



Universidad de Valladolid



ETSAVA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESTUDIO Y PROPUESTA ENERGETICA DE LA VIVIENDA TRADICIONAL DE ZONA SUROESTE DE LA PROVINCIA DE VALLADOLID

AUTOR: ALBERTO GALLEGOS VEGAS

Tutor: Alfredo Llorente Alvarez

17 Septiembre 2020

1. Introducción

- 1.1 Objetivos
- 1.2 Planteamiento

2. Estado del arte

- 2.1 Normativa Europea
- 2.2 Normativa Española
- 2.3 Definición de Edificio de Consumo Casi Nulo
- 2.4 Estudios previos

3. Estándar Passivhaus

- 3.1 Cinco principios básicos Passivhaus
 - 3.1.1 Aislamiento térmico
 - 3.1.2 Puertas y ventanas de alto aislamiento
 - 3.1.3 Ausencia de puentes térmicos
 - 3.1.4 Ventilación controlada con recuperador de calor
 - 3.1.5 Estanqueidad al aire

4. Rehabilitación bajo el estándar Passivhaus

5. Contexto geográfico

- 5.1 Climatología Valladolid

6. Caso de estudio

- 6.1 Condicionamiento geográfico
- 6.2 Análisis constructivo
 - 6.2.1 Evolución de los sistemas constructivos
 - 6.2.2 Sistemas constructivos
- 6.3 Análisis tipológico

7. Vivienda objeto de estudio

- 7.1 Ubicación
 - 7.1.1 Solar de la vivienda
 - 7.1.2 Zona climática
- 7.2 Análisis descriptivo de la vivienda
- 7.3 Análisis constructivo de la vivienda
- 7.4 Análisis tipológico de la vivienda
- 7.5 Propuesta de intervención de la casa de estudio
 - 7.5.1 Detalles originales
 - 7.5.2 Detalles de la intervención

8. Estudio energético de la vivienda con CE3X

9. Estudio energético de la intervenida con CE3X

10. Conclusiones

Anexo I: Fichas técnicas de fabricantes

Anexo II: Informe de proyecto CE3X

Anexo III: Infografía vivienda y detalles constructivos

Anexo IV: Bibliografía consultada

RESUMEN

Este trabajo de investigación consiste en el estudio de la tipología tradicional rural de la zona de Valladolid y una posible intervención para alcanzar al máximo posible los índices pasivos dentro de las viviendas, más concretamente de la zona sureste, con el fin de conseguir una mejora de la arquitectura tradicional. Para ello se va a realizar un estudio que propone una intervención sobre la arquitectura vernácula, centrándose en la eficiencia energética antes y después de la rehabilitación. Este tipo de cambios en las edificaciones tienen una serie de factores influyentes como la zona climática en la que se encuentran, el tipo de edificación y año de la construcción etc.

Palabras clave: arquitectura tradicional rural, estándar passivhaus, reforma, rehabilitación, Estándar EnerPHit, eficiencia energética.

MOTIVACIÓN

Actualmente el tema de las viviendas pasivas es uno de los más vigentes dentro del tema de la construcción. Ahorro energético, energías renovables, edificios de consumo casi nulo, son temas que cada vez están más de moda y por ello me han surgido un interés sobre estos temas. Además al investigar sobre ello y al leer artículos, mayormente se habla sobre construcciones nuevas en áreas desarrolladas, por ello además de pensar en estos sistemas innovadores me pareció correcto centrar mi objetivo de trabajo en la arquitectura vernácula y más concretamente en la de los pueblos que rodean la provincia de Valladolid, debido a que es la zona donde ha residido mi familia. Por ello en vez de analizar viviendas construidas passivhaus o centrarme en analizar cómo funcionan sus construcciones, que son temas más comunes con numerosos estudios ya realizado, se ha decidido estudiar las propuestas e intervenciones necesarias de una vivienda unifamiliar para intentar alcanzar lo máximo posible el estándar passivhaus.

Siendo consciente de las altas prestaciones que tienen estas viviendas modernas pasivas, quería intentar trasportar estas características a estas viviendas tradicionales debido a que actualmente los pueblos están cayendo en el abandono, intentando eliminar sus problemas más comunes y realzando las cualidades más convenientes de la arquitectura vernácula.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

Como objetivo principal del trabajo de investigación es realizar un estudio y la intervención energética para alcanzar los estándares pasivos sobre las tipologías edificatorias tradicionales de la zona rural de la comarca de Valladolid, más concretamente, como se ha comentado antes en la zona sureste, la zona delimitada por los tres pueblos más importantes de la zona que son Portillo, Olmedo e Iscar. Después de analizar los sistemas tipológicos el trabajo de investigación consiste en intentar llevar los estándares pasivos a estas edificaciones, analizando la eficiencia energética antes, en su estado original, seguidamente realizar una modificación energética y por último volver a realizar el estudio energético con las nuevas modificaciones.

Sin formar parte de los objetivos principales, esta la aportación ofrecida en este trabajo intente valorar el patrimonio edificatorio de la arquitectura tradicional de nuestros pueblos, dándoles el valor que se merecen y valorando las construcciones que tenemos en ellos, pudiendo utilizarlas, intervenir en ellas e intentar que la despoblación que se está originando actualmente descienda.

1.2 PLANTEAMIENTO

Las viviendas tradicionales construidas en los núcleos rurales disponen de una baja eficiencia energética debido a los sistemas constructivos empleados en esas épocas y de los escasos materiales que tenían disponibles. La utilización de aislamientos térmicos no era una técnica empleada en las construcciones de las primeras viviendas tradicionales debido a que hasta los años 70 no se empezaron a utilizar estos nuevos materiales. Debido a ello estas viviendas contaban con numerosas pérdidas térmicas por sus cerramientos. Aun con esas deficiencias técnicas también hay que determinar que estas edificaciones también contaban con numerosas características adecuadas a la hora del confort térmico interior como puede ser la alta inercia térmica con la que contaban los anchos muros de estas viviendas.

Hasta el año 1975 no entro en vigor las primeras normativas sobre la eficiencia energética, esta normativa entró debido a la crisis del petróleo que se originó en esas fechas y el gobierno decidió intervenir en la forma de construir para intentar reducir el consumo energético de las edificaciones. Estas primeras normativas eran muy escasas, dividiendo el territorio nacional únicamente en cuatro zonas climáticas y determinando unas exigencias tanto de aislamiento térmico como de consumo muy reducido.

Debido a todos los problemas energéticos comentados anteriormente y también por el abandono de los municipios rurales, comentado en los objetivos, se procederá a realizar primero un estudio constructivo y tipológico de las viviendas unifamiliares tradicionales y se planteará una solución energética sobre un caso de estudio que cumpla con las características estudiadas previamente, una vez realizadas las soluciones necesarias a la edificación se finalizará con un nuevo estudio energético de la vivienda modificada.

2. ESTADO DEL ARTE

El cambio climático y la reducción de la emisión de gases contaminantes a la atmosfera ha sido un tema de consideración a lo largo de los últimos años. Este aspecto es bastante crucial dentro de nuestro ámbito de trabajo, la arquitectura, ya que el cómputo total de los edificios de la unión europea entro los que se encuentra el sector servicios y residencial supera el 40% de la energía primaria, lo que conlleva el 40% de la emisión de CO₂.

A nivel nacional las construcciones residenciales representan aproximadamente el 18% del consumo de la energía primaria, gastándose entre el 40-45% en calefacción únicamente.

En 1997 se redactó el protocolo de Kioto con el propósito de frenar la situación adversa producida por los gases de efecto invernadero (GEI). Esta propuesta fue respaldada por un total de 37 países industrializados con el fin de reducir las emisiones en un 55% al llegar al año 2015. Este objetivo tardó demasiado en realizarse y obtener resultados ya que suponía diversos problemas a los gobiernos de los países interesados, debido a que se tenían que reorganizar los consumos de combustibles fósiles, siendo estos unos de los principales medios de comercialización a nivel global.

2.1 NORMATIVA EUROPEA

Debido al fracaso del protocolo de Kioto se crea la Directiva 2010/31UE del Parlamento y del Consejo con el objetivo de realizar nuevas medidas para detener el cambio climático que según avanzan los años se va notando más siendo un tema cada vez más preocupante.

En 2007 se analizaron y se realizaron nuevos objetivos tras los de Kioto 1997. Como resultado la Unión europea aprueba unas nuevas medidas para todos los estados con el propósito de reducir un 20% las emisiones de CO₂ antes del final del año 2020, conocido por el "20-20-20". El ámbito de la construcción, como se ha visto antes, al contribuir en el 40% de las emisiones tiene un papel importante dentro de las nuevas medidas.

En el año 2010 la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (DEEB) incorpora por primera vez el termino de Edificio de Consumo Casi Nulo (ECCN) o en inglés *nearly Zero Energy Buildings* (nZEB).

"Los edificios tienen una incidencia en el consumo de energía a largo plazo. Dado el largo ciclo de renovación de los edificios existentes, los edificios nuevos y los edificios existentes que son objeto de reformas importantes deben cumplir unos requisitos mínimos de eficiencia energética adaptados a las condiciones climáticas locales. Como en general no se aprovecha completamente el potencial que ofrece la utilización de fuentes de energía alternativas, debe considerarse el uso de tales fuentes en edificios nuevos y

existentes, independientemente de su tamaño, de conformidad con el principio de asegurar en primer lugar una reducción de las necesidades de calefacción y refrigeración a unos niveles óptimos de rentabilidad. ''¹

''Debe considerarse que las reformas importantes de los edificios existentes, independientemente de su tamaño, ofrecen la oportunidad de tomar medidas rentables para aumentar su eficiencia energética. Por motivos de coste-efectividad, debe ser posible limitar los requisitos mínimos de eficiencia energética a las partes renovadas que tengan más relevancia para la eficiencia energética del edificio. Los Estados miembros deben tener la posibilidad de optar por definir una «reforma importante» en términos de porcentaje de la superficie de la envolvente del edificio o en términos del valor del edificio. Si un Estado miembro decidiera definir una reforma importante en términos del valor del edificio, podrían utilizarse valores como el valor actuarial o el valor actual basado en el coste de la reconstrucción, excluyendo el valor del terreno sobre el que se levanta el edificio. ''²

''Se necesitan medidas que aumenten el número de edificios que no solo cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética actualmente vigentes, sino que también sean más eficientes energéticamente al reducir tanto el consumo energético como las emisiones de dióxido de carbono. A tal efecto los Estados miembros deben elaborar planes nacionales para aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo, y deben comunicar dichos planes a la Comisión periódicamente. ''³

El artículo 7 regula los edificios ya existentes estableciendo que cuando se realicen reformas importantes en ellos se mejore la eficiencia energética del edificio o en tal caso de la zona reformada. Estas modificaciones tienen que cumplir unos requisitos mínimos establecidos en el artículo 4 del mismo documento, siendo aplicados también de la misma forma a elementos que se renueven del edificio.

Los estados miembros son los que redactaron cada uno de ellos sus propios requisitos mínimos.

En el artículo 9 se indican las pautas a seguir con los Edificios de Consumo Casi Nulo y más adelante obliga a los estados miembros a que, más tarde del 31 de diciembre 2018 todos los edificios sean ECCN, fecha que posteriormente se adelantaría al 31 de diciembre de 2018 para edificios nuevos que estén ya ocupados y sean de propiedad pública, para poder alcanzar los objetivos establecidos.

2.2 NORMATIVA ESPAÑOLA

En el Estado Español la normativa estaba ligada al cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE) y del Reglamento de Instalaciones Técnicas de los Edificios (RITE).

^{1 2 3} Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición). Diario Oficial de la Unión Europea. 18.6.2010

En el año 2014 tras la nueva normativa expuesta por la Unión Europea, La Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo de España comienza el Proyecto 6424/14MOVE.

Este nuevo documento en el apartado 2 deja claro que es un plan meramente informativo, sin establecer compromisos. Informa sobre materia reglamentaria y la eficiencia energética establecida por la Directiva Europea. También informa de las nuevas modificaciones del CTE DB que se aprobarían en el año 2013 incorporando los nuevos aspectos de los ECCN.

Este plan también atiende a las cuestiones del artículo 9 de la Directiva Europea, donde se especificaba que cada Estado tenía que determinar sus requisitos mínimos, explicando la situación actual de parque edificado nacional y los aspectos de los Edificios de Consumo Casi Nulo.

2.3 DEFINICIÓN DE EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

El apartado 3 del artículo 9 de la Directiva 2010/31/UE defendía que cada estado miembro debía detallar una definición de edificio de consumo casi nulo, reflejando las características y condiciones nacionales, regionales o locales. Además tenían que indicar el consumo de energía primaria anual de los edificios, expresada en KWh/m².

La Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación redacta un plan provisional debido a que los datos referidos a las zonas geográficas variaban importantemente, dividido en dos fases. La primera determinaba los objetivos de la eficiencia energética de cara a 2015, reflejando en ella las modificaciones llevadas a cabo en 2013 del código técnico de la edificación. Siendo obligatorio para los edificios construidos posteriormente al 13 de marzo de 2014 introduciendo la obligación que se llevará a cabo en 2020. La segunda fase aprobada entre 2016 y 2017 establece la definición específica de los ECCN siendo estos obligatorios a partir de diciembre de 2020, pero siendo posible su construcción anteriormente a la fecha concienciando así a los encargados de realizarlos.

*De esta forma el CTE determina como definición de consumo casi nulo: "Se define como edificio de consumo de energía casi nulo, aquel edificio, nuevo o existente, que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas en este Documento Básico "DB HE Ahorro de Energía" en lo referente a la limitación de consumo energético para edificios de nueva construcción. "*⁴

⁴ Documento Básico HE Ahorro de Energía II Ámbito de aplicación

Normativa existente	2006	Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2007	Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)
	2007	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción
Objetivos intermedios a 2015	2013	Modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE). Introducción de la obligación de que todos los edificios nuevos sean de consumo de energía casi nulo en 2020 (2018 para los de la Administración)
	2013	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2013	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios (se amplía a edificios existentes)
Definición reglamentaria de edificios de consumo de energía casi nulo	2016-17	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía: Introducción de la definición detallada de edificio de consumo de energía casi nulo. Aplicación voluntaria.
	2018	Aplicación obligatoria a edificios nuevos propiedad de la administración pública
	2020	Aplicación obligatoria a todos los edificios de nueva construcción

Figura 1. Plan para la actualización reglamentaria y la incorporación en la misma de la definición detallada de edificios de consumo casi nulo

Actualmente la normativa vigente está establecida por el Documento Básico HE Ahorro de energía establecido el 20 de diciembre de 2019 debido a que La Directiva 2010/31/UE en su artículo 4 determina que los requisitos mínimos de eficiencia energética tienen que ser revisados periódicamente en intervalos no mayores de 5 años. Este documento básico para acercarse a los requisitos europeos redacta dos exigencias una a carácter global y la otra con exigencias específicas.

Exigencias de carácter global:

- Consumo energético de energía primaria no renovable.
- Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Exigencias específicas relativas:

- La transmitancia máxima de los elementos de la envolvente térmica y aquellos otros que separan diferentes unidades de uso.
- La eficiencia energética de las instalaciones térmicas.

- La eficiencia energética de la instalación de la iluminación y la potencia máxima instalada en el edificio.
- La aportación mínima de energía procedente de fuentes renovables para el suministro de ACS.
- El porcentaje mínimo de aportación de energía procedente de fuentes de energía renovables para usos eléctricos del edificio.

2.4 ESTUDIOS PREVIOS

Antes de realizar el estudio previo sobre las tipologías edificatorias de las zonas rurales y la intervención se ha procedido a realizar un estudio sobre las publicaciones realizadas sobre temas con características similares a nuestro tema de investigación. Al proceder con ello podemos observar en los resultados que trabajos, estudios, artículos etc. Sobre el tema de viviendas pasivas está muy popularizado debido a que actualmente es un tema muy popular dentro de la construcción.

Posteriormente se procedió a buscar información sobre temas de viviendas pasivas o bloques de viviendas pasivas en la base de datos de la Universidad de Valladolid, constatando que hay mucha información sobre ello, como puede ser el trabajo fin de grado de Jesús Javier Zaera Martín del año 2016, *"El estándar passivhaus en Castilla y León y su certificación energética"* o el trabajo fin de grado de Claudia Colino Alonso del año 2019 *"Estudio y comparativa de viviendas unifamiliares bajo el estándar passivhaus"*.

Al encontrar demasiada información y números estudios ya realizados sobre el tema en cuestión se continuó sobre la búsqueda de temas de análisis e investigación sobre las tipologías edificatorias en las zonas rurales. El resultado fue bastante amplio encontrando numerosos trabajos realizados sobre pequeños núcleos repartidos por todo el territorio nacional. En este apartado el objetivo de los trabajos era numeroso pero centrándose en el tema en cuestión se centraba la investigación en aquellos que analizaban tipologías edificatorias y más concretamente en su análisis, rehabilitación y conservación. Estos casos cada vez eran más escasos y concretos, encontrando trabajos realizados en la zona de Galicia, Valencia etc.

Centrándose en la zona de estudio únicamente se encontraban trabajos sobre la tipología edificatoria de las construcciones vernáculas, sobre la evolución histórica de ellas y en muy pocas ocasiones estudios más precisos sobre zonas concretas o construcciones específicas como centros históricos o áreas de carácter históricos de algunos pueblos.

Después de realizar y leer un estudio publicado por la universidad de Valladolid, del departamento de urbanismo de la universidad de arquitectura sobre las tipologías edificatorias de toda la provincia de Valladolid se decidió enfocar el trabajo de investigación sobre una zona más concreta y de esa forma ser un trabajo con un carácter más original.

Posteriormente se decidió cual sería la zona de estudio y después de analizar varias áreas que fueron: la zona más próxima a la ciudad de Valladolid englobando a los pueblos de La Cistérniga, Renedo, Laguna se descartó debido a que es una zona más moderna y con trabajos realizados. La siguiente zona que decidió fue la parte fronteriza con la provincia de Segovia (zona sureste) la tierra de pinares próximos al municipio segoviano de Cuellar. En ella se estudiaron varios pueblos como puede ser la zona de Cogeces del Monte y Campaspero o la zona de Íscar, Pedrajas de San Esteban, Villaverde de Íscar. Se acabó escogiendo la segunda zona, la del municipio de Íscar, debido a la unificación de las características tipológicas y constructivas de sus municipios. Debido a que la zona de Campaspero por ejemplo, aun perteneciendo a la misma zona de la comarca; Tierra de Pinares, contenía bastantes más diferencias entre unos municipios y otros aunque entre ellos no hubiese mucha distancia geográfica.

Para profundizar más y no quedarse solo en un estudio tipológico debido a que de eso ya había estudios como el de la universidad de Valladolid, aunque fuese a nivel más global. Se ha decidido escoger una vivienda dentro de las tipologías estudiadas y realizar como se ha comentado anteriormente la intervención energética con el fin de introducir el tema de las viviendas pasivas dentro de nuestro tema de estudio.

De la misma forma que se ha realizado la investigación sobre el contenido del trabajo de fin de grado, se ha realizado una investigación sobre los diferentes y posibles programas de cálculo para realizar los estudios energéticos de las viviendas. Se han propuesto varias opciones como pueden ser el programa HULC, el programa específico del instituto de passivhaus PPHP o el la aplicación CE3X. Después de analizar las características y las prestaciones de cada uno de ellos se ha decidido la utilización de CE3X como se comentará en el apartado 4. Rehabilitación bajo el estándar passivhaus, debido a la óptima calidad que ofrece después de realizar los cálculos, su fácil acceso y su cómoda utilización.

A la hora de tomar la decisión de cómo iba a ser la intervención en las tipologías edificatorias también ha sido crucial el estudio previo y la investigación, debido a que hay numerosas formas y maneras de realizarse. En numerosos casos las rehabilitaciones energéticas de estas viviendas se realizan por el exterior de los muros de fachada que como consecuencia tiene la variación de la tipología exterior del edificio, por ello en nuestro caso se ha optado por una intervención toda ella por el interior, para conservar lo máximo posible el patrimonio tradicional de los pueblos.

3. ESTÁNDAR PASSIVHAUS

Passivhaus es un estándar de construcción de edificios energéticamente sostenibles y con unas condiciones y confort interior elevado. Este sistema aunque lleve más de 20 años en funcionamiento y con una cantidad muy elevada de edificaciones construidas con este sello, sigue siendo un término desconocido y en consecuencia de ello, una forma de construir que da desconfianza a las personas, promotores etc. Encargadas de obtener un inmueble de estas características. Por ello las passivhaus están en una lucha por darse a conocer y procurar que el público comprenda que no es muy complicado este nuevo sistema constructivo para alcanzar unos objetivos muy sencillos.

La principal característica de estos edificios es el elevado control de una serie de aspectos básicos de la construcción. Estos puntos son: Un control en el diseño del edificio, unas condiciones constructivas y aislamiento térmico, control del comportamiento del aire interior y un consumo energético casi nulo.

Este diseño busca principalmente la reducción de los gastos que un propietario tiene que invertir en su vivienda, denominada hipoteca energética. Estos gastos se pueden aminorar de una forma sustancial mediante un proyecto con un control óptimo en puntos imprescindibles como pueden ser la orientación, puentes térmicos etc.

Con todo esto podemos llegar a la definición de passivhaus como un edificio que puede garantizar el confort interior mediante el suministro energético de calefacción y/o refrigeración con el movimiento del aire interior de la vivienda. Reduciendo así al máximo posible el gasto energético. Este movimiento de aire tiene que garantizar los niveles de higiene de una habitación residencial.

El estándar passivhaus no solo sigue la normativa establecida por la unión europea como ya se ha visto antes, sino que además deben cumplir con una calificación energética A establecida por el CTE.

Como se ha observado el estándar pasivo se encargar de reducir la demanda energética ofreciendo unas prestaciones de altas características de calefacción y refrigeración. Para calcular esta demanda energética tenemos cuatro puntos energéticos:

- Pérdidas por ventilación a través de la envolvente térmica, debidos a los movimientos de aire debido a la diferencia de presión originada por el cambio de temperatura del interior y exterior de la vivienda.
- Pérdidas de calor a través de la envolvente térmica originada por los métodos de transmisión de calor de un medio a otro.
- Ganancias por la radiación solar, un aumento de la temperatura de la cara exterior del cerramiento y la entrada directa o indirecta de los rayos solares.

- Ganancias producidas por la generación de calor en el interior, calor generado por los instrumentos eléctricos, por la propia generación de calor de los humanos y otras fuentes.

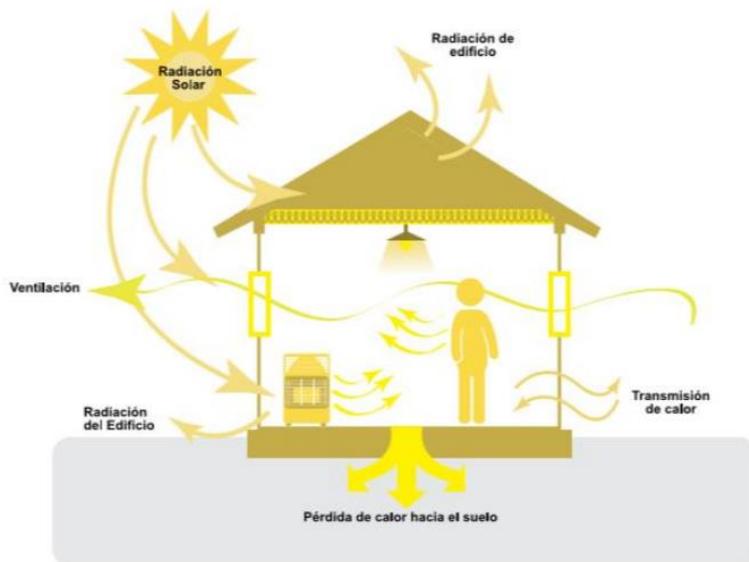


Figura 2 Procesos de transferencia de calor en una vivienda

Estas pérdidas y ganancias de calor de la vivienda además dependen de unas cualidades más específicas del edificio como pueden ser: La hermeticidad al paso del aire, calidad y características del aislamiento en la envolvente, elementos relacionados con la ventilación y otros puntos singulares de la vivienda. Con estos apartados conseguimos los cinco puntos básicos de las passivhaus.

2.1 CINCO PRINCIPIOS BASICOS PASSIVHAUS

Para conseguir reducir el 75% de las necesidades de calefacción y refrigeración son necesario un buen diseño y planificación y además tener un especial cuidado con los puentes térmicos y en el proceso de construcción. Después de tener claras las estrategias básicas de las construcciones passivhaus, se continúa con el cumplimiento de los que son la base de las passivhaus, los cinco principios básicos:

2.1.1 AISLAMIENTO TÉRMICO

La parte del aislamiento térmico en la envolvente térmica es uno de los aspectos más importantes de las casas pasivas, sirve para mantener tanto el calor como el frío para conseguir el beneficio energético en periodos de calor y en las épocas más cálidas.

Su función principal es la de reducir la transmitancia térmica de los cerramientos consiguiendo una continuidad entre los paramentos tanto verticales, horizontales y/o inclinados. Una envolvente entera de la edificación para evitar conseguir ninguna zona desfavorable y la aparición de puentes térmicos.

La elección de este material aislante es importante para conseguir posteriormente unos buenos resultados. Dependiendo de la zona geográfica en al que se encuentre la vivienda el espesor de este aislante variará siendo en climas continentales de mayor espesor, y consecuentemente de mayor precio, en comparación con el espesor del aislante en climas mediterráneos. Actualmente los aislamientos no dejan de evolucionar, teniendo nuevas características y mejores prestaciones que los anteriores, favoreciendo a que los espesores sean cada vez más reducidos y reduciendo costes de la construcción.



Figura 3 Aislamiento clima continental-Clima mediterráneo

2.1.2 PUERTAS Y VENTANAS DE ALTO AISLAMIENTO

Los huecos en las fachadas para la colocación de puertas y ventanas son unos de los puntos más conflictivos, ya que se rompe la continuidad del muro y de la misma forma la continuidad del aislante. También cobra importancia las cualidades de los vidrios dependiendo de su localización, se deben diferenciar los vidrios con orientaciones sur o norte al igual que su diseño. Se necesitan vidrios triples al norte para aislar en invierno y vidrios dobles al sur para la entrada de luz y así ganar radiación solar y calor en invierno

Estos vidrios tienen varias capas para albergar en su interior diferentes gases nobles como Argón o Kriptón para aumentar así la eficiencia energética.

Además del tipo de vidrio hay que tener en cuenta a la hora del diseño de la vivienda la colocación y tamaño de los huecos para garantizar el sombreado en verano y la entrada de luz en invierno. También las ventanas se pueden complementar con elementos móviles o fijos a forma de ayudar con estos dos factores, como pueden ser voladizos, lamas, retranqueos etc.

Una buena colocación y un buen diseño garantizan una buena eficiencia energética en las casas pasivas.

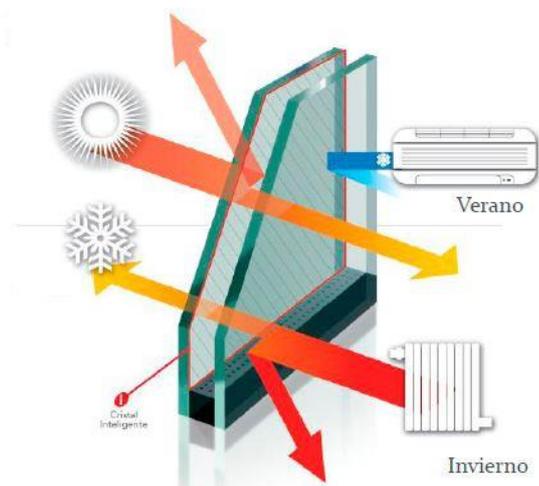


Figura 4 Vidrio inteligente doble capa para orientación sur

2.1.3 AUSENCIA DE PUENTES TÉRMICOS

Un puente térmico es un área de la envolvente del edificio con menos aislamiento, o rendimiento de aislamiento reducido, en relación con las áreas adyacentes de la envolvente constructiva. Esto significa que dicha área, proporciona un camino de menor resistencia (un "puente") para que el calor se mueva a través de la envolvente del edificio. En climas fríos, esto significa que el calor interior, generado por el sistema de calefacción, se perderá a través de estas áreas con falta de aislamiento. Sin embargo, en climas cálidos, un puente térmico permitirá que el calor exterior no deseado pase a través de la envolvente térmica hacia el edificio, generando sobrecalentamiento.⁵

⁵ Puentes térmicos y passivhaus <https://www.vanesaezquerra.com/puentes-termicos-y-passivhaus/>

Los puentes térmicos son producidos por diversas razones, por ejemplo la discontinuidad de las fachadas al encontrarse con un forjado horizontal o la colocación de ventanas en los faldones de una cubierta.

El estándar passivhaus además de localizar los puentes térmicos existentes los incluye dentro de sus programas de cálculo, teniéndolos en cuenta y de esa forma obtener resultados para tener un ajuste real de calefacción y refrigeración.

Un correcto planteamiento es construir sin puentes térmicos y al llegar a puntos donde el aislamiento térmico se interrumpe, colocar materiales con una alta resistencia térmica como es la madera. Pero el objetivo principal de las viviendas pasivas es la envolvente continua del aislamiento.

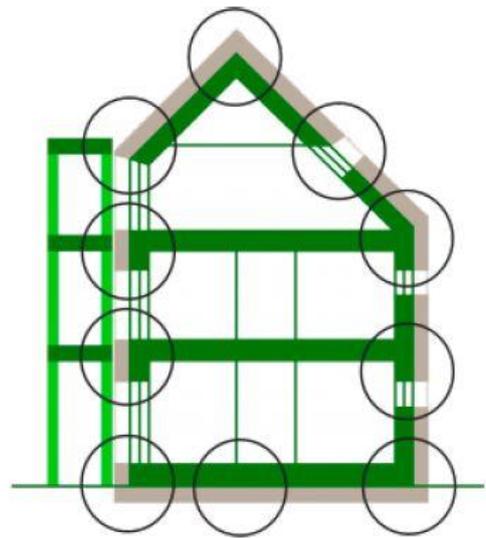


Figura 5 Localización de puentes térmicos

2.1.4 VENTILACIÓN CONTROLADA CON RECUPERADOR DE CALOR

Después de tener una envolvente térmica de altas prestaciones, unas ventanas y puertas correctas y la ausencia de puentes térmicos toca aumentar la eficiencia energética con el movimiento del aire interior. Las personas, los electrodomésticos, la iluminación generan un calor interior que posteriormente será utilizado mediante unos flujos generados. Este sistema permite cubrir una pequeña demanda gracias al intercambiador de calor. Este aparato sirve para recoger el aire caliente interior y mezclarlo con el aire frío exterior, de esta forma el aire que entra se calienta unos grados disminuyendo la energía necesaria de calefacción.

El aire de admisión al entrar directamente de la calle pasa por unos filtros reduciendo así la cantidad de CO₂, malos olores y otras impurezas que podrían provocar patologías en el interior de la vivienda.

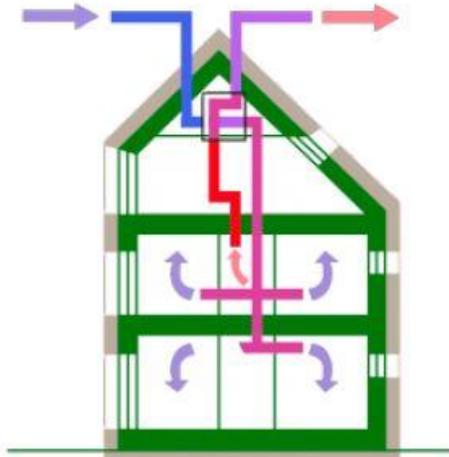


Figura 6 Ventilación mecánica con recuperador de calor

2.1.5 ESTANQUEIDAD AL AIRE

En las construcciones convencionales se generan ciertas filtraciones de aire a través de los huecos creados para ventanas y puertas. En algunas ocasiones estos pequeños huecos son utilizados para micro ventilaciones pero normalmente son un factor no deseado para los usuarios de las viviendas.

En los principios básicos pasivos estas pequeñas grietas son selladas con franjas de materiales impermeables evitando así nuevas entradas de aire al interior, ya que este aire de admisión no es bienvenido ya que no es controlado, no pasa por el intercambiador de calor variando la temperatura interior.

Para comprobar la estanqueidad de las viviendas se realiza el ensayo Blower Door, que consiste en sellar todas las entradas naturales de aire y colocar un ventilador en la puerta principal despresurizando el interior y posteriormente comprobar la renovación de aire por hora y el flujo de aire y presión.

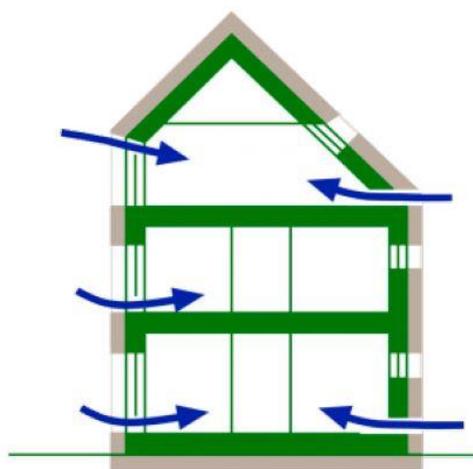


Figura 7 Estanqueidad del interior

4. REHABILITACIÓN BAJO EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

Además de las nuevas construcciones bajo el sello passivhaus, también se realizan intervenciones en edificios consolidados con los mismos objetivos. Estas rehabilitaciones siguen los mismos principios básicos pero a la hora de obtener el certificado passivhaus no siguen los mismos índices. Una de las rehabilitaciones certificadas por el instituto de Passivhaus es aquella que sigue las bases del estándar llamado EnerPHit. Esta actuación en las edificaciones tiene condiciones y exigencias diferentes a los de una construcción de planta nueva.

Además del certificado EnerPHit si la fachada de una vivienda es rehabilitada, añadiéndola aislante térmico por el interior más del 25% de la superficie total, se le aplica un nuevo certificado llamado EnerPHit⁺.

El objetivo tanto de la nueva construcción como de las rehabilitaciones es el mismo, buscar el ahorro energético en ambos casos.

Para realizar el estudio energético de la edificación escogida como caso de estudio y conocer los datos de consumo y demanda energéticos tanto en el estado actual como después de realizar las diferentes modificaciones, vamos a utilizar sistemas de cálculo informáticos avanzados. Estas herramientas informáticas son CE3X, Lider-Calener (HULC) o PHPP passivhaus, siendo estos últimos los más populares y utilizados.

En el caso de CE3X, es un programa desarrollado por la compañía Efinovatil y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) siendo uno de los más empleados a la hora de obtener certificados energéticos tanto de viviendas unifamiliares, bloques de viviendas, viviendas individuales dentro de un bloque, locales etc. Su utilización es muy sencilla e intuitiva siendo estas las características que le hacen ser uno de los más famosos. Al realizar el estudio proporciona unos valores energéticos de la letra A a la G, permitiendo una gran variedad de situaciones de estudio y gran capacidad a la hora de introducir las características del inmueble y además poder conseguir informes energéticos con los cuales informar que nuestra vivienda cumple las condiciones del CTE.

El programa PHPP (Passive House Planning Package) es un programa diseñado por el mismo instituto Passivhaus de Alemania diseñado en los años 90 y especializado en la creación de edificios de consumo casi nulo y edificios de consumo bajo. Esta herramienta ayuda a la hora de empezar con el diseño para alcanzar el máximo nivel pasivo posible. Proporciona datos como la demanda energética anual, la carga máxima de calefacción, confort térmico en verano e invierno etc. Además de ofrecer información sobre edificios de planta nueva tiene un apartado centrado exclusivamente en las reformas de edificaciones ya existente. Este apartado si se llegan a unos niveles mínimo exigibles, proporciona el certificado como edificio pasivo al edificio reformado. En edificios antiguos llegar a esos niveles normalmente es muy complicado de alcanzar, pero aun así la reforma permite mejorar la habitabilidad de la construcción reformada, sus características y el aumentando su confort interior.

Por último la herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) establecida por el ministerio de fomento y por el instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDEA) permite comprobar la verificación del código técnico de la edificación CTE DB-HE 2019 y emite automáticamente la certificación energética del edificio. Este programa como ya se ha consolidado es la unión de LIDER y CALENER siendo LIDER la primera en utilizarse a la hora de calcular el estudio energético obteniendo de esta parte los datos de la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio. Seguidamente se pasa al programa CALENER que en diferencia con el primero este proporciona los datos sobre las instalaciones térmicas y los cálculos que ellas conllevan para obtener la eficiencia energética.

LIDER-CALENER al unificar los programas de cálculo oficiales, proporciona los datos del cumplimiento del CTE y además el cumplimiento de los apartados del ahorro energético HE0 y HE1. Pero si los cálculos se refieren a la rehabilitación de una vivienda se lo tenemos que comunicar a la herramienta y además tendremos que indicar si se refieren a una reforma con carácter importante en la vivienda o si fuese el caso de un cambio de uso.

En este trabajo de fin de grado se va a utilizar el programa CE3X para realizar el informe de eficiencia energética tanto de la vivienda original como de la vivienda reformada, debido a que como se ha verificado en sus descripción es un programa de cálculo bastante idóneo, proporcionando una gran variedad de opciones para introducir datos a la hora de definir la vivienda.

Como vamos a ver más a delante el programa indica de forma bastante cómoda la forma de introducir los datos del caso de estudio, desde los datos básico, la envolvente térmica hasta la hora de definir las instalaciones del inmueble.



Figura 8 Logo de LIDERCalener – PHPP Passivhaus – CE3X

5. CONTEXTO GEOGRÁFICO

Castilla y León se sitúa en la parte norte de la península ibérica y se corresponde mayoritariamente con la cuenca hidrográfica del río Duero. Esta comunidad autónoma está compuesta por las provincias de Soria, Segovia, Ávila, Salamanca, Zamora, Burgos, Palencia y Valladolid. Siendo la comunidad autónoma más extensa del estado español.

La morfología de Castilla y León está compuesta, en su mayor parte, por la meseta y un cinturón de relieves montañosos que la rodean. La meseta tiene altitud media cercana a los 800 metros y geológicamente está compuesta por materiales arcillosos depositados que han dado lugar a un paisaje seco y árido en su zona central.

Las temperaturas medias anuales en la comunidad rondan los 11°C pero con una fuerte diferencia entre todo el territorio. En la zona más cálida supera los 15°C de media anual siendo la zona de los arribes del Duero, mientras que en la zona de la cordillera cantábrica no superan los 5°C de media.

El mes más caluroso es el mes de Julio obteniendo de él las temperaturas medias más cálidas superando los 20°C pero con una variante muy notable del suroeste al noreste de la comunidad.

El mes más frío es enero teniendo temperaturas medias tan solo de 3°C con una variación relacionada con la altitud y latitud. Las temperaturas más altas en este mes corresponde a las cuencas del Duero y las más bajas las encontramos en las zonas montañosas con valores inferiores a los 2°C.

A continuación se muestran las tablas de las temperaturas medias anuales, temperaturas medias en el mes más frío, en el mes más caluroso y las precipitaciones medias anuales. Datos importantes a la hora de determinar las características básicas de una vivienda pasiva.

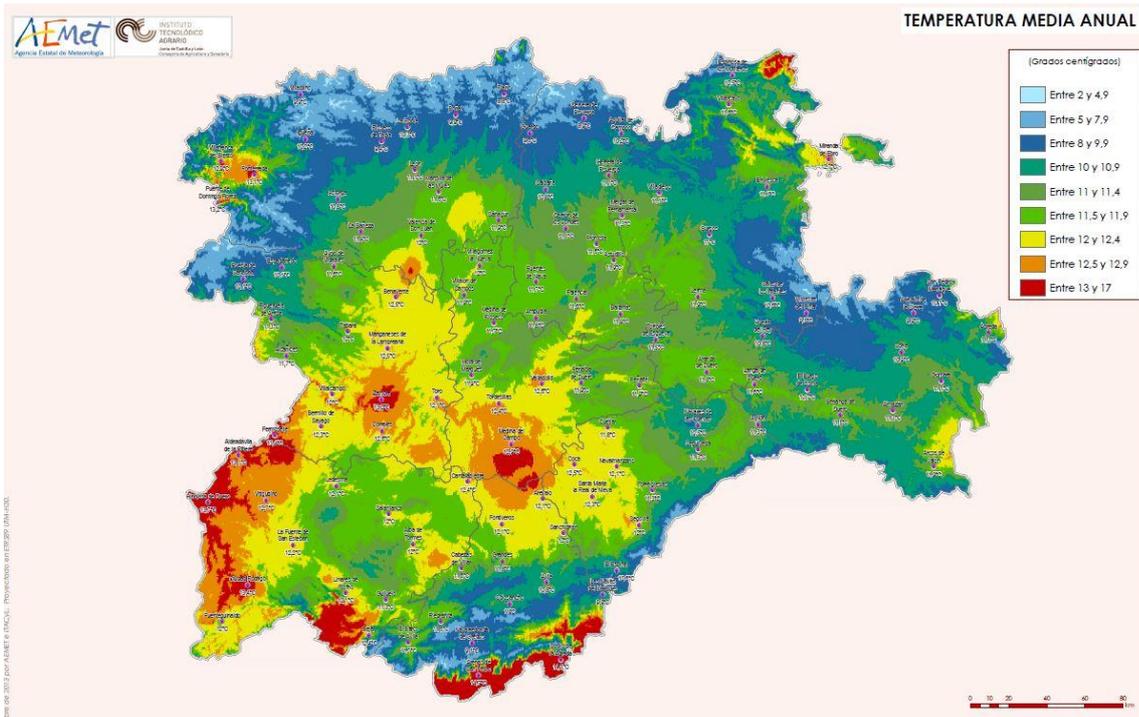


Figura 9 Temperaturas medias anuales

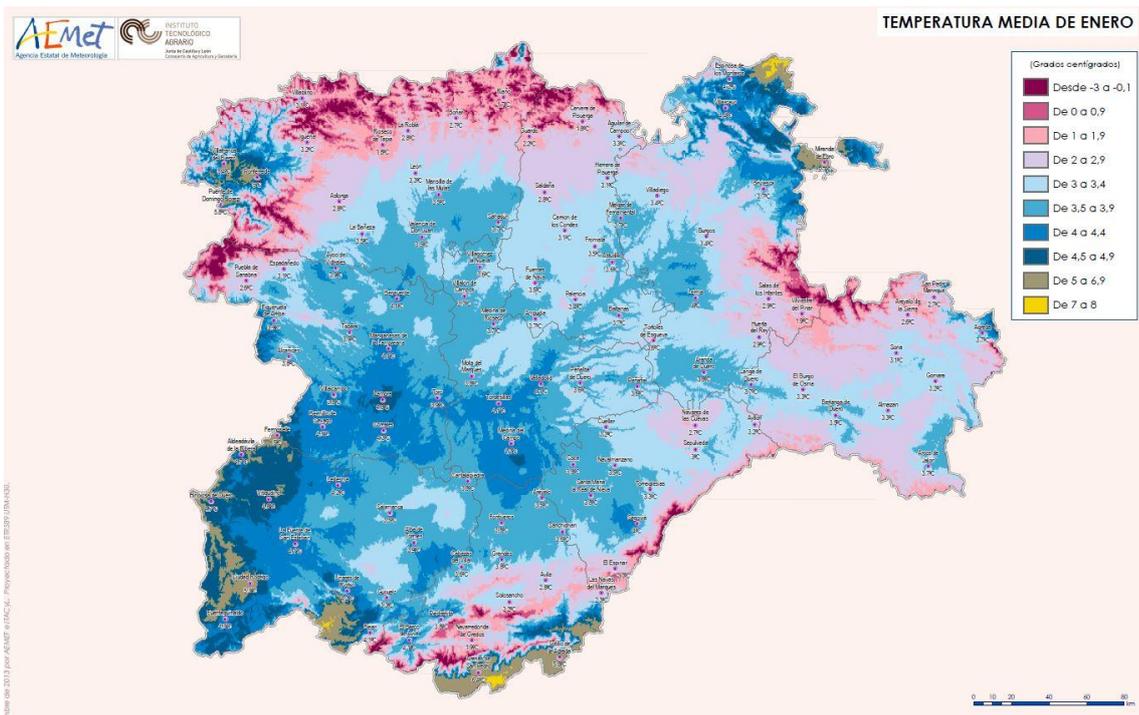


Figura 10 Temperaturas medias en Enero

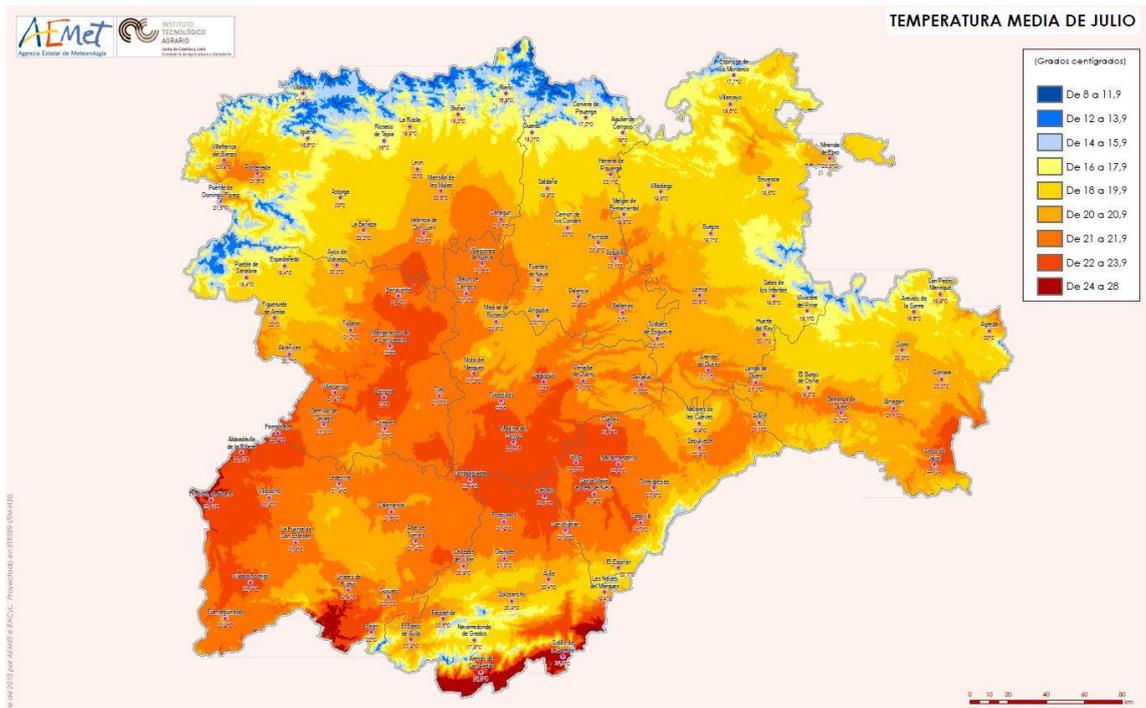


Figura 11 Temperaturas medias en Julio

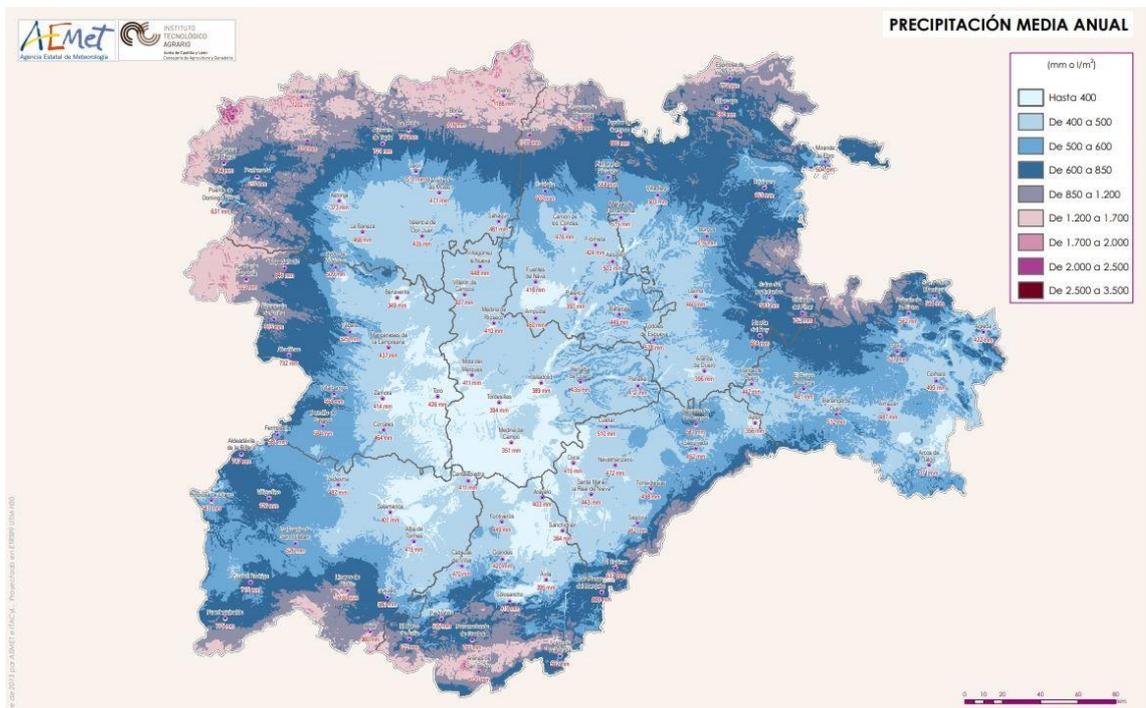


Figura 12 Precipitaciones medias en Julio

El CTE ha utilizado la geografía dividida en provincias del estado español para determinar unas diferentes zonas climáticas. Estos datos que se pueden

encontrar en el CTE DB HE representa las provincias en diferentes rangos de altitud y clasificándoles dependiendo de la severidad del clima en invierno y en verano.

5.1 CLIMATOLOGÍA VALLADOLID

El clima es un factor bastante condicionante a la hora de realizar una construcción pasiva, para ello hay que estudiar previamente sus características principales: temperatura, precipitaciones, soleamiento, insolación etc.

Nuestro caso de estudio se encuentra en la provincia de Valladolid, situado en la zona climática D2 establecido por el CTE con una altitud de 704 metros.

Las temperaturas medias anuales son de 12.5°C, siendo de 22°C las máximas alcanzadas en el mes de Julio. Las temperaturas medias más bajas se alcanzan en el mes de Enero siendo de 4.2°C, observando una gran oscilación térmica anual. La provincia de Valladolid se caracteriza por tener una gran diferencia de temperaturas entre los meses fríos y los cálidos, siendo en invierno muy bajas protagonizadas con heladas y muy altas en verano con escasez de precipitaciones.

Con respecto a las heladas, como se ha comentado anteriormente, son características en los meses fríos empezando en el mes de octubre y terminando en el mes de abril. Siendo Enero el mes con más riesgo de heladas.

El clima en Valladolid está determinado como Csb (Mediterráneo de verano seco) según la clasificación climática de Köppen⁶ determinando así que hay más precipitaciones en los meses de invierno que en los de verano. La menos cantidad cae en agosto con un promedio de 14 mm. Y la mayor en noviembre con 49mm.

El viento en esta zona geográfica no supone un riesgo ya que su velocidad media no supera los 11KM/h. Estas rachas las más intensas provienen de una dirección suroeste y noroeste. Los meses más ventosos que encontramos son los de febrero y marzo con una media de 9-10.5 KM/h y los meses con menos viento son octubre, noviembre y diciembre con una media en torno a 5 KM/h.

La radiación es uno de los puntos más importantes a la hora de diseñar una passivhaus, ya que dependiendo de su localización geográfica vamos a solicitar la radiación de sol directa para unos bienes u otros. En la zona de Valladolid al contrario que el viento o las precipitaciones la radiación y la insolación son un fenómeno bastante influyente, siendo el mes de julio el que más radiación solar registra y más insolación (horas de sol en un tiempo determinado) tiene.

⁶ Clasificación de Köppen es una clasificación climática mundial natural que identifica con una serie de letras el comportamiento de cada clima dependiendo de sus temperaturas y precipitaciones. Creada en 1900 y modificada en 1930 por el científico y meteorólogo Wladimir Peter Köppen.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	4	5.2	8.6	11	14.1	18.7	21.5	21.2	18.2	12.7	8.4	5.2
Temperatura min. (°C)	0.2	0.2	3.3	5	8	11.7	13.7	13.8	11.4	7	3.7	1.8
Temperatura máx. (°C)	7.8	10.3	14	17.1	20.2	25.7	29.4	28.6	25	18.5	13.1	8.7
Precipitación (mm)	41	34	33	40	46	36	16	14	30	39	49	44

Figura 13 Tabla climática Valladolid

6. CASO DE ESTUDIO

6.1 CONDICIONAMIENTO GEOGRÁFICO

La arquitectura tradicional rural ha estado ligada a un condicionamiento geográfico bastante notable a lo largo de los años, teniendo una gran dependencia de la tierra, no solamente por la producción agrícola, sino también para la realización de las edificaciones. Antiguamente el transporte de materiales que actualmente se conoce era inviable, debido a su alto coste y su dificultoso traslado, originándose tipologías y sistemas constructivos dependiendo de la zona en la que se encontraban.



Figura 14 Plano de la comarcalización de la provincia de Valladolid

La zona geográfica escogida para realizar el estudio energético, forma parte del conjunto de arquitectura tradicional de la provincia de Valladolid. Esta zona geográfica contiene una comarcalización en su interior, unas divisiones naturales que en términos generales están relacionadas con unos sistemas constructivos u otros. Aunque en cada comarca o zona se caracteriza por un estilo a la hora de realizar las construcciones, es cierto, que encontramos en un mismo municipio todos los estilos. En el caso de estudio de este trabajo de fin de grado se encuentra en Íscar, municipio perteneciente a la comarca de Tierra de Pinares. Esta comarca se localiza en la parte sureste de la provincia delimitando con Segovia. Toma este nombre debido a la gran extensión que hay de pinares debido a la gran calidad del suelo de esta. La mayoría de los municipios de esta comarca se sitúan alrededor de Cuellar, municipio perteneciente a la provincia de Segovia y pueblos importantes de la parte de Valladolid como Olmedo, Mojados etc.

La comarca de Tierra de Pinares se caracteriza por la gran cantidad de piedra caliza, este tipo de material se encuentra en toda la provincia, pero hay en más abundancia en el sureste, teniendo mayor calidad en esta zona. Campaspero municipio a 37 kms de Íscar es célebre por las canteras naturales que tienen en su dominio de este tipo de piedra, muy utilizadas en la construcción. En la zona de actuación son muy comunes estos tipos de piedra para los levantamientos de muros tanto de viviendas como tapias, que veremos posteriormente en el apartado constructivo. Además de la utilización de la piedra como mampostería, también se emplean sus desechos para conseguir mediante unos procesos, cal. Este material básico se utiliza para la realización de revocos, estucos u hormigones para la colocación de las piedras calizas.

Además de la piedra caliza esta zona, aproximándose al centro de la provincia hacia la zona de Valladolid encontramos abundantes estratos yesíferos, materia utilizado tanto en interiores de la vivienda como cielorrasos, o para la realización de cementos, material popularmente empleado para los acabados de las partes constructivas como divisiones interiores.

La arcilla, material básico de la construcción, es más común extraerla en la zona de tierra de campos al norte de la comarca, aunque al igual que pasaba con la piedra caliza, esta se encuentra en toda la provincia. Componente empleado para la construcción de elementos cerámicos como ladrillos, tejas etc. Pero también para la construcción de adobe o tapial, muy común en las viviendas tradicionales rurales de nuestra zona, empleado tanto en las cuatro paredes de edificaciones más antiguas, como en medianeras en viviendas posteriores. En la zona sur del río Duero en las zonas próximas a la frontera con Segovia, Ávila y Salamanca encontramos una tradición mudéjar en sus construcciones, caracterizada por el empleo de estos materiales cerámicos.

6.2 ANÁLISIS CONSTRUCTIVO

La arquitectura rural ha tenido un desarrollo histórico con unas reglas diferentes a las urbanas. En los pueblos podemos observar con un estudio poco exhaustivo que siguen existiendo localizaciones con sistemas constructivos obsoletos de épocas románicas, encontrando también en ellos sistemas constructivos del siglo XIX y actuales. Este uso de diferentes formas de construir viene ligado a las características culturales y tecnológicas de la sociedad. De esta forma las sociedades más abiertas, en contacto con pueblos más grandes próximos a ellos o directamente una ciudad, evolucionan de manera más notable a la hora de realizar nueva arquitectura, utilizando tanto nuevas técnicas de construcción como nuevos materiales que no son los habituales de la zona. Contrariamente los municipios más aislados tienen un cambio muy escaso y siguen utilizando los mismos sistemas, sin evolucionar. Este último caso es menos común y en consecuencia podemos concluir que la arquitectura rural tiende a ser conservadora, pero teniendo una serie de cambios que originan la historia de la arquitectura rural.

Otro hecho importante dentro de los núcleos rurales son las viviendas o construcciones modelo, las arquitectura que coge protagonismo y es imitada. Esto hace pasar de un sistema constructivo a una tipología urbana, caracterizando la arquitectura rural.

Por último, otro mecanismo muy habitual en la arquitectura rural son los procesos de transformación del modelo edificatorio hablado anteriormente, este proceso es el que se va a llevar acabo en este estudio y se refiere a la rehabilitación. Los edificios se van cambiando pero no empezando por su derribo, se realizan una serie de cambios para obtener normalmente un mayor confort interior en la vivienda. La rehabilitación más común en Castilla es la realización de cambios en la envolvente exterior, tanto fachada como cubierta, cambiando en la mayoría de los casos, el aspecto original.

6.2.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

En este apartado se ha analizado cómo ha ido avanzando los sistemas constructivos desde el comienzo de los primeros núcleos hasta la actualidad. Se ha centrado el estudio en la zona donde se encuentra la vivienda a rehabilitar energéticamente, la Tierra de Pinares (Íscar) aunque también se ha analizado y comparado con el resto de la provincia.

Los asentamientos urbanos ubicados por el entorno de la zona de trabajo se empezaron a originar en el siglo XIII, aunque en el resto de Europa empezaron dos siglos antes. Este atraso se debe a que la provincia de Valladolid como el sur de Castilla en el periodo de esas épocas era tierra de nadie estando entre territorio de los cristianos al norte y los árabes al sur. Se empezaron a originar con el comienzo de la reconquista por parte de los cristianos, comenzándose a empezar a poblar debido a su avance hacia el sur.

Debido a esta conexión con dos culturas totalmente diferentes se puede encontrar diversos sistemas constructivos y materiales diferentes en la arquitectura castellana.

Los cristianos en el norte proporcionaron una arquitectura caracterizada por el uso de la piedra, heredada de la cultura que dejaron los romanos en la península. Una técnica que caló fuertemente perfeccionando estilos como el románico y el gótico. Además de la piedra también introdujeron el uso de la madera, utilizándolo en entramados para realizar los muros de las construcciones, un sistema constructivo que llegó hasta la actualidad, siendo uno de los más característicos de la arquitectura tradicional rural.

En el otro lado, la cultura árabe dejó unos nuevos materiales de construcción cerámicos como son: ladrillo, teja curva, baldosas, azulejos etc. Y no se sabe a ciencia cierta pero es probable que la técnica de adobe también fue una herencia árabe. Además también utilizaban la madera en su arquitectura con una eficacia mayor a los cristianos, siendo sus sistemas de cubierta mudéjar por ejemplo más utilizadas en la zona de Castilla.

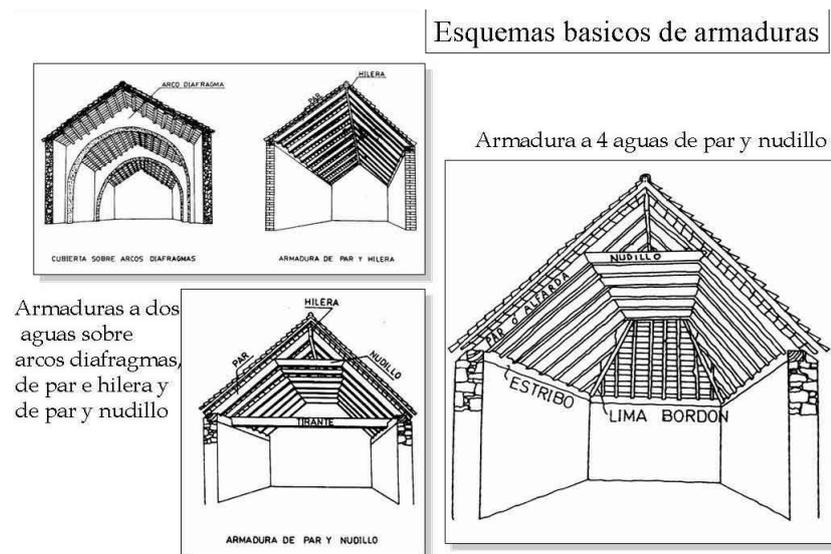


Figura 15 Sistema de cubierta árabe, par hilera y par nudillo

Como se ha comentado anteriormente estos asentamientos se originaron en el periodo de reconquista en el siglo XIII, encontrando municipios donde se puede presenciar que tuvieron un gran auge comercial y artesanal debido a su sistema constructivo estrecho y porticado. Este sistema lo podemos encontrar en pueblo como Íscar, Traspinedo etc. Pueblos en el sureste de la comarca. En estos conjuntos también predominan los muros con entramados de madera para conseguir un aligeramiento sobre la zona en vuelo del pórtico. Además por esta zona se encuentran muros de mampuesto de piedra,

pero el ladrillo se introducirá más adelante debido a que no se conocía aun la técnica de elaboración y colocación.

En el siglo XV debido a una crecida del precio de la madera se sustituyeron los antiguos muros de entramado por nuevas técnicas como el adobe, el tapial o el comienzo de muros de ladrillo. El entramado se seguía utilizando pero ya no en fachadas vistas, sino que se utilizaba únicamente en medianeras.

En la zona de la comarca en la que se encuentra el caso de estudio como se ha comentado anteriormente, predomina la piedra y normalmente se encontraba más en abundancia en pueblos que tuvieron castillo o pueblos cercanos a canteras de piedra como el caso de Campaspero.

Esta piedra se podía tallar, pero lógicamente este proceso a ser más complicado y costoso solo se utilizaba para las construcciones religiosas como iglesias o catedrales. También se podían encontrar piedras talladas en forma de sillería en viviendas de la nobleza y normalmente no en toda la fachada sino en partes como en basamentos, portadas, recercados de las ventanas, siendo el resto de la fachada de mampuesto de piedra.

En el Renacimiento se introdujeron nuevas técnicas de remate exterior de los muros como son el revoco en colores, ocultando así los muros hechos tanto en ladrillo como piedra. Cuando aparece una nueva técnica o material ocurre como a lo largo de la historia, que es complicado su elaboración y colocación debido a la ignorancia sobre él, por ello al comienzo de esta época solo se utilizaba en los muros de iglesias o palacios. Pero esta técnica irá avanzando rápidamente hasta el punto de utilizarse en las viviendas unifamiliares tanto urbanas como rurales.

Posteriormente con la introducción del arte mudéjar, se empezaron a conocer las técnicas de colocación de materiales cerámicos como es el ladrillo tejar, este ladrillo es representativo de la arquitectura tradicional, teniendo una construcción muy tosca, con sus caras no totalmente lisas teniendo esos bordes redondeados. Se realizaban con moldes pero aun así no todos tenían las mismas medidas y con ciertas rugosidades.

El empleo del ladrillo se utilizó en zonas donde había predominio mudéjar como Alaejos, Rueda, Nava del Rey etc. De esta forma se sustituyeron elementos de piedra que se colocaban en las fachadas como recubrimientos de ventanas, cornisas o remates de esquina por elementos formados por ladrillo tejar.

El neoclasicismo en el siglo XIX y principios del XX introdujo una nueva forma de tipología de viviendas, construcciones más racionales con simetría en sus huecos y un avance considerado en los detalles constructivos. También supuso un avance en la utilización del ladrillo.

Al igual que pasaba con la piedra, encontrar viviendas con fachadas formadas en su totalidad de ladrillo era muy complicado ya que es una técnica más dificultosa. Unos siglos posteriores en el periodo llamado Neomudéjar, cuando la elaboración y colocación del ladrillo había

evolucionado drásticamente, se empiezan a descubrir nuevas construcciones completamente hechas de ladrillo, siendo una novedad para la época.



Figura 16 Modelos de ladrillo tejar

En este periodo por la abundante utilización del ladrillo se mejoraron sus técnicas de elaboración. Pasamos del ladrillo tejar al ladrillo prensado, que contenía mayores prestaciones en la construcción y su imagen no era tan tosca que el de su antecesor. Siguiendo a este ladrillo gracias a las innovaciones en los hornos industriales, se creó el ladrillo hueco con una fabricación muy económica y con altas características, ladrillo muy empleado en la provincia. Además de los ladrillos también se introdujeron nuevos materiales en la construcción como puede ser el hierro de fundición sustituyendo muchos componentes estructurales como pies rectos de madera o la utilización en pequeños balcones. Se incorporaron también baldosas hidráulicas prensadas muy utilizadas para los acabados de los pavimentos, y alicatados de piedra natural o piezas cerámicas.

Estos nuevos materiales no solamente se utilizaban en las nuevas construcciones si no que muchos de ellos fueron empleados en reformas que se hacían en las antiguas viviendas, manteniendo el sistema constructivo pero forrándolo con estos nuevos materiales para mejorar así su estética, en la higiene y en el confort.

En la actualidad los sistemas constructivos del medio rural tienden a seguir empleando métodos menos sofisticados y con métodos con su situación geográfica o su historia, pero ahora está la construcción más globalizada haciendo una arquitectura más común, siendo el sistema constructivo que utiliza el ladrillo hueco con enfoscados al exterior el más común, con un sistema estructural de viguetas de hormigón armado y bovedillas cerámicas.

6.2.2 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

A continuación se van a analizar los sistemas constructivos tradicionales de la comarca de Valladolid, centrándose especialmente en la zona de actuación, la Tierra de Pinares y en arquitectura residencia, obviando las construcciones más complejas como pueden ser palacios o arquitectura religiosa. La diferencia que se encuentra en los sistemas constructivos de la provincia es principalmente originada por la utilización de unos materiales u otros, dependiendo de la zona en la que nos encontremos. Además en una misma región se pueden emplear varios sistemas constructivos, la arquitectura nunca ha estado delimitada por una única solución, en ese caso, la elección de uno u otro tiene que decidirse dependiendo cual es el mejor en cada situación y además acompañe con la estética de resultado final.

A la hora de analizar la construcción tradicional rural se han determinado unos puntos de la edificación para conseguir una diferenciación entre las diferentes zonas de la comarca. Estos sistemas constructivos son: estructura portante, zócalos, muros, huecos, cornisas, y cubiertas.

- Estructura portante

A diferencia de localidades urbanas o municipios más avanzados, en los pueblos más aislados, como se ha analizado anteriormente, los sistemas constructivos son más vernáculos y simultáneamente con la mano de obra ocurre parecido. Los albañiles que se ocupan de la construcción de este tipo de arquitectura no tienen los mismos conocimientos en técnicas avanzadas que un albañil acostumbrado al avance de las técnicas. Por ello a la hora de elección de la estructura portante de una vivienda tradicional se opta por el sistema de muros de carga. Este sistema constructivo es una sustitución del hormigón armado, en el cual se debe tener un conocimiento superior tanto en armaduras, colocación de ellas etc.

Dependiendo de la zona geográfica pueden estar realizados en mampostería o en fábrica de ladrillo. En la Tierra de Pinares se realizan en mampostería de piedra caliza, normalmente recibidas con un mortero de cemento o de cal. En otras partes de la comarca al realizarse con fábrica de ladrillo se pueden encontrar cámaras donde se incorporaba aislante térmico, utilizando la hoja exterior para apoyar los forjados. En nuestro caso los muros de mampostería al interior se recibían con un enlucido de yeso, realizándose sin aislamiento térmico. De la misma forma que al interior el muro de piedra se enlucía, al exterior era muy frecuente recibir el muro con un enfoscado que posteriormente podía ser pintado o en otras ocasiones se dejaba visto el muro de piedra.

Estos muros al ser estructurales en las plantas inferiores eran de un espesor mayor, disminuyendo según se avanzaba en altura. Estos grosores eran los culpables de otorgar una inercia térmica a la vivienda, guardando una temperatura fresca en los meses de verano y mantener el calor generado en el interior en los meses fríos del invierno.

Este sistema estructural de muros de carga no permitía unas alturas excesivas a las viviendas, como mucho de tres plantas, debido a que es un método bastante simple.

- Zócalos

Este sistema constructivo tenía una doble función en las viviendas, la primera de ellas era evitar el ascenso de las humedades del terreno producidas por capilaridad. Las calles cuando se levantaron estas viviendas, no eran como las actuales, con la calzada asfaltada y con aceras pavimentadas, si no que eran de tierra y barro estando en contacto los muros de la vivienda con el terreno. Además de evitar el ascenso por capilaridad también los zócalos evitaban el ensuciamiento de los muros por salpicaduras de barro debido al propio tránsito de las calles o del impacto del agua de la lluvia.

En nuestra zona de la comarca si la fachada es de piedra natural o solo la planta baja el zócalo puede llegar a desaparecer arrancando el muro con la propia piedra y solucionando así ya los problemas. También se da el caso en el cual encontrar muro de mampostería más irregular que si incluyen un zócalo, en estos casos esta parte sí que está realizada con piedra de sillería. En otros casos que los muros exteriores estén realizados con ladrillo, se suele colocar un zócalo pero este suele ser cubierto con la hoja exterior de ladrillo.

Como se ha comprobado en la zona en muros de mampostería se coloca un zócalo, pero este normalmente junto con el muro de piedra era enfoscado y pintados evitando de una forma mayor la humedad por salpicadura.

La segunda función principal de los zócalos era la de zunchar los muros perimetrales, este sistema recogía las cargas superiores y las transmitía al terreno.

- Muros

A diferencia de la Tierra del vino que les realizaban con ladrillo visto o la Tierra de Campos que son famosos sus muros de tierra y barro, como se ha estudiado en la Tierra de Pinares el sistema de realizar los muros era con piedra. Estos muros de carga tenían la función de hacer hueco a los entramados de madera que servirían de vigas y directamente para ser arriostrados con otros tabiques interiores.

Aunque los principales grupos sean de ladrillo o de piedra dentro de Castilla no se puede olvidar de los entramados realizados con madera. Estos fueron los antecesores de esos grandes grupos llegándose a realizar en toda la extensión de la provincia. Este sistema consistía en entramados de maderas verticales, horizontales y por último piezas diagonales, normalmente sin seguir un patrón que eran rellenados de diferentes maneras. En la Tierra de Pinares estos muros eran rellenados con adobe o barro, encontrándose muros también rellenados con ladrillo cerámico pero esa construcción era más común para rehabilitaciones. Estos muros entramados posteriormente se revocaban con un mortero de cal ocultando esos entramados irregulares.

Originalmente este sistema se utilizaba tanto en muros de fachada de planta baja, en divisiones interiores y en medianeras. Al ir evolucionando los sistemas constructivos estos muros fueron perdiendo protagonismo utilizando posteriormente únicamente en medianeras de viviendas.

Centrándose en los muros de piedra de la Tierra de Pinares, observamos que la utilización de este material era más caro de emplear, utilizando tipos de piedra como la sillería para construcciones consideradas más nobles como iglesias, palacios etc. Como se ha analizado en el apartadado de los zócalos también se empleaban sillería en algunas zonas puntuales de la vivienda, pero normalmente la utilización de esta venía siendo en forma de mampostería. Dentro de estos tipos de muros había varias formas de realizarlos. Dentro de los muros de piedra caliza encontramos:

Muro de mampostería sin juntas: consiste en mampuestos de piedra colocados entre sí con una serie de reglas y un cierto orden, sin utilizar un material aglomerante. Se colocan con el fin de conseguir el mayor trabazón entre las piedras e intentado dejar el menor número de huecos posibles.

Muro de mampostería ordinario con juntas de mortero de cal vistas: muro que intenta dejar también el menor hueco posible entre los ripios para tener que utilizar el menor aglomerante posible. Cuando el muro se iba a dejar visto, sin revocar, se dejaban los ripios exteriores intentando dejar la mayor verticalidad.

Muro de mampostería careado con juntas de mortero de cal vistas: En este caso las piedras o ripios utilizados en la parte exterior del muro, la parte vista, han sido labrados. Estas piedras no tienen dimensiones ni formas determinadas, sigue siendo un muro irregular de mampostería pero con cierto acabado regular.

Muro de mampostería concertada: Las piedras utilizadas en este muro tienen tanto las caras vistas como las caras que van a ir con junta labradas. Las formas de las piedras son regulares pero cada una de ellas de un tamaño diferente pero sin una variación exagerada en el tamaño de todas las piedras del conjunto. Este tipo de muro no admite ripios.

De estos tres tipos de muro el más usual que encontramos en la arquitectura tradicional rural de la comarca de Valladolid es el muro con juntas, estas juntas lo más usual es encontrarlas de mortero de cal, pero también se pueden localizar compuestas con otro tipo de morteros.



Figura 17 Muro de mampostería seca – careado – concertada

- Huecos

Las primeras viviendas construidas en los núcleos rurales de la provincia de Valladolid datadas en el siglo XIII, no seguían una organización tipológica, como posteriormente a ese periodo o en la actualidad. La colocación de huecos en las viviendas más humildes de los pueblos se colocaban para conseguir el mayor aprovechamiento sin preocuparse de la estética. Estas ventanas cambiaban de tamaño dependiendo de la habitación en la que estuviesen, siendo las de servicio por ejemplo de un tamaño menor que la de una habitación de estancia.

Según se iba avanzando los sistemas constructivos se actualizaban y surgían viviendas con una clase superior a las anteriores. Este tipo de vivienda ya no se realizaban sus huecos sin un orden estético, si no que seguían unas clases de tipologías de fachadas, normalmente buscando la simetría. En estas construcciones, normalmente de dos plantas, se ejecutaban las ventanas de la planta superior rasgadas hasta llegar al nivel del pavimento, teniendo opción de salir a un balcón. Los huecos de planta baja eran de un tamaño menor y se solía colocar una rejería en ellas. Si la vivienda se encontraba en una zona en soportales las ventanas de la planta superior dejaban de ser rasgadas y se suprimía el balcón exterior.

Nuevamente en las viviendas más humildes y antiguas los dinteles de estos huecos estaban realizados con madera cortada en rollizo, ya que normalmente su composición era de barro o tierra. También si los huecos no eran de un tamaño muy excesivo se podía colocar una pieza de piedra que sirviera de dintel. Avanzando temporalmente los dinteles tomaron nuevas formas y materiales, siguiendo con la piedra, pero dándole nuevas formas. Se encuentran dinteles de piedra en forma adovelada formando arcos o dinteles rectos. Además de la piedra también se empezaron a realizar dinteles con ladrillos cerámicos formando formas iguales que con la piedra, obteniendo formas más atractivas de una forma más sencilla que con la piedra.

Los balcones, en Tierra de Pinares utilizan una ménsula de piedra o del mismo sistema constructivo del forjado en cambio en otras zonas de la comarca estos balcones están realizados todo ellos de rejería de hierro forjado. De la misma forma los balcones de nuestra zona equivalen a un balcón por hueco, en los balcones de forja se suelen unificar el balcón agrupando varios huecos.

Las ventanas de estas viviendas no disponían de capialzado ni de cajonera para las persianas, como en la actualidad. Estos elementos se realizaban mediante lamas finas de madera, normalmente de color verde, que se enrollaban entre ellas, formando un rollo por la parte exterior de la ventana.

- Cornisas

Las cornisas son elementos constructivos para proteger las fachadas del agua de la lluvia, evitando que escurra por la fachada originando problemas de humedad y ensuciamiento de la fachada. Además de servir como un elemento de protección, las cornisas también son componentes estéticos siendo el remate superior del edificio que queda a la vista.

Las cornisas más antiguas y unas de las más comunes en toda la comarca son las que están realizadas mediante canecillos de madera. Este sistema constructivo era independiente de la cubierta, en vez de prologar los pares de madera que conforman la cubierta, se colocan estos canecillos independientes creando así un ritmo independiente a la estructura y evitando que esta estructura estuviese a la intemperie pudiendo producir patologías. Este forma constituir las cornisas era muy típica en construcciones de adobe, ladrillo y piedra, pero fue más abundante en la arquitectura de tierra por ello más común en la Tierra de Campos al norte de la comarca.

En cambio en nuestra zona de la comarca, con las construcciones en piedra, era más habitual crear las cornisas de las viviendas avanzando la última fila de tejas cerámicas curvas unas encima de otras. Además en las fachadas de piedra de nuestra zona podemos encontrar unas cornisas de piedra natural con alguna moldura, es decir, son piedras que simulan ser continuas, pero están hechas por partes y labradas consiguiendo unas formas específicas. También podemos encontrar cornisas como las realizadas en madera con canecillos, pero realizados en piedra natural.



Figura 18 Cornisa teja prolongada – canecillo de madera – cornisa de ladrillo tejar

- Cubiertas

En la arquitectura vernácula se ha empleado la madera para realizar sistemas portantes tanto forjados como cubiertas de forma usual. Como se ha visto anteriormente en el apartado de muros, estos son de cargar donde apoyan directamente o están empotrados en ellos estos elementos de madera que transmiten las cargas al propio muro.

Las viviendas dependiendo del número de crujías, que normalmente eran dos, utilizaban un sistema de cubierta u otro, empleando desde cerchas simples o un sistema de vigas y viguetas apoyadas.

El sistema más simple que encontramos en muros de piedra, de mampostería es aquel donde la luz de la vivienda es muy pequeña y la construcción solo contiene una crujía. Consiste en apoyar vigas de madera en el muro de piedra y encima de ellas colocar apoyadas las viguetas nuevamente de madera. Una vez colocada la estructura portante se colocaban unos tablones en forma de tablazón que sostendrán el sistema de cubierta. Los huecos que quedaban entre las vigas de madera se rellenaban de nuevo con mampostería, quedando oculta la cabeza y completo el cerramiento vertical. Estas vigas solían ir apoyadas sobre unas maderas de menos tamaño llamadas durmientes, estos elementos tenían como función conocer como es el estado de la madera que está oculto en el muro, de esta forma si el durmiente estaba deteriorado por humedades u otra patología, se podía saber que la cabeza de la viga también lo estaba y se evitaban derrumbes. En este sistema para conseguir la inclinación necesaria de la cubierta se realizaba un muro de la vivienda más alto que el otro, ya que de común fuese que estuvieran entre medianeras con el frente alineado en la calle, consiguiendo así un agua de la cubierta y evacuándola normalmente hacia la calle de acceso.

Cuando la vivienda pasaba de una crujía a varias o simplemente se aumentaba la luz de esta el sistema utilizado para la estructura portante tenía que cambiar, ya que el sistema de vigas y viguetas apoyadas solo se podía utilizar hasta unas luces no muy amplias. Como se ha visto en el apartado de la evolución de los sistemas constructivos en la parte sur de la provincia, la zona más en contacto con la cultura árabe y mozárabe se empezó a utilizar unos nuevos sistemas de cubiertas. Este nuevo sistema mozárabe consistía en vigas de madera llamadas pares, cada una de estas maderas tenía una inclinación opuesta consiguiendo así dos aguas en la cubierta. Estos pares se juntaban en el punto más alto llamado cumbre uniéndose mediante otra viga llamada hilera, dando así el nombre a este sistema constructivo, par e hilera. Estas nuevas cubiertas al ejercer unos esfuerzos mayores sobre los muros de piedra hacían que estos tendieran a desplomarse, por ello había que añadir nuevos elementos llamados tirantes, que eran vigas de madera horizontales que unían los pares, trabajando a tracción y evitando el giro de los muros hacia el exterior. Dependiendo del tamaño de la cubierta y de los esfuerzos se podían colocar más de un tirante por par.

Estas cubiertas mozárabes que incorporaban tirantes cambiaban de nombre, pasando de par hilera a par nudillo.

Después de la utilización de estas cubiertas mozárabes, la construcción de las cubiertas evolucionó y se empezaron a utilizar el sistema de cerchas triangulares trabajando con nudos articulados entre las piezas. La nueva novedad del sistema era que evitaban trabajar con vigas a esfuerzos de flexión, ahorrando así la sección de material, ahorrando madera. El sistema de triangulación sustituía los esfuerzos de flexión por únicamente compresión y tracción y de esta forma se incorporaron nuevas piezas de la cubierta.

Cuando se incorporó el sistema de cerchas a la arquitectura se crearon varios tipos de ellas, dependiendo de las luces, esfuerzos, materiales, zona geográfica etc. Se utilizaba una cercha u otra. En España, además en las zonas rurales, se popularizó un tipo de cercha que posteriormente tomo el nombre del Estado, la cercha española. Esta cercha a los antiguos pares de madera y al tirante que evitaba el desplome de los muros, se les añadían un pendolón y dos tornapuntas. Aunque todos los elementos del conjunto trabajen solo a esfuerzos de compresión y tracción, los pares de madera sí que trabajan un poco a flexión, pero las nuevas tornapuntas hacen que este esfuerzo se reduzca considerablemente.

En municipios rurales de la comarca de Valladolid se han encontrado además unos tipos de cubierta utilizando el sistema de cercha a la tipología de la vivienda. Unos tipos de residencias que están formadas por dos crujías y unas luces de una longitud no muy grande, sustituían el pendolón de la cercha por los propios pilares de madera de la vivienda, eliminando también el tirante debido a la pequeña luz que había. Con este sistema se generaba de la misma forma una cubierta a dos aguas siguiendo los principios de la cercha triangular.

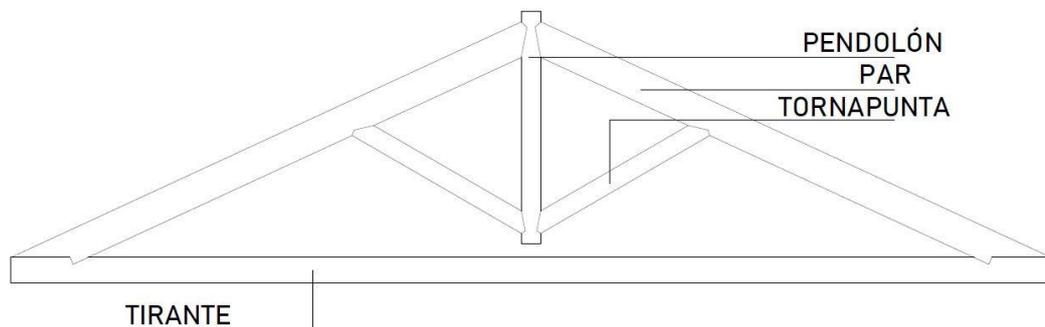


Figura 19 Partes de una cercha española

6.3 ANÁLISIS TIPOLOGICO

Las viviendas de los núcleos rurales y las ciudades tienen grandes desigualdades debido a la diferencia de medios disponibles y la escasez de patrimonio de unos frente a los otros. Por ello las familias a la hora de optar por la construcción de una vivienda en el medio rural tienen ideas diferentes a una familia que opta por comprar una vivienda en la ciudad. Las familias en los pueblos tienen la intención de obtener una vivienda que va a ser definitiva, pudiendo tener estas variaciones o modificaciones a lo largo del paso del tiempo. En cambio en las ciudades esa ideología era diferente, las familias compraban viviendas pero sabían que esa a lo mejor no era la definitiva en un futuro, con la posibilidad de cambiar de domicilio.

La consecuencia de esto es la tipología edificatoria de los medios rurales. A la hora de diseñar las viviendas no se centraban, por ejemplo, en el aprovechamiento máximo de los espacios, buscando las medidas mínimas de las habitaciones en relación con las ciudades, debido a que en los medios rurales no había problemas de especulación. De la misma forma en las ciudades el uso de los espacios estaba más controlado y regulado en comparación con los pueblos por la misma consecuencia anteriormente comentada. Los pueblos tienen varias ventajas frente a las ciudades que son ya que no tienen que preocuparse por temas financieros o económicos como ocurren en las metrópolis, las grandes distancias entre estos municipios rurales evitan que aunque haya una expansión en área de ellos, nunca van a entrar en conflicto. Otra ventaja son los grandes espacios públicos en el interior, la inexistencia de la falta de soleamiento o la escasa contaminación.

Por ello a la hora de diseñar una vivienda en el medio rural una de las preocupaciones principales es el aspecto exterior y el impacto visual que va a proporcionar la casa a la calle o zona en la que está implantada, un punto muy importante a la hora de definir las tipologías de las viviendas.

En los pueblos de la comarca podemos encontrar tres grupos diferenciados de tipos de residencias: viviendas entre medianeras con un frente de fachada menor a 15 metros y con patio interior (aunque esta última característica puede generar un subgrupo), frente de fachada mayor a 15 metros con una parcela de 500m² aproximadamente comúnmente llamados chalets y promoción de viviendas en bloque residenciales, normalmente de alturas no muy elevadas, pasando de la vivienda individual a la vivienda plurifamiliar.

En este caso de estudio se va a centrar en las viviendas entre medianeras con un frente de fachada de menos de 15 metros, debido a que este tipo es el más numeroso dentro de los núcleos rurales y que es el tipo de viviendas más fáciles de modificar o rehabilitar para mejorar aspectos de higiene o de habitabilidad, consolidando el núcleo y evitando la dispersión del municipio.

Después de definir el tipo de vivienda que se va a analizar se ha de determinar el número de alturas, el número de huecos, el número de crujeas y si la vivienda posee o no portón de acceso al patio, como puntos

fundamentales tipológicos que van a servir para clasificar las diferentes viviendas rurales.

Dependiendo del número que tengan de cada categoría ofrece una información sobre cómo es la vivienda, por ejemplo, el número de crujías da información sobre el sistema constructivo que tiene la vivienda, el número de huecos y alturas y su disposición informa sobre su estilo, sobre la categoría de los propietarios y de la distribución interior. La disposición de la escalera cuenta su sistema estructural y también de la organización interior y la existencia de portón caracteriza la composición de la fachada y la relación directa que tiene la vivienda con la calle a la que pertenece.

Estas viviendas estaban diseñadas con una doble relación, la primera es la de doble fachada, diferenciando la fachada principal que da a la calle de acceso y la fachada trasera normalmente dando a un patio interior, pero también se podían dar a otra calle secundaria. La segunda relación venía en la organización interior, era la diferencia entre habitación de descanso (alcoba) y la habitación de reunión (gabinete) que dependiendo de la importancia de unas u otras tenían vistas a la calle, al patio interior o en algunos casos a ningún lado, como vamos a ver posteriormente.

Las plantas tienen una organización en torno a un pasillo central que tiene la función de comunicar el acceso de la vivienda con el patio interior. Las estancias se colocaban a los lados del corredor y en los casos en que la vivienda tuviese más de dos crujías se obtenían habitaciones que no tienen ventilación directa, estas estancias se ventilaban a través de otras siendo menos higiénicas y siendo uno de los aspectos más determinantes a la hora de realizar modificaciones o reformas en estos tipos de viviendas.

- Número de alturas

El mayor número de viviendas rurales de la provincia de Valladolid estaban formadas de una planta, siendo la residencia de las familias más humildes. Estas familias se dedicaban al trabajo en el campo, característico de Castilla, utilizando de la misma forma el patio interior de la vivienda para la crianza y cuidado de ganado. Avanzando en el tiempo y surgiendo familias más adineradas que no se dedicaban directamente a la agricultura o ganadería, por ejemplo a los servicios administrativos de las tierras, las viviendas dejaron de ser de una planta evolucionando a dos. Estas nuevas y más grandes viviendas tenían el espacio mejor aprovechado que las de una planta, ya que ganaban bastante espacio con una estructura mínima. Además estas viviendas tenían mejores características como mantener el calor en el interior o el impacto visual al tejido urbano.

Un punto importante de las viviendas de dos alturas es la colocación de la escalera como se ha comentado anteriormente, normalmente la escalera era colocada en las crujías intermedias paralela a la fachada principal, para así no romper el recorrido principal de acceso-patío, característico de las viviendas tradicionales. Sin embargo apareció una nueva tipología de viviendas, siguiendo con las dos plantas, pero esta vez colocando la

escalera en medio del recorrido, en las crujías centrales, al fondo de la vivienda, potenciando la parte central convirtiéndola en un núcleo de comunicación desde el cual se accede a las estancias de planta baja y subida a la planta primera. Este nuevo método de construcción de las viviendas era más conocidos como villas, abandonando el estilo tradicional rural, pero intentando incorporarse dentro del tejido de los antiguos pueblos.

- Número de huecos

A la hora de analizar el número de huecos encontramos varias opciones, dependiendo de las alturas de la vivienda tienen un número u otro y de la misma forma su colocación (En este análisis no se cuenta la puerta de acceso como hueco en la fachada). La viviendas que tienen una altura, se diferencian si tienen únicamente una planta habitable o tienen una planta habitable y encima, comúnmente hablando media planta, un espacio bajo cubierta destinado normalmente para almacén. En el caso de tener una planta las ventanas en la fachada van desde un hueco, colocado a un lateral de la puerta de acceso (Tipo 1) y en el caso de tener dos, se busca la simetría con la puerta de acceso colocando un hueco a cada lado (Tipo 3). Las casas rurales con altura y media podían tener dos huecos colocando la ventana de entrada de luz al sobrado en el eje de la fachada, encima de la puerta de acceso y el hueco principal (Tipo 2). Siguiendo con altura y media podían tener tres huecos colocando la ventana superior en el eje de la fachada encima de la puerta de acceso (Tipo 4) o por ultimo podían tener cuatro huecos situando los huecos superiores encima de las ventanas principales de planta baja (Tipo 5).

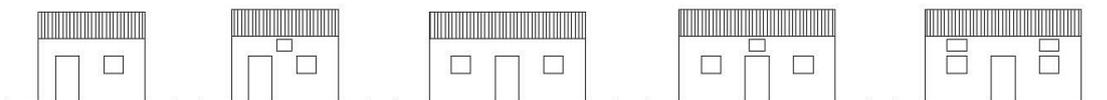


Figura 20 Colocación de huecos: Tipo 1 – Tipo 2 – Tipo 3 – Tipo 4 – Tipo 5

Las viviendas con dos plantas, sus huecos de la altura superior adquieren una importancia incluso mayor que las de planta baja, como se ha visto anteriormente en el punto 6.2.2 Sistemas constructivos –Huecos. De la misma forma que con las viviendas de una planta, con este estilo también hay una gran variedad de colocación de huecos y en diferencia de las viviendas con una única planta, que utilizaban el bajo cubierta como almacén, en estas viviendas no era tan común utilizarlo. La primera opción son las viviendas con un hueco en la planta baja y otro en la planta primera (Tipo 6), en el caso de tener un hueco en planta baja y dos ventanas en la planta superior (Tipo 7). Al ir aumentando el número de crujías de las viviendas van aumentando tanto la longitud de fachada como su número de huecos, en este caso se encuentran viviendas con dos huecos en planta baja y tres en planta superior (Tipo 8) y el caso de vivienda más grande (frente de fachada menor a 15 metros) tres huecos en planta baja y cuatro en la planta primera (Tipo 9).

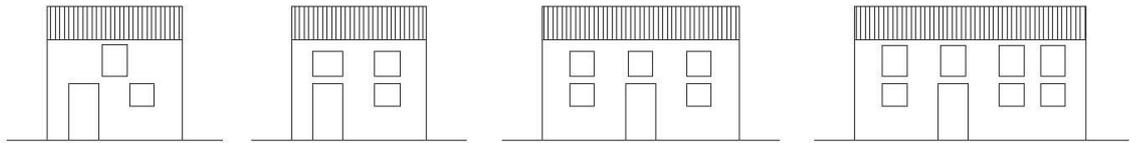


Figura 21 Colocación de huecos: Tipo 6 – Tipo 7 – Tipo 8 – Tipo 9

- Número de crujiás

A la hora de analizar los números de crujiás de las viviendas tradicionales rurales observamos que hay gran variedad a la hora de organizar el interior de la vivienda, pero a la hora de hablar del número de crujiás observamos que siempre estamos entre dos y cuatro crujiás. Para analizar las crujiás vamos a utilizar los tipos establecidos en los números de huecos.

Podemos observar que hay dos tipos bien diferenciados, las viviendas que tienen el acceso desde un lateral de la fachada o las que se acceden desde el centro de la fachada. Las casas con únicamente una altura o altura y media tenemos el Tipo 1 y Tipo 2 en las cuales se accede desde el lateral teniendo una organización en peine a lo largo del pasillo entrada-patio. Estas viviendas pueden tener de dos a cuatro crujiás menos las que utilizan el bajo cubierta ya que utilizan una crujiá para colocar la escalera eliminando así la posibilidad de únicamente dos crujiás.

Nº de crujiás	2	3	4

Figura 22 Número de crujiás Tipo 1

Nº de crujiás	2	3	4

Figura 23 Número de crujiás Tipo 2

Siguiendo con las viviendas de una planta, entrando por el centro de la fachada obtenemos estancias a los dos lados del pasillo, pero ahora con un poco más de libertad en comparación con la organización en peine de los anteriores casos. Ahora podemos tener a un lado del pasillo un número diferente de salas que al otro lado, rompiendo así la simetría. Y ocurriendo como en el caso anterior también se diferencia entre las viviendas con una única planta o las que utilizan el bajo cubierta teniendo que colocar la escalera.

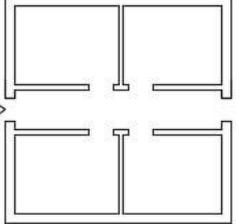
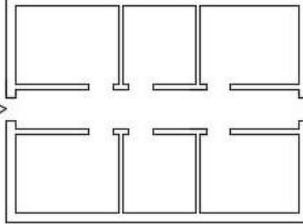
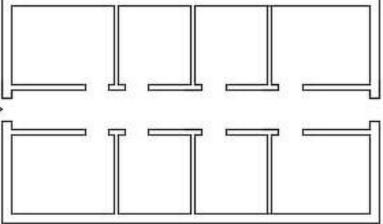
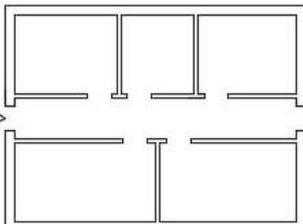
Nº de crujías		
2	3	4
		
		

Figura 24 Número de crujías Tipo 3

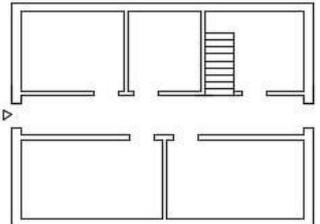
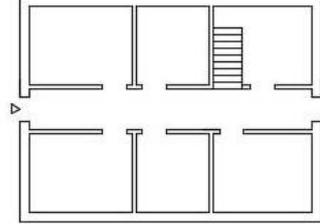
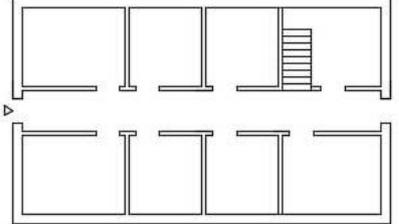
Nº de crujías		
2	3	4
		
		

Figura 25 Número de crujías Tipo 4 – Tipo 5

En el caso de las viviendas con dos alturas hay más opciones a la hora de realizar la organización interior ya que el espacio es mayor para poder colocar las mismas estancias. En estos casos a diferencia de las viviendas de una planta y media sí que colocan la escalera de acceso a la planta superior en los pasillos de conexión pudiendo conseguir así viviendas de dos crujiás.

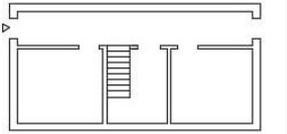
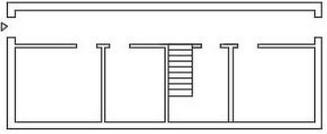
Nº de crujiás	2	3	4
			

Figura 26 Número de crujiás Tipo 6

Las viviendas con una crujiá 3x3 es la que da más grado de libertad con una estructura no muy complicada, el resto de crujiás son como una evolución de esta ya que se consiguen mediante añadir o sustraer en paralelo o perpendicularmente nuevas crujiás.

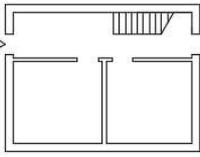
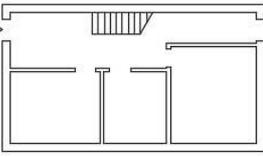
Nº de crujiás	2	3	4
			

Figura 27 Número de crujiás Tipo 7

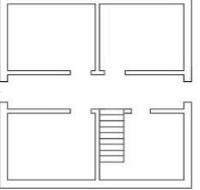
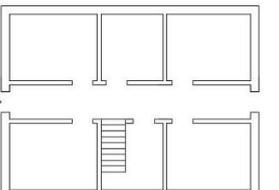
Nº de crujiás	2	3	4
			

Figura 28 Número de crujiás Tipo 8

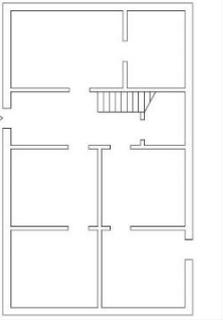
N° de crujiás		
2	3	4
		

Figura 29 Número de crujiás Tipo 9

Otro punto importante dentro de las crujiás es su dimensión, ya que estamos dentro de las viviendas con un frente de fachada menos de 15 metros, pero la media de las viviendas rurales está en torno a los 10.5 metros de fachada, siendo la más pequeña de 3.5 metros (Tipo 6). Basándose en la parcela de vivienda más rígida de 3x3 de 10.5 de lado conseguimos una crujiá de 3.5 metros siendo una medida muy económica para los sistemas constructivos de madera, se pueden realizar de esta manera vigas y viguetas de las mismas medidas para toda la vivienda. Además esta tipología de 3x3 proporciona una planta de unos 100m², siendo una medida idónea para una vivienda unifamiliar.

Como se ha visto anteriormente las diferentes tipologías parten de este tipo variando así las crujiás no siendo todas de la misma medida complicando el proceso constructivo. Un subtipo muy común es la de estrechar la crujiá central y perpendicular a la fachada principal consiguiendo así unas estancias laterales más proporcionadas con una crujiá de 4.5 metros.

- Existencia de portón de acceso

Numerosas viviendas en municipios rurales tienen adosadas a ellas normalmente en la parte trasera un patio, que como se ha visto anteriormente en sus orígenes tuvieron numerosas utilidades, desde el cuidado del ganado, almacén de viveres y grano hasta lugar donde colocar el uso de aseo de la casa.

El acceso a esta estancia exterior se realizaba desde el pasillo interior que lo conectaba directamente con la puerta principal de acceso, pero era muy común que estos patios tuvieran otro acceso de mayor dimensión. Estas entradas estaban directamente conectadas con la calle y con unas dimensiones extensas para poder sacar y meter los útiles de labranza, como carros o arados y el ganado que tiraba de ellos como bueyes o burros.

Al tener esta conexión directa al exterior numerosas veces se creaban nuevas estancias de vivienda que daban la opción de estar cerradas creando un tipo de garaje conectando la vivienda con el patio y con la calle o estar al descubierto conectando patio y calle.

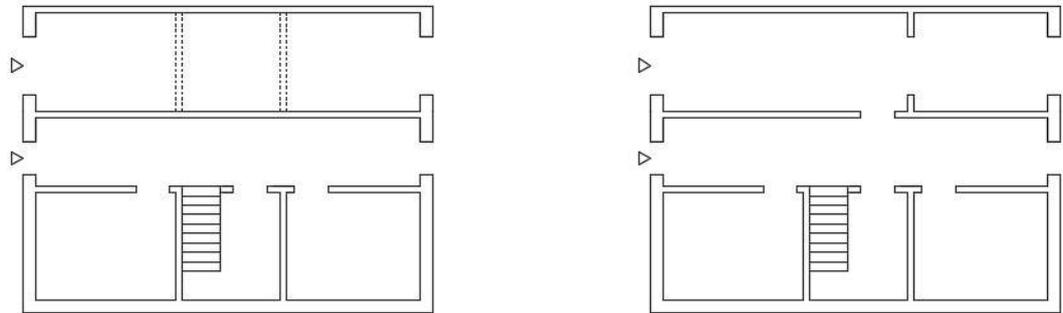


Figura 30 Vivienda con portón exterior

La existencia de este portón caracterizaba la fachada principal de la vivienda y también tenía un fuerte impacto en la organización urbanística de los municipios, proporcionando las características fachadas de manzanas de los municipios rurales de castilla.

7. VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

Una vez realizado el estudio tipológico de las viviendas tradicionales de la zona suroeste de la provincia de Valladolid, se va a realizar el estudio energético de una vivienda unifamiliar que cumple con las características estudiadas previamente, con el objetivo de hacer más sencillo el estudio y de esta manera concretar de una manera más fácilmente en los apartados más importantes a la hora de intervenir en la edificación.

A continuación se va a desarrollar el análisis de la vivienda que se va a rehabilitar energéticamente, como se ha comentado anteriormente esta vivienda pertenece al arquetipo de vivienda tradicional de la zona de Valladolid y dentro de la comarca de la zona de Tierra de Pinares.

7.1 UBICACIÓN

7.1.1 SOLAR

La vivienda se encuentra en el municipio de Íscar, al sureste de la provincia, en la calle Críspulo Hernansanz nº18. El solar en el que se encuentra la vivienda unifamiliar está ubicado en la parte central de una manzana tradicional gótica del municipio. Se encuentra rodeada por dos viviendas unifamiliares en medianera, pero la construcción solo comparte una de las medianeras (medianera izq., mirando a la fachada principal) dejando la otra fachada lateral de la vivienda libre, debido al espacio para la entrada al patio trasero desde la calle. El solar consta de un frente de parcela de 16.50 m siendo únicamente 11.50 m para el frente de fachada de la vivienda. Tiene una forma irregular con un área total de 376 m².

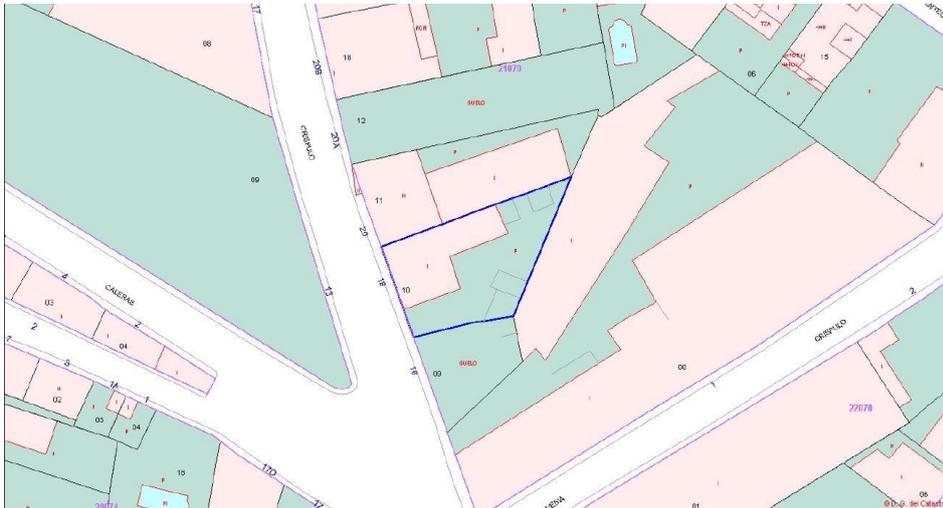


Figura 32 Zonas climáticas, CTE

7.1.2

ZONA

CLIMÁTICA

Para poder obtener la zona climática en la que se encuentra la vivienda unifamiliar del municipio de Íscar se debe acudir al Código Técnico de la Edificación, al documento básico HE (Ahorro de energía) en su anejo B se

encuentra la tabla a-Anejo B. Zonas climáticas donde se tiene que ubicar la ciudad de Valladolid, situándose en la zona D2 y a una altitud entre 751-800 m.

Valladolid	D2																E1										
Zamora	D2																E1										
Zaragoza	C3				D3								E1														
Provincia	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	111 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1100 m	1101 - 1150 m	1151 - 1200 m	1201 - 1250 m	1251 - 1300 m	≥

Figura 31 Solar de la vivienda

7.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VIVIENDA

La vivienda unifamiliar a reformar fue proyectada en el año 1958 siendo el arquitecto desconocido. La vivienda consta con una planta baja principal y una planta bajo cubierta. La vivienda está organizada y diseñada para realizar las acciones cotidianas en planta baja, siendo el bajo cubierta usado de almacén. La edificación consta con 94.00 m² de área total construida, con un volumen total de 446.20 m³.

En la planta baja se encuentra nada más entrar por la puerta principal un pasillo distribuidor desde el cual se puede acceder a las cinco salas principales de planta baja. Desde una de ellas, el estar comedor, podemos acceder a otra sala de dimensiones más pequeñas destinada a la cocina de la vivienda. Desde el pasillo también se accede a las escaleras de la vivienda, las cuales conectan con el bajo cubierta, sin ninguna división en toda la planta, estando diáfana. Antiguamente la vivienda contaba con una salida al patio interior trasero de la vivienda desde la cocina, pero ese acceso fue tapiado, sustituyendo el hueco de la puerta por una nueva ventana.

La vivienda tiene una orientación suroeste en su fachada principal estando en esa orientación los dos dormitorios de la vivienda y en su fachada posterior con orientación noreste, albergando las estancias de día, cocina y salón. La tercera fachada de la vivienda con orientación sureste está realizada sin huecos, con la excepción de un pequeño ventanuco a la altura del baño de la vivienda.

A continuación se va a mostrar las superficies útiles y construidas de la vivienda se exponen en la siguiente tabla y la infografía básica de la vivienda.

SUPERFICIES PLANTA BAJA		
	S. ÚTILES	S.CONSTRUIDAS
HABITACIÓN 1	15.00	
HABITACIÓN 2	13.90	
HABITACIÓN 3	13.90	
ESTAR COMEDOR	16.80	
COCINA	6.50	
BAÑO	9.20	
DISTRIBUIDOR	11.35	
TOTAL VIVIENDA	86.65	118.20

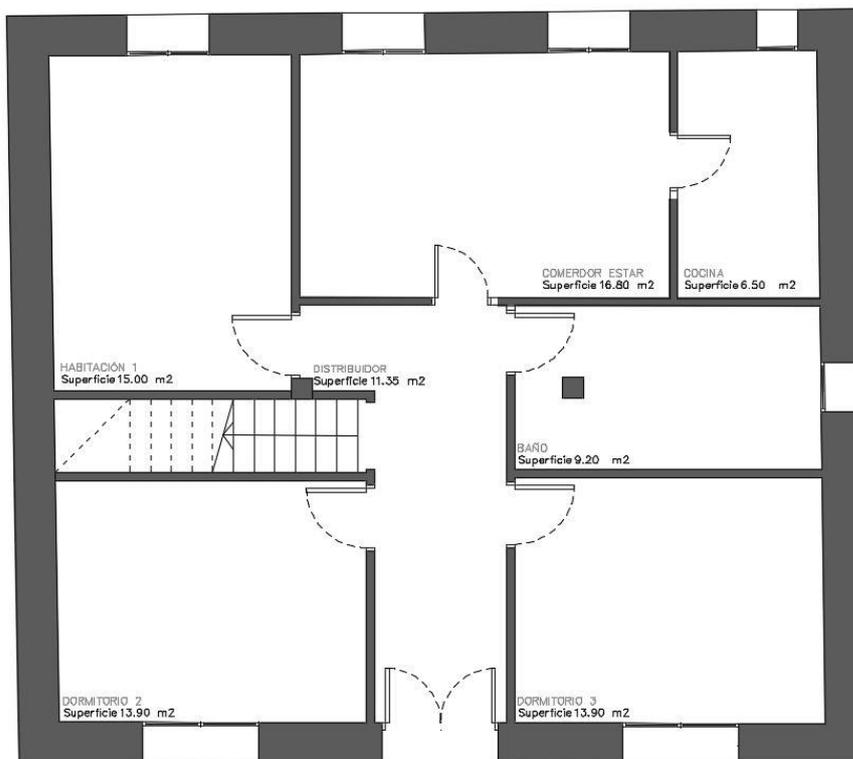


Figura 33 Planta baja vivienda unifamiliar

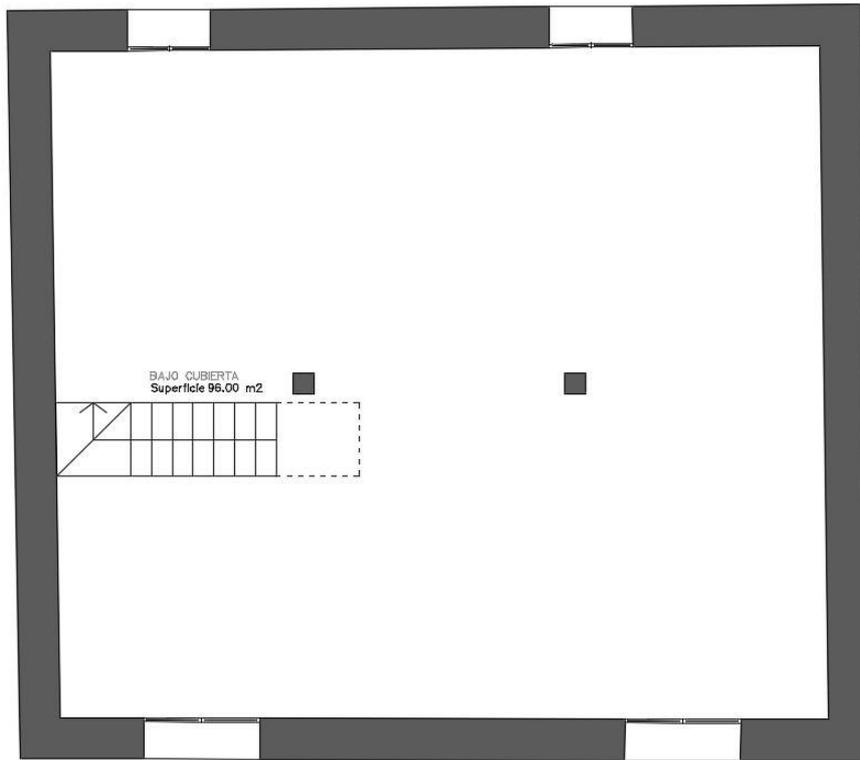


Figura 34 Planta Bajo Cubierta vivienda unifamiliar

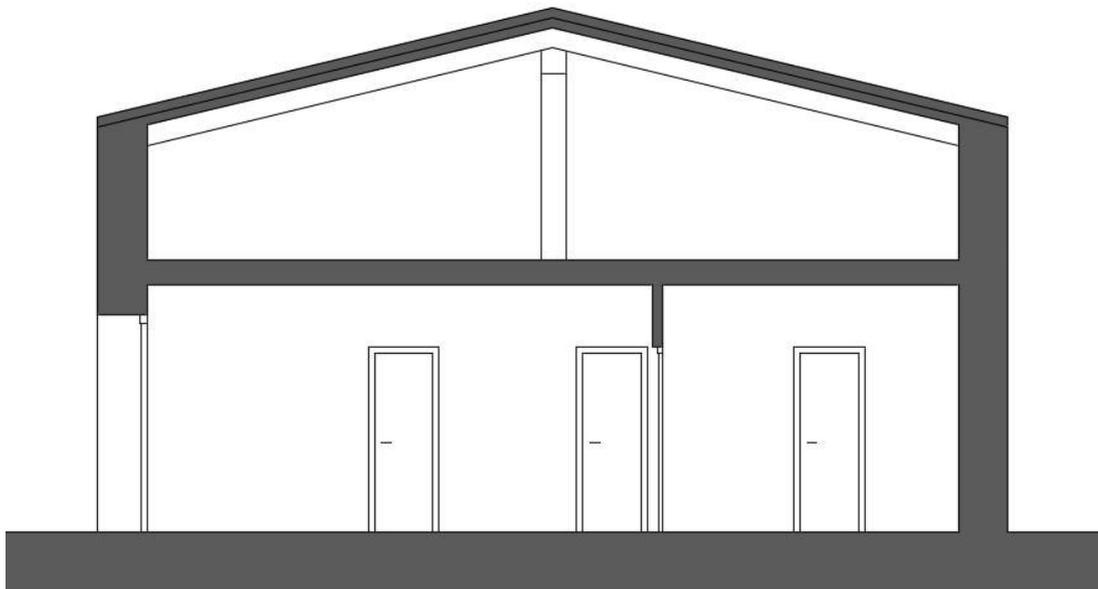


Figura 34 Sección pasillo corredor - Estar



Figura 35 Fachada principal vivienda unifamiliar



Figura 36 Fachada posterior vivienda unifamiliar



Figura 37 Fachada posterior vivienda unifamiliar



Figura 38 Fachada principal vivienda unifamiliar y portón acceso al patio

7.3 ANALISIS TIPOLOGÍCO DE LA VIVIENDA

Al igual que en el análisis histórico de las tipologías de viviendas rurales, en el caso de actuación de este trabajo fin de grado se va a ver las características de: número de alturas, número de huecos en la fachada principal, número de crujiás y si tiene o no portón de acceso al patio.

- Número de alturas

La vivienda consta de una planta principal, donde se desarrolla toda la actividad del hogar, pero la edificación pertenece a la tipología de dos alturas y media ya que tiene acceso a una planta bajo cubierta mediante las escaleras ubicadas en el distribuidor. Esta planta superior al ser un nivel utilizado para el almacenaje tenía una importancia menos que una vivienda con dos alturas habitables, aunque en multitud de ocasiones también eran utilizadas para albergar nuevas estancias de dormitorios. Esta estancia superior será importante a la hora de realizar la modificación energética, ya que se realizaran dos opciones, una de ellas incorporando el bajo cubierta dentro de la envolvente térmica y otra en la que no.

El bajo cubierta además de tener entradas de luz natural es sus dos fachadas principales, también tiene unas alturas aceptables para poder usarse, teniendo en su lado más bajo 1.50 metros de altura y en la zona más alta, la central una altura de 2.60 metros.

- Número de huecos

En este caso solo se va a analizar la fachada principal, obviando la latería y la posterior, ya que las que caracterizaban las viviendas tradicionales rurales eran las fachadas que daban a la calle de acceso.

En este caso la vivienda teniendo como se ha visto anteriormente una altura y media, los huecos se dividen de la misma forma, los de la planta baja y los de la planta bajo cubiertas. Los huecos principales y de mayor tamaño son los inferiores perteneciendo a los dos dormitorios de planta baja, teniendo una longitud de 1.50 metros y una altura de 1.90 metros, sin ser huecos que empiezan a la altura del pavimento debido a la existencia del zócalo de piedra. En planta baja también se encuentra el tercer hueco, siendo este la puerta de acceso a la vivienda y tipológicamente el eje de simetría que tiene la fachada principal, siendo el hueco más grande con 1.55 metros de longitud y 2.45 metros de altura.

Los huecos de la planta superior se reducen en altura siendo más alargados, dando la información solo con ver la fachada del número de alturas de la vivienda. En este caso los huecos ya no son tres, sino dos y colocados cada uno de ellos alineados con los huecos principales de la fachada, siendo de 1.50 metros de longitud como los principales y 0.85 metros de altura.

- Número de crujías

Normalmente las viviendas al tener varios números de crujías necesitan una estructura intermedia debido a que no les vale con las estructura de muros portantes de fachada. Esta estructura se intentaba ocultar juntándola con las divisiones interiores. En nuestro caso se puede observar en la planta de la vivienda que consta de tres crujías la vivienda, pero estando la estructura de pies de madera en medio de la intermedia obteniendo un pilar en medio del baño de planta baja.

Como se ha visto en el estudio de las tipologías estas organizaciones de 3 x 3 son las que más libertad aportan a la vivienda, pudiendo colocar las escalera con más facilidad. En la casa de estudio la escalera está colocada en la crujía intermedia en un lateral, paralela a la fachada principal sin cortar el recorrido entrada – corredor – patio trasero.

Las crujías laterales (mirando en perpendicular a la fachada) tienen una luz de 4.20 metros de distancia, pero esta medida no se utiliza en toda la casa debido a como se ha comentado en el análisis descriptivo, el estar – comedor está colocado en la crujía central, ganando protagonismo y reduciendo la luz a sus crujías laterales, restando luz a la cocina y a la habitación 1.

- Existencia de portón de acceso

Comprobado el apartado del análisis tipológico tradicional, se observa que en la vivienda de Íscar, la existencia del portón de acceso al patio tiene un fuerte impacto en la composición de las fachadas de las manzanas.

Antiguamente las viviendas a parte de tener los portones de madera, que en este caso de estudio la cerrajería es metálica debido a que es más moderna, estaba normalmente incorporada en las viviendas. Podía ser una entrada abierta sin cubierta pero generando un espacio intermedio entre la calle exterior y el patio trasero o directamente estar cubierto tanto por cubierta y en ocasiones con otro portón antes de acceder al patio trasero desde la nueva sala generada. En este caso como se puede observar en la figura 38 desde el portón accedemos directamente al patío que en este caso no es solo trasero, si no que genera una "L" rodeando la vivienda. Esta forma de tener el corral genera dos grandes ventajas. La primera de ellas es el evitar que la vivienda se forme entre medianeras, consiguiendo así un nuevo muro de fachada, teniendo tres, y poderla dar un carácter más importante a nivel estructural y que un muro de medianera. La segunda, es que al evitar estancias intermedias entre patio y vivienda, ganamos mucho más espacio exterior privado, obteniendo así un patio de grandes dimensiones pudiéndolo aprovechar, antiguamente, para los usos comunes como pequeños establos, almacenes de leña e instrumentos de labranza etc.

7.4 ANALISIS CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA

En este apartado se va a describir las partes más significativas de la vivienda que servirán posteriormente para realizar las modificaciones necesarias. Se van a analizar las siguientes partes: cubierta, fachadas, cimentación, estructura, particiones interiores, carpinterías y acabados interiores.

- Cubierta

Dentro de la parte de la cubierta se van a diferenciar dos partes, la formación de pendiente y el sistema de cerramiento utilizado.

Se comienza analizando la formación de pendiente observando que la vivienda consta con una cubierta a dos aguas formada por una doble cercha, utilizando los dos puntos verticales de la estructura de madera. Estos dos pies derechos suben desde la cimentación hasta la cumbrera saliendo de ellos dos, dos tornapuntas. Del final de los pies derechos y apoyados por los tornapuntas salen dos pares de madera creando la pendiente deseada de la cubierta. Estos pares están formados por vigas de madera de 0.12 x 0.25 metros, formando el primer orden de la cubierta. Debido a la pequeña dimensión de la vivienda y en consecuencia de su cubierta encima de los pares solo encontramos una correa de madera de 0.20 x 0.20 metros en cada faldón, formando el segundo orden de la cubierta. Por último, la última parte de la formación de pendiente son los paralelos, nuevamente de madera y con unas medidas de 0.10 x 0.10 metros, colocados a una distancia unos de otros de 0.50 metros. La colocación de estos paralelos servía para posteriormente colocar encima de ellos apuntalados los tablones de madera que sujetaran el sistema de cerramiento. La distancia entre ellos no podía ser muy excesiva debido a que cuantos más largos fuesen los tablones más complicado sería conseguirlos y en consecuencia más costoso el precio final.

Las viviendas tradicionales en los pueblos de la zona de actuación, como ya se ha comentado previamente en el apartado 6.2.1 Evolución de los sistemas constructivos, utilizaban debido a su proximidad con la zona árabe elementos cerámicos en sus construcciones. A la hora de escoger el material para evacuar el agua de la lluvia en las cubiertas, elegían la teja curva, debido a que elaboración era muy sencilla y realizaban su función con una excelente eficiencia.

Estas tejas cerámicas venían colocadas directamente encima de los tablones de madera que se han mencionado anteriormente, puestas por hileras intercaladas unas con la parte curva interior hacia arriba formando el canal por donde transcurrirá el agua de la lluvia hasta el final de la cubierta, y la siguiente hilera con la parte curva interior abajo sujetando las hileras canales, llamándose estas hileras cobija. Estas tejas estaban recibidas sobre los tablones de madera mediante unas mezclas de barro, similares al adobe,

umentando así la adherencia de las tejas evitando deslizamientos o desprendimientos.

Llegando a la cumbrera de la cubierta, se colocan una hilera de tejas en una disposición perpendicular a las hileras ya colocadas de los faldones.

Dentro de la cubierta encontramos también la cornisa, elaborada en esta vivienda mediante dos hileras de ladrillo tejar sobresaliendo la primera unos centímetros del nivel de la fachada y la siguiente y última hilera sobresaliendo unos centímetros de la anterior, consiguiendo un acabado escalonado hacia afuera de ladrillo tejar.

- Fachada

Los cerramientos exteriores de la vivienda están formados por una serie de materiales distintos en su composición pero que al utilizarlos de manera conjunta se obtiene un resultado bastante idóneo tanto compositivamente como constructivamente, estos dos materiales son la piedra caliza característica de la zona sureste de la comarca de Valladolid y el ladrillo cerámico tejar heredado de la cultura musulmana. Las fachadas tradicionales rurales que se construían únicamente de ladrillo estaban formadas mínimo de un asta de anchura o de normal al ser los muros de carga se utilizaba asta y medio de ladrillo. En el caso de nuestra vivienda las fachadas están formadas como se ha dicho con dos materiales diferentes siendo la hoja exterior de mampostería irregular de piedra y por la parte interior un asta de ladrillo tejar.

Comenzando por la parte inferior del cerramiento, tradicionalmente se formaba un zócalo de piedra antes de comenzar a colocar los ladrillos cerámicos debido a que las calles de los pueblos en su antigüedad antes de estar asfaltados como en la actualidad eran de tierra y barro. Este zócalo de piedra tenía una doble función para la fachada, la primera de ellas era evitar el ensuciamiento de la fachada debido a las salpicaduras del agua al caer sobre las calles de barro u otro tipo de manchas por el tipo del terreno exterior y la segunda evitar el ascenso de humedad por capilaridad del terreno hacia los ladrillos cerámicos, ya que la piedra junto con el material para unirlos creaban una barrera al agua del terreno. En nuestra vivienda este zócalo está formado por la misma piedra caliza de la fachada pero siendo piedras de formas más irregulares y más difíciles de colocar en partes vistas o más elevadas. Estas piedras formaban el comienzo de la fachada con el espesor de todas las hojas de un total de 0.55 metros y luego al exterior tenían una capa de mortero de cemento para evitar ver la formación de piedras irregulares.

Continuando por la fachada llegando a la cota del final del zócalo, se encuentra por la parte exterior mampostería de piedra con juntas de argamasa de mortero y cal. La parte interior de la fachada está formada con un pie de ladrillo tejar con unas medidas expuestas en la siguiente tabla y unidos unos con otros con juntas de argamasa de cal.

	Dimensiones (mm)	Peso (gr)
Pieza 1	283 x 141 x 49	3074,1
Pieza 2	275 x 135 x 47	3156,2
Pieza 3	266 x 142 x 51	3189,3
Pieza 4	278 x 138 x 48	3176,4
Pieza 5	279 x 140 x 47	3082,1
Pieza 6	283 x 142 x 48	3073,5
Pieza 7	277 x 135 x 46	3082,7
Pieza 8	280 x 140 x 46	3205,1
Pieza 9	275 x 135 x 46	3163,7
Pieza 10	282 x 140 x 46	3299,8
MEDIA	278 x 139 x 47	3150,3

Figura 39 Medidas de los ladrillos tejar⁷

⁷ Tabla obtenida de la tesis de Alfredo Llorente Alvarez "Influencia de las juntas de argamasa de cal en el ascenso de humedad capilar que afecta a las fábricas de ladrillo tejar antiguo" pág. 98

A la hora de llegar a los huecos de la fachada las dos hojas de la fachada varían, en la parte inferior de la ventana, el alféizar, sigue siendo las mismas rematándolas con una pieza normalmente de piedra desde la carpintería hasta unos centímetros por fuera de la línea de fachada para formar un vierteaguas. En la parte superior, en el cargadero, es cuando las hojas varían, la hoja exterior que antes era de piedra caliza pasa a ser de ladrillo tejar pero colocados a sardinel creando una imagen exterior de la fachada atractiva y en la parte inferior para soportar las cargas de la fachada se colocaban de lado a lado del hueco, dependiendo de la anchura de la fachada, uno o dos troncos de madera que al interior de la vivienda no se verán ya que irán cubierto con la capa de acabado interior.

- Cimentación

La cimentación de la vivienda del caso de estudio está construida con unas capas de piedras iguales que las de la mampostería o similares pero de tamaños más pequeños y compactándolos poco a poco, por capas hasta conseguir un terreno firme desde el que se pueda formar el muro de piedra del zócalo. Estas cimentaciones solían ser del mismo grosor que los muros de fachada o en algunos casos de un espesor un poco más grande para conseguir un terreno más firme y compacto. Además también esta capa compactada tenía la misión de complicar el ascenso de humedad al muro de piedra, consiguiendo así una mayor seguridad.

En el interior de la vivienda donde no nacían muros de carga se colocaba una capa irregular de un mortero para cubrir la capa de piedra machacada colocada previamente o en algunos casos encima del propio terreno original compactado. Ya encima de esta capa de mortero se colocaban las diferentes capas del acabado del suelo interior.

- Tabiquería interior

Las divisiones interiores de las viviendas vernáculas se comenzaron a realizar, antes del empleo de los ladrillos cerámicos mediante ladrillos de adobe entrelazado entre ellos y uniéndolos con cañizo y cal colocados de forma vertical. Otra forma de realizar los tabiques, era la colocación de rollizos de unas dimensiones de 10 - 12 cm colocados uno de otro a una distancia más o menos de entre 50 - 80 cm. Después el hueco que quedaba entre los rollizos era rellenado con mezclas de paja barro y yeso hasta conseguir unos planos aceptables buscando la mayor verticalidad. Posteriormente se empezó a utilizar el yeso tanto como material para crear las mezclas de relleno y como la última capa superficial para darla de manera más cuidadosa y utilizándola como acabado de los tabiques. En la vivienda de estudio los tabiques los tiene realizados con material cerámico, colocándose ladrillo hueco doble, al ser una vivienda más posterior, y enfoscando los dos lados del tabique, consiguiendo unas divisiones de unos 10 cm aproximadamente de espesor.

- Acabados interiores

En los acabados se va a diferenciar tres partes dentro de la vivienda los acabados verticales de las paredes, los acabados horizontales de los suelos y los acabados horizontales de los techos.

Comenzando con las paredes lo más común dentro de las viviendas era dar una capa de yeso directamente sobre la capa interior de la fachada y sobre las divisiones interiores, este yeso no era como en la actualidad, no se colocaba una primera capa de revoco y una última de enlucido, sino que se colocaba una capa de 1-1.50 cm de yeso proyectándolo lo más uniforme y recto posible.

En los techos tanto de las plantas bajas sobre forjados o en los techos inclinados de los bajo cubierta, se colocaba una capa de cañizo obtenido de cañas naturales y apuntalado a las estructuras de madera. Sobre este material se colocaba el yeso, sirviendo el cañizo para agarre de la mezcla blanquecina.

En los acabados de los suelos había varias opciones, diferenciando suelos de planta baja sobre el terreno y los suelos sobre forjados de madera.

El pavimento de planta baja de la vivienda está realizado sobre la capa de mortero ya colocado que se ha comentado antes en el apartado de cimentación, sobre él se colocaba directamente 1.50-2 cm de material de pegamento sobre el cual se colocaban directamente las baldosas de terrazo, que podían llegar a espesores de 3-4 cm. Este pavimento se realiza mediante la mezcla de morteros de cemento y trozos de piedra natural, de mármol o granito. Los suelos de estas viviendas tenían la ventaja de ser bastantes resistentes debido al terrazo, pudiéndose pulir dándole un acabado brillante, pero tenían como desventaja la gran inercia térmica siendo más complicados de calentar en épocas de invierno.

En los forjados realizados con estructura de madera el pavimento que se colocaba era nuevamente de madera, debido a su composición y la dificultad de colocar un acabado húmedo insitu sobre los tablones de madera. En algunas viviendas en planta baja los suelos podían que no fuesen embaldosados, como en el caso del terrazo, colocando de nuevo como en las plantas superiores un pavimento de madera.

- Estructura

La estructura portante de la vivienda unifamiliar está organizada en los muros de carga de las dos fachadas, la principal y la posterior y en este caso en concreto se ha añadido un muro más a mayores para el reparto de las cargas. Debido a las tres crujías que contiene la casa y sus dimensiones es necesario añadir en el interior dos pilares (pies de madera) para reducir la dimensión de la flecha de la vivienda. Estos pies derechos nacen de la capa de piedra caliza comprimida colocada a forma de cimentación, cubiertos después por la capa de mortero y finalmente por el acabado del suelo. Estos pies derechos de madera crecen hasta el nivel de la cumbrera partiéndose en el forjado intermedio y siendo la sujeción de la cubierta y del forjado de madera.

El forjado intermedio situado a una altura de 2.80 metros está construido de la misma forma que la cubierta, con un sistema de entramados de madera. Formado por una primera estructura de vigas rectangulares de madera empotradas en los muros de carga de las fachadas apoyadas encima de unos durmientes de madera, siendo la parte que recoge todas las cargas y la reparten a los muros. Si la distancia entre estas vigas no era muy excesiva no era necesario la colocación de un segundo orden de estructura encima de las vigas, colocando directamente los tablones apuntados que sostienen

el acabado del suelo de planta primera, en el caso de la vivienda a estudiar, sí que encontramos un segundo orden de travesaños de madera serrada cuadrados funcionando como viguetas, en los cuales ya iban encima los tabloneros de madera apuntalados. Estos forjados normalmente antes de colocar los tabloneros superiores eran rellenados entre viga y viga de materiales como paja para conseguir un aislante natural.

- Instalaciones

Se analiza en este apartado también las instalaciones que contenía una vivienda de estas características, ya que posteriormente a la hora de reformarla intentando alcanzar unas características pasivas va a ser un punto muy importante la instalación de los aparatos tanto de calefacción y refrigeración que coloquemos en la vivienda.

La vivienda por la fecha de su construcción las únicas instalaciones que tenía eran la red de fontanería y la red eléctrica. Las redes de suministro de agua antiguas estaban realizadas por conductos de plomo, posteriormente identificados como dañinos para el uso de agua potable, y en algunas viviendas y municipios sustituidos por unos nuevos conductos, pero en otras ocasiones no. La red eléctrica estaba formada por cables de cobre cubiertos con un material aislante, siendo las dos instalaciones bastante obsoletas.

Estas viviendas no contaban con un sistema de calefacción o ACS, calentando la vivienda dependiendo de la zona geográfica de unas formas o de otras. Uno de los sistemas más comunes en la zona sureste de la comarca de Valladolid era el empleo de glorias para calentar los pisos de la vivienda, siendo un sistema más innovador y en esas épocas no accesible a todas las personas. El empleo de estufas, chimeneas y directamente cocinas de estilo bilbaínas, eran empleadas para calentar estancias de la casa de uso común o uso de día, como podían ser las cocinas, estares etc. Las habitaciones normalmente eran calentadas antes de la hora dormir mediante el empleo de braseros u otros sistemas que calentaran la estancia por la noche.

7.5 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DE LA CASA DE ESTUDIO

7.5.1 DETALLES ORIGINALES

- Cimentación – Arranque de la fachada - hueco inferior

Como se ha comentado anteriormente en el análisis constructivo de la vivienda, en el apartado de cimentación, se observa que debajo de los primeros mampuestos de caliza encontramos una capa de zahorras compactadas por capas, para conseguir un firme adecuado para los muros portantes de la vivienda, esta capa normalmente era del mismo espesor que el muro de mampostería superior. Encima de esta capa de cimentación se encuentra la parte del zócalo de la vivienda formado todo ello por piedra caliza y en este caso de estudio enfoscado al exterior con un mortero de cemento para, compositivamente, diferenciar el zócalo del resto de fachada de mampostería.

Se aprecia que el nivel de la vivienda esta elevado un escalón normalmente, para evitar la entrada de lluvia del exterior. Siendo el pavimento exterior de la calle de adoquines.

Apoyado en el murete del zócalo comienzan las dos hojas de la fachada. Al exterior se continua con piedra caliza de mampostería irregular de unos 27 cm aproximadamente, unidas entre ellas con una junta de mortero de cal un poco más de profundidad al exterior dejando la piedra más atrás. Hacia el interior después de la piedra caliza y antes de colocar los ladrillos tejaros se colocaba una capa de mortero para alisar lo máximo posible la pared irregular de piedra. Posteriormente una nueva capa de 1 pie de ladrillo tejar (24.00 cm) unidos con una junta de argamasa de cal y finalmente al interior de la vivienda una capa de yeso para dar un acabado final, nuevamente de unos 2.00 cm aproximadamente, eran capas de un grosor generoso debido a que debía tapar numerosas imperfecciones de los muros.

El suelo de la vivienda interior estaba compuesto por una primera capa de mortero de cemento colocado directamente sobre el terreno original, este mortero servía para alisar el terreno y colocar adecuadamente las superiores capas del solado. Además de alisar también impedía lo máximo posible el ascenso de humedad. Encima del mortero proyectado ya se colocaba una capa de pegamento 1.50-2 cm y encima suyo el pavimento de baldosas de terrazo con su rodapié.

Al llegar a los huecos vemos que las carpinterías de madera de las ventanas están fijas al muro inferior mediante un premarco de madera, normalmente de pino. Estas ventanas solo contenían un único vidrio. Para cubrir el resto del hueco en la parte inferior se colocaba un vierte aguas que ya contenía un goterón en su extremo normalmente fabricados en piedra y adheridos al alfeizar mediante un mortero de cemento.

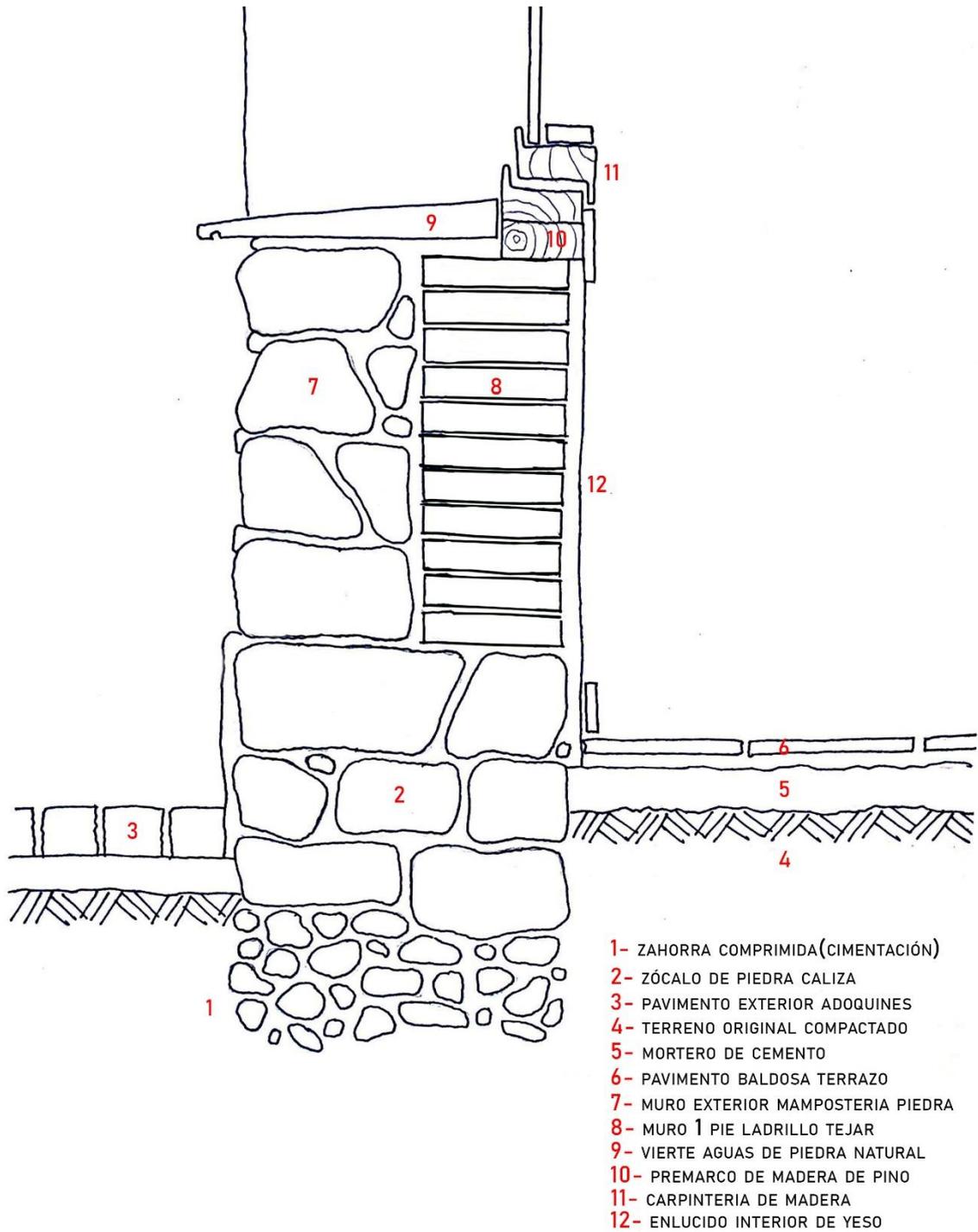


Figura 40 Detalle constructivo original – Cimentación – Arranque de la fachada – Huevo inferior

- Huevo superior – Unión forjado con muro de fachada

En la parte superior del hueco de la ventana se observa que el cargadero de estas viviendas tradicionales estaba compuesto por dos partes. La primera y al exterior una hilera de ladrillos tejares colocados a sardinel, y la segunda, al interior y dependiendo del tamaño del hueco y del espesor de los muros, uno o dos troncos de madera serrados sujetando las cargas del muro superior.

La carpintería superior de la ventana esta apuntalada directamente sobre los troncos de madera.

Llegando a la cota del forjado se puede percibir que se encuentra empotrado dentro del muro de carga. En vez de estar apoyado directamente sobre los ladrillos tejares se colocaba un tablero longitudinal a la fachada teniendo dos funciones principales, la primera repartir las cargas de forma uniforme al muro y la segunda, al estar el forjado de madera oculto, comprobar que la madera está en buenas condiciones y no se está pudriendo, ya que, si el durmiente se encontraba en estado de putridéz, las vigas de madera del forjado también lo estarían.

Por encima del forjado ya encontramos las vigas de madera, que como se ha comentado anteriormente quedaban normalmente en las viviendas ocultas, inferiormente mediante un falso techo formado por un cañizo apuntalados a las vigas y una capa de yeso sobre el cañizo y superiormente mediante el pavimento de la planta superior. Sobre las vigas de madera se colocaban unos travesaños cuadrados de madera de menor tamaño y separados unos 50 cm. Con la función de sujetar encima de ellos, apuntalados nuevamente los tablones planos de madera que formaban el firme del suelo de la planta superior. Encima de estos tablones había varias formas de colocar los pavimentos el suelo, pero en este caso se colocaban unas baldosas cerámicas a hueso para verter sobre ellas una pequeña capa de mortero que posteriormente sujetará como en planta baja el pavimento de baldosas de terrazo.

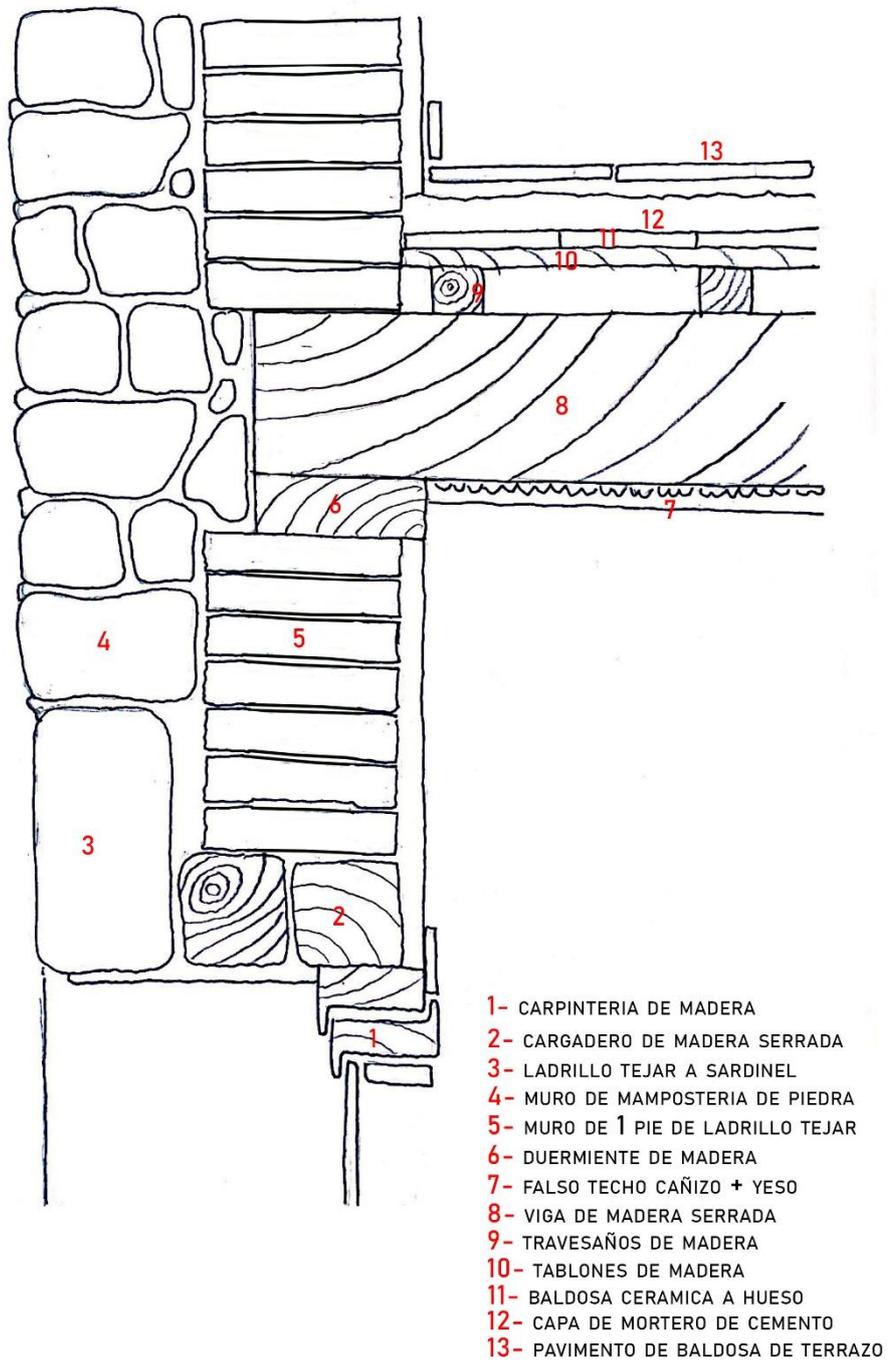


Figura 41 Detalle constructivo original – Huevo superior – Encuentro forjado con muro de fachada

- Cubierta

Siguiendo ascendiendo por la fachada el muro continua con su misma tipología y al llegar a la cubierta en la parte interior ocurre el mismo sistema que el forjado intermedio. Se encuentra un durmiente longitudinal de madera que en este caso sujeta encima de él el par de madera que conforma la pendiente de los faldones.

En la parte exterior del final del muro se percibe la cornisa que nos marca el final de la fachada. Esta parte constructiva esta formada por tres ladrillos tejares que van sobresaliendo progresivamente de forma ascendiente hasta llegar a las tejas y rellenando los huecos que dejaban los ladrillos con desechos de la construcción como puede ser trozos de ladrillos rotos o tozos pequeños de piedra junto con una masa de barro.

Encima de los pares de madera se colocaban tablones de madera al igual que en el forjado horizontal, para colocar sobre ellos el sistema de cubrición de la fachada. Por último ya se colocaban las tejas curvas cerámicas sobre los tablones de madera, adheridas a la madera mediante una mezcla de barro y paja para evitar que las tejas se moviesen.

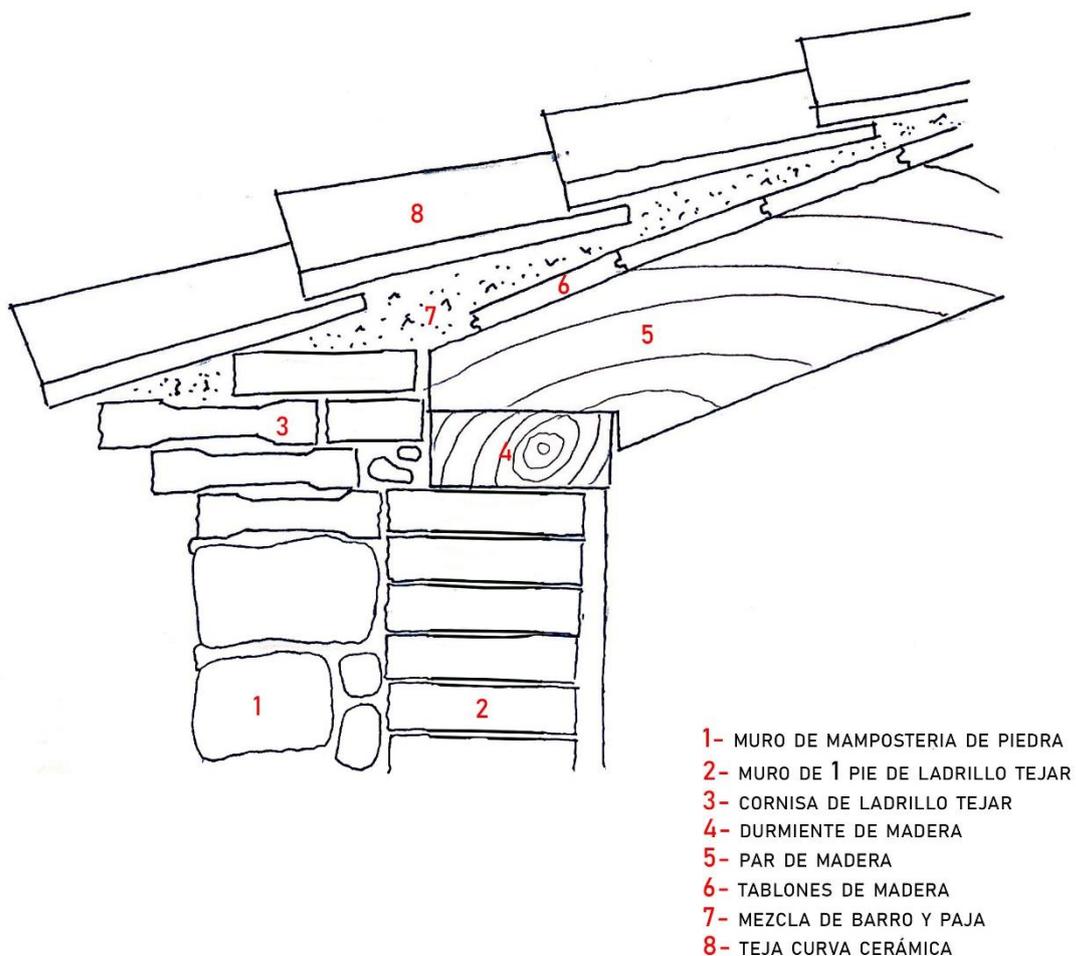


Figura 42 Detalle constructivo original – Cubierta

7.5.2 DETALLES DE LA INTERVENCIÓN

A la hora de realizar la reforma en el interior de la vivienda se van a realizar dos propuestas. Aunque la residencia consta de una altura y media, como se ha analizado en el apartado del análisis tipológico de la vivienda, vamos a realizar la intervención sobre la misma vivienda si tuviese dos alturas, además del estado real de una altura y media, ya que así podemos analizar la continuidad del aislamiento en la planta superior. La intervención se va a realizar en su totalidad por el interior, sin colocar sistemas de aislamiento de fachadas por el exterior como podría ser el Sate.

- Cimentación – Arranque de la fachada - hueco inferior

Como se ha comentado en el punto 7.5 de la reforma de la vivienda, la reforma está realizada por el interior. En la parte del suelo interior de planta baja, el pavimento original ha sido totalmente levantado eliminando todas las capas originales hasta llegar al terreno original. Se ha excavado el terreno hasta llegar a una altura en la que el nuevo sistema constructivo entre y colocando la altura del pavimento nuevo a la misma que la antigua.

Primero se ha colocado una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor tras realizar la excavación. Encima y como forma de forjado sanitario se han colocado unos cavitis de 58 x 40 cm. Junto con la capa de compresión de 4 cm. En todo el perímetro de la vivienda hasta llegar a la altura del zócalo de piedra se ha colocado una banda de poliestireno expandido para evitar deformaciones por cambios de temperatura de las capas formadas con hormigón. Por encima de la capa de compresión de los cavitis se coloca la doble capa de aislamiento de poliestireno extruido, cada capa de ella de 7.50 cm de espesor comenzando así el aislamiento continuo en toda la vivienda.

Encima de la doble capa de aislamiento térmico se coloca el sistema de la nueva calefacción mediante suelo radiante cubierto mediante una capa de 6 cm de espesor de hormigón en masa, colocando previamente un mallazo de redondos de 6 para evitar el agrietamiento del hormigón. Ya finalizando se coloca un pavimento de baldosa de gres formado por 1 -1.50 cm de pegamento y una baldosa de 1 cm de espesor.

En la parte vertical del muro por la parte interior sin alterar ninguna de las antiguas capas originales, se coloca la doble capa de poliestireno expandido de 15 cm de espesor total para continuar con el aislamiento continuo de la vivienda, colocado sobre una primera capa de adhesivo sobre el antiguo yeso de la vivienda y con unos anclajes mecánicos, anclados a los ladrillos tejares. Para colocar el acabado vertical se ha optado por la utilización de un trasdosado de placas de yeso laminado, formado por una parte interior donde alberga la estructura metálica del trasdosado y la capa de lana mineral de 7 cm de espesor y por el exterior la placa de yeso laminado de 1.50 cm de espesor junto con su acabado.

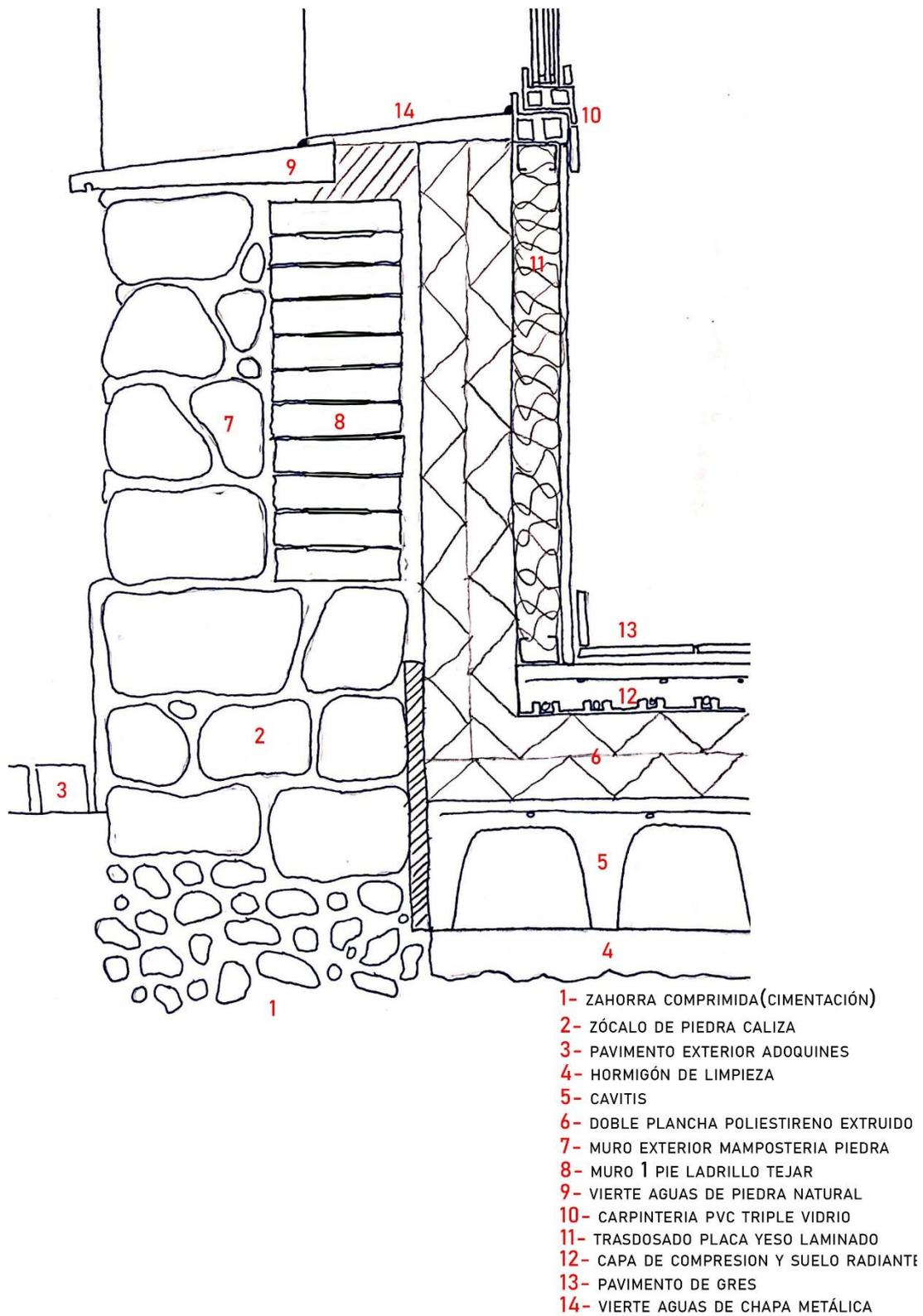


Figura 43 Detalle constructivo reformado – Cimentación – Arranque de la fachada – Huevo inferior

- Huevo superior - forjado intermedio, propuesta de 2 alturas

De la misma forma que en la parte inferior del hueco, la nueva carpintería de PVC con rotura de puente térmico y triple vidrio, está sujeta en los perfiles metálicos que forman el hueco del trasdosado de yeso laminado.

La doble placa de poliestireno extruido que forma el aislamiento continuo, atraviesa el forjado original de madera, habiendo retirado los tablonetes de madera previamente.

A la hora de realizar el nuevo pavimento del forjado de planta primera, se coloca en el perímetro del forjado un perfil en L perimetral para contener la nueva capa de hormigón en masa del suelo junto con una armadura de redondos del 6 para evitar fisuras por retracción. Antes de verter el nuevo hormigón se ha colocado la barrera de vapor y barrera acústica y el sistema de suelo radiante de la planta primera. Una vez colocado la nueva base del pavimento se sigue colocando el sistema de trasdosado y por último un nuevo pavimento de gres junto con su rodapié.

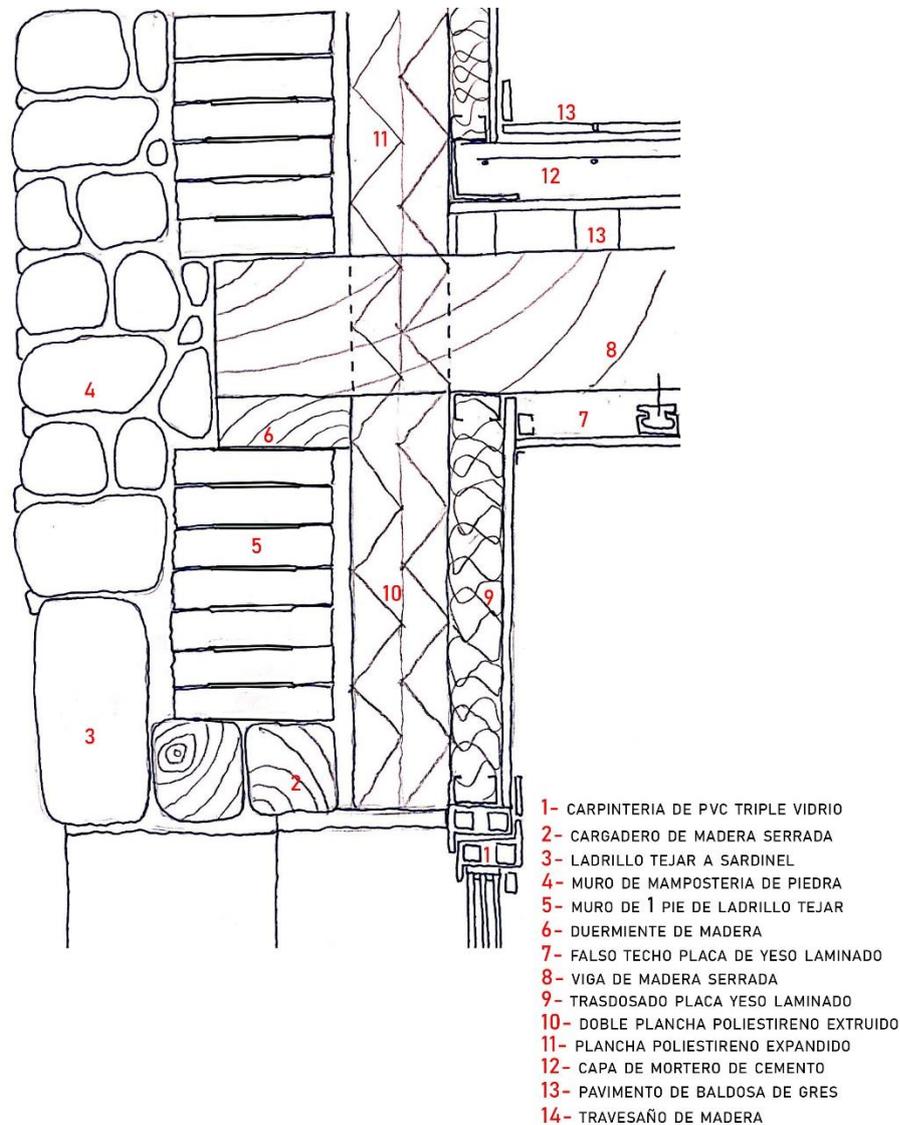
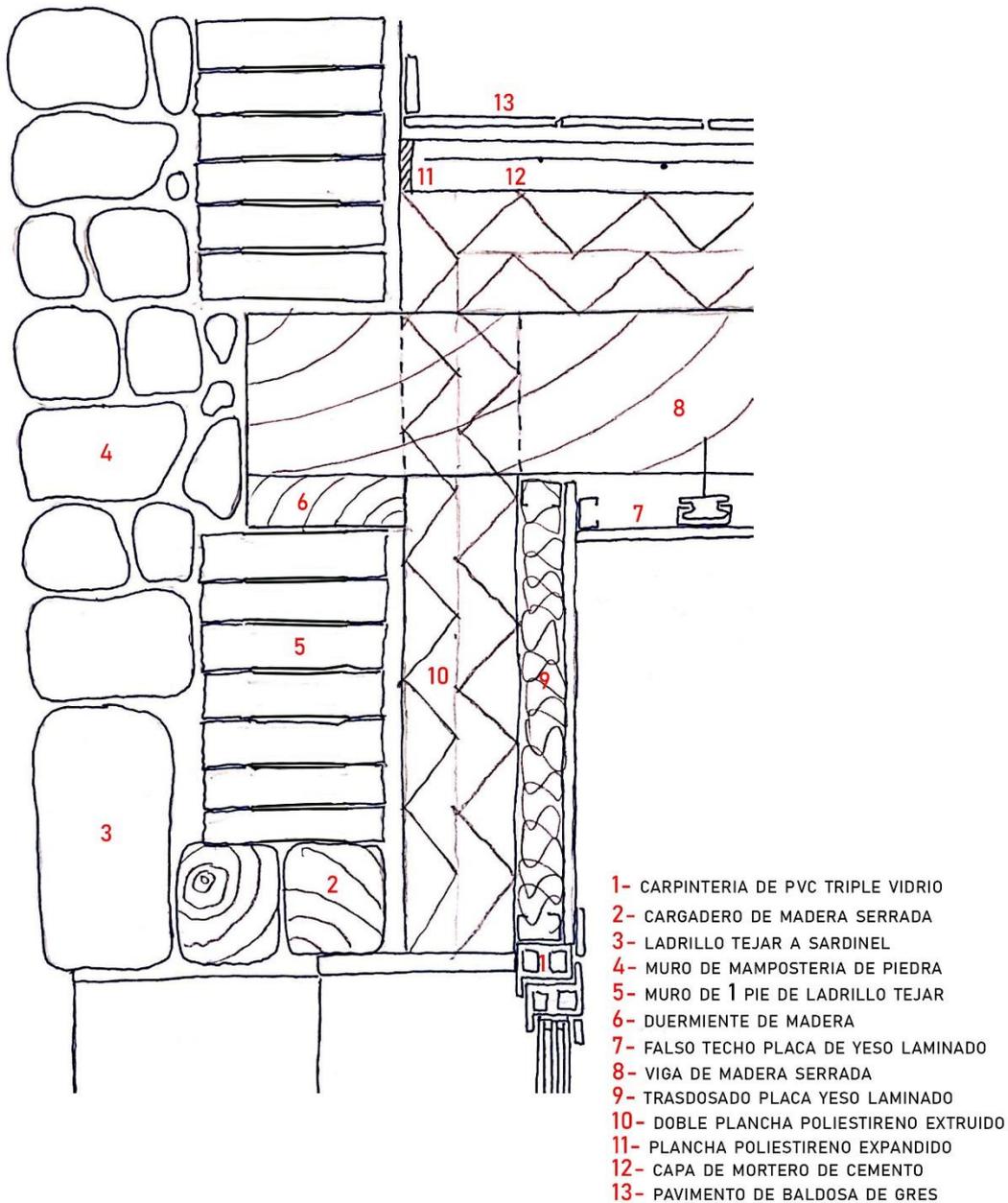


Figura 44 Detalle constructivo reformado – Huevo superior – forjado intermedio (2 alturas)

- Hueco superior - forjado intermedio, propuesta 1 altura y media

A la hora de realizar la propuesta de una altura y media se ha decidido dejar el espacio bajo cubierta como espacio no calefactado, consiguiendo la continuidad del aislamiento por la parte superior del forjado.

A la hora de llegar al forjado se retiran de la misma forma que la anterior los tablones de madera para continuar el aislamiento térmico, pero esta vez se gira y se coloca encima de los antiguos tablones de madera, a su vez encima de los travesaños, pero anteriormente se han colocado las barreras acústicas. Posteriormente se coloca una plancha de poliestireno expandido en el perímetro y seguido una pequeña capa de compresión de hormigón en masa con la finalidad de sujetar encima de él el nuevo pavimento de gres de la planta bajo cubierta.



- Cubierta, propuesta 2 alturas

Al llegar a la cubierta, el poliestireno expandido continuo se dobla en los planos inclinados de los faldones por debajo de los pares de madera. Consiguiendo ya una envolvente térmica completa de la vivienda, anclados del mismo sistema que en los planos verticales, mediante un adhesivo y con anclajes mecánicos atornillados a las piezas de madera.

El trasdosado de placa de yeso laminado al no tener un anclaje superior de forjado, se ha colocado una estructura metálica auxiliar sujetando los montantes verticales del trasdosado, colocados cada 60 cm.

Para ocultar el nuevo aislamiento instalado, se coloca un falso techo de placas de yeso laminado ancladas a un sistema de sujeción atornillado a los pares de madera que forman la cubierta.

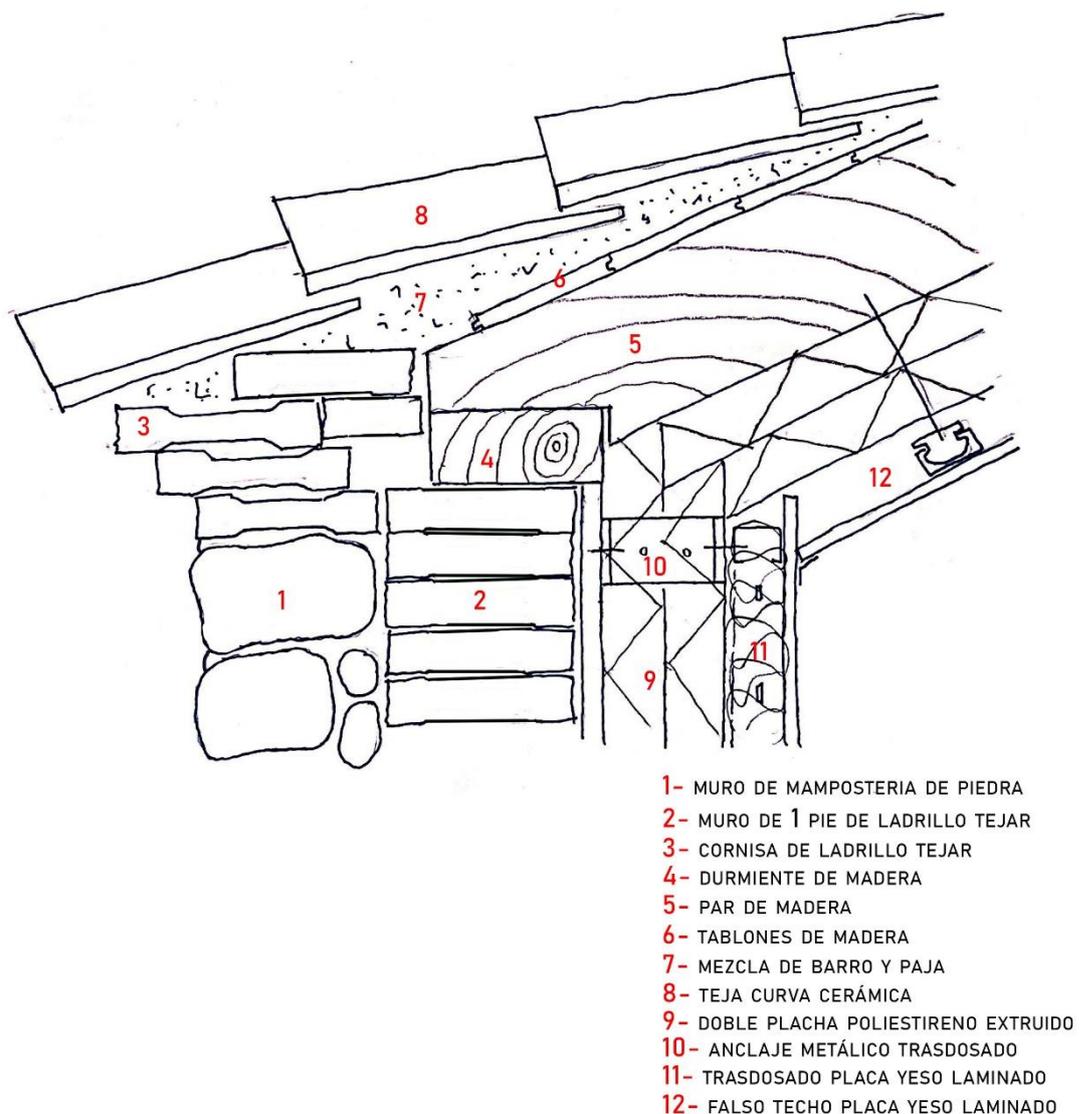


Figura 46 Detalle constructivo reformado – Cubierta (2 alturas)

8. ESTUDIO ENERGETICO DE LA VIVIENDA ORIGINAL CON CE3X

Al comenzar con el programa de cálculo de la demanda energética de la vivienda CE3X, lo primero que requiere es rellenar los campos de los datos básicos de la edificación. En este apartado se debe poner la normativa vigente en el momento que se construyó, en el caso de estudio al ser la vivienda del 1958 la normativa vigente que se debe poner es "anterior". Después se tiene que poner los datos de ubicación para determinar la zona climática de la vivienda, que las genera automáticamente. En este caso para el HE-1 es la zona D2 y para el HE-4 es la zona IV.

Por último, se debe añadir la superficie útil habitable del edificio, altura libre de las plantas, número de plantas habitables, ventilación del inmueble, demanda diaria de ACS y la masa de las particiones interiores. La ventilación del inmueble es un dato que la aplicación viene predeterminado, pudiéndolo cambiar tu libremente. Para el cálculo de la demanda de ACS se han utilizado las tablas del CTE de demanda estimada para una temperatura de 60°C el agua.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Utilizando los 28 litros/día por unidad, siendo personas.

Para el cálculo del número de personas de la vivienda se remite a la tabla del apartado 4.2 que ofrece el cálculo estimado de ocupación de una vivienda en función de su número de dormitorios.

Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Teniendo la vivienda de estudio un total de 2 dormitorios, el número de personas total son 3. Multiplicando los 28 litros/día por unidad por 3 personas, obtenemos un total de 84 litros/día de demanda de ACS.

Datos generales

Normativa vigente: Anterior [?] Año construcción: 1958

Tipo de edificio: Unifamiliar

Provincia/Ciudad autónoma: Valladolid Localidad: Otro [ÍSCAR] Zona climática: HE-1 [D2] HE-4 [IV]

Definición edificio

Superficie útil habitable: 94 m²

Altura libre de planta: 2,8 m

Número de plantas habitables: 2

Ventilación del inmueble: 0,63 ren/h

Demanda diaria de ACS: 84 l/día

Masa de las particiones internas: Ligera

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Figura 47 Datos generales vivienda CE3X

- Datos de la vivienda original

Una vez finalizado el apartado de datos generales de la vivienda se pasa a determinar la envolvente térmica del edificio. En este apartado se debe definir como esta realizado el suelo en contacto con el terreno de la vivienda, las fachadas de la vivienda, el muro de medianera, la cubierta en contacto con el aire, las particiones interiores, los huecos en los muros y los puentes térmicos existentes. La aplicación CE3X te genera automáticamente un tipo de muro con unos datos generales, pero también te da la opción de crear tú la composición del sistema constructivo para obtener unos datos más exactos. En nuestro caso se ha generado los tres muros de fachada, la cubierta en contacto con el aire y los huecos de los muros.

Estos muros como se ha visto en los detalles constructivos están formados con los mismos materiales seleccionados y escogiendo unos valores lo más próximos posible.

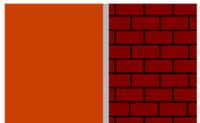
Librería de cerramientos

Nombre

Características del cerramiento
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K...)	Espesor...	λ (W/mK)
Caliza dura [2000 < d < 2190]	Pétreos y suelos	0.165	0.28	1.7
Mortero de cemento o cal para albañilería y para ...	Morteros	0.036	0.02	0.55
1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	Fábricas de ladrillo	0.375	0.25	0.667
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	Enlucidos	0.035	0.02	0.57



$R1 + \dots + Rn$
0.61 m2K/W

Figura 48 Muro de fachada de la vivienda original CE3X

La ventaja de generar los muros propios, es que a la hora de calcular la demanda energética es más exacta debido a que los muros generados automáticamente por la aplicación ponen unas transmitancias térmicas aproximadas y con valores de muros normalmente actuales, ya que los de la vivienda de estudio son tradicionales y de un sistema constructivo obsoleto sus datos térmicos son más inferiores que los generados automáticamente.

El único muro que no podemos generar por nuestra cuenta es el muro de medianera, el programa de cálculo ofrece la opción de ponerlo ligero o pesado, eligiendo la primera opción ya que nuestra medianera esta realizada mediante un entramado de madera y relleno con mezclas de materiales como el adobe.

A la hora de poner los puentes térmicos de la vivienda la aplicación da una lista de puentes térmicos que se pueden encontrar en una vivienda. En este caso se han marcado los siguientes: contorno del hueco, encuentro de fachada con forjado, encuentro de fachada con cubierta y encuentro de fachada con solera, dejando puentes térmicos usuales de viviendas unifamiliares actuales como caja de persiana o la colocación de pilares en fachadas.

Puente térmico por defecto

Definir puentes térmicos por defecto

- Pilar integrado en fachada
- Pilar en esquina
- Contorno de hueco
- Caja de persiana
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con cubierta
- Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- Encuentro de fachada con solera

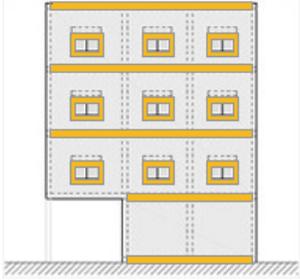


Figura 49 Colocación de los puentes térmicos de la vivienda original CE3X

Finalizada la parte que define la envolvente térmica de la vivienda la aplicación te obliga antes de calcular los datos de demanda energética, añadir un sistema de instalaciones de la vivienda. Aunque ya se ha analizado la vivienda y se ha observado que la vivienda solo contaba con instalaciones de fontanería y electricidad, tenemos que añadir una de las posibles para poder obtener los informes.

Posteriormente se ha decidido escoger un equipo de ACS ya que de las opciones posibles es la que menos impacto genera en los datos finales. El tipo de generado escogido es una caldera estándar que utiliza de combustible carbón, siendo una caldera sin aislamiento y con una potencia nominal de 24 kW.

Después de determinar las instalaciones de la vivienda, ya están todos los datos introducidos dentro de la aplicación y ya podemos generar el informe de certificado de eficiencia energética de edificios. Como se ha comentado anteriormente este programa genera un informe desde "A" hasta "G".

En la vivienda se obtienen unos datos de Consumo de energía primaria no renovable [kWh/m² año] de 385.5 Perteneciendo a la letra F y unos datos de Emisiones de dióxido de carbono [kgCO₂/ m² año] de 88.9 perteneciendo nuevamente a la F. Datos que como podemos observar, siendo la letra A lo mejor, bastante desfavorables, necesitando la vivienda una reforma.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
< 61.8 A		< 11.8 A	
61.8-83.8 B		11.8-18.8 B	
83.8-128.8 C		18.8-29.2 C	
128.8-198.8 D		29.2-44.8 D	
198.8-327.4 E		44.8-79.2 E	
327.4-481.1 F	385.5 F	79.2-103.8 F	88.9 F
≥ 481.1 G		≥ 103.8 G	

Figura 50 Calificación energética de la vivienda original CE3X

Además de los datos anteriormente comentados también el programa indica la demanda de calefacción [kWh/m² año] siendo 258.4, perteneciendo al último apartado de la lista "G". Los datos de demanda de refrigeración [kWh/m² año] obteniendo 16.1 perteneciendo, esta vez en el apartado "E".

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<p><28.9 A</p> <p>28.9-46.8 B</p> <p>46.8-72.6 C</p> <p>72.6-111.6 D</p> <p>111.6-178.3 E</p> <p>178.3-208.6 F</p> <p>>208.6 G</p>		<p><3.9 A</p> <p>3.9-6.4 B</p> <p>6.4-9.9 C</p> <p>9.9-15.2 D</p> <p>15.2-18.3 E</p> <p>18.3-22.5 F</p> <p>>22.5 G</p>	
	258.4 G		16.1 E
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>	

Figura 51 Demanda de calefacción y refrigeración de la vivienda original CE3X

9. ESTUDIO ENERGETICO DE LA VIVIENDA INTERVENIDA CON CE3X

- Envoltente térmica de la vivienda reformada

Una vez obtenidos los datos de la demanda energética de la vivienda en estado original, procedemos a modificar los datos de la vivienda, poniendo las nuevas modificaciones que ahora se van a exponer con el fin de obtener el nuevo informe energético. En este caso no se va a realizar como en el apartado 7.5.2 Detalles reformados que se optó por elaborar dos casos de estudio (una altura y media y dos alturas) sino que se ha optado por realizar el estudio energético de la vivienda como si tuviese dos alturas.

Dentro de los muros de fachada se han creado nuevos muros de fachada, con las nuevas capas añadidas en el interior de la vivienda. En la modificación en el muro de medianera también se ha añadido el nuevo poliestireno extruido de un grosor total de 15.00 cm y el trasdosado de placa de yeso laminado, pero la aplicación los muros de medianera no deja modificarlos como se ha comentado anteriormente. Se había optado por la opción de sustituir la medianera por un nuevo muro de fachada, pero al tener una orientación específica y no contar con huecos a la hora de calcular la demanda de calefacción y refrigeración, salía desfavorable.

Continuando con los muros aquí se puede observar el nuevo muro de la vivienda reformada, con una nueva transmitancia de 0.22 W/m²K en comparación con el 1.28 W/m²K del muro original.

Librería de cerramientos

Nombre: MURO DE FACHADA MODIFICADO

Características del cerramiento
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2...)	Esp...	λ (W/...	ρ (kg/m3)
Caliza dura [2000 < d < 2190]	Pétreos y suelos	0.165	0.28	1.7	2095
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	Morteros	0.036	0.02	0.55	1125
1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	Fábricas de lad...	0.375	0.25	0.667	1220
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	Enlucidos	0.035	0.02	0.57	1150
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	Aislantes	3.704	0.15	0.0405	40
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	Yesos	0.06	0.015	0.25	825

$R1+...+Rn$
4.37 m2K/W

Figura 52 Muro de fachada de la vivienda reformada CE3X

Como se ha comentado antes, la vivienda va a contar con dos alturas, modificando de la misma forma que los muros de fachada, la configuración de la cubierta. Consiguiendo pasar de una transmitancia térmica de 1.89 W/m2K de la cubierta original a una transmitancia de 0.23 W/m2K. Observando ya una mejora térmica en la vivienda.

Librería de cerramientos

Nombre: CUBIERTA MODIFICADA

Características del cerramiento
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K...	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Teja de arcilla cocida	Cerámicos	0.02	0.02	1	2000	800
Mortero de yeso	Morteros	0.025	0.02	0.8	1500	1000
Conífera ligera d < 435	Maderas	0.308	0.04	0.13	430	1600
MW Lana mineral [0.0...]	Aislantes	3.704	0.15	0.0405	40	1000
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000

$R1+...+Rn$
4.12 m2K/W

Figura 53 Cubierta de la vivienda reformada CE3X

A la hora de colocar los puentes térmicos dentro de la nueva vivienda reformada, se han desactivado todas las opciones ya que al tener una capa interior de aislante continuo se ha conseguido eliminar todos los puentes térmicos de la vivienda.

El tamaño de los huecos se han dejado los originales de la vivienda pero modificando sus componentes. Las ventanas originales como ya se ha visto estaban formadas por una carpintería de madera maciza sin rotura de puente térmico y con un vidrio simple. En la aplicación CE3X a la hora de introducir los huecos originales permite poner la opción de vidrio simple y marco de madera, dándole una permeabilidad al marco poco estanco, obteniendo una transmitancia del vidrio de 5.7 W/m²K. Y una transmitancia del marco de 2.2 W/m²K. Las nuevas ventanas de la vivienda han sido reemplazadas por unas nuevas de PVC incorporando ya en su interior rotura de puente térmico. A la hora de alcanzar unos niveles de casas pasivas las ventanas son un punto importante, asique se ha escogido un tipo de ventana certificada por el instituto Passivhaus utilizadas en este caso para climas cálidos. A la hora de introducir los datos en el programa, las nuevas ventanas, en las propiedades térmicas, añadimos los datos a mano, ya que son conocidos debido a la ficha técnica de la ventana (añadida en el Anexo I) siendo la transmitancia del vidrio de 0.76 W/m²K, la transmitancia del vidrio de 1.1 W/m²K, y el factor solar del vidrio (g) de 0.6. Otro tema importante en los huecos pasivos es la permeabilidad al aire, las especificaciones térmicas de las ventanas, tras hacerlas los estudios previos necesarios, pertenecen a Clase 4 de permeabilidad. Estos datos informan que no tiene que tener una filtración mayor a 3 m³/hm², introduciendo este valor en la aplicación.

Hueco/Lucernario

Nombre	Hueco FACHADA		Orientación	SO	
Cerramiento asociado	Muro de fachada				
Dimensiones			Características		
Longitud	1.50	m	Permeabilidad del hueco	Valor conocido	3 m ³ /hm ²
Altura	1.90	m	Absortividad del marco	α	0.75
Multiplicador	1		<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	Dispositivo de protección solar	
Superficie	2.85	m ²	Patrón de sombras	Sin patrón	
Porcentaje de marco	20	%	<input type="checkbox"/> Doble ventana		
Parámetros característicos del hueco					
Propiedades térmicas Conocidas					
U vidrio	0.76	W/m ² K			
g vidrio	0.6				
U marco	1.1	W/m ² K			

Figura 54 Ventanas PVC de la vivienda reformada CE3X

En el muro con contacto del terreno de planta baja el programa solo deja la opción de modificar la profundidad total del forjado, ocurriendo de la misma forma que la medianera sin poder generar un forjado en concreto, colocando en este caso de rehabilitación, con el nuevo forjado sanitario la altura real, siendo de 1.2 metros de profundidad. Además deja añadir si se ha colocado nuevo aislante térmico y su espesor, colocando los nuevos 15.00 centímetros de poliestireno extruido. Teniendo una transmitancia total de 0.36 W/m²K.

Suelo en contacto con el terreno

Nombre: Zona:

Dimensiones

Superficie: m²
 Longitud: m
 Anchura: m

Características

Profundidad: Menor o igual que 0.5 m
 Mayor que 0.5 m m

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas: Transmitancia térmica: W/m²K

Perímetro: m

Tiene aislamiento térmico

Características del aislamiento térmico

Definir Rf:

Espesor aislamiento: m
 Rf: m²K/W

Figura 55 Suelo en contacto con el terreno de la vivienda reformada CE3X

- Instalaciones de la vivienda reformada

Acabando con la envolvente se debe determinar las nuevas instalaciones de la vivienda, que como ya se ha visto en el apartado 2.1 Cinco principios básicos *passivhaus*, los aparatos eléctricos tanto de generación, refrigeración y control del aire interior son fundamentales a la hora de alcanzar unos valores idóneos pasivos.

Normalmente estas nuevas instalaciones en viviendas nuevas están albergadas en cuartos de instalaciones con unas medidas un unos requisitos de seguridad ya implantados. En el caso de esta vivienda como se ha podido observar, la planta y su organización no deja libertad de colocar estas instalaciones en el interior de la casa, asique se ha decidido colocar toda los nuevos aparatos en un cuarto de instalaciones nuevo colocado en el patio interior de la vivienda.

En la vivienda rehabilitada se ha optado por colocar un sistema de aerotermia para suministrar tanto el sistema de calefacción mediante suelo

radiante y la generación de ACS. Este sistema utiliza como combustible la electricidad, siendo favorable a la hora de la emisión de gases contaminantes como el CO₂. una de los propósitos de los edificios de consumo casi nulo y las passivhaus, intentando evitar así el calentamiento global.

Al introducir los datos del rendimiento estacional, los introducimos a mano debido a que los conocemos de la ficha técnica de la aerotermia (añadida en el anexo I). El rendimiento medio estacional de ACS (SCOP 55°C) es de 3.55 y el rendimiento medio estacional de calefacción (SCOP 35°C) es de 5.63.

Este sistema de aerotermia no cuenta con acumulador.

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre:

Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción
Superficie (m ²)	<input type="text" value="94.0"/>	<input type="text" value="94.0"/>
Porcentaje (%)	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

A.C.S	Rendimiento medio estacional	<input type="text" value="355"/>	%
Calefacción	Rendimiento medio estacional	<input type="text" value="563"/>	%

Con Acumulación

Figura 56 Sistema de aerotermia de la vivienda reformada CE3X

Con todos los nuevos datos de la vivienda con las características modificadas metidos en la aplicación CE3X, se puede generar el nuevo informe de eficiencia energética. Como se observa en la calificación energética obtenida, se ha alcanzado la etiqueta 'A' siendo el máximo valor posible a obtener y deduciendo que las mejoras que se han implantado a la residencia están siendo correctas para alcanzar el nivel pasivo, ya que uno de los requisitos del CTE para rehabilitaciones pasivas es alcanzar este nivel.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	36.0 A		6.1 A

Figura 57 Calificación energética de la vivienda reformada CE3X

En los datos obtenidos sobre la demanda de calefacción y refrigeración se puede observar una notable mejora en comparación con los datos originales, no llegando al nivel máximo posible quedándose en el nivel "C".

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	56.5 C		6.6 C
Demanda de calefacción [kWh/m ² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m ² año]	

Figura 58 Demanda de calefacción y refrigeración de la vivienda reformada CE3X

Como sabemos por el apartado 2.1 Cinco principios básicos passivhaus, una de las instalaciones más importantes para las casas pasivas es el sistema de recuperador de calor, pero dentro del programa CE3X no da la opción de incorporar este sistema en la nueva vivienda. Aunque los valores de demanda de calefacción y refrigeración no alcanzan los niveles superiores la rehabilitación ha sido un éxito debido a que la mejora de la vivienda original es predecible con los datos obtenidos.

10. CONCLUSIONES

En el apartado final de este presente trabajo fin de grado Se van a exponer las conclusiones obtenidas de todo el proceso de investigación.

En primer lugar comentar que los datos obtenidos de la vivienda unifamiliar del municipio de Íscar ha sido un estudio específico de esa edificación con la finalidad de facilitar el proceso de investigación, pero todo el trabajo realizado puede emplearse en las viviendas unifamiliares tradicionales que cumplan con características semejantes tanto tipológicas y constructivas del caso de estudio.

Aunque para alcanzar los niveles pasivos en la vivienda renovada, se debería realizar más estudios que los empleados en este trabajo fin de grado, como podría ser el ensayo de estanqueidad de la vivienda rehabilitada, siendo un apartado importante para comprobar la hermeticidad al paso del aire. Además se puede concluir que es complicado llegar a los niveles indicados tanto por el CTE o por el instituto de passivhaus teniendo que emplear soluciones más radicales en comparación si se realizase una rehabilitación común. Por ejemplo la cantidad de aislamiento térmico, los modelos de ventanas escogidas para la nueva vivienda o las nuevas instalaciones que se van a colocar, siendo en este tipo de reforma más específicos como en el caso de elementos singulares o de espesores mayores como en el caso del aislamiento térmico.

También se observa tras los estudios realizados que las viviendas tradicionales rurales son energéticamente nefastas deduciendo que todo el parque edificatorio rural tiene un gran potencial en el tema del ahorro energético, debido a que la mayoría de las construcciones que se han estudiado fueron levantadas anteriormente a la fecha en la que se citaran las primeras normativas energéticas. Pero también hay que destacar que tras realizar los informes energéticos de la vivienda original del municipio de Íscar se obtuvieron los mejores resultados, dentro de lo inadecuados que eran, en el apartado de la demanda de refrigeración, concluyendo que en el interior de este tipo de edificaciones se mantiene una temperatura agradable en periodos de calor debido a la gran inercia térmica de los muros de fachada, siendo una de las ventajas de las viviendas tradicionales.

Como se ha comentado anteriormente los municipio más pequeños tienen más opciones a la hora de realizar rehabilitaciones dentro de sus viviendas, por ello es necesario recalcar la necesidad de realizar estas intervenciones en vez de seguir construyendo viviendas de planta nueva, mejorando así la vida útil tanto de las viviendas como del propio municipio como veremos a continuación.

Además de aumentar la vida útil de las viviendas las mejoras en estas son numerosas. Ahorro energético, mayor eficiencia en las instalaciones etc. Son mejoras que ya se han comentado a lo largo del trabajo, pero también se observa que se adquieren más progresos, como un mejor y más sencillo

mantenimiento de la nueva vivienda, mejoras del confort térmico y un aumento en niveles acústicos interiores.

También a parte de las perfecciones dentro de la vivienda también se observan mejoras en el exterior tanto a nivel privado como a nivel público. Este tipo de rehabilitaciones también sirven para mejorar a nivel global la reducción de energías no renovables, como pueden ser comunes en estos municipios carbón, leña o gasoil. Asimismo uno de los factores por lo que empezaron a surgir los edificios de consumo casi nulo y las construcciones pasivas fueron la reducción de la emisión de gases contaminantes a la atmosfera, pasando por ejemplo en este caso de estudio de tener una emisión de 88.9 kgCO₂/ m² año a tener 6.1 kgCO₂/ m² año reduciendo drásticamente.

Otra de las mejoras que conlleva este tipo de intervención al entorno es la actualización de la construcción rural, modernizando sus sistemas constructivos y su forma de empleo.

Finalmente y de forma de conclusión propia comentar como se ha dicho antes, que los municipios de pequeño número de habitantes, pueblos pequeños con poco interés cultural, pero no por ello, sin patrimonio edificatorio, no deben caer en el olvido y este tipo de actuaciones en ellos hacen que no sean olvidados. Fomentando el interés de viajar, incluso habitar en ellos y en consecuencia mejorar el nivel cultural, económico y social del pueblo rural.

11. ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS DE FABRICANTES

- AEROTERMIA THERMIRA BIBLOC

FICHA TÉCNICA

Gabarrón
Cuestión de Excelencia

AEROTERMIA THERMIRA BIBLOC

Bomba de calor aire-agua



Unidad interior

Características Técnicas

- ▶ **Ahorro real y elevado** en consumo energético, hasta el 75% de energía gratuita.
- ▶ **Calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS).**
- ▶ Preparado para funcionar en instalaciones de **radiadores convencionales, fan-coils o suelo radiante.**
- ▶ **Amplio rango de temperaturas de operación.** Preparada para ofrecer calor incluso a temperaturas extremas hasta -20°C y proporcionar frío con temperaturas exteriores de hasta 48°C.
- ▶ **Tecnología Inverter**, adaptación perfecta a la potencia requerida. Asegura el máximo confort, ahorrando en consumo y alargando la vida del producto.
- ▶ Ideal para obras o **proyectos de renovación y viviendas de obra nueva.**
- ▶ **Thermira puede complementarse con otros sistemas tradicionales** que ya estén instalados en la vivienda.
- ▶ **Compatible con fuentes de energía renovables.**
- ▶ **Instalación sencilla y manejo intuitivo.**
- ▶ **Respetuosa con el medioambiente.** No requiere chimenea, ni salida de humos ni las molestas rejillas de ventilación.
- ▶ Sistema calificado como **Energía Renovable.**
- ▶ Sin emisiones de CO₂ en su funcionamiento.
- ▶ **Utiliza refrigerante R410A inocuo para la capa de ozono.**
- ▶ Controlable mediante un **termostato externo programable.** CTM20 WIFI, CTP10 y X2D ofrecidos como accesorio.



Unidad exterior
Modelos Thermira
12, 14 y 16 kW



Unidad exterior
Modelos Thermira
8 y 10 kW



Depósito de ACS
(ofrecido como accesorio)

AEROTERMIA THERMIRA BIBLOC

DATOS TÉCNICOS AEROTERMIA THERMIRA BIBLOC



MÓDELOS		THERMIRA 8M	THERMIRA 10M	THERMIRA 12M	THERMIRA 14M	THERMIRA 16M	THERMIRA 16T	
REFERENCIAS		THG-08CME	THG-10CME	THG-12CME	THG-14CME	THG-16CME	THG-16CTE	
UNIDAD EXTERIOR	Capacidad calorífica suelo radiante	KW	8	10	12	14	15,5	15,5
	Consumo eléctrico suelo radiante	KW	1,78	2,27	2,79	3,33	3,78	3,83
	COP		4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,05
	Capacidad frigorífica suelo radiante	KW	7,8	8,2	12,5	13,5	14,5	15
	Consumo eléctrico suelo radiante	KW	1,95	2,1	2,98	3,38	3,8	4,23
	EER		4	3,9	4,2	4	3,82	3,55
	Capacidad calorífica fancoil o radiadores	KW	7,6	9,5	11,5	12,5	14,5	14
	Consumo eléctrico fancoil o radiadores	KW	2,24	2,88	3,38	3,79	4,53	4,38
	COP		3,4	3,3	3,4	3,3	3,2	3,2
	Capacidad frigorífica fancoil o radiadores	KW	6,3	7,2	8,5	9	9,7	11
	Consumo eléctrico fancoil o radiadores	KW	2,33	2,77	2,74	3	3,34	3,86
	EER		2,7	2,6	3,1	3	2,9	2,85
	SEER		4,41	4,39	3,85	3,89	3,91	4,03
	Clase de eficiencia energética 55°C (SCOP)		A+ (2,92)	A+ (2,92)	A+ (2,99)	A+ (3,02)	A+ (2,98)	A+ (2,93)
	Clase de eficiencia energética 35°C (SCOP)		A++ (4,0)	A++ (3,93)	A++ (3,88)	A++ (3,85)	A++ (3,9)	A++ (3,85)
	SCOP 55°C*		3,55	3,55	3,60	3,65	3,78	3,65
	SCOP 35°C*		5,63	5,63	5,23	5,30	5,30	5,23
	Carga Refrigerante R410A	kg	2,3	2,3	3,6	3,6	3,6	3,6
Presión Sonora en Calefacción	dB (A)	56	56	58	58	58	57	
Presión Sonora en Refrigeración	dB (A)	56	56	58	58	58	57	
Conexión Gas		5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	
Conexión Líquido		3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	
Dimensiones	cm	98x78,8x42,7	98x78,8x42,7	90x13,5x41,2	90x13,5x41,2	90x13,5x41,2	90x13,5x41,2	
Peso neto	kg	80	80	107	107	107	114	

*SCOP en condiciones climáticas cálidas.

Las capacidades caloríficas y los consumos eléctricos proporcionados están basados en las siguientes condiciones:

- Condiciones de calefacción para suelo radiante con entrada del agua a 30°C / 35°C; temperatura exterior 7°C (Bulbo seco) / 6°C (Bulbo húmedo).
- Condiciones para refrigeración con suelo radiante con entrada del agua a 23°C / 18°C; temperatura exterior 35°C (BS) / 24°C (BH).
- Condiciones de calefacción para fancoil o radiadores con entrada del agua a 40°C / 45°C; temperatura exterior 7°C (Bulbo seco) / 6°C (Bulbo húmedo).
- Condiciones para refrigeración con fancoil o radiadores con entrada del agua a 12°C / 7°C; temperatura exterior 35°C (BS) / 24°C (BH).
- Longitud de la tubería 7,5 m. Distancia máxima entre unidad interior y exterior 30 m. Desnivel máximo entre unidad interior y exterior 15 m.

MÓDELOS		THERMIRA 8M	THERMIRA 10M	THERMIRA 12M	THERMIRA 14M	THERMIRA 16M	THERMIRA 16T	
REFERENCIAS		THG-08CMI	THG-10CMI	THG-12CMI	THG-14CMI	THG-16CMI	THG-16CTI	
UNIDAD INTERIOR	Alimentación	230 V ~	230 V ~	230 V ~	230 V ~	230 V ~	3 x 400 V ~	
	Temperatura de salida del agua (Suelo radiante)	Calefacción °C	25-45 (Ciclo de baja temperatura)					
		Refrigeración °C	18-25					
	Temperatura de salida del agua (Fancoil o radiadores)	Calefacción °C	25-55 (Ciclo de alta temperatura)					
		Refrigeración °C	7-25					
	Resistencia de apoyo	kW	3 + 3	3 + 3	3 + 3	3 + 3	3 + 3	6
	Presión Sonora	dB(A)	31	31	31	31	31	31
	Conexión Hidráulica		1"	1"	1"	1"	1"	1"
	Dimensiones	cm	98,1x32,4x50	98,1x32,4x50	98,1x32,4x50	98,1x32,4x50	98,1x32,4x50	98,1x32,4x50
	Peso neto	kg	56	56	57	57	57	58

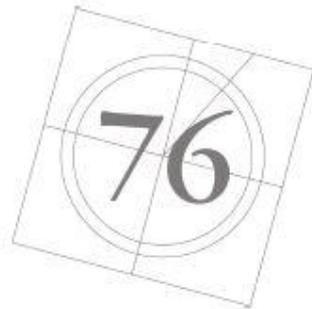
DATOS TÉCNICOS DEPÓSITO ACS THERMIRA

MÓDELO	Capacidad	Potencia	Entrada agua fría	Salida agua caliente	Circulación agua - ida	Circulación agua - retorno	Dimensiones	Peso neto
MTG200	200 L	3000W	½"	½"	¾"	¾"	540 x 1595 mm	71 kg

Sistema de perfiles practicables

KÖMMERLING 76^{AD} Xtrem

FICHA TÉCNICA



U_w desde 0,76 W/m ² K	U_f desde 1,10 W/m ² K
--	--

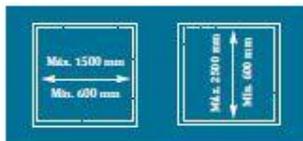
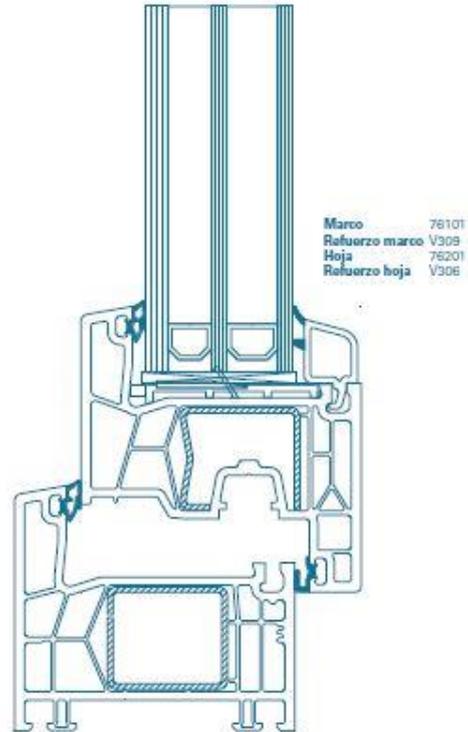


KÖMMERLING®

Sistemas de ventanas

DESCRIPCIÓN

- Sistema de 76mm con **5 cámaras estancas y doble junta**.
- Diseño de líneas rectas y hoja retranqueada en un perfil con una estética muy cuidada.
- Transmitancia térmica de la carpintería (U_f) desde **1,1W/m²K**.
- Transmitancia térmica de la ventana (U_w) desde **0,76W/m²K**.
- Reducción acústica de **hasta 47 dB**.
- Refuerzo de acero zincado de alta inercia con gran desarrollo que permite aumentar la rigidez del sistema y que conforma una cámara adicional incrementando el aislamiento del conjunto.
- Profundidad del galco de entre **16 y 50 mm**.
- Canal de herraje estándar con un rebaje que facilita el montaje y estabilidad de las piezas.
- Junquillos con juntas coextrusionadas con cuidada apariencia visual y de fácil limpieza.
- Unión de las esquinas soldadas que aumenta la estabilidad mecánica del conjunto.
- Disponible en toda la gama de colores foliados de KÖMMERLING.
- Perfil greenline®, 100% reciclable y libre de plomo.



ENSAYOS



CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO. Según UNE EN 14351:2005+A1:2011

TIPO VIDRIO	VIDRIO	Ventana sin persiana	Ventana con RoluPlus
	$R_{w, (C,Ctr)}$	$R_{w, (C,Ctr)}$	$R_{w, (C,Ctr)}$
VIDRIO 4/16ergH	30 (-1,4)	33 (-2,5)*	32 (-2,5)*
VIDRIO 4/12ergH/12ergH	32 (-1,4)	33 (-2,5)*	32 (-2,5)*
VIDRIO 66 2500ArgH4 251	48 (-2,4)	47 (-2,1)*	41 (-2,5)*

* Ventanas ensajadas 1230x1480 mm. Los vidrios son orientativos y los valores pueden variar en función del fabricante.

CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA. Según UNE EN 10077-2.

TIPO VIDRIO	SISTEMA	VIDRIO			Ventana sin persiana
		$U_g, W/m^2K$	$U_g, W/m^2K$	$Q_g (Pa)$	$U_g, W/m^2K$
KÖMMERLING AD XTREM	1,2	1	0,06	1,21	
		0,8	0,06	1,07	
		0,6	0,032	0,87	
		1,11	0,5	0,032	0,76

* Ventanas ensajadas 1230x1480 mm. Los vidrios son orientativos y los valores pueden variar en función del fabricante.

CÁLCULO DE VALORES FÍSICOS Ventana 1 hoja 11/16x25/16.

Resistencia al viento	UNE EN 12211:2000	Clase C5
Estanqueidad al agua	UNE EN 1027:2000	9 A
Permeabilidad al aire	UNE EN 1006:2000	Clase 4

M A T E R I A P R I M A

Los productos KÖMMERLING están fabricados con **Komalit Z**, formulación propia. Los perfiles se obtienen mediante extrusión y el control de fabricación permanente asegura la calidad y la precisión de formas.

@Komalit Z	DIN EN ISO 1163	Blanco y color PVC-U, E, 082 - 50 - T 28, similar al RAL 9016
Densidad	DIN EN ISO 1183	1,46 g/cm ³
Resistencia al impacto hasta -40°C	DIN 53453 (varilla normal pequeña)	Sin rotura
Deformación al impacto (para clima normal de 23 °C)	DIN EN ISO 179 (Ensayo 1fc)	≥45 kJ/m ²
Resistencia a la penetración de bola (30 segundos)	DIN ISO 239	100 N/mm ²
Dureza a la penetración de bola	DIN EN ISO 527	≥40 N/mm ²
Módulo de elasticidad en tracción (Módulo E)	DIN EN ISO 527	≥2500 N/mm ²
Temperatura de reblandecimiento Vicat Estabilidad dimensional al calor - Vicat VST/B (medido en aceite) - ISO R 75/A (medido en aceite)	DIN ISO 306 DIN 53461	≥80 °C ≥69 °C
Coefficiente de dilatación lineal -30°C hasta +50°C		0,8 x10 ⁻⁴ K ⁻¹
Conductividad térmica	DIN 52612	0,16 W/mK
Resistencia específica a la transmisión	DIN VBE 0303 T3	10 ¹⁶ Ω cm
Constante relativa a la dielectricidad	DIN 53483	3,3 a 50 Hz; 2,9 a 10 ⁶ Hz
Comportamiento ante el fuego	DIN 4102	Difícilmente inflamable, autoextinguible.
Estabilidad ante los agentes atmosféricos	DIN ISO 105-A03	Después de 12 GJ/m ² (climas cálidos RAL-GZ 716/1 (S)) de exposición, valor inferior a grado 3 de la escala de grises.
Resistencia a los agentes atmosféricos		Después de 12 GJ/m ² (climas cálidos RAL-GZ 716/1 (S)) de exposición, la disminución de la resistencia al impacto es <30% o >28 KJ/m ² .
Comportamiento fisiológico		Inerte, Neutro. Su estabilidad a la intemperie, así como su resistencia ante los agentes químicos y al pudrimiento, garantizan que su manipulación no imponga riesgo para la salud ni para el medio ambiente.
Limpieza y mantenimiento		Se recomienda el uso de Koraclean (blanco o color) o en su defecto agua y un jabón sin disolventes o abrasivos. Engrase de los herrajes una vez al año.

G A R A N T Í A S

Garantía de los perfiles KÖMMERLING:

Los perfiles KÖMMERLING tienen una **Garantía de 10 años** en:

- La resistencia al impacto.
- Las dimensiones de los perfiles en función de las tolerancias permitidas.

Los elaboradores de los sistemas KÖMMERLING fabrican las ventanas siguiendo las directrices de fabricación de la marca.

Garantías de color:

- Los acabados en blanco natural tienen una garantía de 10 años en la estabilidad del color.
- Los acabados foliados tienen una garantía de 10 años en la estabilidad del color.



S E L L O S D E C A L I D A D

Profine Iberia (compañía a la que pertenece la marca KÖMMERLING) dispone del sello de AENOR de Empresa Registrada UNE-EN ISO 9001. También dispone del sello de AENOR de Producto para KÖMMERLING®.

Asimismo, cuenta con el sello de Gestión Ambiental UNE-EN ISO 14001 de AENOR y con el certificado de Gestión Energética ISO 50001 de TÜV Rheinland.



Compromiso medioambiental

Los perfiles KÖMMERLING llevan el sello **greenline®** que certifica su excelente balance ecológico, basado en tres pilares:

- Formulación libre de metales pesados, como el plomo.
- Material 100% reciclable.
- Optimización del consumo de energía en todo su ciclo de vida, contribuyendo a la reducción de emisiones de CO₂.



El presente documento es de carácter informativo y certifica las prestaciones de la ventana de acuerdo con los criterios del Mercado CE establecidos por la Unión Europea. Este documento no constituye un certificado de garantía, el cual debe solicitarse por los cauces habituales establecidos por la marca KÖMMERLING.

Documento revisado el 10 de junio de 2020

SISTEMAS KÖMMERLING
Profine Iberia, S.A.Unipersonal

11. ANEXO II: INFORME DE PROYECTO CE3X

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	VIVIENDA UNIFAMILIAR ISCAR		
Dirección	CRÍSPULO HERNANZSANZ 18		
Municipio	ISCAR	Código Postal	47420
Provincia	Valladolid	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	D2	Año construcción	1958
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	2107010UL7820N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	ALBERTO GALLEGOS VEGAS	NIF(NIE)	71169364G
Razón social	ESTUDIANTE	NIF	71169364G
Domicilio	TOMILLO 18		
Municipio	LA CISTÉRNIGA	Código Postal	47193
Provincia	Valladolid	Comunidad Autónoma	Castilla y León
e-mail:	galle-6g@hotmail.com	Teléfono	692817473
Titulación habilitante según normativa vigente	ESTUADIANTE		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 17/08/2020

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha
Ref. Catastral

01/09/2020
2107010UL7820N

Página 1 de 6

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	94.0
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Muro de fachada	Fachada	45.81	0.22	Conocidas
Cubierta con aire	Cubierta	121.2	0.23	Conocidas
Muro de fachada POSTERIOR	Fachada	46.56	0.22	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	94.0	0.36	Estimadas
MURO FACHADA LATERAL	Fachada	54.51	0.22	Conocidas
Medianería	Fachada	54.0	0.00	

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco FACHADA	Hueco	2.85	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco FACHADA 2	Hueco	2.85	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco FACHADA 3 P1	Hueco	1.27	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco FACHADA 4 P1	Hueco	1.27	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco POSTERIOR 5 FACHADA	Hueco	1.87	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco POSTERIOR 6 FACHADA	Hueco	1.21	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco POSTERIOR 7 FACHADA	Hueco	1.87	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco POSTERIOR 8 FACHADA	Hueco	0.94	0.83	0.49	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco FACHADA POSTERIOR 9 P1	Hueco	0.8	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco FACHADA POSTERIOR 10 P1	Hueco	0.8	0.83	0.49	Conocido	Conocido
Hueco	Hueco	0.49	0.83	0.49	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Bomba de Calor		563.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	84.0
---	------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Bomba de Calor		355.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D2	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	6.1 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	A
		3.32		1.68	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	-
		1.09		-	

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

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	6.10	572.96
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

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

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	36.0 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	A
		19.60		9.93	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	-
		6.45		-	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
56.5 C	6.6 C
Demanda de calefacción [kWh/m ² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² año]

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

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

MEJORA AISLAMIENTO CUBIERTA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	35.7 A		6.0 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	55.5 C		6.7 C

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	9.85	1.8%	3.34	-1.2%	5.08	0.0%	-	-%	18.27	0.8%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	19.25	A 1.8%	6.53	C -1.2%	9.93	A 0.0%	-	-%	35.71	A 0.8%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	3.26	A 1.8%	1.11	B -1.2%	1.68	A 0.0%	-	-%	6.05	A 0.8%
Demanda [kWh/m ² año]	55.47	C 1.8%	6.68	C -1.2%						

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

-

Otros datos de interés

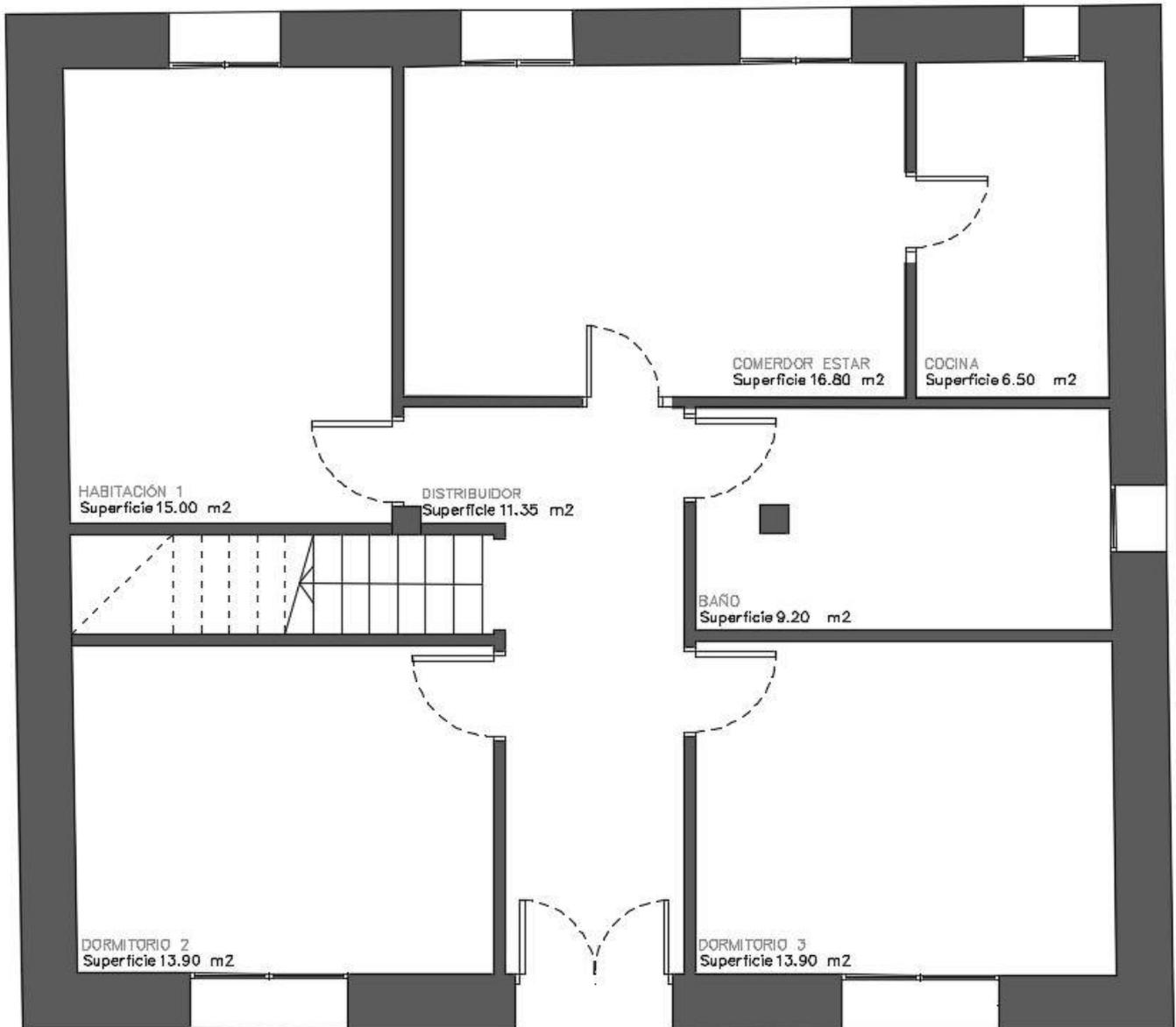
**ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL
TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

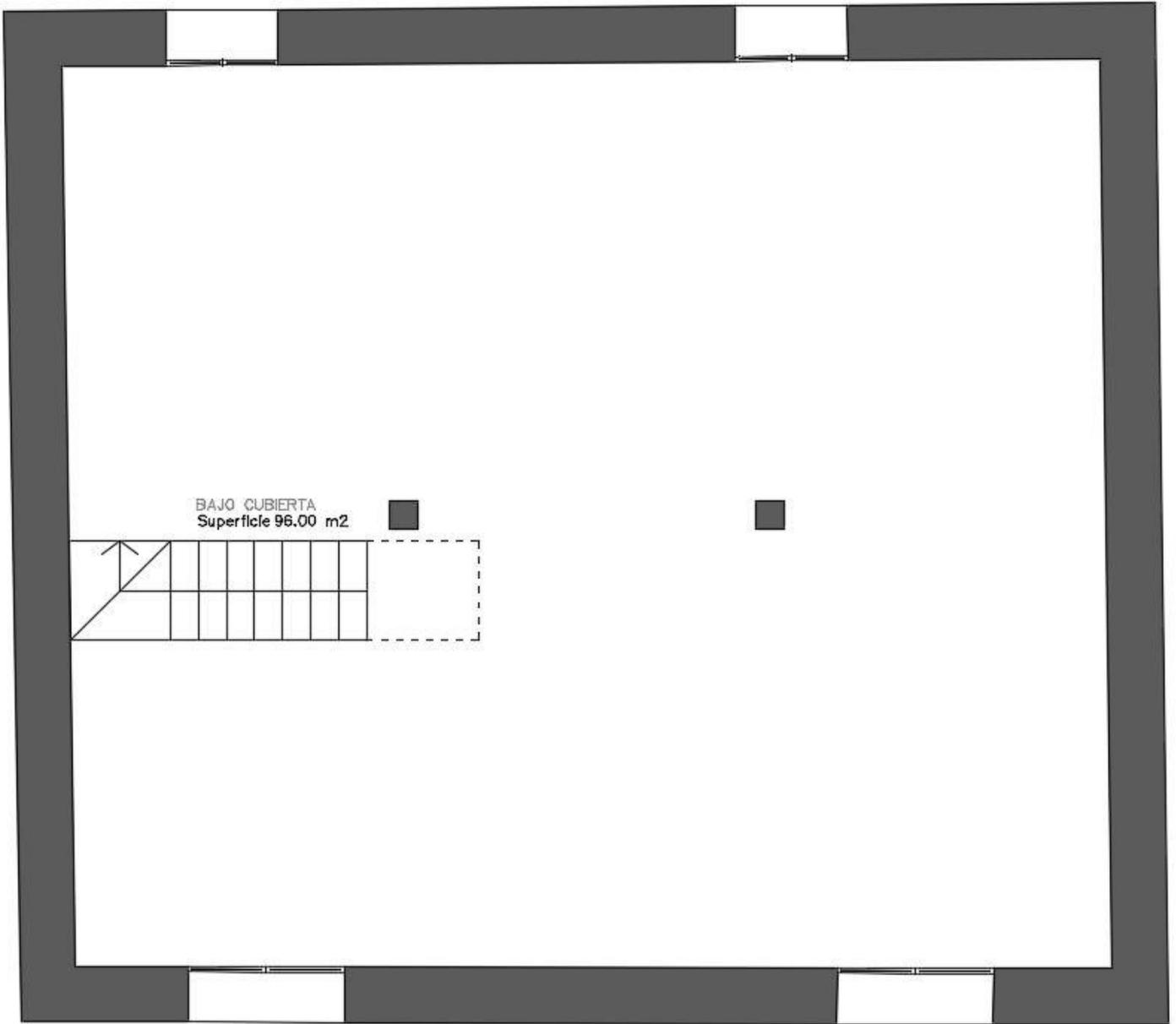
Fecha de realización de la visita del técnico certificador	17/08/2020
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

12. ANEXO III: INFOGRAFÍA VIVIENDA Y DETALLES CONSTRUCTIVOS



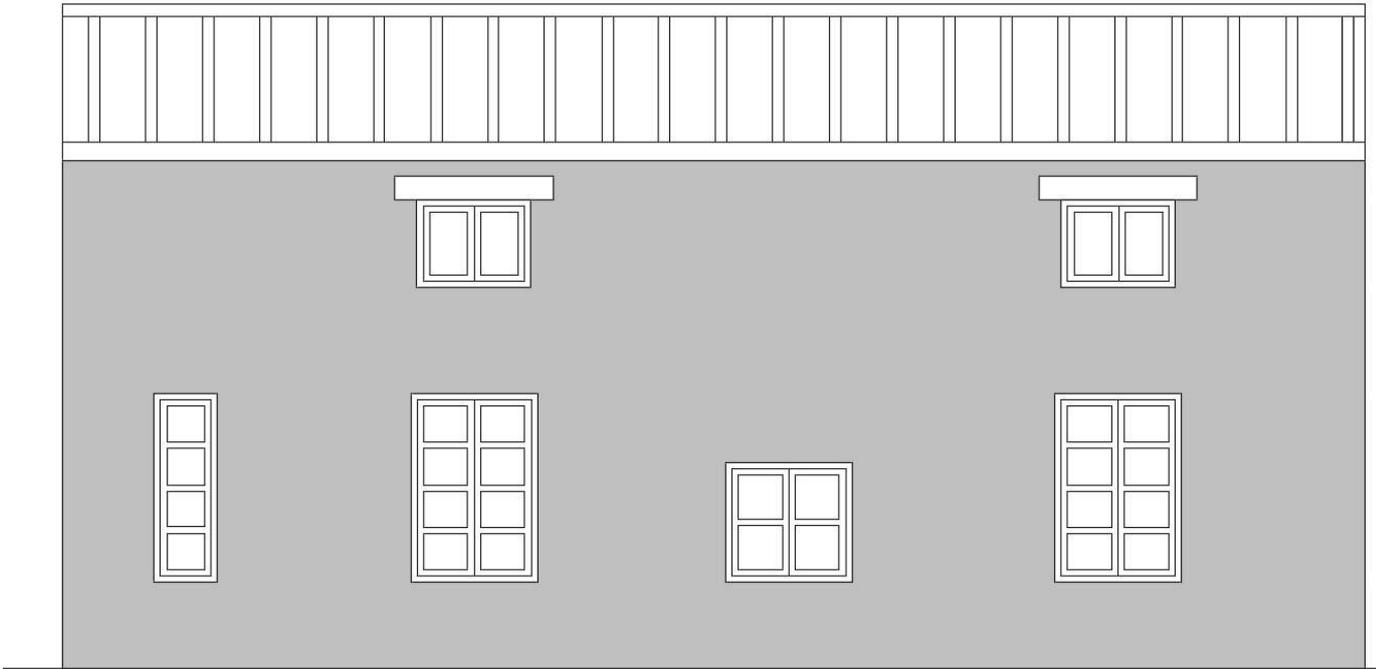
Planta baja



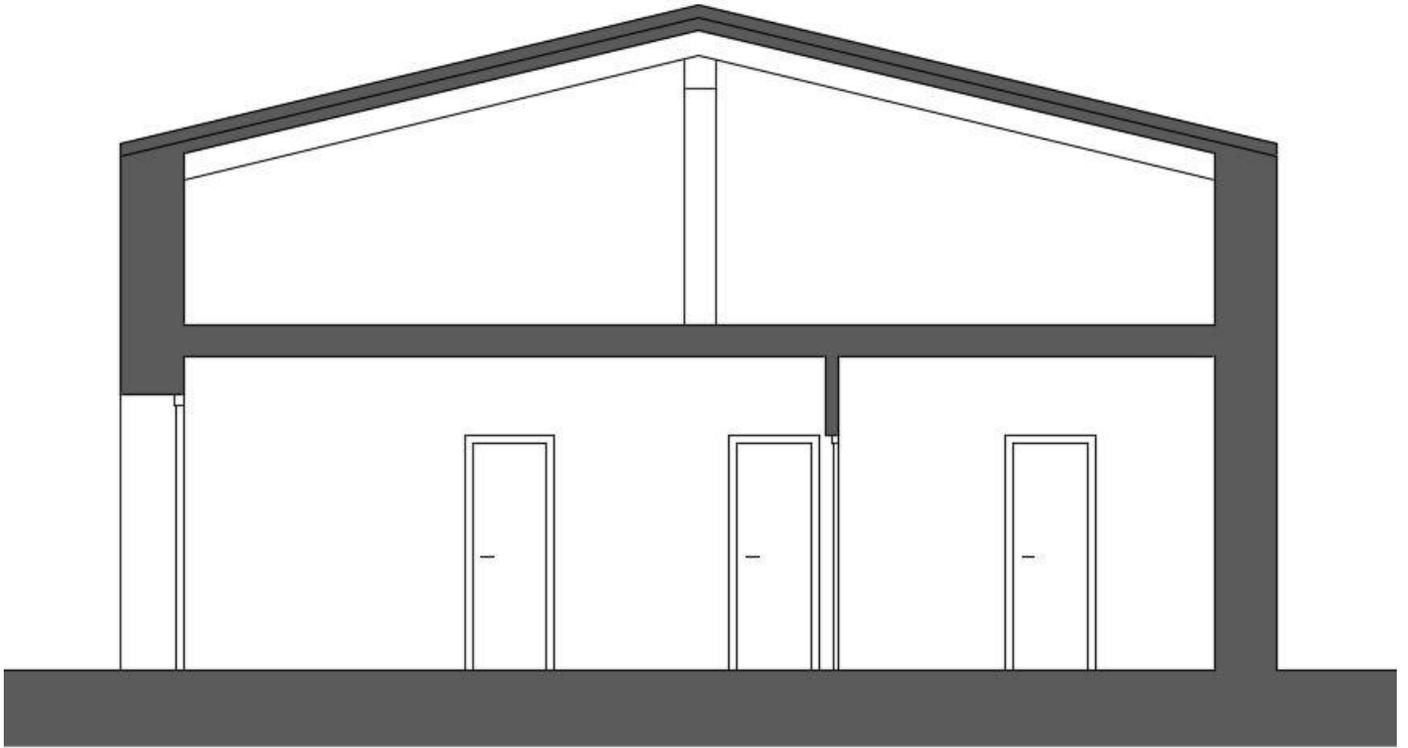
Planta bajo cubierta



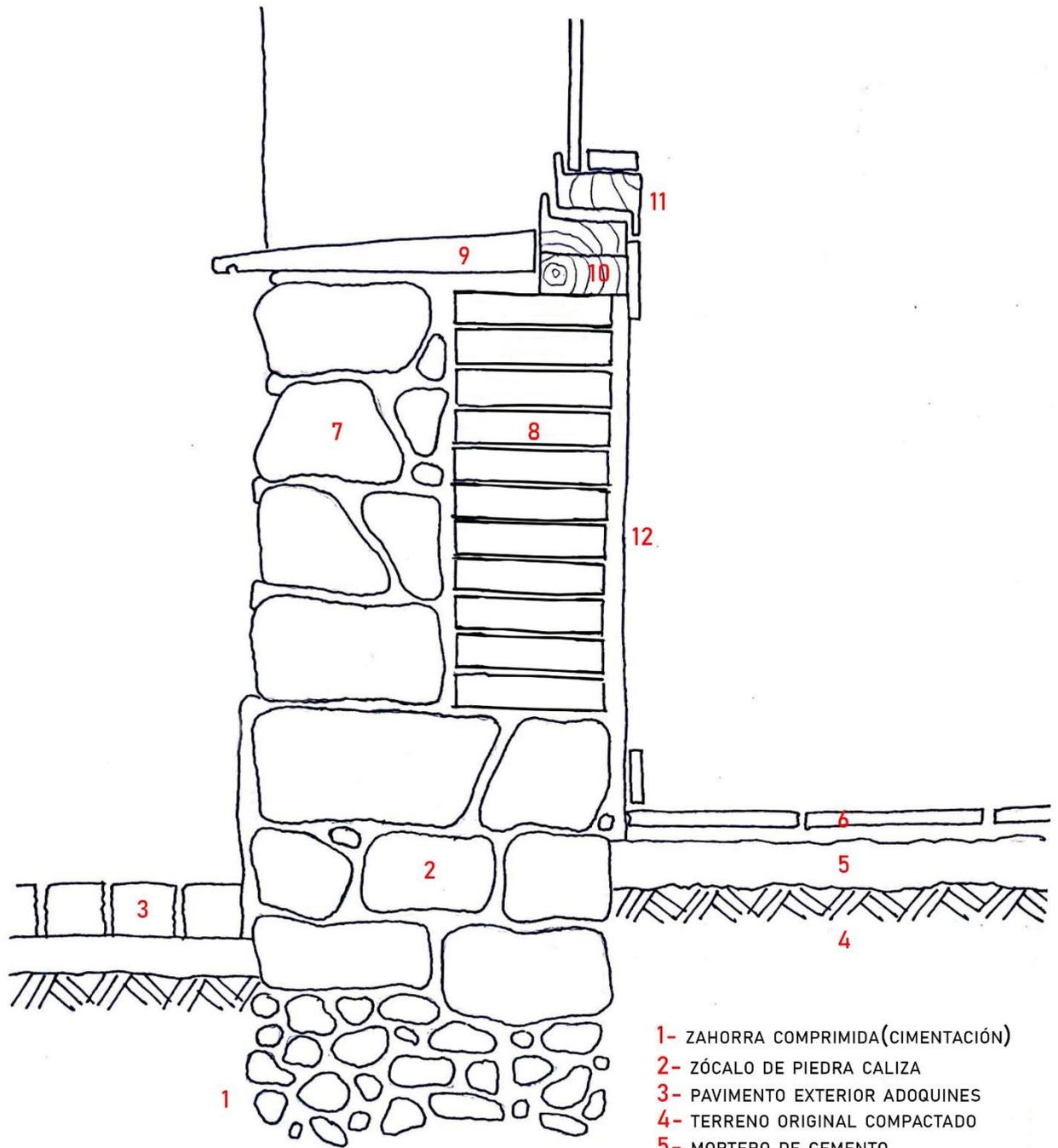
Alzado principal



Alzado posterior

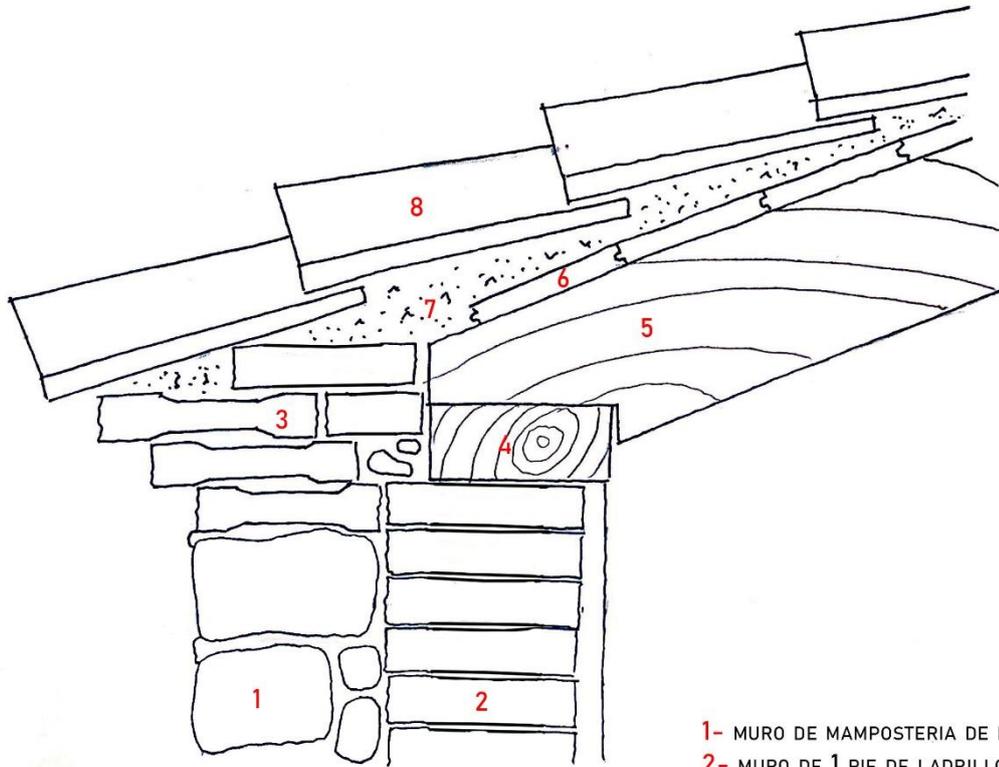


Sección pasillo corredor - Estar

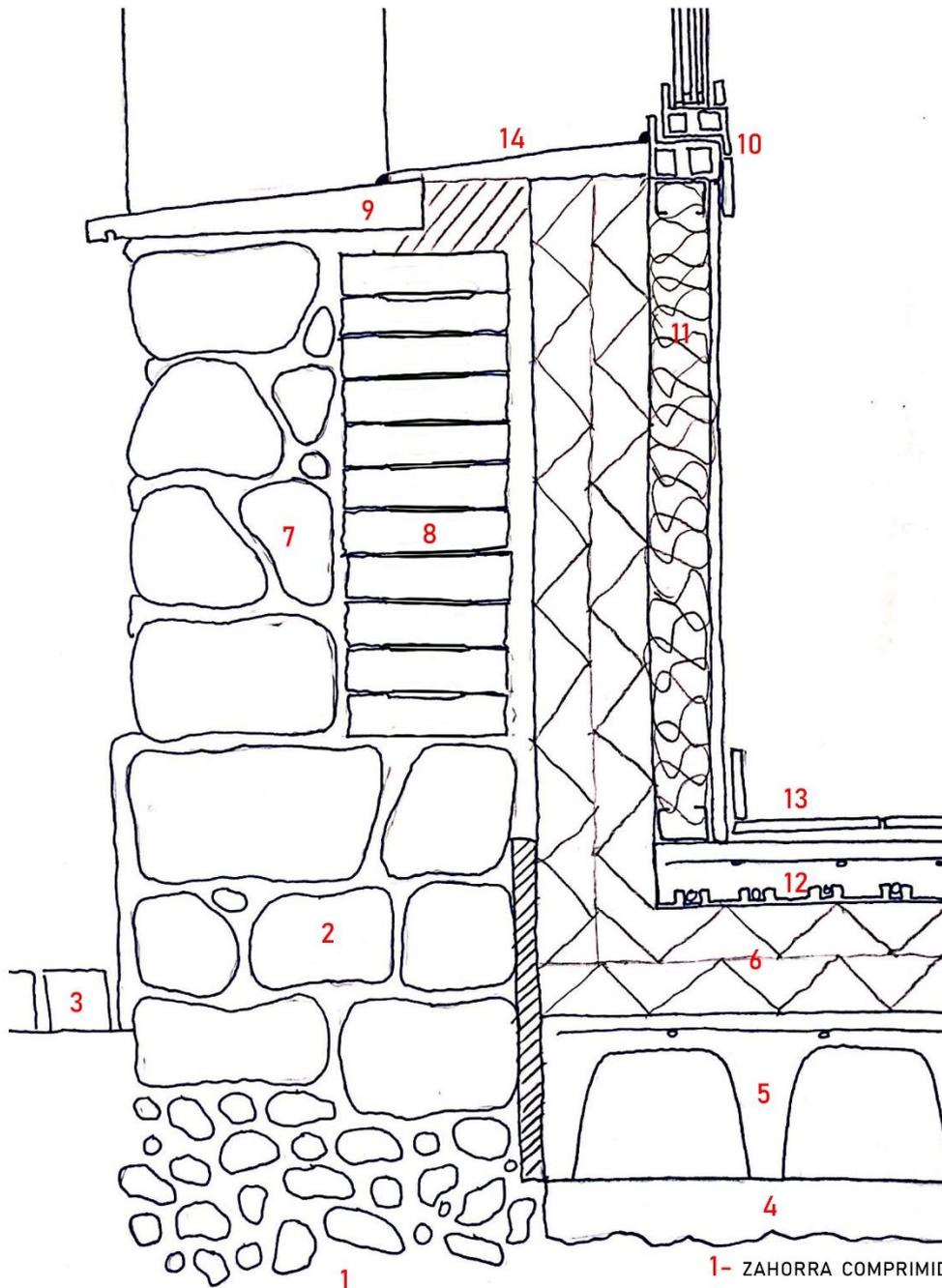


- 1- ZAHORRA COMPRIMIDA (CIMENTACIÓN)
- 2- ZÓCALO DE PIEDRA CALIZA
- 3- PAVIMENTO EXTERIOR ADOQUINES
- 4- TERRENO ORIGINAL COMPACTADO
- 5- MORTERO DE CEMENTO
- 6- PAVIMENTO BALDOSA TERRAZO
- 7- MURO EXTERIOR MAMPOSTERIA PIEDRA
- 8- MURO 1 PIE LADRILLO TEJAR
- 9- VIERTE AGUAS DE PIEDRA NATURAL
- 10- PREMARCO DE MADERA DE PINO
- 11- CARPINTERIA DE MADERA
- 12- ENLUCIDO INTERIOR DE YESO

Detalle constructivo original – Cimentación – Arranque de la fachada – Huevo superior

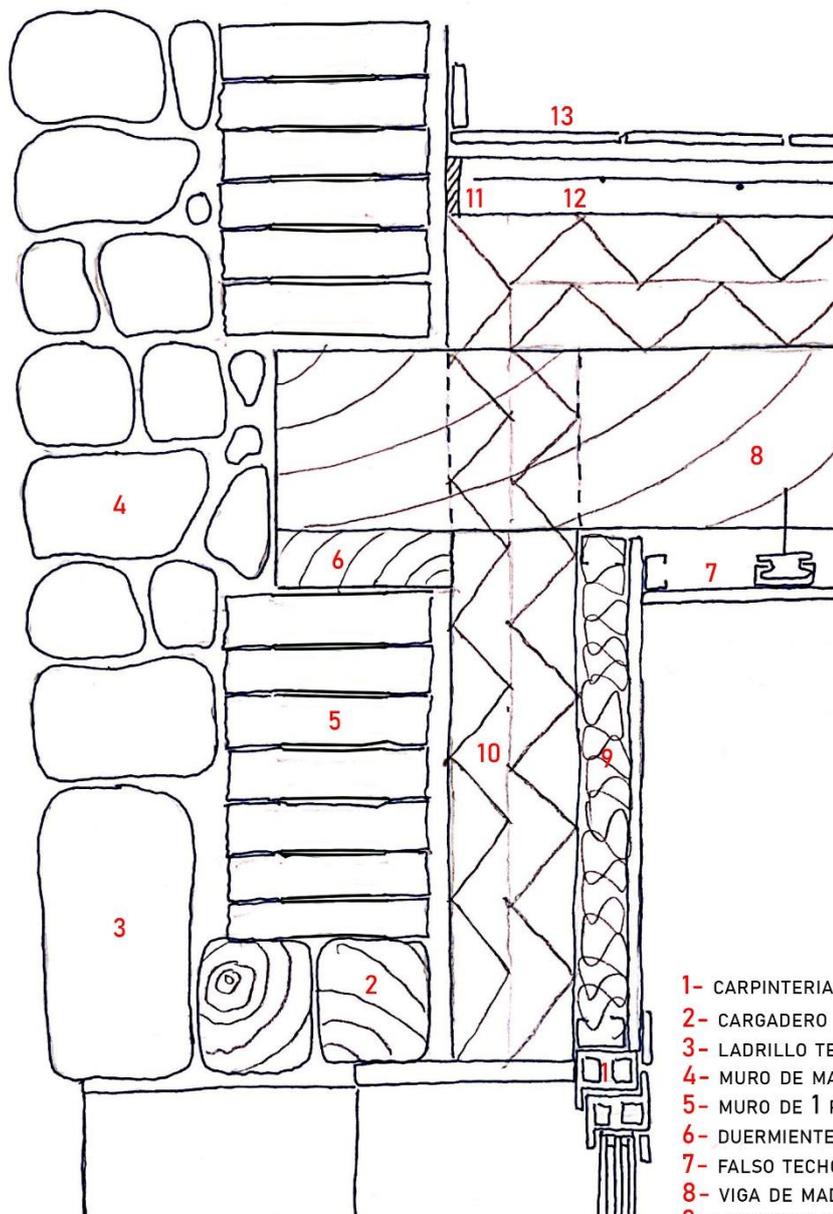


- 1- MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA
- 2- MURO DE 1 PIE DE LADRILLO TEJAR
- 3- CORNISA DE LADRILLO TEJAR
- 4- DURMIENTE DE MADERA
- 5- PAR DE MADERA
- 6- TABLONES DE MADERA
- 7- MEZCLA DE BARRO Y PAJA
- 8- TEJA CURVA CERÁMICA



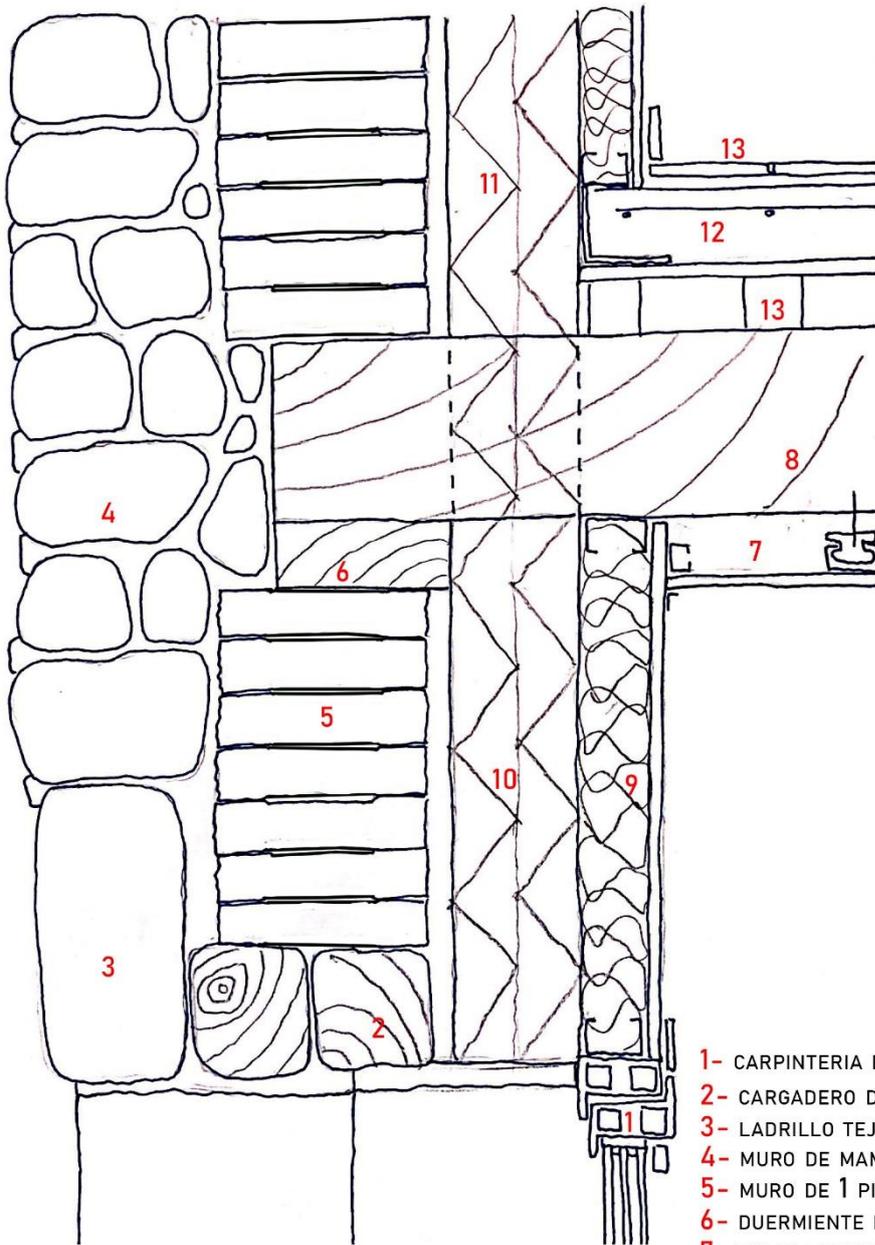
- 1- ZAHORRA COMPRIMIDA (CIMENTACIÓN)
- 2- ZÓCALO DE PIEDRA CALIZA
- 3- PAVIMENTO EXTERIOR ADOQUINES
- 4- HORMIGÓN DE LIMPIEZA
- 5- CAVITIS
- 6- DOBLE PLANCHA POLIESTIRENO EXTRUIDO
- 7- MURO EXTERIOR MAMPOSTERIA PIEDRA
- 8- MURO 1 PIE LADRILLO TEJAR
- 9- VIERTE AGUAS DE PIEDRA NATURAL
- 10- CARPINTERIA PVC TRIPLE VIDRIO
- 11- TRASDOSADO PLACA YESO LAMINADO
- 12- CAPA DE COMPRESION Y SUELO RADIANTE
- 13- PAVIMENTO DE GRES
- 14- VIERTE AGUAS DE CHAPA METÁLICA

Detalle constructivo reformado – Cimentación – Arranque de la fachada – Huevo inferior



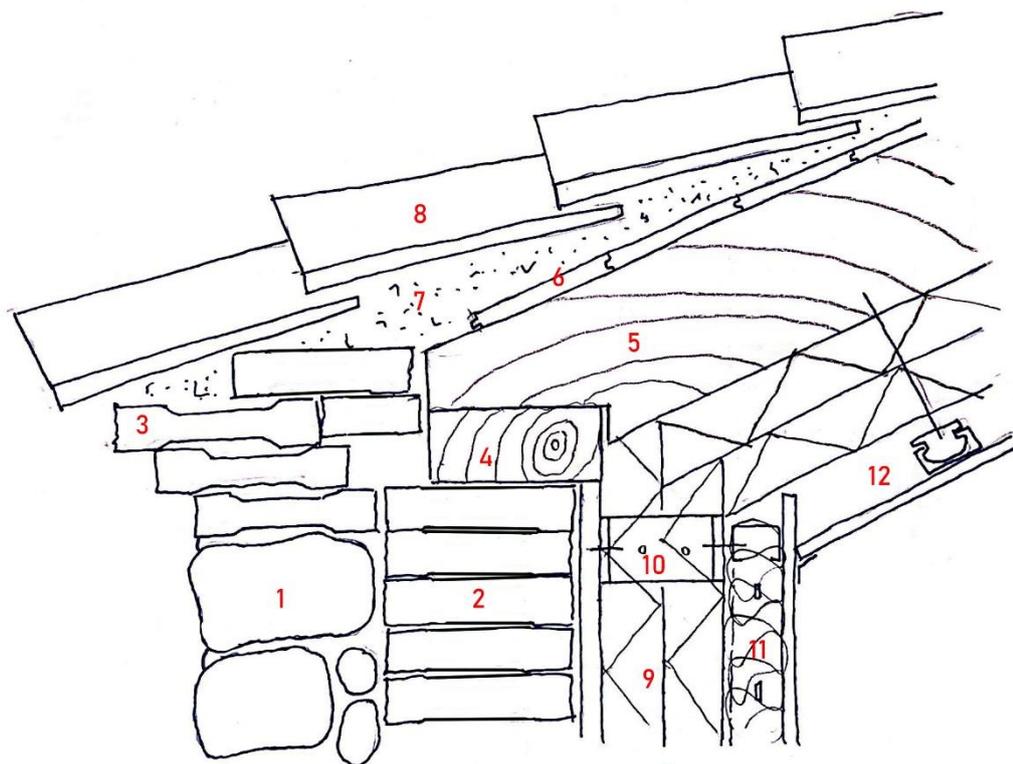
- 1- CARPINTERIA DE PVC TRIPLE VIDRIO
- 2- CARGADERO DE MADERA SERRADA
- 3- LADRILLO TEJAR A SARDINEL
- 4- MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA
- 5- MURO DE 1 PIE DE LADRILLO TEJAR
- 6- DUERMIENTE DE MADERA
- 7- FALSO TECHO PLACA DE YESO LAMINADO
- 8- VIGA DE MADERA SERRADA
- 9- TRASDOSADO PLACA YESO LAMINADO
- 10- DOBLE PLANCHA POLIESTIRENO EXTRUIDO
- 11- PLANCHA POLIESTIRENO EXPANDIDO
- 12- CAPA DE MORTERO DE CEMENTO
- 13- PAVIMENTO DE BALDOSA DE GRES

Detalle constructivo reformado – Huevo superior – Encuentro forjado con muro de fachada (1 altura y media)



- 1- CARPINTERIA DE PVC TRIPLE VIDRIO
- 2- CARGADERO DE MADERA SERRADA
- 3- LADRILLO TEJAR A SARDINEL
- 4- MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA
- 5- MURO DE 1 PIE DE LADRILLO TEJAR
- 6- DUERMIENTE DE MADERA
- 7- FALSO TECHO PLACA DE YESO LAMINADO
- 8- VIGA DE MADERA SERRADA
- 9- TRASDOSADO PLACA YESO LAMINADO
- 10- DOBLE PLANCHA POLIESTIRENO EXTRUIDO
- 11- PLANCHA POLIESTIRENO EXPANDIDO
- 12- CAPA DE MORTERO DE CEMENTO
- 13- PAVIMENTO DE BALDOSA DE GRES
- 14- TRAVESAÑO DE MADERA

Detalle constructivo reformado – Huevo superior – Encuentro forjado con muro de fachada (2 alturas)



- 1- MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA
- 2- MURO DE 1 PIE DE LADRILLO TEJAR
- 3- CORNISA DE LADRILLO TEJAR
- 4- DURMIENTE DE MADERA
- 5- PAR DE MADERA
- 6- TABLONES DE MADERA
- 7- MEZCLA DE BARRO Y PAJA
- 8- TEJA CURVA CERÁMICA
- 9- DOBLE PLACHA POLIESTIRENO EXTRUIDO
- 10- ANCLAJE METÁLICO TRASDOSADO
- 11- TRASDOSADO PLACA YESO LAMINADO
- 12- FALSO TECHO PLACA YESO LAMINADO

Detalle constructivo reformado – Cubierta (2 alturas)

13. ANEXO IV: BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Bibliografía

Protocolo de Kioto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático GE.05-61702 (S) 1998

Directiva 2010/31/UE Del Parlamento Europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición) Diario oficial de la Unión Europea

Proyecto piloto 6424/14/MOVE. Comunicación información artículo 9 de la Directiva 2010/31/UE. Eficiencia Energética de Edificios. 5/11/2014

Código Técnico de la Edificación, web: <http://cte-web.iccl.es/>

<https://www.vanesaezquerra.com/puentes-termicos-y-passivhaus/>

EnerPHit y EnerPHit+i Criterios de certificación para rehabilitaciones energéticas con componentes Passivhaus, Passivhaus Institut

Atlas Agroclimáticos Castilla y León, Aemet. La Junta de Castilla y León

Estudio de la tipología arquitectónica y urbanística en el medio rural de la provincia de Valladolid, E.T.S Arquitectura Valladolid

Propuesta de rehabilitación energética de cuatro edificios de vivienda construidos entre los años 1950- 1980 en la ciudad de Valladolid, Jessica Daphne Merrys Parada

Influencia de las juntas de argamasa de cal en el ascenso de humedad capilar que afecta a las fábricas de ladrillo de tejar antiguo, Alfredo Llorente Alvarez

Propuesta de rehabilitación energética de cuatro edificios de vivienda construidos entre los años 1950- 1980 en la ciudad de Valladolid, Jessica Daphne Merrys Parada

El estándar passivhaus en Castilla y León y su certificación energética, Jesús Javier Zaera Martín

Procedencia de las imágenes

Figura 1 Fuente: Ministerio de Fomento

Figura 2 Fuente: REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDAS: CRITERIOS DE INTERVENCIÓN INTEGRAL, JAVIERA PAZ GUEVARA GARRIDO

Figura 3 Fuente: De la Casa Pasiva al Estándar Passivhaus, Micheel Wassouf

Figura 4 Fuente: <https://www.guardiansun.es/>

Figura 5 Fuente: De la Casa Pasiva al Estándar Passivhaus, Micheel Wassouf

Figura 6 Fuente: De la Casa Pasiva al Estándar Passivhaus, Micheel Wassouf

Figura 7 Fuente: De la Casa Pasiva al Estándar Passivhaus, Micheel Wassouf

Figura 8 Fuente: <https://www.certificadosenergeticos.com/realizar-certificado-vivienda-ce3x>

Figura 9 Fuente: Atlas Agroclimático Castilla y León, Aemet, La junta de Castilla y León

Figura 10 Fuente: Atlas Agroclimático Castilla y León, Aemet, La junta de Castilla y León

Figura 11 Fuente: Atlas Agroclimático Castilla y León, Aemet, La junta de Castilla y León

Figura 12 Fuente: Atlas Agroclimático Castilla y León, Aemet, La junta de Castilla y León

Figura 13 Fuente: Climate-Data.org

Figura 14 Fuente: Estudio de la tipología arquitectónica y urbanística en el medio rural de la provincia de Valladolid, E.T.S Arquitectura Valladolid

Figura 15 Fuente: <http://baulitoadelrte.blogspot.com/2016/10/>

Figura 16 Fuente: Influencia de las juntas de argamasa de cal en el ascenso de humedad capilar que afecta a las fábricas de ladrillo tejar antiguo, Alfredo Llorente Alvarez

Figura 17 Fuente: <https://www.aparicio-partner.com/mamposteria-en-la-construccion/>

Figura 18 Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Fuente: Elaboración propia

Figura 25 Fuente: Elaboración propia

Figura 26 Fuente: Elaboración propia

Figura 27 Fuente: Elaboración propia

Figura 28 Fuente: Elaboración propia

Figura 29 Fuente: Elaboración propia

Figura 30 Fuente: Elaboración propia

Figura 31 Fuente: Catastro, Gobierno de España

Figura 32 Fuente: CTE DB HE, Anejo 2

Figura 33 Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Fuente: Elaboración propia

Figura 35 Fuente: Elaboración propia

Figura 36 Fuente: Elaboración propia

Figura 37 Fuente: Alfredo Llorente Alvarez

Figura 38 Fuente: Alfredo Llorente Alvarez

Figura 39 Fuente: Influencia de las juntas de argamasa de cal en el ascenso de humedad capilar que afecta a las fábricas de ladrillo tejar antiguo, Alfredo Llorente Alvarez

Figura 40 Fuente: Elaboración propia

Figura 41 Fuente: Elaboración propia

Figura 42 Fuente: Elaboración propia

Figura 43 Fuente: Elaboración propia

Figura 44 Fuente: Elaboración propia

Figura 45 Fuente: Elaboración propia

Figura 46 Fuente: Elaboración propia

Figura 47 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 48 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 49 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 50 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 51 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 52 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 53 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 54 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 55 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 56 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 57 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Figura 58 Fuente: Elaboración propia programa CE3X

Fuentes de internet

<https://www.certificadosenergeticos.com/blower-door-como-realiza-aplicacion>

<https://www.redverde.es/2018/06/rehabilitacion-energetica-passivhaus-segun-el-estandar-enerphit/>

<https://www.autopromotores.com/sistemas-constructivos/>

<https://www.certicalia.com/blog/como-calculer-la-demanda-diaria-de-ac-s-para-ce3x>

<https://certific.es/como-intrucir-en-ce3x-bomba-calor-ac-s-aeroterminia.html>

