
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ARQUITECTURA TRADICIONAL VALENCIANA. LA ALQUERÍA

AUTOR:

JAVIER PALMERO GALLET

TUTOR ACADÉMICO:

Raquel Amselem Moryoussef

[Dpto. de Construcciones Arquitectónicas]

COO-TUTOR ACADÉMICO:

Carolina Sabina Aparicio Fernández

[Dpto. de Construcciones Arquitectónicas]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Resumen

La justificación de este trabajo final de grado se debe a la actual situación energética, donde el aumento de la demanda energética, de los precios de los combustibles y de las emisiones de CO₂, ha conducido a un comportamiento eficientemente energético.

Es por ello, que se realiza un estudio detallado de una vivienda tradicional valenciana, analizando cada una de sus características térmicas, examinando cada una de sus carencias y planteando posteriormente propuestas para cada una de estas carencias, con la finalidad de generar conjuntos de mejora óptimos para la vivienda.

Todo ello acompañado por un detallado estudio de la viabilidad económica de cada una de las propuestas.

Palabras clave: eficiencia energética, demanda energética, consumo energético, emisiones, mejoras.



Abstract

The rationale of this final project is due to the current energy situation where rising energy demand, fuel prices and CO2 emissions has led to behavior more energy efficient.

For this reason, a detailed study of a traditional Valencian house is carried out by analyzing each of its thermal characteristics, examining each of its deficiencies and then raising proposals for each of these deficiencies with the aim of generating optimal groups of improvement for housing.

Along with these studies, a detailed examination of the economic viability of each of the proposals is accomplished.

Keywords: energy efficiency, energy demand, energy consumption, emissions, improvements.



Agradecimientos

Este trabajo se lo dedico a mis padres. Gracias por haberme dado la posibilidad de estudiar.



Acrónimos utilizados

- EE: Eficiencia Energética.
- DB: Documento Básico.
- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- ITIT: Inspección técnica de instalaciones térmicas.
- CV: Carretera autonómica de la Comunidad Valenciana.
- TFG: Trabajo final de grado.
- ACS: Agua caliente sanitaria.
- EPS: Poliestireno expandido.
- XPS: Poliestireno extruido.
- IVE: Instituto Valenciano de la Edificación



Índice

Contenido

Resumen	2
Abstract.....	3
Agradecimientos	4
Acrónimos utilizados	5
Índice.....	6
Capítulo 1.	10
Introducción al caso.	10
1.1 Eficiencia Energética.....	10
1.1.1 Origen de la Eficiencia Energética.....	11
1.1.2 Calentamiento Global.....	13
1.1.3 El sector de la edificación	17
1.2 Objetivos.	18
Capítulo 2.	19
Alquería objeto de estudio.....	19
2.1 Memoria descriptiva.....	19
2.1.1 Emplazamiento y situación.....	19
2.1.2 Descripción general.	22
2.1.3 Descripción de cada una de las estancias.	26



2.2	Memoria constructiva.	31
2.3	Análisis energético.....	39
2.3.1	Envolvente térmica. Valores transmitancia	39
2.3.2	Cálculo de Transmitancias.	40
2.3.3	Equipos. Potencia y tipo.	49
2.3.4	Renovaciones y ventilación.....	54
Capítulo 3.		60
Modelización del Edificio Analizado.		60
3.1	Introducción de datos.....	60
3.1.1	Casuística del edificio analizado.....	61
3.2	Obtención de resultados.	68
3.2.1	Demanda Energética.....	70
3.2.2	Producción de CO ₂	72
3.2.3	Consumo Energético.....	73
Capítulo 4.		75
Propuestas de Mejora.		75
4.1	Dirección de las propuestas.....	75
4.2	Demanda energética.	75
4.2.1	Cerramientos.	76
4.2.2	Particiones.	92
4.2.3	Cerramientos horizontales.....	101
4.2.4	Resumen de mejoras envolvente térmica.	105



4.3	Estudio y viabilidad económica de las propuestas.....	108
4.4	Producción de CO ₂ y Consumos energéticos.	115
4.4.1	Relación de combustibles y fuentes de energía.....	116
4.4.2	Biomasa como combustible.....	118
4.4.3	Sistemas propuestos.....	120
4.4.4	Resumen de mejoras de sistemas propuestos.....	128
4.5	Estudio y viabilidad económica de las propuestas.....	130
4.6	Conjunto de propuestas.	139
Capítulo 5.	.....	146
Conclusiones.	.....	146
5.1	Conclusión de las propuestas.	146
5.2	Conclusión personal	152
5.3	Conclusiones personales de aprendizaje	154
Capítulo 6.	.....	155
Bibliografía.	.....	155
Capítulo 7.	.....	157
Índice de Figuras.	.....	157
8.1	Ilustraciones	157
8.2	Tablas	159
8.3	Gráficas.....	162
Anexos.....	.....	164
1.	Calculo Tansmitancias.	164



1.1	Transmitancia limite.	164
1.2	Calculo U de cada uno de los elementos.	165
2.	Calculo caudal de ventilación y numero renovaciones hora....	183
3.	Calculo propuestas.	184
3.1	Cerramientos verticales.	185
3.2	Particiones.	188
3.3	Cerramientos horizontales.	190
4.	Cálculo inercia térmica.	191
5.	Cálculo de combustibles.	197
6.	Cálculo potencia emisor.	200
7.	Calificaciones expedidas por CALENER VYP.	202
8.	Precios Unitarios.....	220
9.	Fichas Técnicas.	224
10.	Calificación energética inicial. Documento CALENER.....	228
11.	Reportaje Fotográfico.	242
12.	Planos.	244



Capítulo 1.

Introducción al caso.

1.1 Eficiencia Energética.

¿Qué es la eficiencia energética?

“Cuando la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es cada vez menor y a mayor coste, la necesidad de racionalizar esos recursos y aplicar estrategias de desarrollo sostenible, obliga a que en toda actividad se busque la eficiencia, entendida como conseguir más y mejores resultados con menos recursos, lo cual se expresa en menores costes de producción para producir lo mismo” [1]

“La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, así como también de hábitos culturales.” [2]

“La cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento,



las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía”. [3]

Después de mostrar estas definiciones redactadas por entidades oficiales se puede resumir que la eficiencia energética es la optimización del uso de la energía que permiten alcanzar un estado de confort mediante técnicas, tanto activas como pasivas, generando una reducción de su coste.

1.1.1 Origen de la Eficiencia Energética.

Son varios los aspectos clave que empujan hacia un comportamiento energético eficiente.

Crisis energética.

La crisis energética es ya una realidad en nuestra sociedad que plantea no sólo el problema del agotamiento de las principales fuentes actuales, con los consiguientes conflictos para conseguirlas, sino también la contribución al cambio climático y la pérdida de la calidad de vida producida por la contaminación cotidiana. [4]

El consumo energético en España ha aumentado en gran medida los últimos años, pasando de 91,8 Mtep en 1990, a 145,1 Mtep en 2005. El coste de la energía en España no corresponde con los reales, sociales y ambientales. El consumismo actual denota una carencia de consciencia y concienciación energética, poco característica de un país que importa gran parte de la energía que consume. A esto, se le suma en el último



siglo, un aumento de la actividad económica ligada indiscutiblemente con el gasto energético.

A pesar de que las energías renovables van adquiriendo cada vez más protagonismo, la debilidad provocada por el consumo de combustibles fósiles y la dependencia de los países exportadores de petróleo, invita a reflexionar en la eficiencia energética como vía de escape de esta situación.

Tendencia al aumento del consumo.

La oferta energética, encaminada a un aumento, debido a la obviedad del aumento de demanda, determina las estrategias del sector energético. Los problemas socioculturales y medioambientales demandan una reducción del consumo energético, pero esta reducción es inviable con la dinámica económica actual. Desde algunos sectores se plantea la eficiencia energética como una solución dentro de las leyes del mercado, al disminuir, en parte, los perjuicios de la energía sin reducir el consumo. [4]

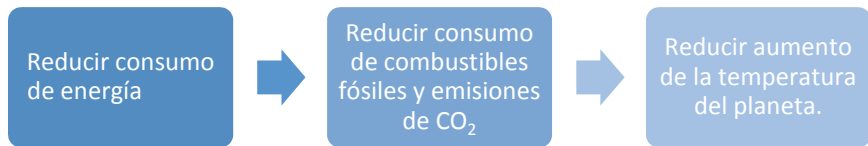
Aumento de los gases de efecto invernadero.

Desde 1990, las emisiones de CO₂ generadas por el uso de la energía, han aumentado gradualmente. La íntima e innegable relación entre el calentamiento global y los gases de efecto invernadero, cuyos principales generadores de CO₂, por la combustión de combustibles fósiles, son los países desarrollados, declara la evidente importancia de la eficiencia energética como herramienta de cambio. [4]



1.1.2 Calentamiento Global.

Calentamiento global es un término muy frecuente hoy día, que está íntimamente relacionada con la Eficiencia Energética. Si se logra reducir el consumo de energía mediante la disminución del consumo de combustibles fósiles, se estará contribuyendo a generar menos calor, por lo que se ayudará a no aumentar la temperatura de la Tierra.



Calentamiento global se define como el aumento gradual de la temperatura de la atmósfera y océanos que se detecta ahora y se prevé en un futuro.

Esta definición puede inducir a equivocación ya que no solo significa que cada día hará más calor, sino que en definitiva se producirán fenómenos meteorológicos extremos, es decir que donde ahora hace calor, hará más calor y que donde ahora llueve, lloverá con más abundancia.

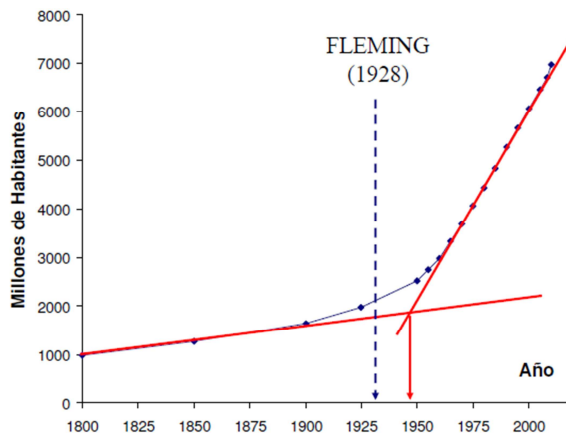
Se podría pensar que los cambios de temperatura son naturales ya que la temperatura media global y las concentraciones de dióxido de carbono han fluctuado en un ciclo de cientos de miles de años conforme ha variado la posición de la Tierra respecto del sol, dando como resultado las diferentes edades de hielo.

Otras teorías afirman que el calentamiento global se atribuye a ciclos de manchas solares.



Alguno científicos concluyen que se aproxima una nueva era glaciár debido a la fusión los glaciares que liberan una gran cantidad de agua dulce provocando que las corrientes marinas pierdan fuerza, hasta su completa detención, causando una caída repentina de las temperaturas.

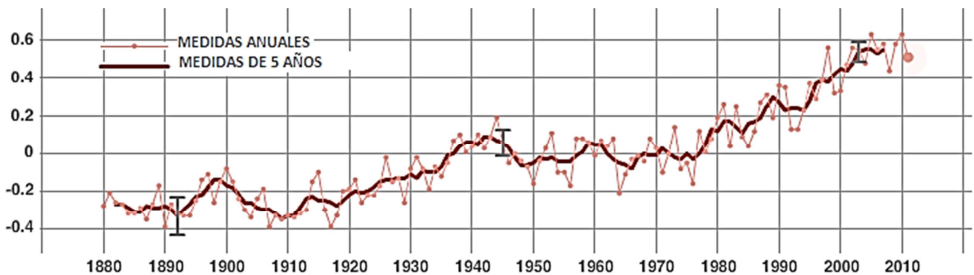
Independientemente de las teorías sobre el calentamiento global, existe una verdad innegable, y es el aumento de la cantidad del consumo de combustibles fósiles a pasos agigantados desde la revolución industrial, debido a un aumento de la producción y de la población (gráfica 1), pasando a trabajos automatizados y mecanizados, aumentando con ello la demanda de energía.



Gráfica 1. Aumento población

Algunos científicos mantienen la teoría de que es el dióxido de carbono acumulado en la Tierra el que provoca el aumento de la temperatura (gráfica 2) y la consecuente fusión de los polos.





Gráfica 2. Fluctuación de la temperatura del planeta

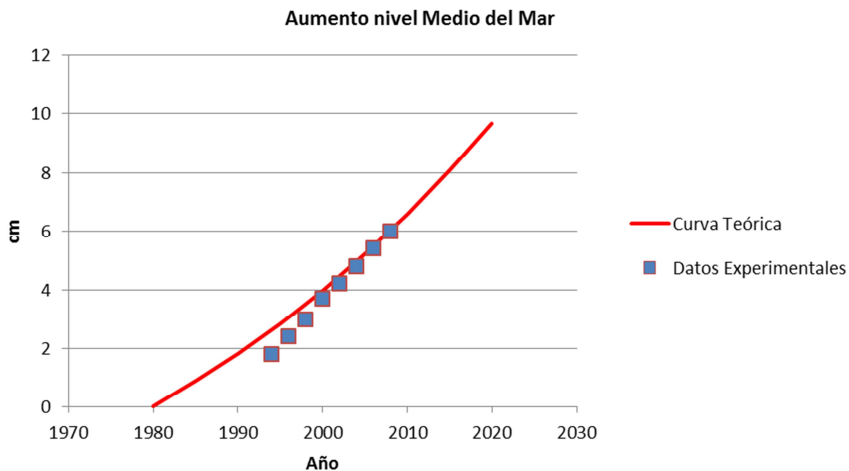
Esta afirmación no es errónea, pero como he podido comprobar en el trabajo de el area de intensificación de eficiencia energética realizado junto con mi compañera Miriam Jerez Caballero, es la quema de combustibles fósiles la principal causa.

La quema descontrolada de combustibles fósiles genera calor que se emite a la atmosfera. Este calor generado es absorbido directamente por los polos para establecer un equilibrio de temperatura en la tierra.

Por tanto, este calor, será el responsable de provocar el proceso fisicoquímico de la fusión sobre la masa de hielo de los polos, dando como resultado el incremento de una cantidad de agua sobre los mares y océanos.



En la gráfica 3, se observa la curva experimental obtenida a través de los cálculos realizados en el trabajo del área, tomando como base la cantidad de combustible fósil consumido, y la curva teórica del aumento del nivel de la mar proporcionada por la Universidad de Colorado. [5]



Gráfica 3. Aumento nivel Medio del Mar



1.1.3 El sector de la edificación

Dentro del ámbito energético nacional, el sector residencial es un sector esencial, debido a la gran demanda energética que requiere que influye directamente en el consumo total y eléctrico, alcanzando a nivel nacional, las cifras de un 17% y 25% respectivamente.

Debido a una progresiva mejora en la calidad de vida, el incremento de los hogares, los hábitos de consumo y el equipamiento progresivo de los hogares, se prevé una tendencia al incremento en cuanto a la demanda energética del sector residencial.

Por esto mismo, este ámbito ocupa un lugar preferente en cuanto a las políticas, estrategias energéticas y medioambientales, actuales y futuras.

El actual marco normativo está dirigido por la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, que surgió por la dependencia de las importaciones de energía, sumadas a las obligaciones de cumplir los objetivos previstos para el año 2020 (objetivo 2020).

Esta directiva complementa a la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de edificios, en lo referente a la función ejemplarizante de los edificios de los organismos públicos.

Producto de esta directiva se encuentra el documento básico de ahorro de energía (DB-HE) del código técnico de la edificación (CTE), la certificación Energética de Edificios (CEE) y la Inspección técnica de instalaciones térmicas (ITIT). [6]



1.2 Objetivos.

Tras conocer el estado actual, la importancia y el impacto que produce la eficiencia energética sobre el medioambiente y la economía, no solo del país, sino también de los individuos que demandan energía para su propio estado de confort, se pretende generar una vivienda eficiente partiendo de base de una construcción tradicional valenciana.

La elección de una construcción tradicional es respaldada por el objetivo de reducir el impacto medioambiental reutilizando y rehabilitando un edificio ya construido que, además, parte de la optimización de materiales completamente sostenibles que no han generado un gran impacto sobre el medioambiente.

Así pues, los objetivos en el presente proyecto son el uso de conceptos de eficiencia energética, y su posterior valoración y viabilidad económica.

Para ello, de forma inicial se realizará un previo estudio del estado actual de la vivienda, observando así las deficiencias que presenta y los posibles puntos sobre los que realizar el estudio.

Tras analizar las deficiencias, se estudiarán y propondrán formas de reducción de la demanda energética con el fin de reducir de forma directa el consumo y las emisiones de CO₂.

Además, se estudiara y planteará la posibilidad de instaurar nuevos sistemas basados en equipos con una mayor rendimiento energético, comparando, también, la influencia que poseen los distintos tipos de combustibles sobre la eficiencia energética, con el fin de reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂.



Capítulo 2.

Alquería objeto de estudio

2.1 Memoria descriptiva.

2.1.1 Emplazamiento y situación.

Localizada al Este de la Península Ibérica, la Comunidad Valenciana, nos muestra una fisonomía alargada con una extensión aproximada de 23.921 km². En la comarca de *L'Horta Nord* muy cerca del mar y de Valencia, se encuentra la población de Almacera, donde localizamos la alquería, objeto de estudio en este Trabajo Final de Grado.

Situada en las latitudes 39°30'44" Norte y 0°21'20" Oeste. Su altitud sobre el nivel del mar es de 10 metros, lindando por el Norte con el municipio de Meliana; por el Sur con los términos de Alboraya y Tavernes Blanques; por el Este con Alboraya y por el Oeste con Bonrepós y Mirambell y *Les Cases de Bárcenas* (Valencia). [7]

Almacera comprende un área de 2.7 km², de la cual un 72% son áreas de cultivo. El término contempla una orografía llana, regada por las acequias de Rascaña y Real de Moncada, abastecidas por el río Turia.

La zona de huerta donde se ubica la alquería, se orienta al este del municipio, lindando con la huerta de Meliana por el norte y con la huerta de Alboraya por el este.



En este sector predomina la presencia de alquerías con fines de explotación agraria. La mayoría de estas, se encuentra en un estado avanzado de deterioro por un abandono debido a un éxodo rural de la población. En 2003 solo el 5% de la población ocupada participaba en este sector.

La alquería de estudio, está situada en la *Partida del Barranc* número 52, a unos escasos 900 m del centro del municipio, está delimitada por campos de cultivos, por un carril bici y por la carretera autonómica de la Comunidad Valenciana 311 (CV-331).

Actualmente, está sufriendo un proceso de rehabilitación a manos de su dueño. Con este proyecto pretendemos contribuir en ella con mejoras inteligentes y eficientes energéticamente.

Introducción histórica, urbanística y arquitectónica de las alquerías en Almacera.

El pueblo de Almacera era, a mitad del siglo XIX, un enclave de la huerta de Valencia con menos de dos mil habitantes. Inmerso en una agitada etapa en la que el régimen señorial estaba siendo desmantelado, comenzaba por aquel entonces a levantar la iglesia parroquial que en la actualidad destacaba orgullosamente entre el resto de construcciones existentes tanto en el casco urbano como en su área circundante.

Las gentes de Almacera, mayoritariamente dedicadas a la agricultura, fueron instalándose paulatinamente en el núcleo urbano formado a partir de la plaza principal y sus calles adyacentes. A esta disposición urbanística tendríamos que añadir un hábitat asentado de forma dispersa en la rica huerta de la localidad.



La arquitectura popular de Almacera formada por caseríos, alquerías y barracas nos aproxima a la forma de vida tradicional que existió en este municipio, y que aún perdura en ciertos casos.

Cada una de las alquerías se encontraba rodeada por una franja de huerta más o menos extensa, y de límites imprecisos, que era cultivada por los habitantes de estas.

Esta constitución dispersa es heredada directa del mundo árabe, y obedece a la estructura tribal que sería lo que hoy se llamaría “familia extensa”. Cada alquería está definida por su autosuficiencia e independencia de cualquier señor local, respondiendo sólo ante el Estado.

Con estos datos se observa que la estructura de la alquería no es en origen igual de simple a cómo se percibe hoy: debía tratarse, dependiendo del tamaño de la familia o clan, de una casa relativamente espaciosa. Además en su territorio habría otras casas más pequeñas para los labradores más pobres del clan.

En esta casa y en construcciones adyacentes estarían todos los servicios necesarios para la vida cotidiana: horno, cobertizo, almacenes, corrales.

Con la conquista cristiana el territorio se ha delimitado como consecuencia de las necesidades del régimen feudalista, los molinos y hornos no pertenecen ya a la alquería. La primitiva alquería musulmana se ha convertido en una villa cristiana mediante la concesión de una “carta puebla” y el molino, el horno, y todos los servicios comunales pasan a ser propiedad real o del señor al cual pertenece.

La alquería musulmana, que tenía incluso trazado de calles, ha reducido sus dimensiones. La alquería actual en esencia sigue siendo lo mismo:



una casa donde habita la familia (ya entendida en sentido reducido) con una porción de territorio que cultiva envolviendo la construcción.

A finales del siglo XVIII se encuentran alquerías que responden a un régimen de explotación de la tierra en arrendamiento.

La estructura es de un cuerpo principal con patio trasero que se cierra con almacenes. La fachada es muy austera, no teniendo más decoración que la composición de la misma. Siendo esta: de puerta central con dos vanos a los lados en la planta baja. En la superior encontramos tres vanos, en el mismo eje que los inferiores, que sirven para ventilar la andana donde se cría el gusano de seda. Esta actividad tenía gran tradición en la Huerta Valenciana, por este motivo delante de las alquerías es fácil encontrar, además de frutales como el limonero y el naranjo, varias moreras. [8]

2.1.2 Descripción general.

Al mirar alrededor de la edificación objeto de estudio se encuentra un entorno completamente agrícola, característico de la histórica huerta valencia, donde las edificaciones más próximas comparten la misma tipología, la alquería.

Dicha alquería se encuentra en la *Partida del Barranc* número 52, en el municipio de Almacera, de la que se adjunta la información catastral obtenida del Catastro Virtual.

La alquería tiene un estado de conservación favorable ya que el propietario emplea tiempo y dedicación para realizar obras de rehabilitación y mejoras, tales como cambio de ventanales, cambio de pavimento, enlucido de muros y particiones, chapado de la cocina, ejecución del porche.



Actualmente el propietario, que reside en un municipio colindante, Tavernes Blanques, acude a la alquería para realizar labores agrícolas, cuidado de caballos y realizar las obras comentadas.

La intención del propietario es acondicionar y aclimatar la edificación para poder pasar largos periodos de tiempo en ella sin importar las estaciones del año y la temperatura exterior.

El acceso a la propiedad se realiza por el Norte de esta, a través de la CV-311. Tras entrar de en parcela, no se observa un acceso directo a la vivienda, ya que el acceso a la vivienda se encentra en la fachada Este.

La alquería presenta una superficie construida total de aproximadamente 360 m², en los que existen dos niveles que conforman la vivienda, un patio interior definido por la misma vivienda, un porche y el actual garaje. Existen varios cuerpos claramente distinguidos.

Para el estudio espacial del edificio se ha decidido dividir la alquería en distintos volúmenes en función de la antigüedad y del año de construcción de los espacios.



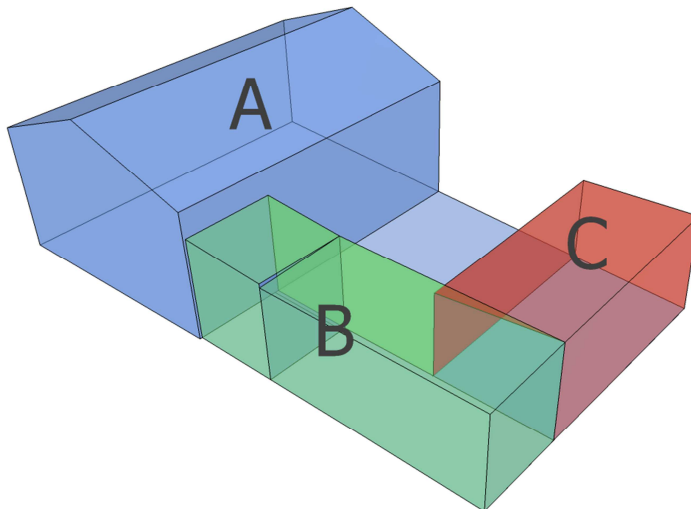


Ilustración 1. Volúmenes descriptivos

El **volumen A**, que se muestra en la ilustración 1, tiene una envolvente formada por cuatro fachadas existiendo varios accesos a este volumen.

Por una parte observamos dos accesos a la zona de la vivienda. Un acceso principal en la fachada este y un acceso secundario a través del patio interior en la fachada oeste. Ambos acceden a una zona común, delimitando el salón comedor.

Por otra parte, se observan dos accesos al almacén. Un acceso por la fachada este y otro por la fachada oeste, creando así un corredor que permite la conexión entre el patio interior y el exterior de la vivienda.

Al acceder a la vivienda por el acceso principal encontramos un espacio abierto que recorre toda la vivienda, compuesto por un salón y posteriormente un comedor, que comunica con el patio interior a través del acceso secundario. Este espacio abierto sirve de separación



entre los dormitorios y el resto de dependencias, el baño, el acceso a la cocina y acceso a la planta superior.

Los dos dormitorios ocupan toda la longitud de la vivienda. Cada uno orientado a cada una de las fachadas principales, este y oeste.

Todo el volumen A esta cubierto por una cubierta a dos aguas.

El **volumen B**, que se muestra en la ilustración 1, bloque compuesto por la cocina anexionada a la vivienda y el garaje, se compone principalmente de dos fachadas orientadas al Norte y al Sur.

El acceso de la cocina se hace imperativamente a través de la vivienda, mientras que el garaje tiene varios accesos. Un acceso principal en la fachada norte y otro acceso secundario a través del patio interior, fachada sur.

Este volumen está cubierto por dos distintas cubiertas. Una cubierta a un agua que cubre la cocina, y otra cubierta a un agua que cubre el garaje. Ambas con pendientes y direcciones distintas.

Por último, el **volumen C**, que se muestra en la ilustración 1, compuesto por el poche que dispone de un aseo y de despensa. Se aprovecha del muro perimetral que envuelve parte de la parcela para definir estos espacios.

La cubierta de dicho volumen es de una sola agua en dirección al patio interior.



2.1.3 Descripción de cada una de las estancias.

Para el estudio de las estancias dividiremos cada volumen estudiado anteriormente en sub-volúmenes.

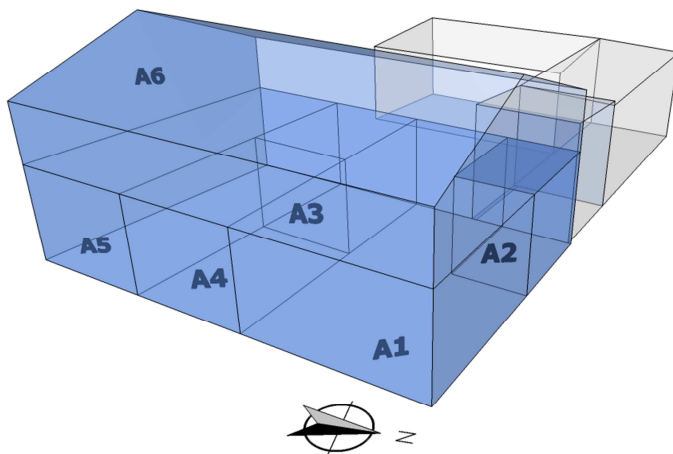


Ilustración 2. Espacios Volumen A

- **A1**

Espacio compuesto por el salón-comedor, en el que encontramos la entrada principal de la vivienda, y el acceso mediante el patio interior. Así mismo encontramos ventilación directa a través de una ventana situada en la fachada principal. Este espacio sirve como distribuidor a los diferentes espacios que le rodean



- **A2**

En este espacio encontramos el baño principal. Este espacio cuenta con ventilación directa, gracias a una ventana orientada al norte.

- **A3**

Espacio compuesto por la segunda habitación. Esta estancia ventila directamente a través de una ventana orientada al oeste a un patio interior.

- **A4**

Espacio compuesto por el dormitorio principal. Esta estancia ventila directamente a través de una ventana orientada al este (fachada principal).

- **A5**

En este espacio encontramos el almacén de útiles y equipos para la labranza. Este espacio dispone de dos accesos. A través de la fachada principal, y a través del patio interior.



- **A6**

Situado en la parte superior del volumen A, encontramos un espacio no habitable, el andén. Este espacio establece ventilación cruzada directa, ya que dispone de ocho ventanales enfrentados, cuatro a cuatro, en las fachadas este y oeste.

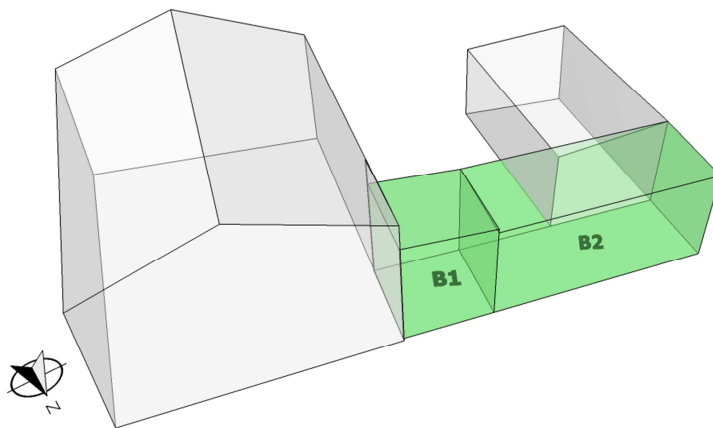


Ilustración 3. Espacios Volumen B

- **B1**

En este espacio se sitúa la cocina, a la cual se accede a través del salón-comedor. Dispone de una ventilación cruzada directa a través de dos ventanas enfrentadas, orientadas al norte y al sur.



- **B2**

En este espacio encontramos un garaje. Dispone de dos accesos, uno interior, a través de patio, y un acceso principal a través de la fachada norte.

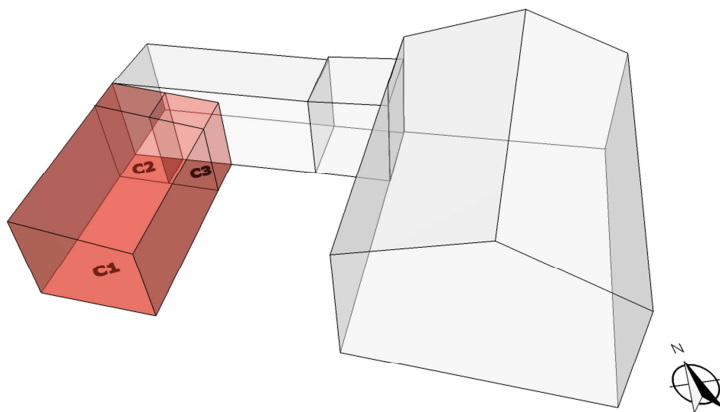


Ilustración 4. Espacios Volumen C

- **C1**

Situado al oeste de la edificación, encontramos un porche abierto al patio interior.

- **C2**

Espacio compuesto por un baño secundario, al que solo se puede acceder a través del espacio C1. Sin ningún tipo de ventilación.



- C3

Este espacio tiene función de despensa. Dispone de ventilación a través de una ventana orientada hacia el patio interior.

En el siguiente cuadro quedan reflejadas las superficies de cada volumen mencionado anteriormente.

Tabla 1. Cuadro de Superficies Útiles

Cuadro Superficies Útiles	
ZONA	ÁREA (m²)
Volumen A	
Salón – Comedor (A1)	38,51
Baño principal (A2)	5,77
Habitación 1 (A4)	14,27
Habitación 2 (A3)	12,23
Almacén (A5)	21,92
Andén (A6)	98,33
TOTAL 191,13	
Volumen B	
Cocina (B1)	9,71
Garaje (B2)	24,67
TOTAL 34,38	
Volumen C	
Porche (C1)	27,20
Baño secundario (C2)	2,75
Despensa (C3)	2,23
TOTAL 32,18	



2.2 Memoria constructiva.

Las descripciones de los sistemas constructivos que se explican a continuación, son fruto de un previo análisis realizado por observación, medición directa en los casos posibles, por la búsqueda de información en fuentes bibliográficas a cerca de construcciones tradicionales y por la comunicación directa con el propietario.

Como consecuencia de la imposibilidad de acceso directo a la cimentación, se realiza una deducción de cómo está realizada y compuesta teniendo en cuenta la tipología edificatoria y la situación.

Las alquerías, situadas en la huerta valenciana, suelen tener una cimentación de poca entidad, formadas por prolongaciones del muro de carga perimetral, con algo más de espesor en la base.

Para su ejecución, solían excavar en busca de un terreno firme, colocando mampuestos de grandes proporciones y poco trabajados tomados en seco o con mortero de cal y arcilla dependiendo de la humedad del terreno. Si se encontraban en una zona húmeda lo más probable es que fueran tomados en seco, ya que así se crea una red capilar que evita el ascenso de la humedad.

Por la proximidad de acequias a la alquería, entendemos que la humedad en el terreno es alta, por lo que nos decantamos hacia unos mampuestos tomados en seco.

Con la colocación de estos mampuestos se define una zapata corrida bajo muro cuya función será transmitir las cargas que reciba el muro al terreno.



En lo que atañe al suelo, se desconocen las capas que puedan existir, debido a que ha sufrido variaciones desde su construcción, pero se puede suponer que existe una capa de tierra batida apisonada, sobre la que descansa una capa de mortero de agarre para la toma del azulejo hidráulico. Sobre el azulejo que aun perduraba, el propietario, colocó una lámina impermeabilizante a lo largo de toda la superficie de la vivienda habitable, y sobre esta, ejecutó una solera armada de 10 cm de espesor con mallazo, y finalmente colocó baldosas de gres rustico tomadas con mortero.

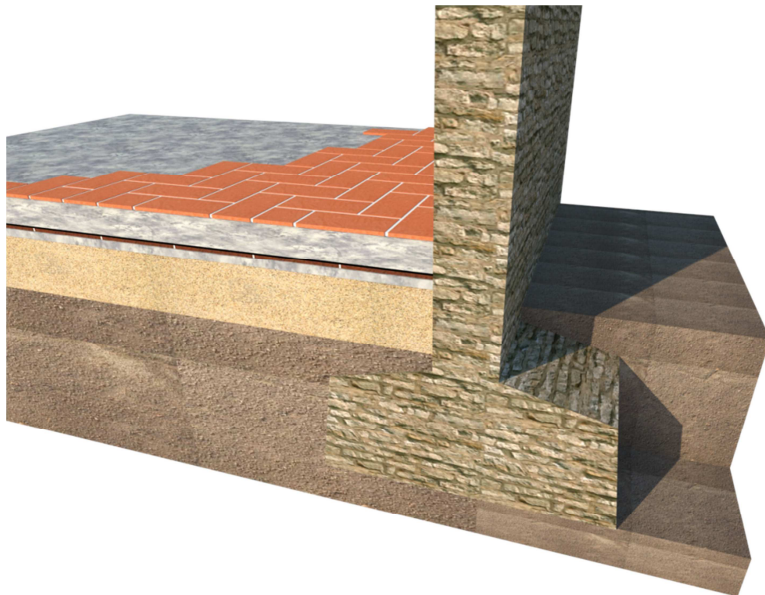


Ilustración 5. Detalle Cimentación



La tierra arcillosa es la materia básica que se utilizaba en la construcción de alquerías durante siglos, a partir de los testimonios más antiguos de la época Bajo-medieval hasta bien entrado el siglo XVII. La tierra se convierte en un muro a partir de la técnica de la tapia, por la cual la masa, vertida en cajas de listones de madera, se somete a un proceso de batida y aglutinación. La tapia de tierra con costra de hormigón de cal y arena e hiladas de baldosas que refuerzan los paramentos y puntos singulares es la variedad más común. Hay otras variedades, como la de hormigón y bloques de piedra y guijarros, que profundizan en las raíces constructivas islámicas. [9]

Así pues, en el volumen inicial, se presenta una tipología edificatoria en la que el sistema constructivo de sus muros de 1+1/2 pies se basa en muros de mampostería listada con hiladas de baldosas que permiten resolver puntos singulares como son las esquinas, los alfeizares y dinteles. Estos muros tienen la función de soportar las cargas perimetrales.

Estos muros se elevan de forma continua toda la altura de la construcción, sustentando el forjado intermedio realizado al “revoltón” y la cubierta a dos aguas realizada a par y picadero.

Debido a la construcción de otros espacios de forma posterior al volumen original, observamos la existencia de otras tipologías constructivas.

Adaptadas de la llamada vivienda obrera, se registran otras fábricas en los albores del siglo XX, como la de bloques artificiales de hormigón que rememora la técnica tradicional de la tova. [9]



De este modo, el resto de espacios se encuentran ejecutados mediante fábricas de bloques de hormigón artificial, teniendo función estructural, ya que sustentan los diferentes sistemas de cubiertas de cada uno de los espacios.

No obstante, se observan modificaciones en estos muros, realizadas por el propietario, quien ejecuto una hoja interior de fábrica de ladrillo hueco de siete centímetros de espesor, dejando una separación entre ambas fábricas de cinco centímetros de espesor a modo de cámara de aire. Esta modificación se encuentra en el espacio dedicado a la cocina, en el aseo secundario y la despensa.

Dos son los sistemas principales de forjados en las alquerías. El más antiguo consiste en un entramado de vigas y listones con tableros de baldosas. El segundo, difundido sobre todo a partir del siglo XV, es el del revoltón de baldosas. La tendencia desde la época moderna será la de destinar los revoltones para las habitaciones de la parte de la vivienda, mientras que el entramado se utilizara en los forjados de habitaciones de servicio, almacenes o para el ganado. [9]

Así pues el forjado, como ya se ha avanzado antes, se aprecia un forjado realizado al “revoltón”, formado por viguetas de madera de 11,5 cm de grueso y una altura de 19 cm. Esta vigueta permite el encaje de las rasillas cerámicas tomadas con yeso, que conforman las pequeñas bóvedas, que permiten el aligeramiento del forjado.

Las viguetas tienen una sección especial, como se muestra en la ilustración 6, que facilita el encaje de estas rasillas.

Los senos formados por estas bóvedas son rellenados con mortero de cal, material de relleno y cascotes que favorecen el aligeramiento del



forjado. El espesor de esta capa suele tener la misma altura que la vigueta.

Seguidamente se encuentra una capa de arena o tierra cruda que proporciona una superficie horizontal sobre la que se vertió el mortero de agarre para tomar el pavimento cerámico.

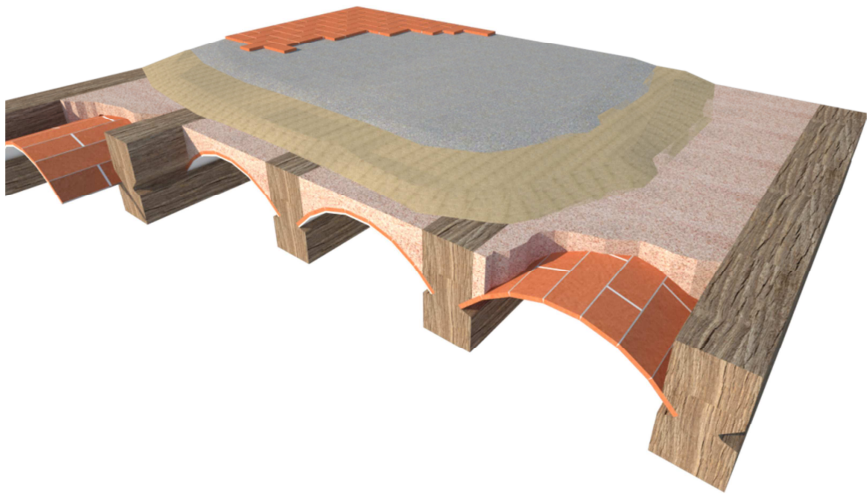


Ilustración 6. Detalle Forjado



En cuanto a las cubiertas, se presentan diferentes tipologías.

La cubierta del volumen principal que cubre la andana, es una cubierta de rasillas a dos aguas, formada por correas de madera de 6 cm. de espesor y 18.5 cm. de alto que descansan sobre los muros orientados al este y al oeste en su cota más baja, y en su cota más alta sobre una viga central apoyada en los pilares que recorren toda la longitud de la planta.

Sobre estas correas separadas entre sí 77 cm., se apoyan unos rastreles de madera de 9 cm. de espesor y 3 cm. de alto, con una separación de 35 cm., sirviendo como base para la colocación de unos bardos cerámicos que reciben las tejas curvas tomadas con mortero de cal.



Ilustración 7. Detalle Cubierta



En cambio, la cubierta que corresponde a la cocina, es una cubierta a un agua compuesta por viguetas de 6 cm de espesor y 18,5 cm de alto sobre las que descansan bardos cerámicos. Como revestimiento exterior, existe una superficie de baldosas cerámicas tomadas con una fina capa de mortero.

Se observa la poca entidad de la cubierta destinada al garaje, formada por una chapa metálica que descansa sobre un simple entramado de vigas y correas de madera que descansan sobre el muro de fábrica de bloques de hormigón ya descrito.

La cubierta perteneciente al porche, es una cubierta a un agua compuesta por viguetas de madera de 6 cm. de espesor y 18,5 cm. de alto. Sobre estas hay colocados unos rastreles a los que se les atornilla unas tejas especiales, evitando así el uso de mortero.

En cuanto a las particiones interiores, se aprecia poca variedad. Las distinciones vienen definidas en el tipo de revestimiento por el uso del espacio que envuelven. Así pues, las particiones están compuestas por una simple fábrica de ladrillo hueco de 7 cm. de espesor.

Como se ha comentado anteriormente, son los revestimientos los que hacen distinción entre las diferentes particiones.

Se observa en las zonas húmedas un revestimiento compuesto por un alicatado tomado con mortero cemento, mientras que el resto de zonas se han revestido con enlucidos de yeso.

Además, existe una partición que divide los dormitorios del almacén, el cual está revestido con un enfoscado de mortero en la parte del almacén, y con enlucido de yeso en la parte de los dormitorios.



Así mismo, se observan revestimientos en los muros exteriores.

Los muros correspondientes al volumen principal tienen diferentes grados de revestimiento. La fachada principal, está exenta de revestimiento, mientras que la fachada posterior, orientada al patio, presenta un revestimiento de enfoscado de motero que solo alcanza el primer nivel de altura. Por otro lado, la cara del muro orientado al sur, está completamente revestidos por mortero de cal; en cambio, la cara del muro orientada al norte, presenta un mortero de revoco de 2 cm. de espesor.

El resto de muros están revestidos mediante mortero de cal.

Por último, se observa varios tipos de carpintería. Esta carpintería no solo se diferencia por el material del que está compuesto, sino también por la época en la que fue colocada.

Dicho esto, nos encontramos con carpintería actual, tanto en ventanas como en puertas, de madera y aluminio.

En cuanto a la carpintería que perdura, se distinguen las ventanas de madera de la parte superior de la vivienda, destinado al andén, y las puertas de madera que dan acceso al almacén.



2.3 Análisis energético.

2.3.1 Envoltente térmica. Valores transmitancia

El estudio de la transmitancia térmica de los elementos que forman la envoltente térmica se realizara de acuerdo con el Documento Básico HE-1 Limitación de la demanda energética y el Documento de Apoyo del DB HE-1, Calculo de parámetros característicos de la envoltente, publicados en septiembre de 2013.

El documento que le precede, publicado en abril de 2009, establecía en su sección HE-1, que los valores de los cerramientos y particiones interiores de la envoltente térmica no debían sobrepasar unos valores máximos para las transmitancias (U_{max}) en función de la zona climática a la que pertenezca el edificio objeto. Así mismo, exigía que la transmitancia media de estos elementos no sobrepasara unos valores límite (U_{lim}).

En el documento actual, se establecen unos valores máximos, similares a la norma anterior (más estrictos), para la transmitancia de los elementos de la envoltente (U_{max}), en función de la zona climática a la que pertenezca el edificio objeto. No obstante, a pesar de estar presente en la norma en forma de tablas, no se hace referencia a la restricción a través de la transmitancia térmica límite (U_{lim}).

Este TFG seguirá la línea establecida por el Documento Básico actual, no obstante se tendrán en cuenta los valores límite, aun presentes en la norma.



De este modo se compararán los valores de transmitancia U , de cada uno de los elementos que forman la envolvente térmica de la edificación (espacios habitables), con los valores establecidos por el CTE (U_{max}), teniendo presente que la vivienda está situada en la Zona climática B3, viendo así que elementos deben ser objeto de estudio.

Los cálculos y justificaciones se pueden observar en el Anexo, apartado 1. Cálculo de transmitancias.

2.3.2 Cálculo de Transmitancias.

Cerramientos verticales.

Se han grafiado los diferentes tipos de cerramientos para su rápida visualización.

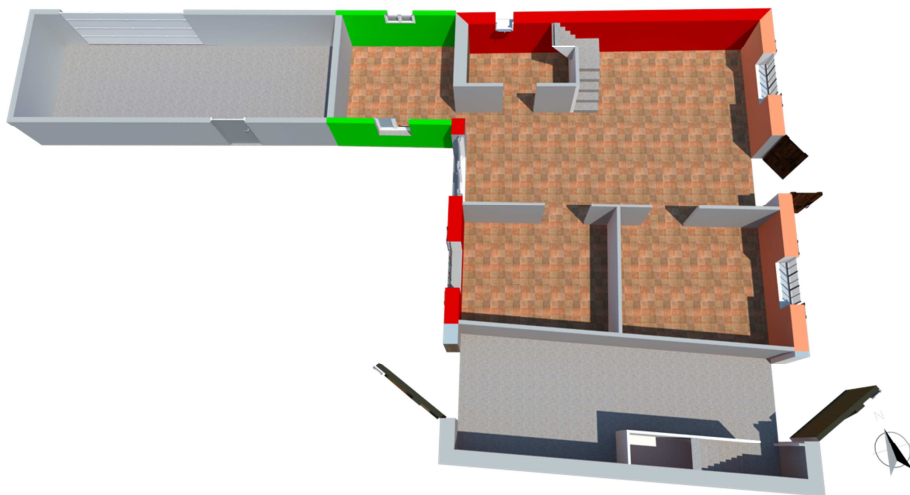





Ilustración 8. Esquema Cerramientos verticales



Tabla 2. Transmitancias Cerramientos verticales

$U_{max} = 1,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Cerramiento	Composición	Transmitancia
	Muro de mampostería compuesto por piedra caliza y arcilla, y revoco de mortero en su exterior.	1,89 $\text{W/m}^2 \text{ K}$
	Muro de mampostería compuesto por piedra caliza y arcilla.	2,25 $\text{W/m}^2 \text{ K}$
	Cerramiento de doble hoja. Hoja exterior compuesta por una fábrica de bloques de hormigón macizo revestida con mortero de cal. Hoja interior formada por un tabicón de ladrillo hueco doble y con un revestimiento de azulejo cerámico tomado con mortero. Entre ambas hojas existe una cámara de aire no ventilada.	0,97 $\text{W/m}^2 \text{ K}$

Se puede observar como los muros del volumen principal, no cumplen lo exigido por la norma.



Cerramientos horizontales.

En este apartado se definirá la transmitancia de cerramientos horizontales en contacto con el aire exterior, como son la cubierta de la cocina y la cubierta principal.

Es importante mencionar que al ser cerramientos de sección variables, se ha tomado la sección más desfavorable para su cálculo.

Tabla 3. Transmitancias Cerramiento Horizontales

$U_{max} = 0,65 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Partición	Composición	Transmitancia
Cubierta principal	Tejas cerámicas tomadas con mortero de albañilería sobre bardos cerámicos.	1,78 $\text{W/m}^2 \text{ K}$
Cubierta Cocina	Plaquetas de cerámica tomadas con mortero de albañilería sobre bardos cerámicos	1,78 $\text{W/m}^2 \text{ K}$

Ninguna cubierta cumple respecto los límites establecidos por el CTE, por lo que serán un futuro punto de estudio.



Particiones interiores verticales.

Las particiones interiores que se analizarán, serán aquellas en las que exista flujo de calor, siendo por tanto las que separen locales habitables de locales no habitables. Se han grafiado los diferentes tipos de cerramientos para su rápida visualización.

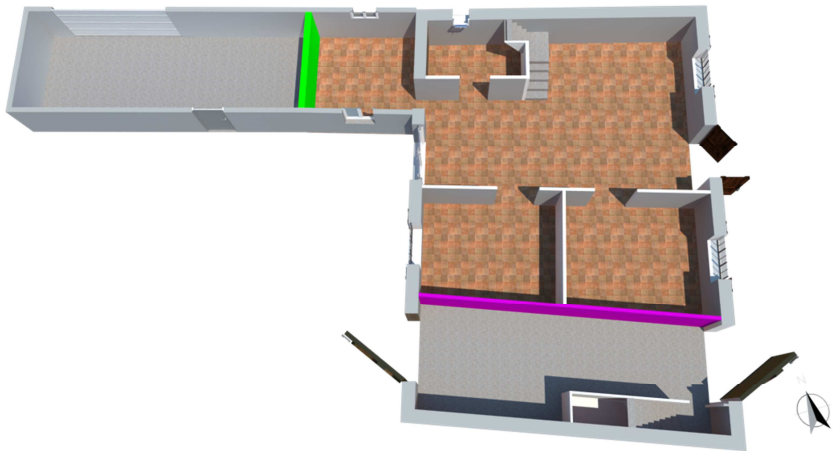




Ilustración 9. Esquema Particiones verticales



Tabla 4. Transmiancias Particiones Verticales

$U_{lim} = 1,10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Partición	Composición	Transmitancia
	Tabicón de ladrillo hueco triple con enlucido de yeso en ambas caras.	$1,77 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
	Cerramiento de doble hoja. Hoja exterior compuesta por una fábrica de bloques de hormigón macizo revestida con mortero de cal. Hoja interior formada por un tabicón de ladrillo hueco doble y con un revestimiento de azulejo cerámico tomado con mortero. Entre ambas hojas existe una cámara de aire no ventilada.	$0,86 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Se aprecia que la partición de la vivienda con el almacén no cumple las especificaciones establecidas por el CTE, por lo que será un futuro punto de estudio.

Particiones interiores horizontales.

En este apartado se definirá el forjado de la planta primera, el cual separa la zona habitable de la vivienda y la zona no habitable destinada al andén.

Este elemento constructivo tiene forma irregular, ya que se trata de un forjado tradicional al “revoltón”, por lo que para el cálculo de su transmitancia se tendrá en cuenta su sección más desfavorable.



Tabla 5. Transmitancia Particiones Horizontales

$U_{lim} = 1,10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Partición	Composición	Transmitancia
Forjado	Forjado compuesto por vigas de madera, sobre las que se realizan bóvedas de plaquetas cerámicas. Los senos de las bóvedas se rellenan de cascotes y sobre este, se dispone una cama de arena. Su revestimiento consta de baldosas cerámicas tomadas con mortero de agarre.	1,68 $\text{W/m}^2 \text{ K}$

Se observa que el forjado no cumple las especificaciones establecidas por el CTE, por lo que se realizará un estudio para afianzar el cumplimiento de este.

Suelos en contacto con el terreno.

Se analizará el suelo como cerramiento en contacto con el terreno.

Tabla 6. Transmitancia Suelo

$U_{max} = 1,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Cerramiento	Composición	Transmitancia
Suelo	Suelo compuesto por una solera armada impermeabilizada en toda su superficie, sobre el suelo original de la alquería.	0.85 $\text{W/m}^2 \text{ K}$



Se observa el cumplimiento del suelo en contacto con el terreno frente a las limitaciones establecidas por el CTE.

Huecos.

Tras analizar todos los huecos de las distintas fachadas, se resumen en la siguiente tabla sus propiedades térmicas.

Se presenta varios volúmenes, grafiando los distintos huecos para diferenciarlos en el análisis. Así mismo, se presenta un plano de carpinterías en el apartado 12 del anexo, Planos.

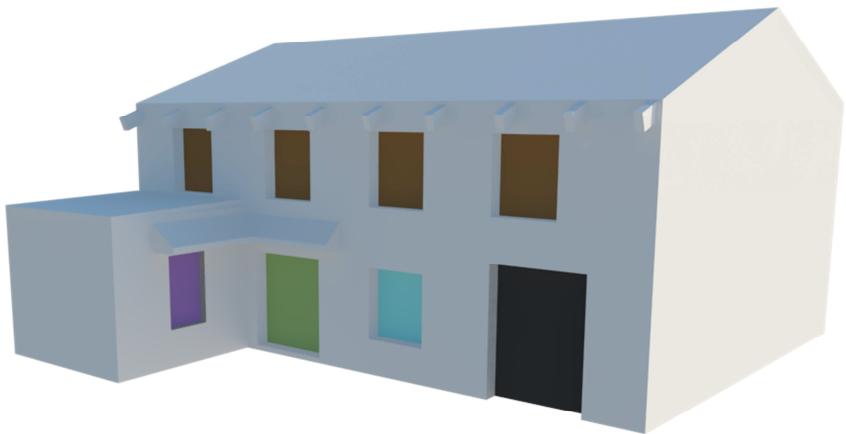


Ilustración 10. Huecos fachada Oeste/Sur



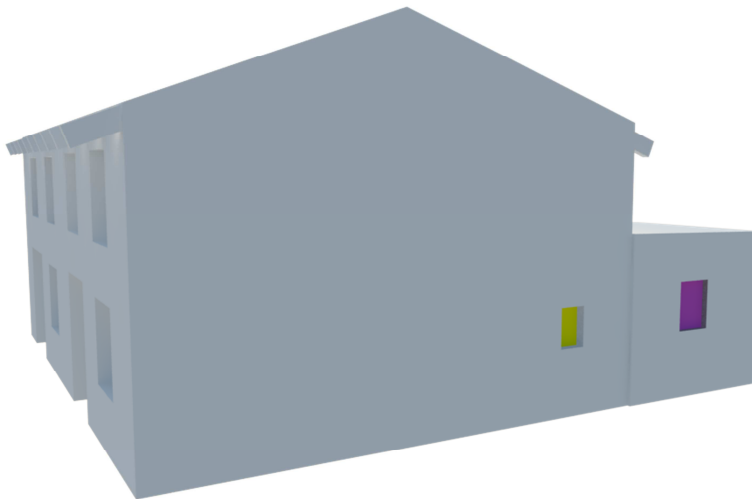


Ilustración 12. Huecos fachada Norte

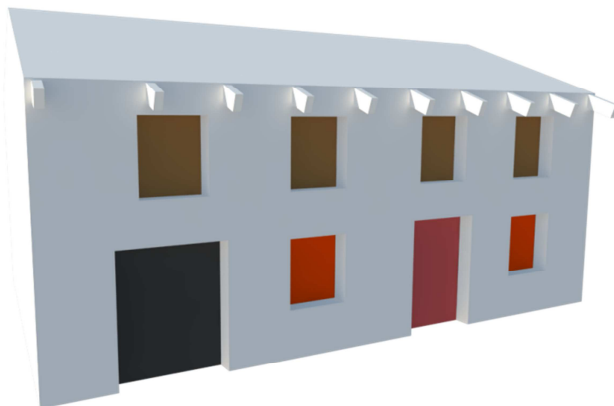


Ilustración 11. Huecos fachada Este



Tabla 7. Transmitancias Huecos

	U_H ($W/m^2 K$)	U_{max} ($W/m^2 K$)	
Este			
V1	1,96	4,2	
V2	1,96		
P1	2,09		
V6	-		
Norte			
V3	2,36		
V5	2,54		
Sur			
V4	2,26		
Oeste			
V6	-		
V7	2,16		
P2	2,22		

Todos los huecos, excepto V6, cumplen con la normativa. Esto se debe a una previa inversión que realizó el propietario, adquiriendo marcos y vidrios con buenas prestaciones térmicas.

No obstante, perduran las carpinterías originales del andén (V6), las cuales se encuentran en un estado ruinoso, por lo que no ofrecen resistencia térmica alguna.

Factor solar modificado de huecos.

El CTE establece, también, límites en lo referente al factor solar modificado.

Este factor define la fracción de radiación solar incidente que penetra a través de los huecos.



Debido a que existen dispositivos de sombra que se pueden utilizar a placer, se opta por definir dos factores de sombra, dependiendo si estos dispositivos producen sombra (periodo de verano), o si no influyen en ella (periodo de invierno).

Tabla 8. Factor Solar Modificado Huecos

	$F_{H,verano}$	$F_{H,invierno}$
Este		
V1	0,10	0,31
V2	0,10	0,31
P1	0,05	0,15
V6	-	-
Norte		
V3	0	0
V5	0	0
Sur		
V4	0,36	0,36
Oeste		
V6	-	-
V7	0,12	0,29
P2	0,28	0,42

2.3.3 Equipos. Potencia y tipo.

Actualmente, la alquería obtiene su abastecimiento de agua caliente sanitaria a través de un termo eléctrico con una potencia de 2000 W y un acumulador de 50 litro de capacidad. Este termo suministra agua caliente sanitaria (ACS) al fregadero de la cocina, al lavado y a la ducha del cuarto de baño principal.



Los acumuladores eléctricos se caracterizan porque el elemento encargado de la generación de calor es una resistencia eléctrica que al circular una intensidad de corriente aumenta de temperatura y por el *efecto Joule* transfiere esa energía al agua acumulada. [10]

El termo o acumulador eléctrico de ACS, como indica la ilustración 13, está formado por los siguientes componentes básicos:

- Deposito de acumulación del agua. En general suele ser de acero con un recubrimiento anticorrosión: galvanizado, esmalte vitrificado o resinas elásticas.
- Resistencia eléctrica de calentamiento. Es de tipo blindado, normalmente sumergida en el agua, o también de tipo cerámico, encerrada en una vaina de inmersión.
- Termostato que controla la temperatura del agua, según el valor elegido por el usuario o prefijado por el fabricante.
- Recubrimiento de aislante térmico para mantener la temperatura del agua almacenada. El material más frecuente es la espuma de poliuretano.



- Envoltente exterior que encierra a todo el conjunto, fabricada en chapa de acero pintada, generalmente, de blanco. [10]

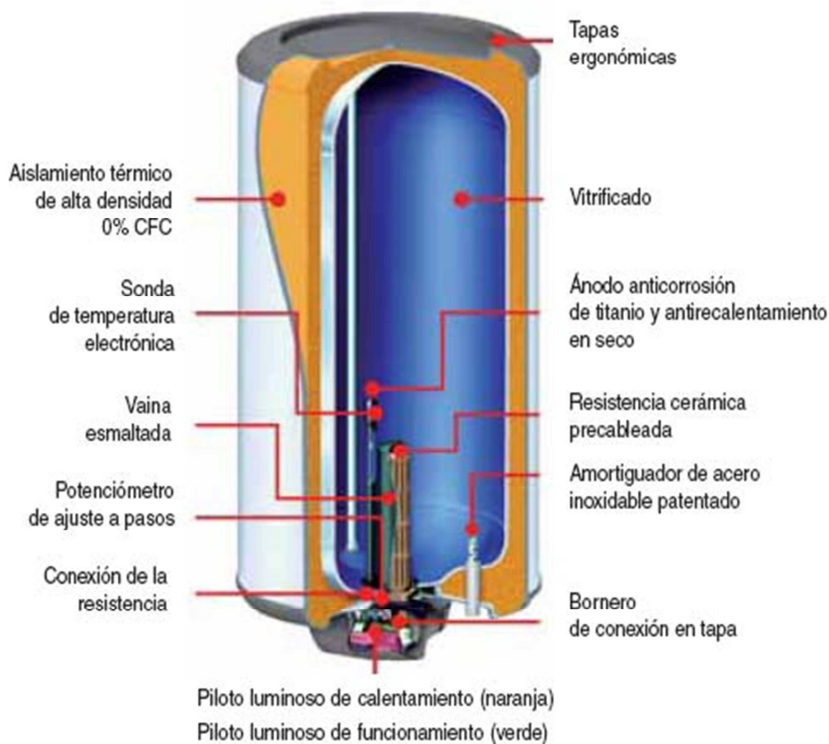


Ilustración 13. Esquema Termo eléctrico

Este termo posee los siguientes datos técnicos:



Características eléctricas.

- Voltaje: 230 V
- Frecuencia: 50/60 Hz
- Potencia: 2000 W
- Clase: I
- Grado de protección: IP24
- Tª Regulación termostato °C: 75
- Tipo de termostato de regulación: Bulbo
- Tipo de termostato de seguridad: Bulbo
- Regulación exterior: Si
- Tipo de resistencia: Blindada bajo vaina

Características hidráulicas.

- Deposito esmaltado: Si
- Ánodo de magnesio: Si
- P. Nominal: 9 bar
- P. Válvula: 10 bar

Dimensiones:

- Tomas de agua: G1/2'
- Capacidad: 50L



Como ya hemos mencionado, en el sector B correspondiente al salón-comedor encontramos una estufa de leña de carga manual con una potencia térmica máxima de 13 kW, que produce calor y lo emite, calentando así esta estancia

Al confinar la llama en una cámara y enlazarla a una chimenea, se obtiene el *efecto de tiro térmico* (La combustión genera gases calientes que, al tener menor densidad, ascienden por el conducto, generando así una depresión en la cabina de combustión), generando un movimiento de las masas de aire en la cabina, recirculándolo a través de la madera que se quema. Este fenómeno eleva la temperatura de la combustión hasta 600°C logrando así una combustión eficiente. La confinación posibilita la regulación de entrada de aire y reduce de forma notable las pérdidas por convección.



2.3.4 Renovaciones y ventilación.

Renovaciones.

El número de renovaciones hora que se debe realizar en una vivienda, es un parámetro complejo que afecta de forma directa a la demanda de esta.

Estas renovaciones vienen determinadas según el caudal de ventilación fijado en el DB de salubridad (HS-3). Este caudal se define como el volumen de aire que se aporta o extrae a un espacio por unidad de tiempo.

Por lo tanto, según las exigencias de código técnico en la sección HS-3, calidad del aire interior, el caudal de extracción, que viene fijado por los locales de cocina y baño es de 65 l/s , mientras que el caudal de admisión, definido por el resto de estancias, es de 38 l/s , cuya justificación se encuentra en el apartado 2 del anexo.

Estos caudales circularán gracias a la ventilación natural a través de los huecos, y en el caso del caudal de extracción de la cocina, gracias a la ventilación mecánica, a través del extractor.

Ventilación.

La ventilación en una vivienda no solo determina la calidad del aire interior, sino que también influye en las sensaciones térmicas que pueden tener los ocupantes.

Es por ello que existen estrategias bioclimáticas que, en periodo de elevadas temperaturas, actúan contra la sensación de calor y modifican la temperatura efectiva.



Entre ellas encontramos la ventilación en relación con la velocidad del aire.

Si dos fachadas distintas están sometidas a presiones distintas, debidas a la velocidad del viento, se establecen también diferencias de presión entre los huecos situados en cada una de las dos fachadas, provocándose así una ventilación natural. [11]

La vivienda, está dotada de huecos en todas sus fachadas, favoreciendo así la ventilación natural cruzada. En la planta baja existen huecos en todas las orientaciones posibles, aunque las orientaciones predominantes son Este y Oeste, mientras que en el andén, solo existen huecos orientados al Este y al Oeste. Ilustración 14.

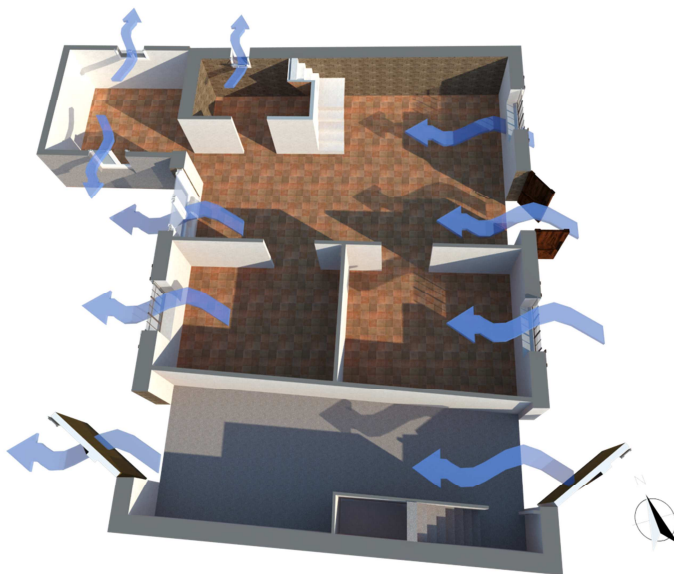


Ilustración 14. Ventilación vivienda



El efecto de esta ventilación natural se incrementa por la disposición de los huecos de la vivienda ya que existen huecos a diferentes alturas. La planta baja está conectada con el andén mediante una escalera que permite esta ventilación cruzada en altura, tal y como se muestra en la ilustración 15.

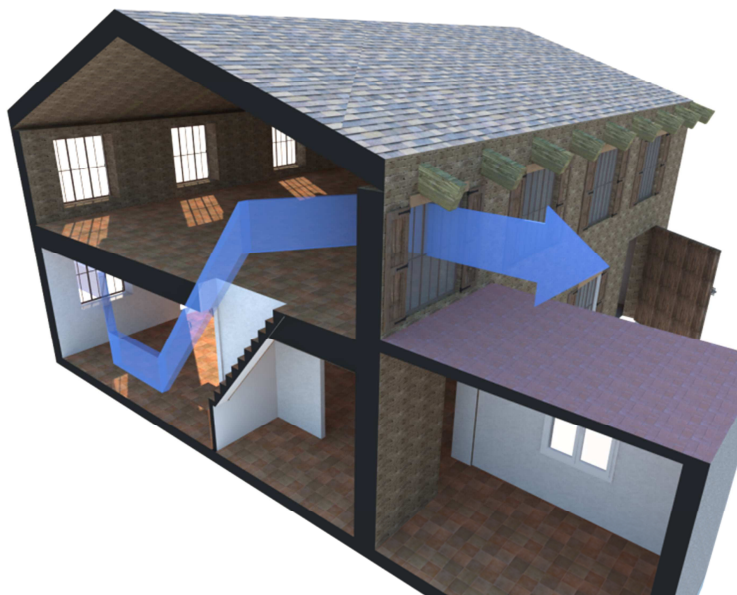


Ilustración 15. Ventilación cruzada vivienda

Cabe mencionar, que la distribución de las particiones interiores influye de forma directa en la velocidad y en el movimiento de las masas de aire dentro de la vivienda. La ventilación en recintos sin particiones interiores provoca que la velocidad del aire sea constante, mientras que



si existen particiones que se interponen entre los huecos, existe una reducción de la velocidad y una formación de turbulencias que inducen el movimiento de las masas de aire permitiendo que la ventilación llegue a todas las zonas, por lo que la ventilación es mayor.

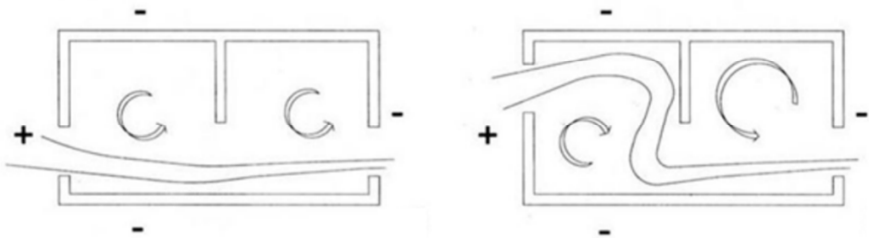


Ilustración 16. Esquema Turbulencias

En la vivienda que nos concierne, vemos que debido a su distribución en planta, predomina una ventilación sin cambios de dirección en el salón-comedor, que provoca una velocidad de aire constante. No obstante, existen particiones que provocan una reducción de esta velocidad en los dormitorios, cuarto de baño y cocina, induciendo la formación de turbulencias que favorecen la ventilación completa de las estancias.



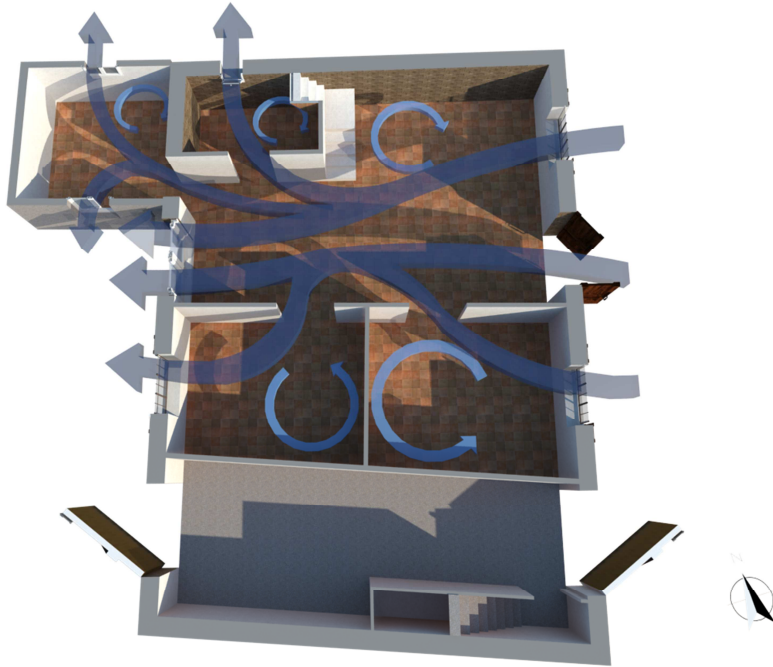


Ilustración 17. Turbulencias vivienda

Además, es importante mencionar la importancia de los tamaños de los distintos huecos que participan en la ventilación cruzada, ya que influyen de forma directa en la velocidad. Es beneficioso que existan diferencias de tamaño entre los huecos favoreciendo así el *efecto Venturi*. A mayor diferencia de tamaño, mayor incremento de velocidad.



Este efecto físico se puede generar a placer del propietario mediante el grado de apertura al que se sometan los huecos.

Como es lógico pensar, al tratarse de una construcción tradicional, no existían refuerzos mecánicos que complementaran la ventilación natural, no obstante, actualmente existe un extractor en la cocina que genera una ventilación forzada.



Capítulo 3.

Modelización del Edificio Analizado.

3.1 Introducción de datos.

Para la obtención de la certificación energética, y como herramienta de estudio para este Trabajo Final de Grado, se ha decidido utilizar la herramienta informática CALENER VYP.

CALENER VYP se diseña para a descripción constructiva, geométrica y operacional de los edificios y sus diversas instalaciones, generando los cálculos necesarios para expedir la calificación energética, de acuerdo con la norma vigente.

El procedimiento de uso para este programa se basa en la introducción ordenada de datos, junto una posterior modelización del edificio de estudio.

A continuación se exponen el procedimiento seguido en este TFG, con los datos relevantes introducidos.



3.1.1 Casuística del edificio analizado.

Descripción

En el primer apartado del programa se presentan los datos básicos del proyecto.

Tabla 9. Datos Generales vivienda para CALENER VYP

Zona climática	B3
Orientación	106°
Tipo edificio	Vivienda unifamiliar
Tipo uso	Residencia
Higrometría	Clase 3 o inferior
Numero de renovaciones hora	0.9
Referencia catastral	000430400YJ27F0001MG

La clase higrométrica está justificada, ya que esta categoría incluye todos los espacios de los edificios residenciales, según el documento básico de ahorro de energía del 2009, ya que en el actual, no aparece esta diferenciación.

Así mismo, el número de renovaciones hora queda justificado en los cálculos que se presentan en el apartado 2 del anexo, basados en el documento básico de salubridad.

Valores de la envolvente

Para generar una base de datos propia para este proyecto, se han utilizado los materiales y productos de la base de datos que ofrece el programa por defecto, cuyas características se pueden encontrar en el Catalogo de materiales del CTE. [12]

El objetivo es diseñar los cerramientos, particiones interiores y huecos, aproximándose al máximo a la realidad, para generar la futura



composición del modelo. No obstante, al tratarse de una alquería basada en la arquitectura tradicional, no siempre se encuentran los materiales o elementos que se encuentran en la vivienda.

El cerramiento del volumen principal, como se redacta en la memoria constructiva, es un muro de mampostería de piedra caliza listada con hiladas de baldosas en los puntos singulares de 36 cm de espesor.

Para este cerramiento, al no encontrar fabricas de mampuestos, se ha optado por diseñar un cerramiento con tres capas de mismo espesor (12 cm), compuesto por dos capas de arcilla y caliza de dureza media

Opciones.

En el segundo apartado, además de poder variar el espacio de trabajo al gusto del usuario, se presenta la posibilidad de definir características constructivas como son los puentes térmicos de la vivienda según los encuentros entre los distintos elementos constructivos y la posición del aislante.

Al tratarse de una construcción tradicional y no poseer aislante térmico en ninguno de sus elementos, los puentes térmicos son los más desfavorables.

Las propiedades de los puentes térmicos se establecen según su transmitancia térmica lineal (Ψ), la cual se define como “*la transferencia térmica adicional de un encuentro, en relación a la transferencia térmica unidimensional de referencia que se produce en los elementos adyacentes.*” (CTE), y el factor de temperatura de la superficie interior (f).



A continuación, se exponen los puentes térmicos existentes en la vivienda, junto sus características.

Tabla 10. Valores puentes térmicos

POSICIÓN	Ψ (W/m·K)	f
Encuentro Forjado-fachada	0,17	0,79
Encuentro Cubierta- Fachada	0,28	0,74
Esquina Saliente	0,12	0,75
Hueco ventana	0,18	0,65
Pilar	0,84	0,59
Unión solera pared exterior	0,10	0,75

Modelado

Se comienza a dar forma al modelo definiendo las plantas, sobre las que se situaran los espacios. Estos espacios se diferenciaron entre acondicionado y no habitables, y se podrán editar para variar el nivel de estanqueidad.

La introducción de estas plantas y espacios, se realizara mediante coordenadas, ajustándose al máximo a la realidad. Las coordenadas introducidas se pueden observar en el anexo, apartado 12 Planos, Plano coordenadas para CALENER.

Estos espacios vendrán definidos por unos sectores propuestos para el análisis de la vivienda mediante la herramienta informática, CALENER VYP, los cuales no coinciden con los volúmenes propuestos para el análisis compositivo de la vivienda, ya que estos encontraban su justificación en la antigüedad de construcción de cada espacio.



Estos sectores propuestos tienen su justificación debido al uso y los sistemas que existen y abastecen cada zona. Ilustración 18.

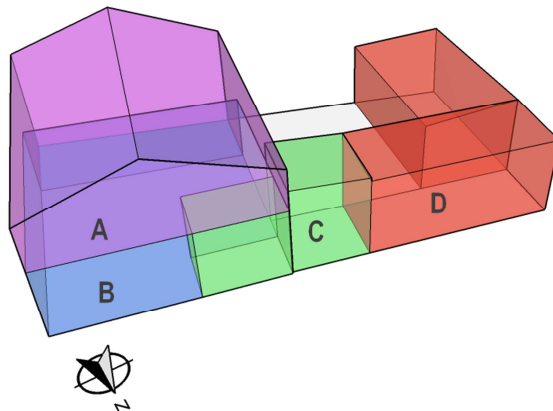


Ilustración 18. Sectorización vivienda

Los sectores A y D tendrán un tratamiento distinto al resto de sectores debido a que son espacios no habitables, con un grado de estanqueidad 4, ya que son espacios muy ventilados.

El sector B y C son espacios acondicionados de uso residencial.

El sector B está dotado con una estufa de leña de carga manual que proporciona potencia calorífica a ambos sectores.

En el sector C, encontramos un termo eléctrico que abastece de agua caliente sanitaria a la cocina en el fregadero y al cuarto de baño principal, tanto en el lavabo como en la ducha.

Una vez creada la envolvente térmica se define la situación y geometría de los huecos. Las características geométricas se pueden observar en la memoria de carpintería, en el apartado 12 del anejo, Planos. Además,



es importante editar estos huecos, definiendo sus propiedades, sus protecciones, tales como retranqueos, voladizos lamas y demás dispositivos de protección solar, a fin de dejar totalmente definidos los huecos. Así mismo, se debe introducir correcciones en los factores solares, ya que los huecos no poseen del mismo factor solar (F_H) en verano y en invierno.

Cada hueco recibe su correspondiente introducción de datos.

Tabla 11. Datos ventanas para CALENER VYP

Hueco	Corrector $F_{H,verano}$	Retranqueo y voladizos	Dispositivos basados en lamas
Este			A pesar de que ciertos huecos poseen dispositivos de lamas, estos no son fijos, por lo que el factor solar varía en función de si el usuario hace uso de ellos, o no. Es por esto por lo que se ha calculado dos factores solares, uno para el periodo de verano, y otro para el periodo de invierno, calculando posteriormente el factor corrector a para verano.
V1	0,33	Retranqueo 0,36 m.	
V2	0,33	Retranqueo 0,36 m.	
P1	0,31	Retranqueo 0,36 m.	
V6	1,00	Retranqueo 0,36 m.	
Norte			
V3	1,00	Retranqueo 0,20 m.	
V5	1,00	Retranqueo 0,20 m.	
Sur			
V4	1,00	Retranqueo 0,20 m. Voladizo L=0,60m. / h=0,2 m.	
Oeste			
V6	1,00	Retranqueo 0,36 m.	
V7	0,43	Retranqueo 0,36 m.	
P2	0,67	Retranqueo 0,36 m. Voladizo L=1,20m./ h=0,2 m.	



Sistemas

Para la introducción de las instalaciones de la vivienda, debemos entender primero como CALENER VYP define los sistemas.

Este programa se apoya en una base de datos que contempla:

- Unidades terminales: son los equipos en los que se delega el suministro final de energía en la zona acondicionada en el que este instalado.
- Equipos: Son las maquinas que generan la energía a utilizar.
- Sistemas: La definición de sistemas en la herramienta informática vendrá condicionada por la elección de los equipos y de las unidades terminales. Existen sistemas de *solo Frio, Calefacción y Refrigeración, Sistemas de Calefacción, Sistemas Mixtos Calefacción ACS* y por último *Sistema de ACS*.

Además, el programa define una demanda de ACS para edificios de viviendas, en función de la superficie habitable.

Así pues, para suplir esta demanda de agua caliente sanitaria, se importaran de la base de datos del programa los equipos, como son: un Acumulador Agua Caliente de 50 l. y una caldera EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto con una capacidad total de 2 kW. y un rendimiento nominal de 0,8.

Para completar esta instalación, se generara un sistema ACS, que se definirá por la demanda de ACS cargada por defecto por el programa y por el equipo anteriormente cargado, no requiriendo unidades Terminales, ya que esta demanda de agua caliente llegara directamente a la ducha, lavabo, y cocina.



El siguiente sistema a definir es la estufa de leña que se encuentra en el salón. Este sistema no lo contempla CALENER VYP, por lo que se ha optado por: importar una unidad terminal de agua caliente (U.T.DeAguaCaliente) con una capacidad nominal igual a la de la estufa, 13 kW, y una caldera EQ_Caldera-Biomasa-Defecto, con una capacidad total de 13 kW, un rendimiento de 0,8, y la biomasa como tipo de combustible.

Para completar la definición de la instalación se ha importado un sistema de calefacción multizona por agua, definiendo la unidad terminal cargada anteriormente junto la zona a la que va a suministrar y seleccionando la caldera importada.

Una vez definidos los sistemas existentes, se califica la vivienda.



3.2 Obtención de resultados.

Cualquier vivienda precisa de sistemas e instalaciones que aseguren un estado de confort óptimo. Para alcanzar este confort, generalmente se requiere utilizar sistemas de calefacción, calentadores de agua, el aire acondicionado e iluminación, generando así un consumo de energía, que puede ser generado mediante electricidad o mediante combustibles.

Finalmente será el conjunto de estos consumos los que determinarán la cantidad de energía en kWh/m^2 necesarios para alcanzar ese estado de confort.

No obstante, la calificación de las viviendas se define por la cantidad de kg de CO_2 que se emiten a la atmósfera. Estas emisiones son provocadas por la generación de energía necesaria para suplir la demanda comentada anteriormente.

La herramienta informática CALENER VYP muestra los resultados en la escala oficial indicando las emisiones de CO_2 por m^2 del edificio objeto y del edificio de referencia. Definiendo este último como una simplificación del edificio objeto, donde las inercias de los cerramientos son inferiores, donde no existen dispositivos de protección solar y donde los cerramientos en contacto con terreno o espacios no habitables se calculan como cerramientos en contacto con el aire exterior.



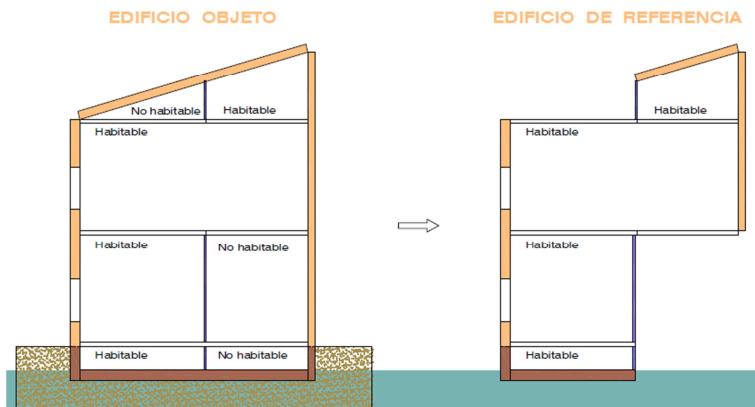


Ilustración 19. Comparación entre Edificio objeto y Edificio de

Así mismo, indica los límites entre las diferentes calificaciones, dependiendo de la zona climática en la que nos encontremos. Para la zona climática B3 corresponde la escala que se muestra en la ilustración 20.

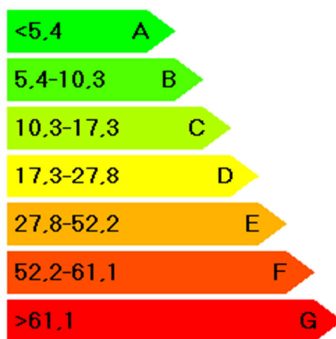


Ilustración 20. Escala emisiones CO₂



CALENER VYP muestra un formulario donde aparecen las calificaciones parciales de los sistemas de calefacción, refrigeración y ACS de ambos edificios.

Además indica las demandas de refrigeración y de calefacción para ambos edificios.

3.2.1 Demanda Energética.

Una vez emitida la calificación se observan los resultados de la demanda tanto de calefacción como de refrigeración.

Tabla 12. Demanda energética vivienda

	Edificio objeto			Edificio de referencia		
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	130,7	11126,2	E	73,6	6263,3
Refr.	C	13,1	1118,3	C	14,6	1240,3

El CTE en el documento básico de ahorro en energía, en la sección HE-1, establece una limitación de la demanda energética de edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes.

Este límite para la demanda de calefacción depende de una demanda base que varía según la zona climática, de un factor corrector y de la superficie útil de los espacios habitables.



Se obtienen mediante la siguiente expresión:

$$\text{Calefacción: } D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S$$

Tabla 13. Valor base y factor corrector para demanda calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m ² ·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Mientras que el límite para la demanda de refrigeración depende únicamente de la zona climática, estableciendo el valor de $15k Wh/m^2$ año para las zonas climáticas de verano 1, 2 y 3.

Así pues, en el supuesto de que fuera un edificio de nueva planta, la demanda para el edificio correspondería al valor de $15k Wh/m^2$ año, tanto para calefacción como para refrigeración.

No obstante, el caso que se presentara en este TFG es una intervención en un edificio existente donde no se contempla el cambio de uso. En este supuesto el CTE no establece métodos de cálculo para definir el límite de la demanda energética, sino que establece límites para los valores de la transmitancia de los elementos de la envolvente térmica.

A pesar de que el CTE, como ya se ha comentado, no establece límites para la demanda en edificios que vayan a sufrir una intervención, uno de los objetivos en este trabajo será aproximarse, de forma viable económicamente, a la limitación de edificios de nueva planta.

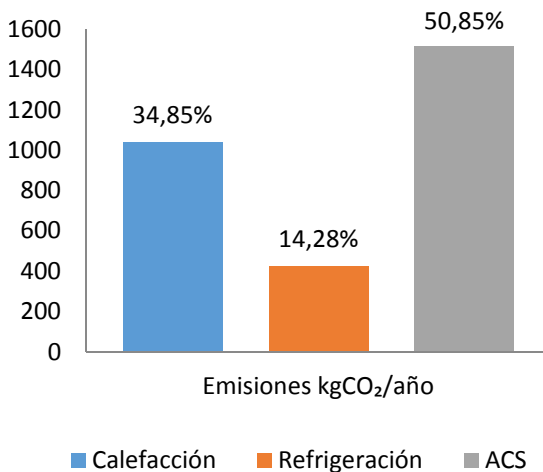


3.2.2 Producción de CO₂.

La emisión de *kg* de CO₂ que se prevén en la vivienda son:

Tabla 14. Producción CO₂ vivienda

	Edificio objeto			Edificio de referencia		
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calf.	D	12,2	1038,4	E	23,5	2000,2
Refr.	D	5,0	425,	D	5,6	476,7
ACS	G	17,9	1523,6	D	2,6	224,2
Total	E	35,1	2987,6	E	31,7	2701,1



Gráfica 4. Comparativa de emisiones CO₂



Se observa como predomina las emisiones de CO_2 relacionadas con el agua caliente sanitario. Esto es debido a que la demanda de ACS es suplida únicamente por un termo eléctrico, mientras que la demanda de calefacción se apoya en una estufa de leña, y la quema de esta emite pequeñas cantidades de CO_2 .

En muchas referencias bibliográficas se considera, la quema e biomasa, como un balance neutro. Esto no significa que la combustión de biomasa, como es la leña, no produzca emisiones de CO_2 , sino que emite la misma cantidad de CO_2 que absorbió de la atmosfera durante su estado vegetal.

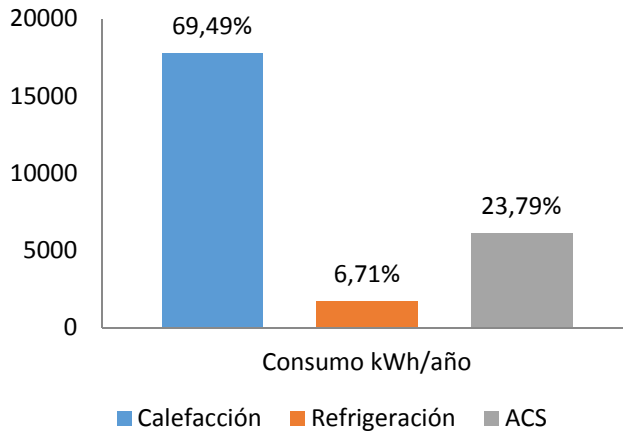
3.2.3 Consumo Energético.

El consumo energético de energía primaria que se prevén en la vivienda es:

Tabla 15. Consumo energético vivienda

	Edificio objeto			Edificio de referencia		
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	209,0	17728,3	E	106,7	9081,8
Refr.	D	20,2	1717,1	D	22,7	1934,8
ACS	G	71,9	6122,9	D	10,9	926,5
Total	G	301,1	25628,3	E	140,3	11943,1





Gráfica 5. Comparativa de consumos

El consumo energético está influenciado tanto por la demanda energética como por los factores activos, como son las instalaciones de la vivienda.

$$\text{Consumo Energético} = \frac{\text{Demanda energética}}{\text{Rendimiento de los sistemas}}$$

El comportamiento de las instalaciones de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria es variable según la relación entre la potencia que proporcionan y el consumo que realizan, es decir, varían en función de su rendimiento.



Capítulo 4.

Propuestas de Mejora.

4.1 Dirección de las propuestas.

El rumbo de este capítulo se centra en la presentación de propuestas de modificaciones de elementos individuales, viendo así la importancia de cada elemento y la repercusión que conlleva un buen diseño del mismo, y permitiendo, posteriormente, el análisis y viabilidad económica que conllevaría la modificación de cada uno de estos.

El fin es crear, posteriormente, conjuntos de mejoras que doten de mejor calidad a la vivienda.

4.2 Demanda energética.

La demanda energética de una vivienda depende, en gran medida, de los parámetros que definen envolvente térmica, siendo estos su capacidad de asilamiento tanto del frío como del calor (Transmitancia térmica) y la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por el efecto de obstáculos de fachada (Factor solar modificado) . Por lo que se estudiara cada uno de los elementos de la envolvente térmica que no cumplan las limitaciones del CTE.



4.2.1 Cerramientos.

Como se ha podido calcular, los cerramientos del volumen principal de la vivienda no cumplen las limitaciones del CTE, por lo que se presentan mejoras para cada uno de ellos.

Del apartado de propuestas se excluyen los cerramientos que pertenecen al garaje y al almacén, ya que envuelven espacios no habitables, y su mejora térmica no influirá en el valor de la demanda.

El cerramiento que pertenece al volumen de la cocina, a pesar de cumplir las exigencias del CTE, se propondrá una mejora para su comportamiento térmico, viendo así como influye la mejora de un elemento que cumple las exigencias de la norma.

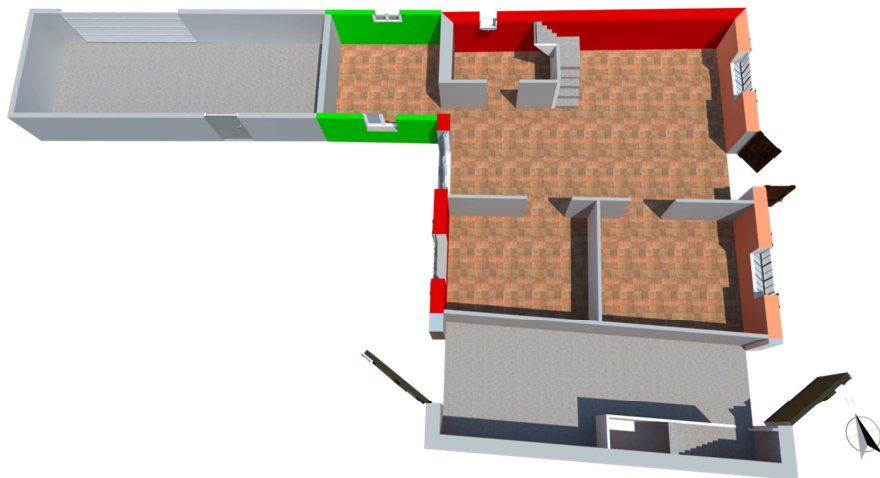


Ilustración 21. Esquema Muros para propuestas



Cerramiento volumen principal. Propuesta 1

Para mejorar el comportamiento térmico de este cerramiento se propone realizar un aumento de espesor hacia el exterior mediante la superposición de capas.

El sistema que se propone presenta tres grupos de materiales.

- El asilamiento: Se decide por poliestireno expandido (EPS).
- Las fijaciones: Deberán asegurar la unión del soporte (fabrica existente) y el nuevo sistema.
- Acabados: Deberá proteger el sistema de las solicitaciones climatológicas. Esta protección constará de un enlucido armado, una imprimación impermeabilizante, y un revoco exterior.

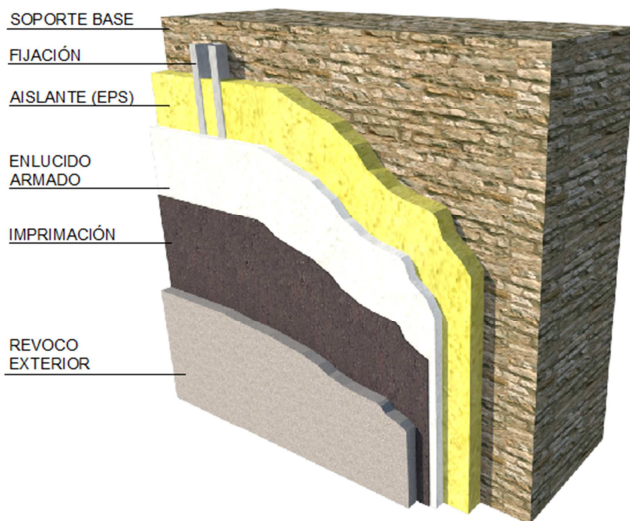


Ilustración 22. Detalle Propuesta 1



La dimensión del aislamiento se calcula tomando como base la U_{lim} .

Todos los cálculos realizados quedan reflejados en el apartado 5. Cálculo propuestas, del anexo.

Como se ha podido calcular, el aislamiento mínimo para cumplir las exigencias establecidas por el CTE es de 2 cm., por lo que se realizará la calificación energética con este espesor.

Con esta propuesta, como punto a favor, al situar el aislamiento térmico por el exterior, se evitan puentes térmicos perjudiciales para las pérdidas de calor, por ello se deberán modificar los puentes térmicos.

Una vez introducidos estos cambios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 16. Resultados Propuesta 1

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.		G	130,7	11126,2	F	104,1	8857,9
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	11,0	932,1
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.		D	12,2	1038,4	D	11,2	953,3
	Refr.	D	5,0	425,6	C	4,2	357,5
ACS		G	17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total		E	35,0	2979,1	E	33,3	2834,4
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.		G	209,0	17788,3	E	166,4	14161,1
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	16,8	1432,4
ACS		G	71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total		G	301,1	25628,3	G	255,1	21716,5



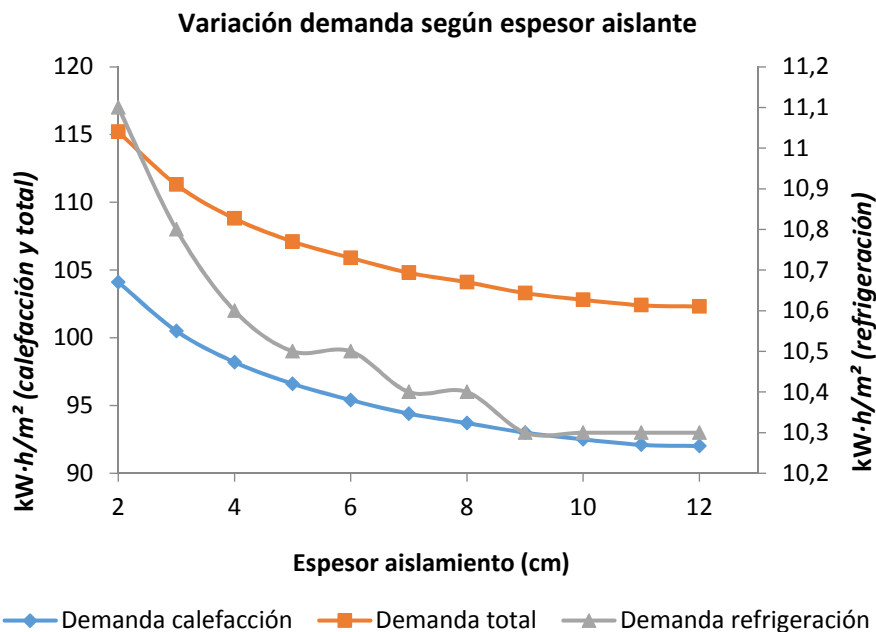
Al mejorar la envolvente térmica se observa una caída de la demanda, que influye directamente en el consumo de energía primaria, y por tanto en la producción de $kgCO_2$.

Se puede observar también como, tanto el consumo de energía primaria de agua caliente sanitaria como la producción de $kgCO_2$ ligada a este apartado, no varía. Esto es debido a que la demanda de agua caliente sanitaria se define según el uso de la edificación y la cantidad de personas que la habiten, por lo que es independiente a las demandas energéticas.

A pesar de haber reducido la demanda, nuestra calificación energética, marcada por la producción de $kgCO_2$, no ha variado, continúa siendo E. Por ello se plantea la posibilidad de disminuir la transmitancia del cerramiento, aumentando el espesor del aislante, buscando el espesor óptimo.



Para ello se han realizado calificaciones para distintos espesores, observando así la variación de la demanda.



Gráfica 6. Variación demanda según espesor aislante P.1



Se observa cómo, a partir de 6 cm. de espesor la demanda comienza a estabilizarse, tanto en calefacción como en refrigeración, por lo que no tendría sentido seguir aumentando el espesor a partir de ese valor.

Así pues, con esta propuesta se disminuye la transmitancia térmica, pasando a tener una $U = 0,37 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, cumpliendo así con la normativa.

Por lo que, para un espesor de aislamiento de 6 cm., corresponderán los siguientes resultados.

Tabla 17. Resultados propuesta 1 modificada

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.		
DEMANDA ENERGÉTICA						
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf. Refr.	G	130,7	11126,2	F	95,4	8118,9
	C	13,1	1118,3	B	10,5	890,7
PRODUCCIÓN DE CO ₂						
Clase		$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf. Refr.	D	12,2	1038,4	D	10,8	919,3
	D	5,0	425,6	C	4,0	340,5
ACS	G	17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E	35,0	2979,1	E	32,7	2783,3
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA						
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf. Refr.	G	209,0	17788,3	E	152,2	12955,0
	D	20,2	1717,1	C	16,1	1369,7
ACS	G	71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G	301,1	25628,3	F	240,2	20447,6



Cerramiento volumen principal. Propuesta 2

En esta propuesta el aumento de espesor se realizara hacia el interior.

A pesar de que esta propuesta tiene el inconveniente de restar superficie útil a la vivienda y no evita, en gran medida, los puentes térmicos, es interesante analizar los resultados y compararlos con la propuesta anterior debido a la variación de inercia térmica entre ambas.

Así pues, se propone enfoscar la superficie interior del cerramiento, sobre la que se colocara un sistema de fijación para placas de yeso laminado, dejando un espacio intermedio que será ocupado por un aislante térmico de poliestireno expandido.

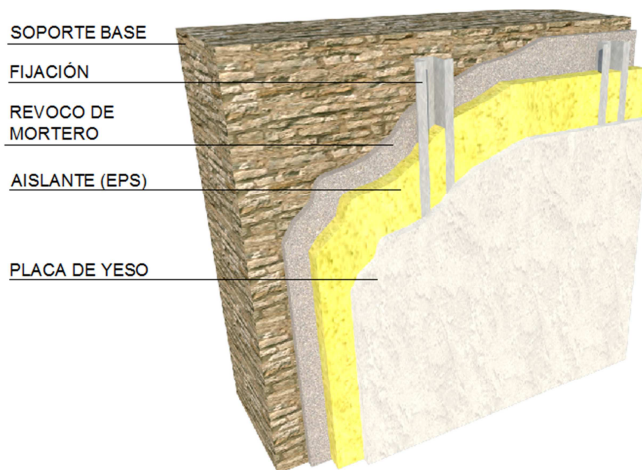


Ilustración 23. Detalle Propuesta 2



La dimensión del aislamiento se calculara tomando como base la U_{lim} .

Todos los cálculos realizados quedan reflejados en el apartado 5. Calculo propuestas, del anexo.

Por lo que, el aislamiento mínimo para cumplir las exigencias establecidas por el CTE es de 2 cm., por lo que se realizará la calificación energética con este espesor.

Tabla 18. Resultados propuesta 2

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		130,7	11126,2	G	106,5	9067,8
	Refr.	C	13,1	1118,3	C	13,9	1179,1
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D		12,2	1038,4	D	11,4	970,3
	Refr.	D	5,0	425,6	D	5,3	451,1
ACS	G		17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E		35,0	2979,1	E	34,6	2945,0
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		209,0	17788,3	F	169,8	14452,1
	Refr.	D	20,2	1717,1	D	21,3	1812,3
ACS	G		71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G		301,1	25628,3	G	263,0	22387,3

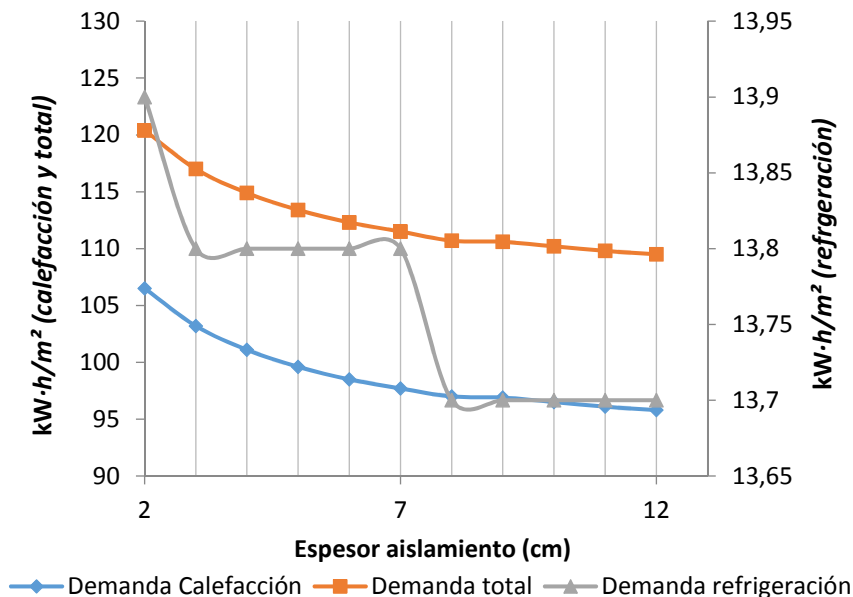
Se observa una reducción de la demanda muy similar a la primera propuesta.



Para realizar un estudio más intenso de esta propuesta, se generarán certificaciones con un aumento progresivo del aislante térmico, observando así las variaciones de demanda.

A nivel compositivo, con el aumento del aislamiento no se obtienen muchas ventajas, ya que reduce en gran medida la superficie útil de la vivienda, no obstante es interesante observar las variaciones de los datos de las calificaciones.

Variación demanda según espesor aislante

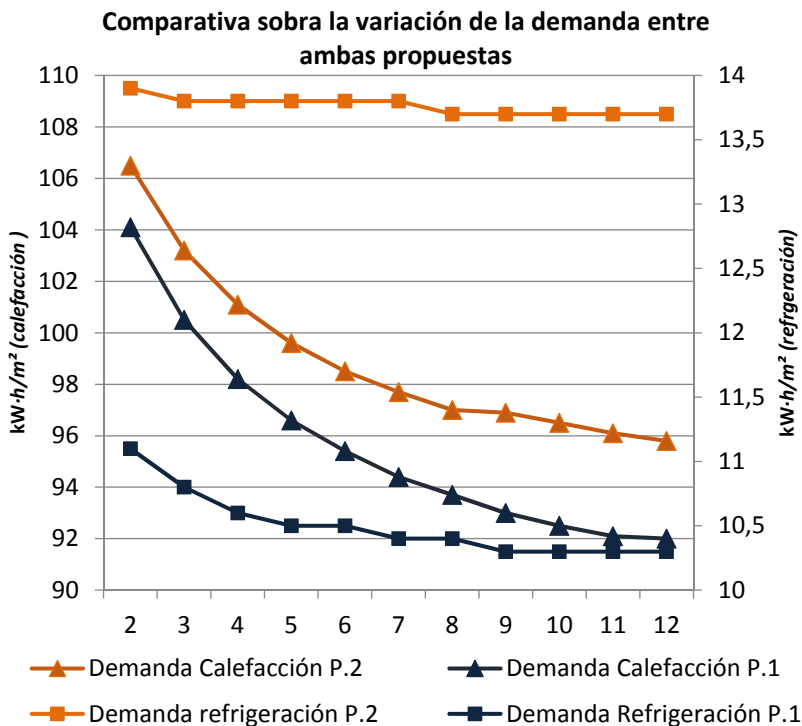


Gráfica 7. Variación demanda según espesor aislante P.2



Comparación de las propuestas.

Se presenta una comparativa sobre la variación de la demanda entre ambas propuestas según la variación del espesor del aislante.



Gráfica 8. Comparativa sobre la variación de la demanda entre P.1 y P.2

Se observa como la pendiente de la demanda de calefacción en la segunda propuesta es más suave respecto de la primera propuesta. Así mismo se puede apreciar como la demanda de refrigeración, además de



ser más elevada en la segunda propuesta, no disminuye apenas en comparación con la primera propuesta.

Se podría pensar que esta variación en las demandas es fruto de la diferencia entre las transmitancias térmicas de ambos cerramiento, ya que al no poseer las mismas capas contienen transmitancias térmicas distintas.

A pesar de ser cierto, la variación entre las transmitancias térmicas es muy reducida, y esta no es la justificación de la variación de demandas entre ambas propuestas.

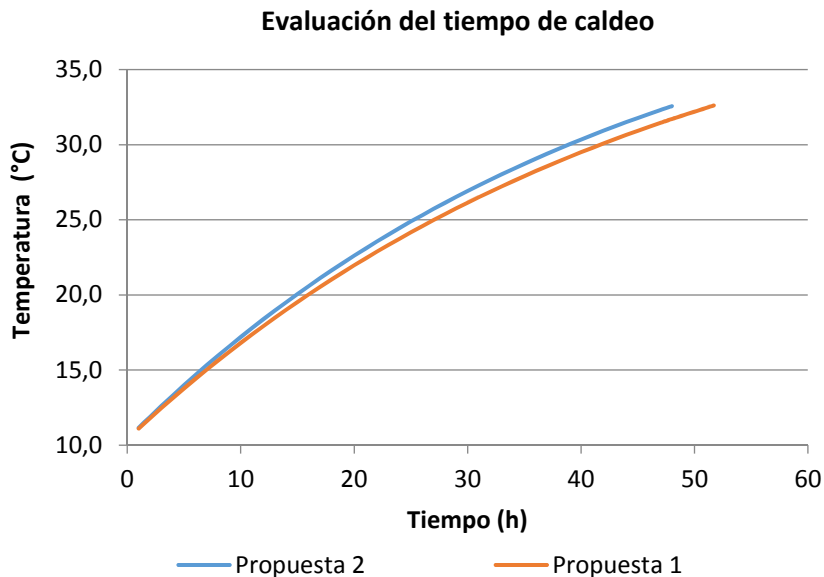
La justificación se encuentra en la inercia térmica de ambos cerramiento.

La inercia térmica es la capacidad que poseen los materiales para absorber el calor y conservarlo en su interior, cediéndolo posteriormente. Varía en función de la densidad, calor específico y conductividad térmica del material.

Por lo que, un material con una gran inercia térmica requerirá de un mayor tiempo para calentarse y enfriarse, así mismo este material, cederá el calor o frío absorbido de manera lenta y prolongada.

Para observar de forma grafica la variación de la inercia térmica entre ambas propuestas, se ha calculado el tiempo de caldeo de ambos cerramientos en el apartado 4. Calculo inercia térmica, del anexo, dando como resultado la siguiente grafica.





Gráfica 9. Evaluación del tiempo de caldeo

De la grafica se desprende que, en la propuesta 1 se requiere mayor tiempo para alcanzar cualquier temperatura, en comparación con la propuesta 2, debido a que posee una mayor inercia térmica.

Así mismo, gracias a esta propiedad, en el momento el equipo de calefacción deje de funcionar y comiencen a descender las temperaturas, se producirá una amortiguación que provocara un descenso más prolongado y suave de las temperaturas, en comparación con la propuesta 2.



Esta propiedad que se le atribuye a la propuesta 1 y sumado a que la propuesta 2 reduce espacio útil de la vivienda, provoca un rechazo directo de la propuesta 2.

Cerramiento volumen cocina. Propuesta 3

Debido a que este cerramiento dispone de cámara de aire se propone inyectar espuma rígida de poliuretano en esta, disminuyendo así la transmitancia térmica.

La justificación de esta propuesta se encuentra en la fácil ejecución y en la ventaja de no tener que aumentar el espesor del cerramiento en ningún sentido.

Los cálculos realizados se pueden observar en el apartado 5. Calculo propuestas, del anejo.

Así pues, con esta propuesta se disminuye la transmitancia térmica, pasando a tener una $U = 0.47 W/m^2 K$.



Los resultados al introducir este cambio en el programa informático son:

Tabla 19. Resultados propuesta 3

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		130,7	11126,2	G	125,5	10679,3
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	12,8	1089,7
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D		12,2	1038,4	C	10,2	868,2
	Refr.	D	5,0	425,6	C	4,9	417,1
ACS	G		17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E		35,0	2979,1	E	33,0	2808,8
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		209,0	17788,3	G	200,9	17099,6
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	19,7	1673,7
ACS	G		71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G		301,1	25628,3	G	292,5	24896,2

Al mejorar, de nuevo, la envolvente térmica se observa una caída de la demanda, que influye directamente en el consumo de energía primaria, y por tanto en la producción de $kgCO_2$. No obstante, en este caso, la disminución no es tan significativa como en el caso anterior, ya que el volumen que confinaba este cerramiento es inferior al cerramiento del volumen principal.

Se aprecia que los cerramientos, a pesar de su cumplimiento con la norma, tras aplicarles mejoras en sus propiedades térmicas influyen directamente en la demanda del edificio, por lo que su cumplimiento con la norma no frenara las propuestas.



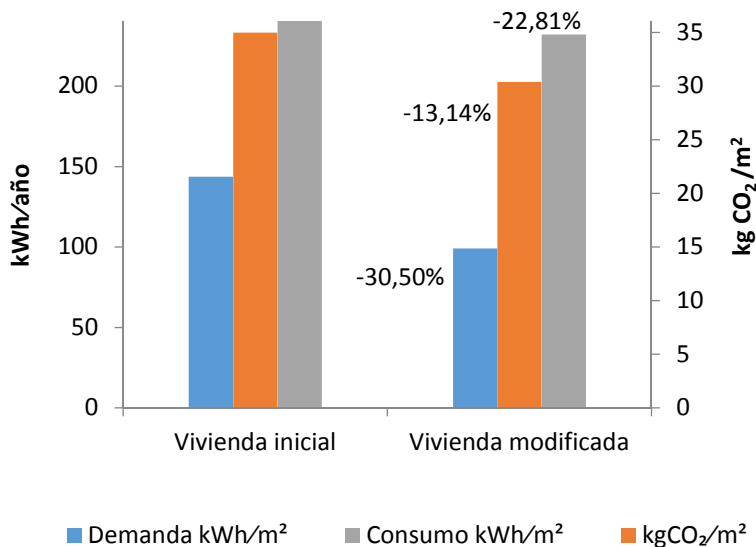
Así pues, el conjunto de cerramientos, conjuntamente, tras introducirlos en el programa informático dará los siguientes resultados

Tabla 20. Resultados propuesta cerramientos 1+3

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		130,7	11126,2	F	89,9	7650,3
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	10,1	859,3
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D		12,2	1038,4	C	8,7	740,5
	Refr.	D	5,0	425,6	C	3,9	332,0
ACS	G		17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E		35,0	2979,1	E	30,5	2596,0
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		209,0	17788,3	G	145,0	12343,5
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	15,5	1321,7
ACS	G		71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G		301,1	25628,3	G	232,5	19788,1



A pesar de haber reducido la demanda, y por tanto, haber reducido el consumo y producción de $kgCO_2$, la calificación energética no ha variado.



Gráfica 10. Comparativa entre propuesta cerramientos y vivienda inicial



4.2.2 Particiones.

Como se ha podido calcular, existen dos particiones de la vivienda que no cumplen las limitaciones del CTE, por lo que se presentan mejoras para cada una de ellas.

Partición almacén. Propuesta 4

Para mejorar el comportamiento térmico de esta partición, se propone una partición de doble hoja de ladrillo hueco cerámico de 7 cm. de espesor, con aislamiento interior (poliestireno expandido), aprovechando así la partición existente.

La dimensión del aislamiento se calculara tomando como base la U_{lim} .

Los cálculos se pueden observar en el apartado 5. Calculo propuestas, del anexo.

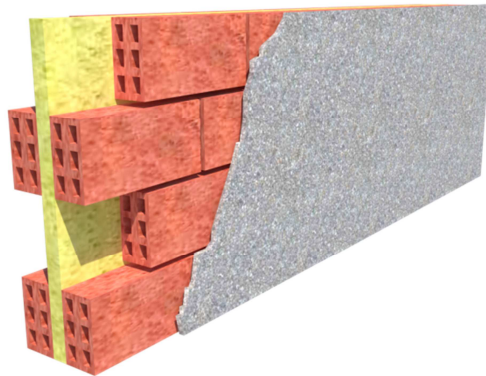


Ilustración 24. Detalle Propuesta 4



De este modo, el aislamiento mínimo para cumplir las exigencias establecidas por el CTE es de 1 cm., por lo que se realizará la calificación energética con este espesor.

Una vez introducidos estos cambios en el programa informático, se califica la vivienda, dado los siguientes resultados:

Tabla 21. Resultados propuesta 4

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.		
DEMANDA ENERGÉTICA						
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	130,7	11126,2	G	126,2	10740,1
Refr.	C	13,1	1118,3	B	12,8	1093,6
PRODUCCIÓN DE CO ₂						
Clase		$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D	12,2	1038,4	D	12,2	1038,4
Refr.	D	5,0	425,6	C	4,9	417,1
ACS	G	17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E	35,0	2979,1	E	35,0	2979,1
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA						
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	209,0	17788,3	E	201,3	17133,2
Refr.	D	20,2	1717,1	C	19,7	1679,2
ACS	G	71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G	301,1	25628,3	G	293,0	24935,3

A pesar de haber reducido la demanda, nuestra calificación energética, marcada por la producción de $kgCO_2$, no ha variado, continúa siendo E. Por ello se plantea la posibilidad de disminuir la transmitancia de la partición, aumentando el espesor del aislante. En este caso, la búsqueda del aislante óptimo vendrá condicionada por el aumento de espesor de la partición, ya que la posibilidad de crecer en espesor hacia



el almacén es limitada, por lo que se decide, no aumentar la partición más de 10 cm.,

La partición original, partíamos con un espesor de 11 cm. (Enlucido de yeso de 2 cm.; Ladrillo Hueco doble de 7 cm.; Enfoscado de mortero de 2 cm.), mientras que tras la propuesta aumenta a 19 cm. (Enlucido de yeso de 2 cm.; Ladrillo Hueco doble de 7 cm.; Aislante térmico EPS de 1 cm.; Ladrillo Hueco doble de 7 cm.; Enfoscado de mortero de 2 cm.), por lo que se podría aumentar el aislamiento hasta alcanzar un espesor de 3 cm.

Así pues, los datos resultantes con un aislamiento de 3 cm. son:

Tabla 22. Resultados propuesta 4 modificada

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		130,7	11126,2	G	124,0	10740,1
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	11,5	1093,6
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D		12,2	1038,4	D	12,2	1038,4
	Refr.	D	5,0	425,6	C	4,4	374,5
ACS	G		17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E		35,0	2979,1	E	34,5	2936,5
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		209,0	17788,3	E	198,1	16863,7
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	17,7	1508,3
ACS	G		71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G		301,1	25628,3	G	287,8	24494,9



Se observa un cambio poco significativo, por lo que se deberá valorar económicamente el aumento del aislamiento en esta partición.

Forjado. Propuesta 5

La mejora que se propone en el forjado que separa la vivienda del andén consta de la introducción de aislante térmico en sus capas.

Constaría, como se puede apreciar en la ilustración 25, de la colocación del aislamiento térmico, sobre la cama de arena, con un espesor de 1 cm., dimensión, que se ha podido calcular tomando de base la U_{lim} , estando los cálculos presentes en el apartado 5. Calculo propuestas, del anexo.

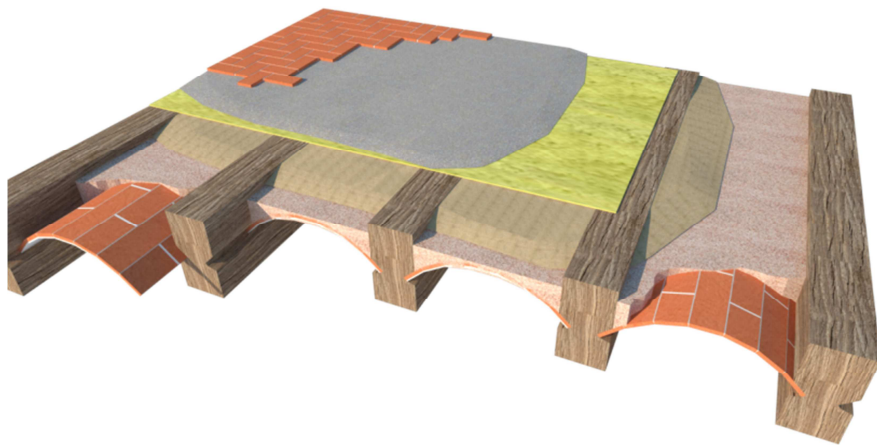


Ilustración 25. Detalle Propuesta 5



Los datos resultantes tras la certificación son:

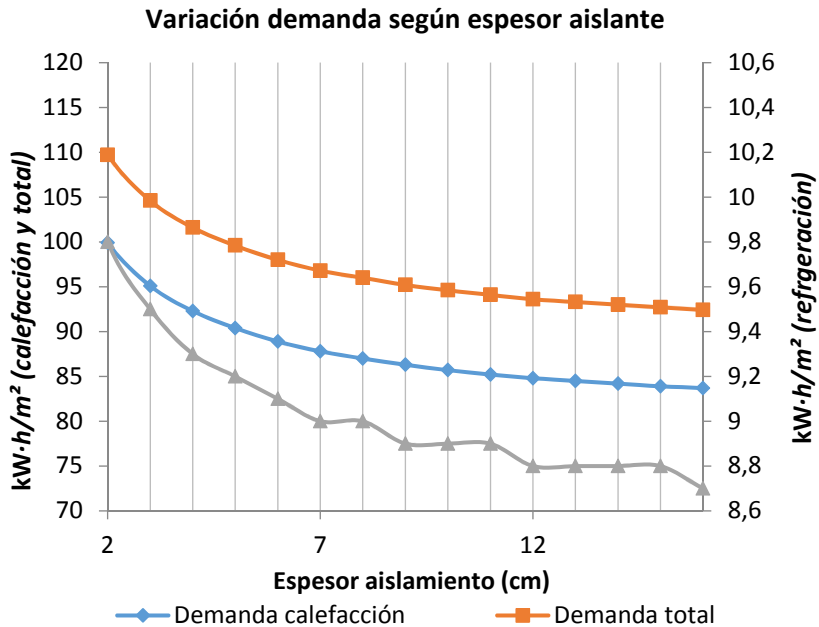
Tabla 23. Resultados propuesta 5

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.		G	130,7	11126,2	G	107,8	9172,7
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	10,4	881,3
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.		D	12,2	1038,4	D	11,5	978,8
	Refr.	D	5,0	425,6	C	4,0	340,5
ACS		G	17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total		E	35,0	2979,1	E	33,4	2842,9
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.		G	209,0	17788,3	E	174,0	14805,7
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	15,9	1352,9
ACS		G	71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total		G	301,1	25628,3	F	261,8	22281,5

Con la introducción de 1 cm. de aislamiento en el forjado se puede observar un cambio sustancial, en comparación con el estado inicial, en la demanda, y por tanto en el consumo.

A pesar de encontrar una bajada de la demanda y de los consumos con un único centímetro de aislamiento, la calificación continúa siendo la misma, por lo que se propone continuar aumentando el espesor del aislamiento, observando así la variación en la demanda energética.





Gráfica 11. Variación demanda según espesor aislante P.5

Se aprecia como a partir de los 7 cm. de espesor del aislante las demandas de calefacción, refrigeración y por tanto las totales comienzan a adquirir una pendiente más suave, por lo que se decide que el espesor de aislamiento óptimo para esta partición es de 7 cm. de espesor, dando como resultado tras calificar los siguientes datos:



Tabla 24. Resultados propuesta 5 modificada

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	130,7	11126,2	F	87,8	7476,6	
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	9,0	768,4
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D	12,2	1038,4	D	10,9	927,8	
	Refr.	D	5,0	425,6	C	3,5	297,9
ACS	G	17,9	1523,6	G	17,9	6122,9	
Total	E	35,0	2979,1	E	32,3	2749,3	
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	209,0	17788,3	E	143,7	12228,0	
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	13,9	1178,9
ACS	G	71,9	6122,9	G	71,9	6122,9	
Total	G	301,1	25628,3	F	229,5	19529,8	

A pesar de haber reducido en un 32,82% la demanda de la vivienda, la calificación de esta continúa sin variar.

Finalmente, tras haber analizado y propuesto mejoras para ambas particiones, el resultado de combinarlas en el programa informático resultan los siguientes datos:



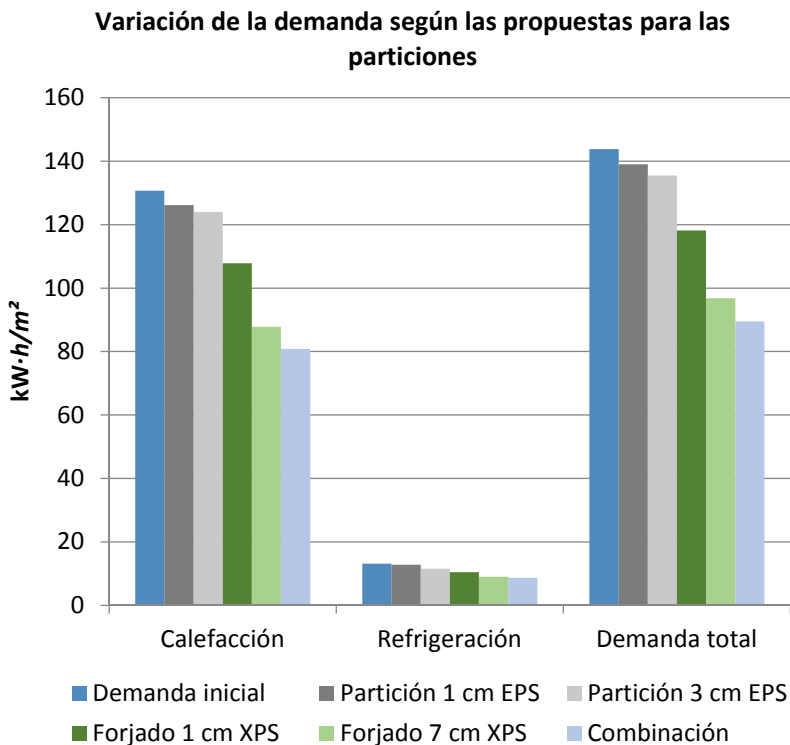
Tabla 25. Resultado propuesta particiones 4+5

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.		
DEMANDA ENERGÉTICA						
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase kWh/m^2 $kWh/año$		
Calf.	G	130,7	11126,2	F	80,8	6878,9
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	8,7	737,9
PRODUCCIÓN DE CO ₂						
Clase		$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase $kgCO_2/m^2$ $kgCO_2/año$		
Calf.	D	12,2	1038,4	D	10,9	927,8
	Refr.	D	5,0	425,6	C	3,3	280,9
ACS	G	17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E	35,0	2979,1	E	32,1	2732,2
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA						
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase kWh/m^2 $kWh/año$		
Calf.	G	209,0	17788,3	E	131,1	11227,5
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	13,3	1132,1
ACS	G	71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G	301,1	25628,3	F	217,1	18482,4

Tras obtener los resultados de ambas particiones, y del conjunto de ellas se puede apreciar la importancia que cobra la partición del forjado frente la del almacén-vivienda en términos de demanda energética de la vivienda.



En el siguiente gráfico se refleja la variación de la demanda energética según las distintas propuestas.



Gráfica 12. Variación de la demanda según las propuestas para las particiones



4.2.3 Cerramientos horizontales.

En este apartado se presentan propuestas para la cubierta del volumen de la cocina, ya que no cumple las limitaciones de la normativa.

Cubierta cocina. Propuesta 6

Para la cubierta de la cocina, se propone la colocación de placas de yeso fijadas mediante un sistema de perfiles metálicos en forma de U, anclados a las viguetas de madera, aprovechando el espacio para la colocación de aislante térmico, tal y como se muestra en la ilustración 26.

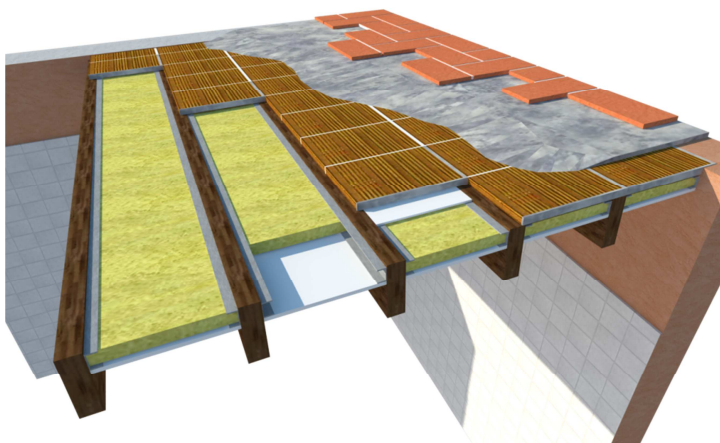


Ilustración 26. Detalle Propuesta 6



El espesor del aislamiento, tras realizar los cálculos expuestos en el apartado 5. Calculo propuestas del anexo, se obtiene que para el cumplimiento de la norma sea necesario un espesor mínimo de 3 cm.

Así pues, lo resultados tras introducir los datos en el programa son:

Tabla 26. Resultados propuesta 6

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf. Refr.	G		130,7	11126,2	G	124,7	10613,1
	C		13,1	1118,3	B	11,5	978,7
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf. Refr.	D		12,2	1038,4	C	9,9	842,7
	D		5,0	425,6	C	4,4	374,5
ACS	G		17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E		35,0	2979,1	E	32,2	2740,7
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf. Refr.	G		209,0	17788,3	G	199,5	16982,6
	D		20,2	1717,1	C	17,7	1502,4
ACS	G		71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G		301,1	25628,3	G	289,1	24607,8

Se observa un descenso poco significativo de la demanda energética. Esto es debido a que el volumen y superficie que concierne a la cubierta de la cocina, en comparación con el volumen principal, es inferior.

El aumento de espesor en este elemento no va a suponer un gran cambio en los resultados de la vivienda. Se realiza una prueba colocando un aislamiento de 10 cm. de espesor, obteniendo los siguientes resultados.



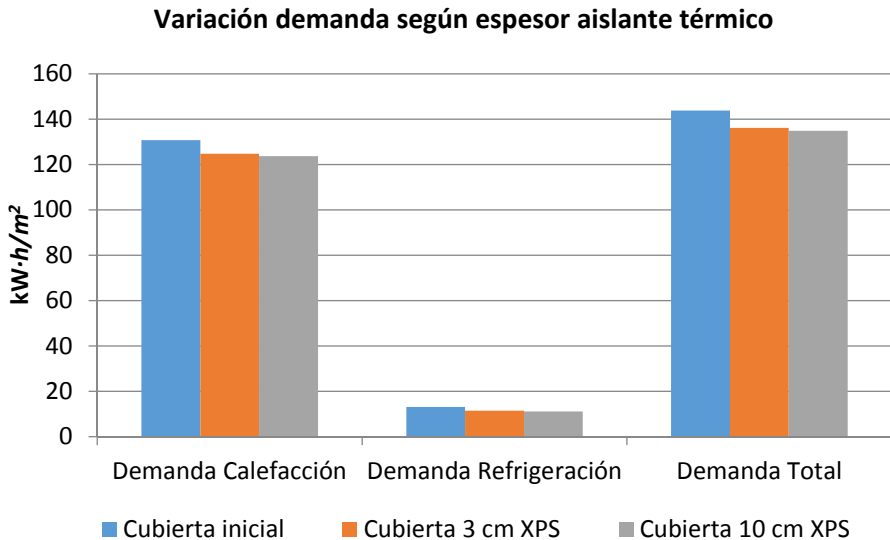
Tabla 27. Resultados propuesta 6 modificada

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	130,7	11126,2	G	123,5	10514,7	
	Refr.	C	13,1	1118,3	B	11,2	954,2
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D	12,2	1038,4	C	9,5	808,6	
	Refr.	D	5,0	425,6	C	4,3	366,0
ACS	G	17,9	1523,6	G	17,9	1523,6	
Total	E	35,0	2979,1	E	31,7	2698,2	
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	209,0	17788,3	G	197,8	16831,6	
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	17,2	1464,6
ACS	G	71,9	6122,9	G	71,9	6122,9	
Total	G	301,1	25628,3	G	286,9	24419,1	

Se puede observar como con un aumento sustancial del espesor del aislante térmico, los valores de demanda de la vivienda han disminuido tímidamente (grafica 13), por lo que se valorara económicamente el aumento del espesor del aislante.



A continuación se presenta una grafica en la que se muestra la variación de la demanda según es espesor del aislante térmico de la propuesta 6.



Gráfica 13. Variación demanda según espesor aislante térmico P.6



4.2.4 Resumen de mejoras envolvente térmica.

Tras haber planteado propuestas de mejora para cada uno de los elementos que conforman la envolvente térmica, se procede a introducir todas estas mejoras en el programa informático en un mismo modelo, dando como resultado los siguientes datos:

Tabla 28. Resultados conjunto de propuestas

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		130,7	11126,2	D	48,1	4093,1
	Refr.	C	13,1	1118,3	A	6,9	587,6
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D		12,2	1038,4	C	7,5	638,4
	Refr.	D	5,0	425,6	B	2,6	221,3
ACS	G		17,9	1523,6	G	17,9	1523,6
Total	E		35,0	2979,1	E	28,0	2383,3
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		209,0	17788,3	E	78,0	6642,0
	Refr.	D	20,2	1717,1	B	10,6	901,9
ACS	G		71,9	6122,9	G	71,9	6122,9
Total	G		301,1	25628,3	E	160,6	13666,7

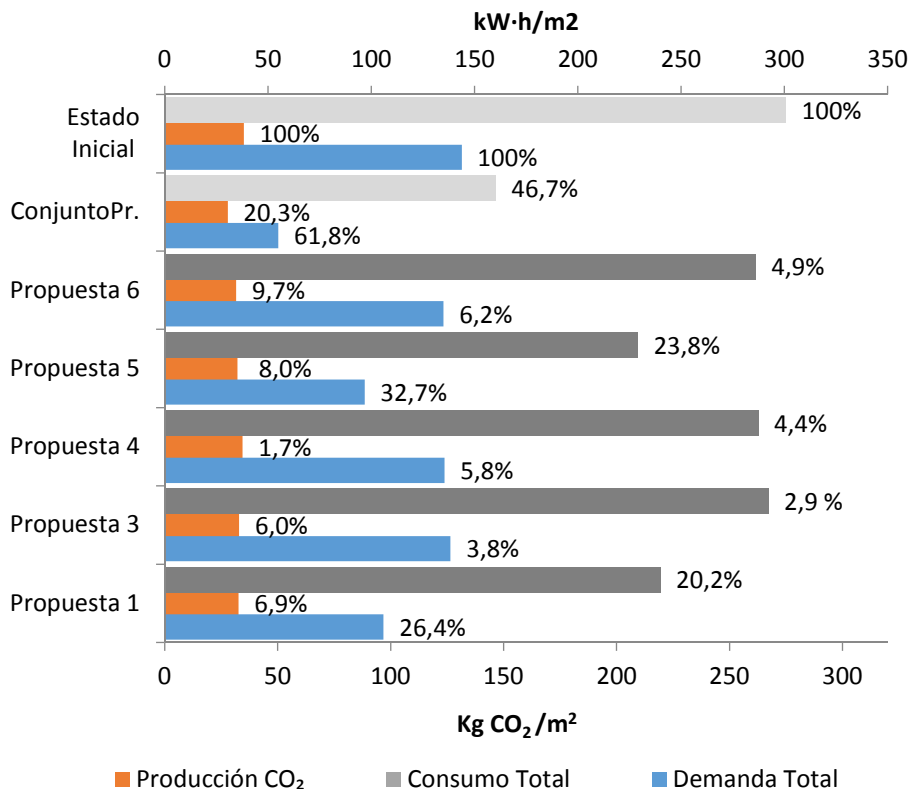
Se puede observar una gran reducción de la demanda energética que influye directamente en el consumo de energía primaria y en la producción de CO₂.

A pesar de haber reducido la demanda energética de la vivienda en más de un 60%, la calificación energética de esta vivienda continúa siendo la misma, E.



Se presenta una comparación de consumo, demanda y producción de CO₂ entre cada una de las propuestas, la vivienda en su estado inicial, y la vivienda con la suma de las propuestas.

Comparación resultados y reducción en %



Gráfica 14. Comparación resultados y reducciones en %



Gracias a esta grafica se puede ver la importancia de cada una de las propuestas en cada uno de los apartados de interés de la certificación energética.

Así pues se observa como las propuestas que tienen un mayor peso en la reducción de demanda energética son: la propuesta 1 del cerramiento del volumen principal, y la propuesta 5 perteneciente a la partición horizontal, forjado.

En contraposición se aprecia como la propuesta 3 que recae al cerramiento perteneciente al volumen de la cocina, tiene un peso muy bajo en cuanto a reducción de demanda.

Como es lógico pensar, en lo referente al consumo energético, las propuestas que lideran las reducciones son las mismas que lideraban las reducciones de demanda energética, las propuestas 1 y 5.

No obstante, al analizar los datos de producción de CO₂, se observa como la propuesta 6, la cual no presentaba grandes reducciones en los apartados anteriores, presenta la reducción más importante en este apartado.



4.3 Estudio y viabilidad económica de las propuestas.

En este presente capítulo se pretende estudiar la amortización de las distintas propuestas sobre la demanda, evaluando finalmente un conjunto que, a juicio propio, se considere óptimo.

Los precios unitarios que se utilizarán para las propuestas de mejora de la envolvente térmica han sido generados por la base de datos de construcción on-line del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), mientras que los precios que se utilizarán para las propuestas de mejora de sistemas, se han generado tras la búsqueda de modelos reales.

Por otro lado se establece en 0,151€/kWh el precio de la energía eléctrica, dato obtenido de las facturas propias del autor del proyecto, mientras que los tarugos de leña tienen un coste aproximado de 0,029€/kWh.



Cerramiento volumen principal. Propuesta 1

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al ejecutar la mejora:

Tabla 29. Cálculo ahorro anual propuesta 1

	Edificio inicial	Edificio propuesto	Diferencia	Precio	Ahorro
	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Consumo energía primaria					
Calefac.	17788,3	12955,0	4833,3	0,029	140,165
ACS.	6122,9	6122,9	0	0,151	0
Total	25628,3	20447,6	5180,7	-	140,165

Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria, se calcula el coste que tendría realizar dicha mejora.

Se pretende realizar la propuesta en toda la superficie de las fachadas, siendo la suma del área de estas de 240,57 m². Así mismo, el precio unitario para la realización de dicha mejora es de 61,46 €/m², por lo que ejecutarla tendría un coste total de 14.785,55€.

Gracias a los datos obtenidos de ahorro anual y coste total de la mejora, es posible calcular la amortización de dicha mejora.

$$\frac{\text{Coste (€)}}{\text{Ahorro anual (€/año)}} = \text{Años amortización}$$

Por lo que, esta propuesta, se amortizaría en 105,4 años, a partir de los cuales se comenzaría a generar un verdadero ahorro.



Cerramiento volumen cocina. Propuesta 3

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al ejecutar la mejora:

Tabla 30. Cálculo ahorro anual propuesta 3

	Edificio inicial	Edificio propuesto	Diferencia	Precio	Ahorro
	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Consumo energía primaria					
Calefacc.	17788,3	17099,6	688,7	0,029	19,97
ACS.	6122,9	6122,9	0	0,151	0
Total	25628,3	24896,2	732,1	-	19,97

Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria, se calcula el coste que tendría realizar dicha mejora.

Se pretende realizar la propuesta en toda la superficie de la fachada recayente a la cocina, siendo el área de esta de 20,8 m². Así mismo, el precio unitario para la realización de dicha mejora es de 19,26 €/m², por lo que ejecutarla tendría un coste total de 400,6€.

Por lo que, esta propuesta, se amortizaría en 20 años, a partir de los cuales se comenzaría a generar un verdadero ahorro.



Partición almacén. Propuesta 4

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al ejecutar la mejora:

Tabla 31. Cálculo ahorro anual propuesta 4

	Edificio inicial	Edificio propuesto	Diferencia	Precio	Ahorro
	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Consumo energía primaria					
Calefac.	17788,3	16863,7	924,6	0,029	26,81
ACS.	6122,9	6122,9	0	0,151	0
Total	25628,3	24494,9	1133,4	-	26,81

Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria, se calcula el coste que tendría realizar dicha mejora.

Se pretende realizar la propuesta en toda la superficie de la medianería, siendo el área de esta de 29,15 m². Así mismo, el precio unitario para la realización de dicha mejora es de 35,83 €/m² para la realización de la partición y 9,53€/m² para la colocación del aislamiento térmico, por lo que ejecutarla tendría un coste total de 1.322,24€.

Por lo que, esta propuesta, se amortizaría en 49,3 años, a partir de los cuales se comenzaría a generar un verdadero ahorro.



Forjado. Propuesta 5

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al ejecutar la mejora:

Tabla 32. Cálculo ahorro anual propuesta 5

	Edificio inicial	Edificio propuesto	Diferencia	Precio	Ahorro
	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Consumo energía primaria					
Calefac.	17788,3	12228,0	5560,3	0,029	161,24
ACS.	6122,9	6122,9	0	0,151	0
Total	25628,3	19529,8	6098,5	-	161,24

Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria, se calcula el coste que tendría realizar dicha mejora.

Se pretende realizar la propuesta en toda la superficie del forjado, siendo el área de este de 102,90 m². Así mismo, el precio unitario para la realización de dicha mejora es de 12,25 €/m² para la demolición y retirada del pavimento actual, 17,91€/m² para la colocación del aislamiento térmico y 35,29€/m² la colocación de un nuevo pavimento cerámico, por lo que ejecutarla tendría un coste total de 6.734,80€.

Por lo que, esta propuesta, se amortizaría en 41,7 años, a partir de los cuales se comenzaría a generar un verdadero ahorro.



Cubierta cocina. Propuesta 6

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al ejecutar la mejora:

Tabla 33. Cálculo ahorro anual propuesta 6

	Edificio inicial	Edificio propuesto	Diferencia	Precio	Ahorro anual
	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Consumo energía primaria					
Calefac.	17788,3	16872,9	915,4	0,029	26,54
ACS.	6122,9	6122,9	0	0,151	0
Total	25628,3	24465,5	1162,8	-	26,54

Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria, se calcula el coste que tendría realizar dicha mejora.

Se pretende realizar la propuesta en toda la superficie de la cubierta de la cocina, siendo el área de esta de 11,14m². Así mismo, el precio unitario para la realización de dicha mejora es de 16,39 €/m² para la colocación del aislamiento térmico junto el falso techo y perfilería, por lo que ejecutarla tendría un coste total de 182,58€.

Por lo que, esta propuesta, se amortizaría en 6,8 años, a partir de los cuales se comenzaría a generar un verdadero ahorro.



Resumen propuestas y valoración.

En el siguiente cuadro quedan reflejadas todas las propuestas así como su valoración.

Tabla 34. Resumen viabilidad propuestas

Propuesta	Ahorro anual (€/año)	Coste ejecución (€)	Amortización (años)
Propuesta 1	140,165	14.785,55	105,4
Propuesta 3	19,97	400,6	20,0
Propuesta 4	26,81	1.322,24	49,3
Propuesta 5	161,24	6.734,80	41,7
Propuesta 6	26,54	182,58	6,8

Tras realizar la valoración económica de las propuestas que influyen en la demanda se observa como la amortización de estas resultan periodos de tiempo excesivamente amplios. Esto es debido a que las propuestas inciden de forma directa sobre la demanda de calefacción, dejando invariable la demanda de ACS. Así mismo, esta demanda de calefacción es soportada por una estufa, la cual consume tarugos de madera cuyo coste por kWh es realmente bajo.

En el supuesto de que la vivienda tuviera un sistema basado en electricidad para abastecer la demanda de calefacción, la amortización de dichas propuestas sería completamente inferior, ya que el precio del kWh de electricidad es mayor. Ejemplo: La propuesta 5 generaría un ahorro anual de 839,60 €/año, por lo que su amortización se completaría a los 8 años aproximadamente.

Dicho esto, se puede afirmar que, debido al bajo coste de los tarugos de madera, el ahorro que se percibe es muy discreto, a pesar de haber propuesto mejoras que podrían generar un ahorro anual generoso.



Como conclusión, viendo estos resultados, se consideraría no viable realizar ninguna mejora, ya que las propuestas en las que notaríamos un ahorro en un periodo corto de tiempo, como son la propuesta 3 y 6, generarían un ahorro anual realmente escaso, sumando entre las dos 46,51€ anuales.

No obstante, se propondrán conjuntos de mejora, donde se seleccionarán propuestas sobre la demanda junto con propuestas de sistemas.

4.4 Producción de CO₂ y Consumos energéticos.

Como se ha avanzado anteriormente, el consumo energético está directamente relacionado con la demanda energética, por lo que, al disminuir la demanda también se reducen los consumos.

Además, este consumo esta indirectamente relacionado con el rendimiento que aportan los sistemas, la fuente de energía y el poder calorífico de estas.

Respecto a la producción de CO₂, esta viene provocada por el consumo energético y por el tipo de combustible utilizado.

Por lo que este apartado se centrara en la búsqueda de sistemas basado en equipos (reales) de un alto rendimiento, en la comparación del poder calorífico de los diferentes combustibles y la posibilidad de introducir sistemas que trabajen con energías renovables. Todo ello comparándolo siempre con la vivienda inicial.



4.4.1 Relación de combustibles y fuentes de energía.

Se propone realizar un estudio comparativo entre los diferentes tipos de combustibles que permite utilizar la herramienta informática CALENER VYP.

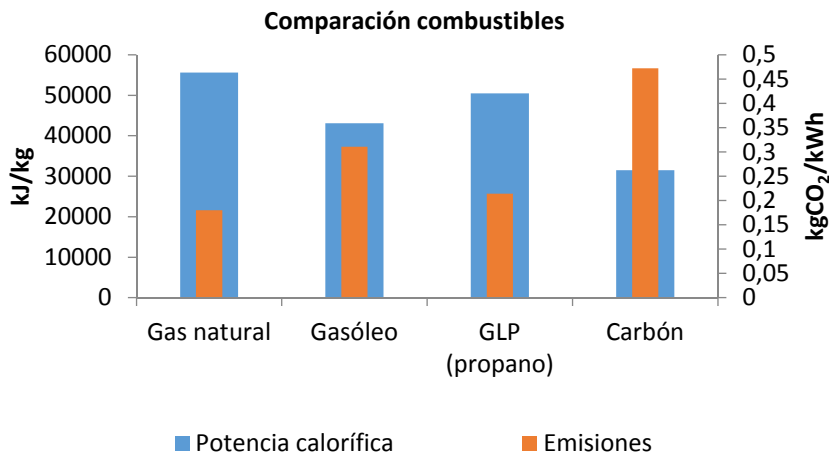
En la comparación entra en juego el poder calorífico de cada uno de los combustibles, expresado en kWh/kg , las emisiones de CO_2 expresadas en $kgCO_2/kWh$, y el precio por kWh de estos combustibles.

Tabla 35. Comparativa combustibles

Combustible	P.C kWh/kg	$kgCO_2/kWh$	€/kWh
Gas Natural	15,46	0,177	0,054
Gasóleo	11,98	0,311	0,094
GLP (propano)	14,01	0,213	0,142
Carbón	8,74	0,472	0,108

El cálculo, tanto del poder calorífico, como de las emisiones de CO_2 , se pueden observar en el apartado 5. Cálculo de combustibles, del anexo.





Gráfica 15. Comparación entre diferentes combustibles de poder calorífico y emisiones

De la gráfica 15 se desprende que el carbón, es el combustible que menos energía genera, produciendo además, la mayor cantidad de CO₂.

Por otro lado, se observa como el gas natural es el combustible que libera una mayor cantidad de energía tras su combustión, seguido muy de cerca por el propano. Además, dentro de los combustibles fósiles que se están analizando, es el que encabeza la lista de menores emisiones de CO₂.

Dentro de este análisis, no se encuentra la biomasa ya que, a pesar de que el programa informático te ofrece la posibilidad de introducir la biomasa como combustibles, no te permite elegir qué tipo de biocombustible utilizar.



Es por ello que se realiza un estudio sobre los tipos y sus diferentes características.

4.4.2 Biomasa como combustible.

A pesar de que el programa informático CALENER VYP no se hace distinción entre tipos de biocombustibles, es importante hacer un previo análisis de ellos, ya que a la hora de proponer sistemas y equipos influye, tanto en la reducción del consumo de energía primaria, como en el coste.

Se hará distinción entre cuatro grupos de biocombustibles.

Pellets

Pequeños cilindros de dimensiones variables (diámetro de 6 a 12 mm y longitud de 10 a 30 mm), formados por la compactación de materiales residuales lignocelulósicos, aptos para su combustión directa debido a su alta heterogeneidad y baja densidad.

Astillas

Fragmentos de madera de originarios de la industria de manipulación de la madera. Debido a los muchos orígenes de procedencia de las astillas, estas deben pasar un control de calidad para ser catalogadas y separadas.

Las dimensiones de las astillas varían entre los 5 y 100 mm y su humedad del 20 al 30%.

Huesos de aceitunas

Procedentes de la industria alimentaria, se utilizan trozos triturados, limpios y secos como combustible directo.



Posee un gran poder calorífico, como a continuación se mostrara, además de una optima relación calidad precio.

Cáscara de almendra

Subproducto procedente de la industria alimentaria, que originariamente se utilizaba como combustible para los hornos industriales.

Su uso puede ser directo, o realizar una previa criba para reducir su tamaño (4x4 mm), mejorando así su combustión.

Comparativa de las propiedades de los biocombustibles

Tabla 36. Comparativa biocombustibles

Combustible	P.C kWh/kg	kgCO ₂ /kWh	€/kWh
Pellets	5,00	0,018	0,036
Astillas	3,00	0,018	0,020
Huesos de aceitunas	5,77	0,018	0,025
Cáscaras de almendra	5,54	0,018	0,031

Se observa como los huesos de aceitunas y las cascaras de almendras lideran el grupo como biocombustibles con mayor poder calorífico.

Así mismo, se observa como las emisiones de CO₂ de los biocombustibles son prácticamente nulas.

Es por esto, que en las futuras propuestas donde esté implicada la biomasa como combustibles, se buscarán calderas aptas para cualquier tipo de biocombustible.



4.4.3 Sistemas propuestos.

Todos los futuros sistemas que se proponen a continuación requieren de datos específicos y propios de cada equipo, por ello se elegirán equipos existentes de marcas comerciales, cuyas fichas técnicas quedaran plasmadas en el anexo.

Anotar también que, pese a existir una demanda de refrigeración, no se va a proponer ningún sistema ni equipo para suplirla, ya que es completamente incensario debido a las constantes brisas que rodean la vivienda al estar en las proximidades del mar, y estar situada en un espacio completamente abierto, además de disponer de ventajas bioclimáticas en cuanto a la ventilación se refiere, como ya se ha abordado en el punto de renovaciones y ventilación.

Contribución solar. Propuesta 7

La primera propuesta que se presenta es la introducción de captadores solares, de forma que se aproveche la energía fototérmica para la producción de agua caliente sanitaria.

El agua caliente sanitaria, constituye el 23,87% del consumo total de energía primaria de la vivienda, por lo que al introducir captadores solares, no solo se está ayudando a soportar la demanda de ACS, sino que además se reduce de forma considerable dicho consumo, haciendo un uso inteligente de una energía limpia y renovable, como es la energía solar.

El porcentaje que se propone de contribución de energía solar, es el mínimo establecido por la HE-4 para viviendas situadas en la zona climática IV y con una demanda entre 50 l/día y 5.000 l/día, dando por tanto un 50% de contribución



Al introducir estos datos en el programa se obtiene la siguiente calificación.

Tabla 37. Resultados propuesta 7

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		130,7	11126,2	G	130,7	11126,2
	Refr.	C	13,1	1118,3	C	13,1	1118,3
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D		12,2	1038,4	D	12,2	1038,4
	Refr.	D	5,0	425,6	D	5,0	425,6
ACS	G		17,9	1523,6	G	9,0	766,1
Total	E		35,0	2979,1	D	26,6	2230,1
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		209,0	17788,3	G	209,0	17788,3
	Refr.	D	20,2	1717,1	D	20,2	1717,1
ACS	G		71,9	6122,9	G	36,1	3071,5
Total	G		301,1	25628,3	G	265,3	22577,0

Tras introducir los datos, se observa una mejora en la calificación energética, ya que, con este supuesto, la alquería poseería una calificación D.

No obstante, se analizan los valores obtenidos ya que son una gran fuente de información.

Un gran punto de interés, es la disminución del consumo de energía primaria para ACS. Se puede apreciar cómo, con la misma instalación con la que parte la vivienda y con la adición de captadores solares, se



produce una disminución de un 47,70%. Por otro lado, se aprecia cómo, esta disminución de consumo se traduce en menores emisiones de CO₂.

Calentador de Gas Natural para ACS con contribución solar. Propuesta 8

Se propone un calentador de gas natural para sustituir el termo eléctrico que abastecía la demanda de ACS, con una potencia de 24,4kW. y un rendimiento del 89%.

Así mismo, se introduce de nuevo, una contribución solar de un 50%, gracias a la instalación de captadores solares.

Tabla 38. Resultado propuesta 8

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Calf.	G		130,7	11126,2	G	130,7	11126,2
	Refr.	C	13,1	1118,3	C	13,1	1118,3
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calf.	D		12,2	1038,4	D	12,2	1038,4
	Refr.	D	5,0	425,6	D	5,0	425,6
ACS	G		17,9	1523,6	D	2,8	238,3
Total	E		35,0	2979,1	D	20,0	1702,3
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Calf.	G		209,0	17788,3	G	209,0	17788,3
	Refr.	D	20,2	1717,1	D	20,2	1717,1
ACS	G		71,9	6122,9	E	13,7	1168,6
Total	G		301,1	25628,3	F	242,9	20674,0

Los datos resultantes revelan una mejora en la calificación energética, ya que la vivienda escala desde una calificación E, hacia una calificación D.



Además, se aprecia como el consumo de energía primaria para ACS ha caído un sustancial 80,66%.

Este resultado es debido al gran poder calorífico del gas natural y al rendimiento de equipo.

Caldera mixta de Gas Natural para ACS y calefacción con contribución solar. Propuesta 9

Tras la importante reducción de consumo de energía primaria obtenida en la propuesta anterior, se plantea una nueva propuesta basada en una caldera mixta de gas natural para suplir la demanda tanto de calefacción como de ACS. Así mismo, se introduce de nuevo, una contribución solar de un 50%, gracias a la instalación de captadores solares.

La caldera a introducir, posee 30 kW, de capacidad nominal, y un rendimiento del 93%.

Como unidades interiores se definirá una unidad terminal de agua caliente, a modo de radiador, con una capacidad nominal igual a la suma de la capacidad nominal de los radiadores que serian necesarios en la vivienda, siendo esta de 6,5 kW. El cálculo de este valor, se puede observar en el apartado 6 Cálculo potencia emisor, del anexo.



Así pues, los resultados son:

Tabla 39. Resultado propuesta 9

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.	
DEMANDA ENERGÉTICA					
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	
				kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	130,7	11126,2	G	130,7
Refr.	C	13,1	1118,3	C	13,1
PRODUCCIÓN DE CO ₂					
Clase		$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	
				$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D	12,2	1038,4	E	34,4
Refr.	D	5,0	425,6	D	5,0
ACS	G	17,9	1523,6	D	2,7
Total	E	35,0	2979,1	E	42,1
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA					
Clase		kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	
				kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	209,0	17788,3	F	156,2
Refr.	D	20,2	1717,1	D	20,2
ACS	G	71,9	6122,9	E	13,3
Total	G	301,1	25628,3	E	189,7

Tras realizar la certificación se observa como la producción de CO₂ aumenta, ya que en el modelo inicial, la demanda de calefacción era soportada por una estufa de leña, siendo ahora por una caldera mixta que quema un combustible fósil como es el gas natural.

Por ello, se aprecia como las emisiones aumenta, a pesar de continuar teniendo una calificación E.

No obstante, tras analizar los resultados, se puede afirmar como el consumo total de esta vivienda se ha reducido, y por tanto ha mejorado, en un 36,99%.



*Caldera mixta de biomasa para ACS y calefacción con contribución solar.
Propuesta 10*

Tras realizar las propuestas con combustibles fósiles, y tras analizar sus resultados, en esta propuesta se plantea la introducción de una nueva caldera para ACS y calefacción, haciendo uso de los policombustibles como combustible. Así mismo, se introduce de nuevo, una contribución solar de un 50%, gracias a la instalación de captadores solares.

Se propone una caldera con una gran autonomía de carga, un gran rendimiento nominal (92,02%) y una potencia útil de 26,69kW.

Como unidades interiores se definirá una unidad terminal de agua caliente, a modo de radiador, con una capacidad nominal igual a la suma de la capacidad nominal de los radiadores que serian necesarios en la vivienda, siendo esta de 6,5 kW. . El cálculo de este valor, se puede observar en el apartado 6 Cálculo potencia emisor, del anexo.



Por lo tanto, los resultados tras introducir los datos en el programa serán:

Tabla 40. Resultado propuesta 10

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf. Refr.	G	130,7	11126,2	G	130,7	11126,2	
	C	13,1	1118,3	C	13,1	1118,3	
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf. Refr.	D	12,2	1038,4	D	12,2	1038,4	
	D	5,0	425,6	D	5,0	425,6	
ACS	G	17,9	1523,6	A	0,0	0,0	
Total	E	35,0	2979,1	C	17,2	1464,0	
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf. Refr.	G	209,0	17788,3	F	157,4	13395,0	
	D	20,2	1717,1	D	20,2	1717,1	
ACS	G	71,9	6122,9	E	13,4	1144,2	
Total	G	301,1	25628,3	E	191,0	16259,1	

Tras realizar la calificación, se puede apreciar un importante salto positivo en la certificación, ya que la vivienda pasa a tener una calificación C, debido a que las emisiones de CO₂ en esta propuesta pasan a ser de 17,2 KgCO₂/m².

Así mismo se observa cómo, gracias al gran rendimiento de la caldera, el consumo de energía primaria se reduce en un 39,15 %.

Caldera de biomasa para ACS con contribución solar. Propuesta 11

Por último, se considera la posibilidad de instalar una caldera de biomasa que abastezca la demanda de ACS únicamente, manteniendo



así la estufa de leña original. Así mismo, se introduce de nuevo, una contribución solar de un 50%, gracias a la instalación de captadores solares.

Se propone una caldera con una gran autonomía de carga, un gran rendimiento nominal (92,02%) y una potencia útil de 26,69kW.

Por lo tanto, los resultados tras introducir los datos en el programa serán:

Tabla 41. Resultado propuesta 11

	Edificio inicial.			Edificio junto propuesta.		
DEMANDA ENERGÉTICA						
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Calf.	G	130,7	11126,2	G	130,7	11126,2
Refr.	C	13,1	1118,3	C	13,1	1118,3
PRODUCCIÓN DE CO ₂						
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calf.	D	12,2	1038,4	D	12,2	1038,4
Refr.	D	5,0	425,6	D	5,0	425,6
ACS	G	17,9	1523,6	A	0,0	0,0
Total	E	35,0	2979,1	C	17,2	1464,0
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA						
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Calf.	G	209,0	17788,3	G	209,0	17788,3
Refr.	D	20,2	1717,1	D	20,2	1717,1
ACS	G	71,9	6122,9	E	13,3	1144,2
Total	G	301,1	25628,3	F	242,5	20649,6

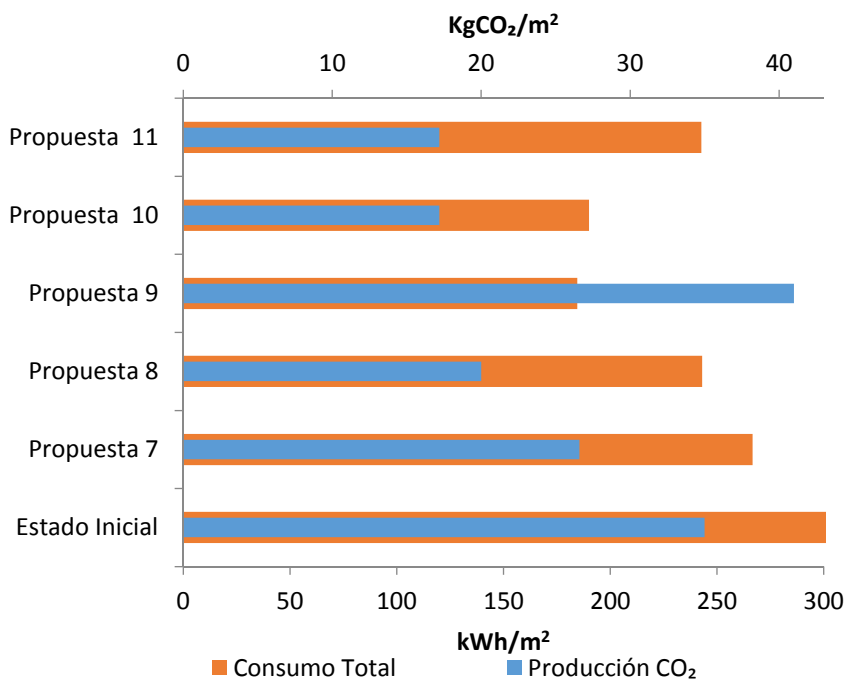
Tras realizar la calificación, se puede apreciar un importante salto positivo en la certificación, ya que la vivienda pasa a tener una calificación C, debido a que las emisiones de CO₂ en esta propuesta pasan a ser de 17,2 KgCO₂/m².



Así mismo se observa cómo, al mantener el mismo sistema para sostener la calefacción, el consumo de energía primaria de calefacción no varía, mientras que el consumo de ACS desciende en un notable 81,36%.

4.4.4 Resumen de mejoras de sistemas propuestos.

Se comparan y analizan los sistemas propuestos.



Gráfica 16. Comparativa propuestas.



Como se puede apreciar, las propuestas 9 y 10 presentan una gran reducción del consumo de energía primaria. Así mismo se observa la gran importancia de la elección del combustible a la hora de contabilizar kgCO_2/m^2 , ya que la propuesta 9 conlleva una de las mayores emisiones de CO_2 de las propuestas.

Por otro lado, se aprecia como las propuesta 8 y 11, basada en un calentador de gas natural y una caldera de biomasa respectivamente para suplir la demanda de ACS, manteniendo además la estufa de leña original, presentan unos valores muy interesantes, ya que con solo la sustitución del termo eléctrico actual y con la instalación de captadores solares se reduce el consumo en un 20% aproximadamente para ambas propuestas.

A pesar de todo lo anterior comentado, se ha de tener en cuenta el estudio económico, y prestarle atención a la localización de la vivienda, ya que se trata de una edificación localizada en un ambiente agrario y rural, donde no existen acometidas de gas natural. No obstante, no por ello se descartaran las propuestas ligadas a este combustible fósil, ya que cabe la posibilidad de que las compañías suministradores hagan llegar las acometidas.



4.5 Estudio y viabilidad económica de las propuestas.

En este presente capítulo se pretende estudiar la amortización de las distintas propuestas sobre el consumo, evaluando finalmente un conjunto que, a juicio propio, se considere óptimo.

Se establece en 0,151€/kWh el precio de la energía eléctrica, dato obtenido de las facturas propias del autor del proyecto, mientras que los tarugos de leña tienen un coste aproximado de 0,029€/kWh.

Contribución solar. Propuesta 7

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al instalar la mejora:

Tabla 42. Cálculo ahorro anual propuesta 7

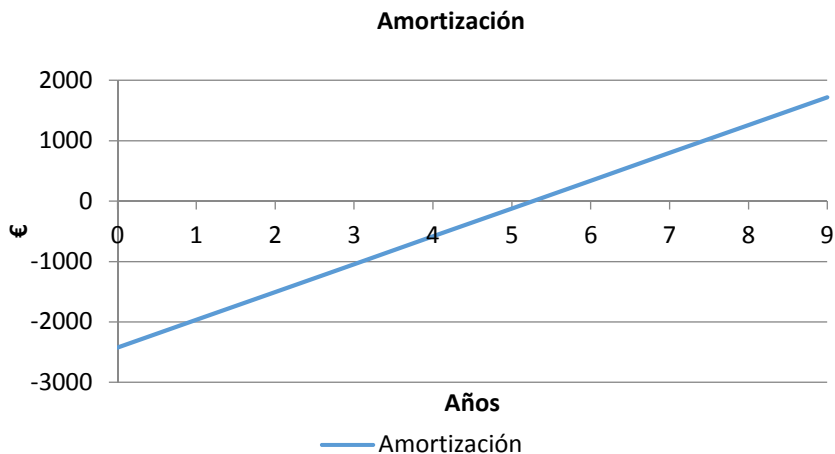
	Edificio inicial	Edificio propuesto	Diferencia	Precio	Ahorro
	kWh/año	kWh/año	kWh/año	€/kWh	€
Consumo energía primaria					
Calefacc.	17788,3	17788,3	0	0,029	0
ACS.	6122,9	3071,5	3051,40	0,151	460,76
Total	25628,3	22577,0	3051,40	-	460,76

Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria de ACS, se calcula el coste que tendría instalar dicha mejora.

El coste del captador solar, junto con su instalación y el resto de elementos es de 2.426,34€, por lo que su instalación se amortizaría en 5,2 años.

Se presenta en la gráfica 17 la pendiente de amortización.





Gráfica 17. Amortización propuesta 7

Calentador de Gas Natural para ACS con contribución solar. Propuesta 8

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al instalar la mejora. Para ello, a diferencia de los cálculos anteriores, se deberá obtener el coste total de cada una de las situaciones (Edificio inicial y propuesto), ya que cada uno utiliza fuentes de energía distintas que generaran distintos costes.

Tabla 43. Cálculo ahorro anual propuesta 8

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	17788,3	0,029	515,86
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1168,6	0,054	63,10
Total	25628,3	-	1440,41	20674,0	-	578,96
Ahorro Anual	861,45					

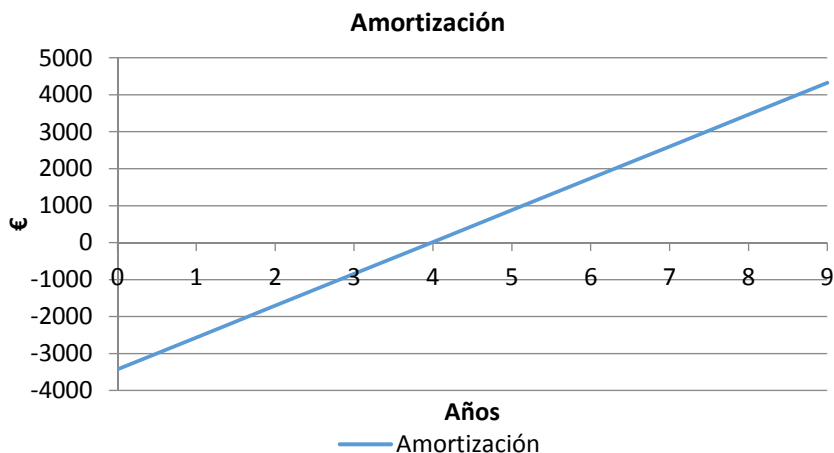


Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria de ACS y el cambio de combustible, se calcula el coste que tendría instalar dichas mejoras.

El coste del captador solar, junto con su instalación y el resto de elementos es de 2.426,34€, además el calentador de gas natural elegido tiene un coste de 323,07€ mientras el coste aproximado de su puesta en servicio y ejecución de acometida es de 679,22€, valor proporcionado por una compañía suministradora de gas natural.

Por tanto, esta propuesta tendría un coste total de 3.428,63€, que se amortizarían en 3,9 años.

Se presenta en la gráfica 18 la pendiente de amortización.



Gráfica 18. Amortización propuesta 8



Caldera mixta de Gas Natural para ACS y calefacción con contribución solar. Propuesta 9

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al instalar la mejora. Para ello se deberá obtener el coste total de cada una de las situaciones (Edificio inicial y propuesto), ya que cada uno utiliza fuentes de energía distintas que generaran distintos costes.

Tabla 44. Cálculo ahorro anual propuesta 9

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	13292,9	0,054	717,81
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1133,1	0,054	61,18
Total	25628,3	-	1440,41	16145,6	-	778,99
Ahorro Anual	661,42					

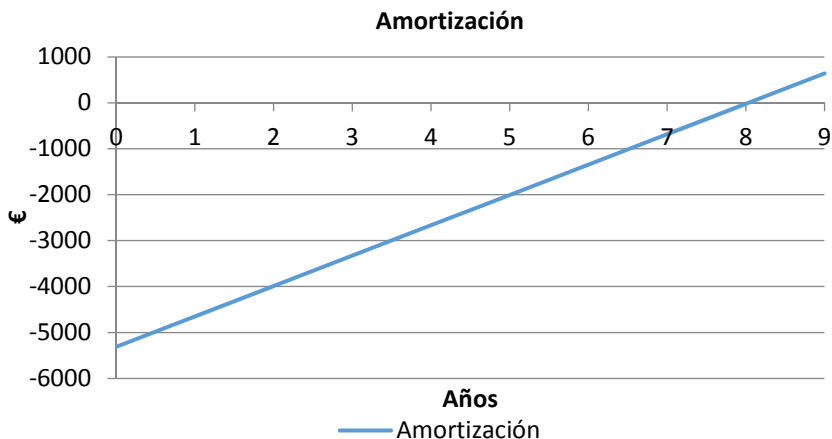
Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria de ACS y calefacción, además del cambio de combustible, se calcula el coste que tendría instalar dichas mejoras.

El coste del captador solar, junto con su instalación y el resto de elementos es de 2.426,34€. Mientras que el calentador de gas natural elegido tiene un coste de 1.100,00€. El precio de los elementos de los emisores junto sus partes proporcionales de la instalación es de 21,34€ la unidad. A ello se le añade la puesta en servicio y ejecución de acometida de gas natural, con un coste aproximado de 679,22€.

Así pues, teniendo en cuenta que la vivienda requería 52 elementos, el coste total de la instalación sería de 5.315,24€, que se amortizarían en 8 años.



Se presenta en la gráfica 19 la pendiente de amortización.



Gráfica 19. Amortización propuesta 9

*Caldera de biomasa para ACS y calefacción con contribución solar.
Propuesta 10*

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al instalar la mejora. Para ello se deberá obtener el coste total de cada una de las situaciones (Edificio inicial y propuesto), ya que cada uno utiliza fuentes de energía distintas que generaran distintos costes.

Tabla 45. Tabla 44. Cálculo ahorro anual propuesta 10

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	<i>kWh/año</i>	<i>€/kWh</i>	€	<i>kWh/año</i>	<i>€/kWh</i>	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	13395,0	0,025	334,87
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1144,2	0,025	28,60
Total	25628,3	-	1440,41	16259,1	-	363,47
Ahorro Anual	1076,9					

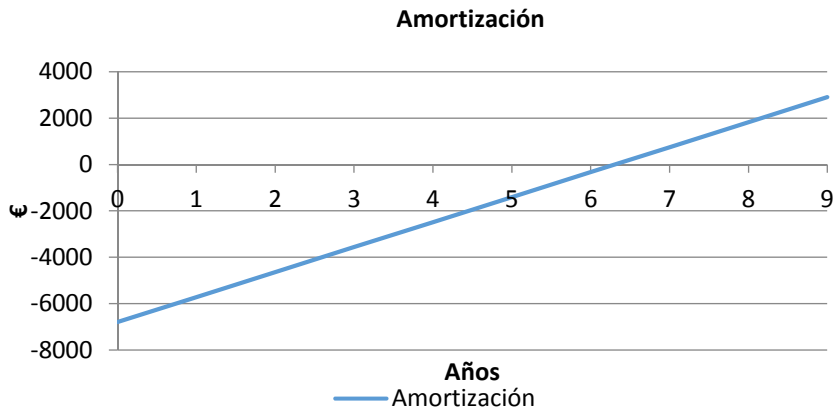


Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria de ACS y calefacción, además del cambio de combustible, se calcula el coste que tendría instalar dichas mejoras.

El coste del captador solar, junto con su instalación y el resto de elementos es de 2.426,34€. Mientras que la caldera de biomasa elegida tiene un coste de 2.599,00€, además de el coste de la instalación individual que será de 658,24€. Así mismo el precio de los elementos de los emisores junto sus partes proporcionales de la instalación es de 21,34€ la unidad

Así pues, teniendo en cuenta que la vivienda requería 52 elementos, el coste total de la instalación sería de 6.793,26€ que se amortizarían en 6,3 años.

Se presenta en la gráfica 20 la pendiente de amortización.



Gráfica 20. Amortización propuesta 10



Caldera de biomasa para ACS con contribución solar. Propuesta 11

Se realizara en primer lugar el ahorro anual que se produce al instalar la mejora. Para ello se deberá obtener el coste total de cada una de las situaciones (Edificio inicial y propuesto), ya que cada uno utiliza fuentes de energía distintas que generaran distintos costes.

Tabla 46.Tabla 44.Cálculo ahorro anual propuesta 11

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	17788,3	0,029	515,86
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1144,2	0,025	28,60
Total	25628,3	-	1440,41	20649,6	-	544,46
Ahorro Anual	895,8					

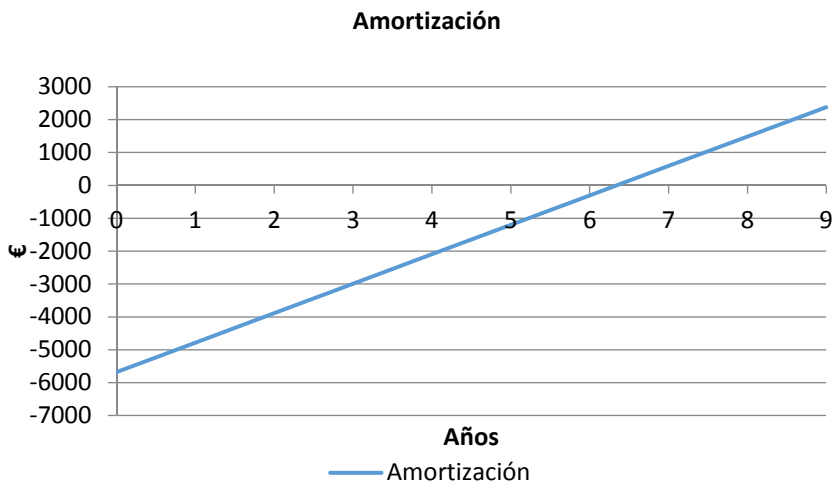
Tras calcular el ahorro anual debido a la reducción del consumo de energía primaria de ACS además del cambio de combustible, se calcula el coste que tendría instalar dichas mejoras.

El coste del captador solar, junto con su instalación y el resto de elementos es de 2.426,34€. Mientras que la caldera de biomasa elegida para suministrar ACS tiene un coste de 2.599,00€, junto a los 658,24€ de coste estimado para la instalación individual.

Así pues, el coste total de la instalación sería de 5.683,58€, que se amortizarían en 6,4 años.

Se presenta en la gráfica 21 la pendiente de amortización.





Gráfica 21. Amortización propuesta 11

Resumen propuestas y valoración.

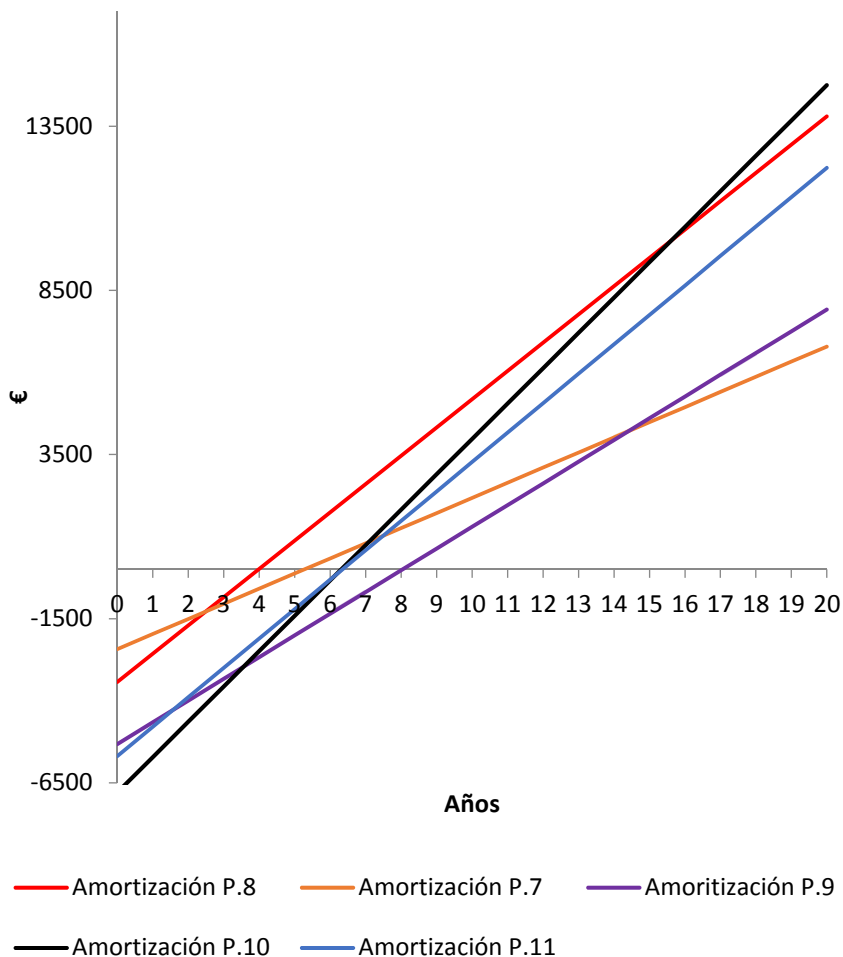
Tabla 47. Resumen viabilidad propuestas

Propuesta	Ahorro anual (€/año)	Coste ejecución (€)	Amortización (años)
Propuesta 7	460,76	2.426,34	5,2
Propuesta 8	861,45	3.428,63	3,9
Propuesta 9	661,42	5.315,24	8,0
Propuesta 10	1.076,9	6.793,26	6,3
Propuesta 11	895,8	5.683,58	6,4

Se realiza una comparativa de todas las propuestas en la gráfica 22, para observar la pendiente de amortización de forma visual en un mismo intervalo de tiempo, 20 años, ya que este intervalo suele ser la vida útil de los equipos.



Amortización



Gráfica 22. Comparativa amortización propuestas



De la grafica se desprende la información de cómo la propuesta de instalar una caldera de biomasa que abastezca ACS y calefacción (P.10), es la propuesta que, a pesar de tener la inversión inicial más elevada, es la que más ahorro genera a lo largo del tiempo ya que posee la mayor pendiente de amortización, seguida muy de cerca por la propuesta del calentador de gas natural (P.8), cuya amortización se realiza en el periodo de tiempo más corto, 3,9 años, y cuya inversión inicial es la segunda más económica.

Por otra parte, se observa como instalar una caldera de biomasa solo para abastecer ACS, como la propuesta 11, supone una alta inversión que se amortizara en un largo plazo y que generará, posteriormente, un ahorro medio.

Es por ello que, como valoración personal y subjetiva se cree que, si se interviniera únicamente en el ámbito del consumo, la opción más viable económicamente es la instalación de captadores solares junto un calentador de gas natural (Propuesta 8), ya que presenta una de las menores inversiones iniciales y genera, a un plazo similar a la vida útil de los equipos, uno de los ahorros más significativos de las propuestas

4.6 Conjunto de propuestas.

Tras haber realizado un estudio pormenorizado de cada una de las propuestas, estudiando su viabilidad económica frente al estado actual de la vivienda, se proponen de forma final, tres conjuntos de propuestas que ofrecerán resultados atractivos económicamente.



Conjunto de propuestas 1

Como primer conjunto, se propone la ejecución de las propuestas reducen la demanda a excepción de la propuesta que recae en el cerramiento principal (Propuesta 1), ya requiere una gran inversión inicial.

Así pues, este modelo se combinará con el sistema de caldera mixta de gas natural para abastecer ACS y calefacción, junto los captadores solares, dando los siguientes resultados.

Tabla 48. Resultado Conjunto 1

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		130,7	11126,2	E	74,0	6298,2
	Refr.	C	13,1	1118,3	A	8,2	699,0
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D		12,2	1038,4	E	21,1	1796,0
	Refr.	D	5,0	425,6	C	3,1	263,9
ACS	G		17,9	1523,6	D	2,7	229,8
Total	E		35,0	2979,1	D	26,9	2289,6
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G		209,0	17788,3	E	93,6	7970,3
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	12,6	1072,6
ACS	G		71,9	6122,9	E	13,3	1133,1
Total	G		301,1	25628,3	D	119,6	10176,1



Cuya valoración económica sería:

Tabla 49. Cálculo ahorro anual conjunto 1

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	7970,3	0,054	430,39
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1133,1	0,054	61,18
Total	25628,3	-	1440,41	10176,1	-	491,56
Ahorro Anual	948,85					

Teniendo en cuenta, que la inversión que se debería realizar para introducir las propuestas de mejoras sobre la demanda sería de 8.640,22€, mas la inversión de la caldera mixta de gas natural, que como se ha indicado anteriormente es de 5.315,24€, daría una inversión total de 13.955,4€ que se amortizarían en 14,7 años.

Conjunto de propuestas 2

Como segundo conjunto, se propone un modelo idéntico al anterior, introduciendo las mismas mejoras que recaen sobre la demanda, junto a un sistema basado en una caldera de biomasa para ACS y calefacción junto los captadores solares.

Este conjunto ofrece los siguientes resultados:



Tabla 50. Resultado Conjunto 2

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.			
DEMANDA ENERGÉTICA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.		G	130,7	11126,2	E	74,0	6298,2
	Refr.	C	13,1	1118,3	A	8,2	699,0
PRODUCCIÓN DE CO ₂							
		Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.		D	12,2	1038,4	C	9,0	766,1
	Refr.	D	5,0	425,6	C	3,1	263,9
ACS		G	17,9	1523,6	A	0,0	0,0
Total		E	35,0	2979,1	C	12,1	1029,9
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA							
		Clase	kWh/m^2	$kWh/año$	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.		G	209,0	17788,3	E	94,3	8023,7
	Refr.	D	20,2	1717,1	C	12,6	1072,6
ACS		G	71,9	6122,9	E	13,4	1144,2
Total		G	301,1	25628,3	D	120,3	10242,6

Cuya valoración económica sería:

Tabla 51. Cálculo ahorro anual conjunto 2

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	$kWh/año$	€/kWh	€	$kWh/año$	€/kWh	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	8023,7	0,025	200,59
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1144,2	0,025	28,60
Total	25628,3	-	1440,41	10242,6	-	229,19
Ahorro Anual	1211,22					

Teniendo en cuenta, que la inversión que se debería realizar para introducir las propuestas de mejoras sobre la demanda sería de 8.640,22€, mas la inversión de la caldera de biomasa, que como se ha



indicado anteriormente es de 6.793,26€, daría una inversión total de 15.433,48€ que se amortizarían en 12,7 años.

Conjunto de propuestas 3

Como último conjunto, se rescata una única propuesta. La propuesta 8, basada en la introducción de un calentador de gas natural sustituyendo al actual termo eléctrico, para abastecer la demanda de ACS, sin ejecutar ninguna propuesta sobre la demanda, dando como resultado:

Tabla 52. Resultado Conjunto 3

		Edificio inicial.		Edificio junto propuesta.		
DEMANDA ENERGÉTICA						
	Clase	<i>kWh/m²</i>	<i>kWh/año</i>	Clase	<i>kWh/m²</i>	<i>kWh/año</i>
Calf.	G	130,7	11126,2	G	130,7	11126,2
Refr.	C	13,1	1118,3	C	13,1	1118,3
PRODUCCIÓN DE CO ₂						
	Clase	<i>kgCO₂/m²</i>	<i>kgCO₂/año</i>	Clase	<i>kgCO₂/m²</i>	<i>kgCO₂/año</i>
Calf.	D	12,2	1038,4	D	12,2	1038,4
Refr.	D	5,0	425,6	D	5,0	425,6
ACS	G	17,9	1523,6	D	2,8	238,3
Total	E	35,0	2979,1	D	20,0	1702,3
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA						
	Clase	<i>kWh/m²</i>	<i>kWh/año</i>	Clase	<i>kWh/m²</i>	<i>kWh/año</i>
Calf.	G	209,0	17788,3	G	209,0	17788,3
Refr.	D	20,2	1717,1	D	20,2	1717,1
ACS	G	71,9	6122,9	E	13,7	1168,6
Total	G	301,1	25628,3	F	242,9	20674,0



Cuya valoración económica sería:

Tabla 53. Cálculo ahorro anual conjunto 3

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	kWh/año	€/kWh	€	kWh/año	€/kWh	€
Calefac.	17788,3	0,029	515,86	17788,3	0,029	515,86
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1168,6	0,054	63,10
Total	25628,3	-	1440,41	20674,0	-	578,96
Ahorro Anual	861,45					

Teniendo en cuenta que la inversión sería únicamente el gasto que conlleva la propuesta 8, siendo este de 3.428,63€, amortizándose en 3,9 años.

Resumen y conclusión de los conjuntos de propuestas.

Habiendo ya obtenido los datos para estos tres conjuntos de propuestas, y habiéndolos valorado económicamente, se puede afirmar que las mejoras que afectan a la demanda, a pesar de reducirla y por consiguiente reducir el consumo, no resultan viables económicamente, ya que generan periodos de amortización más largos, dejando un corto tiempo de verdadero ahorro, como se explica en la siguiente tabla.

Tabla 54. Resumen conjuntos

Conjunto de propuesta	Ahorro anual (€/año)	Inversión inicial (€)	Periodo de amortización (Años)	Ahorro 20 años vista (€)
Conjunto 1	948,85	13.955,4	14,7	5.028,90
Conjunto 2	1.211,22	15.433,48	12,7	8.841,90
Conjunto 3	861,45	3.428,63	3,9	13.869,34



Por lo tanto, se considera como la propuesta más viable económicamente la instalación de un calentador de gas natural junto los captadores solares.



Capítulo 5.

Conclusiones.

5.1 Conclusión de las propuestas.

Tras haber realizado propuestas tanto para la reducción de la demanda, como para la reducción del consumo y emisiones de CO₂, y asimismo, haber estudiado su viabilidad económica de estas, se pueden enunciar tres afirmaciones.

Estas afirmaciones están relacionadas con la eficiencia energética, con el impacto medioambiental, y con la economía individual.

Como primera afirmación se manifiesta que la propuesta más eficiente energéticamente sería el modelo de vivienda junto todas las propuestas de mejora relacionadas con la demanda, y junto con la propuesta número 9, caldera de gas natural para abastecer ACS y calefacción.

Esto se debe a que, al realizar un modelo junto con todas las propuestas de reducción de demanda, se obtiene la mayor reducción de demanda energética posible 61,8%, que junto el sistema que optimiza de forma más eficiente la energía debido a su alto rendimiento, se genera el modelo más eficiente.



Dando así el siguiente resultado:

Tabla 55. Resultado modelo Eficiente

Edificio Eficiente			
DEMANDA ENERGÉTICA			
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	D	48,1	4093,1
Refr.	A	6,9	587,6
PRODUCCIÓN DE CO ₂			
	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D	14,8	1259,7
Refr.	B	2,6	221,3
ACS	C	2,5	212,8
Total	D	19,9	1693,8
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA			
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	D	64,6	5494,6
Refr.	B	10,6	901,9
ACS	D	12,5	1064,6
Total	D	87,7	7461,0

Mientras que su valoración económica sería:

Tabla 56. Cálculo ahorro modelo Eficiente

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	$kWh/año$	$€/kWh$	€	$kWh/año$	$€/kWh$	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	5494,6	0,054	296,7
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1064,6	0,054	57,48
Total	25628,3	-	1440,41	7461,0	-	354,1
Ahorro Anual						1086,31



Teniendo en cuenta, que la inversión que se debería realizar para introducir todas las propuestas de mejoras sobre la demanda sería de 23.425,77€, mas la inversión de la caldera mixta de gas natural, que como se ha indicado anteriormente es de 5.315,24€, daría una inversión total de 28.741,0€ que se amortizarían en 26,4 años.

Como segundo enunciado, se puede afirmar, que el modelo menos agresivo con el medio ambiente, es el modelo junto todas las propuestas de mejora sobre la demanda introducidas, junto la caldera de biomasa para abastece ACS y calefacción, ya que esta es la propuesta que menor demanda energética posee y menores emisiones genera, dando así los siguientes resultados.

Tabla 57.Resultado modelo Pasivo con el Medio

Edificio pasivo con el Medio.			
DEMANDA ENERGÉTICA			
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	D	48,1	4093,1
	A	6,9	587,6
Refr.			
PRODUCCIÓN DE CO ₂			
	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D	7,5	638,4
	B	2,6	221,3
Refr.	A	0,0	0,0
	B	10,1	859,7
ACS			
Total	B	10,1	859,7
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA			
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	D	64,2	5462,4
	B	10,6	901,9
Refr.	E	14,3	1215,4
	D	89,1	7579,7
ACS			
Total	D	89,1	7579,7



Mientras que su valoración económica sería:

Tabla 58. Cálculo ahorro modelo Pasivo con el medio

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€	<i>kWh/año</i>	€/kWh	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	5462,4	0,025	136,56
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1215,4	0,025	30,38
Total	25628,3	-	1440,41	7579,7	-	166,94
Ahorro Anual	1273,47					

Teniendo en cuenta, que la inversión que se debería realizar para introducir todas las propuestas de mejoras sobre la demanda sería de 23.425,77€, mas la inversión de la caldera de biomasa, que como se ha indicado anteriormente es de 6.793,26€, daría una inversión total de 30.219,03€ que se amortizarían en 23,7 años.

Por último, se puede afirmar que el modelo más económico para la vivienda es, únicamente, sustituir el sistema actual de ACS por un calentador que abastezca el ACS junto un captador solar, ya que el impacto económico inicial es uno de los menos elevados, y genera, en un plazo similar a la vida útil de los equipos, uno de los ahorros más elevados de los sistemas comparados.



Dando por tanto, los siguientes resultados.

Tabla 59. Resultado modelo Económico

Edificio Económico.			
DEMANDA ENERGÉTICA			
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	130,7	11126,2
Refr.	C	13,1	1118,3
PRODUCCIÓN DE CO ₂			
	Clase	$kgCO_2/m^2$	$kgCO_2/año$
Calf.	D	12,2	1038,4
Refr.	D	5,0	425,6
ACS	D	2,8	238,3
Total	D	20,0	1702,3
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA			
	Clase	kWh/m^2	$kWh/año$
Calf.	G	209,0	17788,3
Refr.	D	20,2	1717,1
ACS	E	13,7	1168,6
Total	F	242,9	20674,0

Mientras que su valoración económica sería:

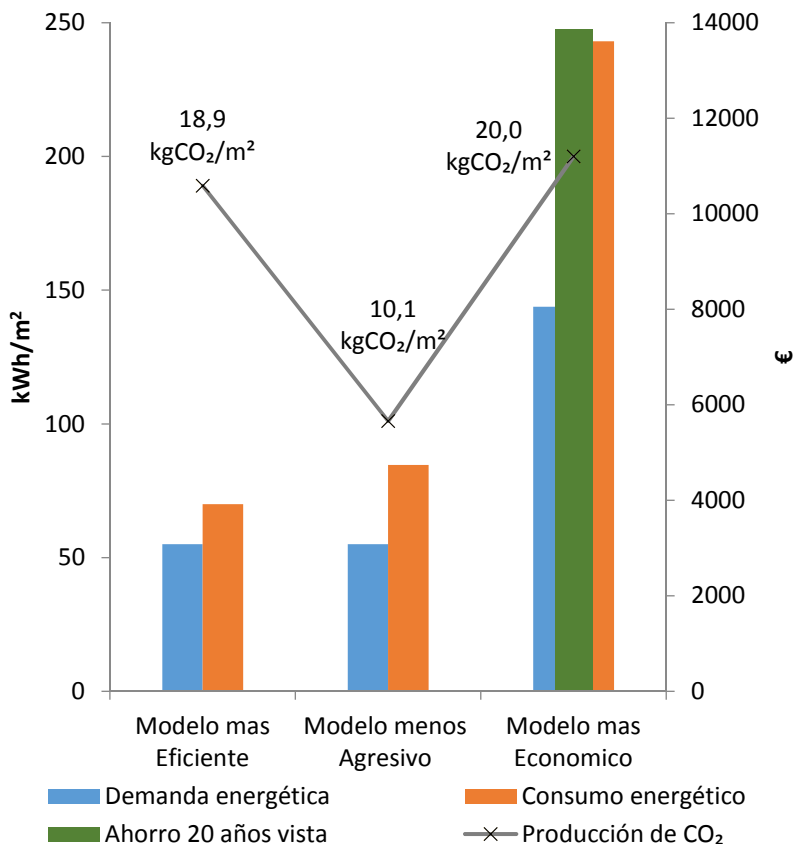
Tabla 60. Cálculo ahorro modelo Económico

	Edificio inicial	Precio	Coste	Edificio propuesto	Precio	Coste
	$kWh/año$	$€/kWh$	€	$kWh/año$	$€/kWh$	€
Calefacc.	17788,3	0,029	515,86	17788,3	0,029	515,86
ACS.	6122,9	0,151	924,55	1168,6	0,054	63,10
Total	25628,3	-	1440,41	20674,0	-	578,96
Ahorro Anual	861,45					



Teniendo en cuenta, que la inversión que se debería realizar es de 3.428,63€, se amortizarían en 3,9 años.

Por último plasmar los tres modelos, en una grafica comparativa.



Gráfica 23. Comparativa Modelos



5.2 Conclusión personal

Durante la elaboración y estudio de propuestas sobre la vivienda, se observa que son los *kg* de CO_2 que se emiten a la atmosfera los que definen la calificación de esta, a diferencia del resto de certificaciones energéticas de otros sectores/ámbitos, donde se premia la reducción del consumo.

Esta calificación que se les concede a los edificios choca de forma directa con la definición de eficiencia energética, la cual acota este término como la optimización del uso de la energía que permiten alcanzar un estado de confort.

Así pues, es fácil pensar en, como dos volúmenes prácticamente idénticos, (misma composición y disposición de elementos constructivos, misma ubicación, misma orientación...), donde su única diferencia resida en las instalaciones obtendrán resultados muy distintos.

Para visualizar este ejemplo se supone un volumen (1), donde para suplir la demanda de ACS y calefacción se propone una caldera de biomasa que posee un rendimiento bajo, mientras que para el volumen restante (2) se supone una caldera de combustión de gas natural con un alto rendimiento.

Tras realizar los cálculos hipotéticos se podría observar que, a pesar de generar emisiones de CO_2 , el consumo de *kWh/año* es inferior para el volumen (2) soportado con la caldera de combustión de gas natural, mientras que el volumen (1), soportado por una caldera de biomasa genera menores emisiones de CO_2 por lo que obtendría una mejor



calificación energética a pesar de poseer un alto consumo de *kWh/año*.

Otro punto a tener en cuenta es el impacto económico que tiene la elección de los diferentes combustibles, ya que existen diferencias importantes entre el coste de estos.

A pesar de ello, tampoco se puede catalogar a una vivienda que utilice un combustible económico como vivienda eficiente en lo que a términos de energía se refiere, ya que no sería cierto.

Con esta reflexión no se pretende degradar la importancia que tiene el gran abuso de quema de combustibles fósiles que producen una gran emisiones de CO₂, y por tanto, responsables del efecto invernadero. Sino que se pretende manifestar el desacuerdo que mantiene el autor de este TFG frente las certificaciones energéticas, ya que, a lo que es barato, se le debe llamar económico, a lo que no es agresivo con el medio ambiente, se le debe llamar ecológico, y a lo que consume poca energía primaria, se le debería llamar eficiente energéticamente.

Como conclusión y opinión personal, declarar que las certificaciones energéticas deberían calificar la vivienda en cuestión, generando un baremo, basándose tanto en las emisiones de CO₂, como en el consumo que generará, así como el coste que supondría mantenerla.



5.3 Conclusiones personales de aprendizaje

Para finalizar este TFG, comentar que su realización ha conllevado un desarrollo pormenorizado y metódico, así como un proceso de aprendizaje por parte del autor.

Se ha mejorado en el manejo de distintas herramientas informáticas, tales como CALENER VYP, Revit, AutoCAD, Google Sketchup y demás, que han permitido la realización de este trabajo tanto en los aspectos gráficos y visuales como en el propio grueso del trabajo.

Así mismo, se ha desarrollado un juicio personal acerca de la eficiencia energética y de las certificaciones energéticas que actualmente rigen este ámbito.



Capítulo 6.

Bibliografía.

[1] AAEplus. (2013). *¿Qué es la eficiencia energética?*. Consultada el 1 de junio de 2014. Recuperado de:

<http://www.eficienciaenergetica.es/que-es-la-eficiencia-energetica/>

[2] Ministerio de Energía. *Mes de la Eficiencia Energética*. Consultada el 1 de junio de 2014. Recuperado de:

<http://www.minenergia.cl/mes-de-la-eficiencia-energetica.html>

[3] Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002. Relativa a la eficiencia energética de los edificios. Artículo 2. Definiciones. Recuperado de:

<http://www.boe.es/doue/2003/001/L00065-00071.pdf>

[4] Ángela Matesanz Parellada. (2008). Eficiencia energética. Consultada el 1 de junio de 2014. Recuperado de:

<http://habitat.aq.upm.es/temas/a-eficiencia-energetica.html#4>

[5] Palmero Gallent, J. Jerez Caballero, M. (2014). El Protocolo de Kioto. Trabajo académico Área Eficiencia Energética. Universidad Politécnica de Valencia.



- [6] IDEA, Secretaria General, Departamento de Planificación y Estudios. (2011). Proyecto SECH-SPAHOUSE. Recuperado de: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Informe_SPAHOUSEC_ACC_f68291a3.pdf
- [7] Segura Gomis, J. Roig Huertado, I. (1998). *La formación histórica de un pueblo*. Ajuntament d'Almassera.
- [8] Ramón Camps, R. (2003). *Almássera, espacios de arte y arquitectura*. Ajuntament d'Almassera.
- [9] Del Rey, M. (2002). *Alquerías. Paisatge i Arquitectura en l'horta*. Consell valencià de cultura.
- [10] Romero Sedó, A. Arrue Burillo, P. (2009). *Bloque Temático II. Instalaciones de agua caliente sanitaria en edificios*. Asignatura: Instalaciones. Universidad Politécnica de Valencia.
- [11] Tort Ausina, I. (2014). *Arquitectura bioclimática III*. Asignatura: Área de intensificación, Eficiencia Energética. Universidad Politécnica de Valencia.
- [12] Catálogo de Elementos Constructivos de la Edificación. (2010).
- [13] Código Técnico de la Edificación. (2013). Documento Básico Ahorro de Energía. HE1 + Documento de Apoyo 1.
- [14] Soto Camino, J. (2014). *Temario Química*. Asignatura: Área de intensificación, Eficiencia Energética. Universidad Politécnica de Valencia.
- [15] IDEA. (2009). *Manual de usuario. Calener VYP Viviendas y Edificios Terciarios pequeños y medianos*.



Capítulo 7.

Índice de Figuras.

8.1 Ilustraciones

Ilustración 1. Volúmenes descriptivos.....	24
Ilustración 2. Espacios Volumen A.....	26
Ilustración 3. Espacios Volumen B.....	28
Ilustración 4. Espacios Volumen C.....	29
Ilustración 5. Detalle Cimentación.....	32
Ilustración 6. Detalle Forjado	35
Ilustración 7. Detalle Cubierta	36
Ilustración 8. Esquema Cerramientos verticales.....	40
Ilustración 9. Esquema Particiones verticales.....	43
Ilustración 10. Huecos fachada Oeste/Sur.....	46
Ilustración 11. Huecos fachada Este	47
Ilustración 12. Huecos fachada Norte	47
Ilustración 13. Esquema Termo eléctrico	51
Ilustración 14. Ventilación vivienda.....	55
Ilustración 15. Ventilación cruzada vivienda	56
Ilustración 16. Esquema Turbulencias	57
Ilustración 17. Turbulencias vivienda	58
Ilustración 18. Sectorización vivienda	64
Ilustración 19. Comparación entre Edificio objeto y Edificio de referencia.....	69



Ilustración 20. Escala emisiones CO ₂	69
Ilustración 21. Esquema Muros para propuestas	76
Ilustración 22. Detalle Propuesta 1	77
Ilustración 23. Detalle Propuesta 2	82
Ilustración 24. Detalle Propuesta 4	92
Ilustración 25. Detalle Propuesta 5	95
Ilustración 26. Detalle Propuesta 6	101
Ilustración 27. Esquema cerramientos verticales	166
Ilustración 28. Esquema particiones.....	174
Ilustración 29. Esquema espacio habitable con espacio no habitable.	175
Ilustración 30. Propuesta 1.....	202
Ilustración 31. Propuesta 3.....	203
Ilustración 32. Propuesta 1+3.....	204
Ilustración 33. Propuesta 4.....	205
Ilustración 34. Propuesta 5.....	206
Ilustración 35. Propuesta 4+5.....	207
Ilustración 36. Propuesta 6.....	208
Ilustración 37. Propuesta 7.....	209
Ilustración 38. Propuesta 8.....	210
Ilustración 39. Propuesta 9.....	211
Ilustración 40. Propuesta 10.....	212
Ilustración 41. Propuesta 11.....	213
Ilustración 42. Conjunto propuestas 1.....	214
Ilustración 43. Conjunto propuestas 2.....	215
Ilustración 44. Conjunto propuestas 3.....	216
Ilustración 45. Modelo más eficiente.	217
Ilustración 46. Modelo menos agresivo.....	218
Ilustración 47. Modelo más económico.	219
Ilustración 48. Extracto ficha técnica calentador gas natural.	224



Ilustración 49. Extracto ficha técnica caldera gas natural.	225
Ilustración 50. Extracto ficha técnica caldera biomasa.....	226
Ilustración 51. Extracto ficha técnica radiadores.....	227

8.2 Tablas

Tabla 1. Cuadro de Superficies Útiles	30
Tabla 2. Transmitancias Cerramientos verticales	41
Tabla 3. Transmitancias Cerramiento Horizontales	42
Tabla 4. Transmiancias Particiones Verticales	44
Tabla 5. Transmitancia Particiones Horizontales.....	45
Tabla 6. Transmitancia Suelo.....	45
Tabla 7. Transmitancias Huecos	48
Tabla 8. Factor Solar Modificado Huecos	49
Tabla 9. Datos Generales vivienda para CALENER VYP	61
Tabla 10. Valores puentes térmicos	63
Tabla 11. Datos ventanas para CALENER VYP	65
Tabla 12. Demanda energética vivienda	70
Tabla 13. Valor base y factor corrector para demanda calefacción.....	71
Tabla 14. Producción CO ₂ vivienda	72
Tabla 15. Consumo energético vivienda.....	73
Tabla 16. Resultados Propuesta 1	78
Tabla 17. Resultados propuesta 1 modificada.....	81
Tabla 18. Resultados propuesta 2	83
Tabla 19. Resultados propuesta 3	89
Tabla 20. Resultados propuesta cerramientos 1+3	90
Tabla 21. Resultados propuesta 4	93
Tabla 22. Resultados propuesta 4 modificada.....	94



Tabla 23. Resultados propuesta 5	96
Tabla 24. Resultados propuesta 5 modificada.....	98
Tabla 25. Resultado propuesta particiones 4+5	99
Tabla 26. Resultados propuesta 6	102
Tabla 27. Resultados propuesta 6 modificada.....	103
Tabla 28. Resultados conjunto de propuestas.....	105
Tabla 29. Cálculo ahorro anual propuesta 1.....	109
Tabla 30.Cálculo ahorro anual propuesta 3.....	110
Tabla 31.Cálculo ahorro anual propuesta 4.....	111
Tabla 32.Cálculo ahorro anual propuesta 5.....	112
Tabla 33.Cálculo ahorro anual propuesta 6.....	113
Tabla 34. Resumen viabilidad propuestas	114
Tabla 35. Comparativa combustibles	116
Tabla 36. Comparativa biocombustibles	119
Tabla 37. Resultados propuesta 7	121
Tabla 38. Resultado propuesta 8.....	122
Tabla 39. Resultado propuesta 9.....	124
Tabla 40. Resultado propuesta 10.....	126
Tabla 41. Resultado propuesta 11.....	127
Tabla 42. Cálculo ahorro anual propuesta 7	130
Tabla 43.Cálculo ahorro anual propuesta 8.....	131
Tabla 44.Cálculo ahorro anual propuesta 9.....	133
Tabla 45.Tabla 44.Cálculo ahorro anual propuesta 10	134
Tabla 46.Tabla 44.Cálculo ahorro anual propuesta 11	136
Tabla 47.Resumen viabilidad propuestas	137
Tabla 48. Resultado Conjunto 1.....	140
Tabla 49.Cálculo ahorro anual conjunto 1.....	141
Tabla 50. Resultado Conjunto 2.....	142
Tabla 51.Cálculo ahorro anual conjunto 2.....	142



Tabla 52. Resultado Conjunto 3.....	143
Tabla 53. Cálculo ahorro anual conjunto 3.....	144
Tabla 54. Resumen conjuntos	144
Tabla 55. Resultado modelo Eficiente	147
Tabla 56. Cálculo ahorro modelo Eficiente.....	147
Tabla 57. Resultado modelo Pasivo con el Medio	148
Tabla 58. Cálculo ahorro modelo Pasivo con el medio	149
Tabla 59. Resultado modelo Económico	150
Tabla 60. Cálculo ahorro modelo Económico.....	150
Tabla 61. Zonas climáticas Península Ibérica.....	164
Tabla 62. Resistencias térmicas superficiales Cerramientos verticales.....	166
Tabla 63. Transmitancia Cerramiento principal Norte/Oeste.....	167
Tabla 64. Transmitancia Cerramiento principal Este	167
Tabla 65. Transmitancia Cerramiento cocina	168
Tabla 66. Transmitancia térmica máxima.....	168
Tabla 67. Resistencias térmicas superficiales Cerramientos horizontales	169
Tabla 68. Transmitancia Cubierta cocina.....	170
Tabla 69. Transmitancia Cubierta principal	170
Tabla 70. Transmitancia térmica máxima.....	171
Tabla 71. Transmitancia térmica suelo.....	172
Tabla 72. Transmitancia térmica máxima.....	172
Tabla 73. Resistencias térmicas superficiales particiones	173
Tabla 74. Coeficiente de reducción de temperatura b	174
Tabla 75. Transmitancia Partición Cocina-Garaje	175
Tabla 76. Transmitancia Partición Vivienda-Almacén.....	176
Tabla 77. Transmitancia Particiones horizontal Forjado.....	176
Tabla 78. Transmitancia térmica limite	177
Tabla 79. Transmitancia térmica huecos.....	178



Tabla 80. Transmitancia térmica máxima.....	179
Tabla 81. Calculo factor sombra invierno.....	180
Tabla 82. Calculo factor sombra verano.....	181
Tabla 83. Factor solar modificado huecos	181
Tabla 84. Porcentaje huecos	182
Tabla 85. Factor solar modificado limite	182
Tabla 86. Caudales de ventilación	183
Tabla 87. Cálculo aislamiento P.1	185
Tabla 88. Cálculo aislamiento P.2	186
Tabla 89. Cálculo aislamiento P.3	187
Tabla 90. Cálculo aislamiento P.4	188
Tabla 91. Cálculo aislamiento P.5	189
Tabla 92. Cálculo aislamiento P.6	190
Tabla 93. Cálculo perfil térmico.....	192
Tabla 94. Cálculo temperatura de equilibrio	194
Tabla 95. Cálculo capacidad calorífica	195
Tabla 96. Entalpías de formación	197

8.3 Gráficas

Gráfica 1. Aumento población.....	14
Gráfica 2. Fluctuación de la temperatura del planeta	15
Gráfica 3. Aumento nivel Medio del Mar	16
Gráfica 4. Comparativa de emisiones CO2	72
Gráfica 5. Comparativa de consumos.....	74
Gráfica 6. Variación demanda según espesor aislante P.1	80
Gráfica 7. Variación demanda según espesor aislante P.2	84



Gráfica 8. Comparativa sobre la variación de la demanda entre P.1 y P.2	85
Gráfica 9. Evaluación del tiempo de caldeo.....	87
Gráfica 10. Comparativa entre propuesta cerramientos y vivienda inicial	91
Gráfica 11. Variación demanda según espesor aislante P.5	97
Gráfica 12. Variación de la demanda según las propuestas para las particiones.....	100
Gráfica 13. Variación demanda según espesor aislante térmico P.6 ...	104
Gráfica 14. Comparación resultados y reducciones en %.....	106
Gráfica 15. Comparación entre diferentes combustibles de poder calorífico y emisiones	117
Gráfica 16. Comparativa propuestas	128
Gráfica 17. Amortización propuesta 7	131
Gráfica 18. Amortización propuesta 8	132
Gráfica 19. Amortización propuesta 9	134
Gráfica 20. Amortización propuesta 10	135
Gráfica 21. Amortización propuesta 11	137
Gráfica 22. Comparativa amortización propuestas	138
Gráfica 23. Comparativa Modelos	151
Gráfica 24. Perfil Térmico	193
Gráfica 25. Evaluación tiempo de caldeo	196



Anexos

1. Calculo Tansmitancias.

1.1 Transmitancia limite.

Las características de los elementos de la envolvente térmica deben ser tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. El Código Técnico de la Edificación establece valores máximos y limites de transferencia de calor entre unidades de distinto uso, y entre unidades de uso y las zonas comunes del edificio. Estos valores varían según la zona climática a la que pertenece el edificio Objeto. Tabla 61.

Tabla 61. Zonas climáticas Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica		
Capital	Z.C.	Altitud
Albacete	D3	677
Alicante/Alacant	B4	7
Almería	A4	0
Toledo	C4	445
Valencia/València	B3	8
Valladolid	D2	704
Vitoria/Gasteiz	D1	512
Zamora	D2	617
Zaragoza	D3	207

La edificación propuesta para este TFG está localizada en valencia, por lo que pertenece a la zona climática B3.



1.2 Calculo U de cada uno de los elementos.

Se calculan los parámetros característicos de la envolvente, gracias al Documento de Apoyo de DB-HE/1.

Cerramientos en contacto con el aire exterior. Verticales

Este apartado incluye la parte opaca de los cerramientos en contacto con el aire exterior, cuya pendiente sobre la horizontal sea $>60^\circ$ y tenga un flujo horizontal.

Su transmitancia térmica U ($W/m^2 K$) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Donde:

(R_T) Resistencia térmica total del componente construido.

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R_T = \sum \frac{e}{\lambda}$$

Donde:

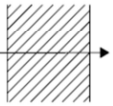


(e) Espesor de la capa

(λ) Conductividad térmica de diseño del material que compone la capa obtenido del catalogo de materiales del CTE.

Por último, para calcular todos los cerramientos en contacto con el aire exterior, teniendo en cuenta las resistencias térmicas superficiales de estos que varían según su posición, como muestra la tabla 62.



Tabla 62. Resistencias térmicas superficiales Cerramientos verticales

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Se grafían los diferentes tipos de cerramientos para su visualización.

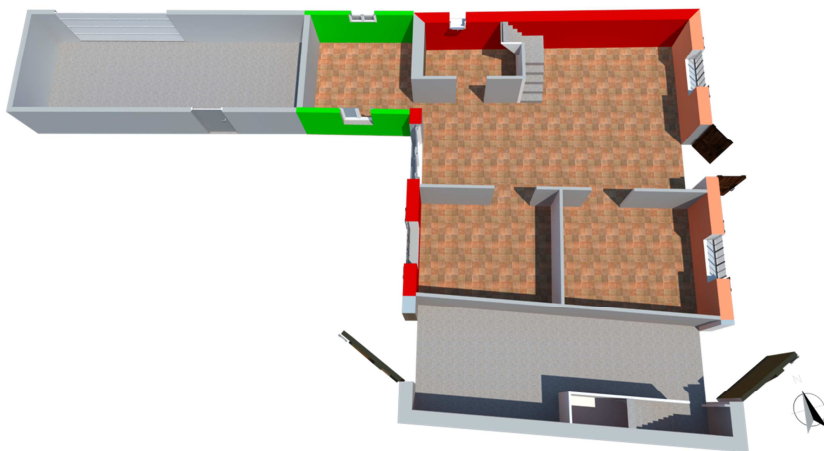


Ilustración 27. Esquema cerramientos verticales



Tabla 63. Transmitancia Cerramiento principal Norte/Oeste

Cerramiento principal Norte/Oeste			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad	Resistencia Térmica
Rse			0,04
Mortero de cemento para revoco	0,20	1,80	0,11
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Piedra Caliza dureza media	0,12	1,40	0,09
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Rsi			0,13
Resistencia Total			0,527
Trasmittancia Total			1,898

Tabla 64. Transmitancia Cerramiento principal Este

Cerramiento principal Este			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad	Resistencia Térmica
Rse			0,04
Mortero de cal para enlucido $\rho > 2000$	0,05	1,8	0,028
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Piedra Caliza dureza media	0,12	1,40	0,09
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Rsi			0,13
Resistencia Total			0,443
Trasmittancia Total			2,255



Tabla 65. Transmitancia Cerramiento cocina

Cerramiento Cocina			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad térmica (W/m ² *K)	Resistencia Térmica (m ² *K/W)
Rse			0,04
Mortero de cemento para revoco $\rho > 2000$	0,20	1,80	0,11
Fábrica de bloque de hormigón macizo	0,12	1,71	0,07
Camara de aire no ventilada	0,05	-	0,18
Tabicón de LH doble	0,70	-	0,16
Mortero de cemento para albañilería $1000 < \rho < 1250$	0,10	0,55	0,18
Azulejo cerámico	0,20	1,30	0,15
Rsi			0,13
Resistencia Total			1,027
Trasmitancia Total			0,974

De este modo, como se observa en el CTE, los cerramientos del volumen principal no cumplen las limitaciones establecidas.

Tabla 66. Transmitancia térmica máxima

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² *K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² *K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² *K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27

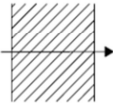
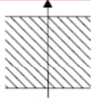



Cerramientos en contacto con el aire exterior. Horizontales

Este apartado incluye la parte opaca de los cerramientos en contacto con el aire exterior, cuya pendiente sobre la horizontal sea $\leq 60^\circ$ y tenga un flujo ascendente.

El procedimiento de cálculo es idéntico al cálculo para los cerramientos verticales. La única diferencia la marcan las resistencias superficiales.

Tabla 67. Resistencias térmicas superficiales Cerramientos horizontales

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Así pues, se estudiarán las cubiertas de la alquería, como son, la cubierta principal y la cubierta de la cocina.



Tabla 68. Transmitancia Cubierta cocina

Cubierta cocina			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad	Resistencia Térmica
Rse			0,04
Baldosa cerámica	0,20	1,00	0,20
Mortero de cemento para albañilería	0,04	1,80	0,02
Baldosa cerámica	0,20	1,00	0,20
Rsi			0,10
Resistencia Total			0,562
Trasmittancia Total			1,779

Tabla 69. Transmitancia Cubierta principal

Cubierta principal			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad	Resistencia Térmica
Rse			0,04
Teja cerámica	0,20	1,00	0,20
Mortero de cemento para albañilería	0,04	1,80	0,02
Baldosa cerámica	0,20	1,00	0,20
Rsi			0,10
Resistencia Total			0,562
Trasmittancia Total			1,779



De este modo, como se observa en el CTE, ninguna cubierta en contacto con el aire exterior cumple las limitaciones establecidas.

Tabla 70. Transmitancia térmica máxima

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [$W/m^2 \cdot K$]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [$W/m^2 \cdot K$]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [$W/m^2 \cdot K$]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [$m^3/h \cdot m^2$]	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27

Cerramientos en contacto con el terreno. Suelo.

El CTE establece varios casos de suelos en contacto con el terreno. El caso que nos concierne es una solera apoyada sobre el nivel del terreno, por lo que la transmitancia térmica se obtendrá entrando en una tabla, en función del ancho del aislante perimétrico, de la resistencia del aislante, y de la longitud característica de la losa.

La longitud característica de la losa, se define como el cociente entre la superficie y la longitud del semiperímetro expuesto.

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$$

Así pues, sabiendo que $A = 125,19 m^2$ y $P = 49,85 m^2$, obtenemos que la longitud característica $B' = 5,02$

La solera que se presenta es una solera sin aislamiento térmico, por lo que para obtener su transmitancia térmica se tomara la columna $R_a = 0 m^2 K/W$.



Tabla 71. Transmitancia térmica suelo

B'	R _a 0,00	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R _a (m ² ·K/ W)					R _a (m ² ·K/ W)					R _a (m ² ·K/ W)				
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
2	1,56	1,17	1,04	0,97	0,92	0,89	1,08	0,89	0,79	0,72	0,67	1,04	0,83	0,70	0,61	0,55
3	1,20	0,94	0,85	0,80	0,78	0,76	0,88	0,76	0,69	0,64	0,61	0,85	0,71	0,63	0,57	0,53
4	0,99	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65	0,75	0,65	0,60	0,57	0,54	0,73	0,62	0,56	0,51	0,48
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Por lo que, la $U_s = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tabla 72. Transmitancia térmica máxima

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27



De este modo, como se observa en el CTE, el suelo en contacto con el terreno cumple las limitaciones establecidas.

Particiones interiores en contacto con espacios no habitables.

Este apartado considera las particiones interiores que están en contacto con espacios no habitables que están en contacto con el exterior.

La transmitancia térmica en estos elementos se calcula mediante la expresión:

$$U = U_p * b$$

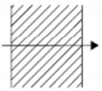


Donde:

(U_p) Transmitancia térmica de la partición interior.

(b) Cociente de reducción de temperatura.

Para el cálculo de U_p será necesario tener en cuenta las resistencias superficiales de las particiones interiores.

Tabla 73. Resistencias térmicas superficiales particiones

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<p>Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal</p> 	0,13	0,13
<p>Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)</p> 	0,10	0,10
<p>Particiones interiores horizontales y flujo descendente (Suelo)</p> 	0,17	0,17



Mientras que el valor b se obtiene entrando en una tabla en función de la situación del aislamiento térmico, del grado de ventilación y de la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento.

Tabla 74. Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{h-nh}/A_{nh-e}	No aislado _{nh-e} - Aislado _{h-nh}		No aislado _{nh-e} -No aislado _{h-nh}		Aislado _{nh-e} -No aislado _{h-nh}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Se grafían los diferentes tipos de particiones para su visualización.

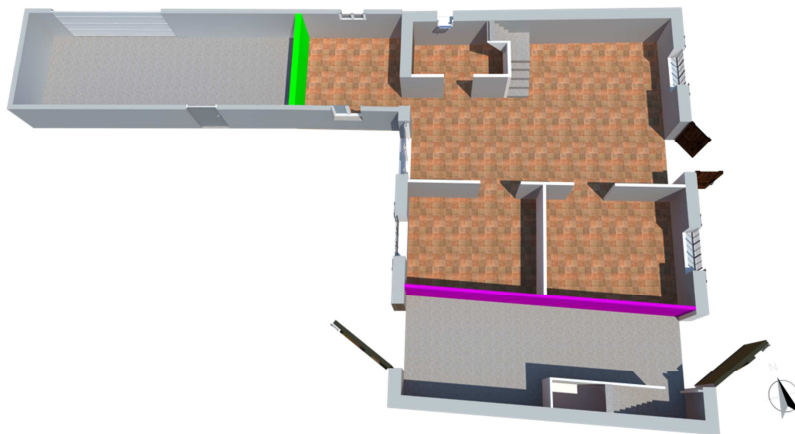


Ilustración 28. Esquema particiones.



La situación del aislamiento en ambas particiones con los espacios no habitables es inexistente (Ilustración 29).

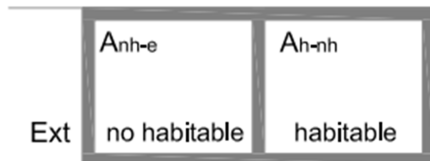


Ilustración 29. Esquema espacio habitable con espacio no habitable

Mientras que el grado de ventilación es elevado, por lo que se sitúan, dentro de la segunda columna, en el segundo caso.

Tabla 75. Transmitancia Partición Cocina-Garaje

Partición Cocina - Garaje			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad termica (W/m*K)	Resistencia Térmica (m ² *K/W)
Rse			0,13
Mortero de cemento para revoco	0,20	1,80	0,11
Fábrica de bloque de hormigón macizo	0,12	-	0,07
Camara de aire no ventilada	0,50	-	0,18
Tabicón de LH doble	0,70	-	0,16
Mortero de cemento para albañilería 1000< ρ <1250	0,10	0,55	0,18
Azulejo cerámico	0,20	1,30	0,15
Rsi			0,13
Resistencia Total			1,117
Trasmitancia U_p			0,895

$U = U_p \cdot b$

$A_{(h-nh)} = 11,50 \text{ m}^2$
 $A_{(nh-e)} = 49,75 \text{ m}^2$ } $b = 0.97$

Trasmitancia Partición
 $U = 0.895 \cdot 0.97$

W/m²K
0,869



Tabla 76. Transmitancia Partición Vivienda-Almacén

Partición Vivienda - Almacén			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad	Resistencia Térmica
Rse			0,13
Enlucido de yeso 1000< ρ <1300	0,02	0,57	0,04
Tabicón de Ladrillo Hueco doble	0,70	-	0,16
Mortero de cemento para albañilería 1000< ρ <1250	0,01	0,55	0,02
Rsi			0,13
Resistencia Total			0,473
Trasmitancia U_p			2,113

$$U = U_p \cdot b$$

$$\left. \begin{aligned} A(h-nh) &= 29,154 \text{ m} \\ A(nh-e) &= 56,75 \text{ m}^2 \end{aligned} \right\} b = 0.87$$

Trasmitancia Partición
 $U = 2.040 \cdot 0.87$

W/m²K
1,838

Por último calcularemos el forjado que separa la vivienda del andén, teniendo en cuenta la posición horizontal de este.

Tabla 77. Transmitancia Particiones horizontal Forjado

Forjado Vivienda - Andén			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad	Resistencia Térmica
Rse			0,10
Baldosa cerámica	0,02	1,00	0,02
Mortero de cemento para albañilería $\rho > 2000$	0,02	1,80	0,01
Capa de arena	0,04	2,00	0,02
Relleno de cascotes	0,10	0,41	0,24
Plaqueta cerámica	0,02	1,00	0,02
Rsi			0,10
Resistencia Total			0,515
Trasmitancia U_p			1,942

$$U = U_p \cdot b$$

$$\left. \begin{aligned} A(h-nh) &= 102,93 \text{ m}^2 \\ A(nh-e) &= 142,09 \text{ m}^2 \end{aligned} \right\} b = 0.87$$

Trasmitancia Partición
 $U = 1.942 \cdot 0.87$

W/m²K
1,689



Así pues, como se observa en el CTE, en lo referente a las particiones en contacto con espacios no habitables se observa que la partición correspondiente Cocina-Garaje cumple las limitaciones del documento básico, mientras que el resto de particiones sobrepasan este límite.

Tabla 78. Transmitancia térmica límite

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Huecos.

El CTE determina la transmitancia térmica de huecos mediante el siguiente cálculo:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

Donde:

(FM) Fracción del hueco ocupada por el marco.

($U_{H,v}$) Transmitancia térmica de la parte semitransparente obtenido del catalogo de materiales del CTE.

($U_{H,m}$) Transmitancia térmica del marco obtenido del catalogo de materiales del CTE.

En la vivienda se encuentran huecos formados con carpinterías de madera de densidad media alta, y carpinterías metálicas con rotura del puente térmico mayor a 12 mm. Así mismo, en el andén, se encuentran unas ventanas en un estado ruinoso que no ofrecen resistencia térmica alguna.



En cuanto al acristalamiento de los huecos, la vivienda posee unidades aislantes formadas por un vidrio normal y un vidrio de baja emisividad, con unas dimensiones de 4-15-4.

El propietario, en su afán por rehabilitar y mejorar la vivienda, invirtió en carpinterías y vidrios que ofrecían unas mejores prestaciones térmicas.

Se expone el listado de huecos.

Tabla 79. Transmitancia térmica huecos.

	FM (%)	$U_{H,v}$ W/m^2K	$U_{H,m}$ W/m^2K	U_H W/m^2K
Este				
V1	40,00	1,80	2,20	1,96
V2	40,00	1,80	2,20	1,96
P1	72,00	1,80	2,20	2,09
V6	Ventanas en estado ruinoso. No ofrecen resistencia térmica.			
Norte				
V3	40,00	1,80	3,20	2,36
V5	53,00	1,80	3,20	2,54
Sur				
V4	33,00	1,80	3,20	2,26
Oeste				
V6	Ventanas en estado ruinoso. No ofrecen resistencia térmica.			
V7	26,00	1,80	3,20	2,16
P2	30,00	1,80	3,2	2,22

Se puede comprobar el cumplimiento de todos los huecos excepto V6.



Tabla 80. Transmitancia térmica máxima

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² •K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² •K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² •K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h•m ²]	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27

Factor solar modificado.

El CTE define el factor solar modificado como la fracción de radiación solar incidente que penetra en la vivienda, eludiendo las partes opacas.

El factor solar modificado se determina mediante el siguiente cálculo:

$$F_H = F_S \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0.04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Donde:

(F_S) Factor de sombra del hueco o lucernario obtenido mediante las tablas dispuestas en el CTE.

(FM) Fracción del hueco ocupada por el marco.

(g_{\perp}) Factor solar de la parte semitransparente obtenido del catalogo de materias del CTE.

($U_{H,m}$) Transmitancia térmica del marco obtenido del catalogo de materiales del CTE.

(α) Absortividad del marco obtenida mediante la tabla dispuesta por el CTE.



Es importante remarcar que existen dispositivos de sombra que no son permanentes, ya que dependen de la voluntad del propietario. Por lo que se realizaran los cálculos pertinentes en los casos en los que se estos dispositivos se encuentren activos, y en los casos en los que no, ya que dependiendo de la época del año, será recomendable, o no el utilizarlos.

Esto quiere decir que, por ejemplo, en periodo estival, se deseara producir una mayor sombra sobre nuestros huecos, por lo que se hará uso de esos dispositivos.

Entrando en las tablas del documento de apoyo del DB-HE, del el apartado 2.2, se ha podido obtener el F_S .

Tabla 81. Calculo factor sombra invierno.

HUECO	L	D	H	L/H	D/H	W	R	R/H	R/W	β	F_S
ESTE											
V1	-	-	1,85	-	-	1,13	0,36	0,19	0,31	-	0,76
V2	-	-	1,85	-	-	1,13	0,36	0,19	0,31	-	0,76
P1	-	-	2,67	-	-	1,62	0,36	0,13	0,22	-	0,76
V6	-	-	1,22	-	-	0,77	0,36	0,29	0,23	-	0,61
SUR											
V4	0,60	0,20	1,49	0,40	0,13	-	-	-	-	-	0,82
OESTE											
V6	-	-	1,22	-	-	0,77	0,36	0,29	0,23	-	0,61
V7	-	-	1,60	-	-	1,40	0,36	0,22	0,25	-	0,61
P2	1,20	0,20	2,40	0,5	0,08	-	-	-	-	-	0,92



Tabla 82. Calculo factor sombra verano.

HUECO	L	D	H	L/H	D/H	W	R	R/H	R/W	β	F_s
ESTE											
V1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	0,27
V2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	0,27
P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	0,27
V6	-	-	1,22	-	-	0,77	0,36	0,29	0,23	-	0,61
SUR											
V4	0,60	0,20	1,49	0,40	0,13	-	-	-	-	-	0,82
OESTE											
V6	-	-	1,22	-	-	0,77	0,36	0,29	0,23	-	0,61
V7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	0,27
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,63

Por lo tanto, el factor solar modificado para los diferentes huecos será:

Tabla 83. Factor solar modificado huecos

HUECO	$F_{S,verano}$	$F_{S,invierno}$	FM	g	U_{marco}	Absortividad	$F_{H,verano}$	$F_{H,invierno}$
ESTE								
V1	0,27	0,76	0,4	0,63	2,2	0,5	0,10	0,31
V2	0,27	0,76	0,4	0,63	2,2	0,5	0,10	0,31
P1	0,27	0,76	0,72	0,63	2,2	0,5	0,05	0,16
V6	0,27	0,61	1	0	0	0,5	0	0
SUR								
V4	0,82	0,82	0,26	0,63	3,2	0,2	0,36	0,36
OESTE								
V6	0,61	0,61	1	0	0	0,5	0	0
V7	0,27	0,61	0,23	0,63	3,2	0,2	0,12	0,30
P2	0,63	0,92	0,21	0,63	2,2	0,2	0,28	0,42
NORTE								
V3	0	0	0,32	0,63	2,2	0,2	0	0
V5	0	0	0,64	0,63	2,2	0,2	0	0



Así mismo, para comprobar el cumplimiento del factor solar del CTE es necesario obtener el porcentaje de huecos que existe en cada una de las fachadas y definir la carga interna de la vivienda.

Tabla 84. Porcentaje huecos

ORIENTACIÓN	SUP.FACHADA (m ²)	SUP. HUECO (m ²)	% HUECOS
ESTE	61,76	16,07	26,02
NORTE	72,32	0,89	1,23
OESTE	56,11	11,10	19,78

Tabla 85. Factor solar modificado límite

Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}

Baja carga interna			Alta carga interna		
E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	0,57	-	-
-	-	-	0,45	-	0,50
0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

Se aprecia el cumplimiento del factor solar sobre todos los huecos.



2. Cálculo caudal de ventilación y número renovaciones hora.

Los valores de ventilación calculados según el DB-HS Calidad del aire interior corresponden a:

Tabla 86. Caudales de ventilación

	S. Útil (m ²)	Ocupación (Personas)	Cauda por ocupante (l/s)	Caudal extracción (l/s)	Caudal Admisión (l/s)
Cocina	9,71	-	-	50	-
Baño	5,77	-	-	15	-
Dormitorio 1	14,27	2	5	-	10
Dormitorio 2	12,12	2	5	-	10
Salón Comedor	38,51	4	3	-	12
Total superficie	80,49		Total caudales	65	32

Por lo que, sabiendo que la suma del volumen de los locales habitables es de 241.45 m^3 , podemos calcular el número de renovaciones por hora que harán falta en la vivienda.

$$\frac{65 \text{ l}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 234 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \frac{243 \text{ m}^3/\text{h}}{241,45 \text{ m}^3} = 0,96 \text{ renovaciones/hora}$$

para el caudal de extracción.

$$\frac{32 \text{ l}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 102,4 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \frac{102,4 \text{ m}^3/\text{h}}{241,45 \text{ m}^3} = 0,47 \text{ renovaciones/hora}$$

para el caudal de admisión.

Se trabajará con el valor más restrictivo, $0,96 \text{ renovaciones/hora}$



3. Cálculo propuestas.

Para el cálculo de las propuestas de mejora, se pretende en una primera instancia, calcular el aislamiento necesario para cumplir las exigencias de la norma, en cuanto a valores de transmitancia se refiere.

Para ello, se calculara la resistencia térmica del elemento de la envolvente, no teniendo en cuenta la capa de aislamiento.

Así pues se calculara la diferencia entre la Resistencia máxima y la resistencia calculada, obteniendo el valor de la resistencia que debe suplir el aislamiento.

Por último, conociendo la conductividad del aislamiento térmico elegido, se obtendrá el espesor necesario para cumplir las exigencias.

$$e_{\text{aislamiento}} = (R_{\text{máxima}} - R_{\text{elemento}}) \cdot \lambda_{\text{aislamiento}}$$



3.1 Cerramientos verticales.

Cerramiento volumen principal. Propuesta 1

Tabla 87. Cálculo aislamiento P.1

Cerramiento volumen principal. Propuesta 1			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad (W/m ² *K)	Resistencia (m ² *K/W)
Rse			0,04
Mortero de cemento para revoco	0,02	1,80	0,01
EPDM	0,005	0,25	0,02
Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04
Aislante térmico (EPS)	"X"	0,029	-
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Piedra Caliza dureza media	0,12	1,40	0,09
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Rsi			0,13
Resistencia Total			0,482
Trasmittancia Total			2,075
Valencia	B3		
Trasmittancia máxima de muros			
1,00	W/[m ² K]		
Espesor Aislamiento minimo.			
0,02			



Cerramiento volumen principal. Propuesta 2

Tabla 88. Cálculo aislamiento P.2

Cerramiento volumen principal. Propuesta 2			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad (W/m ² *K)	Resistencia (m ² *K/W)
Rse			0,04
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Piedra Caliza dureza media	0,12	1,40	0,09
Tierra Arcillosa compacta	0,12	1,50	0,08
Mortero de cemento para revoco	0,02	1,80	0,01
Aislante térmico (EPS)	"X"	0,029	-
Enlucido de yeso	0,01	0,57	0,02
Rsi			0,13

Resistencia Total	0,444
Trasmittancia Total	2,250

Valencia	B3
Transmittancia máxima de muros	
1,00	W/[m ² K]

Espesor Aislamiento minimo.	
0,02	



Cerramiento volumen Cocina. Propuesta 3

Tabla 89. Cálculo aislamiento P.3

Cerramiento volumen cocina			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad (W/m ² *K)	Resistencia (m ² *K/W)
Rse			0,04
Mortero de cemento para revoco	0,20	1,80	0,11
Fábrica de bloque de hormigón	0,12	1,71	0,07
Inyección PUR		0,040	0,00
Tabicón de LH doble	0,70	-	0,16
Mortero de cemento para albañilería	0,10	0,55	0,18
Azulejo cerámico	0,20	1,30	0,15
Rsi			0,13
Resistencia Total			0,847
Trasmittancia Total			1,181
Valencia	B3		
Transmittancia máxima de muros			
1,00	W/[m ² K]		
Espesor Aislamiento mínimo.			
0,02			



3.2 Particiones.

Partición Almacén. Propuesta 4

Tabla 90. Cálculo aislamiento P.4

Particion Vivienda - Almacen			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad (W/m²K)	Resistencia (m²·K/W)
Rse			0,13
Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04
Tabicón de Ladrillo Hueco doble	0,07	-	0,16
Aislante térmico (EPS)	"X"	0,029	-
Tabicón de Ladrillo Hueco doble	0,07	-	0,16
Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,55	0,04
Rsi			0,13

$$U = U_p \cdot b$$

$$\left. \begin{aligned} A_{(h-nh)} &= 29,154 \text{ m}^2 \\ A_{(nh-e)} &= 56,75 \text{ m}^2 \end{aligned} \right\} b = 0.87$$

Trasmittancia Partición $U = 2.040 \cdot 0.87$

W/m²K
1,335

Resistencia Total	0,651
Trasmittancia U_p	1,535

Valencia	B3
Trasmittancia limite de particiones	
1,10	W/[m² K]
Espesor Aislamiento minimo.	
0,01	



Partición Forjado. Propuesta 5

Tabla 91. Cálculo aislamiento P.5

Forjado Vivienda - Anden			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad (W/m²K)	Resistencia (m²*K/W)
Rse			0,10
Baldosa ceramica	0,02	1,00	0,02
Mortero de cemento para albañileria $\rho > 2000$	0,05	1,80	0,03
Aislante térmico (XPS)		0,029	
Capa de arena	0,04	2,00	0,02
Relleno de cascotes	0,10	0,41	0,24
Plaqueta cerámica	0,02	1,00	0,02
Rsi			0,10

$$U = U_p \cdot b$$

$$\left. \begin{aligned} A_{(n-h)} &= 102,93\text{m}^2 \\ A_{(n-h-e)} &= 142,09\text{m}^2 \end{aligned} \right\} b = 0.87$$

Trasmittancia Partición
 $U = 1.942 \cdot 0.87$

W/m²K
1,636

Resistencia Total **0,532**
Trasmittancia U_p **1,881**

Valencia	B3
Trasmittancia limite de particiones	
1,10	W/[m²K]
Espesor Aislamiento minimo.	
0,01	



3.3 Cerramientos horizontales.

Cubierta cocina.

Tabla 92. Cálculo aislamiento P.6

Cubierta cocina			
Capas	Espesor (m)	λ Conductividad (W/m ² *K)	Resistencia (m ² *K/W)
Rse			0,04
Baldosa cerámica	0,20	1,00	0,20
Mortero de cemento para albañilería	0,04	1,80	0,02
Baldosa cerámica	0,20	1,00	0,20
Aislante térmico (XPS)	"X"	0,029	-
Falso techo de yeso	0,02	0,57	0,04
Rsi			0,10

Resistencia Total	0,597
Trasmittancia Total	1,674

Valencia	B3
Transmitancia máxima de cubiertas	
0,65	W/[m ² K]
Espesor Aislamiento mínimo.	
0,03	



4. Cálculo inercia térmica.

La inercia térmica es la capacidad que poseen los materiales para absorber el calor y conservarlo en su interior, cediéndolo posteriormente.

Para su cálculo será necesario definir el perfil térmico de ambas propuestas, calcular la temperatura de equilibrio y obtener la capacidad calorífica de ambas propuestas

Perfil térmico.

Teniendo en cuenta que la temperatura mínima en Valencia, según el CTE, es 10,4°C y la temperatura de confort interior se establece en 20°C, es posible calcular el flujo de ambos cerramientos, y por tanto la diferencia de temperatura entre las capas que los componen.

$$\phi = \Delta T_{ij} \cdot U_{ij}$$

Para la obtención del diferencial de temperatura es necesario obtener la resistencia térmica de cada uno de los componentes del cerramiento.



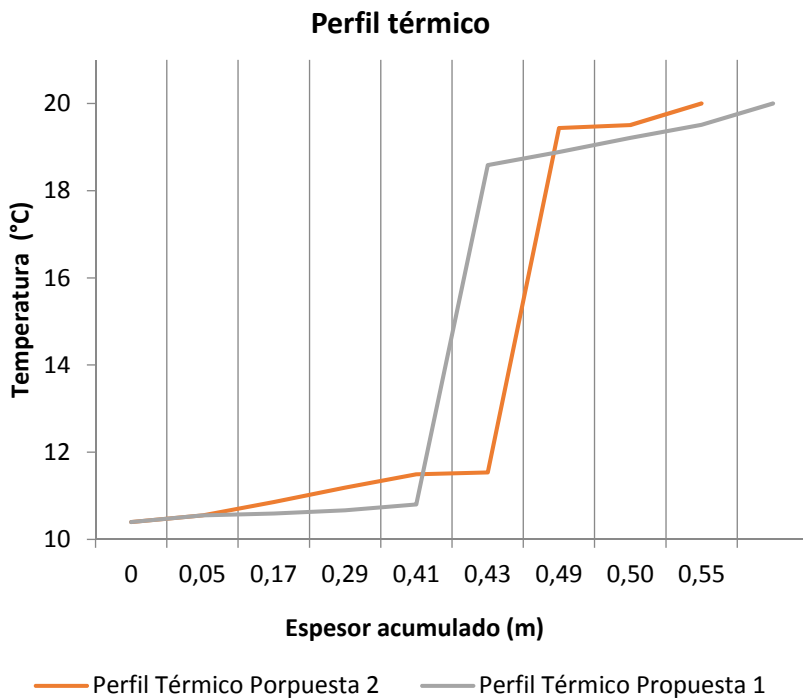
Tabla 93. Cálculo perfil térmico

PROPUESTA 1						
Capas	Espesor	Conductividad λ	Resistencia	ΔT_{ij}	T_i	T_j
Aire interior	-	-	0,13	0,49	20,0	19,5
Tierra arcillosa	0,12	1,50	0,08	0,30	19,5	19,2
Piedra Caliza	0,12	1,40	0,08	0,32	19,2	18,9
Tierra arcillosa	0,12	1,50	0,08	0,30	18,9	18,6
Aislante EPS	0,06	0,029	2,07	7,79	18,6	10,8
Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04	0,15	10,8	10,6
EPDM	0,005	0,25	0,02	0,08	10,6	10,6
Revoco de mortero	0,02	1,80	0,01	0,04	10,6	10,5
Aire exterior	-	-	0,04	0,15	10,5	10,4
Resistencia térmica m^2C/W			2,55			
Transmitancia térmica W/m^2C			0,39			
Flujo $\phi = (20 - 10,4) \cdot 0,39$			3,76 W			

PROPUESTA 2						
Aire interior	-	-	0,13	0,50	20,0	19,5
Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04	0,08	19,5	19,4
Aislante EPS	0,06	0,029	2,07	7,91	19,4	11,5
Revoco de mortero	0,02	1,80	0,01	0,04	11,5	11,5
Tierra arcillosa	0,12	1,50	0,08	0,31	11,5	11,2
Piedra caliza	0,12	1,40	0,08	0,34	11,2	10,8
Tierra arcillosa	0,12	1,50	0,08	0,31	10,8	10,5
Aire exterior	-	-	0,04	0,15	10,5	10,4
Resistencia térmica m^2C/W			2,52			
Transmitancia térmica W/m^2C			0,40			
Flujo $\phi = (20 - 10,4) \cdot 0,40$			3,81			



Así pues, el perfil térmico es el siguiente.



Gráfica 24. Perfil Térmico



Temperatura de equilibrio.

Teniendo en cuenta el equipo de calefacción que posee la vivienda de 2000 W., se puede obtener la temperatura de equilibrio que se lograría alcanza, sabiendo que:

$$T_{eq} = T_{amb} + \frac{W}{1/R_T}$$

Entendiéndose la R_T como la resistencia térmica del cerramiento teniendo en cuenta la superficie de este.

- $R_{T.Propuesta\ 1} = 2,55 (m^2\text{°C}/W)/154,59 m^2 = 0,0165$
- $R_{T.Propuesta\ 2} = 2,52 (m^2\text{°C}/W)/151,65 m^2 = 0,0166$

Por lo que:

Tabla 94. Cálculo temperatura de equilibrio

T_{amb}	W	R_T	T_{eq}
PROPUESTA 1			
10,4	2000	0,0165	43,46
PROPUESTA 2			
10,4	2000	0,0166	43,63



Capacidad calorífica.

La capacidad calorífica de un cerramiento, se define como el cociente entre la cantidad de energía absorbida y la diferencia de temperatura.

Por ello, se configura la siguiente tabla.

Tabla 95. Cálculo capacidad calorífica

Capas	T_{media}	Volumen	Densidad ρ	C_e	Masa	ΔH
Propuesta 1						
Aire interior	19,76	241,43	1,18	750	284,89	-
Tierra arcillosa	19,36	17,39	1200	1670	20865,60	312223827,4
Piedra Caliza	19,05	17,80	1850	1000	32921,49	284700353,7
Tierra arcillosa	18,74	18,20	1200	1670	21838,32	303995438,6
Aislante EPS	14,69	9,20	12	1200	110,40	568322,8
Enlucido de yeso	10,72	3,08	1000	1000	3077,90	983182,9
EPDM	10,61	0,77	1150	1000	885,70	182924,5
Revoco de mortero	10,55	3,09	2000	1000	6183,80	928062,3
Aire exterior	10,46	-	-	-	-	-
$\Sigma\Delta H$					903582112,3	
Propuesta 2						
Aire interior	19,75	240	1,18	750	283,2	-
Enlucido de yeso	19,47	1,393	1000	1000	1393	12627896,45
Aislante EPS	15,47	8,4588	12	1200	101,5056	618015,95
Revoco de mortero	11,50	2,8308	2000	1000	5661,6	6235296,328
Tierra arcillosa	11,33	17,388	1200	1670	20865,6	32387126,52
Piedra Caliza	11,00	17,7954	1850	1000	32921,49	19910248,55
Tierra arcillosa	10,68	18,1986	1200	1670	21838,32	10215662,72
Aire exterior	10,45	-	-	-	-	-
$\Sigma\Delta H$					81994246,52	

Por tanto, la capacidad calorífica vendrá definida por:

$$C_d = \frac{\Delta H}{\Delta T}$$

Así pues, la capacidad de cada uno de los cerramientos es:



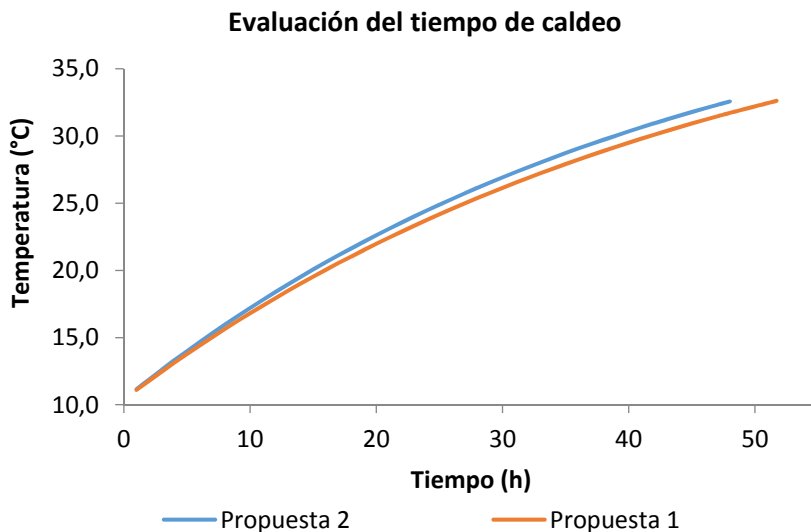
$$C_{d,propuesta\ 1} = \frac{\Delta H}{\Delta T} \rightarrow \frac{903582112,3}{(19,5-10,6)} = 101050799\ J \rightarrow 28,06\ kWhora$$

$$C_{d,propuesta\ 2} = \frac{\Delta H}{\Delta T} \rightarrow \frac{81994246,52}{(19,5-10,8)} = 9456635,05\ J \rightarrow 2,62\ kWhora$$

Una vez calculada la capacidad calorífica dinámica de ambos cerramientos, se puede generar una curva de caldeo en función de la siguiente fórmula.

$$T = (T_o - T_{eq}) \cdot e^{\frac{-t}{R_t \cdot C_d}} + T_{eq}$$

Dando como resultado:



Gráfica 25. Evaluación tiempo de caldeo



5. Cálculo de combustibles.

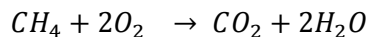
Para el análisis y estudio de los distintos combustibles se ha realizado el cálculo de la combustión estequiométrica del metano y el propano, comparando posteriormente el resultado con varias fuentes, hasta encontrar una con datos fiables para el resto de combustibles.

Para el cálculo, es necesario conocer de antemano, las entalpías estándar de formación de ciertos compuestos.

Tabla 96. Entalpías de formación

Sustancia	ΔH_f^0 KJ/mol
CO ₂	-393,5
H ₂ O	-285,8
CH ₄	-74,81
C ₃ H ₈	-103,84

Combustión Metano CH₄



La entalpía de la reacción será:

$$\Delta H_r = \Sigma \text{Productos} - \Sigma \text{Reactivos}$$

$$\Delta H_r = (-393,5) + 2(-285,8) - (-74,81) = -890,29 \text{ kJ/mol}$$

Que expresado en kJ/kg

$$\frac{-890,29 \text{ kJ/mol}}{0,016 \text{ kg/mol}} = 55643,12 \text{ kJ/kg}$$



Por lo que, para producir 1 kWh serán necesarios n_{moles} :

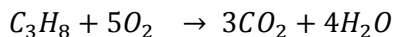
$$n_{moles} = \frac{3.600.000J}{890.290 J/mol} = 4,04 \text{ moles de metano}$$

Así mismo, teniendo en cuenta que por cada 1 mol de metano, se genera 1 mol de CO₂, y sabiendo que la masa molecular del CO₂ es 44g/mol, se puede obtener los kgCO₂/kWh.

$$4,04 \text{ moles/kWh metano} \rightarrow 4,04 \text{ moles/kWh CO}_2$$

$$\frac{4,04 \text{ moles CO}_2}{kWh} * \frac{44 \text{ g}}{\text{mol}} = \frac{177,76 \text{ g CO}_2}{kWh}$$

Combustión Propano C₃H₈



La entalpía de la reacción será:

$$\Delta H_r = \Sigma \text{Productos} - \Sigma \text{Reactivos}$$

$$\Delta H_r = 3(-393,5) + 4(-285,8) - (103,84) = -2219,9 \text{ kJ/mol}$$

Que expresado en kJ/kg

$$\frac{-2219,9 \text{ kJ/mol}}{0,044 \text{ kg/mol}} = 50452,27 \text{ kJ/kg}$$



Por lo que, para producir 1 kWh serán necesarios n_{moles} :

$$n_{moles} = \frac{3.600.000J}{2.219.900 J/mol} = 1,62 \text{ moles de propano}$$

Así mismo, teniendo en cuenta que por cada 1 mol de propano, se genera 3 moles de CO_2 , y sabiendo que la masa molecular del CO_2 es $44g/mol$, se puede obtener los $kgCO_2/kWh$.

$$1,62 \text{ moles/kWh propano} \rightarrow 4,86 \text{ moles/kWh } CO_2$$

$$\frac{4,86 \text{ moles } CO_2}{kWh} * \frac{44 g}{mol} = \frac{213,84g CO_2}{kWh}$$



6. Cálculo potencia emisor.

En este apartado se pretende obtener la potencia necesaria que deberían tener un solo emisor para abastecer toda la demanda de calefacción, y así introducirlo de forma simplificada en el programa informático.

Para el cálculo de emisores se necesitan ciertos valores, propios de cada ejemplar. Por ello, se ha decidido tomar los datos de un radiador de una marca comercial, del cual se adjunta su ficha técnica en el apartado 8. Fichas técnicas, del anexo.

Dicho esto, los datos de partida son los siguientes:

- Potencia calorífica para $Q_{60^{\circ}\text{C}}$ por elemento: 131,0 Kcal/h
- Valor del exponente "n": 1,31
- Balance térmico se obtiene mediante el cálculo de ganancias y pérdidas de calor de los cerramientos, teniendo en cuenta las ganancias solares, las filtraciones y la transmisión de calor de los muros. Para simplificar el cálculo se supone un balance térmico estimado de 5.500 Kcal/h
- Temperatura ambiente 18°C

Se define un sistema de calefacción por agua caliente tipo bitubular con retorno directo, con el siguiente criterio:

- Temperatura de salida: 80°C
- Temperatura de retorno: 60°C
- Salto térmico aproximado 20°C



Se comienza calculando el salto térmico del emisor respecto de la temperatura de ambiente.

$$\Delta T_s = T_2 - T_a = (60 - 18)^\circ\text{C} = 42^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_e = T_1 - T_a = (80 - 18)^\circ\text{C} = 62^\circ\text{C}$$

$$\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} = \frac{42^\circ\text{C}}{62^\circ\text{C}} = 0,97 > 00,7$$

Así pues el salto térmico es:

$$\Delta T = \frac{T_1 - T_2}{\ln \frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}} = \frac{80 - 60}{\ln \frac{62}{42}} = 51,53^\circ\text{C}$$

A continuación se calcula el emisor.

$$q_{\text{elemento}} = Q_{60^\circ\text{C}} \cdot \left(\frac{\Delta T}{60}\right)^n = \frac{131,0 \text{ Kcal}}{h} \cdot \left(\frac{51,53^\circ\text{C}}{60}\right)^{1,31} = \frac{107,32 \text{ Kcal}}{h}$$

Número de elementos.

$$\mu = \frac{q_1}{q_{\text{elemento}}} = \frac{5.500 \text{ Kcal} \cdot h^{-1}}{107,32 \text{ Kcal} \cdot h^{-1}} = 51,24 \text{ elementos} \approx 52 \text{ elementos}$$

Por lo que la potencia a instalar será:

$$q_{\text{emisor}} = q_{\text{elemento}} \cdot \mu = 107,32 \text{ Kcal} \cdot h^{-1} \cdot 52 = 5580,64 \text{ Kcal} \cdot h^{-1}$$

$$5580,64 \text{ Kcal} \cdot h^{-1} \rightarrow 6,5 \text{ kW}$$

Por lo que, la potencia del emisor que actuara como unidad terminal será de 6,5 kW.



7. Calificaciones expedidas por CALENER VYP.



Ilustración 30. Resultados Propuesta 1.



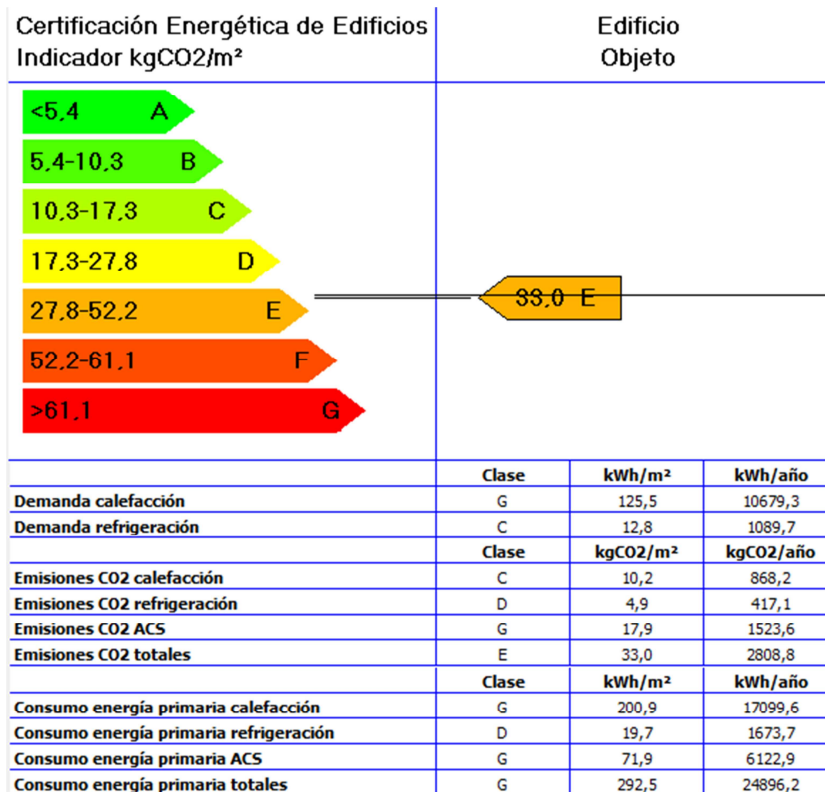


Ilustración 31. Resultados Propuesta 3.



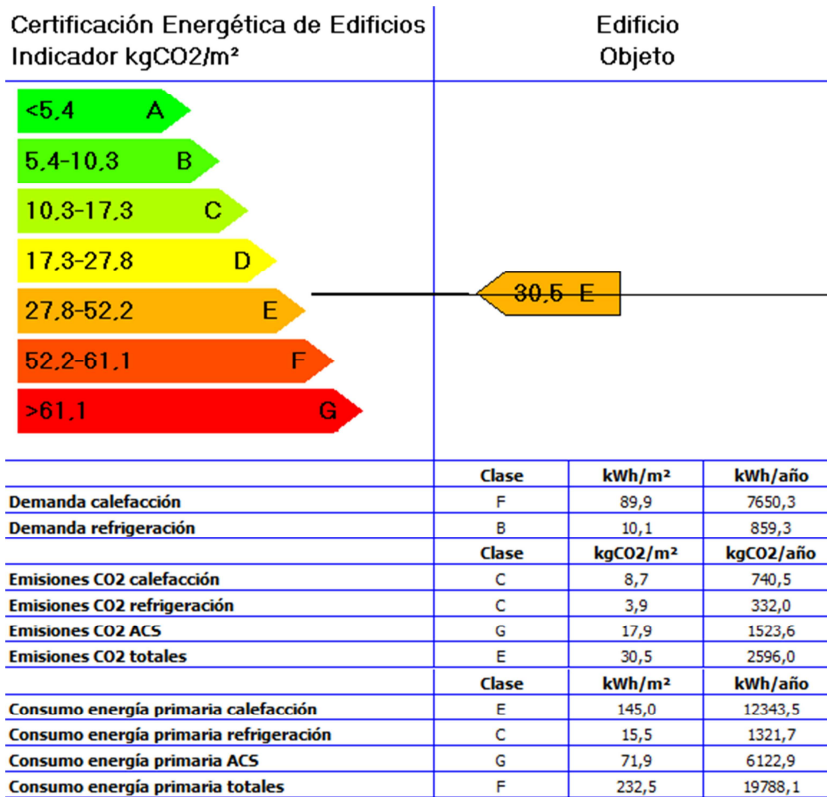


Ilustración 32. Resultados Propuesta 1+3.



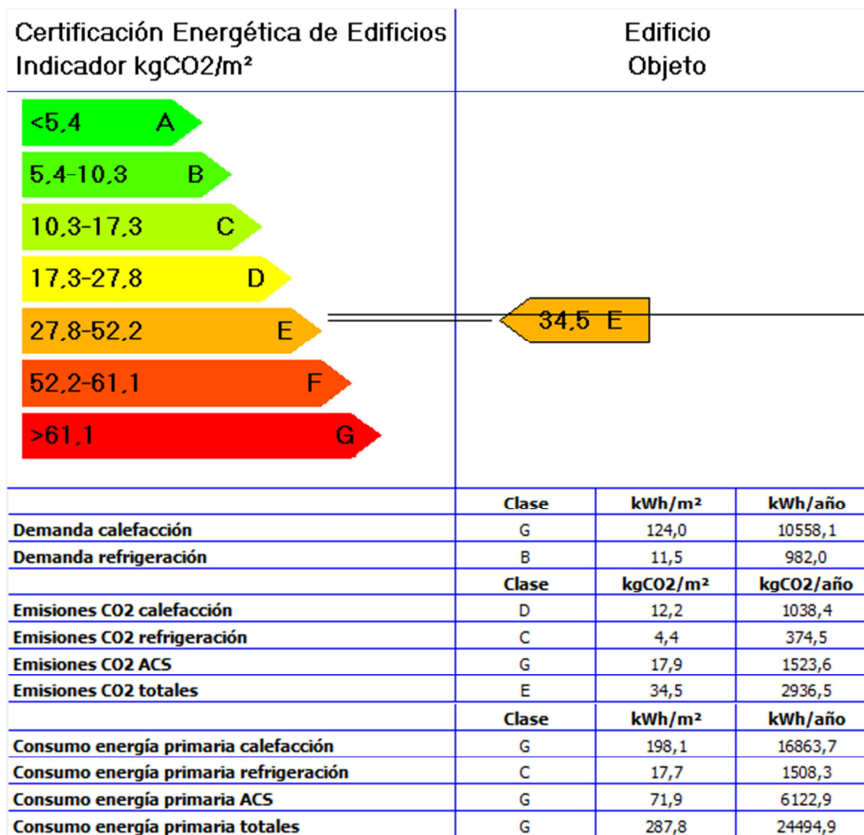


Ilustración 33. Resultados Propuesta 4.



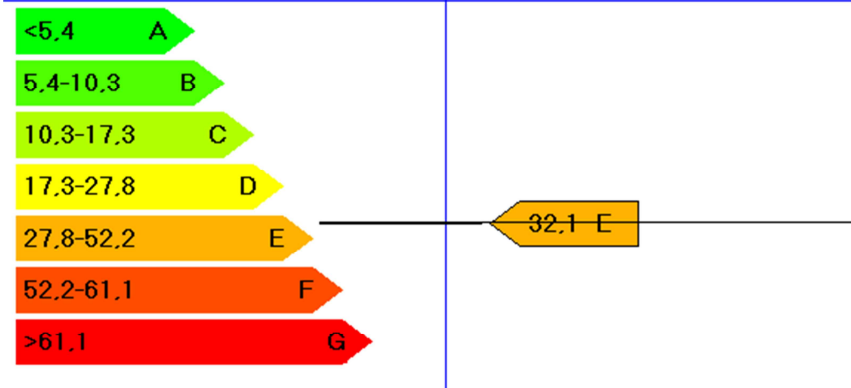


Ilustración 34. Resultados Propuesta 5.



Certificación Energética de Edificios
Indicador kgCO2/m²

Edificio
Objeto



	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	F	80,8	6878,9
Demanda refrigeración	B	8,7	737,9
	Clase	kgCO2/m ²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	D	10,9	927,8
Emisiones CO2 refrigeración	C	3,3	280,9
Emisiones CO2 ACS	G	17,9	1523,6
Emisiones CO2 totales	E	32,1	2732,2
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	E	131,9	11227,5
Consumo energía primaria refrigeración	C	13,3	1132,1
Consumo energía primaria ACS	G	71,9	6122,9
Consumo energía primaria totales	F	217,1	18482,4

Ilustración 35. Resultados Propuesta 4+5.





Ilustración 36. Resultados Propuesta 6.



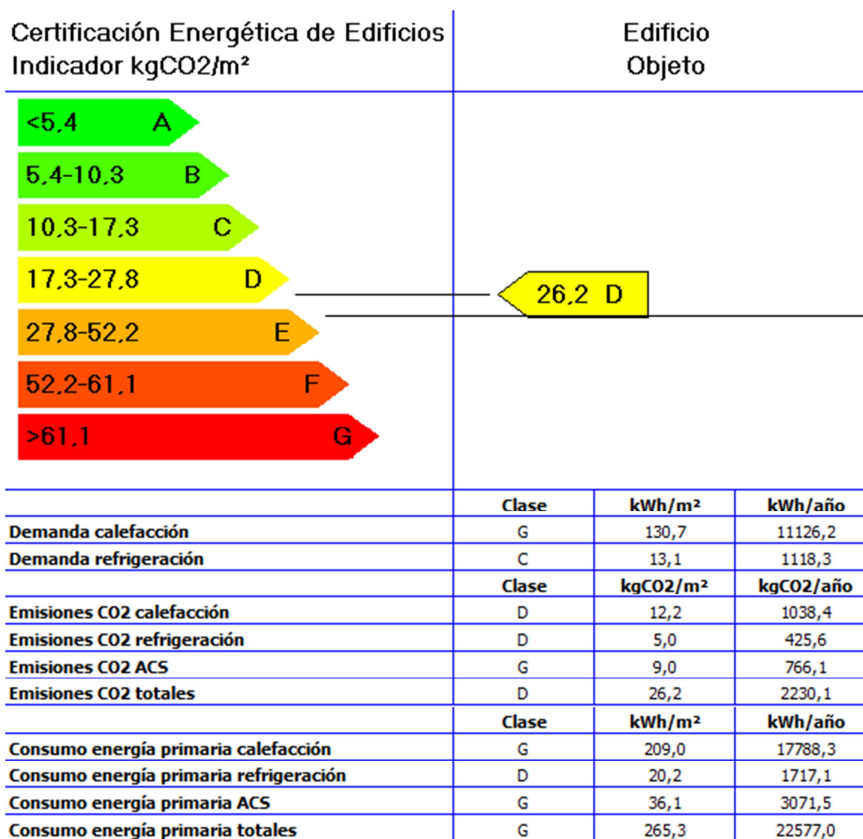


Ilustración 37. Resultados Propuesta 7.





Ilustración 38. Resultados Propuesta 8.



Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m ²	Edificio Objeto		
<5,4 A			
5,4-10,3 B			
10,3-17,3 C			
17,3-27,8 D			
27,8-52,2 E	42,1 E		
52,2-61,1 F			
>61,1 G			
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	G	130,7	11126,2
Demanda refrigeración	C	13,1	1118,3
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	34,4	2928,0
Emisiones CO2 refrigeración	D	5,0	425,6
Emisiones CO2 ACS	D	2,7	229,8
Emisiones CO2 totales	E	42,1	3583,4
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	F	156,2	13295,4
Consumo energía primaria refrigeración	D	20,2	1717,1
Consumo energía primaria ACS	E	13,3	1133,1
Consumo energía primaria totales	E	189,7	16145,6

Ilustración 39. Resultados Propuesta 9.





Ilustración 40. Resultados Propuesta 10.



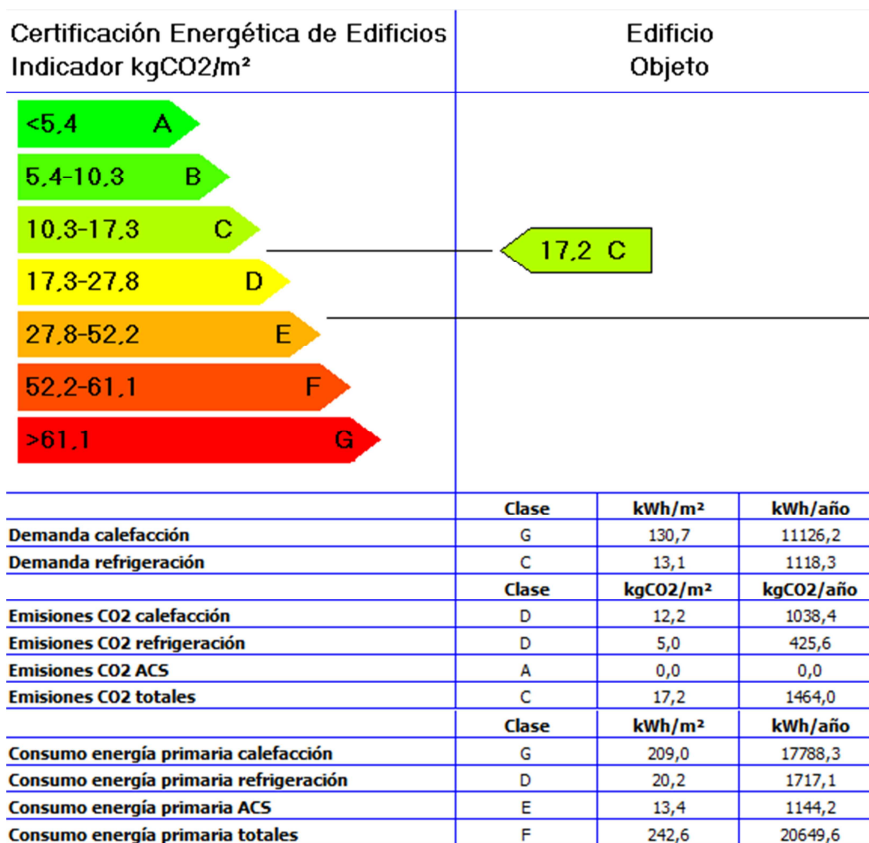


Ilustración 41. Resultados Propuesta 11.



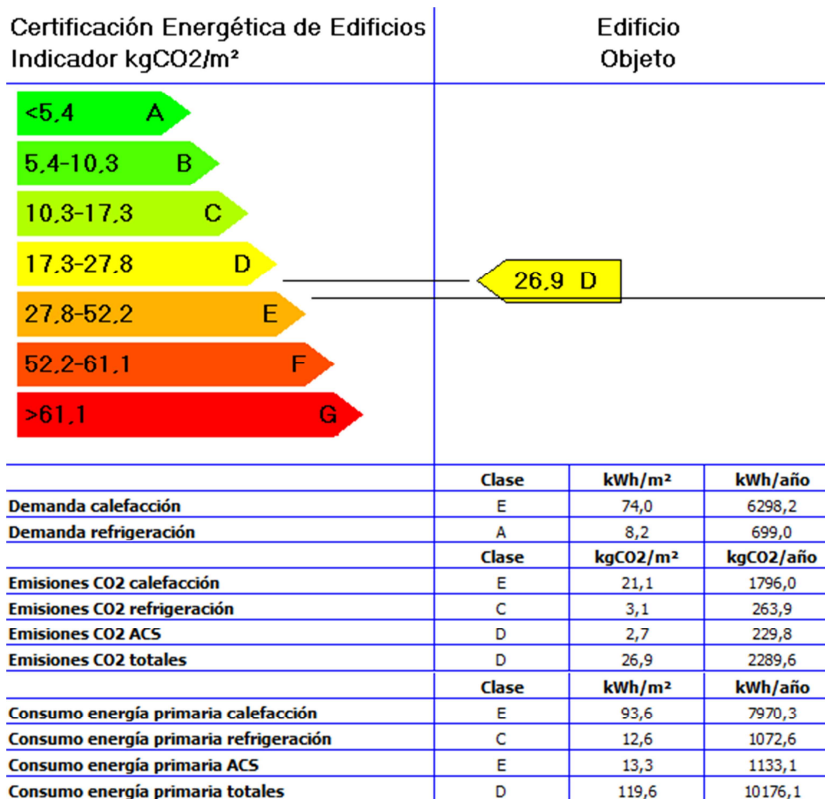


Ilustración 42. Resultados Conjunto propuestas 1.



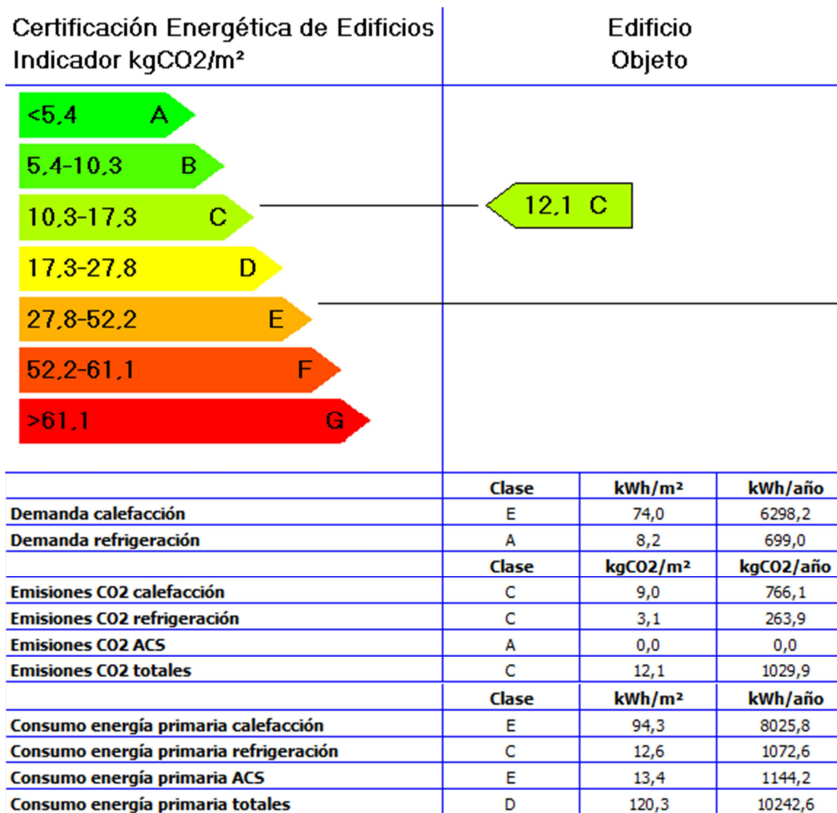


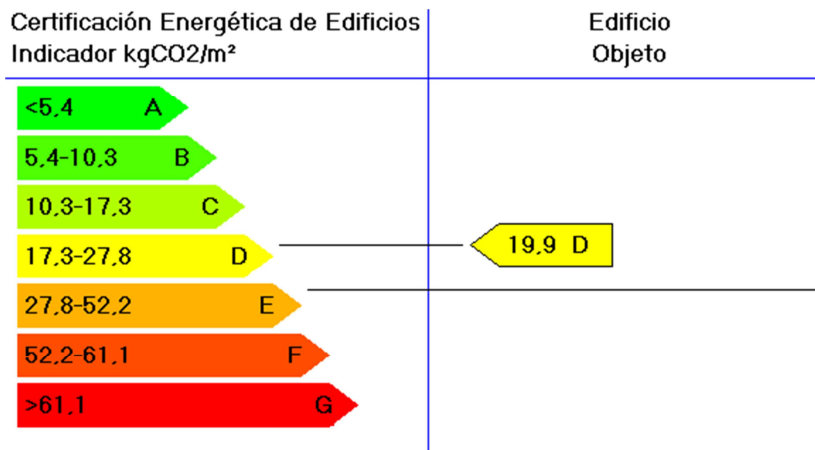
Ilustración 43. Resultados Conjunto propuestas 2.



Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
<5,4 A			
5,4-10,3 B			
10,3-17,3 C			
17,3-27,8 D	20,0 D		
27,8-52,2 E			
52,2-61,1 F			
>61,1 G			
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	G	130,7	11126,2
Demanda refrigeración	C	13,1	1118,3
	Clase	kgCO₂/m²	kgCO₂/año
Emisiones CO₂ calefacción	D	12,2	1038,4
Emisiones CO₂ refrigeración	D	5,0	425,6
Emisiones CO₂ ACS	D	2,8	238,3
Emisiones CO₂ totales	D	20,0	1702,3
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	G	209,0	17788,3
Consumo energía primaria refrigeración	D	20,2	1717,1
Consumo energía primaria ACS	E	13,7	1168,6
Consumo energía primaria totales	F	242,9	20674,0

Ilustración 44. Resultados Conjunto propuestas 3.





	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	48,1	4093,1
Demanda refrigeración	A	6,9	587,6
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	D	14,8	1259,7
Emisiones CO2 refrigeración	B	2,6	221,3
Emisiones CO2 ACS	C	2,5	212,8
Emisiones CO2 totales	D	19,9	1693,8
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	D	64,6	5494,5
Consumo energía primaria refrigeración	B	10,6	901,9
Consumo energía primaria ACS	D	12,5	1064,6
Consumo energía primaria totales	D	87,7	7461,0

Ilustración 45. Resultados Modelo más eficiente.



Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
<5,4 A			
5,4-10,3 B	← 10,1 B		
10,3-17,3 C			
17,3-27,8 D			
27,8-52,2 E			
52,2-61,1 F			
>61,1 G			
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	48,1	4093,1
Demanda refrigeración	A	6,9	587,6
	Clase	kgCO₂/m²	kgCO₂/año
Emisiones CO₂ calefacción	C	7,5	638,4
Emisiones CO₂ refrigeración	B	2,6	221,3
Emisiones CO₂ ACS	A	0,0	0,0
Emisiones CO₂ totales	B	10,1	859,7
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	D	64,2	5462,4
Consumo energía primaria refrigeración	B	10,6	901,9
Consumo energía primaria ACS	E	14,3	1215,4
Consumo energía primaria totales	D	89,1	7579,7

Ilustración 46. Resultados Modelo menos agresivo.



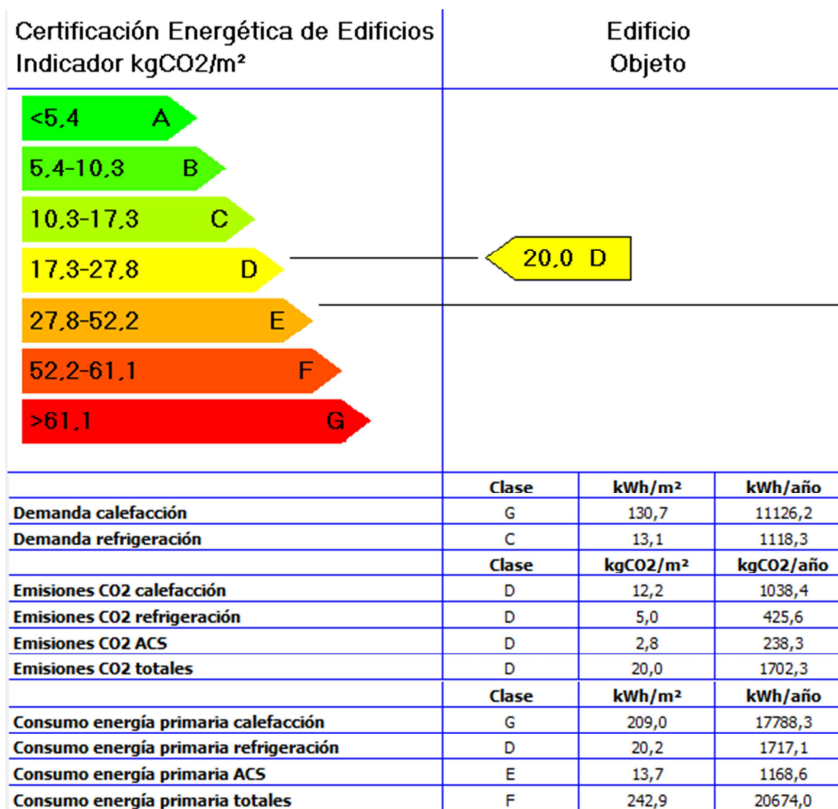


Ilustración 47. Resultados Modelo más económico.



8. Precios Unitarios.

m ²	Sistema aislamiento térmico exterior			61,46
Sistema de Aislamiento Térmico Exterior , suministrado e instalado conforme a su correspondiente Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE), compuesto por:				
<p>Aislamiento térmico a base de paneles rígidos de poliestireno expandido (EPS) con una conductividad de 0,036w/mK, un espesor de 50mm, una reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE y según UNE-EN 13163 y UNE-EN 13499, fijados al soporte mediante mortero de cemento con resinas y aditivos y espigas de anclaje mecánico dispuestas en el perímetro, esquinas y centro de los paneles.</p> <p>Capa de refuerzo y base del acabado formada por una malla de fibra de vidrio convencional con tratamiento anti cal, con una abertura de malla de 4x4mm, una resistencia a tracción >1500N/50mm y >1000N/50mm tras el envejecimiento y un granaje de entre 145 y 165 g/m², embebida en el centro de una capa de 5cm de espesor de mortero industrial de albañilería M-10 aplicado con llana y con solapas de malla de 10cm en las juntas, cantoneras, accesorios y perfiles de goteo.</p> <p>Capa de acabado impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, formada por un revoco mineral de 1mm de espesor acabado liso realizado con mortero mixto de cal, áridos de granulometría compensada, pigmentos y residas hidrófugas con marcado CE según EN-UNE-998-1.</p> <p>Todo ello incluyendo la parte proporcional de la perfilaría de arranque, cantoneras, formación de juntas, jambas y dinteles, remates y accesorios necesarios para la instalación completa del sistema.</p>				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
1,080	h.	Oficial 1ª Construcción	20,80	22,46
0,540	h.	Peón ordinario construcción	19,87	10,73
1,050	m ²	Panel SATE	7,85	8,24
6,30	Kg	Mortero de fijación	1,20	7,56
8,00	u.	Espiga fijación mecánica	0,08	0,64
1,10	m ²	Malla fijación	1,20	1,32
0,053	m ³	Mortero M-10	81,19	4,30
0,333	L	Imprimación de adherencia	6,00	2,00
2,00	Kg	Revestimiento mineral SATE	1,50	3,00
0,02	%	Costes Directos complementarios	60,25	1,21



m ²	Aislamiento térmico techo			16,39
Aislamiento térmico sobre falso techo, con poliestireno extruido (XPS) de 100mm de espesor, con una conductividad térmica de 0,036 W/mK, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, código de designación MW.EN 13162-T1, incluso parte proporcional de elemento de sujeción y corte del aislante.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,040	h.	Oficial 1ª Construcción	20,80	0,83
0,040	h.	Peón ordinario construcción	19,87	0,79
1,050	m ²	Panel MW	11,94	12,54
0,100	l.	Adhesivo panel aislante y coquilla	11,46	1,15
0,010	%	Costes Directos Complementarios	16,23	0,16

m ²	Pavimento baldosa cerámica rustica 12x25			35,29
Pavimento cerámico con junta mínima (1.5-3mm) realizado con baldosa de gres rústico de 12x25cm, colocado en capa gruesa con mortero de cemento y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,500	h.	Oficial 1ª construcción	20,80	10,40
0,250	h.	Peón ordinario construcción	19,87	4,97
1,050	m ²	Gres rústico 12x25cm	16,50	17,33
0,018	m ³	Mortero de cemento M-5	97,31	1,75
0,001	m ³	Lechada cemento blanco BL 22.5X	150,65	0,15
0,020	%	Costes Directos Complementarios	34,60	0,69

m ²	Partición 1hj LHD e7cm			35,83
Partición de una hoja de ladrillo cerámico hueco de 7cm de espesor, realizada con piezas 24x11,5x7cm aparejadas de canto y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, con enfoscado de mortero, tipo GP CSIII W0, maestreado y fratasado de 1,5cm de espesor por un lado y el otro sin revestimiento, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE, NTE-PTL y NTE-RPE.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,916	h.	Oficial 1ª construcción	20,80	19,05
0,458	h.	Peón especializado construcción	20,23	9,27
33,00	u.	Ladrillo hueco db 24x11.5x7	0,16	5,28
0,011	m ³	Mortero cto M-5 CEM ind	71,81	0,79
0,014	t	Mortero industrial GP CSIII W0	40,40	0,57
0,025	%	Costes Directos Complementarios	34,96	0,87



m ²	Aislamiento divisorias EPS			9,53
Aislamiento térmico intermedio en particiones de doble hoja de fábrica, con poliestireno expandido (EPS) de 30mm de espesor, conductividad térmica de 0,035W/mK, reacción al fuego Euroclase A1, código de designación MW-EN 13162-T3-Ws-MU1-AWo,60-AFr5 según norma UNE-EN 13162:2002; incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,065	h.	Oficial 1ª construcción	20,80	1,35
0,065	h.	Peón ordinario construcción	19,87	1,29
1,050	m ²	MW intermedio	4,50	4,73
1,500	m.	Cinta papel kraft autoadhesiva	0,61	0,92
0,100	l.	Adhesivo papel aislante	11,46	1,15
0,020	%	Costes Directos Complementarios	9,44	0,09

m ²	Aislamiento suelo XPS			17,91
Aislamiento terrmoacústico en suelos bajo pavimento de uso doméstico, con poliestireno extrudido (XPS) de 70cm de espesor, mecanizado lateral recto y superficie lisa, con una conductividad de 0,027 W/mK y resistencia térmica 2,25 m ² K/W, reacción al fuego Euroclase E, código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)250, cubierto por un film plástico de polietileno, incluso limpieza del soporte y corte.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,040	h.	Oficial 1ª construcción	20,80	0,83
0,065	h.	Peón ordinario construcción	19,87	0,79
1,050	m ²	Panel XPS e70mm	15,18	15,94
1,500	m ²	Lámina PE e=0.15mm	0,16	0,17
0,010	%	Costes Directos Complementarios	17,73	0,18

U.	Instalación solar completa ACS.			2.426,34
Instalación completa de energía solar térmica para la obtención de ACS en una vivienda unifamiliar de 2 dormitorios situada en la zona climática IV, compuesta por equipos compactos con marcado CE y según el DB-HE-4 del CTE.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
1,000	u.	Eq comp 1colec 2,6m ² 160l.	1.972,14	1.972,14
1,000	u.	Válvula seg pre/T 700 kPa	70,96	70,96
1,000	u.	Terms difl 2sond	147,15	147,15
1,000	u.	Estructura metálica eq compactos	236,09	236,09



U.	Elementos radiador AL			21,34
Elemento radiador de aluminio con marcado CE para instalaciones de ACS con una presión de trabajo de hasta 6 bares, de dimensiones 430x80x10mm, una potencia calorífica de 131 kcal/h y suministrado en baterías de 3 a 14 elementos unidos entre sí con manguitos de acero y junta de estanqueidad, recibido en obra completo según necesidades de emisión calorífica demandada e instalada a una distancia mínima del suelo de 12 cm y entre 3 y 5 cm de la pared posterior, instalación mono o bitubular, con parte proporcional de enlaces, reducciones, manguitos, juntas de silicona especial para altas temperaturas, tapones y soportes, previa colocación en el radiador de la grifería de calefacción, purgador y detentor específico, incluso comprobación, conforme a las especificaciones dispuestas en la norma UNE-EN 442, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,140	h.	Oficial 1ª fontanería	19,23	2,69
0,140	h.	Especialista fontanería	18,36	70,96
1,000	u.	Elem rad Al	13,36	13,36
1,000	u.	Cjto acc p/elem rad Al	2,30	2,30
0,020	%	Constes Directos Complementarios	20,92	0,42

m ²	Demolición pavimento baldosa cerámica			12,25
Demolición de pavimento de baldosas cerámicas, realizadas a mano y retirada de escombros.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,250	h.	Peón especializado construcción	20,23	5,06
0,350	h.	Peón ordinario construcción	19,87	6,95
0,020	%	Costes Directos Complementarios	12,01	0,24

m ²	Inyección de PUR 0,023W/mK			19,26
Aislamiento térmico en el interior de fachada de doble hoja realizado mediante la inyección de espuma de poliuretano con una densidad de aplicación de entre 40 y 45kg/m ³ , una conductividad térmica de 0,023 w/mK, una resistencia térmica de 2,17m ² K/W y una reacción al fuego Euroclase E, en cámara de 50mm de ancho, incluido la apertura de taladros espaciados 50cm entre sí y su posterior sellado.				
Cantidad	Ud.	Descripción	Precio	Importe
0,165	h.	Oficial 1ª construcción	20,80	3,43
0,165	h.	Peón ordinario construcción	19,87	3,28
2,125	Kg	Espuma PUR iny	4,60	9,77
0,152	h.	Equipo de inyección aislamiento	16,00	2,40
0,020	%	Costes Directos Complementarios	18,88	0,38



9. Fichas Técnicas.

Características técnicas

OPALIA TF 14E		
Tipo de instalación		Interior
Tipo de gas		GN/GP/GB
Potencia térmica máxima	kW	27,4
Potencia térmica mínima	kW	12,2
Potencia útil máxima	kW	24,4
Potencia útil mínima	kW	9,8
Rendimiento		89
Caudal nominal de agua (AT = 25 °C)	L/min	14
Caudal mínimo de agua	L/min	3
Margen de regulación	kW	9,8-24,4
Presión máxima de agua	bar	13
Presión mínima de agua	bar	0,17
Peso	kg	15,5
Alto	mm	703
Ancho	mm	350
Profundo	mm	248 (269)

Ilustración 48. Extracto ficha técnica calentador gas natural.

Enlace:http://www.saunierduval.es/stepone/data/downloads_sd/d4/00/00/catalogo_acs_web.pdf



Características Técnicas

GAMA SUPER CONFORT		
THEMAFAST NOx F 30		
Referencia	GN	0010012688
	GP	0010012689
Tipo de gas		
Calefacción		
Potencia útil (50/30 °C)	kW	14,9 - 30,0
Potencia útil (80/60 °C)	kW	14,6 - 29,6
Rendimiento s/PCI (80/60 °C)	%	93,0
Rdto. 30% de carga (55/45 °C)	%	92,5
Temperatura	°C	38 - 80
Capacidad del vaso de expansión	L	8
Agua caliente sanitaria		
Potencia útil	kW	14,6 - 29,6
Ajuste de temperatura	°C	38 - 60
Caudal mínimo	L/min.	1,5
Caudal específico EN 13.203 (ΔT 25 °C)	L/min.	17,4
Presión máxima	bar	10

Ilustración 49. Extracto ficha técnica caldera gas natural.

Enlace: http://www.saunierduval.es/stepone/data/downloads_sd/99/00/00/calderas_bajo_nox_cc.pdf



Características técnicas	GG25K ECO
Potencia nominal	26,69 Kw
Rendimiento efectivo	92,02%
Presión máxima de trabajo	2.5 - bar
Presión mínima de trabajo	1 - bar
Tensión de trabajo	230 V
Temperatura máxima trabajo	85° C
Temperatura mínima trabajo	50° C
Capacidad agua caldera	65 Litros
Altura mínima chimenea	6 metros
Consumo medio para una vivienda de 100 mts en invierno	30/40 kg diarios
Nivel sonoro	58 DB
Potencias modulación	5

Ilustración 50. Extracto ficha técnica caldera biomasa

Enlace:<http://grupobiosan.com/calderas-de-biomasa/calderas-de-pellets/calderas-de-pellets-gama-domestica-12-35/calderas-de-biomasa-gg25k-eco.html>



EUROPA			450 C	600 C
Emisión térmica según UNE EN 442	$\Delta t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$	W	89,2	119,8
		kcal/h	76,7	103,0
	$\Delta t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$	W	112,7	152,3
		kcal/h	96,9	131,0
Exponente n		1,27784	1,31869	
Km		0,601947	0,688627	
Contenido agua	L	0,31	0,39	
Peso	kg	1,04	1,34	
Dimensiones	A	mm	431	581
	B	mm	350	500
Conexiones	Ø		1"	1"

Ilustración 51. Extracto ficha técnica radiadores.

Enlace: <http://www.ferroli.es/calefaccion/emisores/EUROPA-C/>



10. Calificación energética inicial. Documento CALENER.




Calificación Energética




Proyecto: Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería V

Fecha: 02/09/2014

 Calificación Energética	Proyecto	
	Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad	Comunidad
	Almàssera	Valencia

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto	
Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
Localidad	Comunidad Autónoma
Almàssera	Valencia
Dirección del Proyecto	
PD BARRANC 52	
Autor del Proyecto	
Palmero Gallent, Javier	
Autor de la Calificación	
UPV	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto
javipalgal@gmail.com	696962416
Tipo de edificio	
Unifamiliar	
Edificio existente	Referencia catastral
	000430400YJ27F0001MG

 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Nivel de estanqueidad 4	3	25,14	3,00
P01_E02	P01	Residencial	3	68,15	3,00
P01_E03	P01	Residencial	3	16,96	3,00
P01_E04	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	24,24	3,00
P02_E01	P02	Nivel de estanqueidad 4	3	98,78	2,20
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 4	3	98,78	1,00

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1,800	2100,00	1000,00	-	10
Ladrillo de hormigón macizo de áridos denso	1,714	1800,00	1000,00	-	10
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,469	930,00	1000,00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10
Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	1,500	1500,00	2085,00	-	50
Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	1,400	1895,00	1000,00	-	40
Teja de arcilla cocida	1,000	2000,00	800,00	-	30
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000,00	800,00	-	30

 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1950,00	1045,00	-	50
relleno de cascote de ladrillo	0,410	1300,00	800,00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
Enlucido de yeso d < 1000	0,400	850,00	1000,00	-	6
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6


2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Cerramiento secundario	1,63	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Ladrillo de hormigón macizo de áridos densos	0,120
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		Azulejo cerámico	0,020
Cerramiento principal Norte	2,34	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,120
		Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,120
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,120
Cubierta principal	4,31	Teja de arcilla cocida	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040
		Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
Cubierta garaje	5,88	Aluminio	0,005
Forjado	2,06	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020

 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado	2,06	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,040
		relleno de cascote de ladrillo	0,100
		Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
Suelo	2,84	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,100
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,200
Particiones locales humedos	2,48	Enlucido de yeso d < 1000	0,020
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		Azulejo cerámico	0,020
Particion no habitable	2,56	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
Cerramiento garaje	3,48	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Ladrillo de hormigón macizo de áridos densos	0,120
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
Cerramiento Principal E S O	2,39	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,005
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,120
		Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	0,120
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,120
FORJADO LAMINA FINA	5,80	Enlucido de yeso d < 1000	0,001

2.3. Cerramientos semitransparentes

 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

2.3.1 Vidrios


Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
Ninguno	1,80	0,63
Vidrio	1,80	0,63
Vidrio	1,80	0,63
Vidrio	1,80	0,63
Vidrio	1,80	0,63
Vidrio	1,80	0,63
Ninguno	1,80	0,63
VER_DB2_4-12-4	1,80	0,63

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
VER_Madera de densidad media alta	2,20
VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm	3,20
VER_Madera de densidad media baja	2,00

2.3.3 Huecos

Nombre	Hueco V1 V2
Acristalamiento	Vidrio bajo emisivo 4-12-4 V1
Marco	VER_Madera de densidad media alta
% Hueco	40,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00


 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

U (W/m²K)	1,96
Factor solar	0,40

Nombre	Hueco V3
Acrislamiento	Vidrio bajo emisivo 4-12-4 V3
Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	40,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	2,36
Factor solar	0,41

Nombre	Hueco V4
Acrislamiento	Vidrio bajo emisivo 4-12-4 V4
Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	33,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	2,26
Factor solar	0,45

Nombre	Hueco P2
Acrislamiento	Vidrio bajo emisivo 4-12-4 P2
Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	30,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	2,22


 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

Factor solar	0,47
---------------------	------

Nombre	Hueco V5
Acristalamiento	Vidrio bajo emisivo 4-12-4 V5
Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	53,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	2,54
Factor solar	0,34


Nombre	Hueco V6
Acristalamiento	Vidrio bajo emisivo 4-12-4 V6
Marco	VER_Madera de densidad media alta
% Hueco	100,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	2,20
Factor solar	0,06

Nombre	Hueco P1
Acristalamiento	VER_DB2_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media alta
% Hueco	72,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	2,09
Factor solar	0,22

 Calificación Energética	Proyecto	
	Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad	Comunidad
	Almàssera	Valencia

Nombre	Hueco P3 P4
Acrilamiento	VER_DB2_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	100,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	2,00
Factor solar	0,06

Nombre	Hueco V7
Acrilamiento	Vidrio bajo emisivo 4-12-4 V7
Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	26,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	2,16
Factor solar	0,49

 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia


3. Sistemas

Nombre	Sistema ACS
Tipo	agua caliente sanitaria
Nombre Equipo	EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre demanda ACS	Demanda ACS
Nombre equipo acumulador	ACS
Porcentaje abastecido con energía solar	0,00
Temperatura impulsión (°C)	60,0
Multiplicador	1

Nombre	Estufa de madera
Tipo	Calefacción multizona por agua
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente
Zona asociada	P01_E02
Temperatura impulsión (°C)	80,0
multiplicador	1

4. Equipos


Nombre	EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
---------------	----------------------------------

 Calificación Energética	Proyecto	
	Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad	Comunidad
	Almàssera	Valencia

Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	2,00
Rendimiento nominal	0,80
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-ACS-Elctrica-Defecto
Tipo energía	Electricidad

Nombre	EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	13,00
Rendimiento nominal	0,80
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Biomasa

Nombre	ACS
---------------	-----

 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	50,00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80,00


5. Unidades terminales

Nombre	UT_AguaCaliente
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E02
Capacidad o potencia máxima (kW)	13,00

6. Justificación

6.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
Sistema ACS	0,0	60,0

 Calificación Energética	Proyecto Trabajo Final de Grado. Eficiencia Energética en una Alquería Valenciana	
	Localidad Almàssera	Comunidad Valencia

7. Resultados



	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	G	130,7	11126,2	E	73,6	6263,3
Demanda refrigeración	C	13,1	1118,3	C	14,6	1240,3
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	D	12,2	1038,4	E	23,5	2000,2
Emisiones CO ₂ refrigeración	D	5,0	425,6	D	5,6	476,7
Emisiones CO ₂ ACS	G	17,9	1523,6	D	2,6	224,2
Emisiones CO ₂ totales	E	35,1	2987,6	E	31,7	2701,1
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	G	209,0	17788,3	E	106,7	9081,8
Consumo energía primaria refrigeración	D	20,2	1717,1	D	22,7	1934,8
Consumo energía primaria ACS	G	71,9	6122,9	D	10,9	926,5
Consumo energía primaria totales	G	301,1	25628,3	E	140,3	11943,1

11. Reportaje Fotográfico.

Trabajo Fin de Grado **Javier Palmero Gallent**

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València





Fachada Este-Norte



Fachada Norte



Fachada Este



Salón Comedor



Salón



Salón



Salón Comedor



Patio interior



Fachada Oeste



Porche



Cocina



Garaje



Andén

<p>U.P.V.</p>	<p>Nombre de proyecto</p> <p>Eficiencia energética en la arquitectura tradicional</p>	
	<p>Proyectado por:</p> <p>Palmero Gallent, Javier</p>	
	<p>Reportaje Fotográfico</p>	

12. Planos.

Listado de planos:

P01 – Alzados

P02 - Distribución

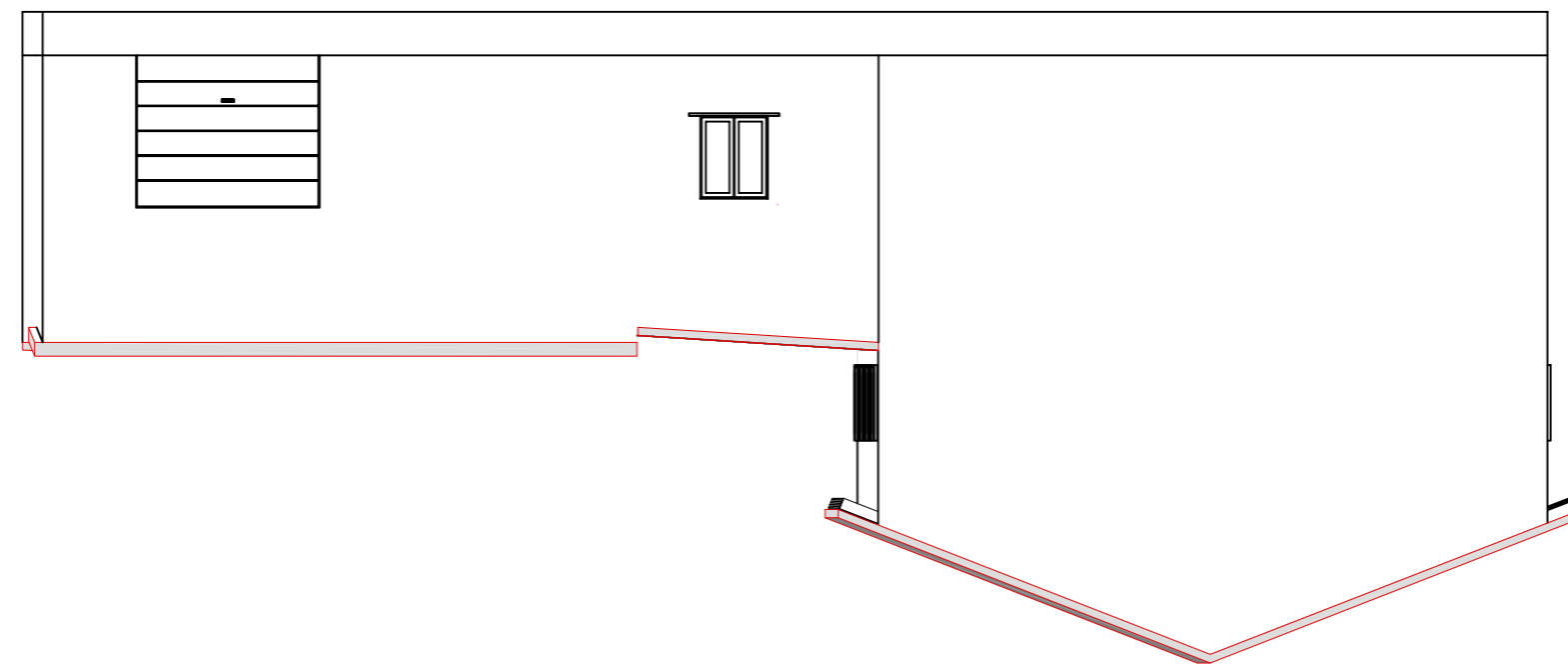
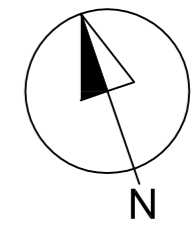
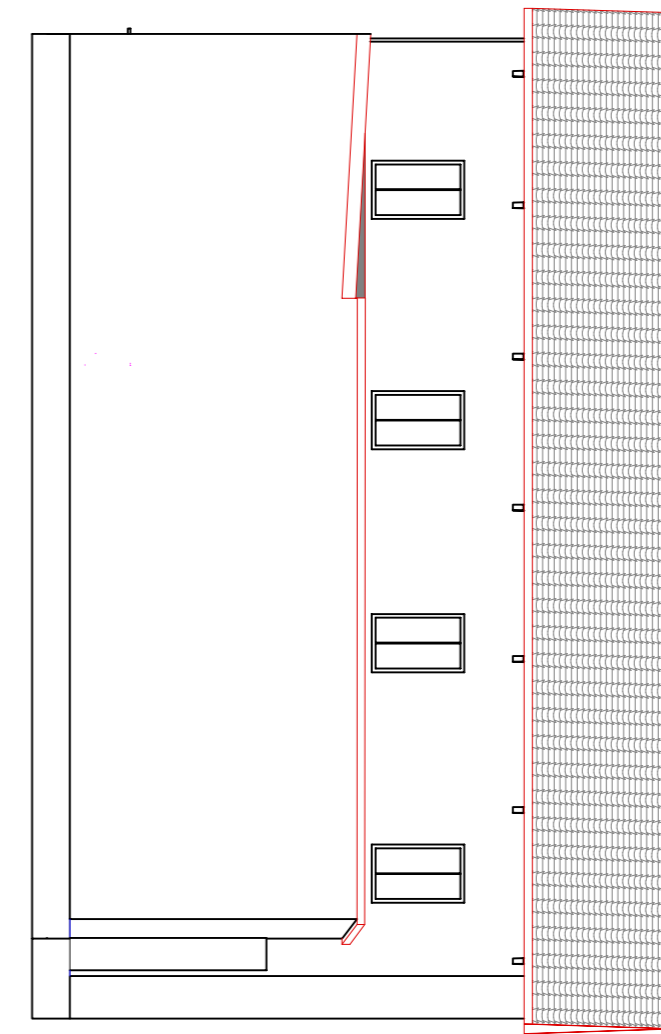
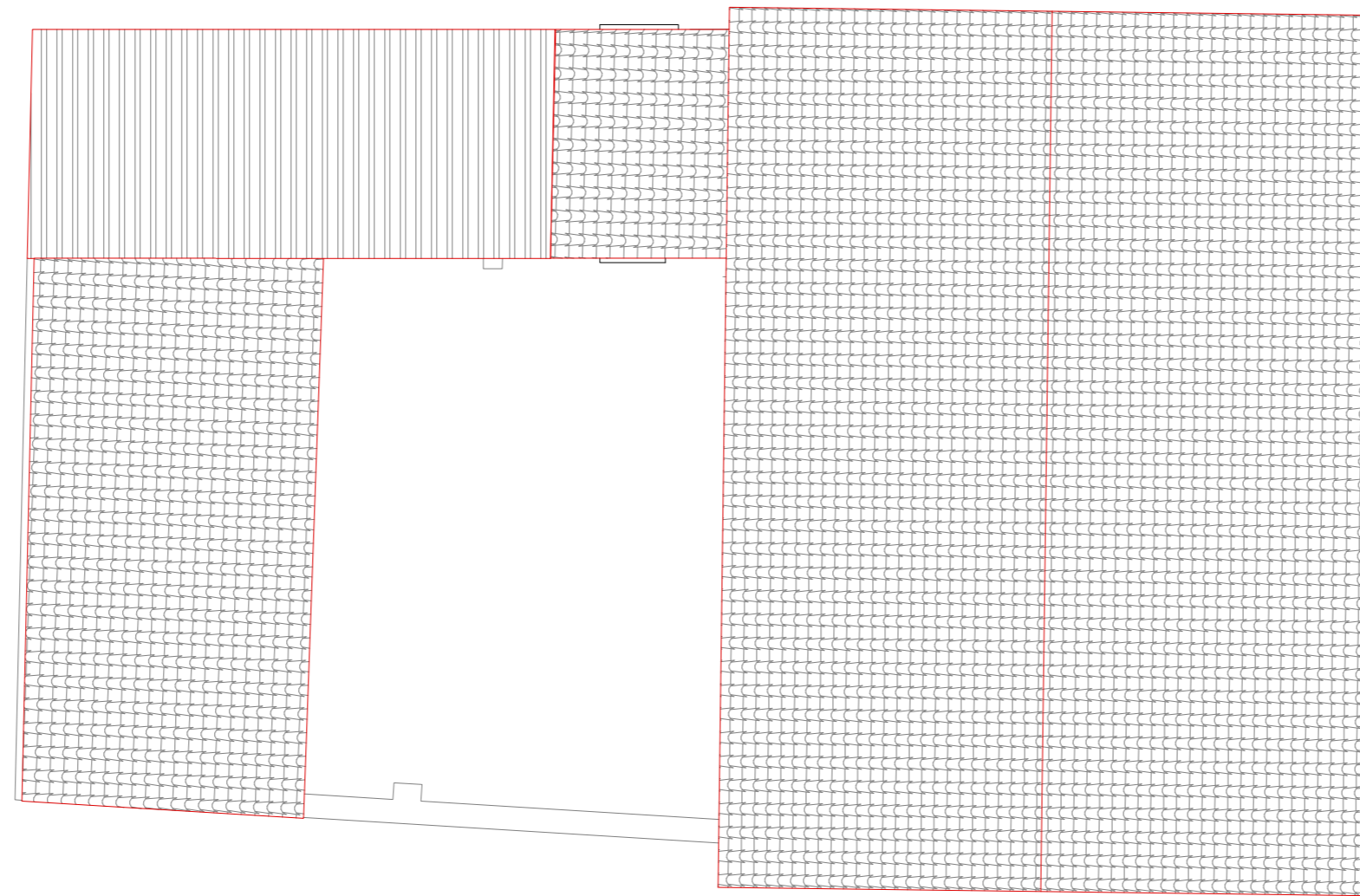
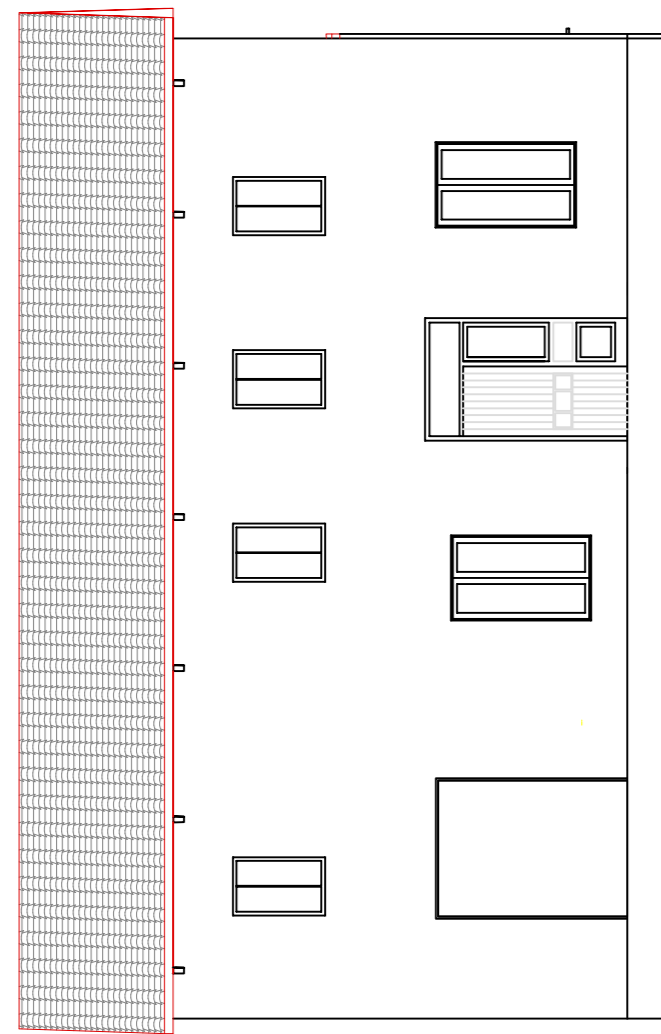
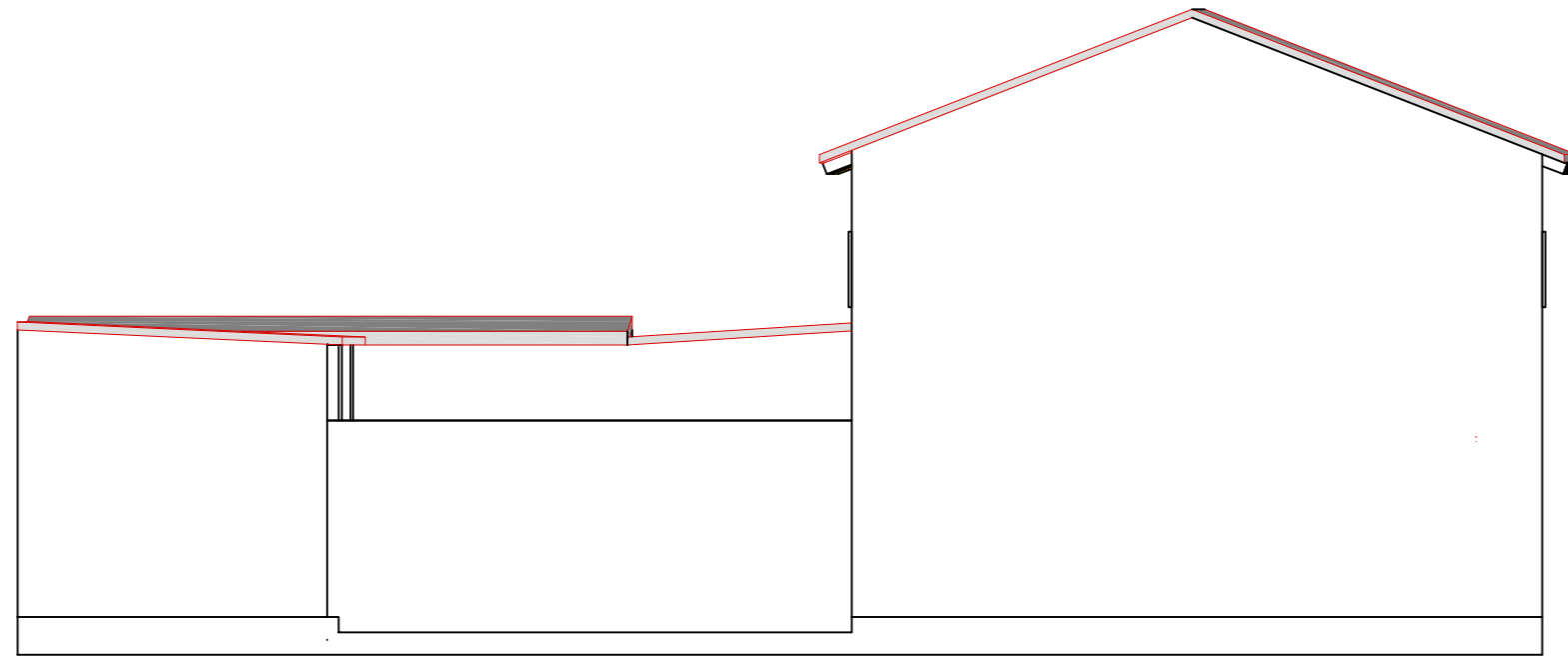
P03 - Secciones



P04 - Cotas

P05 - Plano Coordenadas CALENER

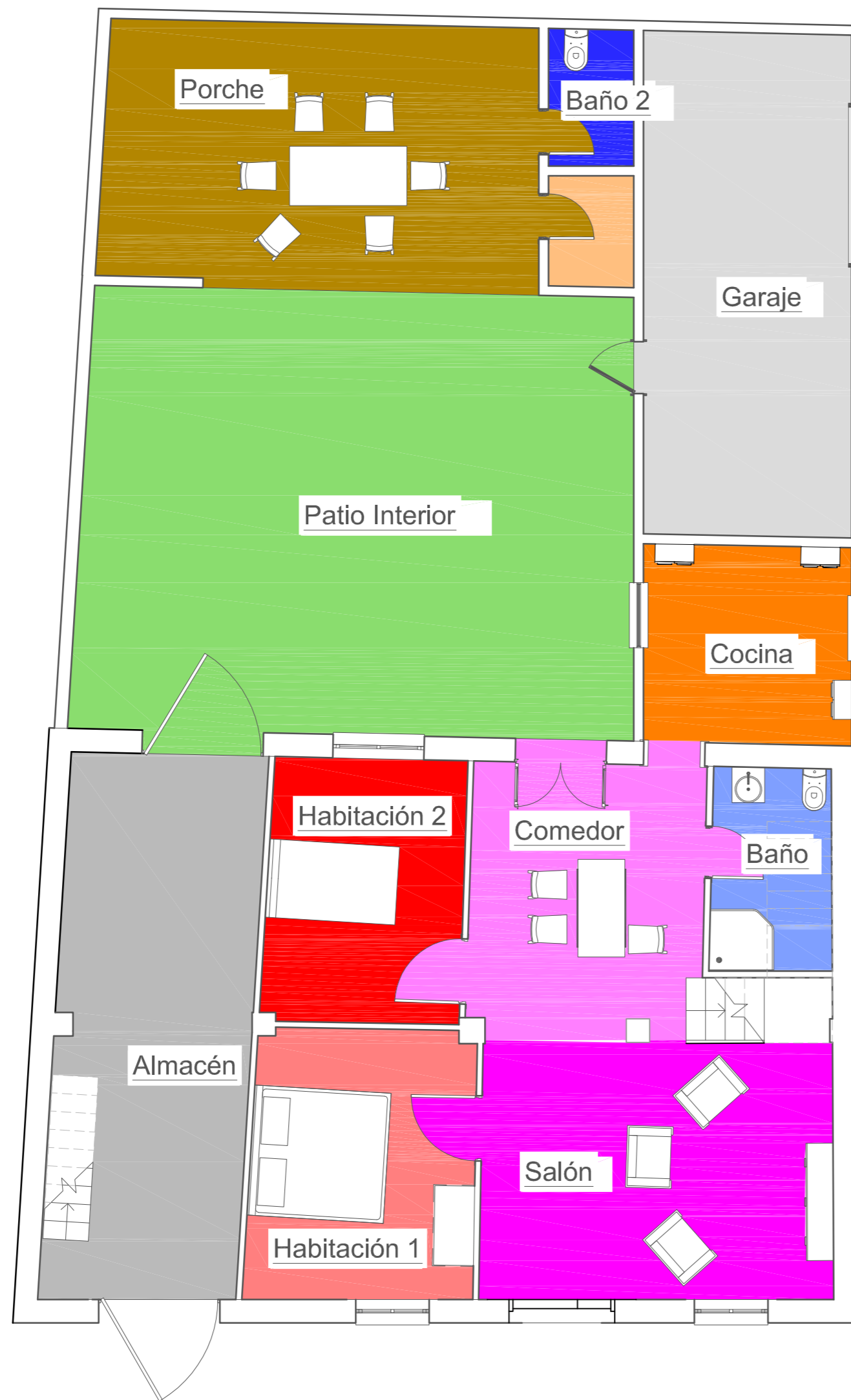
P06 - Carpintería



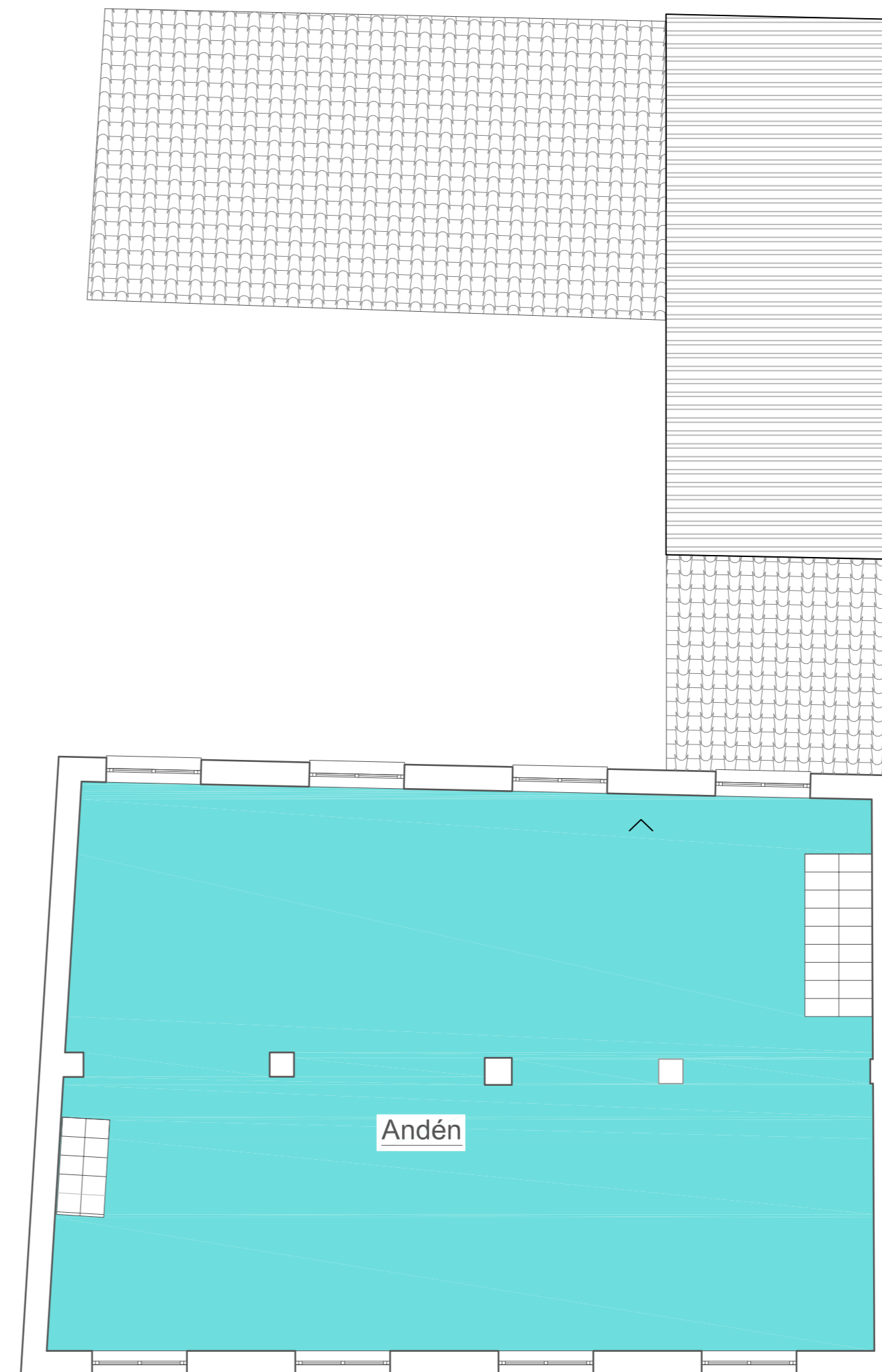


 U.P.V.	Nombre de proyecto Eficiencia energética en la arquitectura tradicional	
	Proyectado por: Palmero Gallent, Javier	
	Numero y nombre de plano: P01- Alzados	Escala: 1/200

P. BAJA



P. PRIMERA

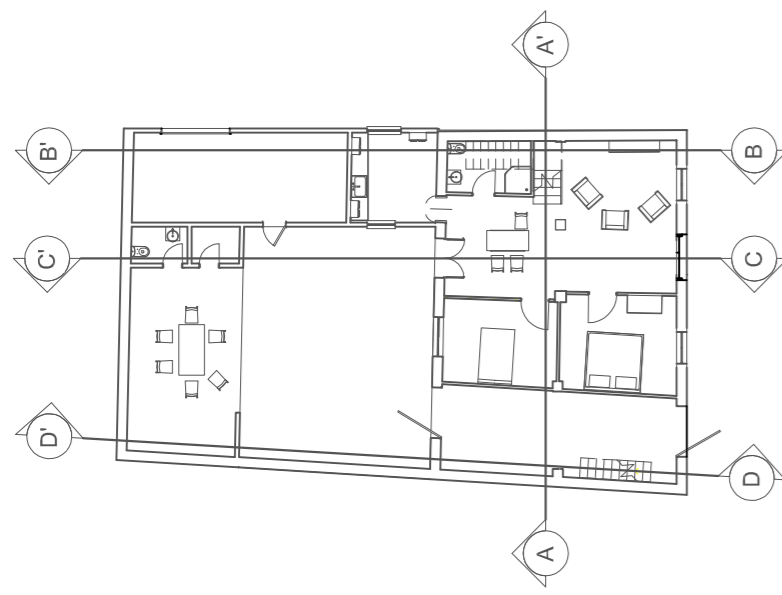


Distribución

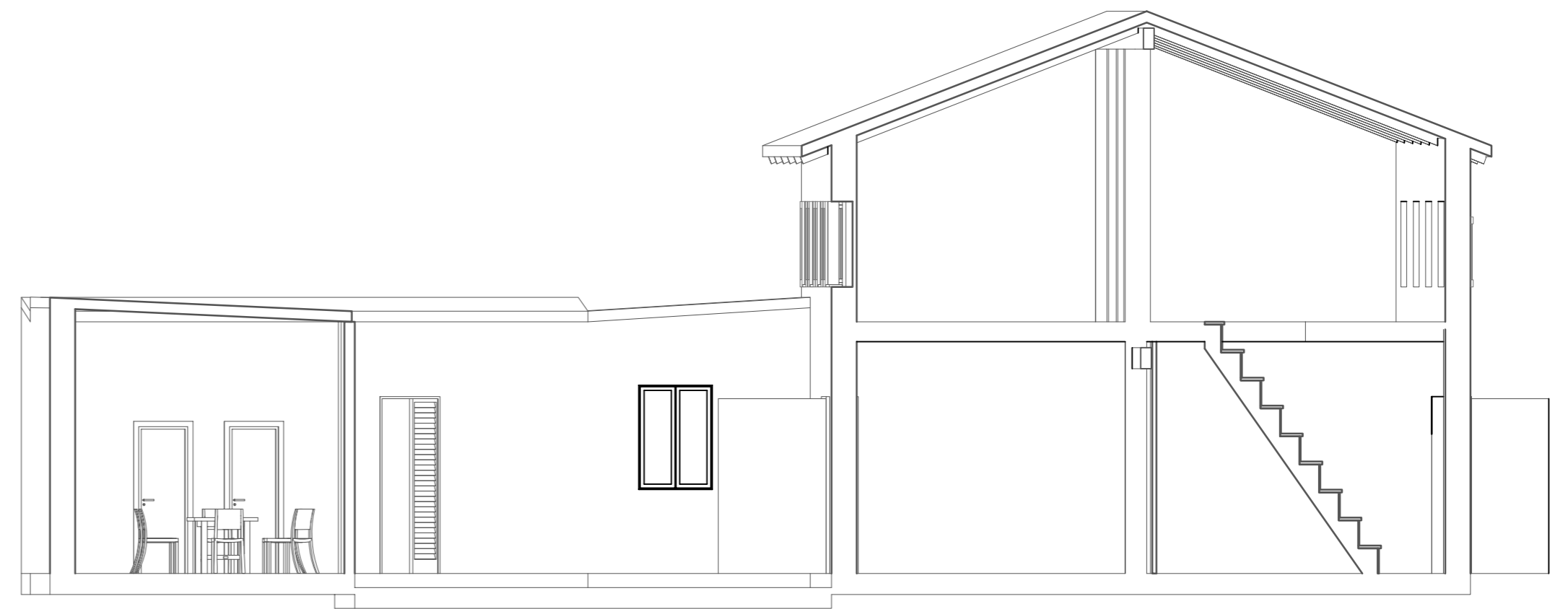
- | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|---|---|---|---|--|---|
| ■ Habitación 1 | ■ Habitación 2 | ■ Cocina | ■ Salón | ■ Comedor | ■ Baño | ■ Baño 2 | ■ Despensa | ■ Porche | ■ Patio Interior | ■ Almacén | ■ Garaje |
|---|---|---|--|--|---|---|---|---|---|--|---|

■ Andana

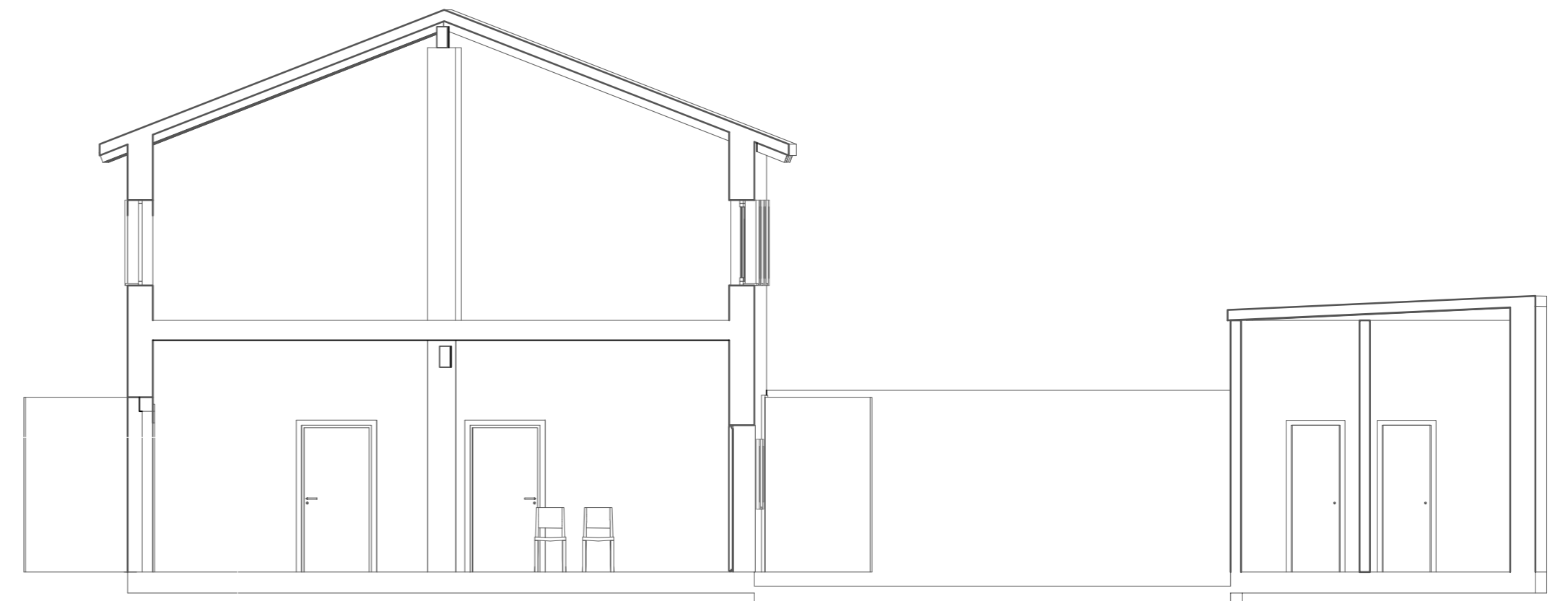
	Nombre de proyecto Eficiencia energética en la arquitectura tradicional	
	Proyectado por: Palmero Gallent, Javier	
	Numero y nombre de plano: P02- Distribución	Escala: 1/75



SECCIÓN A-A'



SECCIÓN D-D'

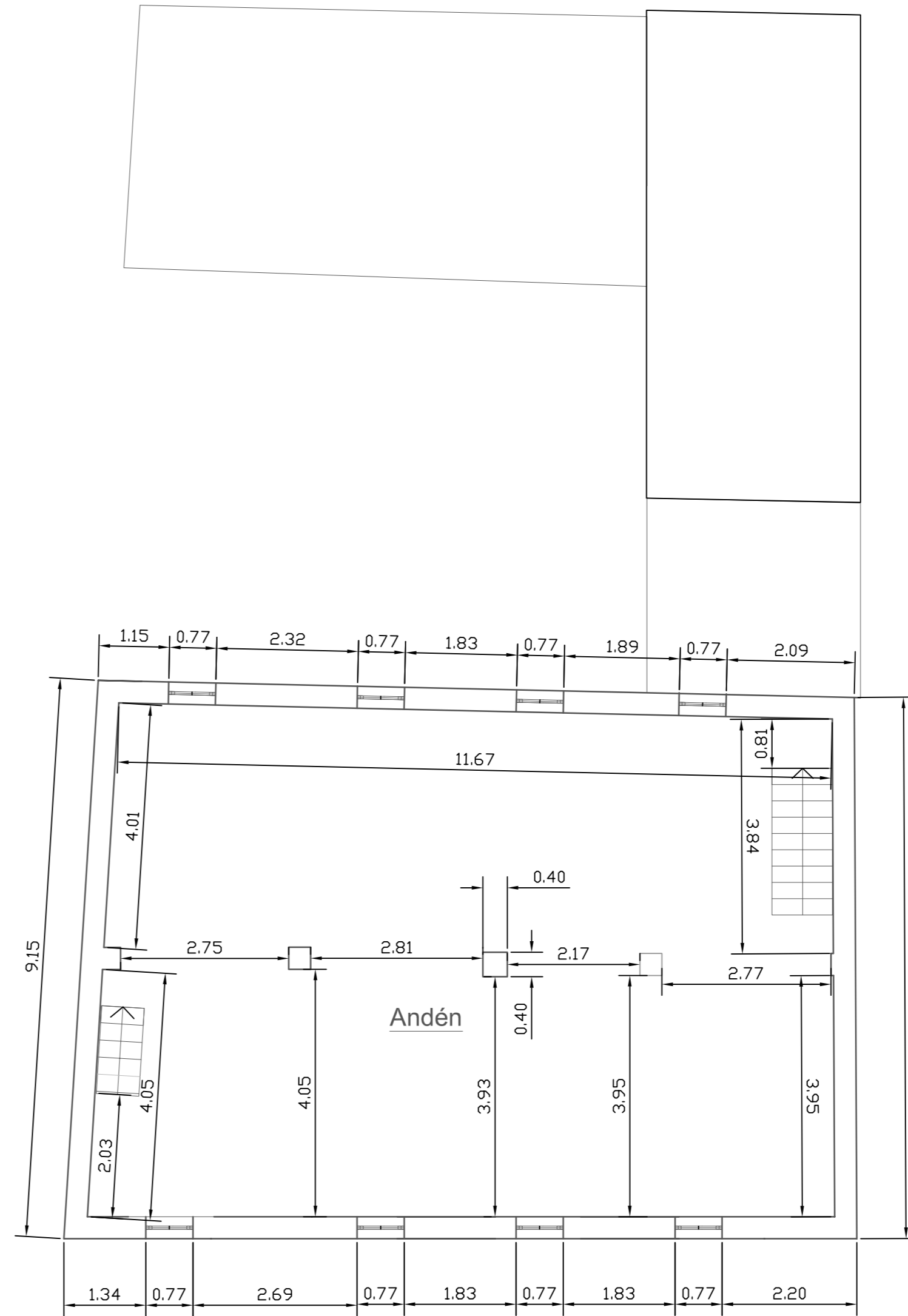
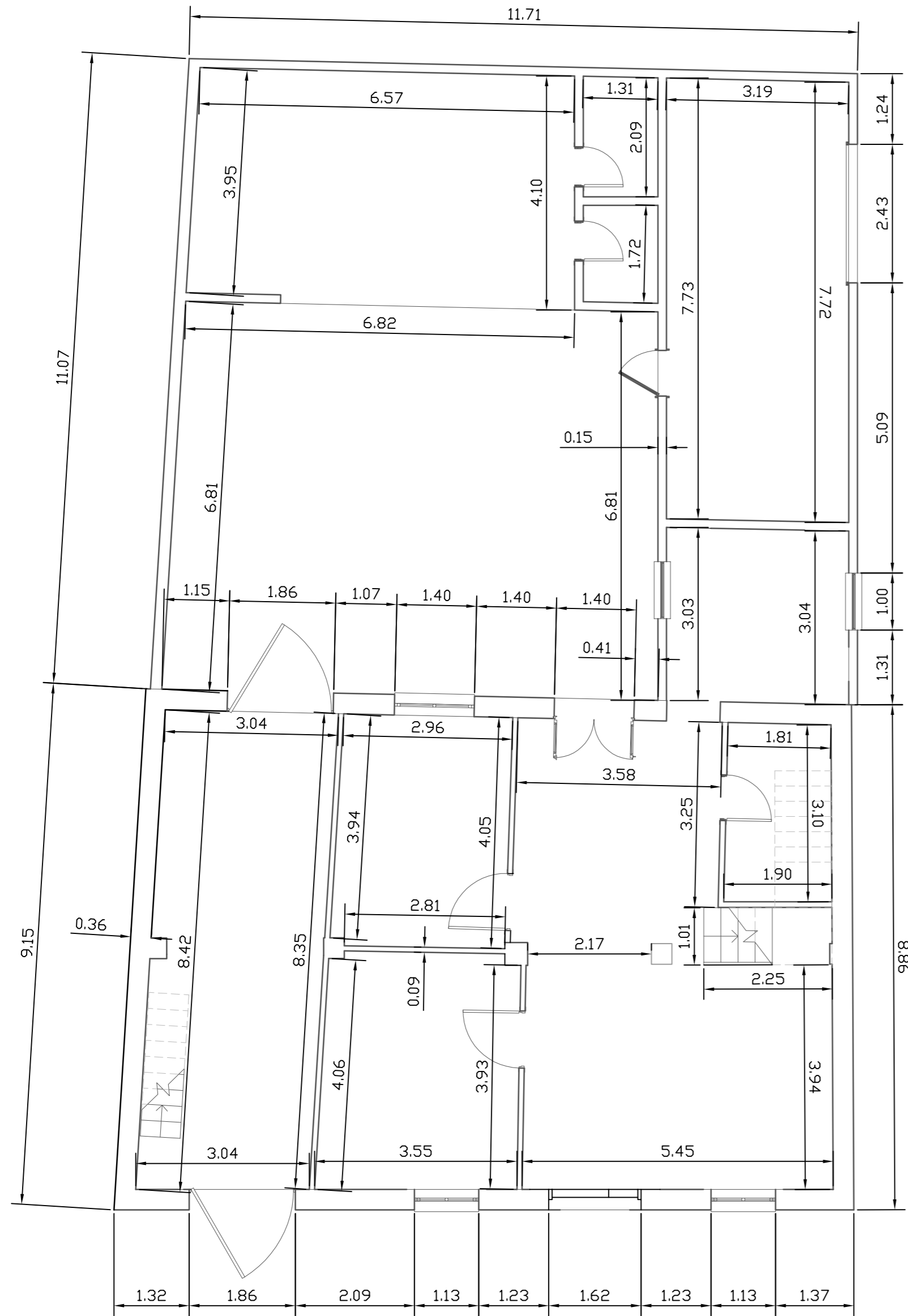


SECCIÓN C-C'



SECCIÓN B-B'

 U.P.V.	Nombre de proyecto Eficiencia energética en la arquitectura tradicional	
	Projectado por: Palmero Gallent, Javier	
	Numero y nombre de plano: P03- Secciones	Escala: 1/75



Cuadro Superficies Útiles	
Nombre	Área

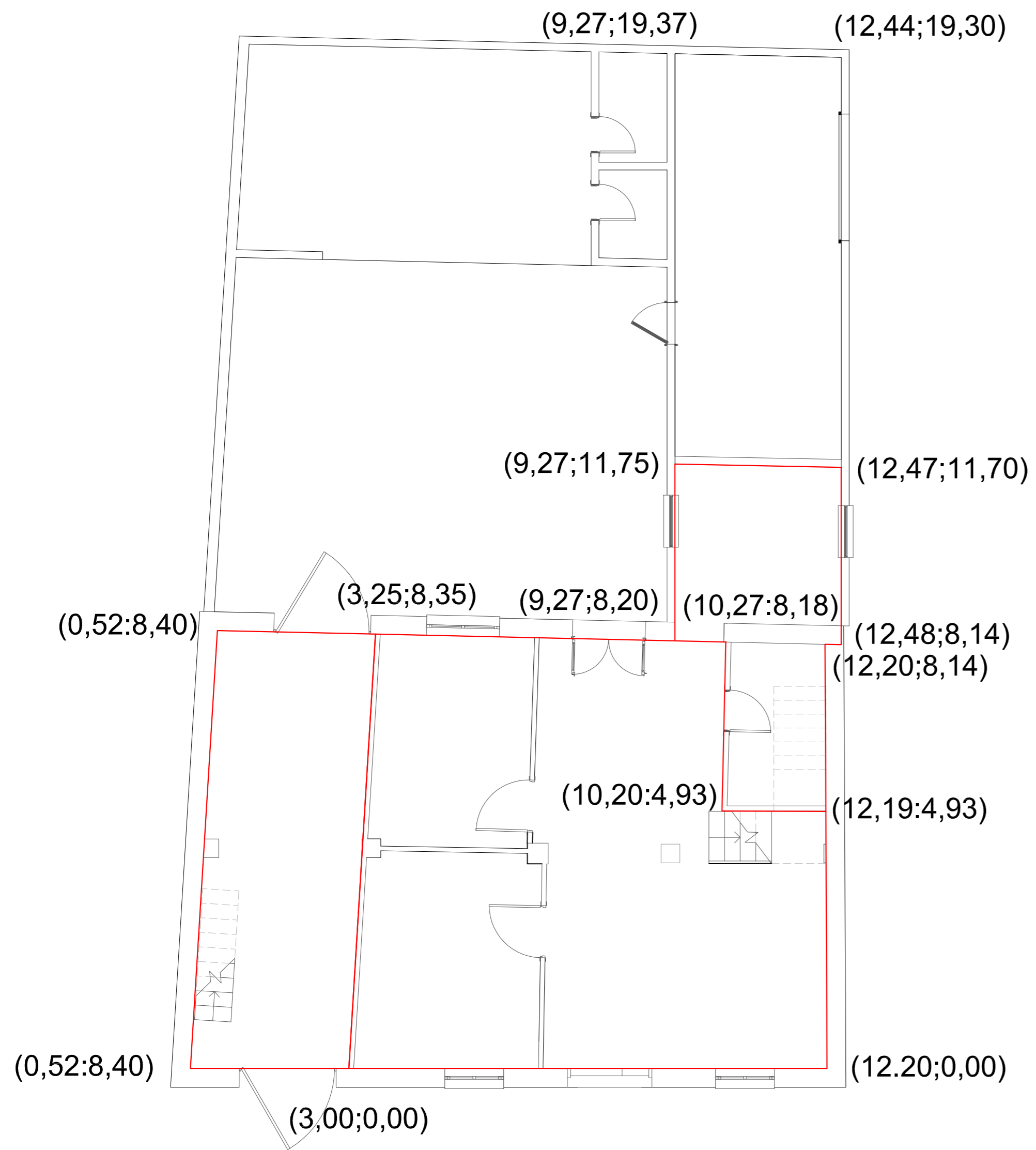
Planta baja	
Cocina	9.71 m ²
Salón	21.24 m ²
Baño	5.77 m ²
Habitación 2	12.23 m ²
Habitación 1	14.27 m ²
Almacén	21.92 m ²
Comedor	17.27 m ²
Garaje	24.67 m ²
Porche	27.20 m ²
Baño 2	2.75 m ²
Despensa	2.23 m ²
Patio Interior	57.78 m ²
Total	217.04 m²



Andén	
Andén	98.33 m ²
Total general	315.37 m²

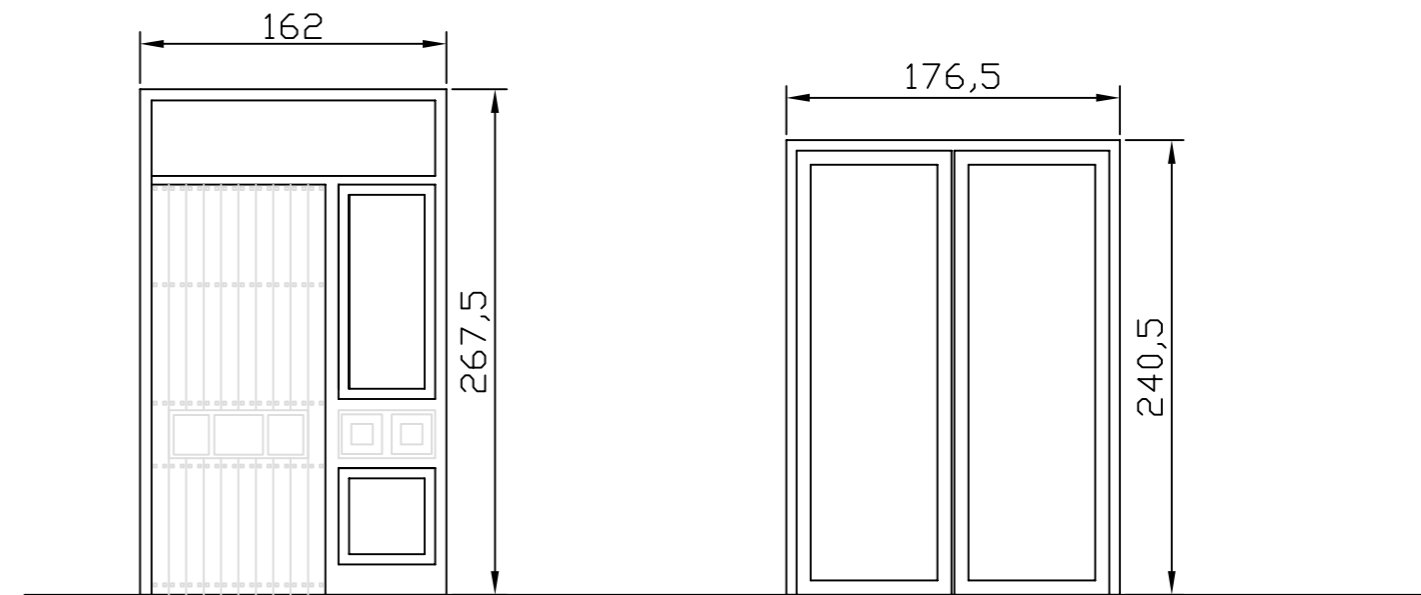
Superficie Construida	
Planta	Área

Planta baja	247.25 m ²
Andén	113.95 m ²
Total general	361.20 m²

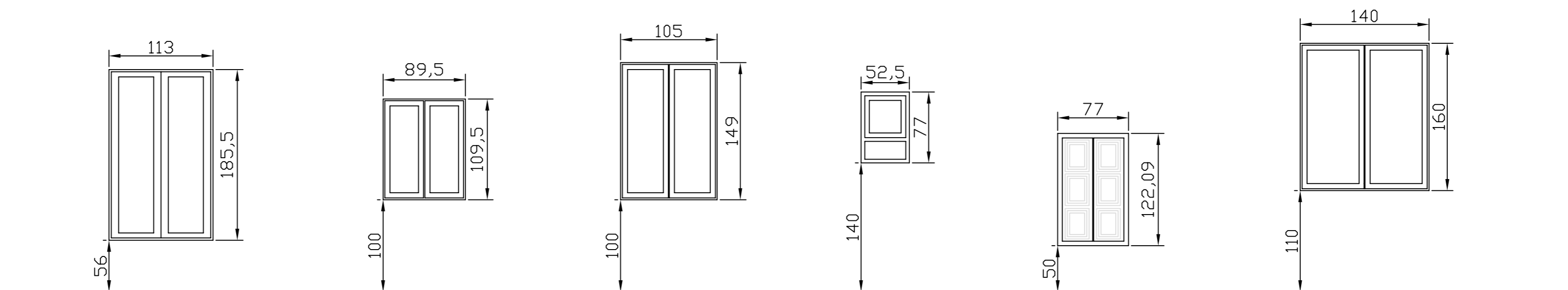
 U.P.V.	Nombre de proyecto Eficiencia energética en la arquitectura tradicional	
	Projectado por: Palmero Gallent, Javier	
	Numero y nombre de plano: P04- Cotas	
		Escala: 1/75



 U.P.V.	Nombre de proyecto Eficiencia energética en la arquitectura tradicional	
	Projectado por: Palmero Gallent, Javier	
	Numero y nombre de plano: P05- Plano Coordenadas CALENER	Escala: 1/75



TIPO	P1	P2
ORIENTACIÓN	ESTE	OESTE
PROTECCIÓN	-	VOLADIZO H=0cm L=75cm
RETRANQUEO	0,36 cm	0,36 cm
% MARCO	% 72,00	% 30,00



TIPO	V1 / V2	V3	V4	V5	V6	V7
ORIENTACIÓN	ESTE	NORTE	SUR	NORTE	ESTE / OESTE	OESTE
PROTECCIÓN	LAMAS Horizontales	-	VOLADIZO h=20cm L=60cm	-	-	LAMAS Horizontales
RETRANQUEO	0,36 cm	0,20 cm	0,20 cm	0,36 cm	0,36 cm	0,36 cm
% MARCO	% 40,00	% 40,00	% 33,00	% 53,00	% 100,00	% 26,00

 U.P.V.	Nombre de proyecto Eficiencia energética en la arquitectura tradicional	
	Projectado por: Palmero Gallent, Javier	
	Numero y nombre de plano: P06-Carpinteria	Escala: 1/75