos horizontales separadores de salas de máquinas (art.º 17º)	tablero + aislante		54		70	
				≥ 55		

(1) El aislamiento global de estos elementos debe calcularse según lo expuesto en el Anexo 1.

Figura 3.8 Ficha justificativa del aislamiento acústico del edificio. Proyecto de ejecución.

4

Propuesta para la mejora de la eficiencia energética

La intervención que propongo tiene como objetivo mejorar el comportamiento energético del edificio sin pasar por alto la oportunidad de contribuir en la calidad de espacios que se encuentran descuidados, como es el caso de la azotea.

En la propuesta se distinguen tres enfoques diferentes, la rehabilitación la envolvente térmica, la inclusión energías no renovables en el proyecto y un nuevo diseño de cubierta que invite a su uso.

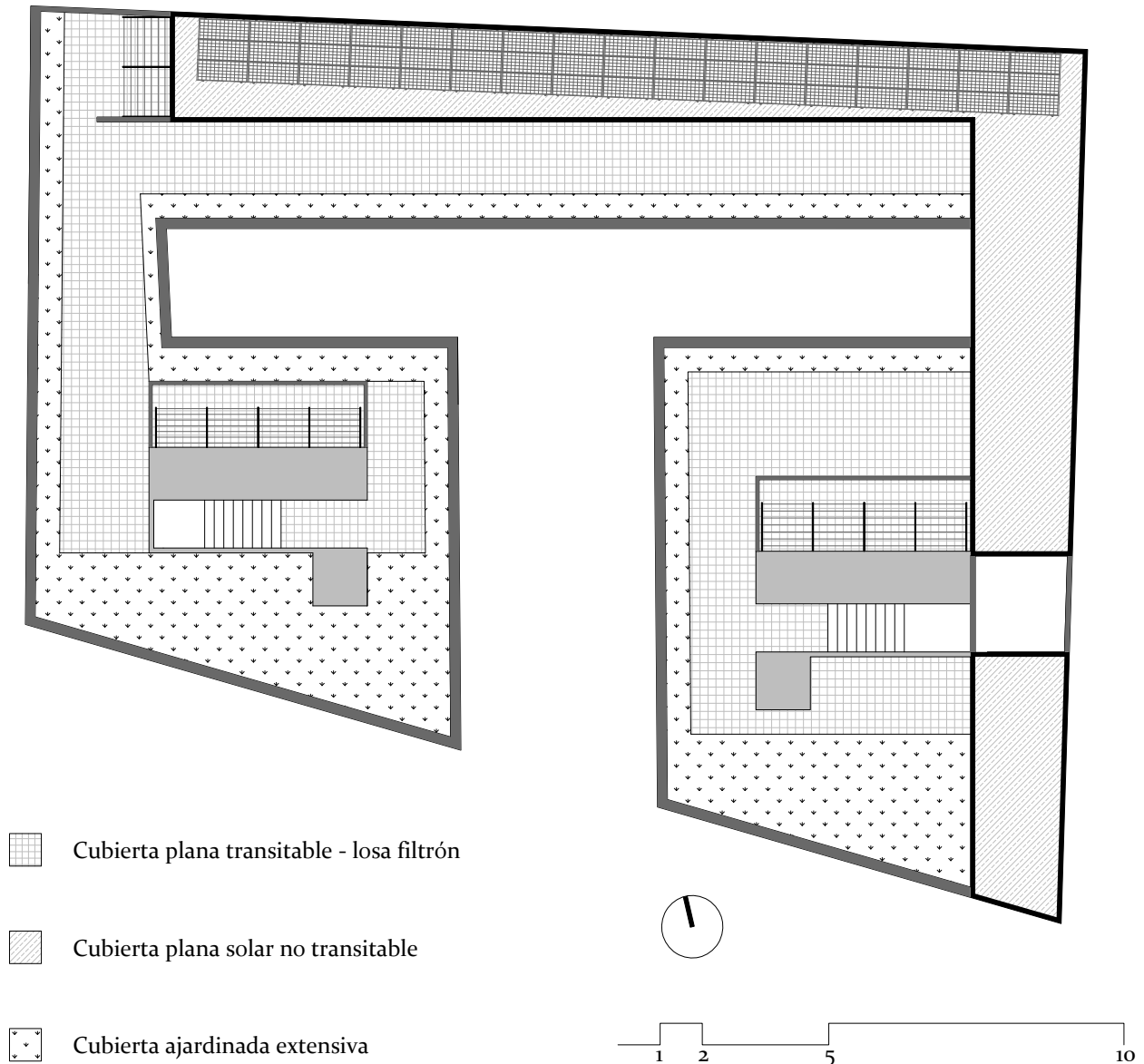
La primera intervención en la que trabajé fue en el diseño de la cubierta, ya que necesitaba definir como se utilizarían los espacios antes de pensar en cuestiones constructivas.

Al visitarlo, noté que el espacio no estaba bien aprovechado. Al no definir espacios donde tender en el proyecto original, los vecinos instalaron cuerdas para tender en toda la superficie de la cubierta, siendo el espacio dedicado excesivo para la necesidad real en el bloque. Todas las cuerdas estaban vacías y pude comprobar que en el módulo A de la promoción, el espacio reservado para este fin era mucho menor. Esto permitía a la comunidad de vecinos aprovechar la azotea como lugar de encuentro sin dejar de ser funcional.

Utilicé esa misma filosofía al rediseñar la cubierta, dejando previsto espacios para tender y cerrándolos (solo verticalmente), de manera que no queda a la vista.

La lógica de las soluciones elegidas para la cubierta también encuentran sus raíces en el uso actual de los espacios comunes. Al recorrer el patio del edificio uno no puede evitar impresionarse por la cantidad de macetas, tanto en el propio patio como en todas las fachadas.

Esto me llevó a plantear la posibilidad de ajardinar parte de la cubierta. El gasto de agua y mantenimiento de la misma eran mi mayor preocupación, por lo que me decanté por una solución de cubierta ajardinada extensiva con la certificación LEED de la casa Danosa, solución sostenible que ayudará al ahorro de energía. Cuenta a su vez con losas filtrón con el mismo espesor que la parte ajardinada, facilitando su accesibilidad.



Los espacios reservados para tender se colocan detrás de los núcleos de escaleras y junto a la medianería norte, dejando la zona que da a la calle y con vistas al mar como espacio de reunión.

La segunda intervención añade formas de producción de energía renovable. Cádiz es una ciudad idónea para las placas solares debido a la cantidad de horas de sol diarias con las que contamos. Decidí colocarlas en la zona norte de la cubierta de los trasteros, orientadas al sur. La medianera del edificio colindante en ese límite es más baja que el límite contiguo, por lo que no hay elemento que les pueda arrojar sombra.

Figura 4.1 Diseño de la cubierta. Elaboración propia.



Figura 4.2 Vista superior de la propuesta.

Figura 4.3 Axonométrica de la propuesta.

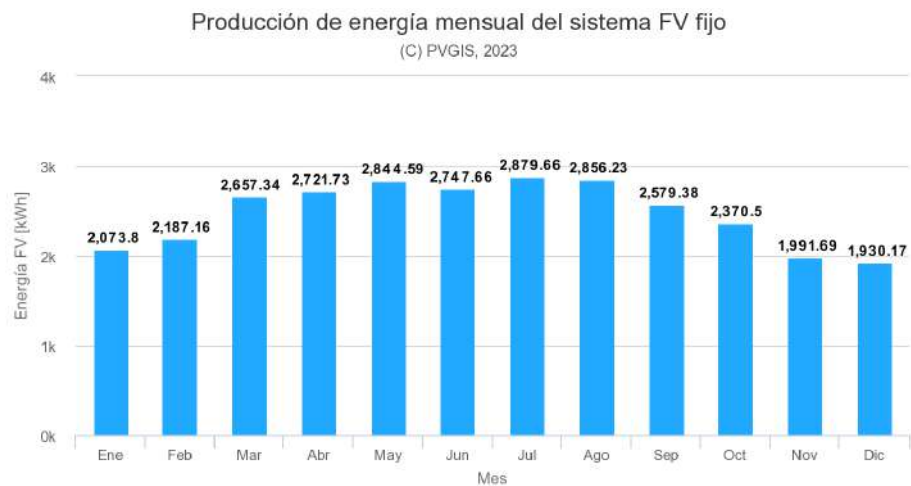


Figura 4.4 Vista del conjunto incluyendo edificios colindantes.



Tras finalizar el diseño, necesitaba calcular la potencia instalada. Dispongo los paneles en 2 filas, con 17 paneles por fila. El modelo de panel elegido tiene un valor pico de 480W, por lo que la potencia total instalada es 16.320W. Una vez tengo este dato, estudio el rendimiento del sistema con Photovoltaic Geographical Information System, página oficial de la Comisión Europea.

Figura 4.5 Producción de energía mensual del sistema.



Con la potencia instalada y el lugar de emplazamiento hallamos la producción de energía mensual. Estos son las cifras que introducimos en el programa. Por último, especificamos los factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria. Estos datos están publicados por el ministerio de industria, energía y turismo.

Figura 4.6 Factores de conversión de energía final a primaria.

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61

La tercera intervención interviene en la envolvente. Al bajar el coeficiente de transmitancia térmica, aislamos al edificio del entorno, por lo que las condiciones climáticas tendrán menos impacto en su rendimiento, consiguiendo mantener el estado de confort con un menor aporte externo.

Intervenimos en la fachada, la cubierta y en las ventanas. El objetivo es reducir la demanda anual del edificio sin cambiar las instalaciones existentes, con ayuda de las placas solares. La reducción de la demanda anual, sin los incorporación de energías renovables oscila entorno al 50%.

ACTUACIONES EN LA ENVOLVENTE EN EDIFICIO DE 1979 - 2006

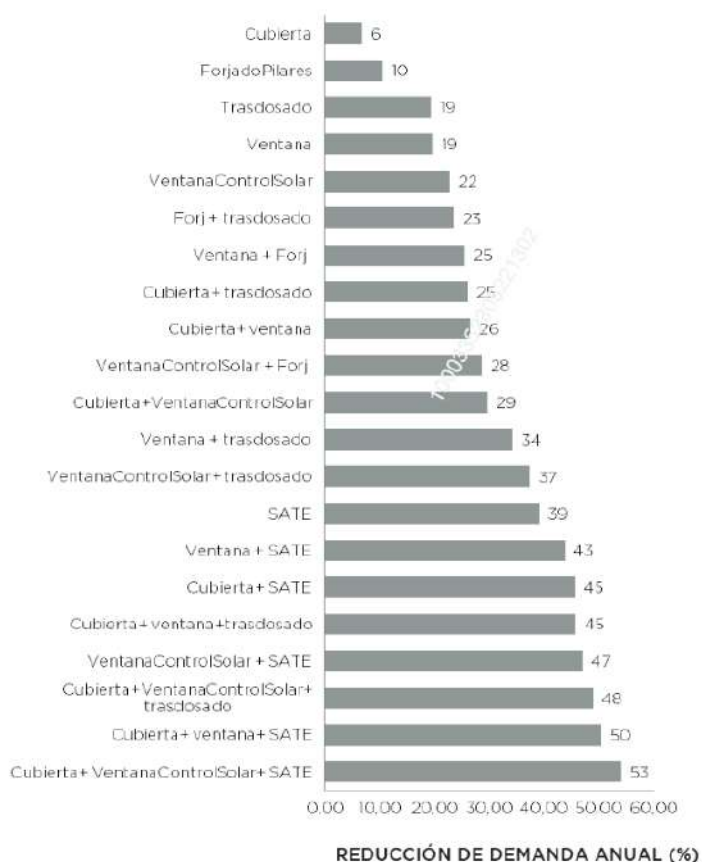


Figura 4.7 Reducción de la demanda anual según las actuaciones. Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial.

El cambio principal en las ventanas consiste en sustituir el vidrio original por uno doble emisivo. Esto reduce el factor solar desde 0,85 a 0,67. Además, solo con cambiar la posición de las contraventanas del interior al exterior, conseguimos que la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados sea 0,03 (coeficiente de reflexión) en lugar del 0,34 original. Por último, al pasarlas al exterior, la corrección del factor solar pasa de estar en torno a los 0,47 a 0,28.

Estas medidas reducen considerablemente la transmitancia global del hueco, que pasa de ser 5,66 a 1,83 W/m²K.

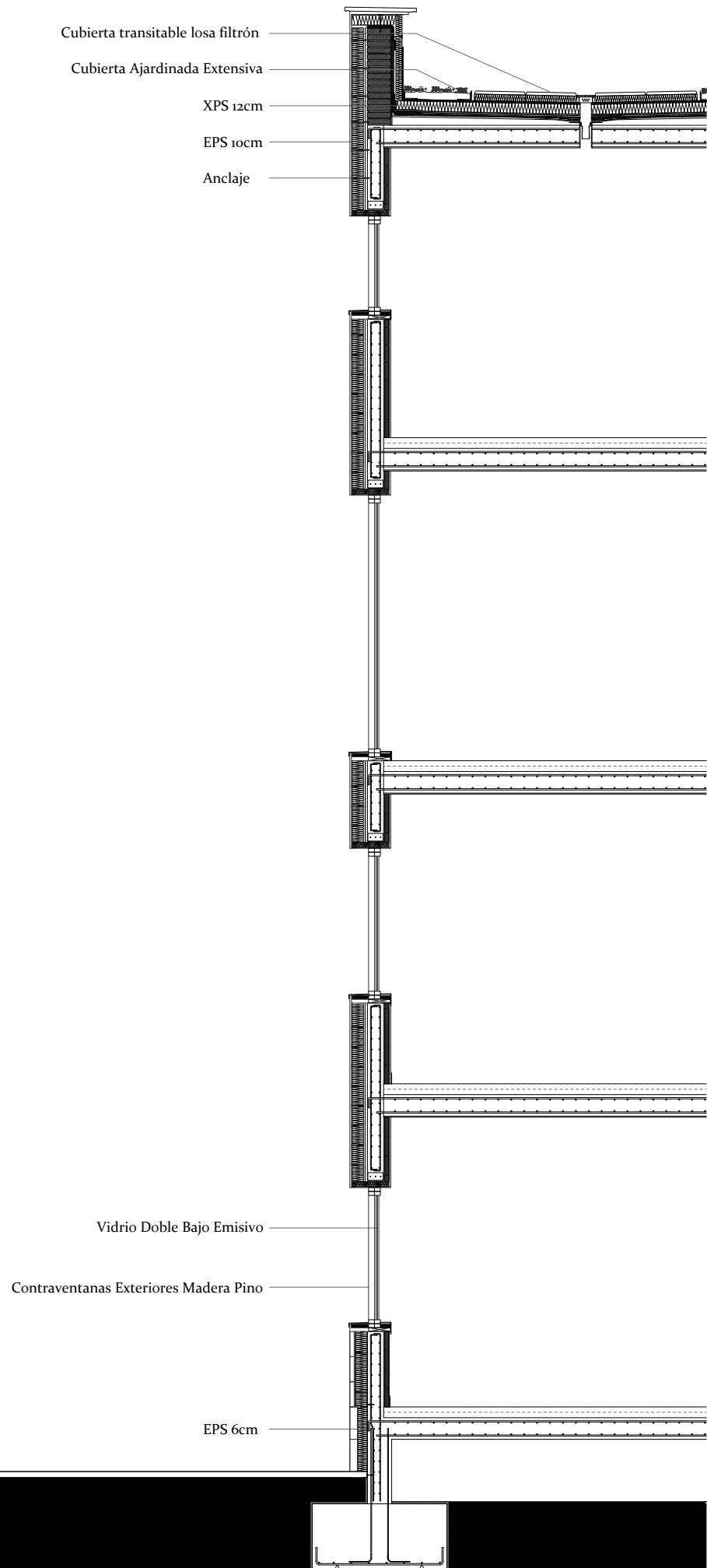


Figura 4.8 Sección constructiva rehabilitada. Elaboración propia.

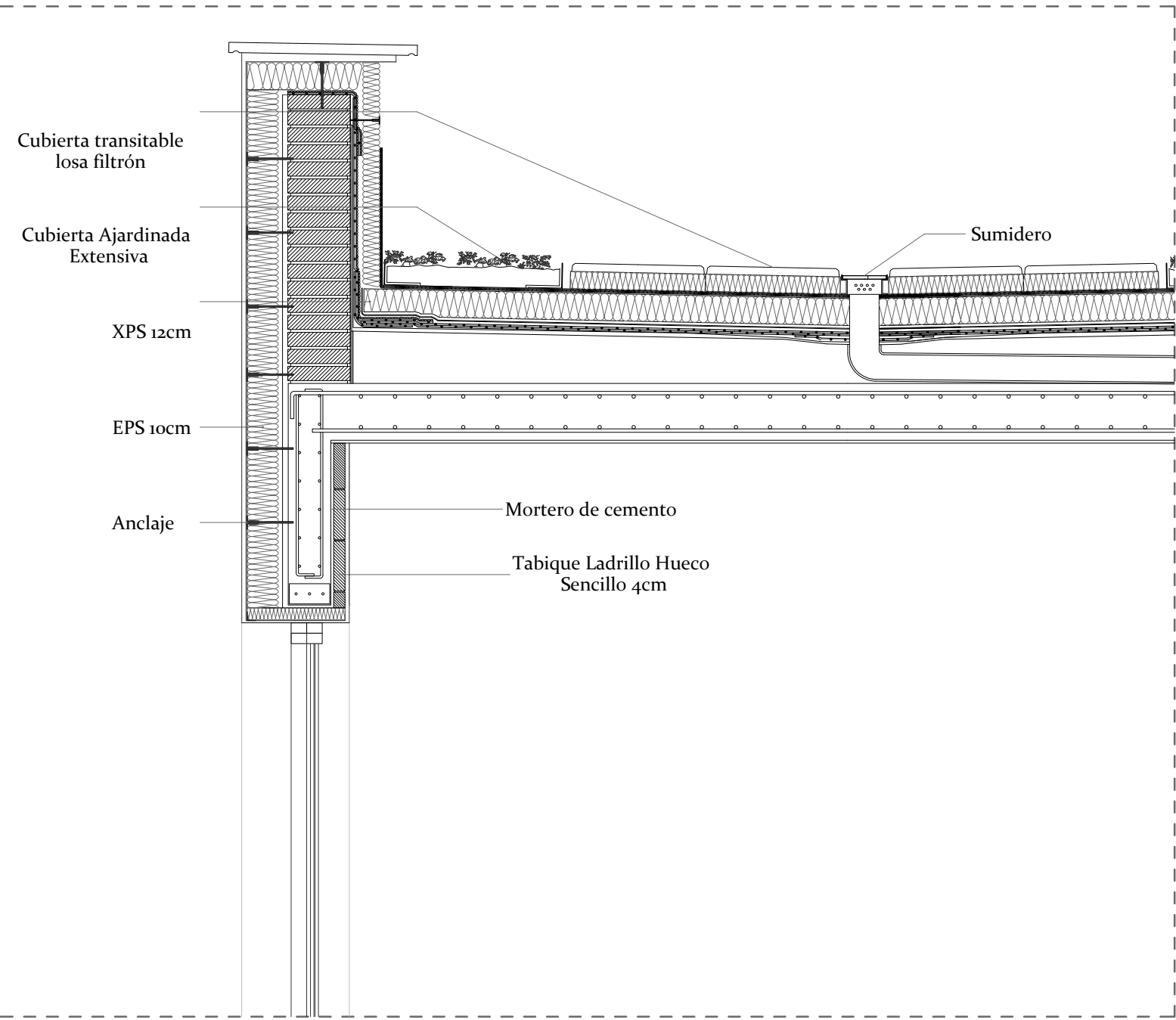


Figura 4.9 Detalles de la sección constructiva rehabilitada. Elaboración propia a partir del proyecto de ejecución.

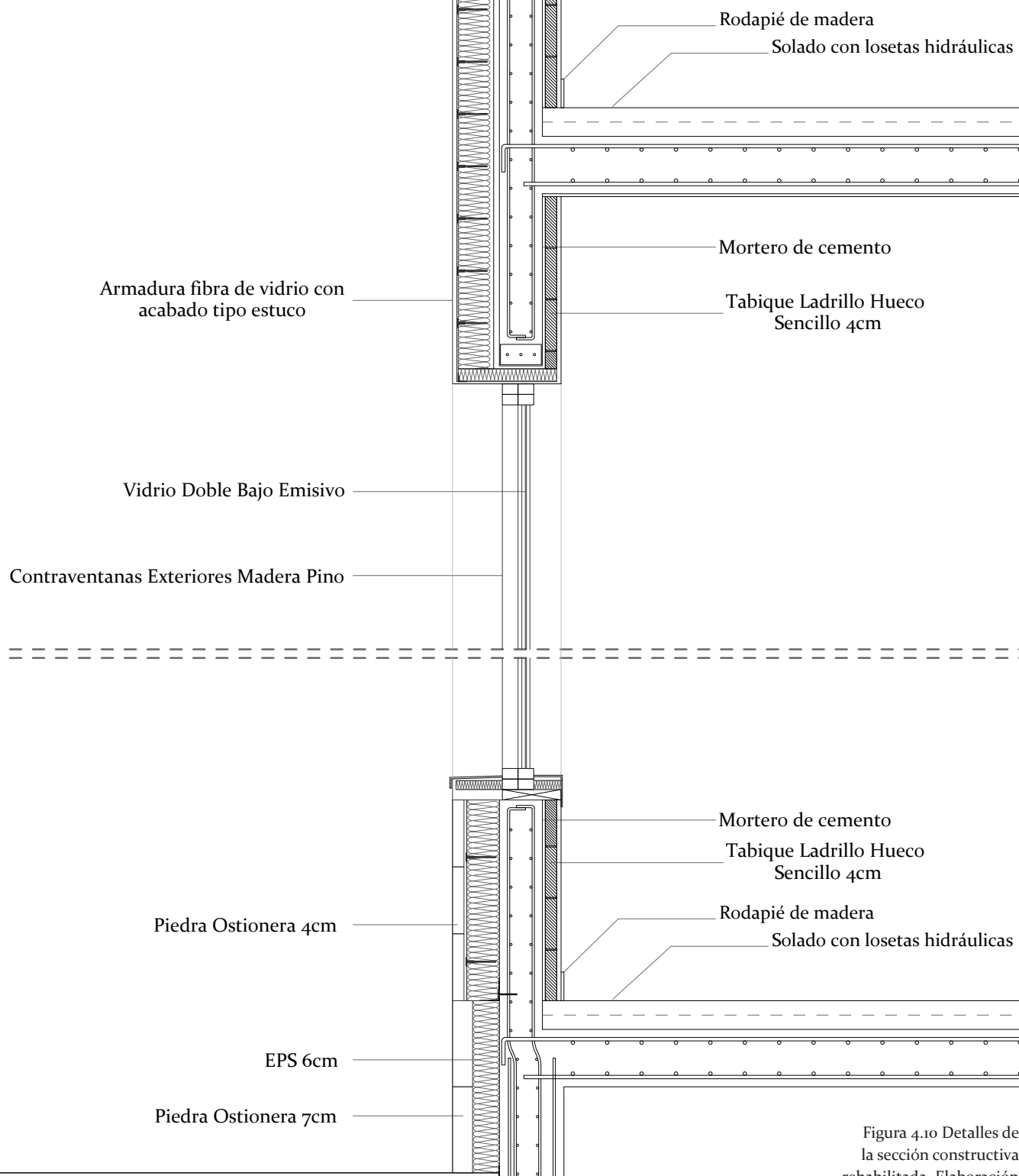


Figura 4.10 Detalles de la sección constructiva rehabilitada. Elaboración propia a partir del proyecto de ejecución.

Al rehabilitar la fachada, quise mantener el aspecto original del edificio, por lo que todas las definiciones de fachada tienen el mismo espesor, manteniendo la continuidad del plano. Además, cumplimos el CTE, siendo la transmitancia térmica de los cerramientos menor a 0,70 W/m²K.

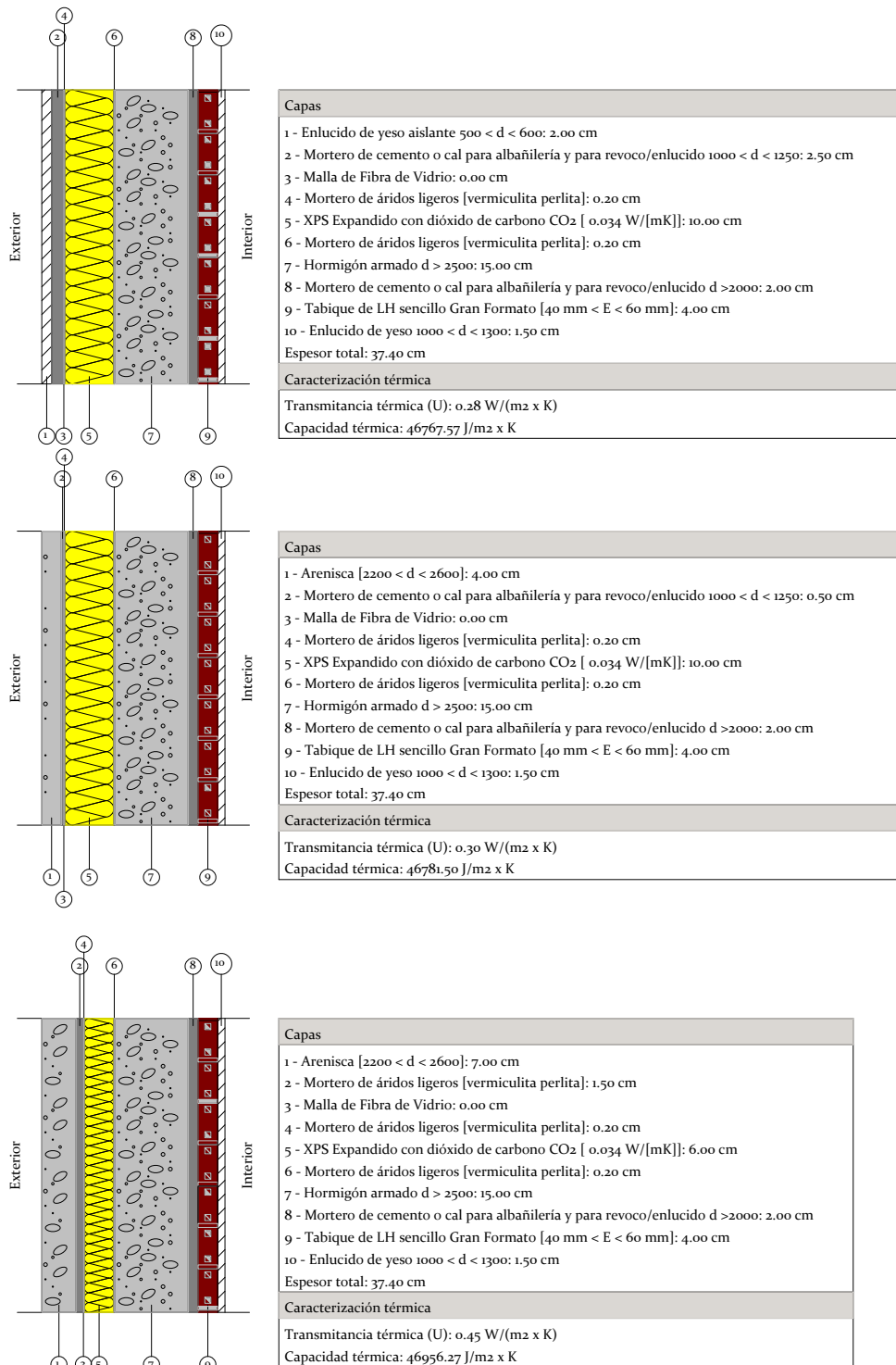


Figura 4.11 Definición por capas de las cubiertas rehabilitadas. Elaboración propia.

Basé la solución en un sistema de la casa Danosa llamado Rehabilitación energética de fachada.

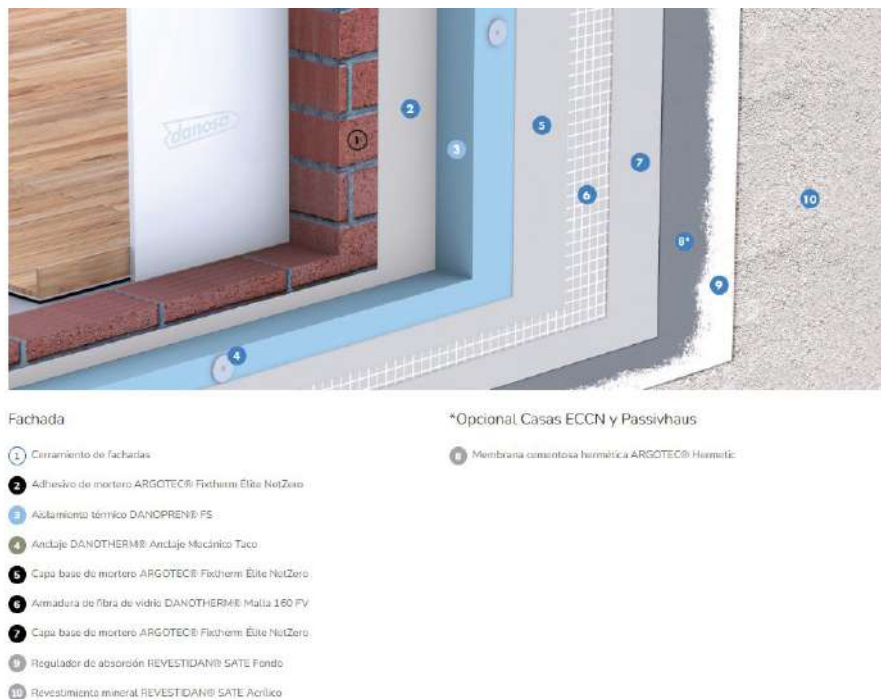


Figura 4.12 Definición por capas de un sistema para rehabilitar fachadas de Danosa.

El sistema está específicamente indicado para rehabilitaciones y mediante su aplicación conseguiremos un gran ahorro de energía.

En el caso de las medianerías y particiones interiores, el CTE señala una transmitancia térmica menor de 0,80 W/m²K, por lo que añadiremos 3 centímetros de aislamiento EPS para seguirlo.

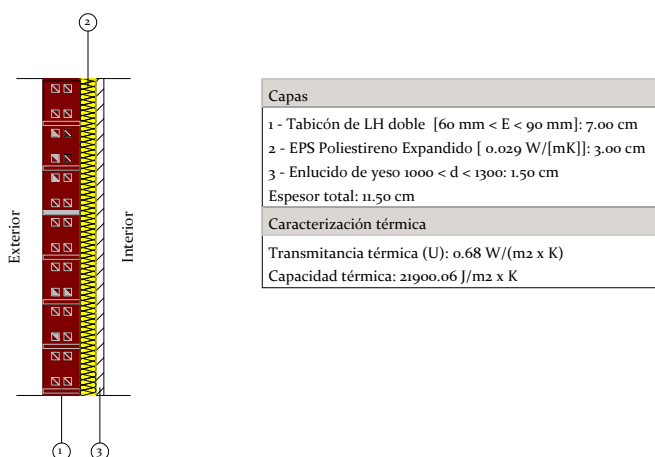


Figura 4.13 Definición por capas de la medianera. Elaboración propia.

Con este espesor conseguimos cumplir la normativa, lo que afectará la demanda, en especial el caso de los núcleos de comunicaciones, que no son cerramientos adiabáticos por lo que hay intercambio de calor.

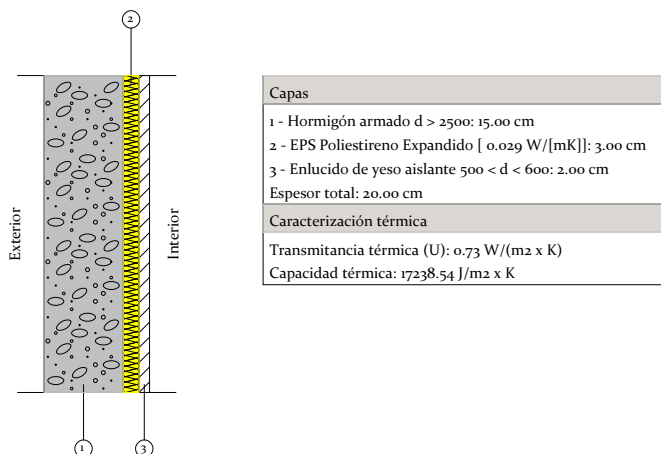
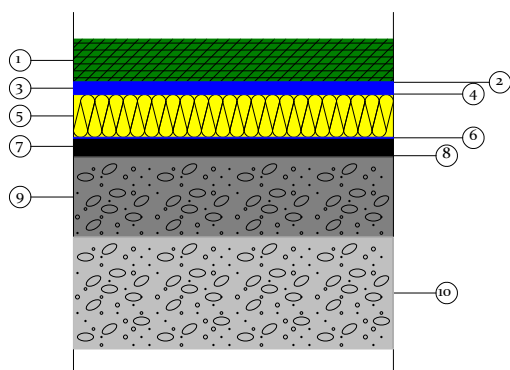


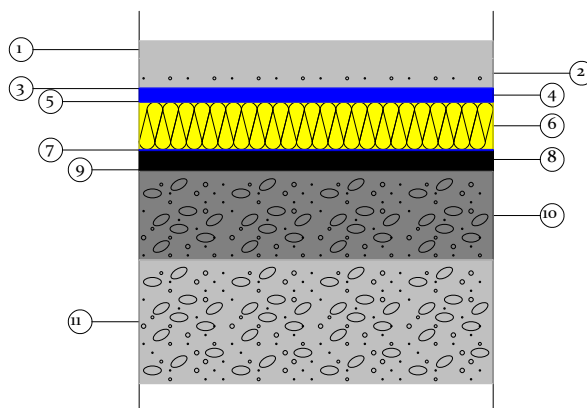
Figura 4.14 Definición por capas del cerramiento del núcleo de comunicaciones.
Elaboración propia.

El coeficiente de transmisión térmica de las cubiertas debe ser inferior a 0,5 W/m²K, por lo que se encuentra dentro del rango establecido en la normativa. Tal y como expuse al comienzo del capítulo, la cubierta de las azoteas cuenta con 2 tipos de pavimentos diferentes. Gracias al sistema utilizado, funcionan conjuntamente, por lo que no genera barreras que interfieran en la evacuación de aguas. Por último, la solución adoptada para cubrir los trasteros prevé la instalación de placas solares.

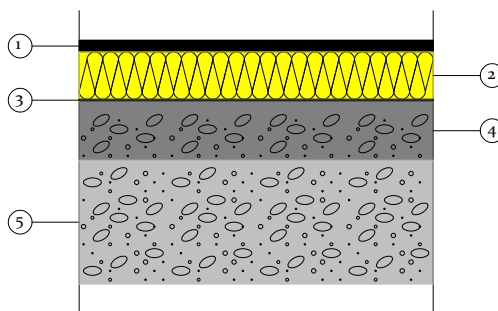


Capas	
1 - Tierra vegetal [d < 2050]: 8.00 cm	
2 - Polipropileno [PP](Geotextil): 0.21 cm	
3 - Polietileno alta densidad [HDPE](DREN): 2.00 cm	
4 - Polipropileno [PP](Geotextil): 0.20 cm	
5 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]: 8.00 cm	
6 - Polipropileno [PP](Geotextil): 0.21 cm	
7 - Betún fieltro o lámina: 3.00 cm	
8 - Betún puro: 0.50 cm	
9 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$: 15.00 cm	
10 - losa de hormigón $d = 2000$ y canto 200 mm: 21.00 cm	
Espesor total: 58.12 cm	
Caracterización térmica	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.32 W/(m ² x K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.32 W/(m ² x K)	
Capacidad térmica: 127490.29 J/m ² x K	

Figura 4.15 Definición por capas de las cubiertas.
Elaboración propia.



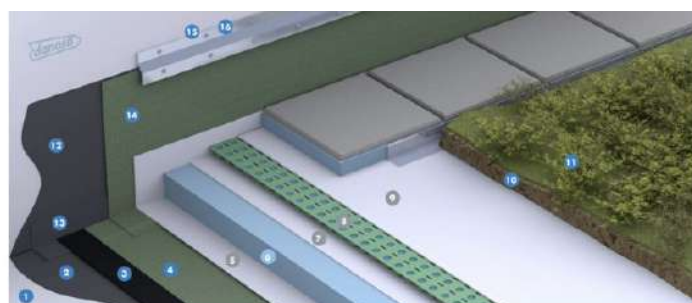
Capas	
1 - DANOLOSA NOx(parte hormigón):	3.00 cm
2 - DANOLOSA NOx(parte aislante):	5.00 cm
3 - Polipropileno [PP](Geotextil):	0.21 cm
4 - Polietileno alta densidad [HDPE](DREN):	2.00 cm
5 - Polipropileno [PP](Geotextil):	0.20 cm
6 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]:	8.00 cm
7 - Polipropileno [PP](Geotextil):	0.21 cm
8 - Betún fieltro o lámina:	3.00 cm
9 - Betún puro:	0.50 cm
10 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000:	15.00 cm
11 - losa de hormigón d = 2000 y canto 200 mm:	21.00 cm
Espesor total: 58.12 cm	
Caracterización térmica	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.22 W/(m ² x K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.22 W/(m ² x K)	
Capacidad térmica: 51197.12 J/m ² x K	



Capas	
1 - Betún fieltro o lámina:	2.00 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]:	8.00 cm
3 - Betún fieltro o lámina:	0.35 cm
4 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250:	10.00 cm
5 - losa de hormigón d = 2000 y canto 200 mm:	21.00 cm
Espesor total: 41.35 cm	
Caracterización térmica	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.31 W/(m ² x K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.32 W/(m ² x K)	
Capacidad térmica: 23122.37 J/m ² x K	

Figura 4.16 Definición por capas de las cubiertas. Elaboración propia.

Estas soluciones son de los mismos fabricantes que consulté para las fachadas, Danosa. Todos estos detalles han sido desarrollados para la rehabilitación energética de fachadas y cubiertas y cuentan con la certificación "Productos especialmente indicados para Edificios de Consumo Casi Nulo (ECCN) y Passivhaus"



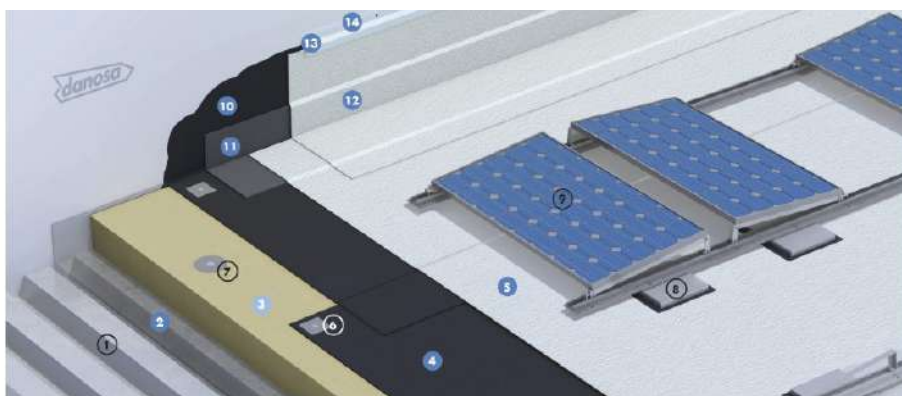
Cubierta

- 1 Soporte de impermeabilización
- 2 Imprimación bituminosa CURDAN®
- 3 Lámina impermeabilizante GLASDAN® 30 P ELAST
- 4 Lámina impermeabilizante ESTERDAN® PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDÍN
- 5 Capa separadora geotextil DANOFELT® PY 200
- 6 Aislamiento térmico DANOPREN® TR
- 7 Capa separadora geotextil DANOFELT® PY 200
- 8 Capa retenedora DANODREN® R-20
- 9 Capa filtrante geotextil DANOFELT® PY 200
- 10 Sustrato vegetal DANOGREEN® Terra
- 11 Plantación extensiva DANOGREEN® Sedum

Perimetral

- 12 Imprimación bituminosa CURDAN®
- 13 Banda de refuerzo E 30 P ELAST (0.32 m)
- 14 Banda de terminación ESTERDAN® PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDÍN
- 15 Perfil metálico DANOSA®
- 16 Sellado elástico ELASTYDAN® PU 40 Gris

Figura 4.17 Cubierta plana invertida ajardinada extensiva. Danosa.



Cubierta

- 1 Soporte de impermeabilización
- 2 Barrera de vapor SELF-DAN® PE
- 3 Aislamiento térmico de lana de roca de alta densidad
- 4 Lámina impermeabilizante ESTERDAN® FM 30 P ELAST
- 5 Lámina impermeabilizante descontaminante POLYDAN® PRO NOx 50/GP
- 6 Fijación mecánica del sistema de impermeabilización
- 7 Fijación mecánica del aislamiento térmico
- 8 Estructura solar autoportante sobre bandas elásticas
- 9 Paneles solares orientados

Perimetral

- 10 Imprimación bituminosa MAYDAN® Caucho
- 11 Banda de refuerzo E 30 P ELAST
- 12 Banda de terminación POLYDAN® PRO NOx 50/GP
- 13 Perfil metálico DANOSA®
- 14 Sellado elástico ELASTYDAN® PU 40 Gris

Figura 4.18 Cubierta plana solar descontaminante con estructura solar. Danosa.

Evaluación de la rehabilitación

En este último capítulo evaluaré los resultados de las certificaciones de HULC y compararé la eficiencia del edificio rehabilitado con el original.

Comparativa de las transmitancias térmicas originales con las rehabilitadas. Las transmitancias (U) vienen dadas en W/m^2K .

La reducción de la transmisión de todos los elementos constructivos supera en todo momento el 60%.

Elemento constructivo	Tipo	Original	Rehabilitado	Reducción U %
Fachadas	Blanca	0,80	0,28	65
	Piedra Ostionera	0,82	0,30	63,41
	Piedra Ostionera Zócalo	2,72	0,45	83,46
Cubiertas	Trasteros	0,90	0,32	64,44
	Azotea	0,89	Losa Filtrón - 0,22	75,28
			Ajardinada - 0,32	64,04
Particiones interiores	Núcleo de Comunicaciones	4,35	0,73	83,22
	Medianera	2,30	0,68	70,43
Huecos	Conjunto	5,66	1,83	67,67

Figura 5.1 Tabla comparativa de las transmitancias originales y rehabilitadas. Elaboración propia.

El resultado de la intervención mejora los valores de transmitancia de todos los componentes de la envolvente térmica utilizando soluciones reales.

En las fachadas se aumenta el espesor de aislamiento original EPS de 4 centímetros a 10 centímetros, incluyéndolo además en el zócalo del edificio, que originalmente no tenía, por lo que suponía un puente térmico.

Las cubiertas triplican su espesor original de 3 centímetros, colocando 12 en su lugar. A su vez, con la diversidad de acabados, generamos espacios de reunión al aire libre, que funcionarán como una extensión de las viviendas.

Por último, al colocar vidrios dobles bajo emisivos y las contraventanas al exterior, el valor de control solar se reduce de 2,35 a 0,17kWh/m² año, que es un 92,77% menor.

El último paso será comprobar las certificaciones energéticas obtenidas en su estado original y tras implementar las modificaciones expuestas en el capítulo anterior.

Para entender los resultados, debo aclarar los parámetros a comparar.

-Consumo de energía final: la que se usa en el edificio tras su transformación y transporte. Para hallar estos valores hemos tenido en cuenta los factores de paso publicados por el Ministerio de industria, energía y turismo

-Consumo de energía no renovable: la que contienen los combustibles antes de ser transformada a energía final. Este valor dicta la calificación energética global del edificio.

-Emisiones de CO₂: cantidad de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera, depende del qué de energía que se consume y cuanta.

-Demandas (calificaciones parciales): aquella necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

En la siguiente tabla analizo los resultados de la propuesta. Como podemos observar, la calificación global del edificio pasa de una E a una C, consiguiendo un ahorro del 68,67% en el consumo total de las viviendas. En el caso de las emisiones, su indicador global da un salto de la D a la B, reduciendo las emisiones globales un 68,57%. El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) pasa de 1,53 a 0,76 kWh/m² año, una disminución de un 50,33%, cumpliendo el valor límite de 0,91.

Estos resultados se dan gracias a las mejoras a la envolvente térmica, la preocupación por la eficacia del control solar y la incorporación de energías renovables al proyecto, que cubren casi la totalidad de la demanda de agua caliente sanitaria, un 93%.

Los resultados finales superan con creces mis expectativas, ya que esperaba mejorar la eficiencia en torno a un 50-53%; dato sacado de un estudio de la Universidad Politécnica de Madrid con Saint Gobain publicado recientemente, en el 2020.

El resultado final reduce las emisiones globales casi un 70%, pero no es necesario intervenir en todo el edificio para mejorar su rendimiento. Saber identificar los puntos más vulnerables del edificio nos permite intervenir acorde a las debilidades del proyecto en cuestión, adaptando la propuesta a las necesidades y el presupuesto.

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Total - Calificación Global		
	Final	Original	Ahorro	Final	Original	Ahorro	Final	Original	Ahorro	Final	Original	Ahorro
Consumo Energía Final	9,97	23,98	14,01 58,42%	2,43	3,34	0,91 27,25%	1,02	15,28	14,26 93,32%	13,42	42,31	29,19 68,51%
Consumo E. Primaria No Renovable	18,55 D	44,34 E	25,79 78,21%	4,74 A	6,53 B	1,79 27,41%	2,00 A	29,86 G	27,86 93,30%	25,29 C	80,73 E	55,44 68,67%
Emisiones de CO ₂	3,20 C	7,68 E	4,48 58,33%	0,80 A	1,11 A	0,31 27,93%	0,34 A	5,06 E	4,72 93,28%	4,35 B	13,84 D	9,49 68,57%
Demandas parciales	8,30 C	20 D	11,70 58,50%	6,22 B	8,56 B	2,34 27,34%						

Figura 5.2 Tabla comparativa los resultados en la demanda del edificio.

Por último, comprobamos que los valores de transmitancia global de edificio y de control solar de la propuesta cumplen los establecidos en el CTE, al igual que las comprobaciones del programa HULC.

HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

K	0,76	kWh/m ² año	K_{lim}	0,90	kWh/m ² año	No aplica
q_{sol,jul}	0,17	kWh/m ² año	q_{sol,jul,lim}	2,00	kWh/m ² año	Sí cumple
n₅₀	3,75	1/h	n_{50,lim}	-	1/h	No aplica

Figura 5.3 Valores de K y control solar de la propuesta.

Como se aprecia en la certificación del estado rehabilitado y en HULC, el conjunto de viviendas pasa de no cumplir ningún apartado del documento básico de ahorro de energía a cumplir todos, incluso el porcentaje de cobertura de demanda de ACS de la figura 5.5, que en reformas de edificios existentes con una demanda inicial menor a 5000L/día en los que se incremente menos de un 50% no aplica.

	Valores	Valores límite	
Transmitancia térmica global, K [W/m²K]	0,76	0,90	NO APLICA
Demandas del edificio Objeto:			CUMPLE
- Calefacción [kWh/m ² año]	8,30	15,00	
- Refrigeración [kWh/m ² año]	6,22	15,00	
Control solar, q_{sol,jul} [kWh/m².mes]	0,17	2,00	CUMPLE
Relación de cambio de aire a 50 Pa, n₅₀ [1/h]	3,75	-	NO APLICA
Compacidad [m ³ /m ²]	2,50		
Superficie útil de cálculo, Aútil [m ²]	2243,01		
Superficie de cerramientos opacos, Aopacos [m ²]	2744,65		
Superficie de huecos, Ahuecos [m ²]	220,81		
Longitud de puentes térmicos, Lpt [m]	2116,08		

Figura 5.4 Comprobación del cumplimiento del CTE DB HE 1 en HULC de la propuesta.

HE0			
	Valores límite		
Consumo EP no renovable [kWh/m ² .año]	25,30	50,00	CUMPLE
Consumo EP total [kWh/m ² .año]	42,40	75,00	CUMPLE
Número de horas fuera de consigna	0	350	CUMPLE
Superficie útil de cálculo, A _{útil} [m ²]	2243,01		
HE4 y HE5			
	Valores límite		
Cobertura renovable de la demanda de ACS (%)	92,90	60,00	CUMPLE
Potencia producción eléctrica instalada [kW]	16,32	12,54	CUMPLE

Figura 5.5 Comprobación del cumplimiento del CTE DB HE o en HULC de la propuesta.

Conclusiones

El objetivo de mi estudio era comprender el comportamiento energético del edificio de estudio con el fin de proponer soluciones que mejoren la calidad de vida de los vecinos mientras respeto la imagen del proyecto y por tanto de la ciudad.

Millones de españoles se encuentran en situaciones de pobreza energética, no pudiendo permitirse los niveles más básicos de energía para vivir cómodamente. El precio de los suministros es una de las causas del problema, pero la arquitectura juega un papel principal en él. Al ser conscientes del impacto que tiene la transmitancia térmica en los niveles de consumo de los edificios, seremos capaces de tomar mejores decisiones en el futuro de la construcción, dándonos a su vez las herramientas para intervenir en aquellas construcciones que no cuenten con las condiciones óptimas.

Las viviendas sociales tienen programas muy específicos, sin mucho margen de maniobra y con presupuestos limitados. Es por esto que son la elección perfecta, ya que cumplen a lo justo la normativa vigente en el momento, lo que resulta en costes energéticos muy elevados para población ya de por sí vulnerables.

Mi estudio exhaustivo de estas viviendas diseñadas por el ganador del Priztker Álvaro Siza sacó a relucir la importancia de estudiar el clima de las ciudades donde trabajamos, viéndolo como una oportunidad y utilizándolo a nuestro favor.

Al certificar el proyecto original, quedé sorprendida de los resultados tan deficientes que me devolvió para un proyecto del año 1992. Su calificación es un reflejo de los grandes avances que se han dado en los últimos años no solo en la arquitectura, sino en la sociedad. Los estándares han subido, pero no debemos dejar de lado los edificios anteriores, cada acción cuenta, y el impacto que tienen pequeñas actuaciones como cambiar los vidrios son sorprendentes.

Mi enfoque al proyectar soluciones fue sencillo. No quise cambiar sistemas constructivos y las instalaciones a la vez, debido al elevado coste que tendría. Al centrarme en la materialidad del proyecto, aprendí cómo cada acción que tomaba afectaba al conjunto.

La sustitución de la luna simple por vidrios dobles de altas prestaciones y el cambio de posición de los dispositivos de control solar pueden llegar a reducir un 9% cada una la demanda de un edificio. El coste de cada una de estas intervenciones es de 953€/m², mientras que rehabilitar la cubierta con aislamiento de 120mm de XPS y acabado de losa filtrón tiene un precio medio de 2086,5€/m², pero reduce la demanda hasta un 43%. Por último, incorporar un SATE puede reducirla hasta un 39% con un coste aproximado de 1944€/m².

Con estas cifras consultadas en «*Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial : guía técnica de rehabilitación energética de edificios para técnicos especializados en construcción*» pretendo mostrar que cada una de estas intervenciones tiene un impacto en el consumo de energía. No es necesario cambiar todos los sistemas de un edificio para notar una diferencia.

El objetivo es disminuir la demanda y las emisiones para acercarnos a los estándares de sostenibilidad actuales. Las herramientas de certificación nos dan los datos para tomar decisiones informadas, teniendo en cuenta variables constructivas y climáticas. Una vez estudiados los resultados, intervenimos en medida al presupuesto con el que contamos, obteniendo la mayor reducción de demanda con el menor coste.

Tras terminar mi análisis, puedo decir que tengo una visión global de la certificación y el comportamiento energético de los edificios. Las decisiones que tomamos impactan la realidad diaria de aquellos que viven en ella y ahora cuento con un buen criterio para tomarlas.

“El edificio más verde es el que ya está construido”.

Carl Elefante, *President of the American Institute of Architects 2018.*

Bibliografía

ANGELILLO, A., HERNÁNDEZ LEÓN, J.M., PORTAS, N. y SIZA, Álvaro, 1998. De Oporto a Lisboa : un recorrido por el Portugal de la Expo 98. Madrid: Arquitectura Viva.

BEINHAUER, P., 2012. Atlas de detalles constructivos. Rehabilitación : con 199 ejemplos. Barcelona: Gustavo Gili. ISBN 978-84-252-2470-6.

BOLAÑOS BAÑALES, A. y GARCÍA MORALES, S., 2023. Conservación y actualización de viviendas energéticamente obsoletas. Análisis constructivo-energético de 3 viviendas de Fernando Higuera. S.l.: E.T.S. Arquitectura (UPM).

CORRAL ALAEJOS, P, CAMINO OLEA, M. S. Y PADILLA MARCOS, M. Á., 2019. Propuesta de rehabilitación energética de edificios de la universidad de valladolid de fachada de ladrillo visto. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, UVA, ETSAVA.

GONZALEZ TAMARIT, L., TORRES HIDALGO, M., RAMÍREZ MORENO, N. Arquitectura y clima en Andalucía. Manual de diseño, 1997. Sevilla [etc.: Junta de Andalucía, Dirección General de Arquitectura y Vivienda [etc.]]. ISBN 84-8095-095-1.

El Manual de Diseño contiene pautas relevantes al control solar en el clima de Andalucía, que es la primera estrategia de disminución de la temperatura de los espacios interiores.

JIMÉNEZ MATA, J.J. y MALO DE MOLINA MARTÍN-MONTALVO, J., 1995. Guía de arquitectura de Cádiz. Sevilla [etc.: Junta de Andalucía, Dirección General de Arquitectura y Vivienda [etc.]]. ISBN 84-8095-050-1.

SIZA, Álvaro, 2007. Unas casas de Cádiz. Cádiz: arquitectosdecádiz. ISBN 84-611-5459-3.

Este libro ha sido crucial para el entendimiento del diseño del edificio. En él, Álvaro Siza explica cuáles fueron los mayores condicionantes que dictaron la composición del proyecto.

SIZA, Álvaro y TRIGUEIROS, L., 1995. Alvaro Siza : 1986-1995. Lisboa: Blau. ISBN 972-8311-00-1.

VEGA SÁNCHEZ, S., COLOMA CAMPAL, A., UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID y SAINT GOBAIN, 2020. Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial : guía técnica de rehabilitación energética de edificios para técnicos especializados en construcción. Madrid: UPM Press. ISBN 978-84-18661-00-6.

Este estudio contribuyó a mi enfoque de la propuesta, aportándome los datos necesarios para tomar decisiones basadas en información contrastada.

Procedencia de las ilustraciones

- o.1. Tomado de <https://www.arquitectosdecadiz.com/wp-content/uploads/2017/12/siza.dossierdeprensa.pdf>; consultado el 21.02.2023.
- 1.1. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de la portada del estudio de detalle de la unidad de actuación. 23.02.2023.
- 1.2. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de la carpeta del proyecto de ejecución original del edificio. 23.02.2023.
- 1.3. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del plano de situación catastral previo al proyecto, 1992. 23.02.2023.
- 1.4. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del plano de ordenación de la propuesta de 1992. 23.02.2023.
- 1.5. Fotografía de la fachada del edificio en la primera visita al proyecto el 23.02.2023.
- 1.6. Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9rcel_Real_de_Cádiz; consultado el 13.05.2023
- 1.7. Tomado de <https://catedraldecadiz.com/externo-de-la-catedral/>; consultado el 13.05.2023
- 1.8. Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Puerta_de_Tierra#/media/Archivo:Puerta_de_Tierra,_Cádiz,_España,_2015-12-08,_DD_01.JPG; consultado el 13.05.2023
- 1.9. Tomado de <https://socks-studio.com/2014/03/03/i-do-not-draw-plans-facades-or-sections-adolf-loos-and-the-villa-muller/>; consultado el 13.05.2023.
- 1.10. Tomado de https://arquitecturaviva.com/assets/uploads/obras/45798/av_imagen_vertical.jpeg?h=a4do8437; consultado el 13.05.2023.
- 1.11. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del presupuesto original del proyecto. Capítulo de carpinterías. 23.02.2023.
- 1.12. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del presupuesto original del proyecto. Capítulo de carpinterías. 23.02.2023.
- 1.13. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de un alzado del proyecto de ejecución original; 23.02.2023.
- 1.14. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de los planos de la memoria de carpinterías.; 23.02.2023.1.15.
- 1.16. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de un detalle de la memoria de carpinterías.; 23.02.2023.1.15.
- 1.17. Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de un detalle de la memoria de carpinterías.; 23.02.2023.1.15.
- 1.18. Fotografía tomada en mi segunda visita al edificio (Módulo B). Zonas de tender de la cubierta. 26.04.2023.
- 1.19. Fotografía tomada en mi segunda visita al edificio (Módulo A). Cubierta del segundo edificio de la promoción. 26.04.2023.

- 1.20. Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 1.20. Tomado de Álvaro Siza y Luiz Trigueiros, *Alvaro Siza : 1986-1995* (Lisboa: Lisboa Blau, 1995), página 185.
- 1.21. Tomado de Álvaro Siza, *Unas casas de Cádiz* (Cádiz: arquitectosdecádiz, 2007), página 20.
- 1.22-1.30 Fotografía tomada en mi segunda visita al edificio (Módulo B). 26.04.2023.
- 1.31 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 1.32 Fotografía tomada en mi segunda visita al edificio (Módulo B). 26.04.2023.
- 1.33-1.44 Fotografía tomada en mi segunda visita al edificio (Módulo B). 26.04.2023.
- 1.45 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 1.46 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 1.47 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 1.48 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.

- 2.1 Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del presupuesto original del proyecto. Capítulo de revestimientos. 23.02.2023.
- 2.2 Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de la sección constructiva del proyecto de ejecución.. 23.02.2023.
- 2.3 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 2.4 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 2.5 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 2.6 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 2.7 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 2.8 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 2.9 Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del presupuesto original del proyecto. Capítulo de cubiertas. 23.02.2023.
- 2.10 Tomada del CTE DB HE. 23.02.2023.
- 2.11 Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del plano de forjados. 23.02.2023.
- 2.12 Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía del presupuesto original del proyecto. Capítulo de aislamientos. 23.02.2023.

- 3.1 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 3.2 Tomada de Arquitectura y clima, manual de diseño, de la Junta de Andalucía, 1997. Pagina 147.
- 3.3 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 3.4 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 3.5 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 3.6 Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de la ficha justificativa del cálculo de K_g del edificio. 23.02.2023.
- 3.7 Tomada en el Archivo Histórico de Cádiz. Fotografía de la ficha justificativa del aislamiento acústico del edificio. 23.02.2023.
- 3.8 Elaboración del autor a partir del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.

- 4.1 Elaboración del autor a partir de un original tomado del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- 4.2 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.3 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.4 Tomada de <https://earth.google.com/web/@36.52682168,-6.29055853,21.73814808a,90.34756287d,35y,68.27736965h,35.944185ut,or>; consultada el 20.05.2023.
- 4.5 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/; realizado el 12.05.2023.
- 4.6 Tomado de https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf; consultado el 20.05.2023.
- 4.7 Tomado de Sergio Vega Sánchez y Alberto Coloma Campal, *Sistemas de rehabilitación energética para edificios de uso residencial : guía técnica de rehabilitación energética de edificios para técnicos especializados en construcción* (Madrid: UPM Press 2020), página 51.
- 4.8 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.9 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.10 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.11 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.12 Tomado de <https://www.danosa.com/es-es/sistema/rehabilitacion-energetica-de-fachada-con-sistema-sate-danotherm-con-aislamiento-exterior-de-poliestireno-extruido-rfch1/>; consultado 28.04.2023.
- 4.13 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.14 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.15 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.16 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 4.17 Tomado de <https://www.danosa.com/es-es/sistema/rehabilitacion-de-cubierta-plana-invertida-ajardinada-extensiva-con-lbm-sbs-rext1/>; consultado 28.04.2023.

-
- 4.18 Tomado de <https://www.danosa.com/es-es/sistema/cubierta-plana-solar-descontaminante-con-estructura-solar-fijada-mecanicamente-sun5/>; consultado 28.04.2023.
- 5.1 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 5.2 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 5.3 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 5.4 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- 5.5 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.
- A.1 Elaboración del autor a partir del proyecto de ejecución original consultado en el Archivo Histórico de Cádiz.
- A.2 Elaboración del autor a partir del análisis de la investigación.

Certificación energética del proyecto original

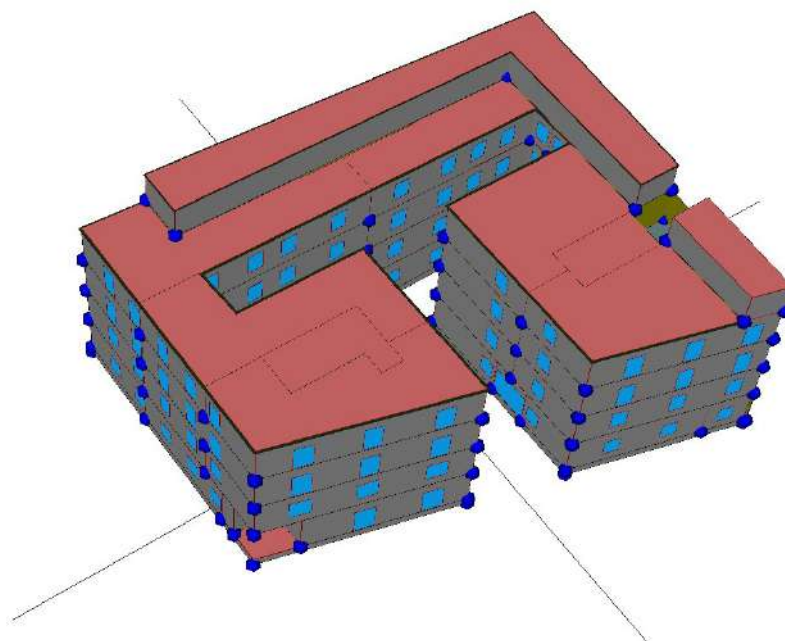


Figura A.1 Modelo 3D de las viviendas de Concepción Arenal. Composición de los elementos constructivos originales.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Viviendas en Concepción Arenal (Módulo B) - Estado original		
Dirección	Concepción Arenal 6,7 y 8 - - - -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	11006
Provincia	Cádiz	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	A3	Año construcción	1979 - 2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	2760701QA4426B		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Blanca van Elderen Alonso	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle 2 - - - - -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	11009
Provincia	Cádiz	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	b.valonso@alumnos.upm.es	Teléfono	670221881
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.2412.1173, de fecha 11-may-2023		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<12.30 A	<2.90 A
12.30-23.3 B	2.90-5.40 B
23.30-39.40 C	5.40-9.20 C
39.40-63.10 D	9.20-14.70 D
63.10-134.20 E	14.70-32.70 E
134.20-146.20 F	32.70-36.90 F
=>146.20 G	=>36.90 G
80,73 E	13,84 D

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 22/05/2023

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:


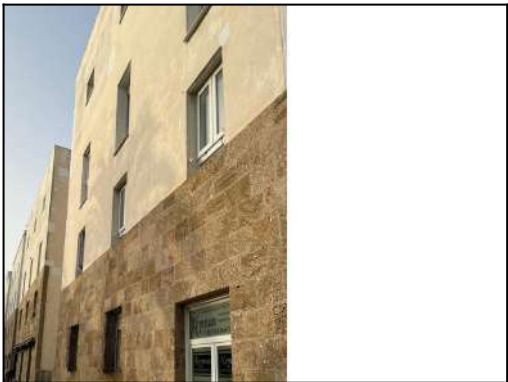
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	2243,01
---	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
P01_E01_C3(E)	Fachada	11,30	2,57	Usuario
P01_E01_C4(E)	Fachada	8,34	2,57	Usuario
P01_E01_C5(E)	Fachada	7,41	0,79	Usuario
P01_E01_C6(E)	Fachada	5,39	0,79	Usuario
P01_E01_C7(E)	Fachada	2,20	0,79	Usuario
P01_E01_C8(E)	Fachada	15,25	0,79	Usuario
P01_E01_C9(E)	Fachada	2,20	0,79	Usuario
P01_E01_C10(E)	Fachada	5,98	0,79	Usuario
P01_E01_C11(E)	Fachada	8,51	0,79	Usuario
P01_E01_C12(E)	Fachada	7,77	2,57	Usuario
P01_E01_C1(la)	Adiabatico	15,99	2,59	Usuario
P01_E01_C2(la)	Adiabatico	19,80	2,59	Usuario
P01_E01_Suelo(B)	Suelo	566,01	0,49	Usuario
P01_E01_Techo1(E)	Cubierta	10,79	2,39	Usuario
P01_E01_Techo2(E)	Cubierta	7,30	2,39	Usuario
P02_E01_C1(E)	Fachada	26,90	0,88	Usuario
P02_E01_C2(E)	Fachada	16,39	0,79	Usuario
P02_E01_C8(E)	Fachada	4,03	0,88	Usuario
P02_E01_C9(E)	Fachada	8,51	0,88	Usuario
P02_E01_C10(E)	Fachada	8,90	0,88	Usuario
P02_E02_C2(E)	Fachada	8,48	0,79	Usuario
P02_E02_C3(E)	Fachada	24,32	0,79	Usuario
P02_E02_C4(E)	Fachada	11,00	0,79	Usuario
P02_E02_C6(E)	Fachada	21,99	0,88	Usuario
P02_E03_C2(E)	Fachada	16,86	0,88	Usuario
P02_E03_C3(E)	Fachada	26,82	0,79	Usuario

P02_E03_C1(la)	Adiabatico	33,91	2,59	Usuario
P02_E04_C1(E)	Fachada	2,81	0,79	Usuario
P02_E05_C4(E)	Fachada	2,81	0,79	Usuario
P02_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	2,59	Usuario
P02_E06_C1(E)	Fachada	4,07	0,79	Usuario
P02_E06_C5(E)	Fachada	28,70	0,79	Usuario
P02_E06_C3(la)	Adiabatico	21,34	2,59	Usuario
P02_E06_C4(la)	Adiabatico	34,04	2,59	Usuario
P02_E07_C2(E)	Fachada	8,71	1,92	Usuario
P02_E07_C4(E)	Fachada	4,07	0,79	Usuario
P02_E07_C5(E)	Fachada	25,92	0,79	Usuario
P02_E07_C6(E)	Fachada	18,07	0,79	Usuario
P02_E07_C3(la)	Adiabatico	25,00	2,59	Usuario
P02_E08_C3(E)	Fachada	2,81	0,79	Usuario
P02_E08_C2(la)	Adiabatico	9,30	1,75	Usuario
P02_E09_C2(E)	Fachada	12,31	0,79	Usuario
P02_E09_C3(E)	Fachada	26,28	0,88	Usuario
P02_E10_C1(E)	Fachada	6,20	1,92	Usuario
P02_E10_C2(E)	Fachada	8,04	0,88	Usuario
P02_E10_C3(la)	Adiabatico	24,80	2,59	Usuario
P03_E01_C1(E)	Fachada	35,37	0,88	Usuario
P03_E01_C2(E)	Fachada	16,17	0,79	Usuario
P03_E01_C8(E)	Fachada	13,98	0,88	Usuario
P03_E01_Suelo3(E)	Fachada	6,61	1,98	Usuario
P03_E02_C2(E)	Fachada	17,84	0,88	Usuario
P03_E02_C6(E)	Fachada	17,56	0,79	Usuario
P03_E02_C7(E)	Fachada	23,88	0,79	Usuario
P03_E02_C8(E)	Fachada	11,00	0,79	Usuario
P03_E03_C5(E)	Fachada	16,42	0,88	Usuario
P03_E03_C6(E)	Fachada	30,59	0,79	Usuario
P03_E03_C4(la)	Adiabatico	33,91	2,59	Usuario
P03_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	2,59	Usuario
P03_E06_C1(E)	Fachada	3,85	0,79	Usuario
P03_E06_C5(E)	Fachada	32,47	0,79	Usuario
P03_E06_C3(la)	Adiabatico	21,34	2,59	Usuario
P03_E06_C4(la)	Adiabatico	34,04	2,59	Usuario
P03_E07_C1(E)	Fachada	20,85	0,79	Usuario
P03_E07_C3(E)	Fachada	4,65	1,92	Usuario
P03_E07_C4(E)	Fachada	18,61	1,92	Usuario
P03_E07_C5(E)	Fachada	8,71	1,92	Usuario
P03_E07_C7(E)	Fachada	3,85	0,79	Usuario
P03_E07_C8(E)	Fachada	25,26	0,79	Usuario
P03_E07_C6(la)	Adiabatico	25,00	2,59	Usuario
P03_E08_C1(E)	Fachada	33,89	0,79	Usuario
P03_E08_C3(E)	Fachada	8,35	1,92	Usuario
P03_E08_C4(E)	Fachada	4,65	1,92	Usuario
P03_E08_C5(E)	Fachada	16,74	0,79	Usuario
P03_E08_C2(la)	Adiabatico	24,33	2,59	Usuario
P03_E09_C1(E)	Fachada	18,68	1,92	Usuario
P03_E09_C2(E)	Fachada	9,30	1,92	Usuario
P04_E01_C1(E)	Fachada	16,17	0,79	Usuario
P04_E01_C7(E)	Fachada	13,43	0,79	Usuario
P04_E01_C8(E)	Fachada	34,47	0,79	Usuario
P04_E02_C3(E)	Fachada	17,56	0,79	Usuario

P04_E02_C4(E)	Fachada	23,88	0,79	Usuario
P04_E02_C5(E)	Fachada	11,00	0,79	Usuario
P04_E02_C7(E)	Fachada	16,74	0,79	Usuario
P04_E03_C5(E)	Fachada	15,32	0,79	Usuario
P04_E03_C6(E)	Fachada	30,59	0,79	Usuario
P04_E03_C4(la)	Adiabatico	33,91	2,59	Usuario
P04_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	2,59	Usuario
P04_E06_C4(E)	Fachada	32,47	0,79	Usuario
P04_E06_C5(E)	Fachada	3,85	0,79	Usuario
P04_E06_C2(la)	Adiabatico	21,34	2,59	Usuario
P04_E06_C3(la)	Adiabatico	34,04	2,59	Usuario
P04_E07_C1(E)	Fachada	8,71	1,92	Usuario
P04_E07_C3(E)	Fachada	3,85	0,79	Usuario
P04_E07_C4(E)	Fachada	25,26	0,79	Usuario
P04_E07_C5(E)	Fachada	20,85	0,79	Usuario
P04_E07_C7(E)	Fachada	4,65	1,92	Usuario
P04_E07_C8(E)	Fachada	18,61	1,92	Usuario
P04_E07_C2(la)	Adiabatico	25,00	2,59	Usuario
P04_E08_C1(E)	Fachada	8,35	1,92	Usuario
P04_E08_C2(E)	Fachada	4,65	1,92	Usuario
P04_E08_C3(E)	Fachada	16,74	0,79	Usuario
P04_E08_C4(E)	Fachada	32,24	0,79	Usuario
P04_E08_C5(la)	Adiabatico	24,33	2,59	Usuario
P04_E09_C1(E)	Fachada	9,30	1,92	Usuario
P04_E09_C2(E)	Fachada	18,68	1,92	Usuario
P05_E01_C1(E)	Fachada	16,61	0,79	Usuario
P05_E01_C7(E)	Fachada	14,64	0,79	Usuario
P05_E01_C8(E)	Fachada	38,70	0,79	Usuario
P05_E01_Techo(E)	Cubierta	62,70	0,84	Usuario
P05_E02_C3(E)	Fachada	18,44	0,79	Usuario
P05_E02_C4(E)	Fachada	24,98	0,79	Usuario
P05_E02_C5(E)	Fachada	11,00	0,79	Usuario
P05_E02_C7(E)	Fachada	19,16	0,79	Usuario
P05_E02_Techo(E)	Cubierta	67,86	0,84	Usuario
P05_E03_C5(E)	Fachada	17,74	0,79	Usuario
P05_E03_C6(E)	Fachada	33,23	0,79	Usuario
P05_E03_C4(la)	Adiabatico	33,91	2,59	Usuario
P05_E03_Techo1(E)	Cubierta	65,19	0,84	Usuario
P05_E04_Techo(E)	Cubierta	23,34	0,84	Usuario
P05_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	2,59	Usuario
P05_E06_C4(E)	Fachada	35,11	0,79	Usuario
P05_E06_C5(E)	Fachada	4,51	0,79	Usuario
P05_E06_C2(la)	Adiabatico	21,34	2,59	Usuario
P05_E06_C3(la)	Adiabatico	34,04	2,59	Usuario
P05_E06_Techo1(E)	Cubierta	40,31	0,84	Usuario
P05_E07_C1(E)	Fachada	8,71	1,92	Usuario
P05_E07_C3(E)	Fachada	4,51	0,79	Usuario
P05_E07_C4(E)	Fachada	26,91	0,79	Usuario
P05_E07_C5(E)	Fachada	22,17	0,79	Usuario
P05_E07_C7(E)	Fachada	4,65	1,92	Usuario
P05_E07_C8(E)	Fachada	18,61	1,92	Usuario
P05_E07_C2(la)	Adiabatico	25,00	2,59	Usuario
P05_E07_Techo1(E)	Cubierta	68,33	0,84	Usuario
P05_E08_C1(E)	Fachada	8,35	1,92	Usuario

P05_E08_C2(E)	Fachada	4,65	1,92	Usuario
P05_E08_C3(E)	Fachada	17,40	0,79	Usuario
P05_E08_C4(E)	Fachada	35,87	0,79	Usuario
P05_E08_C5(la)	Adiabatico	24,33	2,59	Usuario
P05_E08_Techo1(E)	Cubierta	62,50	0,84	Usuario
P05_E09_C1(E)	Fachada	9,30	1,92	Usuario
P05_E09_C2(E)	Fachada	18,68	1,92	Usuario
P05_E09_Techo(E)	Cubierta	19,27	0,84	Usuario
P06_E01_C1(la)	ParticionInteriorVertical	32,06	3,04	Usuario
P06_E01_C2(la)	ParticionInteriorVertical	7,32	3,04	Usuario
P06_E01_C3(la)	Adiabatico	37,07	3,04	Usuario
P06_E01_C4(la)	Adiabatico	68,87	3,04	Usuario
P06_E01_C5(la)	ParticionInteriorVertical	7,77	3,04	Usuario
P06_E01_C6(la)	ParticionInteriorVertical	60,35	3,04	Usuario
P06_E01_Techo(E)	Cubierta	119,72	1,05	Usuario
P06_E02_C1(la)	ParticionInteriorVertical	7,09	3,04	Usuario
P06_E02_C2(la)	ParticionInteriorVertical	17,81	3,04	Usuario
P06_E02_C3(la)	ParticionInteriorVertical	6,73	3,04	Usuario
P06_E02_C4(la)	Adiabatico	19,65	3,04	Usuario
P06_E02_Techo(E)	Cubierta	22,10	1,05	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H01_Ventana	Hueco	2,86	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H01_Ventana	Hueco	14,30	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H01_Ventana	Hueco	12,87	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H02_Ventana	Hueco	4,07	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H03_Ventana	Hueco	15,40	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H04_Ventana	Hueco	6,60	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H04_Ventana	Hueco	11,00	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H05_Ventana	Hueco	7,20	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H06_Ventana	Hueco	4,95	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H06_Ventana	Hueco	1,98	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H06_Ventana	Hueco	13,86	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H06_Ventana	Hueco	9,90	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H07_Ventana	Hueco	6,49	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H07_Ventana	Hueco	6,49	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H07_Ventana	Hueco	6,49	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H08_Ventana	Hueco	0,60	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H08_Ventana	Hueco	1,80	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H09_Ventana	Hueco	10,56	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H09_Ventana	Hueco	5,28	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H10_Ventana	Hueco	5,88	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H11_Ventana	Hueco	1,43	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H12_Ventana	Hueco	6,60	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H12_Ventana	Hueco	31,35	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H12_Ventana	Hueco	24,75	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H13_Ventana	Hueco	1,20	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H13_Ventana	Hueco	0,60	5,66	0,73	Usuario	Usuario
H14_Ventana	Hueco	6,30	5,66	0,73	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS2_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS3_EQ3_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS4_EQ4_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS5_EQ5_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS6_EQ6_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS7_EQ7_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS8_EQ8_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS9_EQ9_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS10_EQ10_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS11_EQ11_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS12_EQ12_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS13_EQ13_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS14_EQ14_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS15_EQ15_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS16_EQ16_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS17_EQ17_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS18_EQ18_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS19_EQ19_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS21_EQ21_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS22_EQ22_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS23_EQ23_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS24_EQ24_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS25_EQ25_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS20_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	95,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS2_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Generadores de refrigeración

SIS3_EQ3_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS4_EQ4_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS5_EQ5_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS6_EQ6_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS7_EQ7_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS8_EQ8_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS9_EQ9_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS10_EQ10_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS11_EQ11_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS12_EQ12_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS13_EQ13_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS14_EQ14_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS15_EQ15_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS16_EQ16_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS17_EQ17_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS18_EQ18_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS19_EQ19_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS21_EQ21_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS22_EQ22_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS23_EQ23_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS24_EQ24_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS25_EQ25_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS20_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	1547,00
---	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	85,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	95,00	GasNatural	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	1547,00
--	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	----------------------------	-----------------	-------------------

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTALES	0,00	0,00	0,00	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Fotovoltaica insitu	0,0
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	A3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	13,84 D			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO2/m2 año)</i>	E	<i>Emisiones ACS (kgCO2/m2 año)</i>	F
	7,68		5,06	
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
<i>Emisiones refrigeración (kgCO2/m2 año)</i>	A	<i>Emisiones iluminación (kgCO2/m2 año)</i>	-	
1,11		-		
<i>Emisiones globales (kgCO2/m2 año)¹</i>				

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

	kgCO2/m2.año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	13,01	29183,51
<i>Emisiones CO2 por combustibles fósiles</i>	0,83	1861,70

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			
	80,73 E			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m2año)</i>	E	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m2año)</i>	G
	44,34		29,86	
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m2año)</i>	B	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m2año)</i>	-	
6,53		0,00		
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m2año)¹</i>				

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		
		20,00 D	8,56 B
		<i>Demanda de calefacción (kWh/m2año)</i>	
		<i>Demanda de refrigeración (kWh/m2año)</i>	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

HE0 Consumo de energía primaria

C_{ep,nren}	80,70	kWh/m ² año	C_{ep,nren,lim}	-	kWh/m ² año	No aplica
C_{ep,tot}	97,00	kWh/m ² año	C_{ep,tot,lim}	-	kWh/m ² año	No aplica
% horas fuera consigna	0,00	%	% horas lim fuera consigna	-	%	No aplica

A_{útil} 2243,01 m² **C_{FI}** 4,813 W/m²

C_{ep,nr} Consumo de energía primaria no renovable del edificio

C_{ep,nren,lim} Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0

C_{ep,tot} Consumo de energía primaria total del edificio

C_{ep,tot,lim} Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0

A_{útil} Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)

C_{FI} Carga interna media

HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

K	1,53	kWh/m ² año	K_{lim}	0,91	kWh/m ² año	No cumple
q_{sol,jul}	2,35	kWh/m ² año	q_{sol,jul,lim}	2,00	kWh/m ² año	No cumple
n₅₀	4,06	1/h	n_{50,lim}	-	1/h	No aplica

V/A 2,51 m³/m²

V 7408,99 m³ **V_{inf}** 6304,41 m³

D_{cal} 20,00 kWh/m² año **D_{ref}** 8,56 kWh/m² año

K Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

K_{lim} Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sec. HE1

q_{sol,jul} Control solar de la envolvente térmica del edificio

q_{sol,jul,lim} Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1

n₅₀ Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa

n_{50,lim} Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1

V/A Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.

V Volumen interior de la envolvente térmica

V_{inf} Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones

D_{cal} Demanda de calefacción

D_{ref} Demanda de refrigeración

HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

RER_{ACS;nrb}	0,00	%	RER_{ACS;nrb min}	-	%	No aplica
------------------------------	------	---	----------------------------------	---	---	-----------

Demanda ACS (*) 1547,00 l/d

RER_{ACS;nrb} Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

RER_{ACS;nrb min} Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS (**)

(*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

(**) Esta comprobación puede no ser de aplicación en ampliaciones y reformas de edificios existentes con una demanda inicial de ACS de hasta 5000 l/día en los que se incremente dicha demanda en menos del 50%

HE5 Generación mínima de energía eléctrica

Potencia instalada	0,00	kW	Potencia min	-	kW	No aplica
---------------------------	------	----	---------------------	---	----	-----------

S_c 589,81 m² **S_{oc}** 150,14 m²

S_c Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación

S_{oc} Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos

Certificación energética de la rehabilitación

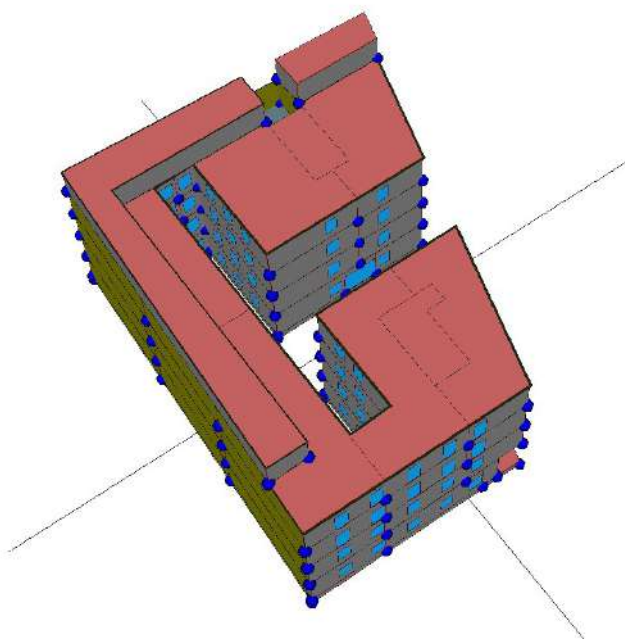


Figura A.2 Modelo 3D de las viviendas de Concepción Arenal. Composición de los elementos constructivos rehabilitados, incluyendo energías renovables.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Viviendas en Concepción Arenal (Módulo B) - Rehabilitación Energética		
Dirección	Concepción Arenal 6,7 y 8 -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	11006
Provincia	Cádiz	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	A3	Año construcción	1979 - 2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	2760701QA4426B		

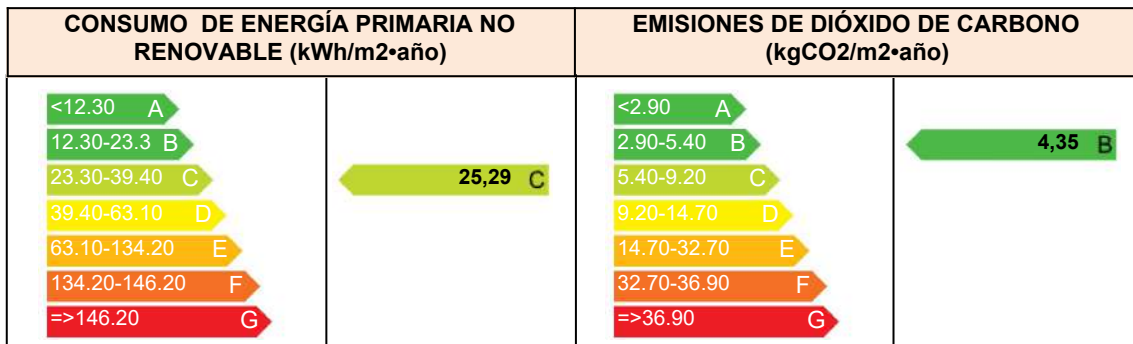
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Blanca van Elderen Alonso	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Doctor Fleming 2 - - - -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	11009
Provincia	Cádiz	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	b.valonso@alumnos.upm.es	Teléfono	670221881
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.2412.1173, de fecha 11-may-2023		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 23/05/2023

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:


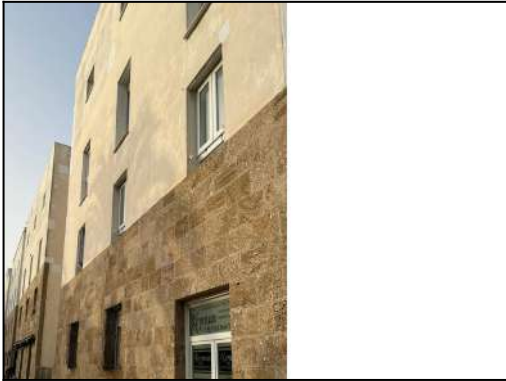
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	2243,01
--	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
P01_E01_C3(E)	Fachada	11,30	0,36	Usuario
P01_E01_C4(E)	Fachada	8,34	0,36	Usuario
P01_E01_C5(E)	Fachada	7,41	0,35	Usuario
P01_E01_C6(E)	Fachada	5,39	0,35	Usuario
P01_E01_C7(E)	Fachada	2,20	0,35	Usuario
P01_E01_C8(E)	Fachada	15,25	0,35	Usuario
P01_E01_C9(E)	Fachada	2,20	0,35	Usuario
P01_E01_C10(E)	Fachada	5,98	0,35	Usuario
P01_E01_C11(E)	Fachada	8,51	0,35	Usuario
P01_E01_C12(E)	Fachada	7,77	0,36	Usuario
P01_E01_C1(la)	Adiabatico	15,99	0,78	Usuario
P01_E01_C2(la)	Adiabatico	19,80	0,78	Usuario
P01_E01_Suelo(B)	Suelo	566,01	0,49	Usuario
P01_E01_Techo1(E)	Cubierta	10,79	2,48	Usuario
P01_E01_Techo2(E)	Cubierta	7,30	2,48	Usuario
P02_E01_C1(E)	Fachada	26,90	0,30	Usuario
P02_E01_C2(E)	Fachada	16,39	0,35	Usuario
P02_E01_C8(E)	Fachada	4,03	0,30	Usuario
P02_E01_C9(E)	Fachada	8,51	0,30	Usuario
P02_E01_C10(E)	Fachada	8,90	0,30	Usuario
P02_E02_C2(E)	Fachada	8,48	0,35	Usuario
P02_E02_C3(E)	Fachada	24,32	0,35	Usuario
P02_E02_C4(E)	Fachada	11,00	0,35	Usuario
P02_E02_C6(E)	Fachada	21,99	0,30	Usuario
P02_E03_C2(E)	Fachada	16,86	0,30	Usuario
P02_E03_C3(E)	Fachada	26,82	0,35	Usuario

P02_E03_C1(la)	Adiabatico	33,91	0,78	Usuario
P02_E04_C1(E)	Fachada	2,81	0,35	Usuario
P02_E05_C4(E)	Fachada	2,81	0,35	Usuario
P02_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	0,78	Usuario
P02_E06_C1(E)	Fachada	4,07	0,35	Usuario
P02_E06_C5(E)	Fachada	28,70	0,35	Usuario
P02_E06_C3(la)	Adiabatico	21,34	0,78	Usuario
P02_E06_C4(la)	Adiabatico	34,04	0,78	Usuario
P02_E07_C2(E)	Fachada	8,71	0,30	Usuario
P02_E07_C4(E)	Fachada	4,07	0,35	Usuario
P02_E07_C5(E)	Fachada	25,92	0,35	Usuario
P02_E07_C6(E)	Fachada	18,07	0,35	Usuario
P02_E07_C3(la)	Adiabatico	25,00	0,78	Usuario
P02_E08_C2(E)	Fachada	9,30	0,30	Usuario
P02_E08_C3(E)	Fachada	2,81	0,35	Usuario
P02_E09_C2(E)	Fachada	12,31	0,35	Usuario
P02_E09_C3(E)	Fachada	26,28	0,30	Usuario
P02_E10_C1(E)	Fachada	6,20	0,30	Usuario
P02_E10_C2(E)	Fachada	8,04	0,30	Usuario
P02_E10_C3(la)	Adiabatico	24,80	0,78	Usuario
P03_E01_C1(E)	Fachada	35,37	0,30	Usuario
P03_E01_C2(E)	Fachada	16,17	0,35	Usuario
P03_E01_C8(E)	Fachada	13,98	0,30	Usuario
P03_E01_Suelo3(E)	Fachada	6,61	1,98	Usuario
P03_E02_C2(E)	Fachada	17,84	0,30	Usuario
P03_E02_C6(E)	Fachada	17,56	0,35	Usuario
P03_E02_C7(E)	Fachada	23,88	0,35	Usuario
P03_E02_C8(E)	Fachada	11,00	0,35	Usuario
P03_E03_C5(E)	Fachada	16,42	0,30	Usuario
P03_E03_C6(E)	Fachada	30,59	0,35	Usuario
P03_E03_C4(la)	Adiabatico	33,91	0,78	Usuario
P03_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	0,78	Usuario
P03_E06_C1(E)	Fachada	3,85	0,35	Usuario
P03_E06_C5(E)	Fachada	32,47	0,35	Usuario
P03_E06_C3(la)	Adiabatico	21,34	0,78	Usuario
P03_E06_C4(la)	Adiabatico	34,04	0,78	Usuario
P03_E07_C1(E)	Fachada	20,85	0,35	Usuario
P03_E07_C3(E)	Fachada	4,65	0,30	Usuario
P03_E07_C4(E)	Fachada	18,61	0,30	Usuario
P03_E07_C5(E)	Fachada	8,71	0,30	Usuario
P03_E07_C7(E)	Fachada	3,85	0,35	Usuario
P03_E07_C8(E)	Fachada	25,26	0,35	Usuario
P03_E07_C6(la)	Adiabatico	25,00	0,78	Usuario
P03_E08_C1(E)	Fachada	33,89	0,30	Usuario
P03_E08_C3(E)	Fachada	8,35	0,30	Usuario
P03_E08_C4(E)	Fachada	4,65	0,30	Usuario
P03_E08_C5(E)	Fachada	16,74	0,35	Usuario
P03_E08_C2(la)	Adiabatico	24,33	0,78	Usuario
P03_E09_C1(E)	Fachada	18,68	0,30	Usuario
P03_E09_C2(E)	Fachada	9,30	0,30	Usuario
P04_E01_C1(E)	Fachada	16,17	0,35	Usuario
P04_E01_C7(E)	Fachada	13,43	0,35	Usuario
P04_E01_C8(E)	Fachada	34,47	0,35	Usuario
P04_E02_C3(E)	Fachada	17,56	0,35	Usuario

P04_E02_C4(E)	Fachada	23,88	0,35	Usuario
P04_E02_C5(E)	Fachada	11,00	0,35	Usuario
P04_E02_C7(E)	Fachada	16,74	0,35	Usuario
P04_E03_C5(E)	Fachada	15,32	0,35	Usuario
P04_E03_C6(E)	Fachada	30,59	0,35	Usuario
P04_E03_C4(la)	Adiabatico	33,91	0,78	Usuario
P04_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	0,78	Usuario
P04_E06_C4(E)	Fachada	32,47	0,35	Usuario
P04_E06_C5(E)	Fachada	3,85	0,35	Usuario
P04_E06_C2(la)	Adiabatico	21,34	0,78	Usuario
P04_E06_C3(la)	Adiabatico	34,04	0,78	Usuario
P04_E07_C1(E)	Fachada	8,71	0,30	Usuario
P04_E07_C3(E)	Fachada	3,85	0,35	Usuario
P04_E07_C4(E)	Fachada	25,26	0,35	Usuario
P04_E07_C5(E)	Fachada	20,85	0,35	Usuario
P04_E07_C7(E)	Fachada	4,65	0,30	Usuario
P04_E07_C8(E)	Fachada	18,61	0,30	Usuario
P04_E07_C2(la)	Adiabatico	25,00	0,78	Usuario
P04_E08_C1(E)	Fachada	8,35	0,30	Usuario
P04_E08_C2(E)	Fachada	4,65	0,30	Usuario
P04_E08_C3(E)	Fachada	16,74	0,35	Usuario
P04_E08_C4(E)	Fachada	32,24	0,35	Usuario
P04_E08_C5(la)	Adiabatico	24,33	0,78	Usuario
P04_E09_C1(E)	Fachada	9,30	0,30	Usuario
P04_E09_C2(E)	Fachada	18,68	0,30	Usuario
P05_E01_C1(E)	Fachada	16,61	0,35	Usuario
P05_E01_C7(E)	Fachada	14,64	0,35	Usuario
P05_E01_C8(E)	Fachada	38,70	0,35	Usuario
P05_E01_Techo(E)	Cubierta	62,70	0,17	Usuario
P05_E02_C3(E)	Fachada	18,44	0,35	Usuario
P05_E02_C4(E)	Fachada	24,98	0,35	Usuario
P05_E02_C5(E)	Fachada	11,00	0,35	Usuario
P05_E02_C7(E)	Fachada	19,16	0,35	Usuario
P05_E02_Techo(E)	Cubierta	67,86	0,17	Usuario
P05_E03_C5(E)	Fachada	17,74	0,35	Usuario
P05_E03_C6(E)	Fachada	33,23	0,35	Usuario
P05_E03_C4(la)	Adiabatico	33,91	0,78	Usuario
P05_E03_Techo1(E)	Cubierta	65,19	0,17	Usuario
P05_E04_Techo(E)	Cubierta	23,34	0,17	Usuario
P05_E05_C3(la)	Adiabatico	31,05	0,78	Usuario
P05_E06_C4(E)	Fachada	35,11	0,35	Usuario
P05_E06_C5(E)	Fachada	4,51	0,35	Usuario
P05_E06_C2(la)	Adiabatico	21,34	0,78	Usuario
P05_E06_C3(la)	Adiabatico	34,04	0,78	Usuario
P05_E06_Techo1(E)	Cubierta	40,31	0,17	Usuario
P05_E07_C1(E)	Fachada	8,71	0,30	Usuario
P05_E07_C3(E)	Fachada	4,51	0,35	Usuario
P05_E07_C4(E)	Fachada	26,91	0,35	Usuario
P05_E07_C5(E)	Fachada	22,17	0,35	Usuario
P05_E07_C7(E)	Fachada	4,65	0,30	Usuario
P05_E07_C8(E)	Fachada	18,61	0,30	Usuario
P05_E07_C2(la)	Adiabatico	25,00	0,78	Usuario
P05_E07_Techo1(E)	Cubierta	68,33	0,23	Usuario
P05_E08_C1(E)	Fachada	8,35	0,30	Usuario

P05_E08_C2(E)	Fachada	4,65	0,30	Usuario
P05_E08_C3(E)	Fachada	17,40	0,35	Usuario
P05_E08_C4(E)	Fachada	35,87	0,35	Usuario
P05_E08_C5(la)	Adiabatico	24,33	0,78	Usuario
P05_E08_Techo1(E)	Cubierta	62,50	0,23	Usuario
P05_E09_C1(E)	Fachada	9,30	0,30	Usuario
P05_E09_C2(E)	Fachada	18,68	0,30	Usuario
P05_E09_Techo(E)	Cubierta	19,27	0,23	Usuario
P06_E01_C1(la)	ParticionInteriorVertical	32,06	0,81	Usuario
P06_E01_C2(la)	ParticionInteriorVertical	7,32	0,81	Usuario
P06_E01_C3(la)	Adiabatico	37,07	0,81	Usuario
P06_E01_C4(la)	Adiabatico	68,87	0,81	Usuario
P06_E01_C5(la)	ParticionInteriorVertical	7,77	0,81	Usuario
P06_E01_C6(la)	ParticionInteriorVertical	60,35	0,81	Usuario
P06_E01_Techo(E)	Cubierta	119,72	0,27	Usuario
P06_E02_C1(la)	ParticionInteriorVertical	7,09	0,81	Usuario
P06_E02_C2(la)	ParticionInteriorVertical	17,81	0,81	Usuario
P06_E02_C3(la)	ParticionInteriorVertical	6,73	0,81	Usuario
P06_E02_C4(la)	Adiabatico	19,65	0,81	Usuario
P06_E02_Techo(E)	Cubierta	22,10	0,27	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H01_Ventana	Hueco	2,86	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H01_Ventana	Hueco	15,73	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H01_Ventana	Hueco	11,44	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H02_Ventana	Hueco	4,07	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H03_Ventana	Hueco	7,70	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H04_Ventana	Hueco	1,32	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H04_Ventana	Hueco	1,32	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H05_Ventana	Hueco	0,60	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H06_Ventana	Hueco	3,30	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H06_Ventana	Hueco	13,20	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H06_Ventana	Hueco	8,25	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H07_Ventana	Hueco	6,60	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H07_Ventana	Hueco	11,00	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H08_Ventana	Hueco	0,60	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H09_Ventana	Hueco	7,70	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H10_Ventana	Hueco	7,20	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H11_Ventana	Hueco	4,95	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H11_Ventana	Hueco	1,98	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H11_Ventana	Hueco	13,86	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H11_Ventana	Hueco	9,90	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H12_Ventana	Hueco	6,49	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H12_Ventana	Hueco	6,49	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H12_Ventana	Hueco	6,49	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H13_Ventana	Hueco	1,80	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H14_Ventana	Hueco	9,24	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H14_Ventana	Hueco	3,96	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H15_Ventana	Hueco	1,43	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H16_Ventana	Hueco	5,88	1,83	0,58	Usuario	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H17_Ventana	Hueco	3,30	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H17_Ventana	Hueco	18,15	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H17_Ventana	Hueco	16,50	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H18_Ventana	Hueco	1,20	1,83	0,58	Usuario	Usuario
H19_Ventana	Hueco	6,30	1,83	0,58	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS2_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS1_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS3_EQ2_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS4_EQ3_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS5_EQ4_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS6_EQ5_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS7_EQ6_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS8_EQ7_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS9_EQ8_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS10_EQ9_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS11_EQ10_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS12_EQ11_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS13_EQ12_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS14_EQ13_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS15_EQ14_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS16_EQ15_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS17_EQ16_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS18_EQ17_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS19_EQ18_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS20_EQ19_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS21_EQ20_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS22_EQ21_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS23_EQ22_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Generadores de calefacción

SIS24_EQ23_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	96,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS2_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS1_EQ1_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS3_EQ2_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS4_EQ3_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS5_EQ4_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS6_EQ5_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS7_EQ6_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS8_EQ7_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS9_EQ8_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS10_EQ9_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS11_EQ10_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS12_EQ11_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS13_EQ12_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS14_EQ13_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS15_EQ14_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS16_EQ15_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS17_EQ16_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS18_EQ17_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS19_EQ18_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS20_EQ19_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS21_EQ20_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS22_EQ21_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS23_EQ22_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS24_EQ23_Equipo_ideal	Rendimiento Constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	1547,00
--	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Elctrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	90,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	96,00	GasNatural	PorDefecto

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	93,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	93,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Fotovoltaica insitu	0,0
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	A3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO2/m2 año)</i>	C	<i>Emisiones ACS (kgCO2/m2 año)</i>	A
	3,20		0,34	
<i>Emisiones globales (kgCO2/m2 año)1</i>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	<i>Emisiones refrigeración (kgCO2/m2 año)</i>	A	<i>Emisiones iluminación (kgCO2/m2 año)</i>	-
	0,80		-	

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

	kgCO2/m2.año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	4,04	9070,02
<i>Emisiones CO2 por combustibles fósiles</i>	0,30	672,90

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	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m2año)</i>	D	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m2año)</i>	A
	18,55		2,00	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m2año)1</i>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m2año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m2año)</i>	-
	4,74		0,00	

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
<i>Demanda de calefacción (kWh/m2año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m2año)</i>

1El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

HE0 Consumo de energía primaria

C_{ep,nren}	25,30	kWh/m ² año	C_{ep,nren,lim}	50,00	kWh/m ² año	Sí cumple
C_{ep,tot}	42,40	kWh/m ² año	C_{ep,tot,lim}	75,00	kWh/m ² año	Sí cumple
% horas fuera consigna	0,00	%	% horas_{lim} fuera consigna	4,00	%	Sí cumple

A_{útil} 2243,01 m² **C_{FI}** 4,813 W/m²

C_{ep,nr} Consumo de energía primaria no renovable del edificio

C_{ep,nren,lim} Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0

C_{ep,tot} Consumo de energía primaria total del edificio

C_{ep,tot,lim} Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0

A_{útil} Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)

C_{FI} Carga interna media

HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

K	0,76	kWh/m ² año	K_{lim}	0,90	kWh/m ² año	No aplica
q_{sol,jul}	0,17	kWh/m ² año	q_{sol,jul,lim}	2,00	kWh/m ² año	Sí cumple
n₅₀	3,75	1/h	n_{50,lim}	-	1/h	No aplica

V/A 2,50 m³/m²

V 7408,99 m³ **V_{inf}** 6183,38 m³

D_{cal} 8,30 kWh/m² año **D_{ref}** 6,22 kWh/m² año Sí cumple

K Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

K_{lim} Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sec. HE1

q_{sol,jul} Control solar de la envolvente térmica del edificio

q_{sol,jul,lim} Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1

n₅₀ Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa

n_{50,lim} Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1

V/A Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.

V Volumen interior de la envolvente térmica

V_{inf} Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones

D_{cal} Demanda de calefacción

D_{ref} Demanda de refrigeración

HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

RER_{ACS;nrb}	92,90	%	RER_{ACS;nrb min}	60,00	%	Sí cumple
------------------------------	-------	---	----------------------------------	-------	---	-----------

Demanda ACS (*) 1547,00 l/d

RER_{ACS;nrb} Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

RER_{ACS;nrb min} Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS (**)

(*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

(**) Esta comprobación puede no ser de aplicación en ampliaciones y reformas de edificios existentes con una demanda inicial de ACS de hasta 5000 l/día en los que se incremente dicha demanda en menos del 50%

HE5 Generación mínima de energía eléctrica

Potencia instalada	16,32	kW	Potencia_{min}	12,54	kW	Sí cumple
---------------------------	-------	----	-------------------------------	-------	----	-----------

S_c 589,81 m² **S_{oc}** 150,14 m²

S_c Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación

S_{oc} Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos

Análisis comparativo entre ambos certificados

Para comparar los certificados obtenidos, hice uso de una aplicación del Gobierno que comprueba la validez de los certificados y cuantifica la mejora energética al cambiar parámetros de un mismo edificio.

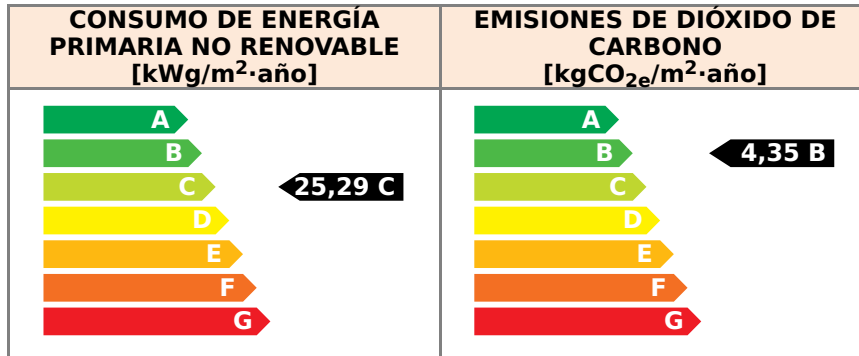
ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

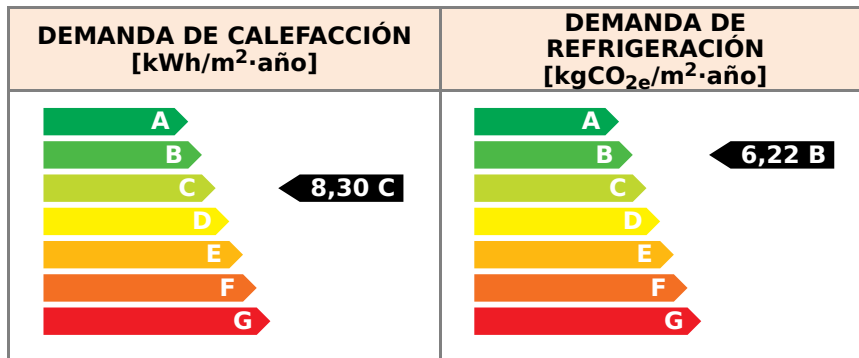
MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Denominación:	NOMBRE
----------------------	---------------

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² ·año]	9,97	14,01 (+58,42%)	2,43	0,91 (+27,25%)	1,02	14,26 (+93,32%)	-	-	13,42	29,19 (+68,51%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año]	18,55 D	25,79 (+58,16%)	4,74 A	1,79 (+27,41%)	2,00 A	27,86 (+93,30%)	0,00 -	0,00 (-%)	25,29 C	55,44 (+68,67%)
Emisiones de CO₂ [kgCO _{2e} /m ² ·año]	3,20 C	4,48 (+58,33%)	0,80 A	0,31 (+27,93%)	0,34 A	4,72 (+93,28%)	0,00 -	-	4,35 B	9,49 (+68,57%)
Demanda [kWh/m ² ·año]	8,30 C	11,70 (+58,50%)	6,22 B	2,34 (+27,34%)						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.